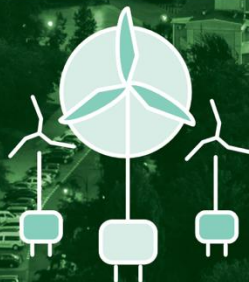
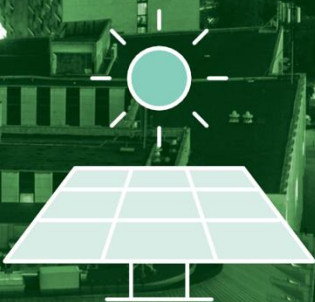




Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu

Część I

Sektor energetyczny m.st. Warszawy według koncepcji „business as usual”. Analiza potencjału oraz perspektyw rozwoju sektora w kontekście możliwości realizacji celów polityki klimatycznej i zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego Miasta



Lider



Partnerzy

POLINVEST
doradztwo gospodarcze



Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI



Fundacja na rzecz
Efektywnego
Wykorzystania
Energii

od 1990





„Energopomiar” Sp. z o.o.
ul. gen. J. Sowińskiego 3
44-100 Gliwice

Dział Diagnostyki Eksploatacyjnej

Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu

Część I

**Sektor energetyczny m.st. Warszawy według koncepcji
„business as usual”. Analiza potencjału oraz perspektyw
rozwoju sektora w kontekście możliwości realizacji celów
polityki klimatycznej i zapewnienia bezpieczeństwa
energetycznego Miasta**

STRESZCZENIE

Numer ewidencyjny: 240.1/ZC/2021


Egzemplarz nr 05/05

Opracował: **dr inż. Piotr Plis**

Ekspert ds. rozwoju


Koordynator operacyjny zespołu

Piotr Plis

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 4/49

1. Słownik pojęć

Nazwa, akronim		Objaśnienie
elektroprosumeryzm	–	Nowy sektor gospodarki zastępujący całą współczesną energetykę paliw kopalnych (Wielkoskalową Energetykę Korporacyjną WEK). Elektroprosumeryzm zakłada zastosowanie wyłącznie energii elektrycznej (monizm elektryczny) wytworzonej w źródłach OZE jako energii napędowej na trzech rynkach końcowych: energii elektrycznej, ciepła, paliw transportowych.
elektroprosument	–	Odbiorca wytwarzający energię elektryczną wyłącznie ze źródeł OZE. Może korzystać z dostępu do zasobów KSE (w tym sieci elektroenergetycznej) na nowych zasadach (patrz zasada ZWZ-KSE) indywidualnie lub za pośrednictwem np. systemu(WSE).
OZE	–	Odnawialne Źródła Energii
rynki końcowe energii (trzy rynki schodzące energetyki WEK)	–	Rynki: energii elektrycznej, ciepła, paliw transportowych, bazujące na paliwach kopalnych (węgiel kamienny, węgiel brunatny, ewentualnie także paliwa jądrowe, ropopochodne paliwa transportowe, gaz) należące do energetyki WEK
WEK	–	Wielkoskalowa Energetyka Korporacyjna: elektroenergetyka wraz z górnictwem węgla brunatnego i potencjalnie z energetyką jądrową, ciepłownictwo, sektor paliw transportowych, gazownictwo, górnictwo węgla kamiennego.
ZWZ-KSE	–	Zasada Współużytkowania Zasobów KSE Zasada określająca warunki dostępu indywidualnych elektroprosumentów, systemów(WSE) oraz jednostek samorządu terytorialnego do zasobów KSE. Zasada wprowadza rozdział odpowiedzialności w obszarze nazywanym w Prawie energetycznym bezpieczeństwem energetycznym. Mianowicie, zgodnie z zasadą operatorzy sieciowi ponoszą odpowiedzialność za bezpieczeństwo techniczne KSE. Elektroprosumenci korzystają natomiast z konkurencji na wschodzących rynkach elektroprosumeryzmu i decydują o jakości własnego zaopatrzenia w energię elektryczną (adekwatność rynkowa).
System(WSE)	–	Wirtualny System Elektryczny (WSE) - wirtualny system obejmujący (agregujący, organizujący) rozproszone źródła OZE wraz z inteligentną infrastrukturą przypisaną do tych źródeł. W skład systemu(WSE) wchodzi elektroprosumenci oraz operator(WSE).
Operator(WSE)	–	Operator funkcjonujący w środowisku elektroprosumeryzmu. Odpowiada za bezpieczeństwo techniczne zarządzanej sieci, współużytkowanie zasobów KSE, oraz za bilansowanie elektroprosumentów w systemie(WSE). Może odpowiadać za rozliczenia handlowe. Funkcjonuje na podstawie umów cywilno-prawnych z poszczególnymi użytkownikami (dostawcami, odbiorcami energii).
TEC	–	Thermo-Ecological Cost; koszt termo-ekologiczny - miernik wyczerpywania nieodnawialnych zasobów naturalnych. Jest to miara wpływu danego produktu na wyczerpywanie się nieodnawialnych bogactw naturalnych. Im niższa wartość tym mniejszy wpływ na wyczerpywanie zasobów nieodnawialnych.
KEE	–	Koszt Elektroekologiczny; miernik wyczerpywania nieodnawialnych zasobów naturalnych służący do oceny zasobochłonności rozwiązań zastosowanych w środowisku elektroprosumeryzmu.
KSE	–	Krajowy System Elektroenergetyczny
URE	–	Urząd Regulacji Energetyki

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 5/49

Nazwa, akronim		Objaśnienie
Konkluzje BAT	–	Best Available Techniques - najlepsze dostępne techniki; wymogi emisyjne dla poszczególnych sektorów gospodarczych określone przez Komisję Europejską.
Rynek mocy	–	Mechanizm mający na celu poprawę bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej z KSE w perspektywie długoterminowej. W tym rozwiązaniu, dostawcom energii wypłacane jest wynagrodzenie za pozostawanie w gotowości do dostawy energii do sieci oraz za jej (energii) wprowadzanie w okresach zagrożenia bezpieczeństwa.
Ośłona kontrolna	–	Ośłona służąca do wydzielenia obszaru (części infrastruktury elektroenergetycznej) podlegającego analizie. Stosowana na kilku poziomach – np. osiedle, dzielnica, miasto, kraj.

2. Informacje ogólne

Podstawą formalną opracowania jest zawarta pomiędzy Miastem Stołecznym Warszawą (zwanym dalej *Zamawiającym* lub *Miastem*), a „Energopomiar” Sp. z o.o. zwanym dalej *Wykonawcą*, Umowa z dnia 15 czerwca 2021 r. nr UK/2021/DN-DS/0001 (znak *Zamawiającego*: UMIA/IN/B/III/4/4/1/06/2021-2022) na wykonanie pracy pn.: „Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu”.

Projekt podzielony jest na trzy etapy:

Etap I

Sektor energetyczny m.st. Warszawy według koncepcji „business as usual”. Analiza potencjału oraz perspektywy rozwoju sektora w kontekście możliwości realizacji celów polityki klimatycznej i zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego *Miasta*.

Etap II

Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego. Możliwe trajektorie transformacji i parametry sektora w perspektywie roku 2050.


Etap III

Część III. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050. Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny. Realizacja rekomendacji, a Model 2050.

Niniejsze streszczenie dotyczy raportu nr 240/ZC/2021 pn. „Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu. Część I - sektor energetyczny m.st. Warszawy według koncepcji business as usual”, który stanowi efekt realizacji prac w ramach Etapu I.

Celem opracowania nr 240/ZC/2021 wykonanego przez Energopomiar Sp. z o.o. jest przeprowadzenie analizy w zakresie roli i warunków funkcjonowania sektora energetycznego w Mieście oraz określenie możliwości jego przemodelowania w kierunku pozwalającym na osiągnięcie przez sektor energetyczny Miasta neutralności wobec klimatu w perspektywie roku 2050.

Raport z realizacji zadania składa się z 22 rozdziałów, z których **pierwszych 7 (siedem) ma charakter organizacyjno-informacyjny**, 14 (czternaście) kolejnych ma charakter merytoryczny, a ostatni stanowi bibliografię. Integralną częścią raportu są dwa załączniki dotyczące podstaw analizy energetycznej

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 6/49

(załącznik 1) oraz podstawowej informacji o technologiach OZE przewidzianych do zbudowania nowego modelu sektora energetycznego, a także informacji w zakresie pasywizacji budynków (załącznik 2).


Lista tabel w raporcie liczy 90 pozycji, a rysunków 85 pozycji (bez tabel i rysunków w załącznikach).

Raport obejmuje:

1. Diagnozę aktualnych zasobów, stanu i potencjału sektora energetycznego.
2. Prognozę potrzeb energetycznych na poziomie m.st. Warszawy, odpowiednio dla lat bilansowania: 2025, 2030, 2035, 2040, 2045 i 2050.
3. Wskazanie rodzaju źródła/nośnika energii służącego pokryciu prognozowanych potrzeb energetycznych.
4. Oszacowanie **wg koncepcji business as usual** na koniec każdego roku bilansowania:
 - potencjału dostępnej mocy źródeł energii elektrycznej,
 - możliwości zaspokojenia potrzeb energetycznych Miasta,
 - poziomu substytucji nośników energii z zastosowaniem energii elektrycznej,
 - oceny możliwości technologicznych i technicznych realizacji działań.
5. Oszacowanie na koniec każdego okresu prognozy wielkości emisji gazów cieplarnianych z sektora energetycznego.
6. Ocenę na koniec każdego roku bilansowania poziomu bezpieczeństwa energetycznego Miasta możliwego do zapewnienia przez sektor energetyczny.
7. Wnioski z oceny sektora energetycznego pod kątem jego możliwej transformacji w kierunku monizmu elektrycznego.
8. Rekomendacje dla m.st. Warszawy odnośnie charakteru i zakresu działań wspierających transformację sektora energetycznego.

Opracowanie obejmuje obszar m.st. Warszawy w granicach administracyjnych z dnia 15 czerwca 2021r. oraz opisuje uwarunkowania i stan prawny na dzień 30 września 2021 r. zmodyfikowany o zmiany już zdeterminowane i znane na dzień przekazania raportu *Zamawiającemu*.

Zastosowanym materiałem bazowym są »WYTYCZNE do opracowania (do budowy) „Modelu energetycznego dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniającego warunki elektroprosumeryzmu”« (Warszawa, styczeń 2021r.) zredagowane przez Biuro Infrastruktury UM st. Warszawy pod kierunkiem Prof. dr. hab. inż. Jana Popczyka.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 7/49

3. Streszczenie merytoryczne

Elektroprosumeryzm - jedynosc energii elektrycznej OZE (zastosowanie wyłącznie energii elektrycznej wytworzonej w źródłach OZE – monizm elektryczny OZE) jako energii napędowej na trzech rynkach końcowych: energii elektrycznej, ciepła, paliw transportowych.


Rozdział 8

W tym rozdziale zarysowano tło dla projektu na poziomie prawodawstwa europejskiego, krajowego oraz lokalnego w zakresie sektora wytwarzania energii. Bardziej szczegółowo aspekt prawny omówiono w rozdziale 13.

Unia Europejska odpowiadając na wyzwania w dziedzinie energetyki wdraża ambitną politykę energetyczną obejmującą pełny zakres źródeł energii. Pierwotnie zdefiniowane w 2008 roku cele klimatyczne (pakiet 3x20) w zakresie ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, wzrostu energii produkowanej z wykorzystaniem OZE oraz zwiększenia efektywności energetycznej zostały kilkakrotnie już zaostrzone. W najnowszym wydaniu zostały one w dniu 14 lipca 2021r. ogłoszone przez Komisję Europejską w postaci pakietu legislacyjnego *Fit for 55* w ramach Europejskiego Zielonego Ładu. Zapisy tego pakietu wskazują na kierunki działań mających służyć dostosowaniu polityki UE w obszarze m.in. klimatu oraz energii w sposób umożliwiający obniżenie do 2030r. emisji CO₂ w UE o 55% w stosunku do 1990r., jednocześnie wskazując je jako element niezbędny do osiągnięcia zasadniczego celu, którym jest neutralność klimatyczna kontynentu europejskiego w perspektywie 2050 r. Nowe zasady znajdują zastosowanie w wielu sektorach i będą dotyczyć m.in. elektroenergetyki, budownictwa, przemysłu, a także sektora ciepłowniczego i kogeneracji. Kontynuowana będzie coraz większa presja cenowa w zakresie wykorzystywania źródeł wysokoemisyjnych. Ten ostatni element dotyczący dzisiaj mocno paliw węglowych, w najbliższej przyszłości będzie stanowić istotne obciążenie dla gazu ziemnego postrzeganego w Polsce obecnie jako paliwo przejściowe na ścieżce transformacji w kierunku źródeł nieemisyjnych. Gaz ziemny jako element pośredni na ścieżce transformacji nie znalazł jednak uznania w zaproponowanych przez Komisję Europejską rozwiązaniach pakietu. Komisja Europejska planuje sukcesywnie zmniejszać liczbę uprawnień do emisji CO₂ dostępnych na rynku oraz obniżyć ogólny pułap emisji, co niewątpliwie spowoduje wzrost cen i tym samym stopniowe ograniczanie opłacalności inwestycji opartych o spalanie paliw. Zważywszy na fakt, iż sektor energetyczny odpowiada za ponad 75% całkowitych emisji gazów cieplarnianych w UE¹, zasadnym jest przyspieszenie transformacji tego sektora w kierunku mniej emisyjnego. Można więc spodziewać się, że rozwiązania oparte o energię odnawialną będą stanowiły kluczowe pozycje we wdrażaniu strategii Europejskiego Zielonego Ładu.

Na poziomie UE dostrzega się również zasadność wprowadzenia nowego mechanizmu związanego z obciążaniem produkcji wytworzonej poza granicami Unii emisją CO₂ („cło węglowe”), który co do zasady jest spójny z ideą skumulowanego rachunku ciągnionego np. w obszarze wytwarzania energii. Proponowany do zaimplementowania w ramach pakietu *Fit for 55 Mechanizm dostosowania cen na*

¹ Na podstawie Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady zmieniającej dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001, rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1999 i dyrektywę 98/70/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do promowania energii ze źródeł odnawialnych oraz uchylającą dyrektywę Rady (UE) 2015/652 - COM/2021/557 final, 2021/0218(COD), Bruksela dn. 14.07.2021r.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 8/49

granicach z uwzględnieniem emisji CO₂ (Carbon Border Adjustment Mechanism -CBAM) ma być narzędziem wprowadzającym cenę za emisję dwutlenku węgla w przypadku importu produktów z sektorów cementowego, energii elektrycznej, nawozów, żelaza i stali oraz aluminium sprowadzanych na teren UE. Mechanizm ten ma zagwarantować, że ambitne działania podejmowane w obszarze klimatu w Europie nie spowodują ucieczki emisji gazów cieplarnianych poza kontynent, czy to w postaci przeniesienia produkcji czy też w postaci wzrostu importu produktów z krajów prowadzących mniej zaostrzoną politykę energetyczną. Opisany mechanizm, który zacznie generować koszty dla importerów począwszy od 2026r. (po upływie bezkosztowego okresu przejściowego) co do zasady jest odzwierciedleniem idei kosztu termoeologicznego (TEC), której zastosowanie do oceny zasobochłonności nieodnawialnych bogactw naturalnych podczas wytwarzania energii zostało przewidziane przez Wykonawcę przy realizacji niniejszego Projektu. Rozwój prac nad ideą elektroprosumeryzmu prowadzonych przez prof. J. Popczyka oraz dr. K. Bodzka doprowadził do zastosowania kosztu TEC i zmodyfikowania jego postaci do formy kosztu elektroenergetycznego (KEE), który co do zasady jest tożsamy z TEC, z tą różnicą, że dotyczyć będzie środowiska elektroprosumeryzmu i wiązać się będzie z produkcją energii elektrycznej bezpośrednio w źródłach odnawialnych.


Powyższe uwarunkowania mają stanowić dla wytwórców energii bodźce do rozwoju oferty opartej na rozwiązaniach prośrodowiskowych natomiast w sytuacji niepodjęcia działań transformujących miks energetyczny (kraju/regionu) będą oznaczały wzrost końcowych cen energii dla konsumentów. W krótkiej perspektywie nakreślone przez Komisję kierunki działań wywrą dodatkową presję na sektor gospodarstw domowych oraz przedsiębiorców i w celu zmięgowania tego negatywnego wpływu Komisja przewiduje ustanowienie mechanizmów² zapewniających środki finansowe państwom członkowskim w celu pomocy obywatelom w finansowaniu inwestycji m.in. w nowe systemy zaopatrzenia w ciepło i chłód, a także w efektywność energetyczną.

Ramy transformacji energetycznej w Polsce wyznacza Polityka Energetyczna Polski do 2040 r. (PEP 2040), która zakłada wzrost udziału OZE we wszystkich sektorach i technologiach. W Polsce ma powstać elektrownia wiatrowa na morzu, a jej moc zainstalowana ma osiągnąć poziom 5,9 GW w 2030 r. oraz ok. 11 GW w 2040 r. Ma nastąpić istotny wzrost mocy zainstalowanych w źródłach fotowoltaicznych do poziomu ok. 5-7 GW w 2030 r.³ i ok. 10-16 GW w 2040 r. W 2030 r. udział OZE w końcowym zużyciu energii brutto ma wynieść co najmniej 23% oraz nie mniej niż 32% w elektroenergetyce (głównie en. wiatrowa i PV), 28% w ciepłownictwie, 14% w transporcie (z dużym wkładem elektromobilności). W 2030 r. udział węgla w wytwarzaniu energii elektrycznej nie będzie przekraczać 56%. Do 2030 r. ma nastąpić wzrost efektywności energetycznej, celem jest 23% zmniejszenie zużycia energii pierwotnej. Nadrzędnym celem opracowanej polityki energetycznej jest zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego rozumianego w myśl zapisów Ustawy Prawo energetyczne⁴ przy jednoczesnym zapewnieniu konkurencyjności gospodarki, efektywności energetycznej oraz zmniejszenia oddziaływania sektora energii na środowisko. O ile PEP 2040 dostrzega konieczność transformacji energetyki i wskazuje szczegółowe cele do osiągnięcia w tym

² Nowy Fundusz Społeczny na rzecz Działań w dziedzinie Klimatu – przewidywany budżet ponad 72 mld € na lata 2025-2032

³ Moc źródeł fotowoltaicznych zainstalowanych w KSE wyniosła na koniec lipca 2021 r. ponad 5,6 GW.

⁴ zgodnie z Ustawą: bezpieczeństwo energetyczne oznacza stan gospodarki umożliwiający pokrycie bieżącego i perspektywicznego zapotrzebowania odbiorców na paliwa i energię w sposób technicznie i ekonomicznie uzasadniony, przy zachowaniu wymagań ochrony środowiska.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 9/49

zakresie o tyle stanowi tylko jeden z elementów kształtujących obraz krajowych zmian zachodzących w energetycznym sektorze wydobywczo-wytwórczym. Dopelnieniem obrazu są trwające programy stopniowego wygaszania kopalń węgla kamiennego do 2049 roku oraz wydzielenia węglowych aktywów wytwórczych do Narodowej Agencji Bezpieczeństwa Energetycznego (NABE), a także Krajowy Plan Odbudowy z którego część pozyskanych europejskich środków będzie przeznaczona dla obszaru wykorzystania energii i zmniejszenia energochłonności.


Zarysowując obraz przyszłych zmian w zakresie krajowego zaopatrzenia w energię nie sposób pominąć istotnego wydarzenia mającego wpłynąć na przyszłość sektora branży off-shore, jakim było podpisanie w dniu 15 września 2021 r. w Ministerstwie Klimatu i Środowiska „Porozumienia sektorowego na rzecz rozwoju morskiej energetyki wiatrowej w Polsce”. Jego nadrzędnym celem jest wsparcie rozwoju tego sektora w kraju służące finalnie uzyskaniu dostępu do taniej i czystej energii i w efekcie przyszłe zastosowanie morskich farm wiatrowych jako jednego z elementów transformacji sektora energetycznego. Porozumienie jest kolejnym aktem, po Ustawie o promowaniu wytwarzania energii elektrycznej w morskich farmach wiatrowych (wesła w życie w lutym b.r.), który stanowi jeden z elementów wsparcia w celu wykorzystania potencjału energetyki wiatrowej na polskiej części Bałtyku. Rozwiązania produkcji energii z wykorzystaniem farm wiatrowych będą odgrywały istotną rolę w kształtowaniu przyszłego miksu energetycznego Warszawy i stanowią jedną z podstawowych technologii do zastosowania w jego budowaniu.

Na poziomie lokalnym (miejskim) został podjęty szereg działań mających na celu zdiagnozowanie sytuacji sektora energetycznego i nakreślenie celów oraz zadań niezbędnych do podjęcia w kierunku dalszego jego utrzymania i rozwoju. Przyjęta w 2006 r. *Polityka energetyczna m.st. Warszawy do 2020 r.* ustanowiła m.in. cele perspektywiczne dla sektora oraz cele generalne i szczegółowe dla poszczególnych podsektorów. Głównym celem perspektywicznym wskazanym w *Polityce* jest przede wszystkim „zapewnienie odpowiedniego poziomu życia i standardu zasilania mieszkańców w energię i paliwa, w warunkach zrównoważonego rozwoju, zapewnienia ochrony środowiska, racjonalnego zużycia paliw i energii, rozwoju konkurencji, przeciwdziałania negatywnym skutkom wykorzystywania pozycji monopolistycznej lub dominującej, spełniania zobowiązań wynikających z umów międzynarodowych i równoważenia interesów przedsiębiorstw energetycznych i ich klientów”. Obecne uwarunkowania związane przede wszystkim z polityką energetyczną Unii Europejskiej wymagają wytyczenia nowych celów szczegółowych w zakresie poszczególnych podsektorów oraz wypracowania nowych wzorców działania ukierunkowanych na osiągnięcie neutralności klimatycznej i jednocześnie równoważących transformację dotychczasowych modeli zaopatrywania w energię z bezpieczeństwem energetycznym Miasta.

10 maja 2018 r. został wydany dokument pn. *Strategia #Warszawa 2030*, w którym nakreślono szereg celów strategicznych i operacyjnych dla projektu wizji m.st. Warszawy w perspektywie roku 2030 r. Przedstawiona wizja Warszawy została zaprezentowana w trzech wymiarach: aktywni mieszkańcy, przyjazne miejsce, otwarta metropolia. Dokument, choć obejmuje szerokie spektrum dziedzin życia, wskazuje na wiele wyzwań spójnych z działaniami na rzecz celów stawianych przed modelem energetycznym Warszawy, tj.:

- częste przekraczanie norm zanieczyszczenia powietrza – smog,
- niski poziom wykorzystania odnawialnych źródeł energii,
- rosnące potrzeby w zakresie dostępności i jakości sieci transportu miejskiego, dróg rowerowych i pieszych.

Wizja Warszawy to między innymi duży nacisk na aktywizację społeczności lokalnych, która z punktu widzenia przyszłego modelu energetycznego Miasta będzie miała istotne znaczenie

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 10/49

w budowaniu społeczności energetycznych. W załączniku do Strategii stanowiącym diagnozę wskazano na aktualne bezpieczeństwo w zakresie dostaw ciepła, ale jednocześnie wskazano awaryjność instalacji w podsystemach energetycznych jako jeden z problemów, z którym zmagają się Warszawa.

Oprócz ww. aktywności, m.st. Warszawa prowadzi liczne działania, które mają na celu ograniczenie zmian klimatu oraz adaptacji do ich skutków. Działania na rzecz klimatu są podejmowane już od 2007 r. Obecnie głównym celem strategicznym w tym zakresie jest osiągnięcie neutralności klimatycznej w 2050 roku, co jest zgodne z aktualnymi kierunkami polityki Unii Europejskiej. Wśród istotnych działań można wymienić:

- przystąpienie w 2009 r. do inicjatywy europejskiej Porozumienie Burmistrzów (ang. *Covenant of Mayors*);
- uchwalenie przez Radę m.st. Warszawy w kolejnych latach następujących dokumentów:
 - Plan Działań na rzecz Zrównoważonego Zużycia Energii z perspektywą do roku 2020 (2011 r.),
 - Plan Gospodarki Niskoemisyjnej (2015 r.),
 - Strategia Adaptacji do Zmian Klimatu (2019 r.).
- organizację Warszawskiego Panelu Klimatycznego (2020 r.)
- przystąpienie w 2020 r. do programu Europejskiego Banku Odbudowy i Rozwoju o nazwie „Zielone Miasta” (GCAP) rozszerzonego na potrzeby Warszawy o komponent klimatyczny realizowany we współpracy z organizacją C40 (CAP – Climate Action Plan) – dążenie do neutralności klimatycznej. Projekt nazwany został „Zielona wizja Warszawy” (składa się z komponentu GCAP i CAP).
- rozpoczęcie w grudniu 2020 r. wykonywania diagnozy inwentaryzacji gazów cieplarnianych przeprowadzanej według globalnej metodyki zgodnej z Global Protocol for Community-scale GHG Emission Inventories (GPC).
- zrealizowanie w 2020 roku dialogu technicznego z potencjalnymi wykonawcami modernizacji energetycznej budynków miejskich w formule ESCO, tj. z wykorzystaniem zewnętrznych mechanizmów finansowych.
- sukcesywną modernizację miejskiego oświetlenia zewnętrznego - w 2020 roku ogłoszony został przetarg na wymianę 43 tysięcy opraw oświetleniowych. Realizacja inwestycji ma przyczynić się do trzykrotnego zmniejszenia zużycia energii elektrycznej – ok. 38 GWh rocznie, a zatem do redukcji blisko 30 tys. Mg CO₂ rocznie.
- współpraca w ramach platformy Partnerstwo dla Klimatu. Projekt Partnerstwo dla Klimatu, który koordynuje Warszawa, został zapoczątkowany w 2008 r. jako platforma współpracy na rzecz ochrony środowiska. Obecnie celem mają być konkretne projekty, które pozwolą ograniczyć ryzyko zmian klimatycznych, a także przyczynią się do poprawy jakości środowiska i życia mieszkańców.

Rozdział 9

W tym rozdziale opisano sektor energetyczny m.st. Warszawy wskazując najważniejsze liczby go opisujące wraz z właściwymi wskaźnikami. Opisane zostały przedsiębiorstwa funkcjonujące w tym sektorze oraz dokonano opisu podsektorów: ciepłowniczego, elektroenergetycznego, gazowniczego oraz sektora paliw transportowych.

Opracowanie swym zakresem obejmuje obszar m.st. Warszawy w granicach administracyjnych właściwy na dzień 15 czerwca 2021 r. Obszar ten stanowi **bilansującą osłonę kontrolną Warszawy OK(W)**, dla której w dalszej części raportu przeprowadzono analizy związane z sektorem



**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

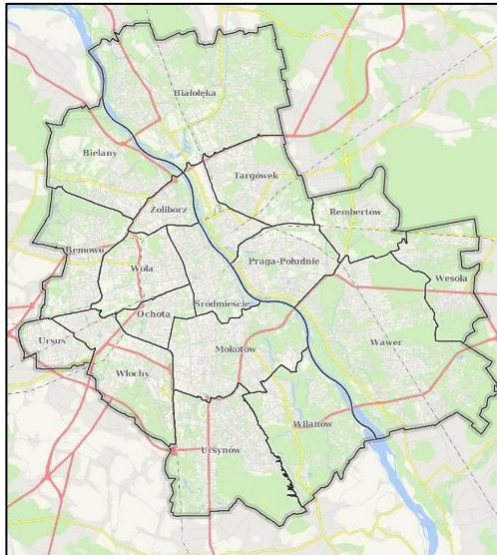
Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”

Nr ewidencyjny
240.1/ZC/2021

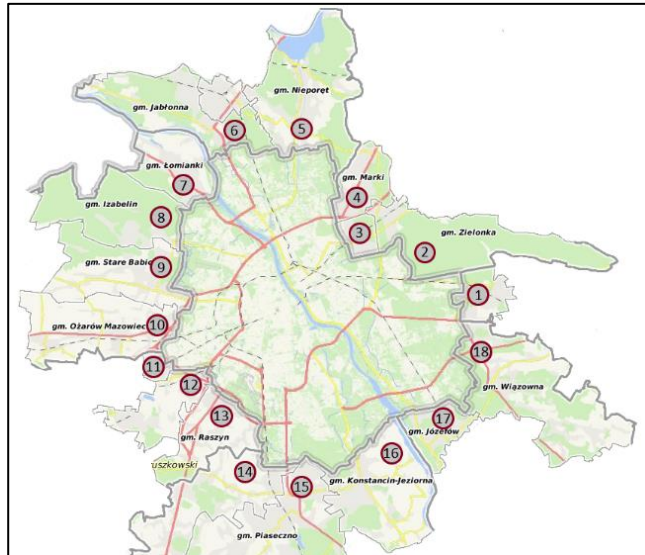
Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
11/49

energetycznym. Granice administracyjne Stolicy można również rozszerzyć o 18 gmin sąsiadujących, które w dalszej części prac *Projektu* będą nazywane *otuliną warszawską* i które wspólnie z podstawowym obszarem OK(W) tworzą rozszerzoną **osłonę kontrolną OK(W+)**. Obszary OK(W) oraz OK(W+) przedstawiono na poniższym rysunku.



**Granice administracyjne m.st. Warszawy
Osłona kontrolna OK(W)**




**OK(W) wraz z otuliną warszawską w postaci gmin
ościennych – osłona OK(W+)**

W warszawskim sektorze energetycznym można wyróżnić trzy podstawowe podsektory cechujące się dominującym rodzajem energii:

- podsektor elektroenergetyczny,
- podsektor ciepłowniczy,
- podsektor gazowy.

Podstawowe dane stanowiące najważniejsze liczby opisujące sektor energetyczny Warszawy przedstawia poniższa tabela.

	Jedn.	2020 r.	2019 r.
Liczba odbiorców (umowy)			
ciepła	tys. szt.	19,5	19,4
gazu	tys. szt.	543	546
energii elektrycznej	tys. szt.	1 199	1 089
Roczne końcowe zużycie energii sieciowej			
ciepła	GWh	8 926	8 670
gazu	GWh	4 806	5 300
energii elektrycznej	GWh	7 116	7 500
Maksymalny pobór mocy			
w ciepłe sieciowym	MW	2 603	3 198
w gazie sieciowym	MW	1 290	1 345
w energii elektrycznej [zima]	MW	1 337	1 419
w energii elektrycznej [lato]	MW	1 158	1 396
Zdolności wytwórcze w Mieście			
ciepło sieciowe	MW	4 413	4 317
energia elektryczna [zima]	MW	891	891

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 12/49

energia elektryczna [lato]	MW	252	252
PODSEKTOR CIEPŁOWNICZY			
Długość sieci ciepłowniczych	km	1 872	1 846
Procent sieci w technologii preizolowanej	%	53	52
Liczba kotłowni lokalnych	szt.	752	752
PODSEKTOR GAZOWNICZY			
Długości sieci gazowych			
wysokiego ciśnienia	km	34,3	25,3
średniego ciśnienia	km	1 932	1 914
niskiego ciśnienia	km	966	967
PODSEKTOR ELEKTROENERGETYCZNY			
Długość linii elektroenergetycznych:			
napięcie 400 kV	km	10,8	10,8
napięcie 220 kV	km	43,4	43,4
napięcie 110 kV	km	567	568
napięcie 15 kV	km	8 173	8 132
napięcie 0,4 kV	km	9 925	9 786
w tym kablowych:			
napięcie 220 kV	km	1,0	0,74
napięcie 110 kV	km	153	152
napięcie 15 kV	km	7 854	7768
napięcie 0,4 kV	km	7 638	7501

Na terenie m.st. Warszawy na koniec 2020 r. funkcjonowało jedenastu operatorów systemów elektroenergetycznych o napięciu 15 kV i wyższym, cztery przedsiębiorstwa zajmujące się dystrybucją ciepła sieciowego oraz dwóch operatorów systemów gazowych.

Podsektor ciepłowniczy

Podsektor ciepłowniczy zaopatruje m.st. Warszawę (gospodarstwa domowe oraz odbiorców komercyjnych) w ciepło w postaci centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej oraz ciepła technologicznego. Terytorialnie sieć ciepłownicza obejmuje większość obszaru Warszawy, poza rzadziej zaludnionymi obszarami peryferyjnymi. Na terenie całego Miasta znajduje się ok. 16,7 tys. węzłów cieplnych w ok. 19 tys. budynkach, co przekłada się na pokrycie ok. 80 proc. zapotrzebowania na ciepło całej Stolicy. Liczba odbiorców ciepła (wg umów) na terenie m.st. Warszawy wyniosła na koniec 2020 r. 19,54 tys. Liczba ta od 2016 r. wzrasta – trend przedstawiono na poniższym rysunku.



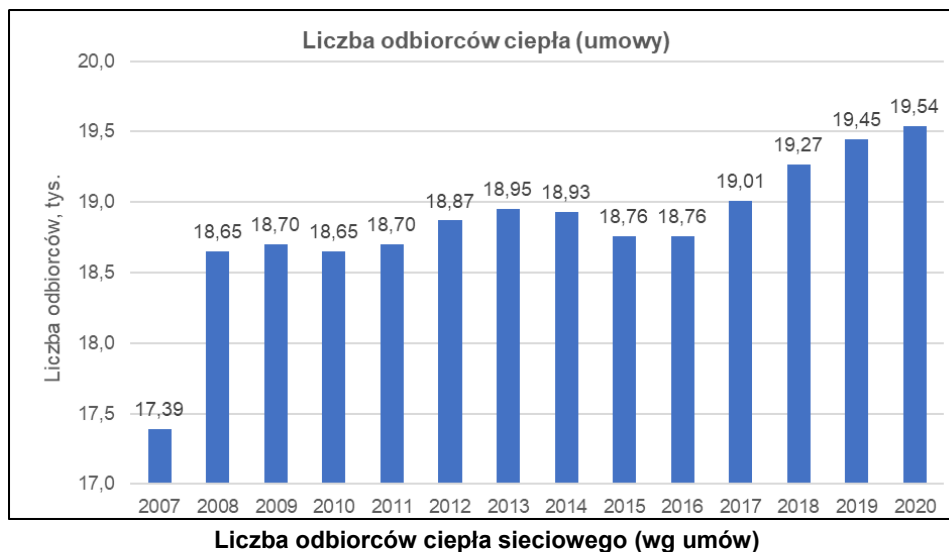
**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”

Nr ewidencyjny
240.1/ZC/2021

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
13/49



Warszawski centralny system ciepłowniczy posiada strukturę pierścieniową i jest zasilany z następujących czterech dużych źródeł:

- Elektrociepłownia Siekierki,
- Elektrociepłownia Żerań,
- Ciepłownia Kawęczyn,
- Ciepłowni Wola

należących do PGNiG Termika. Poza wymienionymi źródłami do centralnej sieci ciepłowniczej przyłączony jest również Zakład Termicznego Unieszkodliwiania Odpadów Komunalnych (Elektrociepłownia ZUO-2 Targówek - Miejskie Przedsiębiorstwo Oczyszczania w m.st. Warszawie Sp. z o.o.).

Dominującym dystrybutorem ciepła w Warszawie jest Veolia Energia Warszawa S.A. Spółka eksploatuje następujące systemy ciepłownicze:

- **Warszawski System Ciepłowniczy** zasilany ze źródeł PGNiG Termika S.A. i MPO w m.st. Warszawie Sp. z o.o. – długość sieci ciepłowniczej to ok. 1800 km;
- **Międzyleski System Ciepłowniczy** zasilany z Ciepłowni Międzylesie należącej do Veolia Energia Warszawa S.A. - długość sieci ciepłowniczej to ok. 15,4 km.

Podstawowe dane liczbowe charakteryzujące miejski podsektor ciepłowniczy – ciepło sieciowe (stan na koniec roku 2020):

- Liczba przedsiębiorstw zajmujących się dystrybucją ciepła sieciowego – 4
- Liczba odbiorców ciepła (wg umów) – 19,54 tys.
- Łączna długość sieci ciepłowniczej – 1 872 km (tym sieci preizolowane 996 km – 53,2%)
- Zdolności wytwórcze źródeł zlokalizowanych na terenie miasta – 4 413 MW
- Maksymalny pobór mocy w ciepłe sieciowym – 2 603 MW
- Moc w ciepłe zamówiona przez odbiorców końcowych – 5 813 MW
- Moc w ciepłe zamówiona w źródłach wytwórczych – 3 945 MW
- Roczne końcowe zużycie ciepła sieciowego – 8 926 GWh
- Ciepło wyeksportowane do sieci – 10 195 GWh
- Stopień pokrycia zapotrzebowania na ciepło c.o. w Mieście przez sektor ciepłowniczy (ciepło sieciowe) – ok. 80%



**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”

Nr ewidencyjny
240.1/ZC/2021

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
14/49

Straty ciepła wyniosły 1 269 GWh, co stanowiło 12,45% wolumenu ciepła wyeksportowanego do sieci ciepłowniczej. Na wykresie na rysunku poniżej zestawiono roczne wolumeny zużycia i strat ciepła w latach 2007-2020.




Roczne końcowe zużycie ciepła sieciowego, eksport ciepła do sieci oraz straty ciepła w latach 2007-2019

Podsektor elektroenergetyczny

Podstawą bezpieczeństwa podsektora elektroenergetycznego w Warszawie jest Krajowy System Elektroenergetyczny (KSE), z którym sieć miejska jest połączona poprzez siedem stacji elektroenergetycznych.

Na terenie Miasta funkcjonują następujące elektrociepłownie:

- Elektrociepłownia Siekierki (PGNiG Termika SA) o mocy zainstalowanej 650 MW_e;
- Elektrociepłownia Żerań (PGNiG Termika SA) o mocy zainstalowanej 374 MW_e;
- Elektrociepłownia - STUOŚ na terenie oczyszczalni "Czajka" (Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w m.st. Warszawie SA) o mocy zainstalowanej 8,6 MW_e;
- Elektrociepłownia ZUO-2 Targówek (Miejskie Przedsiębiorstwo Oczyszczania w m. st. Warszawie Sp. z o.o.) o mocy zainstalowanej 2,47 MW_e;
- Elektrociepłownia Regaty (PGNiG Termika Energetyka Rozproszona Sp. z o.o.) o mocy zainstalowanej 1,165 MW_e.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 15/49

Łączna moc zainstalowana w warszawskich elektrociepłowniach wynosi 1 036 MW_e.

Na terenie Miasta na koniec 2020 r. funkcjonowało jedenastu operatorów systemów elektroenergetycznych o napięciu 15 kV i wyższym - pięciu operatorów jest jednocześnie właścicielem sieci elektroenergetycznej. Głównym **Operatorem Systemu Dystrybucyjnego (OSD)** na terenie m.st. Warszawy jest **innogy Stoen Operator Sp. z o.o.**, który zasila ponad milion odbiorców.

Podstawowe dane liczbowe charakteryzujące miejski podsektor elektroenergetyczny (stan na rok 2020):

- Liczba operatorów systemów elektroenergetycznych o napięciu 15 kV i wyższym - 11
- Liczba odbiorców energii elektrycznej (wg umów) – 1 199 tys. (w tym gospodarstwa domowe 1 038 tys. – 86,6%)
- Liczba odbiorców energii elektrycznej TPA – 9,6% wszystkich odbiorców
- Łączna długość linii energetycznych – 18 719 km (tym linie kablowe 15 565 km – 83,6%)
- Roczne końcowe zużycie energii elektrycznej – 7 116 MW
- Zdolności wytwórcze w okresie zimowym – 891 MW
- Zdolności wytwórcze w okresie letnim – 252 MW
- Maksymalny pobór mocy w okresie zimowym – 1 337 MW
- Maksymalny pobór mocy w okresie letnim – 1 158 MW
- Produkcja energii elektrycznej z OZE – 267 GWh
- Liczba prosumentów – 5 092


Podsektor gazowniczy

Sieć gazowa wysokiego ciśnienia zasilająca Warszawę obsługiwana jest przez Operatora Systemu Przesyłowego GAZ-System S.A. Stolica zasilana jest gazem ziemnym wysokometanowym z pierścienia gazowego wysokiego ciśnienia okalającego miasto, skąd gaz dalej rozprowadzany jest po terenie miasta z wykorzystaniem sieci średniego oraz niskiego ciśnienia. Operatorem Systemu Dystrybucyjnego na terenie Miasta jest Polska Spółka Gazownictwa Sp. z o.o. Oddział w Warszawie.

Gaz do aglomeracji może być doprowadzany z trzech kierunków za pomocą pięciu linii:

- gazociągami Hołowczyce-Rembelszczyzna z kierunku Wysokoje (punkt wejścia na granicy z Białorusią),
- trzema gazociągami z kierunku Gustorzyn (węzeł rozdzielczy gazu) do węzła Rembelszczyzna oraz
- gazociągami Wronów-Rembelszczyzna zasilającym pierścień od południowej strony gazem pochodzącym z importu z kierunku ukraińskiego oraz ze źródeł krajowych (w tym podziemnych magazynów gazu).

W 2020 r. na terenie całego Miasta możliwe było zasilanie z sieci gazowej, z czego skorzystało 72,3% mieszkańców. Na koniec 2020 r. ponad 540 tys. odbiorców miało podpisane umowy na dystrybucję paliwa gazowego, co oznacza niewielki wzrost liczby umów względem poprzedniego roku o ok. 3 tys. W skali całego 2020 r. odbiorcy zużyli 4,8 TWh gazu, co oznacza spadek o 9,3% względem 2019 r. Długość sieci gazowych wysokiego ciśnienia na koniec 2020 r. wyniosła 34,3 km i wzrosła względem poprzedniego roku o 35,6%. Długość linii gazowych średniego ciśnienia wynosząca w 2020 r. 1 932 km wzrosła o 0,9%, podczas gdy nie zmieniła się długość linii gazowych na niskim poziomie ciśnienia.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 16/49

Informacje dotyczące systemu gazowego wysokiego ciśnienia należącego do Gaz-System (stan na 2020 r.):

- Gazociągi Gaz-Systemu zasilające pierścień warszawski były wykorzystane w 35,5%,
- Długość gazociągów tworzących pierścień wysokiego ciśnienia wokół Warszawy – 123 km,
- Długość sieci wysokiego ciśnienia na terenie Warszawy – 38,3 km,
- Wykorzystanie przepustowości przesyłowej pierścienia – 84,6%,
- Liczba stacji redukcyjnych I stopnia zasilających Warszawę – 13 szt.,
- Przepustowość stacji redukcyjnych I stopnia zasilających Warszawę – 4 185 MW,
- Pierścień w 46% pracował na potrzeby zasilania m.st. Warszawy.

Informacje dotyczące infrastruktury gazowniczej dystrybucyjnej - średnie i niskie ciśnienie (stan na 2020 r.):

- Łączna długość gazociągów dystrybucyjnych – 2 898 km,
- Sieci średniego ciśnienia:
 - udział w sieci dystrybucyjnej – 66,7%,
 - łączna długość – 1 932 km
- Łączna długość sieci niskiego ciśnienia – 966 km,
- Liczba przyłączy gazowych – 92 489 szt.,
- Liczba stacji redukcyjnych II stopnia – 64 szt.,
- Rezerwa przepustowości w stacjach redukcyjnych II stopnia – 72%,


Energetyka rozproszona

Energetykę rozproszoną można podzielić na zasadnicze dwa podsegmenty tj. prosumentów oraz wytwórców energii elektrycznej. Na segment prosumentów składa się 6 149 instalacji o łącznej mocy ok. 42 MW (stan na 30 czerwca 2021 r.) Wyżej wymienione dane dotyczą tylko prosumentów przyłączonych do dominującego operatora systemu dystrybucyjnego⁵ (innogy Stoen Operator). Nie jest znana struktura źródeł energii pierwotnej dla ww. instalacji prosumenckich, lecz biorąc pod uwagę dane zagregowane dla całego kraju⁶ fotowoltaika stanowi 99,65% instalacji prosumenckich (stan na dzień 31 grudnia 2020 r.). Na pozostałych uczestników rozproszonego sektora wytwarzania energii wytwórców energii elektrycznej w ramach energetyki rozproszonej składają się 22 instalacje o łącznej mocy prawie 14 MW⁷. Szczegółowe dane przedstawia poniższa tabela.

⁵ Dane opracowane na podstawie informacji innogy Stoen Operator. Nie prowadzi się rejestrów liczby prosumentów oraz ich mocy zainstalowanej w podziale na jednostki samorządu terytorialnego, tylko ze względu na przyłączenia do danej sieci dystrybucyjnej.

⁶ Na podstawie *Raportu URE zawierającego zbiorcze informacje dotyczące energii elektrycznej wytworzonej z odnawialnego źródła energii w mikroinstalacji (w tym przez prosumentów) i wprowadzonej do sieci dystrybucyjnej w 2020 r.* (art. 6a ustawy OZE); Warszawa, marzec 2021

⁷ Opracowanie własne na podstawie danych URE (wykaz instalacji OZE) oraz innogy Stoen Operator (instalacje, które rozpoczęły pracę – na podstawie zestawienia podmiotów ubiegających się o przyłączenie źródeł do sieci elektroenergetycznej innogy Stoen Operator Sp. z o.o. o napięciu wyższym niż 1kV – stan na dzień 01.10.2021 r.)

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 17/49

Instalacje energetyki rozproszonej na terenie miasta (bez prosumentów)

Rodzaj źródła	Liczba	Moc kW
Fotowoltaika ⁸	14	1 941
Biogaz	2	6 654
Spalarnia odpadów	1	2 600
Gaz ziemny	1	834
Kogeneracja	4	1 910
Suma	22	13 939

Dominującym źródłem pod względem mocy zainstalowanej są instalacje biogazowe, a pod względem liczby obiektów najwięcej jest instalacji fotowoltaicznych. Na dzień wykonywania niniejszego raportu **sumaryczna moc zidentyfikowanych rozproszonych źródeł wytwórczych wynosi ok. 56 MW.**

Rozdział 10

W rozdziale 10 zbilansowano Warszawę pod względem zużycia energii końcowej ze wskazaniem nośników energii pierwotnej zużytych do jej wytworzenia. Bilansu dokonano dla energii końcowej zużywanej w Stolicy ze względu na fakt, iż to właśnie prognozy zapotrzebowania w zakresie tej energii stanowią podstawę do określenia przyszłego kształtu miks energetyczny. Roczne zużycie energii końcowej w Warszawie w 2020 r. przedstawia poniższa tabela.

Roczne zużycie energii końcowej w Warszawie w 2020 r.

Lp	Rodzaj energii	Jednostka	Zużycie
1	Energia elektryczna, w tym energia elektryczna wytworzona w oparciu o następujące paliwa:	TWh _e	7,10
	Węgiel kamienny	TWh _e	3,27
	Węgiel brunatny	TWh _e	1,70
	Gaz ziemny	TWh _e	0,71
	Energetyka wiatrowa	TWh _e	0,71
	Biomasa/biogaz	TWh _e	0,36
	Energetyka wodna	TWh _e	0,14
	Energetyka słoneczna	TWh _e	0,07
	Inne (ropa, odpady, inne)	TWh _e	0,14
2	Ciepło sieciowe, w tym ciepło sieciowe wytworzone w oparciu o następujące paliwa:	TWh _c	8,90
	Biomasa	TWh _c	0,43
	Węgiel kamienny	TWh _c	8,07
	Mazut	TWh _c	0,01
	Lekki olej opałowy	TWh _c	0,03
	Gaz ziemny	TWh _c	0,25
	Niesegregowane odpady komunalne (kod odpadów 20 03 01)	TWh _c	0,05
	Odpady palne -paliwo alternatywne (kod odpadów 19 12 10)	TWh _c	0,01

⁸ W tym 10 sztuk źródeł PV o łącznej mocy 1,604 MWe prowadzących działalność koncesjonowaną.



**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”

Nr ewidencyjny
240.1/ZC/2021

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
18/49

Lp	Rodzaj energii	Jednostka	Zużycie
	Osady ściekowe	TWh _c	0,05
3	Ciepło pozasieciowe ⁹ , w tym ciepło pozasieciowe wytworzone w oparciu o następujące paliwa:	TWh _c	3,70
	Węgiel kamienny	TWh _c	1,04
	Gaz ziemny	TWh _c	2,52
	Inne	TWh _c	0,14
4	Gaz ziemny z sieci	TWh _{chem}	4,81
5	Transport lądowy, w tym:	TWh _{chem}	6,94
	Transport publiczny	TWh _{chem}	0,74
	Transport indywidualny	TWh _{chem}	6,19
	Transport w podziale na rodzaje nośników:	TWh _{chem}	
	Energia elektryczna	TWh _{chem}	0,35
	Diesel	TWh _{chem}	3,19
	Benzyna	TWh _{chem}	2,79
	LPG	TWh _{chem}	0,43
	Gaz ziemny	TWh _{chem}	0,18
6	Transport lotniczy	TWh _{chem}	5,81

Wielkość zapotrzebowania na ciepło (sieciowe i nie sieciowe) dla Warszawy określona na poziomie 12,6 TWh będzie stanowiła punkt wyjścia do określenia bilansu energetycznego Warszawy w kolejnych latach prowadzonej analizy jako ilość ciepła konieczna do zapewnienia w celu zabezpieczenia potrzeb cieplnych mieszkańców Stolicy.

Dla struktury zużycia energii Warszawy określono koszt termo-ekologiczny, który pozwolił ocenić wpływ sektora energetycznego na wyczerpywanie nieodnawialnych bogactw naturalnych.

Koszt Termo-Ekologiczny (TEC) - miara wpływu danego produktu na wyczerpywanie się nieodnawialnych bogactw naturalnych. Im niższa wartość tym mniejszy wpływ na wyczerpywanie zasobów nieodnawialnych.

Przykładowo wartość kosztu termo-ekologicznego energii elektrycznej produkowanej w elektrowni węglowej równa 3 MWh*/MWh oznacza, że aby wyprodukować 1 MWh energii elektrycznej, należało zużyć 3 MWh* nieodnawialnej energii (egzergii) pierwotnej bogactw naturalnych.

* wskazuje na skumulowany nakład nieodnawialnej energii pierwotnej wyznaczony dla globalnej osłony bilansowej; jednostki bez * dotyczą energii elektrycznej.

Koszt termo-ekologiczny dla obecnej struktury warszawskiego sektora energetycznego na koniec 2020r. wyniósł:

- dla energii elektrycznej – 2,309 MWh*/MWh,
- dla ciepła sieciowego – 1,20 MWh*/MWh,
- dla ciepła nie sieciowego – 1,12 MWh*/MWh,

⁹ Energia pochodząca z lokalnych, małych, niekomercyjnych, indywidualnych OZE oraz ze spalania paliw nie sieciowych (węgiel, drewno, olej opałowy, LPG).



Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu

Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”

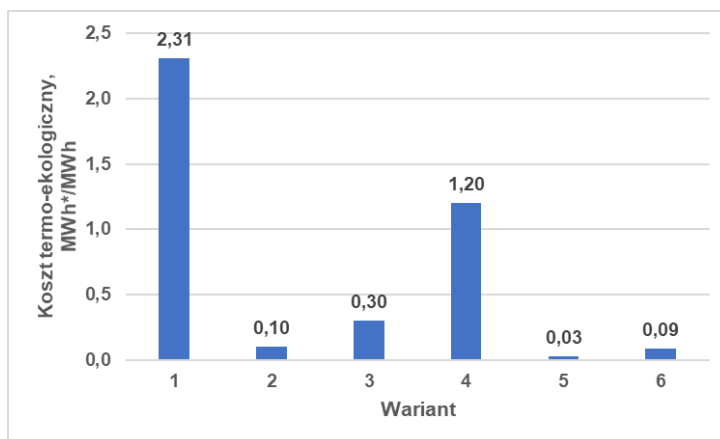
Nr ewidencyjny
240.1/ZC/2021

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
19/49

- dla transportu – ok. 1,10 MWh*/MWh.

Uzyskane wartości wskazują na wielokrotnie większy stopień wyczerpywania nieodnawialnych zasobów naturalnych niż w przypadku wytwarzania energii ze źródeł OZE. W przypadku energii elektrycznej wytworzonej w turbinie wiatrowej koszt termoeologiczny osiąga wartości rzędu 0,1 MWh*/MWh (czyli na wytworzenie 1 MWh energii elektrycznej w tym źródle należy zużyć 0,1 MWh* nieodnawialnej energii (egzergii) pierwotnej.



Koszt termo-ekologiczny elektryczności i ciepła

Koszt termoeologiczny dla:

- elektryczności:** 1 – dla obecnej struktury systemu energetycznego miasta Warszawa, 2 – dla elektrowni wiatrowej, 3 – dla elektrowni fotowoltaicznej,
- ciepła:** 4 – dla obecnej struktury systemu energetycznego miasta Warszawa, 5 – dla pompy ciepła zasilanej elektrycznością z elektrowni wiatrowej, 6 – dla pompy ciepła zasilanej elektrycznością z elektrowni fotowoltaicznej.

Rozdział 11

W rozdziale 11 przeprowadzono analizę stanu zasobów budynkowych w podziale na rodzaje budynków oraz przedstawiono trendy rozwojowe w tym zakresie do roku 2050 ze wskazaniem prognozy zapotrzebowania na energię dla budynków w tej perspektywie czasowej. Określono zużycie energii użytkowej dla budynków mieszkalnych (jedno- i wielorodzinnych) oraz dla budynków niemieszkalnych dla roku 2020, które kształtują się następująco:

Zapotrzebowanie na energię użytkową, GWh			
Budynki jednorodzinne	Budynki wielorodzinne	Przemysł	Pozostałe (np. biurowe)
893,288	4 898,916	154,78	2012,48

Jednocześnie zużycie energii użytkowej na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w budynkach mieszkalnych oszacowano na poziomie 1 595 GWh.

Przedstawiono również prognozowaną zmianę zapotrzebowania na energię użytkową na potrzeby ogrzewania budynków do roku 2050. Dla budynków mieszkalnych prognozuje się jak niżej:

Typ budynku	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
jednorodzinne	893,29	890,94	893,44	877,41	853,25	826,08	797,18
wielorodzinne	4 898,92	5 008,10	5 082,20	5 098,40	5 037,43	4 937,44	4 812,90
Suma	5 792,20	5 899,03	5 975,64	5 975,81	5 890,68	5 763,52	5 610,09



**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

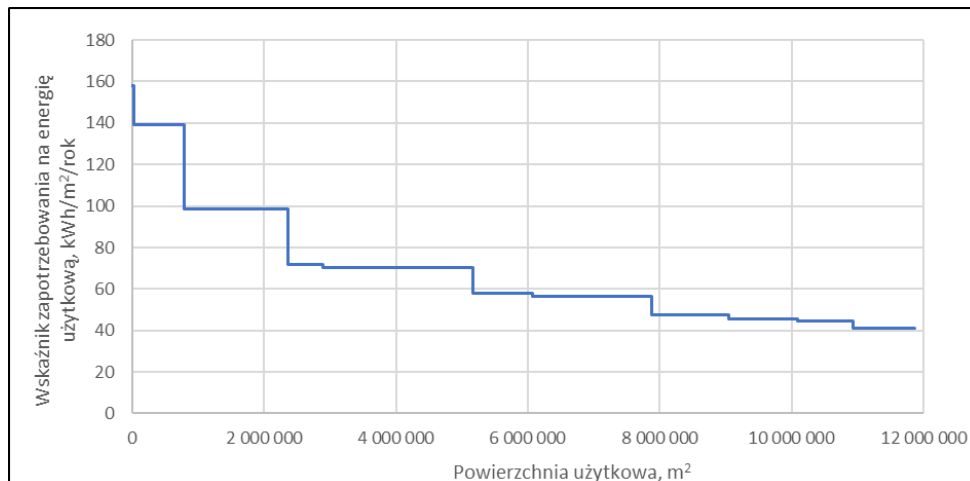
Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”

Nr ewidencyjny
240.1/ZC/2021

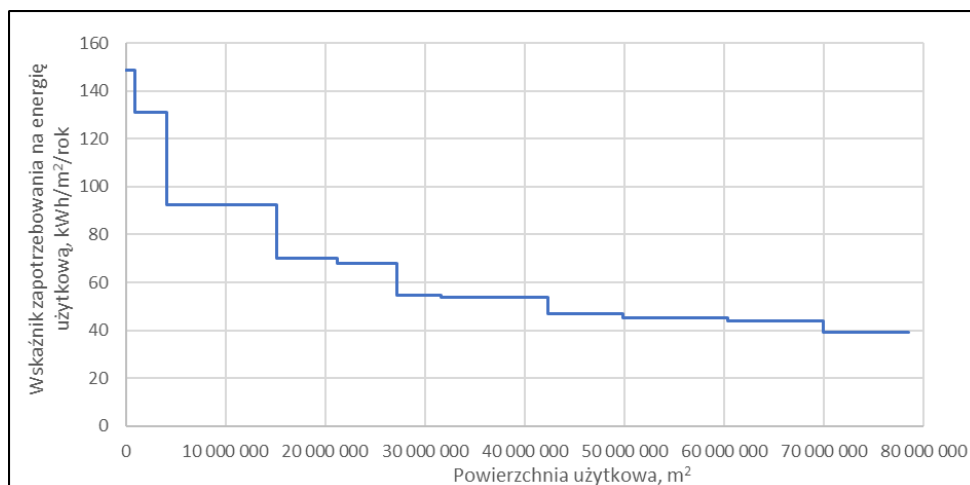
Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
20/49

Jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby ogrzewania do roku 2050 przedstawiono na poniższych rysunkach.




Prognozowany wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową dla budynków mieszkalnych jednorodzinnych w 2050 r.



Prognozowany wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową dla budynków mieszkalnych wielorodzinnych w 2050 r.

Dla budynków niemieszkalnych prognozowane zmiany zapotrzebowania na energię użytkową na potrzeby ogrzewania wraz ze zmianami wskaźnika jednostkowego zapotrzebowania na energię przedstawiają się następująco:

Sektor	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Wskaźnik jednostkowego zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania budynków kWh/m²/rok							
Przemysłowe	55,2	52,4	49,8	47,3	45,0	42,7	40,6
Pozostałe	88,3	83,9	79,7	75,7	72,0	68,4	64,9

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 21/49


Zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby ogrzewania budynków GWh							
Przemysłowe	153,8	154,2	154,1	153,7	152,9	151,9	150,5
Pozostałe	2 012,5	2 140,5	2 239,8	2 314,0	2 366,4	2 399,7	2 416,6
Suma	2 166,3	2 294,6	2 393,9	2 467,7	2 519,3	2 551,6	2 567,1

Rozdział 12


Rozdział 12 przedstawia analizę bezpieczeństwa Miasta w podziale na energię elektryczną, gaz ziemny oraz sektor wytwarzania ciepła z wykorzystaniem właściwych wskaźników niezawodności. W rozdziale zebrano też informacje dotyczące planów rozwojowych przedsiębiorstw funkcjonujących na warszawskim rynku energetycznym – część informacji pochodzi ze zwrotnie uzyskanych od tych przedsiębiorstw ankiet. Przeprowadzono również identyfikację elementów do analizy SWOT sektora, które wskazano poniżej.

Sektor elektroenergetyczny

Silne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> Rozbudowana sieć średnich i wysokich napięć Najwyższy w Polsce poziom bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej przez dominującego operatora systemu dystrybucyjnego (najniższy poziom wskaźników niezawodności). Wartości wskaźników niezawodności są w trendzie spadkowym. Wzrastający poziom względnych rezerw mocy dla transformatorów 110/15 kV oraz na niskim napięciu. Sukcesywna realizacja modernizacji sieci i urządzeń sieciowych. 	<ul style="list-style-type: none"> Zdolności wytwórcze jednostek zlokalizowanych na terenie Warszawy: rok 2020 (zima – 891 MWe, lato – 252 MWe) nie pozwalają na pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną Stolicy (maksymalne wartości w roku 2020: zima – 1 337 MWe, lato – 1 158 MWe). Duża zależność od zewnętrznych dostaw energii elektrycznej szczególnie w okresie letnim. Duża zależność sektora wytwarzania energii elektrycznej od węgla kamiennego.
Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> Wzrost bezpieczeństwa energetycznego w zakresie zaopatrzenia w energię elektryczną poprzez oddanie do eksploatacji bloku BGP w EC Żerań (koniec 2021 r.) oraz poprzez planowaną budowę BGP w EC Siekierki. Planowane przez PSE inwestycje w infrastrukturę techniczną w okolicach Warszawy zwiększające bezpieczeństwo zasilania. Wzrost świadomości użytkowników energii elektrycznej przekładający się na szybkie tempo wzrostu liczby elektroprosumentów (prawie dwukrotny wzrost (r/r) w latach 2019...2020). 	<ul style="list-style-type: none"> Opóźnienia w zakresie inwestycji infrastrukturalnych (poza zakresem Miasta) wpływających na bezpieczeństwo dostaw energii elektrycznej (np. linia 400 kV Kozienice-Miłosna). Silnie zurbanizowana tkanka miejska uniemożliwia rozwój dużych instalacji OZE do wytwarzania energii elektrycznej. Ryzyko wystąpienia niedoborów mocy w systemie elektroenergetycznym w perspektywie po 2025 r. Regulacje prawne na poziomie europejskim i związana z nimi presja cenowa na wykorzystywanie paliw emisyjnych skutkująca


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 22/49

	koniecznością ograniczania produkcji energii elektrycznej z wykorzystaniem paliw kopalnych. <ul style="list-style-type: none"> • Istotne ryzyko wzrostu cen uprawnień do emisji CO₂.
--	--

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 23/49


Sektor gazu ziemnego

Silne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> • Dostępność gazu ziemnego na terenie całego miasta. • Dobrze rozwinięta sieć rozdzielcza. • Rezerwy przepustowości w systemie rozprzewadzenia gazu. 	<ul style="list-style-type: none"> • Monopol na warszawskim rynku gazowniczym w zakresie usług dystrybucji. • Ograniczone możliwości przesyłowe pierścienia gazowego otaczającego miasto w kontekście zaopatrzenia w gaz południowej części miasta. • Ograniczona przepustowość stacji redukcyjnych I stopnia zaopatrujących północną część Warszawy.
Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> • Duże rezerwy w przepustowości gazowych rurociągów dosyłowych do węzła Rembelszczyzna. • Ukończenie w 2023 r. gazociągu Rembelszczyzna-Mory jako podstawa wzrostu bezpieczeństwa zaopatrzenia w gaz południowej części miasta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Brak pewności zachowania ciągłości dostaw gazu ziemnego w sytuacji dłuższego utrzymywania się niskich temperatur w okresie zimowym. • Bezpieczeństwo energetyczne miasta w zakresie zaopatrzenia w gaz zależne jest od inwestycji w infrastrukturę przesyłową znajdującą się poza granicami Miasta. • Wzrost cen za paliwo gazowe skutkujący odwracaniem się użytkowników od tego paliwa w kierunku tańszych i bardziej emisyjnych rozwiązań. • Niepewna sytuacja prawna w zakresie traktowania gazu przez Komisję Europejską jako paliwa przejściowego na drodze w kierunku pełnej dekarbonizacji sektora wytwarzania energii. • Istotne ryzyko wzrostu cen uprawnień do emisji CO₂.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 24/49


Sektor ciepła

Silne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> Wysoki i wciąż wzrastający stopień usieciowienia dostaw ciepła. Duży udział budynków podłączonych do sieci. Wzrastający stopień zdalnego sterowania pracą węzłów ciepłowniczych Inwestycje w modernizację sieci, m.in. w wymianę sieci kanałowych na rurociągi preizolowane. Ciepło wytwarzane w kogeneracji. 	<ul style="list-style-type: none"> Nadwyżka zdolności wytwórczych źródeł zasilających warszawską sieć ciepłowniczą maleje począwszy od 2017 r. i w 2020 r. wyniosła 6%. Rozproszona zabudowa na obrzeżach miasta utrudnia rozwój ciepłownictwa sieciowego.
Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> Wzrost bezpieczeństwa energetycznego w zakresie zaopatrzenia miasta w ciepło poprzez budowę przyłączy gazowych do Ciepłowni Kawęczyn oraz EC Siekierki na potrzeby zasilenia nowych gazowych jednostek wytwórczych. Wzrost dostępnych rezerw mocy związany z planowanym oddaniem do eksploatacji BGP w EC Żerań (koniec 2021 r.). Budowa kotłowni gazowej w EC Siekierki. Zwiększenie udziału gazu ziemnego w strukturze paliwowej głównego wytwórcy ciepła. Wzrost znaczenia rozwiązań OZE do produkcji ciepła (pompy ciepła). 	<ul style="list-style-type: none"> Brak pewności zachowania ciągłości dostaw gazu ziemnego (m.in. na cele wytwarzania ciepła) w sytuacji dłuższego utrzymywania się niskich temperatur w okresie zimowym. Bezpieczeństwo produkcji ciepła z gazu zależne od inwestycji w infrastrukturę przesyłową znajdującą się poza granicami Miasta. Wzrost cen za paliwo gazowe skutkujący wzrostem cen ciepła dla odbiorców końcowych. Niepewna sytuacja prawna w zakresie traktowania gazu przez Komisję Europejską jako paliwa przejściowego na drodze w kierunku pełnej dekarbonizacji sektora wytwarzania energii. Istotne ryzyko wzrostu cen uprawnień do emisji CO₂. W przypadku braku mechanizmów wsparcia znaczący wzrost cen ciepła sieciowego w wyniku wysokich kosztów inwestycyjnych związanych z instalacją pomp ciepła na sieciach i z węzłami cieplnymi (część kosztów inwestycyjnych przeniesiona na odbiorców).

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 25/49

Sektor transportu

Silne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> Bogatsze niż przeciętnie w Polsce społeczeństwo jest gotowe na wymianę floty pojazdów na nowe o niższym zużyciu energii – prędkość wymiany floty przekracza prędkość średnią dla kraju. Zmodernizowana i o wysokich parametrach ekologicznych na tle kraju flota pojazdów komunikacji miejskiej. Wysoka dostępność do różnego rodzaju paliw w systemie dystrybucji. 	<ul style="list-style-type: none"> Wysoka zależność społeczeństwa od komunikacji indywidualnej ze względu na sąsiedztwo Warszawy z terenami o słabej jakości komunikacji zbiorowej. Rozproszona i niskiej gęstości zabudowa mieszkaniowa na peryferiach z niedoborem infrastruktury i usług transportu publicznego sprzyja podwyższonym wartościom wskaźnika motoryzacji. Rozbudowa sieci dróg wysokich klas w sieci dróg krajowych na terenie miasta powoduje wysoki stopień penetracji ruchu tranzytowego w mieście. Wysoka zależność od importu paliw zarówno spoza terenu miasta, jak i spoza terenu Polski w sieci dystrybucji. Koncentryczny model rozwoju miasta powoduje słabe powiązania komunikacyjne o charakterze obwodowym, w szczególności słabą ofertę komunikacji publicznej pomiędzy dzielnicami. Ograniczony wpływ miasta na politykę transportową i energetyczną gmin otaczających, który dziś powoduje wysoką liczbę podróży do miasta środkami transportu indywidualnego o wysokiej emisji i zużyciu energii spoza Warszawy.
Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> Rozwój technologii pojazdów elektrycznych o niskich emisjach zanieczyszczeń i niższym zapotrzebowaniu na energię. Zwiększenie środków (unijnych) dostępnych na rozwój komunikacji zbiorowej będzie sprzyjało zmniejszeniu się liczby korzystających z samochodów indywidualnych. Zwiększenie liczby mieszkańców miasta oraz gęstości zaludnienia miasta może zwiększyć liczbę osób preferujących poruszanie się komunikacją zbiorową (o mniejszym zużyciu energii), rowerami lub pieszo względem osób preferujących poruszanie się po mieście samochodami (o większym zużyciu energii). Wyprowadzenie transportu lotniczego poza granice m.st. Warszawy, które może znacznie obniżyć zapotrzebowanie na energię dla transportu w granicach miasta. 	<ul style="list-style-type: none"> Niedostateczny rozwój komunikacji publicznej ze względu na brak lub ograniczenie środków finansowych dla Warszawy. Dalszy intensywny import starych samochodów do Polski może spowodować wzrost liczby starych samochodów o wysokim zużyciu energii poruszających się po mieście. Ograniczenie środków na rozwój sieci drogowej i komunikacji miejskiej spowoduje znaczący wzrost problemów transportowych i strat energetycznych (korki, zatłoczenie w komunikacji miejskiej).

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 26/49

Rozdział 13

W rozdziale 13 przedstawiony został szczegółowo aspekt prawny funkcjonowania systemów energetycznych zabezpieczających potrzeby miasta. Analizę przeprowadzono w rozróżnieniu na poziom unijny, krajowy oraz lokalny. **Omówione zostało znaczenie tych uwarunkowań prawnych w kontekście przyszłego funkcjonowania miejskiego systemu energetycznego w podziale na poszczególne jego podsektory ze wskazaniem zmian, które mogą mieć istotny wpływ na jego uformowanie.**

Opisano fazy rozwoju unijnego prawa energetycznego ze wskazaniem aktów prawnych stanowiących ramy jego funkcjonowania.


Instalacje wytwórcze na terenie Miasta, zasilające odbiorców w energię elektryczną oraz ciepło, wymagać będą dostosowania do standardów emisyjnych wyznaczonych w oparciu o:

- Dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola) (tzw. Dyrektywa IED),
- Dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/2193 z dnia 25 listopada 2015 r. w sprawie ograniczenia emisji niektórych zanieczyszczeń do powietrza ze średnich obiektów energetycznego spalania (tzw. Dyrektywę MCP).

Obecnie badana jest legalność¹⁰ Decyzji wykonawczej Komisji (UE) 2017/1442 z dnia 31 lipca 2017 r. ustanawiającej konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) w odniesieniu do dużych obiektów energetycznego spalania zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE, stanowiącej kluczowy dokument określający dopuszczalną emisyjność tzw. dużych źródeł spalania (powyżej 50 MW). **Według informacji publikowanych w ramach Sprawozdania Zarządu z działalności PGNiG TERMIKA SA, podmiot ten wystąpił o częściowe odstąpienie od wymagań konkluzji BAT.**

Kolejnym istotnym uwarunkowaniem dla miejskiego systemu energetycznego wpływającym z europejskich uwarunkowań prawnych jest kształt europejskiego **systemu handlu emisjami** (EU ETS), oparty na dyrektywie 2003/87/WE oraz towarzyszących aktach prawnych. W obecnym stanie, koszt nabycia uprawnień do emisji dwutlenku węgla obciąża m.in. podmioty prowadzące spalanie paliw w instalacjach o całkowitej nominalnej mocy cieplnej przekraczającej 20 MW (z wyjątkiem instalacji spalania odpadów niebezpiecznych lub komunalnych). Obecnie trwa tzw. czwarty okres rozliczeniowy EU ETS (2021-2030). W ostatnich latach system ten przechodził strukturalne zmiany, wynikające z istotnych wahań cenowych uprawnień do emisji CO₂. Od 2009 r. dostrzegana była istotna nadwyżka uprawnień do emisji, wynikająca z trwającego kryzysu gospodarczego. Nadwyżka ta wpłynęła na ulokowanie ceny uprawnień w zbyt niskim przedziale, aby stanowić motywację dla wytwórców do odchodzenia od emisyjnych modeli wytwarzania energii. Stąd w kolejnych latach podejmowane były działania regulacyjne, mające wywołać wzrost cen uprawnień. Przyjęto również rozwiązania w postaci ustanowienia rezerwy stabilności rynkowej dla unijnego systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych mające stanowić długoterminowy mechanizm kontroli sytuacji na rynku uprawnień do emisji.


¹⁰ Wyrokiem Sądu z dnia 27 stycznia 2021 r. w sprawie T-699/17 stwierdzono nieważność Decyzji. Obecnie toczy się postępowanie odwoławcze przed TSUE (sprawa C-207/21 P).

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 27/49

Dyrektywa 2003/87/WE przewiduje możliwość przydziału bezpłatnych uprawnień do emisji CO₂ dla niektórych sektorów energetyki, w tym sieciom ciepłowniczym, jak również kogeneracji o wysokiej sprawności. Dodatkowo państwa członkowskie, w których w 2013 r. PKB na mieszkańca w EUR według cen rynkowych wynosił poniżej 60% średniej unijnej, mogą przydzielić przejściowo w formie odstępstwa bezpłatne uprawnienia instalacjom wytwarzającym energię elektryczną w celu modernizacji, dywersyfikacji i zrównoważonej transformacji sektora energetycznego. Odstępstwo, o którym mowa wygaśnie z dniem 31 grudnia 2030 r.

Przedmiotową dyrektywą ustanowiono również tzw. **Fundusz Modernizacyjny**, którego środki mają być alokowane na **realizację projektów inwestycyjnych służących modernizacji systemów energetycznych oraz poprawie efektywności energetycznej** w państwach członkowskich, w których PKB na mieszkańca według cen rynkowych wyniosło w 2013 r. poniżej 60 % średniej unijnej. W dyrektywie przyjęto okres funkcjonowania Funduszu na lata 2021-2030. Częściowo pokrywa się on z okresem programowania perspektywy finansowej funduszy europejskich na lata 2021-2027. Zgodnie z art. 7 ust. 1 lit. b) Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/1058 z dnia 24 czerwca 2021 r. w sprawie Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego i Funduszu Spójności, dofinansowanie ze środków EFRR i FS nie może dotyczyć inwestycji służącej redukcji emisji gazów cieplarnianych pochodzących z wykazu działań wymienionych w załączniku I do dyrektywy 2003/87/WE. **Oznacza to, że fundusze europejskie nie będą dostępne dla instalacji spalania paliw w instalacjach o całkowitej nominalnej mocy cieplnej przekraczającej 20 MW** (z wyjątkiem instalacji spalania odpadów niebezpiecznych lub komunalnych). Dla instalacji takich kluczowym źródłem dofinansowania stanie się Fundusz Modernizacyjny.

Co do zasady, dofinansowanie projektów inwestycyjnych dla sektora energetycznego spełnia definicję pomocy państwa (pomocy publicznej) określoną w art. 107 ust. 1 Traktatu o funkcjonowaniu Unii Europejskiej (TFUE). Pomoc taka może być uznana za zgodną z rynkiem wewnętrznym pod pewnymi warunkami. W sektorze energetycznym jako podstawa zgodności pomocy z rynkiem wewnętrznym wykazywana jest m.in. norma art. 107 ust. 3 lit. c) TFUE, zgodnie z którą *„za zgodną z rynkiem wewnętrznym może zostać uznana pomoc przeznaczona na ułatwianie rozwoju niektórych działań gospodarczych lub niektórych regionów gospodarczych, o ile nie zmienia warunków wymiany handlowej w zakresie sprzecznym ze wspólnym interesem”*. Ponadto zgodność z wymaganiami Traktatu – bez potrzeby notyfikacji pomocy do Komisji Europejskiej – zapewnia spełnienie przesłanek określonych w Rozporządzeniu Komisji (UE) nr 651/2014 z dnia 17 czerwca 2014 r. uznającym niektóre rodzaje pomocy za zgodne z rynkiem wewnętrznym w zastosowaniu art. 107 i 108 Traktatu („GBER”). Rozporządzenie to (z horyzontem obowiązywania do 31 grudnia 2023 r.) określa zasady dofinansowania m.in. infrastruktury przesyłu i dystrybucji energii elektrycznej oraz gazu ziemnego, sieci ciepłowniczych, wytwarzania energii w wysokosprawnej kogeneracji oraz ze źródeł odnawialnych. W przypadku infrastruktury sieciowej sektora ciepłowniczego rozporządzenie to ogranicza możliwość przyznania dofinansowania wyłącznie do tzw. efektywnych systemów ciepłowniczych, tj. takich, w których do produkcji ciepła lub chłodu wykorzystuje się w co najmniej 50% energię ze źródeł odnawialnych, lub w co najmniej 50% ciepło odpadowe, lub w co najmniej 75% ciepło pochodzące z kogeneracji, lub w co najmniej 50% wykorzystuje się połączenie takiej energii i ciepła. **System ciepłowniczy Miasta spełnia przedmiotowe wymagania, co umożliwiło operatorowi sieci (Veolia Energia Warszawa S.A.) pozyskanie dofinansowania na szereg projektów modernizacyjnych. W wyniku modernizacji systemu dystrybucji ciepła zwiększeniu ulega efektywność procesu co wpływa na obniżenie jego emisyjności.**

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 28/49

Kolejnym aspektem formalnym wpływającym na perspektywy funkcjonowania miejskiego systemu energetycznego są ograniczenia w odniesieniu do tzw. **rynku mocy** określone w rozporządzeniu 2019/943. Zgodnie z art. 22 ust. 4 rozporządzenia, „mechanizmy zdolności wytwórczych obejmują następujące wymogi dotyczące limitów emisji CO₂:

- a) *najpóźniej od dnia 4 lipca 2019 r. zdolności wytwórcze, które rozpoczęły produkcję komercyjną w tym dniu lub po tym dniu, emitujące więcej niż 550 g CO₂ pochodzącego z paliw kopalnych na kWh energii elektrycznej, nie będą posiadały zobowiązań ani nie będą otrzymywać płatności lub zobowiązań dotyczących przyszłych płatności w ramach mechanizmu zdolności wytwórczych;*
- b) *najpóźniej od dnia 1 lipca 2025 r., zdolności wytwórcze, które rozpoczęły produkcję komercyjną przed dniem 4 lipca 2019 r., emitujące więcej niż 550 g CO₂ pochodzącego z paliw kopalnych na kWh energii elektrycznej oraz ponad 350 kg CO₂ pochodzącego z paliw kopalnych średnio w skali roku na kWe mocy zainstalowanej, nie będą posiadały zobowiązań ani nie będą otrzymywać płatności lub zobowiązań dotyczących przyszłych płatności w ramach mechanizmu zdolności wytwórczych.*

Ze względu na emisyjność instalacji wytwórczych funkcjonujących w oparciu o paliwa stałe, od 2025 r. nie będą one objęte kontraktami mocowymi, co oznacza ubytek przychodów z tego tytułu. Uczestnikiem rynku mocy jest m.in. PGNiG Termika S.A.¹¹ Według prognoz, ww. uwarunkowania prawne rynku mocy spowodują **ograniczenie wytwarzania energii elektrycznej i ciepła z paliw stałych po 2025 r.**


Sektor elektroenergetyczny

Struktura wytwarzania energii elektrycznej na terenie Miasta oparta jest w głównej mierze o zdolności wytwórcze PGNiG TERMIKA S.A. (EC Siekierki, EC Żerań). Działalność w tym zakresie prowadzona jest w oparciu o koncesję udzieloną przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki.

Uzupełnieniem dla kluczowych źródeł wytwarzania energii elektrycznej stają się **instalacje odnawialnych źródeł energii (OZE)**. Szczególnymi kategoriami instalacji OZE określonymi w przepisach prawa są:

- mikroinstalacja, tj. instalacja odnawialnego źródła energii o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 50 kW, przyłączona do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV albo o mocy osiągalnej cieplnej w skojarzeniu nie większej niż 150 kW, w której łączna moc zainstalowana elektryczna jest nie większa niż 50 kW

¹¹ Zgodnie ze Sprawozdaniem Zarządu z działalności za okres od 1 stycznia do 31 grudnia 2020 roku: „W wyniku aukcji dodatkowych, zorganizowanych przez PSE S.A. w marcu 2020 roku, PGNiG TERMIKA SA zawarła dodatkowe Umowy mocowe na I i IV kwartał 2021 roku z jednostkami Ec Siekierki Blok nr 7 i Blok nr 8, zapewniającymi przychody w wysokości 6 mln zł. Na polecenie PGNiG TERMIKA SA w dodatkowych aukcjach kwartalnych roku 2021 uczestniczyły także jednostki Spółki przekazane do dysponowania przez PGNiG S.A. Zawarły one dodatkowe Umowy mocowe dla jednostek Ec Siekierki - Bloków nr 9 i 10 w I kwartale 2021 roku oraz Ec Żerań (istniejący) w I i IV kwartale 2021 roku, zapewniając dodatkowe przychody w wysokości 32 mln zł. W wyniku Aukcji głównej, zorganizowanej w grudniu 2020 roku, PGNiG TERMIKA SA zawarła Umowy mocowe na dostawy od 1 stycznia do 30 czerwca 2025 roku przez jednostki Ec Siekierki Blok 9 i Ec Siekierki Blok 10 z mocą 2 x 70 MW. Przychody za ww. okres wyniosą 12 mln zł”.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 29/49

- mała instalacja, tj. instalacja odnawialnego źródła energii o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 50 kW i nie większej niż 1 MW, przyłączonej do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV albo o mocy osiągalnej cieplnej w skojarzeniu większej niż 150 kW i mniejszej niż 3 MW, w której łączna moc zainstalowana elektryczna jest większa niż 50 kW i nie większa niż 1 MW.

W ramach Ustawy o Odnawialnych Źródłach Energii - UOZE, **prosument** definiowany jest jako odbiorca końcowy wytwarzający energię elektryczną wyłącznie z odnawialnych źródeł energii na własne potrzeby w mikroinstalacji, pod warunkiem, że w przypadku odbiorcy końcowego niebędącego odbiorcą energii elektrycznej w gospodarstwie domowym, nie stanowi to przedmiotu przeważającej działalności gospodarczej określonej zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 40 ust. 2 ustawy z dnia 29 czerwca 1995 r. o statystyce publicznej (art. 2 pkt 27a UOZE).


Według projektu ustawy o zmianie ustawy – Prawo energetyczne oraz ustawy o odnawialnych źródłach energii zgłoszonego przez Minister Klimatu i Środowiska (projekt z dnia 30 kwietnia 2021 r., nr UC74¹²) proponuje się wprowadzenie **nowych kategorii prosumentów**, tj.:

- prosumenta zbiorowego energii odnawialnej – odbiorcy końcowego wytwarzającego energię elektryczną wyłącznie z odnawialnych źródeł energii na własne potrzeby w mikroinstalacji lub małej instalacji przyłączonej do sieci dystrybucyjnej za pośrednictwem wewnętrznej instalacji elektrycznej budynku wielolokalowego, pod warunkiem że w przypadku odbiorcy końcowego niebędącego odbiorcą energii elektrycznej w gospodarstwie domowym, wytwarzanie to nie stanowi ponadto przedmiotu przeważającej działalności gospodarczej określonej zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 40 ust. 2 ustawy z dnia 29 czerwca 1995 r. o statystyce publicznej,
- prosumenta wirtualnego energii odnawialnej – odbiorcy końcowego wytwarzającego energię elektryczną wyłącznie z odnawialnych źródeł energii na własne potrzeby w instalacji odnawialnego źródła energii przyłączonej do sieci dystrybucyjnej w innym miejscu niż miejsce dostarczania energii elektrycznej do tego odbiorcy, która jednocześnie nie jest przyłączona do sieci dystrybucyjnej za pośrednictwem wewnętrznej instalacji elektrycznej budynku wielolokalowego, pod warunkiem że w przypadku odbiorcy końcowego niebędącego odbiorcą energii elektrycznej w gospodarstwie domowym, wytwarzanie to nie stanowi ponadto przedmiotu przeważającej działalności gospodarczej określonej zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 40 ust. 2 ustawy z dnia 29 czerwca 1995 r. o statystyce publicznej.

Projektowane zmiany są ukierunkowane na zwiększenie rynku prosumenckiego na podmioty dotychczas z niego wyłączone, w tym mieszkańców budynków wielorodzinnych oraz podmioty nie dysponujące możliwością montażu instalacji na terenie użytkowanej nieruchomości. Wprowadzenie postulowanych przepisów da impuls do budowy modeli rynkowych opartych np. na zakupie „udziałów” w realizowanych instalacjach OZE, w celu czerpania korzyści z funkcjonowania źródeł zlokalizowanych poza lokalizacją nieruchomości prosumenta.

Do wspomnianej powyżej kategorii prosumenta zbiorowego energii odnawialnej nawiązuje z kolei projektowana w ramach inicjatywy ministerialnej regulacja dotycząca **obywatelskich społeczności energetycznych**. Podmioty takie (prowadzone w formie spółdzielni, stowarzyszeń lub wybranych typów

¹² <https://legislacja.gov.pl/projekt/12347450/katalog/12792152#12792152> [dostęp:20.10.2021r.]

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 30/49


spółek prawa handlowego) będą uprawnione do uczestnictwa w systemach wsparcia określonych w UOZE. Zgodnie z projektem, będą one stanowić podmioty posiadające zdolność prawną, opierające się na dobrowolnym i otwartym uczestnictwie, mające za cel zapewnienie korzyści środowiskowych, gospodarczych lub społecznych dla swoich członków, udziałowców lub wspólników lub obszarów lokalnych, na których prowadzą działalność, mogące zajmować się:

- a) w odniesieniu do energii elektrycznej:
 - wytwarzaniem, w tym ze źródeł odnawialnych, lub
 - dystrybucją, lub
 - obrotem, lub
 - agregacją¹³, lub
 - magazynowaniem, lub
 - b) realizowaniem przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej, o których mowa w ustawie z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej, lub
 - c) świadczeniem usług ładowania pojazdów elektrycznych, o których mowa w ustawie z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2021 r. poz. 110), lub
 - d) świadczeniem innych usług, w tym usług systemowych lub usług elastyczności, lub
 - e) zużywaniem energii elektrycznej
- z wykorzystaniem ich zdolności wytwórczych oraz z wykorzystaniem urządzeń, instalacji lub sieci zlokalizowanych na obszarze swojego działania.

Obywatelskie społeczności energetyczne ograniczone będą terytorialnie poprzez wymóg prowadzenia działalności na obszarze działania jednego operatora systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego zaopatrującego w energię elektryczną odbiorców będących członkami, udziałowcami lub wspólnikami tej społeczności, których instalacje są przyłączone do sieci danego operatora.

Obywatelskie społeczności energetyczne częściowo powielają koncepcję funkcjonujących w UOZE **spółdzielni energetycznych**. Przez podmiot taki rozumie się spółdzielnię w rozumieniu ustawy z dnia 16 września 1982 r. – Prawo spółdzielcze lub ustawy z dnia 4 października 2018 r. o spółdzielniach rolników, której przedmiotem działalności jest wytwarzanie energii elektrycznej lub biogazu, lub ciepła, w instalacjach odnawialnego źródła energii i równoważenie zapotrzebowania energii elektrycznej lub biogazu, lub ciepła, wyłącznie na potrzeby własne spółdzielni energetycznej i jej członków, przyłączonych do zdefiniowanej obszarowo sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV lub sieci dystrybucyjnej gazowej, lub sieci ciepłowniczej (art. 2 pkt 33a UOZE). Spółdzielnia energetyczna działa na obszarze jednego operatora systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego lub sieci dystrybucyjnej gazowej lub ciepłowniczej, zaopatrujących w energię elektryczną, biogaz lub ciepło wytwórców i odbiorców będących członkami tej spółdzielni, których instalacje są przyłączone do sieci danego operatora lub do danej sieci ciepłowniczej (art. 38c ust. 1 UOZE). Spółdzielnia przysługuje prawo korzystania z systemu opustów, z modyfikacją względem systemu prosumenckiego, jako że sprzedawca, o którym mowa w art. 40 ust. 1a UOZE, dokonuje ze spółdzielnią rozliczenia ilości energii elektrycznej wprowadzonej do sieci dystrybucyjnej

¹³ Sumowanie potencjału wytwarzania energii elektrycznej w poszczególnych źródłach, możliwości jej magazynowania w celu sprzedaży energii elektrycznej lub obrotu energią, świadczenia usług systemowych lub usług elastyczności na rynkach energii elektrycznej.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 31/49

elektroenergetycznej wobec ilości energii elektrycznej pobranej z tej sieci w celu jej zużycia na potrzeby własne przez spółdzielnię energetyczną i jej członków w stosunku ilościowym 1 do 0,6.

Powyższe stawia pod znakiem zapytania perspektywę rozwoju tzw. **klastrów energii**, pozbawionych efektywnych systemów wsparcia. Zgodnie z art. 2 pkt 15a UOZE, klaster energii stanowi cywilnoprawne porozumienie, w skład którego mogą wchodzić osoby fizyczne, osoby prawne, podmioty, o których mowa w art. 7 ust. 1 pkt 1, 2 i 4-8 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, lub jednostki samorządu terytorialnego, dotyczące wytwarzania i równoważenia zapotrzebowania, dystrybucji lub obrotu energią z odnawialnych źródeł energii lub z innych źródeł lub paliw, w ramach sieci dystrybucyjnej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV, na obszarze działania tego klastra nieprzekraczającym granic jednego powiatu w rozumieniu ustawy z dnia 5 czerwca 1998 r. o samorządzie powiatowym lub 5 gmin w rozumieniu ustawy z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym. Klaster energii reprezentuje koordynator, którym jest powołana w tym celu spółdzielnia, stowarzyszenie, fundacja lub wskazany w porozumieniu cywilnoprawnym dowolny członek klastra energii. Klastrów poświęcona została regulacja art. 38a UOZE, nie tworząca odpowiednich zachęt do stosowania przedmiotowej formy współpracy w szerokim zakresie. Istotnym ograniczeniem dla funkcjonowania klastrów energii w praktyce jest brak zwolnienia JST oraz spółek komunalnych jako zamawiających publicznych w rozumieniu ustawy z dnia 11 września 2019 r. – Prawo zamówień publicznych z obowiązku stosowania trybu konkurencyjnego w celu nabycia energii elektrycznej w sytuacji, w której może ona być wytwarzana w ramach współpracy klastrowej (zmniejsza to stabilność pozyskiwania przychodów w ramach klastra).

W ramach prac legislacyjnych i programowych Rady Ministrów powstaje projekt ustawy o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw, w ramach którego przewiduje się wprowadzenie korzystnych zmian regulacji prawnych dotyczących klastrów energii. Ponadto przewiduje się, iż projekt obejmować będzie szereg dodatkowych regulacji, upraszczających funkcjonowanie rynku OZE. Jednym z nich jest perspektywa wdrożenia tzw. **partnerskiego handlu (peer-to-peer P2P) przez prosumentów**. Wprowadzenie możliwości bezpośredniego handlu energią P2P umożliwi:


- a) przekazywanie energii nieskonsumowanej przez podmiot posiadający instalację OZE do drugiego podmiotu w celu pokrycia jego zapotrzebowania na energię za pośrednictwem platformy internetowej lub określonych technologii działających jako pośrednik, które zapewnią operatorom rynku cyfrowe połączenia wzajemne niezbędne do ułatwienia wymiany energii,
- b) wymianę energii pomiędzy podmiotami poprzez sieć elektroenergetyczną. W tym przypadku nadwyżki energii przekraczające chwilowo sumaryczne zapotrzebowanie obu podmiotów będą mogły również trafić do sieci elektroenergetycznej.

Przyjęcie projektu ustawy przez Radę Ministrów planowane jest na II kw. 2022 r.

Istotnym zagadnieniem z punktu widzenia potencjału rozwoju wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych jest wdrożenie w UOZE systemów **FIT**¹⁴ (*feed-in-tariff*) oraz **FIP**¹⁵ (*feed-in-premium*). Zgodnie z art. 70a ust. 1 UOZE, „*wytwórca energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii*

¹⁴ System taryf gwarantowanych, oparty na określeniu ceny sprzedaży w relacji do ceny referencyjnej ustalonej w drodze rozporządzenia wydawanego na podstawie art. 77 ust. 3 UOZE.

¹⁵ System dopłat do ceny rynkowej, upoważniający do uzyskania pokrycia określonej wysokości tzw. ujemnego salda, stanowiącego różnicę pomiędzy ustanowioną dla danej instalacji ceną referencyjną i rynkową średnią wartością sprzedaży energii elektrycznej.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 32/49

w instalacji odnawialnego źródła energii o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej mniejszej niż 500 kW, posiadającej wyodrębniony zespół urządzeń służących do wyprowadzania mocy wyłącznie z tej instalacji do sieci elektroenergetycznej dystrybucyjnej, będący przedsiębiorstwem energetycznym lub wytwórcą, o którym mowa w art. 19 ust. 1, wykorzystujący do wytworzenia energii elektrycznej wyłącznie:

- 1) biogaz rolniczy albo
- 2) biogaz pozyskany ze składowisk odpadów, albo
- 3) biogaz pozyskany z oczyszczalni ścieków, albo
- 4) biogaz inny niż określony w pkt 1-3, albo
- 5) hydroenergię, albo
- 6) biomasę

- może dokonać sprzedaży, której przedmiotem będzie niewykorzystana, a wprowadzona do sieci energia elektryczna, po stałej cenie zakupu, obliczonej zgodnie z art. 70e, z uwzględnieniem art. 70d, sprzedawcy zobowiązanemu albo wybranemu podmiotowi”.

Staża cena zakupu, o której mowa powyżej (tj. cena zakupu energii elektrycznej, której dokonuje sprzedawca zobowiązany), stanowi 95% ceny referencyjnej, o której mowa w art. 77 ust. 3 pkt 1 UOZE.


Z kolei w myśl art. 70a ust. 2 UOZE, „wytwórca energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii w instalacji odnawialnego źródła energii posiadającej wyodrębniony zespół urządzeń służących do wyprowadzania mocy wyłącznie z tej instalacji do sieci elektroenergetycznej dystrybucyjnej, będący przedsiębiorstwem energetycznym o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie mniejszej niż 500 kW i nie większej niż:

- 1) 2,5 MW wykorzystującej do wytwarzania energii elektrycznej w tej instalacji odnawialnego źródła energii wyłącznie:
 - a) biogaz rolniczy albo
 - b) biogaz pozyskany ze składowisk odpadów, albo
 - c) biogaz pozyskany z oczyszczalni ścieków, albo
 - d) biogaz inny niż określony w lit. a-c,
 - e) hydroenergię,
- 2) 1 MW wykorzystującej do wytwarzania energii elektrycznej w tej instalacji odnawialnego źródła energii wyłącznie biomasę

- może dokonać sprzedaży, której przedmiotem jest niewykorzystana, a wprowadzona do sieci energia elektryczna, wybranemu podmiotowi. Przepis art. 70e stosuje się odpowiednio, z uwzględnieniem art. 70c ust. 6 pkt 1 i art. 70d”.

W przypadku ww. wytwórcy, stała cena zakupu (tj. cena stanowiąca podstawę do wyliczenia ujemnego salda¹⁶ dla wytwórcy) wynosi 90% ceny referencyjnej, o której mowa w art. 77 ust. 3 pkt 1 UOZE.

¹⁶ Wytwórcy, o którym mowa w art. 70a ust. 2 UOZE, przysługuje prawo do pokrycia ujemnego salda, o którym mowa w art. 93 ust. 2 pkt 3 UOZE.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 33/49

Ustawą z dnia 17 września 2021 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw dokonano przedłużenia możliwości stosowania przedmiotowych systemów wsparcia do 30 czerwca 2047 r.¹⁷ (dotychczas obowiązywał termin końcowy określony na dzień 30 czerwca 2039 r.).

Zaletą systemów FIT/FIP z punktu widzenia wytwórców energii ze źródeł odnawialnych jest brak konieczności ubiegania się o wsparcie operacyjne w trybie konkurencyjnym.

Odwrotne założenie przyświeca **aukcyjnemu systemowi wsparcia**, dedykowanemu instalacjom określonym w art. 77 ust. 5 UOZE. System aukcyjny należy traktować jako podstawowy dla UOZE. Pozostałe systemy wsparcia określone w art. 69a UOZE mają charakter szczególny (ograniczone są do ściśle określonych kategorii wytwórców). **W ramach aukcyjnego systemu wsparcia wytwórcy energii ze źródeł odnawialnych oferują cenę, po jakiej zobowiązują się produkować energię w cyklu 15-letnim** (od dnia wytworzenia po raz pierwszy energii w tych instalacjach). Maksymalną ceną możliwą do zaoferowania w ramach aukcji organizowanej przez Prezesa URE jest tzw. cena referencyjna określana rozporządzeniem, która systematycznie spada, co uzasadnione jest obserwowanym spadkiem nakładów związanych z realizacją instalacji OZE. Podmiot, który wygrał aukcję OZE upoważniony jest do:

- a) sprzedaży energii po cenie wynikającej ze złożonej oferty na rzecz sprzedawcy zobowiązanego (dotyczy instalacji OZE o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej mniejszej niż 500 kW),
- b) uzyskania pokrycia ujemnego salda (w wysokości ustalonej na podstawie art. 93 ust. 2 pkt 3 UOZE) od operatora rozliczeń energii odnawialnej (dotyczy instalacji OZE o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie mniejszej niż 500 kW).


Alternatywą dla systemu aukcyjnego jest znaczny potencjał modelu biznesowy opartego o tzw. *Power Purchase Agreements (umowy typu PPA)*. W praktyce wyróżnia się tzw.:

- a) fizyczne PPA (*on-site/off-site*),
- b) wirtualne/systetyczne/finansowe PPA.

Pierwszy typ umów opiera się na założeniu fizycznej dostawy energii elektrycznej od wytwórcy do odbiorcy (za pośrednictwem linii bezpośredniej lub poprzez KSE) po uzgodnionej cenie, zabezpieczającej rentowność inwestycji w źródło OZE. W drugim modelu nie dochodzi do fizycznego przepływu energii z OZE do odbiorcy, a współpraca z wytwórcą polega na obowiązywaniu kontraktu różnicowego, zawierającego zobowiązanie odbiorcy, aby pokrywał on różnicę pomiędzy uzgodnioną ceną energii elektrycznej a kwotą uzyskiwaną przez wytwórcę na rynku konkurencyjnym. Drugi ze wskazanych modeli ideowo zbliżony jest do koncepcji pokrywania ujemnego salda w ramach systemu aukcyjnego, jednak nie przewiduje obostrzeń wynikających z konkurencyjnego charakteru aukcji oraz administracyjnego charakteru zasad pokrywania ujemnego salda. **Cywilnoprawny charakter umów typu PPA umożliwia stosunkowo swobodne kreowanie modeli biznesowych dla OZE, co w kolejnych latach wpłycie będzie na rozwój tego rynku.** Docelowo zakłada się ponadto złagodzenie istniejących ograniczeń dla formuły PPA (co przewidziano w ramach projektu Krajowego Planu Odbudowy¹⁸).

¹⁷ Obowiązek zakupu energii niewykorzystanej energii elektrycznej zgodnie z art. 70c ust. 2 UOZE lub prawo do pokrycia ujemnego salda, o którym mowa w art. 93 ust. 1 pkt 4 i ust. 2 pkt 3 UOZE, powstaje od pierwszego dnia sprzedaży energii elektrycznej objętej systemem wsparcia, o którym mowa w ustawie, i trwa przez okres kolejnych 15 lat. Ma to zapewnić stabilny, długoterminowy model finansowania instalacji.

¹⁸ Pkt B2.2. Poprawa warunków dla rozwoju odnawialnych źródeł energii w ramach KPO.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 34/49

Ostatnim systemem wsparcia wymagającym odniesienia jest system tzw. **świadcstw pochodzenia (certyfikatów)**. Zgodnie z art. 44 ust. 1 UOZE, „*wytwórcy energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii, o której mowa w art. 41 ust. 1 pkt 2, oraz wytwórcy energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii w instalacji odnawialnego źródła energii innej niż mikroinstalacja, w której energia elektryczna została wytworzona po raz pierwszy przed dniem wejścia w życie rozdziału 4, przysługuje świadectwo pochodzenia tej energii potwierdzające jej wytworzenie z odnawialnych źródeł energii (...)*”. Rozdział 4 UOZE, o którym mowa w cytowanym przepisie wszedł w życie **1 lipca 2016 r.**, co oznacza, że **wspomniany system wsparcia dotyczy instalacji, które podjęły produkcję przed tą datą**. Świadectwa pochodzenia są zbywalne i stanowią towar giełdowy w rozumieniu ustawy o giełdach towarowych. **System certyfikatów nie spełnia wymagań konkurencyjnego dostępu**, o którym mowa w Wytycznych EEAG (Wytyczne w sprawie pomocy państwa na ochronę środowiska i cele związane z energią w latach 2014-2020), stąd **nie należy zakładać jego kontynuacji w przyszłości**. Ponadto jego charakterystyka, generująca istotne wahania na rynku świadectw pochodzenia, przyczyniła się do niepewności na rynku OZE w początkowej fazie jego funkcjonowania.


Najnowszym systemem wsparcia wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych jest mechanizm opisany w Ustawie o promowaniu wytwarzania energii elektrycznej w morskich farmach wiatrowych (UPEW). Dotyczy on wyłącznie morskich farm wiatrowych (*offshore wind*), postrzeganych jako **szansa radykalnego wzrostu udziału energii z OZE w miksie energetycznym**. System wsparcia opisany w UPEW zakłada uprawnienie operatora instalacji Morskiej Farmy Wiatrowej (MFW) do uzyskania pokrycia ujemnego salda od operatora rozliczeń energii odnawialnej. Łączna moc zainstalowana elektryczna morskich farm wiatrowych, dla których Prezes URE może wydać decyzję o przyznaniu prawa do pokrycia ujemnego salda, nie może przekroczyć 5900 MW. Granicznym terminem dla wnioskowania o przedmiotowe decyzje był dzień 31 marca 2021 r. **Prezes URE wydał 7 decyzji o przyznaniu wytwórcom prawa do pokrycia ujemnego salda dla energii elektrycznej wytworzonej w morskiej farmie wiatrowej i wprowadzonej do sieci**. Specyfiką systemu wsparcia dla MFW jest dłuższe od standardowego, 25-letnie uprawnienie do pokrywania ujemnego salda. Wynika to z istotnie wyższych nakładów inwestycyjnych związanych z realizacją tego typu projektów względem standardowych projektów OZE.

Niezależnie od systemów wsparcia wytwarzania energii z OZE, istotne znaczenie dla tego sektora mają uwarunkowania wynikające z zasad szeroko pojętego **planowania przestrzennego**. Jako barierę administracyjną dla instalacji OZE wskazywano dotychczas m.in. art. 10 ust. 2a UPiZP¹⁹, nakazujący planowanie w ramach studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy rozmieszczenia urządzeń wytwarzających energię z odnawialnych źródeł energii o mocy przekraczającej 100 kW. W powiązaniu z art. 15 ust. 3 pkt 3a UPiZP było to rozumiane jako konieczność lokalizowania tego typu urządzeń na podstawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego²⁰, co – przy stosunkowo nisko ustanowionym progu mocowym – utrudniało przeprowadzenie procesu inwestycyjnego.

Kolejną zmianą istotną z punktu widzenia możliwości lokalizacji instalacji OZE jest zakładana **nowelizacja zasad zagospodarowania przestrzennego odnośnie lądowych elektrowni**

¹⁹ UPiZP - Ustawa z dnia 27 marca 2003 roku o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym

²⁰ Np. Wyrok Wojewódzkiego Sądu Administracyjnego w Poznaniu z dnia 18 sierpnia 2021 r., sygn. akt II SA/Po 672/20 (LEX nr 3215561).

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 35/49


wiatrowych. W obecnym stanie prawnym, lokalizacja elektrowni wiatrowej jest ograniczona minimalną odległością od zabudowań mieszkalnych równą lub większą od dziesięciokrotności całkowitej wysokości elektrowni wiatrowej mierzonej od poziomu gruntu do najwyższego punktu budowli. **Wyżej wymieniona zasada 10H postrzegana jest jako istotny czynnik hamujący rozwój rynku OZE w Polsce.** Z powyższych względów, w odpowiedzi na oczekiwania wytwórców, opracowany został **projekt ustawy o zmianie ustawy o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych oraz niektórych innych ustaw (UD207)²¹.** Zgodnie z obecnie procedowaną wersją projektu, **założone jest znowelizowanie art. 4, co istotnie złagodziłoby restrykcyjność zasady 10H (oznaczającej w praktyce konieczność zachowania dystansu wynoszącego 1,5 km - 2 km od terenów mieszkalnych).**

Kolejnym aspektem formalnoprawnym, który w przyszłych latach wpływać może na strukturę źródeł wytwórczych na terenie Miasta jest **system wsparcia wytwarzania energii elektrycznej w wysokosprawnej kogeneracji** ustalający dopłaty w formie premii gwarantowanych oraz kogeneracyjnych. Poszczególne rodzaje dopłat dedykowane są odmiennym segmentom rynku energetycznego. Dopłaty w formie premii gwarantowanej oraz premii gwarantowanej indywidualnej przyznawane są w drodze pozakonkurencyjnej (w oparciu decyzję o dopuszczeniu do systemu premiowego wydaną przez Prezesa URE), podczas gdy uzyskanie prawa do premii kogeneracyjnej i premii kogeneracyjnej indywidualnej wymaga udziału w procedurze aukcyjnej lub naborze.

Fundamentalne znaczenie dla struktury mocy wytwórczych w przyszłych latach mogą mieć uwarunkowania prawne w zakresie tzw. **rynku mocy**. Podłożem wdrożenia w Polsce rynku mocy była obserwacja, iż rosnące wymagania w zakresie ograniczania emisji (w tym konkluzje BAT) prowadzić będą do wycofania z eksploatacji znacznej ilości mocy wytwórczych w ramach systemu elektroenergetycznego, jeżeli nie zostaną zapewnione alternatywne źródła przychodów dla takich instalacji. Ponadto dostrzeżono potencjał redukcji zapotrzebowania jako sposobu stabilizacji systemu. Mechanizm rynku mocy oparty jest na gratyfikowaniu finansowym tzw. dostawców mocy (właściciele jednostek wytwórczych lub podmiotów upoważnionych przez tych właścicieli) za wykonywanie obowiązku mocowego, polegającego zwłaszcza na pozostawaniu w gotowości do dostarczania przez jednostkę rynku mocy określonej w umowie mocowej mocy elektrycznej do systemu lub dostarczeniu mocy elektrycznej do systemu w okresach zagrożenia bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej. Obowiązek mocowy dostawców mocy ustalany jest w oparciu o aukcje organizowane przez operatora systemu przesyłowego.

Rynek mocy staje się coraz bardziej **atrakcyjną formą pozyskiwania przychodów przez podmioty mające potencjał czasowego redukowania zapotrzebowania na energię elektryczną.** W ramach dotychczasowych aukcji mocy dostrzegalna jest tendencja zwiększenia zainteresowania po stronie tzw. jednostek DSR (*Demand Side Response*), agregowanych przez wyspecjalizowane podmioty rynkowe na potrzeby pozyskiwania kontraktów mocowych. Jednostki takie, stanowiące zasadniczo przedsiębiorstwa produkcyjne lub obiekty wielkopowierzchniowe o znacznym zużyciu energii, **kształtując swój profil zużycia** (np. poprzez przenoszenie procesów produkcyjnych poza szczytowe zapotrzebowanie na energię, zmianę harmonogramu przeglądów urządzeń, korzystanie z generatorów rezerwowych itp.), stają się aktywnym uczestnikiem rynku mocy, o rosnącym potencjale w tym zakresie. Na rynku postulowane są dalsze zmiany legislacyjne, które mogłyby uatrakcyjnić udział

²¹ <https://legislacja.rcl.gov.pl/docs//2/12346353/12785203/12785204/dokument501495.pdf> [dostęp: 20.10.2021r.]

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 36/49

jednostek DSR (np. możliwość udziału w rynku mocy jednostek, których generatory rezerwowe przekraczają limity emisyjne).

Zachętą do podejmowania działań na rzecz efektywności energetycznej pozostaje również funkcjonujący na bazie UEE²² **system wsparcia polegający na przyznawaniu świadectw efektywności energetycznej**. Ustawą z dnia 20 kwietnia 2021 r. o zmianie ustawy o efektywności energetycznej oraz niektórych innych ustaw rozszerzono katalog przedsięwzięć mogących stanowić podstawę dla przyznania świadectw.

Kolejnym aspektem formalnym wpływającym na funkcjonowanie systemu elektroenergetycznego na terenie Miasta są **wymagania w zakresie rozwoju elektromobilności**. Od strony infrastrukturalnej wymagania te ukształtowane zostały przede wszystkim w art. 60 ust. 1 pkt 1 UEPA²³. Zgodnie z jego treścią, na terenie Miasta niezbędne jest zlokalizowanie co najmniej 1000 punktów ładowania w ogólnodostępnych stacjach ładowania (oznaczających stacje ładowania dostępne na zasadach równoprawnego traktowania dla każdego posiadacza pojazdu elektrycznego i pojazdu hybrydowego).

Obecnie, zadanie realizacji przedmiotowych punktów ładowania (w zakresie, w jakim do dnia 31 marca 2021 r. nie osiągnięto ilości 1000 punktów) obciąża OSD (przy czym ponoszone przez nich koszty budowy ogólnodostępnych stacji ładowania są zaliczane do kosztów uzasadnionych w rozumieniu art. 3 pkt 21 PE). Szczegółowe wymagania w tym zakresie określono w ramach uchwały Nr XLI/1264/2020 Rady Miasta Stołecznego Warszawy z 3 grudnia 2020 r. w sprawie przyjęcia „Planu budowy ogólnodostępnych stacji ładowania pojazdów elektrycznych na obszarze m.st. Warszawy”. Na popyt w zakresie infrastruktury elektroenergetycznej wpływać będą ponadto rosnące wymagania w zakresie stosowania pojazdów elektrycznych przy realizacji zadań administracyjnych lub użyteczności publicznej określone w UEPA.

Jeśli chodzi o elektromobilność w zakresie transportu miejskiego, na koniec 2020 r. Miejskie Zakłady Autobusowe Sp. z o.o. deklarowały udział 21,7% autobusów nisko- lub zeroemisyjnych w użytkowanej flocie²⁴. Do końca 2022 r. udział ten planowany jest na 38%²⁵.

Sektor gazowy

Uwarunkowania prawne w zakresie podziału odpowiedzialności w ramach systemu gazowego określone zostały w PE²⁶. Ustawa wyróżnia operatora systemu przesyłowego, którego rolę pełni GAZ-SYSTEM S.A., spółka ze 100-procentowym udziałem Skarbu Państwa. Zadanie dystrybucji paliw gazowych obciąża z kolei operatorów systemu dystrybucyjnego (OSD), spośród których wiodącą rolę pełni Polska Spółka Gazownictwa Sp. z o.o., powstała z połączenia sześciu przedsiębiorstw dystrybucyjnych ulokowanych w ramach Grupy Kapitałowej PGNiG²⁷ (GK PGNiG). Rynek obrotu gazem ziemnym – mimo działań liberalizacyjnych – cechuje się nadal istotnym stopniem koncentracji, co wyraża się w dominującym udziale rynkowym GK PGNiG.

²² UEE – Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej


²³ UEPA - Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych

²⁴ Dane wg Sprawozdanie z działalności Spółki w 2020 roku.

²⁵ <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/mza-warszawa-do-konca-2022-r-38-autobusow-zero-i-niskoemisyjnych-68507.html> [dostęp: 21.10.2021r.]

²⁶ ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne

²⁷ Obszar Warszawy uprzednio obsługiwany był przez Mazowiecką Spółkę Gazownictwa Sp. z o.o.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 37/49

Z punktu widzenia planowanego na terenie Miasta istotnego zwiększenia wykorzystania gazu ziemnego, jako korzystne należy uznać zmiany wprowadzone w ustawę z dnia 9 sierpnia 2019 r. o zmianie ustawy o inwestycjach w zakresie terminalu regazyfikacyjnego skroplonego gazu ziemnego w Świnoujściu. Na jej mocy wprowadzono udogodnienia w zakresie procesu inwestycyjnego dotyczącego m.in.:

- a) budowy przyłącza gazowego do Ciepłowni Kawęczyn w Warszawie wraz z infrastrukturą niezbędną do jego obsługi na terenie województwa mazowieckiego,
- b) budowy przyłącza gazowego do Elektrociepłowni Siekierki w Warszawie wraz z infrastrukturą niezbędną do jego obsługi na terenie województwa mazowieckiego.

Dzięki zaliczeniu ww. inwestycji jako tzw. inwestycji towarzyszących inwestycjom w zakresie terminalu, formalnoprawny proces ich przygotowania i realizacji przez PGNiG Termika SA podlega usprawnieniu (m.in. z uwagi na skrócenie terminów wydawania poszczególnych decyzji administracyjnych, udogodnienia w zakresie pozyskiwania nieruchomości na potrzeby inwestycji, ograniczenia dotyczące kwestionowania decyzji w ramach postępowania administracyjnego oraz sądowno-administracyjnego itp.).

Sektor ciepłowniczy


Struktura podmiotowa miejskiego systemu ciepłowniczego pozostaje w częściowej współzależności w stosunku do lokalnego systemu elektroenergetycznego. Wynika to z istotnego udziału kogeneracyjnego modelu wytwarzania ciepła na potrzeby miejskiej sieci ciepłowniczej. Z tego względu, **rolę kluczowego wytwórcy ciepła na terenie Miasta pełni PGNiG Termika S.A. Przesyłanie i dystrybucja, jak również obrót ciepłem na terenie Miasta stanowią domenę działalności spółki Veolia Energia Warszawa S.A. System ciepłowniczy na terenie Miasta spełnia warunki tzw. efektywnego systemu ciepłowniczego**, z uwagi na wysoki udział ciepła wytwarzanego w wysokosprawnej kogeneracji. Perspektywicznie umożliwia to podejmowanie działań modernizacyjnych w odniesieniu do sieci ciepłowniczej z wykorzystaniem środków unijnych oraz krajowych.

Jeśli chodzi o możliwość docelowego wzrostu wykorzystania źródeł OZE w ramach systemu ciepłowniczego, kluczowym uwarunkowaniem formalnym w tym zakresie jest treść art. 116 UOZE. Zgodnie z jego ust. 1 i 2:

„1. Przedsiębiorstwo energetyczne zajmujące się w obszarze danej sieci ciepłowniczej obrotem ciepłem lub wytwarzaniem ciepła i jego sprzedażą odbiorcom końcowym dokonuje zakupu oferowanego mu ciepła wytworzonego w przyłączonych do tej sieci instalacjach:

- 1) termicznego przekształcania odpadów,*
- 2) odnawialnego źródła energii, innych niż instalacja termicznego przekształcania odpadów, wytworzonego z odnawialnych źródeł energii z wyłączeniem ciepła wytworzonego w instalacjach spalania wielopaliwowego innego niż ciepło użytkowe wytworzone w wysokosprawnej kogeneracji - w ilości nie większej niż zapotrzebowanie odbiorców końcowych tego przedsiębiorstwa, przyłączonych do tej sieci.*

2. Przedsiębiorstwo energetyczne, o którym mowa w ust. 1, jest obowiązane do wyrażenia zgody na przyłączenie instalacji, o której mowa w ust. 1, do sieci ciepłowniczej. Przyłączenie jest realizowane zgodnie z przepisami prawa energetycznego, z uwzględnieniem przepisów wydanych na podstawie ust. 3”.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 38/49

Z kolei, w myśl rozporządzenia Ministra Energii z dnia 18 maja 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązku i warunków technicznych zakupu ciepła z odnawialnych źródeł energii oraz warunków przyłączenia instalacji do sieci, zakup ciepła, o którym mowa w art. 116 ust. 1 UOZE, oferowanego przedsiębiorstwu energetycznemu zajmującemu się obrotem ciepła lub wytwarzaniem ciepła i jego sprzedażą odbiorcom końcowym jest realizowany w pierwszej kolejności przed zakupem ciepła z innych źródeł, niebędących instalacjami (§ 3 ust. 1). Jednocześnie, obowiązek ten dotyczy ciepła, które jest oferowane po cenie nie wyższej od średniej ceny ciepła z innych źródeł zasilających sieć, powiększonej o średnioroczny wskaźnik cen towarów i usług konsumpcyjnych ogółem, określony w komunikacie Prezesa Głównego Urzędu Statystycznego ogłoszonym w Dzienniku Urzędowym Rzeczypospolitej Polskiej »Monitor Polski«, dla roku kalendarzowego poprzedzającego odpowiednio rok zatwierdzenia taryfy lub rok ustalenia cen i stawek opłat dla ciepła wytworzonego w instalacji (§ 3 ust. 2).


Jednocześnie, istotnym ograniczeniem dla rozwoju źródeł OZE jest postanowienie § 3 ust. 5 rozporządzenia, zgodnie z którym, „w przypadku gdy na całym obszarze danej sieci ciepłowniczej funkcjonuje efektywny system ciepłowniczy w rozumieniu art. 7b ust. 4 ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne (Dz. U. z 2017 r. poz. 220 i 791), przedsiębiorstwo energetyczne zajmujące się na tym obszarze obrotem ciepłem lub wytwarzaniem ciepła i jego sprzedażą odbiorcom końcowym nie jest objęte obowiązkiem zakupu ciepła od podmiotów wytwarzających ciepło z instalacji, których przyłączenie do danej sieci nastąpiło od dnia funkcjonowania na obszarze tej sieci efektywnego systemu ciepłowniczego”.

Istotnym zagadnieniem w ramach miejskich systemów ciepłowniczych pozostaje konieczność likwidacji źródeł niskiej emisji. Między innymi dla potrzeb skutecznego monitorowania danych na temat skali tego zjawiska utworzono centralną ewidencję emisyjności budynków (prowadzoną przez ministra właściwego do spraw budownictwa, planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa). W ramach ewidencji gromadzi się m.in. dane i informacje o budynkach i lokalach w zakresie źródeł ciepła wykorzystywanych na potrzeby budynku lub lokalu, źródeł energii elektrycznej, wykorzystywanej na potrzeby budynku lub lokalu w celu ogrzewania lub podgrzania wody użytkowej oraz informacje dot. źródeł spalania paliw. Dane i informacje zgromadzone w ewidencji udostępnia się organom wykonawczym gmin.

Zasadniczym instrumentem prawnym mającym na celu ograniczenie zjawiska niskiej emisji jest dopuszczalność przyjęcia tzw. uchwały antysmogowej. Pobocznie należy wskazać na wybrane nowe rozwiązania prawne przyjęte na mocy ustawy z dnia 20 kwietnia 2021 r. o zmianie ustawy o efektywności energetycznej oraz niektórych innych ustaw gdzie wskazana jest realizacja programów bezzwrotnych dofinansowań, w celu współfinansowania przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej, polegających na wymianie urządzeń lub instalacji służących do celów ogrzewania lub przygotowania ciepłej wody użytkowej na urządzenia lub instalacje charakteryzujące się wyższą klasą efektywności energetycznej oraz zadania polegające na przyłączeniu do sieci ciepłowniczej na podstawie umów zawieranych z odbiorcami końcowymi.

Jeśli chodzi o przyszłe prognozowane zmiany legislacyjne, w ramach projektu UC99 przewidziane jest ujęcie dalszych zmian przepisów, ułatwiających wykorzystanie OZE w ciepłownictwie. Jak wskazano we wstępnych założeniach odnośnie nowelizacji:

„W ustawie o odnawialnych źródłach energii doprecyzuje się przepisy, dotyczące pierwszeństwa zakupu ciepła ze źródeł odnawialnych i instalacji termicznego przekształcania odpadów oraz wprowadza się zasady wydawania i rozliczania gwarancji pochodzenia ciepła i chłodu z OZE

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 39/49

w celu wypromowania i zainteresowania ekologicznymi dostawami ciepła. W ustawie Prawo energetyczne konieczne będą zaostrzone warunki obowiązku przyłączania do sieci ciepłowniczej oraz warunki odłączania się od sieci systemu nieefektywnego energetycznego, co jest wymogiem Dyrektywy RED II. W zakresie informowania odbiorców końcowych o efektywności energetycznej systemu ciepłowniczego oraz udziale energii odnawialnej w danym systemie ciepłowniczym potrzebne jest nałożenie na przedsiębiorstwa ciepłownicze obowiązków polegających na publikowaniu na stronie internetowej odpowiednich danych. W odniesieniu do krajowego celu w zakresie udziału energii z odnawialnych źródeł energii w ciepłownictwie i chłodnictwie oraz orientacyjnej trajektorii udziału energii z odnawialnych źródeł energii w ciepłownictwie i chłodnictwie należy zauważyć, że te wielkości określone zostały w zintegrowanym krajowym planie w dziedzinie energii i klimatu, wydawanym zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1999 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie zarządzania unią energetyczną i działaniami w dziedzinie klimatu. Na ministra właściwego do spraw klimatu przewiduje się nałożenie obowiązku monitorowania realizacji powyższego celu”.

W przypadku **aspektu prawnego na poziomie lokalnym** podejmowane przez Miasto działania planistyczne realizują zadania wynikające z obowiązków gminy w zakresie zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe. Wymagania w tym zakresie określone są w Ustawie Prawo energetyczne odnośnie opracowania projektu założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe oraz, w razie potrzeby, planu zaopatrzenia w media energetyczne dla obszaru gminy lub jej części.

Obowiązek ten Miasto zrealizowało w ramach uchwały Nr XXXV/1074/2020 Rady Miasta Stołecznego Warszawy z dnia 27 sierpnia 2020 r. w sprawie uchwalenia „Założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla m.st. Warszawy”.

Rozdział 14

Rozdział 14 opisuje zagadnienia prognoz demograficznych w celu oszacowania liczby ludności Warszawy, dla której będzie modelowany system energetyczny. Kluczowym źródłem informacji dotyczącym prognozowanej liczby ludności Warszawy do 2050 roku jest opracowanie pn. „Prognoza demograficzna na potrzeby Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego m.st. Warszawy” wykonana w kwietniu 2019 r. przez Zespół Zakładu Geografii Miast i Ludności IGiPZ PAN pod kierownictwem dr hab. Przemysława Śleszyńskiego²⁸. Autorzy Prognozy w efekcie przeprowadzonych analiz w oparciu o przyjętą koncepcję i metodologię opracowania Prognozy, skonstruowali sześć scenariuszy²⁹ rozwoju demograficznego Warszawy do 2050 roku (patrz rysunek poniżej) różniących się pomiędzy sobą założeniami, ze szczególnie istotnym znaczeniem wielkości napływów i odpływów migracyjnych.

²⁸ „Prognoza demograficzna na potrzeby Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego m.st. Warszawy” – Warszawa, 1 kwietnia 2019 r. Zespół autorów opracowania: dr hab. Przemysław Śleszyński (kierownik projektu), dr hab. Ewa Korcelli-Olejniczak, Łukasz Kubiak, dr Michał Niedzielski, Filip Piotrowski, dr hab. Marcin Stępnia, dr hab. Marek Więckowski, Beata Zielińska

²⁹ Określenie „scenariusz” stosowane jest w Prognozie wymiennie z określeniem „wariant”.



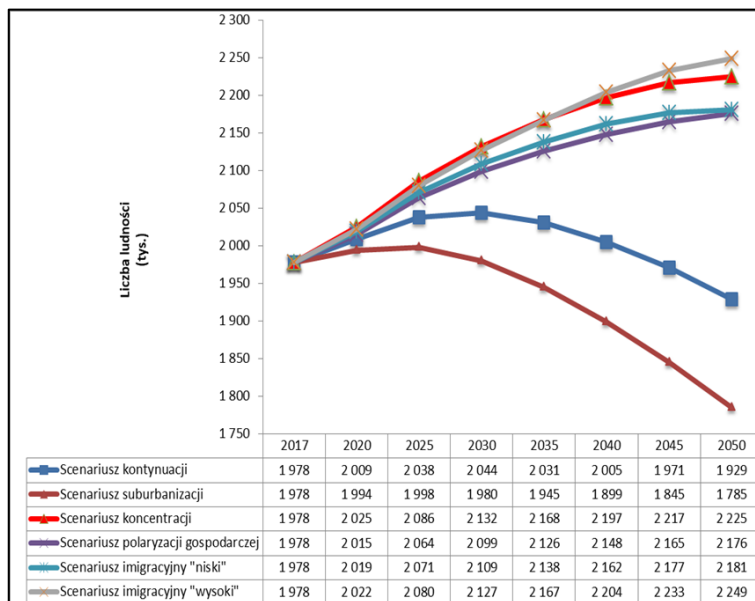
Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu

Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”

Nr ewidencyjny
240.1/ZC/2021

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
40/49



Oszacowana liczba ludności
Warszawy w 2050 r.
w zależności od wariantu
(scenariusza) prognozy
waha się w przedziale od
1 mln 785 tys. w wariantcie 2
(scenariusz suburbanizacji)
do 2 mln 249 tys.
w wariantcie 6 (scenariusz
imigracyjny „wysoki”).

Zdecydowano się przyjąć liczbę ludności zgodną z modelem koncentracji (2,225 mln mieszkańców w 2050 r.). W celu zachowania spójności Modelu energetycznego ze Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego m.st. Warszawy, w przypadku ewolucji założeń przyjmowanych przez m. st. Warszawa w procesie zmian Studium opisy dotyczące prognoz demograficznych będą aktualizowane we współpracy z Biurem Architektury i Planowania Przestrzennego Urzędu m.st. Warszawy.

Rozdział 15

W rozdziale 15 oszacowano prognozy zapotrzebowania na energię końcową w perspektywie 2050 r. w 5-letnich okresach pośrednich. Przeanalizowano cztery modele pokrycia potrzeb energetycznych Stolicy:

- model 0 – model referencyjny „business as usual”, w którym zaopatrzenie Warszawy w energię elektryczną następuje z wykorzystaniem energii pobieranej z sieci KSE;
- model 1 – ostrożnie szacujący dostępność lokalnych zasobów Warszawy i możliwości wykorzystania źródeł OZE. Założono ograniczony potencjał województwa do pokrycia potrzeb energetycznych;
- model 2 – zakładający ograniczenie wykorzystania energii pochodzącej z morskich farm wiatrowych (rynku offshore). Maksymalizuje się wykorzystanie lokalnych zasobów, w tym źródeł PV oraz uwzględnia energię pochodzącą z elektrowni wiatrowych umiejscowionych w terenach przyległych do Warszawy;
- model 3 – uwzględniający znacznie większe możliwości kształtowania profilu zapotrzebowania na energię wśród mieszkańców Stolicy (zmiana zachowań w zakresie wykorzystywania energii) oraz całkowite wyeliminowanie paliw kopalnych z miksu energetycznego.

Dla modelu „0” oszacowano, że w 2050 r. blisko 30% zapotrzebowania realizowane będzie przez układy pomp ciepła, a pozostałe 70% będzie stanowiło ciepłownictwo oparte o źródła lokalne opalane paliwami



**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”

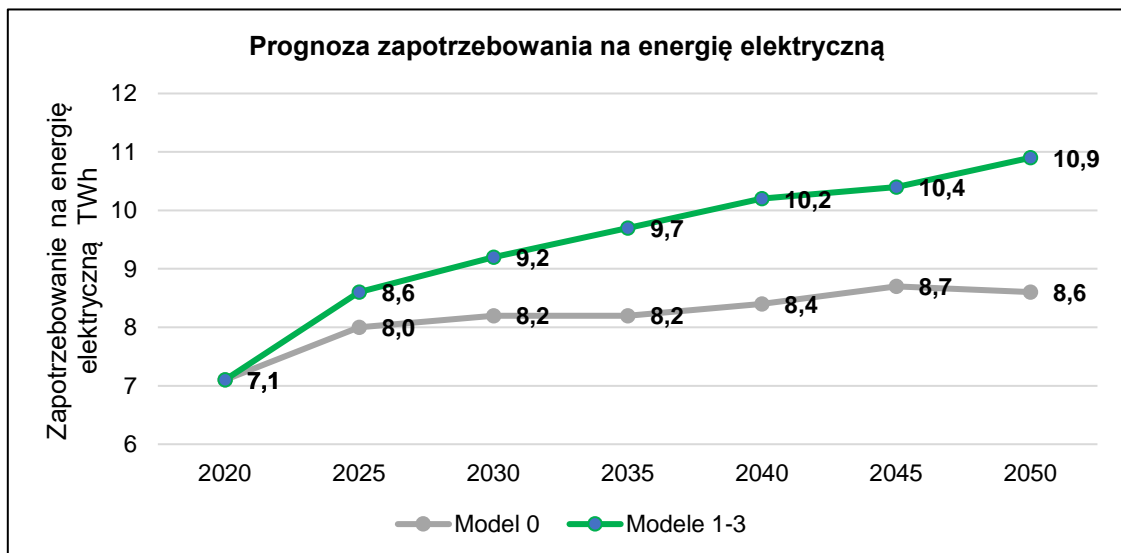
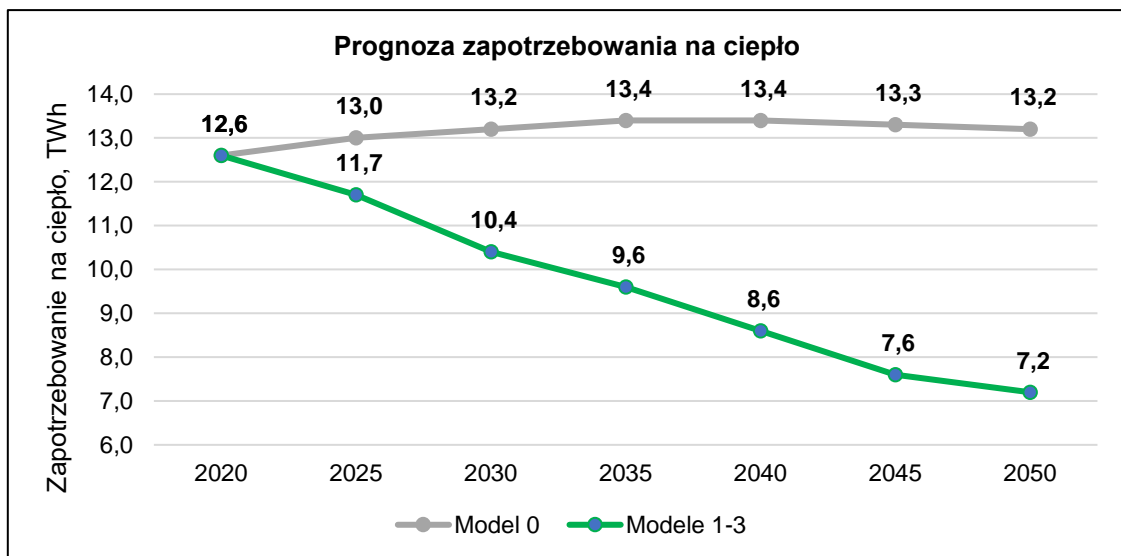
Nr ewidencyjny
240.1/ZC/2021

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
41/49

kopalnymi oraz ciepło sieciowe wytwarzane z wykorzystaniem źródeł konwencjonalnych. W perspektywie 2050 r. założono, że zakres funkcjonowania sieci ciepłowniczej będzie porównywalny do obecnego, a ścieżki wprowadzania pomp ciepła do użytkowania w obszarze ciepła sieciowego będą takie same jak w przypadku ciepła nie sieciowego. Wzrost udziału pomp ciepła w sektorze wytwarzania ciepła spowoduje wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną.

W zakresie zmian zapotrzebowania na **energię końcową** prognozuje się trajektorię zmian dla energii elektrycznej, ciepła, gazu ziemnego (sieciowego) oraz transportu jak na poniższych rysunkach.





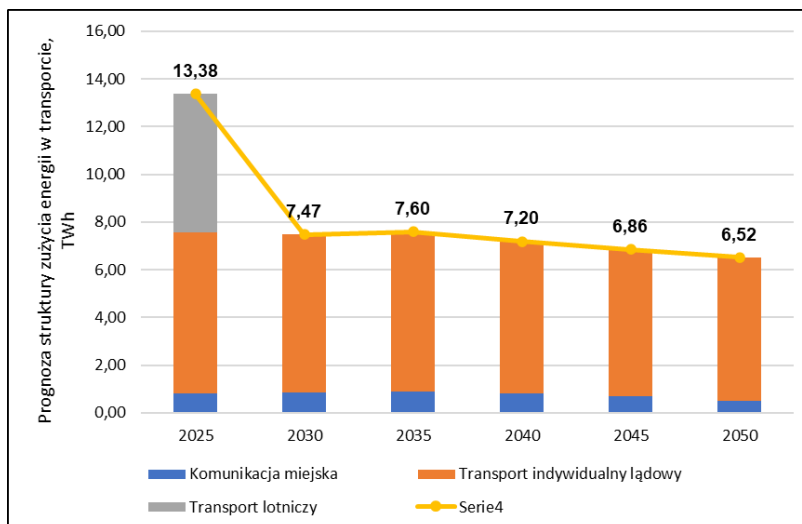
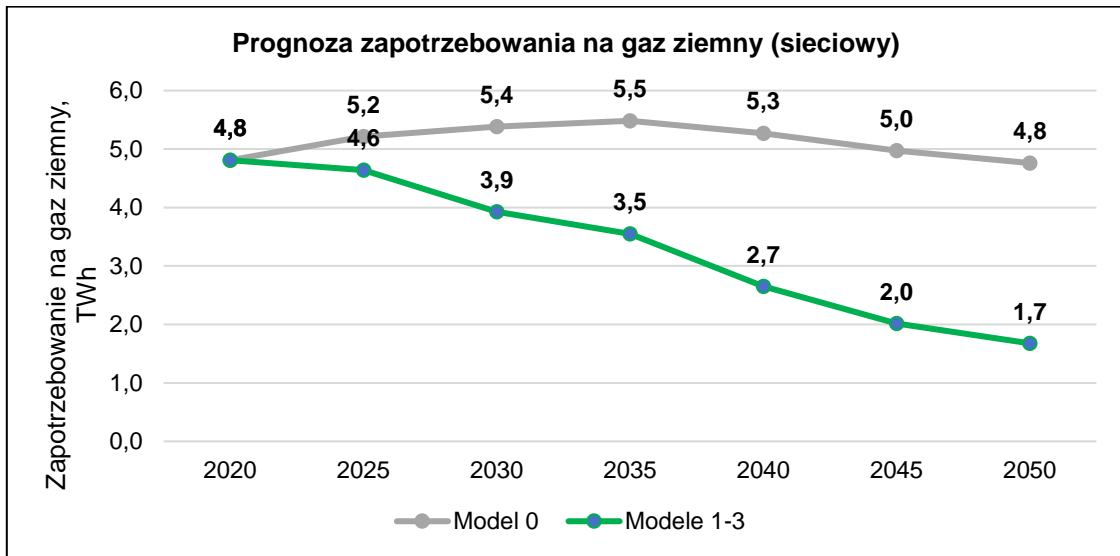
**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”

Nr ewidencyjny
240.1/ZC/2021

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
42/49



Wielkości i struktury zużycia energii w transporcie w Warszawie - prognoza do roku 2050

Model 0



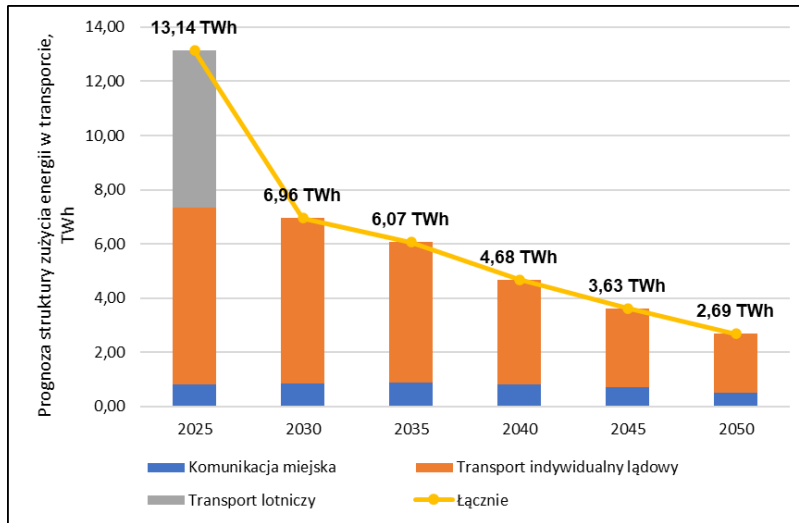
**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”

Nr ewidencyjny
240.1/ZC/2021

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
43/49

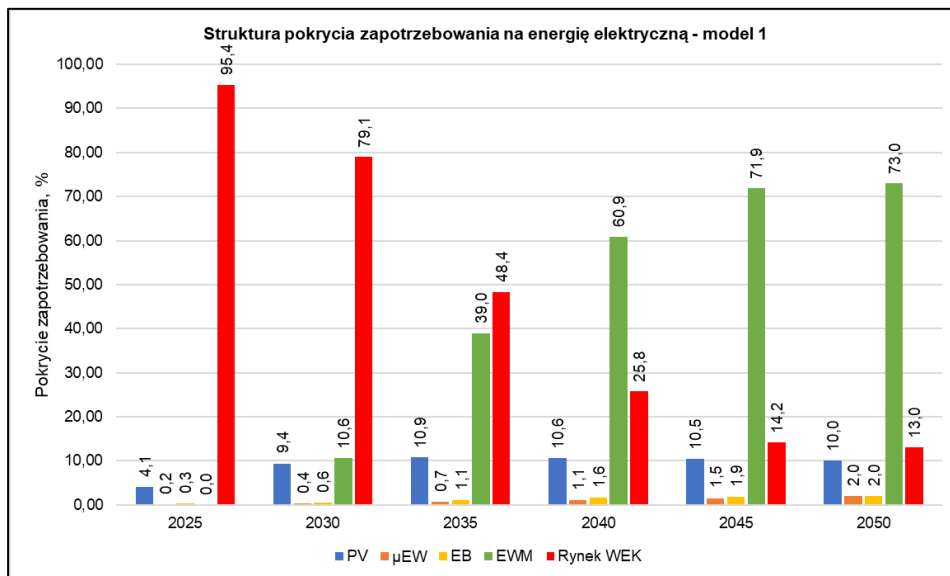


Wielkości i struktury zużycia energii w transporcie w Warszawie - prognoza do roku 2050

Modele 1-3

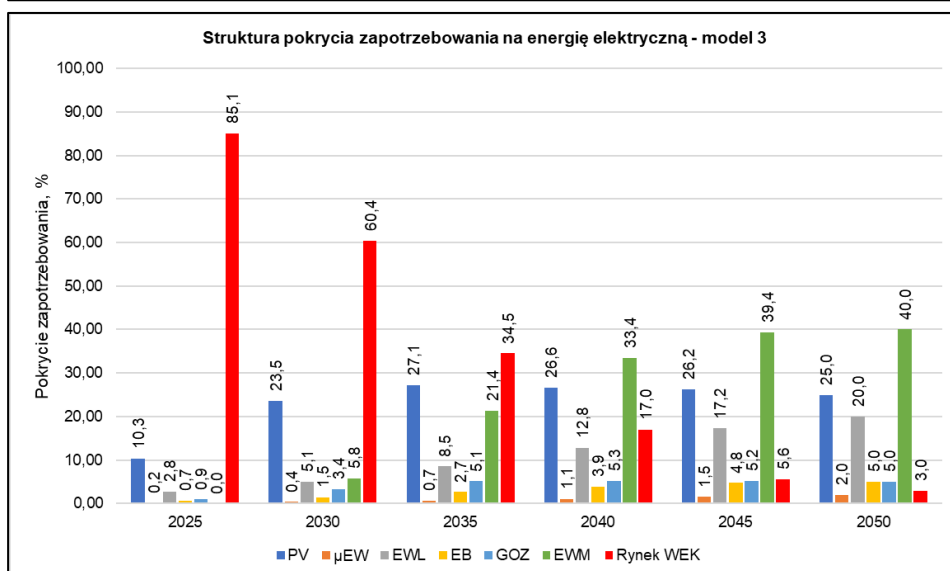
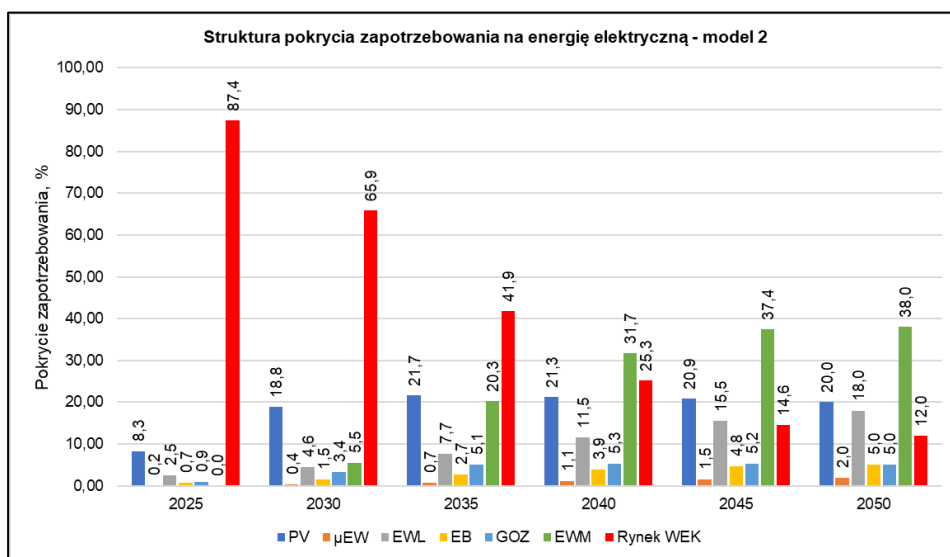
Rozdział 16

W rozdziale 16 obliczono strukturę pokrycia potrzeb energetycznych w czterech ww. modelach ze wskazaniem ilości energii elektrycznej niezbędnej do pozyskania z rynku energetyki WEK. W przypadku modelu „0” założono, że cała energia elektryczna będzie pozyskiwana z KSE.



- PV** – fotowoltaika
- μEW** – mikroelektrownie wiatrowe
- EB** – biogazownie
- EWM** – energetyka wiatrowa morską
- EWL** – energetyka wiatrowa lądowa
- GOZ** – rozwiązania Gospodarki Obiegu Zamkniętego

Rynek WEK – rynek energii elektrycznej (KSE); elektroenergetyka wraz z górnictwem węgla brunatnego i potencjalnie z energetyką jądrową, ciepłownictwo, sektor paliw.




Rozdział 17

W rozdziale 17 zarysowano możliwości wynikające z kształtowania profilu zapotrzebowania na energię wskazując na konieczne do spełnienia warunki umożliwiające skuteczne przeprowadzenie transformacji sektora energetycznego. Przywołano przykłady rozwiązań pozwalających na kształtowanie profili oraz podano rozwiązania cechujące się potencjałem możliwym do wykorzystania. Należy jednak zaznaczyć, że kształtowanie profili zapotrzebowania związane jest przede wszystkim ze zmianą sposobu użytkowania energii elektrycznej. Dalsze szczegóły w tym zakresie zostaną zbadane i opisane w kolejnych etapach projektu.

Technologie możliwe do wykorzystania w transformacji energetyki w zakresie kształtowania profili zapotrzebowania na energię:

➤ Akumulatory

- indywidualny magazyn – gromadzenie energii w przypadku nadwyżki,
- wirtualny magazyn – sterowanie przez operatora (WSE) w celu wyeliminowania deficytu zapotrzebowania danej osłony kontrolnej (na podstawie prognozy bilansu).

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 45/49

- **Pompy ciepła** – wykorzystują one pojemność cieplną budynków (która po pasywizacji jest duża) do akumulacji ciepła i przesuwania obciążenia.
- **Przedsiębiorstwa** – zakłada się, że 2/3 przedsiębiorstw zainwestuje w cyfrowe technologie i platformy wspierające elastyczność rozumianą jako dostosowanie własnego zużycia do dynamicznej ceny energii wynikającej z wymuszonej pracy źródeł OZE, w tym poprzez zarządzanie zapotrzebowaniem i produkcją – przemysł 4.0 – a także wykorzystaniem np. magazynów energii. Dużą rolę przypisuje się chmurowym technologiom informatycznym oraz wspieraniu pracy zdalnej, jeżeli jest ona możliwa. Pozwoli to na uruchomienie potencjału kształtowania profili na poziomie 35% mocy zainstalowanej.

Potencjał kształtowania profilu znacznie przekroczy 15% w systemie (WSE), a do jego realizacji potrzebna jest infrastruktura informatyczna, która może zostać dostarczona w postaci usług, którymi zarządza operator WSE.

Kształtowanie profili nie wpływa na obniżenie zużycia, a jedynie na dopasowanie go do produkcji w źródłach OZE z produkcją wymuszoną.

Rozdział 18

Rozdział 18 poświęcony jest określeniu emisji gazów cieplarnianych z prognozowanego warszawskiego sektora energetycznego. Wyniki obliczeń przedstawia poniższa tabela oraz rysunki.

Emisja CO ₂	mln ton CO ₂						
	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Emisja wynikająca z sektora transportu							
Model 0							
Sektor transportu ^{*)}	1,81	1,98	1,92	1,83	1,71	1,55	1,39
Sektor transportu (paliwa płynne)	1,55	1,68	1,61	1,60	1,50	1,38	1,31
Modele 1-3							
Sektor transportu ^{*)}	1,81	1,94	1,80	1,50	1,12	0,71	0,27
Sektor transportu (paliwa płynne)	1,55	1,59	1,41	1,07	0,66	0,32	0,05
Emisja wynikająca ze zużycia energii elektrycznej i ciepła							
Model 0	9,99	9,54	8,10	6,54	5,39	4,25	3,22
Model 1	9,99	8,62	5,71	3,13	1,46	0,63	0,40
Model 2	9,99	8,16	5,07	2,89	1,45	0,64	0,39
Model 3	9,99	8,03	4,80	2,62	1,21	0,47	0,30
Emisja łączna							
Scenariusz z modelem 0	11,80	11,53	10,02	8,37	7,10	5,81	4,62
Scenariusz z modelem 1	11,80	10,56	7,52	4,63	2,58	1,34	0,67
Scenariusz z modelem 2	11,80	10,10	6,87	4,39	2,56	1,35	0,66
Scenariusz z modelem 3	11,80	9,97	6,60	4,12	2,33	1,18	0,57

^{*)} Łączna wartość emisji dla sektora transportu bez lotnictwa uwzględniająca zużycie energii elektrycznej i paliw płynnych



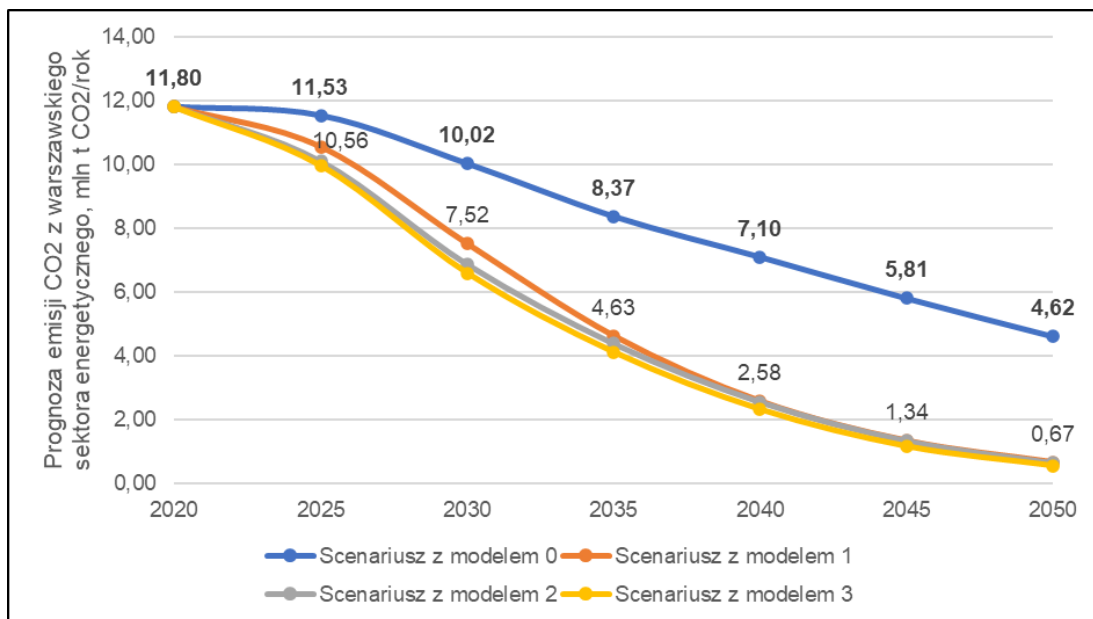
**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”

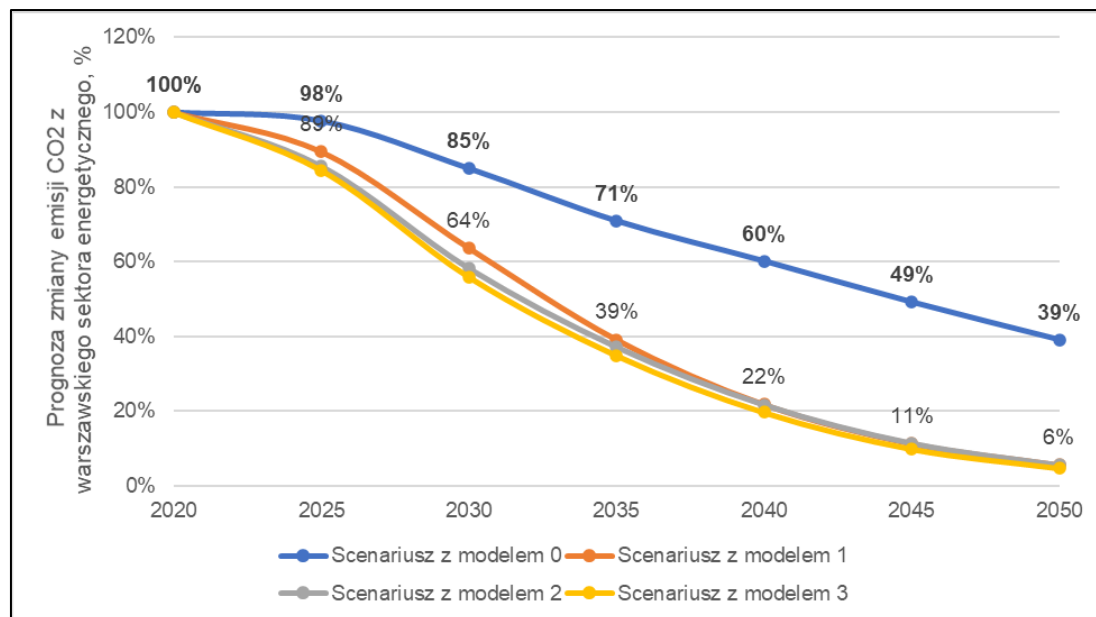
Nr ewidencyjny
240.1/ZC/2021

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy


Strona/Stron
46/49



Prognoza poziomu emisji CO₂ związanej z zaopatrzeniem w energię elektryczną i ciepło oraz transportem.



Prognoza zmiany poziomu emisji CO₂ związanej z zaopatrzeniem w energię elektryczną i ciepło oraz transportem – zmiana emisji względem roku 2020

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 47/49

Rozdział 19

W rozdziale 19 dokonano oceny możliwości pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną oraz ciepło sieciowe przez lokalne źródła biorąc pod uwagę zmiany wynikające m.in. z rozwoju miasta czy procesu zastępowania różnych postaci energii za pomocą energii elektrycznej. **Przeprowadzona analiza wskazuje, że dla scenariusza business as usual (model 0) nie ma możliwości pokrycia zapotrzebowania przez lokalne źródła gazowe.**


W przypadku modeli 2 oraz 3, od 2030 r. zbilansowanie rocznych potrzeb energetycznych Warszawy w zakresie energii elektrycznej będzie możliwe do osiągnięcia w oparciu o źródła lokalne oraz warszawskie duże źródła gazowe tylko przy założeniu pracy bloków gazowo-parowych ze średniorocznym obciążeniem na poziomie 80-85%. Jednak możliwość pracy tych źródeł w perspektywie roku 2050 będzie uzależniona od wielu czynników np. polityki energetycznej względem wykorzystania gazu ziemnego czy ceny uprawnień do emisji CO₂. **Należałoby się zatem spodziewać, że perspektywiczne pokrycie potrzeb energetycznych Miasta będzie w znacznie większym stopniu uzależnione od energetyki wiatrowej lądowej oraz morskiej.**

Rozdział 20

W rozdziale 20 zebrano syntetycznie wnioski z oceny sektora energetycznego pod kątem jego możliwej transformacji w kierunku systemu zasilanego wyłącznie energią elektryczną (monizm elektryczny).

- Stwierdza się, że pasywizacja budownictwa w scenariuszu business as usual postępuje zbyt wolno, aby zapewnić możliwość pokrycia potrzeb energetycznych za pomocą rozwiązań opartych o energię elektryczną.
- Zakłada się ponadto, że ze względu na duży potencjał w zakresie dostępu mieszkańców do sieci ciepłowniczej będzie ona funkcjonowała w perspektywie kolejnych dekad.
- Pomimo niepewnej roli gazu ziemnego dostrzega się w tym paliwie potencjał do stanowienia uzupełnienia dla stopniowo rozwijającego się rynku pomp ciepła. Same pompy ciepła nie będą jednak w stanie zabezpieczyć potrzeb cieplnych mieszkańców Warszawy w scenariuszu referencyjnym.
- Wykonawca dostrzega silne uzależnienie miasta od KSE, którego systematycznie malejący w perspektywie kolejnych lat poziom rezerwy mocy może w konsekwencji istotnie zagrozić ciągłości dostaw dla mieszkańców.
- Wykonawca zaznacza, że tylko kompleksowe podjęcie przez Miasto działań na wszystkich pięciu obszarach elektroprosumeryzmu (pasywizacja budownictwa, elektryfikacja ciepłownictwa i transportu, rozwój elektrotechnologii w środowisku cyfrowym³⁰ oraz gospodarki GOZ, a także reelektryfikacja OZE) pozwoli na znaczące obniżenie emisji CO₂ w horyzoncie 2050 r. o 95%.
- Wykonawca dostrzega również potrzebę rozwoju szkolnictwa w kierunku budowania kompetencji przydatnych na przyszłych rynkach elektroprosumeryzmu.


³⁰ Rozwój elektrotechnologii w środowisku cyfrowym dotyczy zastępowania tradycyjnych (wykorzystujących paliwa kopalne np. gaz) procesów przemysłowych elektrotechnologiami. Dotyczy to wielu aspektów w tym hutnictwa, obróbki metalu, grzejnictwa itd. Typowym przykładem jest kocioł indukcyjny, czy hartowanie indukcyjne. Technologie cyfrowe potrzebne są do zarządzania technologiami i wykorzystania ich potencjału do kształtowania profilu (elastyczności) zgodnie z założeniami np. Przemysłu 4.0.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 48/49

Rozdział 21

Rozdział 21 zawiera zestawienie wniosków i rekomendacji dla m.st. Warszawy odnośnie działań mających na celu zapewnienie wsparcia dla procesu transformacji sektora energetycznego.

- Działania wspierające transformację sektora energetycznego podejmowane przez gminę powinny skupiać się na obszarach będących w jej gestii, ze szczególnym naciskiem na możliwości lokalnego (rozumianego jako poziom miasta) kształtowania prawodawstwa oraz generowania impulsów do podejmowania wysiłku transformacyjnego przez użytkowników sektora energetycznego. Ze względu na powyższe, Wykonawca rekomenduje odstąpienie od uwzględniania w bilansie energetycznym Warszawy lotniska im. F. Chopina wskazując ten element jako będący poza wpływem miasta.
- Wykonawca silnie rekomenduje, aby w działania na rzecz transformacji sektora energetycznego zaangażować wszystkie komórki Urzędu Miasta. **Za wizję transformacji sektora jest odpowiedzialny cały Urząd**, w którym musi nastąpić zrozumienie i przekonanie dla konieczności wdrożenia rozwiązań bazujących na elektroprosumeryzmie, tak aby ze strony władz miejskich po opracowaniu modelu funkcjonowania sektora energetycznego wypłynął do mieszkańców spójny komunikat o znaczeniu i potrzebie przeprowadzenia zmian.
- Konieczne jest wypracowanie w ramach możliwości gminy mechanizmów wzmacniających nacisk na tempo zmian w zakresie pasywizacji zasobów budynkowych. Przyspieszenie procesu pasywizacji budynków jest priorytetem.
- Bardzo trudnym zadaniem będzie uzyskanie społecznej akceptacji dla planowanych działań. **Zmiana zachowań mieszkańców oraz zrozumienie idei elektroprosumeryzmu skutkujące wzrostem ich świadomości w tym zakresie będzie wymagało uruchomienia programów informacyjno-edukacyjnych.**
- Wykonawca rekomenduje rozważenie zasadności powołania osobnej komórki w strukturze UM m.st. Warszawa zajmującej się rozwojem kompetencji własnych w zakresie elektroprosumeryzmu oraz dalszym propagowaniem nowych rozwiązań wśród mieszkańców (kampanie promocyjne). W tym miejscu należy wskazać na dużą wagę badań społecznych stanowiących podstawę do ustalenia punktu referencyjnego w zakresie obserwacji zmiany zachowań mieszkańców Stolicy.
- Wykonawca zwraca uwagę na istotne zmiany zachodzące w zakresie rozumienia pojęcia bezpieczeństwa energetycznego w obszarze elektroprosumeryzmu. Dzisiejsza odpowiedzialność samorządu za zorganizowanie sektora energetycznego i zapewnienie bezpieczeństwa dostaw energii, w myśl idei elektroprosumeryzmu zostanie zdefiniowana na nowo jako zapewnienie mechanizmów prawa miejscowego i pełnienie roli pomocniczości w ich realizacji dla końcowych użytkowników energii, na których zostanie docelowo przerzucona odpowiedzialność za stosowanie adekwatnych rozwiązań technicznych mających na celu zabezpieczenie ich potrzeb energetycznych.
- Rekomenduje się włączenie lokalnych podmiotów, w tym przedsiębiorców z sektora MMŚP, firm z sektora energetycznego, ale także organizacji pozarządowych, w transformację energetyczną. Współpraca z lokalnymi podmiotami powinna mieć formę ścisłego zaangażowania podmiotów w tworzenie lokalnego prawa, zapewnienie dostępu do informacji niezbędnej w podjęciu działań inwestycyjnych wspomagających transformację własną oraz całej Warszawy.
- Zaleca się włączenie lokalnej społeczności w transformację na zasadzie ko-kreacji (współtworzenia) rozwiązań przyjaznych dla mieszkańców i zgodnych z założeniami


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240.1/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 49/49

elektroprosumeryzmu. Wymaga to zwiększenia inicjatyw takich jak budżet obywatelski, ale nakierowany na transformację energetyczną.

- Proponuje się wprowadzenie wskaźników np. w postaci kosztu elektroekologicznego jako narzędzia służącego do weryfikacji proponowanych rozwiązań. Konieczne jest uwzględnienie emisji skumulowanej w tworzeniu rankingu działań w miejsce emisji bezpośredniej.
- Postuluje się działania wpływające na zwiększenie kompetencji Warszawy w tworzeniu modelu energetycznego w horyzoncie 2050 oraz tworzenia planów strategicznych rozwoju, w tym planów zagospodarowania przestrzennego i ich zharmonizowanie z unijnymi ramami programowymi. W tym kontekście istotny jest postulat stworzenia instrumentów prawnych egzekucji prawa miejscowego na szczeblu ustawy.
- Rekomenduje się pilne ukierunkowanie szkolnictwa zawodowego i wyższego na potrzeby rynków elektroprosumeryzmu. Potrzeba jest kształcenia Inżynierów Transformacji zdolnych przejąć odpowiedzialność za transformację.
- Postuluje się intensyfikację działań zmierzających do obniżenia dotychczasowej wysokiej zależności społeczeństwa od komunikacji indywidualnej i zwiększenie roli komunikacji zbiorowej w sektorze transportu.

W **Załączniku 1** opisano podstawowe zagadnienia z zakresu analizy energetycznej oraz algorytm kosztu termo-ekologicznego (TEC) będące podstawą oceny efektywności energetyczno-ekologicznej modelu energetycznego miasta zaproponowanego w ramach projektu. **W dalszych etapach projektu koszt termo-ekologiczny będzie stanowił punkt wyjścia do określania kosztu elektro-ekologicznego dla oceny rozwiązań opartych o wytwarzanie energii elektrycznej w źródłach odnawialnych.**

Załącznik 2 zawiera podstawowe informacje o technologiach OZE przewidzianych do zbudowania nowego modelu sektora energetycznego, a także informacje w zakresie technologii pasywizacji budynków.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 2/35

Załącznik 1 – Analiza egzergetyczna oraz koszt termoeologiczny

1. Podstawy techniczne do oceny efektywności procesów - analiza egzergetyczna oraz koszt termoeologiczny TEC

W niniejszym rozdziale zaprezentowano podstawowe zagadnienia z zakresu analizy egzergetycznej oraz algorytm kosztu termo-ekologicznego (TEC) będące podstawą algorytmu do oceny efektywności energetyczno-ekologicznej zaproponowanego w ramach projektu modelu energetycznego miasta stołecznego Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniającego warunki elektroprosumeryzmu.

1.1 Bilans egzergii i sprawność egzergetyczna

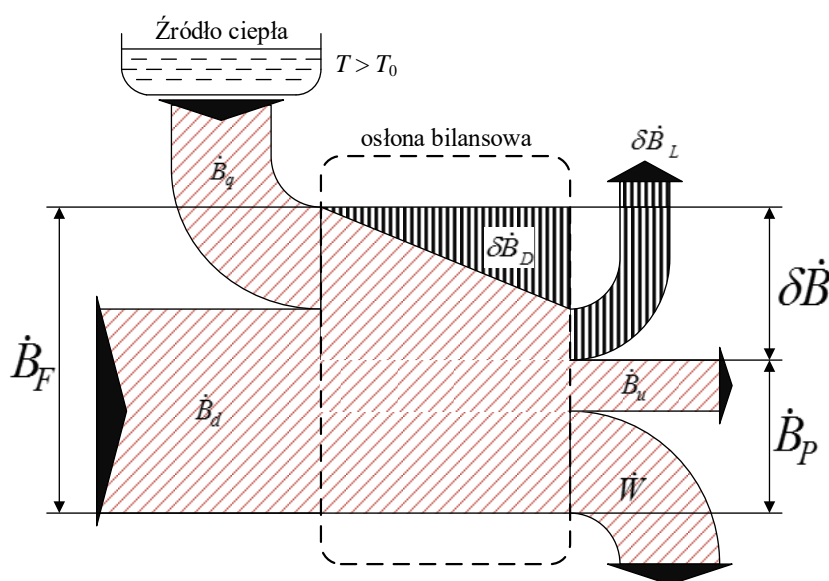
Egzergia – miernik jakości nośników energii oraz zasobów naturalnych jest zdefiniowana jako:

EGZERGIA: maksymalna zdolność do wykonania pracy wyznaczona w stosunku do otaczającej przyrody,


EGZERGIA: minimalny nakład pracy niezbędnej do uzyskania danej substancji z powszechnie występujących składników.

Egzergia napędzająca proces B_F będzie zawsze sumą egzergii produktów użytecznych B_P oraz strat egzergii δB – wewnętrznych δB_D i zewnętrznych δB_L . Przy czym dla procesów rzeczywistych zawsze będzie

występował warunek $B_F > B_P$. Idea bilansu egzergii została przedstawiona na Rys. Z1.1.



Rys. Z1.1 Idea bilansu egzergii

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 3/35

Ogólną postać bilansu egzergii można zapisać następująco:

$$B_d + \sum B_{q,d} = \Delta B_s + \sum B_{q,w} + W + B_u + \delta B_L + \delta B_D \quad (10.1)$$

gdzie:

- B_d – egzergia doprowadzona do układu, np. za pomocą strugi substancji,
- $B_{q,d}$ – egzergia doprowadzona do układu ze źródła ciepła o $T > T_0$,
- ΔB_s – przyrost egzergii układu,
- $B_{q,w}$ – egzergia wyprowadzona z układu do źródła ciepła o $T > T_0$,
- W – praca użyteczna wykonana przez układ,
- B_u – egzergia produktów użytecznych odprowadzanych z układu,
- δB_L – egzergia produktów odpadowych odprowadzanych z układu – zewnętrzna strata egzergii,
- δB_D – wewnętrzna strata egzergii wynikająca z nieodwracalności zjawisk zachodzących wewnątrz układu.

Bilans egzergii zapisany wzorem (10.1) można również przedstawić w formie uproszczonej:

$$B_F = B_P + \delta B_L + \delta B_D \quad (10.2)$$

gdzie:

- B_F – całkowita egzergia napędzająca rozpatrywany proces (egzergia „paliwa”),
- B_P – całkowita egzergia produktów użytecznych procesu.

Pozycją zamykającą bilans egzergii są wewnętrzne straty egzergii δB_D wynikające z nieodwracalności procesu **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania., Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania..** Są one proporcjonalne do całkowitej entropii wygenerowanej w procesie. Wewnętrzne straty egzergii można wyznaczać z zamknięcia bilansu (10.1) lub za pomocą prawa Gouy’a-Stodoli [1]:

$$\delta B_D = T_0 \pi = T_0 \sum \Delta S \quad (10.3)$$

W zagadnieniach technicznych analizuje się często urządzenia działające w stanie ustalonym. W takim przypadku bilans egzergii przyjmuje postać:

$$\dot{B}_d + \sum \dot{B}_{q,d} = \sum \dot{B}_{q,w} + \dot{W} + \dot{B}_u + \delta \dot{B}_L + \delta \dot{B}_D \quad (10.4)$$

Sprawność egzergetyczna wyraża stosunek egzergii produktów użytecznych procesu (B_P) do egzergii napędzającej proces („egzergii paliwa” – B_F). Na podstawie bilansu przedstawionego wzorem (10.2) sprawność egzergetyczną można zdefiniować jako:

$$\eta_B = \frac{B_P}{B_F} = 1 - \frac{\delta B_L}{B_F} - \frac{\delta B_D}{B_F} \quad (10.5)$$

gdzie:

- $\varepsilon_L = \frac{\delta B_L}{B_F}$ – względne, zewnętrzne straty egzergii,
- $\varepsilon_D = \frac{\delta B_D}{B_F}$ – względne, wewnętrzne straty egzergii.

Zewnętrzna strata egzergii δB_L jest wyrażana za pomocą egzergii produktu odpadowego lub niewykorzystanego składnika egzergii produktu użytecznego. Do zewnętrznych strat egzergii można zaliczyć np. egzergię spalin odpływających z kotła. Zewnętrzna strata egzergii może zatem być częściowo odzyskana np. poprzez wykorzystanie spalin do podgrzewania wody zasilającej kocioł.



Wewnętrzna strata egzergii δB_D wyznaczona z prawa Gouy'a-Stodoli jest stratą bezpowrotną i nie może być nawet w części bezpośrednio odzyskana. Straty te jednak można częściowo eliminować w danym procesie przez poprawę sprawności egzergicznej innych ogniw systemu. W tym celu należy straty egzergii rozdzielić na bezpośrednie i indukowane.

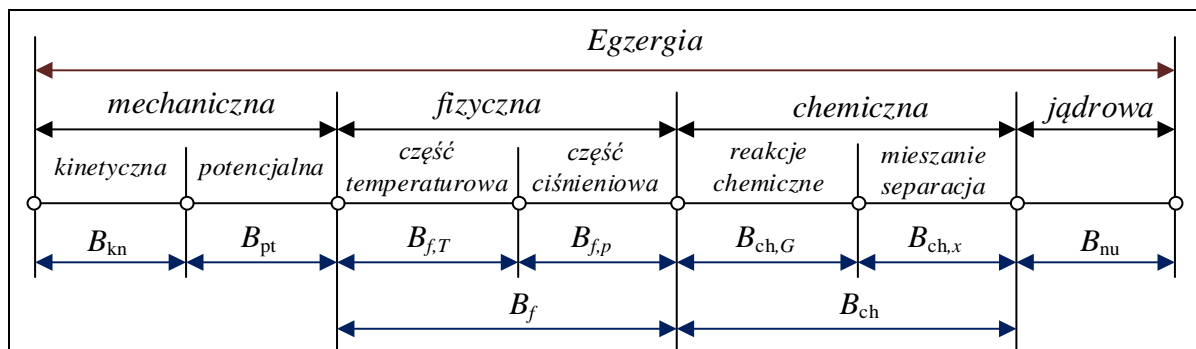
W analizie egzergicznej, opartej na bilansie egzergii oraz znajomości zewnętrznych i wewnętrznych strat egzergii, identyfikuje się miejsca oraz określa się wielkość i przyczyny niedoskonałości termodynamicznych w systemach energetycznych. Te informacje, niemożliwe do osiągnięcia przy zastosowaniu np. analizy energetycznej, są niezwykle cenne z punktu widzenia poprawy doskonałości termodynamicznej i ekonomicznej systemów produkcyjnych, również w zakresie oceny efektywności polityki energetycznej.

Egzergię strumieni ciepła doprowadzanych lub wyprowadzanych z zewnętrznych źródeł ciepła \dot{B}_q ujmuje zależność wynikająca ze sprawności Carnota, zdefiniowanej wzorem (10.6):

$$B_q = Q \left| \frac{T - T_0}{T} \right| \quad (10.6)$$

gdzie T oznacza temperaturę bezwzględną nośnika ciepła.

Składniki bilansu egzergii (równania 10.1 i 10.4): B_d – egzergia doprowadzona, B_u – egzergia wyprowadzonych z układu produktów użytecznych, δB_L – zewnętrzne starty egzergii mogą obejmować różne postacie egzergii. Na Rys. Z1.2 przedstawiono graficznie składowe egzergii **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania., Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania., Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania..**




Rys. Z1.2 Składowe egzergii

Całkowita egzergia substancji (*czynnika termodynamicznego*) B składa się z następujących części **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania., Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.:**

- **egzergia fizyczna** B_f – wynika z różniących się wartości temperatury T i ciśnienia p czynnika lub układu termodynamicznego od temperatury T_0 i ciśnienia otoczenia p_0 (stan referencyjny),
- **egzergia chemiczna** B_{ch} – wynika z odchylenia składu chemicznego rozpatrywanego systemu od składu występującego powszechnie w otoczeniu,
- **egzergia kinetyczna** B_{kn} – wynika z prędkości układu mierzonej względem otoczenia,
- **egzergia potencjalna** B_{pt} – wynika z wysokości mierzonej względem otoczenia,
- **egzergia nuklearna** B_{nu} – wynika z energii rozpadu cząstek pomniejszonej o energię emitowanego neutrino.

Egzergia fizyczna B_f dzieli się na dwie składowe:

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 5/35

- część ciśnieniową $B_{f,p}$ – wynikającą z różnicy ciśnienia w układzie p i ciśnienia otoczenia p_0 ,
- część temperaturową $B_{f,T}$ – wynikającą z różnicy temperatury panującej w układzie T i temperatury otoczenia T_0 .

Egzergię chemiczną czynnika termodynamicznego B_{ch} można rozdzielić na dwie składowe **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania., Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.:**

- egzergię chemiczną reaktywną $B_{ch,G}$ – przy jej obliczaniu pod uwagę bierze się reakcje chemiczne zachodzące w rozpatrywanym układzie termodynamicznym,
- egzergię chemiczną nie-reaktywną $B_{ch,x}$ – przy jej obliczaniu pod uwagę bierze się procesy niereaktywne, takie jak: rozprężanie, sprężanie, rozdzielanie, mieszanie.

Zgodnie z przyjętym podziałem *całkowita egzergia* czynnika termodynamicznego stanowi następującą sumę:

$$B = B_{kn} + B_{pt} + B_f + B_{ch} + B_{nu} \quad (10.7)$$

Tabela Z1.1 przedstawia wartość egzergetyczną wybranych nośników energii. Wartość ta wyrażona jest jako stosunek egzergii do energii (w przypadku paliw – energii chemicznej) B/E lub jako stosunek egzergii do ciepła B/Q .

Tabela Z1.1 Wartość egzergetyczna nośników energii

Lp.	Nośnik energii	Poziom temperatury	B/E	B/Q
1.	Elektryczność	–	1,000	–
2.	Gaz ziemny	–	1,036	–
3.	Węgiel kamienny	–	1,090	–
4.	Ropa naftowa	–	1,070	–
5.	Ciepło	150°C		0,295
		70°C		0,131
		40°C		0,048
		25°C		0,000
		0°C		0,091
		-25°C		0,201
		-40°C		0,279

Wartości, która przedstawia Tabela Z1.2 będą wykorzystywane przy ocenie efektywności technologii proponowanych w ramach modelu energetycznego miasta stołecznego Warszawy. Tabela Z1.2 przedstawia porównanie sprawności energetycznych i egzergetycznych dla wybranych przykładowych procesów energetycznych.

Tabela Z1.2 Porównanie sprawności energetycznej i egzergetycznej

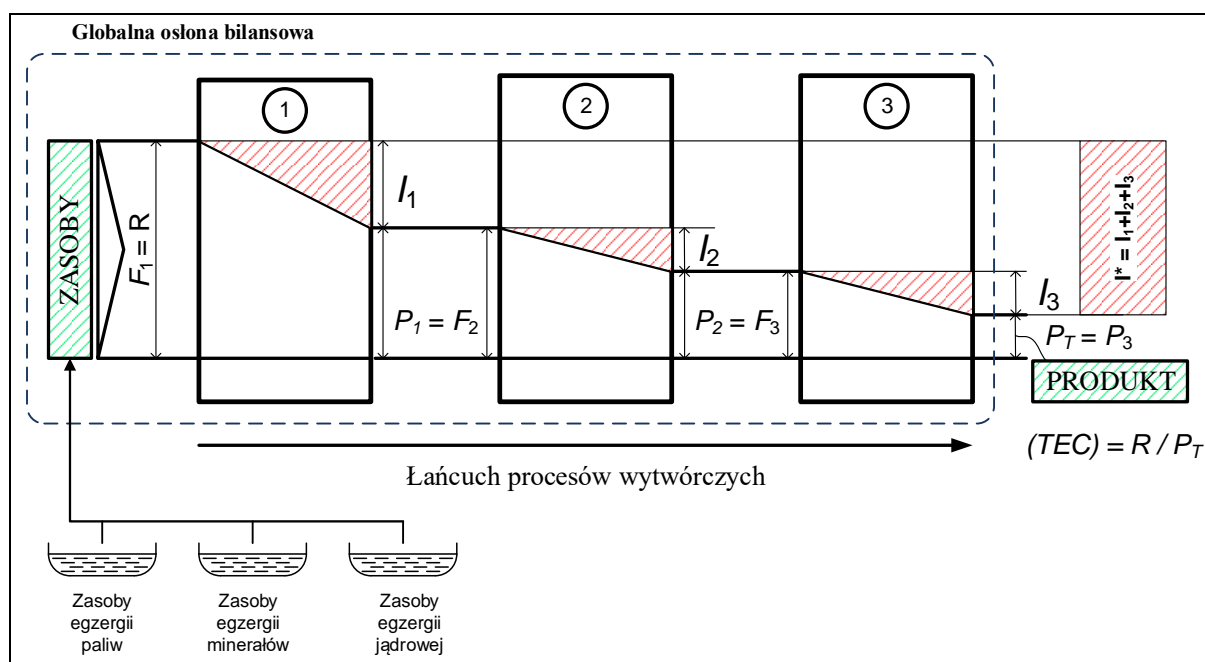
Proces	Sprawność energetyczna	Sprawność egzergetyczna
Kocioł wodny	0,85-1,05	0,15-0,18
Kocioł elektrowni parowej	0,90	0,50
Elektrownia	0,40	0,38
Elektrociepłownia	0,85	0,40
Pompa ciepła	1,20	0,20




Analiza energetyczna w lokalnej osłonie bilansowej, której podstawy przedstawiono w niniejszym punkcie jest podstawą dla algorytmu kosztu termo-ekologicznego (TEC) – analiza systemowa w globalnej osłonie bilansowej. Ocena energetyczna w lokalnej osłonie bilansowej nie jest poprawnym miernikiem oceny efektywności energetyczno-ekologicznej w przypadku porównywania różnych technologii energetycznych (w szczególności porównania nieodnawialnych i odnawialnych źródeł energii) oraz oceny modelu energetycznego miasta. W pracy do oceny tej efektywności zaproponowano zastosowanie oceny systemowej - **koszt termo-ekologiczny (TEC)**. Opis algorytmu wykorzystywanego w ramach projektu przedstawiono w podrozdziale 1.2 i 1.3.

1.2 Pojęcie kosztu termo-ekologicznego (TEC)

Jako miernik wyczerpywania nieodnawialnych zasobów naturalnych można przyjąć tak zwany *wskaźnik kosztu termo-ekologicznego* (TEC – Thermo-Ecological Cost) **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania., Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania., Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania., Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.** Wskaźnik TEC może być również wykorzystywany jako poprawny miernik efektywności energetyczno-ekologicznej w globalnej osłonie bilansowej. Koszt termo-ekologiczny ponoszony w związku z wytwarzaniem danego produktu jest zależny od stopnia wyczerpywania nieodnawialnych zasobów bogactw naturalnych, wynikającego ze zużycia surowców i półwyrobów we wszystkich ogniwach procesu wytwórczego danego produktu. Wskaźnik TEC jest wyrażony za pomocą skumulowanego zużycia energii nieodnawialnych zasobów naturalnych obciążającego każdy z produktów użytecznych z uwzględnieniem dodatkowego zużycia zasobów naturalnych wynikającego z kompensacji szkód ekologicznych **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania., Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.** W celu zastosowania idei kosztu energetycznego do oceny ekologicznej osłona bilansowa systemu nie może być przyjmowana arbitralnie. W tym przypadku analiza powinna bowiem uwzględniać poziom pozyskiwania zasobów z natury, jak to zilustrowano na Rys Z1.3.



	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 7/35

Rys. Z1.3 Idea skumulowanego zużycia energii zasobów nieodnawialnych

(R – energia nieodnawialnych zasobów naturalnych; F_i – energia doprowadzona do i -tego komponentu; P_i – energia produktu i -tego komponentu; l_i – straty energii w i -tym komponentcie; f – skumulowana strata energii P_T – energia produktu końcowego analizowanego systemu wytwórczego)

Algorytm TEC omówiony w szczegółach w dalszej części rozdziału będzie zaproponowany jako miernik efektywności dla oceny modelu energetycznego dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050.

Według definicji J. Szarguta **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania., Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.** koszt termo-ekologiczny TEC jest to **skumulowane zużycie energii zasobów nieodnawialnych obciążające wszystkie etapy procesów wytwórczych, prowadzące od pozyskania surowców do produktu finalnego. Na każdym z rozpatrywanych etapów łańcucha procesów produkcyjnych należy uwzględnić zużycie nośników energii, materiałów, nakłady związane z transportem, wytwarzanie produktów ubocznych oraz straty związane z odprowadzaniem zanieczyszczeń do środowiska naturalnego.**

Do głównych zastosowań analizy kosztu termo-ekologicznego należy zaliczyć następujące zagadnienia badawcze **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.:** 1) ocena wpływu parametrów eksploatacyjnych systemów energetycznych i energotechnologicznych na wyczerpywanie nieodnawialnych zasobów naturalnych, 2) wybór technologii zapewniającej minimalne wyczerpywanie nieodnawialnych zasobów naturalnych, związane z wytwarzaniem rozpatrywanego produktu użytecznego, 3) optymalizacja parametrów eksploatacyjnych, struktury wytwarzania danego wyrobu użytecznego oraz parametrów konstrukcyjnych, zapewniająca minimalizację wyczerpywania zasobów nieodnawialnych, 4) szacowanie wpływu odprowadzania szkodliwych substancji do otoczenia na wyczerpywanie zasobów nieodnawialnych, 5) analiza wpływu wymiany międzyregionalnej na wyczerpywanie zasobów krajowych bogactw nieodnawialnych, 6) określanie wpływu poszczególnych dóbr użytecznych na wyczerpywanie zasobów nieodnawialnych w okresie ich pełnego cyklu istnienia (*thermo-ecological life cycle analysis*), 7) szacowanie stopnia zrównoważonego rozwoju, 8) określanie wielkości *podatku proekologicznego* zastępującego istniejące podatki od osób fizycznych i podatek VAT.

1.3 Metodyka wyznaczania kosztu termo-ekologicznego (TEC)


1.3.1 Bilans kosztu termo-ekologicznego

Jednostkowy koszt termo-ekologiczny j -tego produktu głównego ρ_j można wyznaczyć za pomocą układu równań bilansowych TEC **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania., Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania., Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania., Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania., Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.** Dla j -tej gałęzi wytwórczej równanie bilansowe kosztu termo-ekologicznego przyjmuje postać:

$$\rho_j + \sum_i f_{ij} \rho_i = \sum_s b_{sj} + \sum_i a_{ij} \rho_i + \sum_r a_{rj} \rho_r + \sum_k p_{kj} \zeta_k \quad (10.8)$$

gdzie:

- a_{ij}, f_{ij} – współczynniki zużycia i ubocznego wytwarzania i -tego półwyrobu krajowego w j -tej gałęzi wytwórczej, np. kg/kg; kg/MJ;
- a_{rj} – współczynnik zużycia r -tego półwyrobu importowanego w j -tej gałęzi wytwórczej, np. kg/kg; kg/MJ;

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 8/35

- b_{sj} – bezpośrednie zużycie energii s -tego nieodnawialnego zasobu naturalnego w j -tej gałęzi wytwórczej, MJ/kg lub MJ/kmol;
 p_{kj} – ilość wytwarzanego k -tego produktu odpadowego na jednostkę j -tego produktu głównego, np. kg/kg; kg/MJ;
 ρ_j, ρ_i – jednostkowy koszt termo-ekologiczny produktu głównego j -tego i i -tego procesu, MJ/kmol lub MJ/kg;
 ρ_r – jednostkowy koszt termo-ekologiczny r -tego wyrobu importowanego, MJ/kmol lub MJ/kg;
 ζ_k – koszt termo-ekologiczny obciążający jednostkę k -tego produktu odpadowego, MJ/kg.

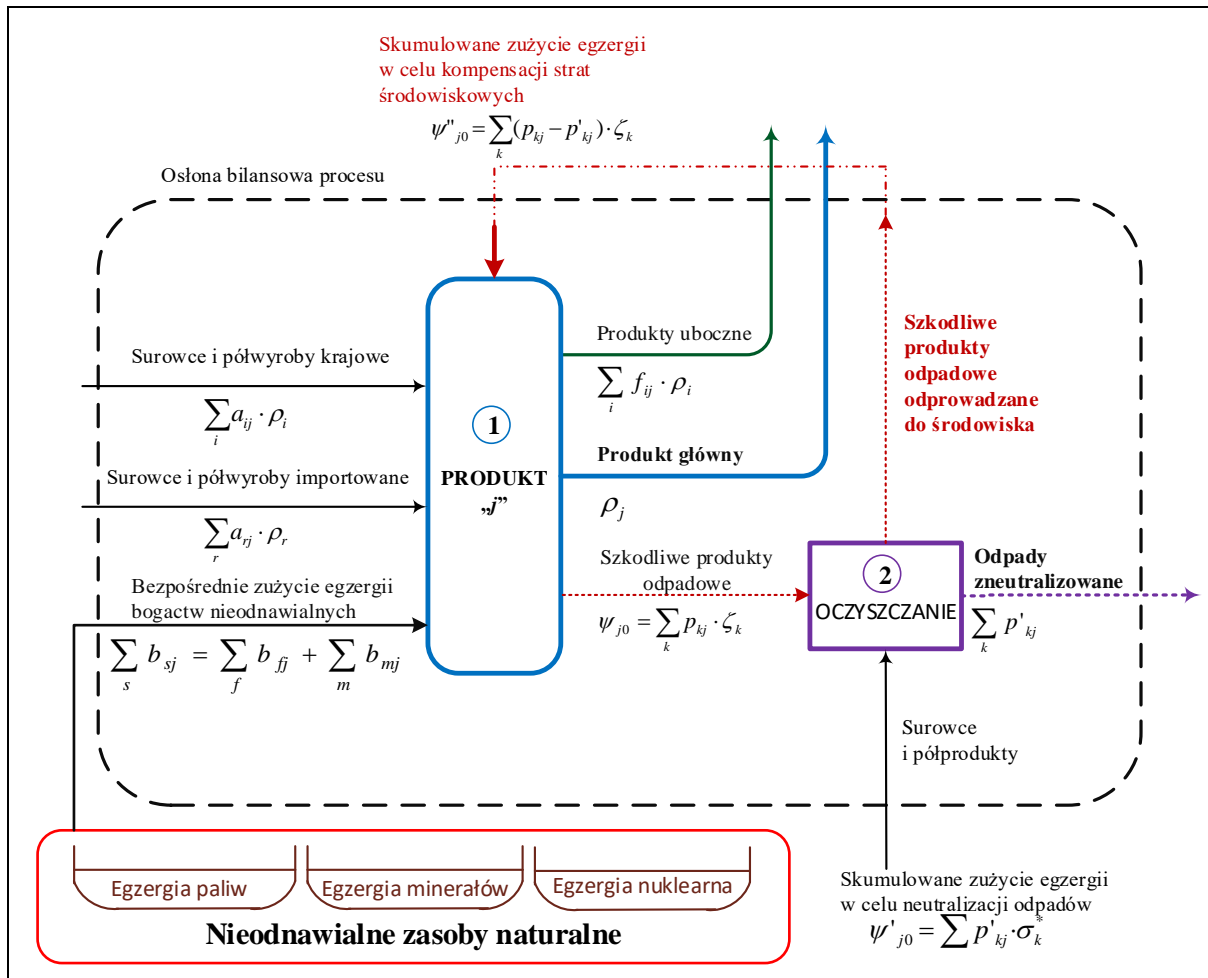
Bilans kosztu termo-ekologicznego dla dowolnego j -tego procesu wytwórczego przedstawiono na Rys Z1.4.

W ramach pracy bilans TEC przedstawiony za pomocą równania (10.8) oraz na Rys Z1.4 będzie zdefiniowany dla komponentów modelu energetycznego miasta stołecznego Warszawy w perspektywie roku 2050.

Wartości wskaźników skumulowanego zużycia energii są zwykle większe od energii właściwej danego produktu. W analizach kosztu termo-ekologicznego warto więc wprowadzić **wskaźnik zrównoważonego rozwoju** r_j , zdefiniowany jako **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania., Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.:**

$$r_j = \frac{\rho_j}{b_j} \quad (10.9)$$

Wskaźnik ten wyraża stosunek kosztu termo-ekologicznego j -tego produktu ρ_j do jego energii właściwej b_j . Wskaźnik r_j jest bezwymiarowy. Wskaźnik ten powinien być jak najmniejszy, gdyż wskazuje to na małe obciążenie krajowych zasobów energii (energii) nieodnawialnej. Zmniejszeniu wartości wskaźnika sprzyja większe wykorzystanie zasobów odnawialnych. Przy odpowiednio dużym udziale zasobów odnawialnych wskaźnik zrównoważonego rozwoju może osiągać wartości mniejsze od jedności.



Rys. Z1.4. Schemat bilansu kosztu termo-ekologicznego


1.3.2 Koszt termo-ekologiczny szkodliwych produktów odpadowych

Ostatni człon równania bilansu kosztu termo-ekologicznego (10.8) dotyczy odprowadzania substancji szkodliwych do otoczenia. Wskaźniki kosztu termo-ekologicznego szkodliwych produktów odpadowych odprowadzanych do otoczenia ζ_k określają dodatkowe zapotrzebowanie na produkty użyteczne, niezbędne do skompensowania strat ekologicznych powstałych na skutek odprowadzania substancji szkodliwych do otoczenia. Wskaźniki ζ_k należałoby określić dla wszystkich substancji szkodliwych odprowadzanych do otoczenia. W praktyce stosuje się metodę przybliżoną **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.** W której wykorzystuje się monetarne wskaźniki szkodliwości w_k do obliczenia wskaźników ζ_k :

$$\zeta_k = \frac{B w_k}{(\text{PKB}) - \sum_k P_k w_k} \quad (10.10)$$

gdzie:

- B** – roczne krajowe zużycie energii zasobów nieodnawialnych, np. MJ;
- (PKB)** – roczny produkt krajowy brutto, np. euro;
- P_k** – roczna ilość wytworzonego k -tego produktu szkodliwego, kg;
- w_k** – monetarny wskaźnik szkodliwości k -tej substancji szkodliwej, np. euro/kg.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 10/35

Oprócz kosztu termo-ekologicznego, wynikającego ze strat na skutek odprowadzania szkodliwych substancji do otoczenia, można również wyznaczyć koszt termo-ekologiczny niezbędny do oczyszczenia produktów odpadowych odprowadzanych z procesów produkcyjnych, nazwany dalej *kosztem termo-ekologicznym usuwania* **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania..** Koszt ten wyznacza się jako skumulowane zużycie energii na jednostkę szkodliwej substancji usuniętej z produktu odpadowego w instalacji oczyszczania:

$$\sigma_k = \frac{\sum_j m_{j,k} \rho_j - \sum_u m_{u,k} S_{i,u} \rho_i}{m_k} \quad (10.11)$$

gdzie:

- $m_{j,k}$ – ilość j -tego surowca, półproduktu lub nośnika energii zużytego w związku z usuwaniem k -tej substancji szkodliwej,
- m_k – ilość usuniętej k -tej substancji szkodliwej,
- $m_{u,k}$ – ilość produkowanego u -tego produktu ubocznego wytwarzanego podczas usuwania k -tej substancji szkodliwej (np. w instalacji mokrego oczyszczania spalin ubocznie wytwarzany jest gips, który może być wykorzystany użytecznie, zastępując gips produkowany w technologii tradycyjnej).

1.4 Koszt termo-ekologiczny wytwarzania elektryczności i ciepła

Wytwarzanie ciepła i elektryczności może się odbywać w układzie rozdzielonym (np. ciepłownia lub lokalna kotłownia oraz elektrownia systemowa) lub w układzie skojarzonym. W przypadku układu rozdzielonego wytwarzania elektryczności i ciepła dla znanych wartości zużycia nośników zasilających system oraz emisji substancji szkodliwych wskaźnik kosztu termo-ekologicznego wyznacza się bezpośrednio z bilansu TEC (r. 1.3). W drugim z wymienionych przypadków wymagany jest podział zużycia paliwa pomiędzy produkty elektrociepłowni. Jednym ze sposobów jest **metoda klucza egzergetycznego**.

W metodzie egzergetycznego podziału paliwa pod uwagę bierze się jednostkowe zużycie energii k obciążające łącznie produkcję procesu skojarzonego. Zużycie to w przypadku skojarzonego wytwarzania ciepła i elektryczności opisuje zależność:


$$k = \frac{\dot{B}_F}{\dot{B}_P} = \frac{\alpha \dot{E}_{F, \text{CHP}}}{\dot{Q}_{\text{CHP}} \frac{T_m - T_{ot}}{T_m} + \dot{N}_{el}} \quad (10.12)$$

gdzie:

- \dot{B}_F – całkowity strumień energii paliwa zasilającego proces,
- \dot{B}_P – całkowita energia produktów użytecznych obejmująca elektryczność i ciepło,
- α – stosunek energii chemicznej paliwa do jego wartości opałowej,
- T_m – średnia termodynamiczna temperatura wytwarzanego nośnika ciepła, K,
- T_{ot} – temperatura odniesienia (temperatura otoczenia), K.

Znając jednostkowy koszt egzergetyczny obciążający produkty CHP – k , można obliczyć energię chemiczną paliwa obciążającą wytwarzanie ciepła grzejnego wynikającą z relacji:

$$\dot{E}_{F,Q} = \dot{Q}_{\text{CHP}} \frac{T_m - T_0}{T_m} \frac{k}{\alpha} \quad (10.13)$$

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 11/35

Zużycie energii chemicznej obciążające wytwarzanie elektryczności opisuje równanie:

$$\dot{E}_{F,el} = N_{el} \frac{k}{\alpha} \quad (10.14)$$

W ramach algorytmu zastosowana będzie również metoda kosztów unikniętych. W układzie skojarzonym wytwarzane jest ciepło grzejne (produkt główny) oraz energia elektryczna (produkt uboczny). W takim przypadku koszt termo-ekologiczny produktu ubocznego należy określić, wykorzystując zasadę zastępowania produktu w równoważnym procesie jednocelowym przez produkt uboczny. W rozważanym przypadku energia elektryczna produkowana ubocznie w elektrociepłowni zastępuje energię elektryczną wytwarzaną w elektrowniach krajowego systemu elektroenergetycznego, dla której znany jest globalny wskaźnik sprawności energetycznej η_{Eel} . Wskaźnik kosztu termo-ekologicznego produkcji ciepła grzejnego w elektrociepłowni wynika z kosztu termo-ekologicznego paliwa zużywanego w elektrociepłowni, pomniejszonego o koszt termo-ekologiczny paliwa zastąpienego w elektrowni zawodowej.

Koszt termo-ekologiczny wytwarzania elektryczności elektrociepłowni obliczany loco odbiorca:

$$\rho_Q = \frac{\dot{E}_{ch,el,EC}}{N_{el}\eta_{pc}} (\gamma_{pal} + \sigma_{pal}) \quad (10.15)$$

gdzie:

η_{pc} - sprawność przesyłania ciepła,

γ_{pal} - koszt termo-ekologiczny paliwa, odniesiony do energii chemicznej

σ_{pal} - koszt termo-ekologiczny, obciążający emisje substancji szkodliwych powstałych ze spalania jednostki energii chemicznej paliwa.

Koszt termo-ekologiczny wytwarzania ciepła w elektrociepłowni obliczany loco odbiorca:

$$\rho_Q = \frac{\dot{E}_{chcEC}}{\dot{Q}_g \eta_{pc}} (\gamma_{pal} + \sigma_{pal}) \quad (10.16)$$

gdzie:

η_{pc} - sprawność przesyłania ciepła,

γ_{pal} - koszt termo-ekologiczny paliwa, odniesiony do energii chemicznej

σ_{pal} - koszt termo-ekologiczny, obciążający emisje substancji szkodliwych powstałych ze spalania jednostki energii chemicznej paliwa.

Algorytm podziału paliwa w elektrociepłowni, będący podstawą wyznaczenia wskaźnika kosztu termo-ekologicznego dla ciepła i elektryczności, został zilustrowany w poniższym przykładzie.

Przykład: Podział energii chemicznej paliwa w elektrociepłowni


Pod uwagę bierze się dwa przypadki:

- a – elektrociepłownia opalana węglem kamiennym (wk),
- b – elektrociepłownia opalania gazem ziemnym (gz).

Ponadto przyjęto następujące dane:

– średnia termodynamiczna temperatura nośnika ciepła

$$T_m = 393 \text{ K,}$$

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 12/35

- temperatura otoczenia $T_0 = 278 \text{ K}$,
- stosunek egzergii do energii chemicznej (węgiel) $\alpha_{wk} = 1,09$,
- stosunek egzergii do energii chemicznej (gaz ziemny) $\alpha_{gz} = 1,04$.

Formuły obliczeniowe wraz z uzyskanymi wynikami przedstawia Tabela Z1.3.


Tabela Z1.3. Podział paliwa w elektrociepłowni

Lp.	Wielkość	Formuła	Jedn.	Wariant a	Wariant b
1.	Rodzaj paliwa	F	-	wk	gz
2.	Ciepło grzejne	Q_{CHP}	MJ	1000,00	1000,00
3.	Wskaźnik skojarzenia	σ	-	0,30	1,00
4.	Energia elektryczna	$E_{el} = \sigma Q_{CHP}$	MJ	300,00	1000,00
5.	Sprawność energetyczna	$\eta_{E,CHP}$	-	0,75	0,85
6.	Zużycie en. chem. paliwa	$E_{F,CHP} = (Q_{CHP} + E_{el})/\eta_{E,CHP}$	MJ	1733,33	2352,94
7.	Czynnik Carnota	$\eta_C = (T_m - T_0)/T_m$	-	0,29	0,29
8.	Jednostkowe zużycie egzergii	$k = \alpha E_{F,CHP}/(E_{el} + Q_{CHP}\eta_C)$	MJ/MJ	3,19	1,89
9.	Energia paliwa – ciepło	$E_{F,Q} = Q_{CHP} \eta_C k/\alpha$	MJ	855,88	532,65
10.	Energia paliwa – elektryczność	$E_{F,el} = E_{el} k/\alpha$	MJ	877,46	1820,29

Zaprezentowany w przykładzie sposób podziału paliwa w elektrociepłowni jest podstawą określenia wskaźników kosztu termo-ekologicznego ciepła i elektryczności wytwarzanych w procesie skojarzonym przy wykorzystaniu bilansu TEC (r. 1.3) i będzie zastosowany w ramach modelu energetycznego miasta stołecznego Warszawy w perspektywie roku 2050 do oceny procesów skojarzonych. Tabela Z1.4 przedstawia wskaźniki kosztu termo-ekologicznego dla ciepłowni (C), elektrowni (EL) i elektrociepłowni (KOG). Dla wyznaczenia zużycia energii chemicznej paliwa w ciepłowni (HP) oraz elektrowni (PP) założono następujące wartości sprawności energetycznych: $\eta_{E,C} = 0,75$; $\eta_{E,EL} = 0,35$.

Tabela Z1.4 Koszt termo-ekologiczny ciepła i elektryczności

Lp.	Wielkość	Formuła	Jedn.	C Q	EL E_{el}	KOG Q	KOG E_{el}
1.	Ciepło	$P_1 = Q$	MJ	1000	-	1000	-
2.	Elektryczność	$P_2 = E_{el}$	MJ	-	300	-	300
3.	Paliwo	E_F	MJ	1333.30	857.14	855.88	877.46
4.	Zużycie jednostkowe	$a_{F,P} = E_F/P_i$	MJ/MJ	1.33	2.86	0.86	2.92
5.	Emisja NO _x	p_{NO_x}	g/MJ	0.1	0.20	0.07	0.23
6.	Emisja SO _x	p_{SO_x}	g/MJ	0.275	0.55	0.19	0.64
7.	Emisja pyłu	$p_{pył}$	g/MJ	0.05	0.10	0.03	0.12
8.	Emisja CO ₂	p_{CO_2}	g/MJ	127	254.00	86.96	297.17

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 13/35

9.	TEC – część paliwowa	$\rho_p = a_{pi}\rho_i$	MJ/MJ	1.49	3.20	0.96	3.28
10.	TEC – emisje	$\rho_\zeta = \sum p_i \zeta_i$	MJ/MJ	0.04	0.07	0.03	0.09
11.	TEC – CO ₂	$\rho_\sigma = \sum p_{CO_2} \sigma_{CO_2}$	MJ/MJ	0.56	1.12	0.38	1.31
12.	TEC całkowity	$\rho = \sum \rho_i$	MJ/MJ	2.09	4.39	1.37	4.67

Koszt termo-ekologiczny wytwarzania energii elektrycznej w elektrowniach zawodowych

Całkowity koszt termo-ekologiczny energii elektrycznej wytwarzanej w krajowym systemie elektroenergetycznym można wyznaczyć z zależności:

$$\Omega_{el} = \sum_j E_{ch,j} \left(\gamma_j + \sum_k p_{k,j} \zeta_k \right) \quad (10.17)$$

gdzie:

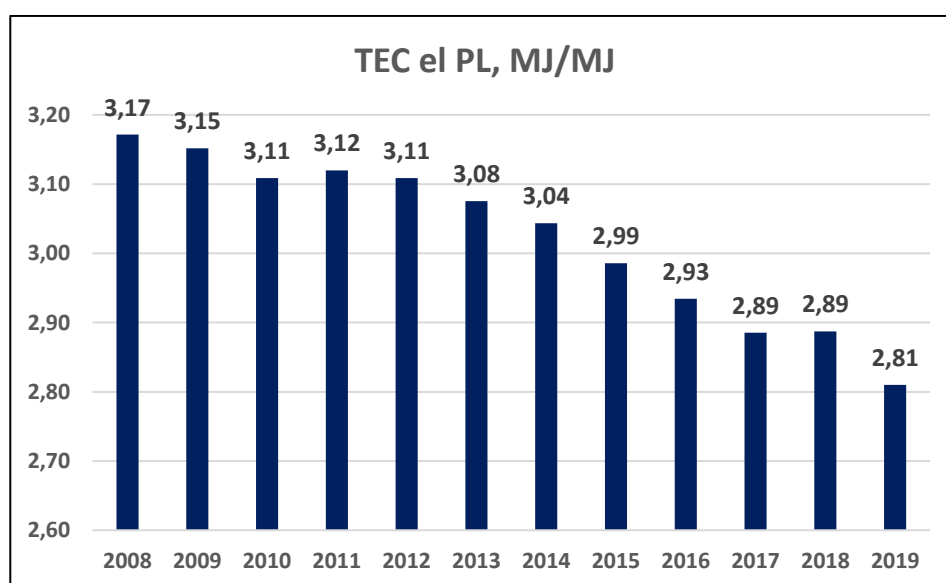
- $E_{ch,j}$ - zużycie energii chemicznej j -tego paliwa,
- γ_j - stosunek kosztu termo-ekologicznego j -tego paliwa do jego energii chemicznej,
- $\sum_k p_{k,j} \zeta_k$ - koszt termo-ekologiczny obciążający emisję szkodliwych substancji, powstających przy spalaniu j -tego paliwa.

Średni wskaźnik kosztu termo-ekologicznego wytwarzania energii elektrycznej wynika z zależności:


$$\rho_{el} = \frac{\sum_j E_{ch,j} (\gamma_j + \sum_k p_{k,j} \zeta_k)}{E_{el,R}} \quad (10.18)$$

gdzie $E_{el,R}$ oznacza roczną ilość wytworzonej elektryczności.

Rys. Z1.5 przedstawia wyniki obliczeń kosztu termo-ekologicznego (część eksploatacyjna) elektryczności wytwarzanej w krajowych elektrowniach zawodowych w latach 2008 - 2019.



Rys. Z1.5. Koszt termo-ekologiczny elektryczności wytwarzanej w KSE


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 14/35

Przedstawione wyniki pokazują, że w rozpatrywanym okresie następowało zmniejszenie wartości wskaźnika kosztu termo-ekologicznego elektryczności generowanej w elektrowniach zawodowych. Mimo utrzymującej się dominacji węgla kamiennego i brunatnego eksploatacyjna część wskaźnika TEC zmniejszyła się z wartości 3,17 MJ/MJ w roku 2008 do wartości 2,81 MJ/MJ w roku 2019. Przedstawione na Rys. Z1.5 wyniki w ramach projektu modelu energetycznego miasta stołecznego Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniającego warunki elektroprosumeryzmu będą wykorzystywane jako wariant referencyjny.

Tabela Z1.5 przedstawia wyniki obliczeń wskaźnika kosztu termo-ekologicznego (TEC) dla wybranych technologii energetycznych (elektrowni).

Tabela Z1.5. TEC dla wybranych elektrowni

$\eta_{E,el}$	ρ_{SO_2}	ρ_{NO_x}	$\rho_{pył}$	ρ_P	ρ_{\square}	ρ_{el}
	kg/MJ pal	kg/MJ pal	kg/MJ pal	MJ/MJ	MJ/MJ	MJ/MJ
Elektrownia parowa						
30,0	0,0002	0,0002	0,00013	3,768	0,064	3,833
42,0	0,0002	0,0002	0,00013	2,692	0,046	2,738
47,0	0,0002	0,0002	0,00013	2,405	0,041	2,446
Elektrownia z turbiną gazową						
30,0	0	0,0001	0	3,488	0,015	3,503
35,0	0	0,0001	0	2,989	0,013	3,002
40,0	0	0,0001	0	2,616	0,011	2,627
Elektrownia gazowo-parowa						
47,0	2,9E-09	0,0001	0,000007	2,144	0,010	2,153
47,4	2,9E-09	0,0001	0,000007	2,130	0,010	2,140

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 15/35

Elektrownia IGCC						
35,0	0,0002	0,0001	0,00002	3,511	0,015	3,526
40,0	0,0002	0,0001	0,00002	3,072	0,015	3,087
45,0	0,0002	0,0001	0,00002	2,731	0,015	2,746
50,0	0,0002	0,0001	0,00002	2,458	0,015	2,473

ρ_F – koszt termo-ekologiczny wynikający ze zużycia paliwa, ρ_ζ – koszt termo-ekologiczny obciążający emisje substancji szkodliwych, ρ_{el} – koszt termo-ekologiczny elektryczności
IGCC - Integrated Gasification Combined Cycle

Koszt termo-ekologiczny ciepła grzejnego wytwarzanego w układach gospodarki rozdzielonej

Najczęściej stosowanymi urządzeniami do wytwarzania ciepła w układach rozdzielonych są kotły węglowe oraz kotły gazowe. Ze względu na wysokie koszty rzadziej używane są kotły olejowe i ogrzewanie elektryczne. Coraz częściej używane są natomiast pompy grzejne. Koszt termo-ekologiczny wytwarzania ciepła w kotle wodnym:

$$\rho_{KW} = \frac{1}{\eta_{Ek}} \left(\chi_p \rho_{pk} + (1 - \chi_p) \rho_{pi} + \sum_k e_k \zeta_k \right) \quad (10.19)$$

gdzie:

ρ_{pk} – koszt termo-ekologiczny paliwa krajowego MJ/MJ,

ρ_{pi} – koszt termo-ekologiczny paliwa importowanego MJ/MJ,

χ_p – udział paliwa krajowego w całkowitym zużyciu rozpatrywanego paliwa,

e_k – emisja jednostkowa k -tej substancji szkodliwej na jednostkę energii chemicznej paliwa zużywanego w kotle.

W przypadku ogrzewania elektrycznego wskaźnik eksploatacyjny kosztu termo-ekologicznego ciepła grzejnego jest równy wskaźnikowi kosztu termo-ekologicznego wytwarzania energii elektrycznej loco odbiorca $\rho_{Qel} = \rho_{el}$. W przypadku pompy grzejnej sprężarkowej z napędem elektrycznym wskaźnik kosztu termo-ekologicznego ciepła grzejnego wynika z zależności:

$$\rho_{Qpg} = \frac{\rho_{el}}{\varepsilon} \quad (10.20)$$

gdzie ε oznacza wskaźnik efektywności energetycznej pompy grzejnej.


W celu porównania kosztu termo-ekologicznego ciepła wytwarzanego w kotłach węglowych, olejowych i gazowych założono, że są to kotłownie zlokalizowane w niewielkiej odległości od odbiorów ciepła grzejnego, a koszt termo-ekologiczny ponoszony w związku ze stratami przesyłania ciepła można pominąć. Tabela Z1.6 przedstawia porównanie wskaźników kosztu termo-ekologicznego wytwarzania ciepła grzejnego w wybranych źródłach.



Tabela Z1.6. Koszt termo-ekologiczny ciepła grzejnego

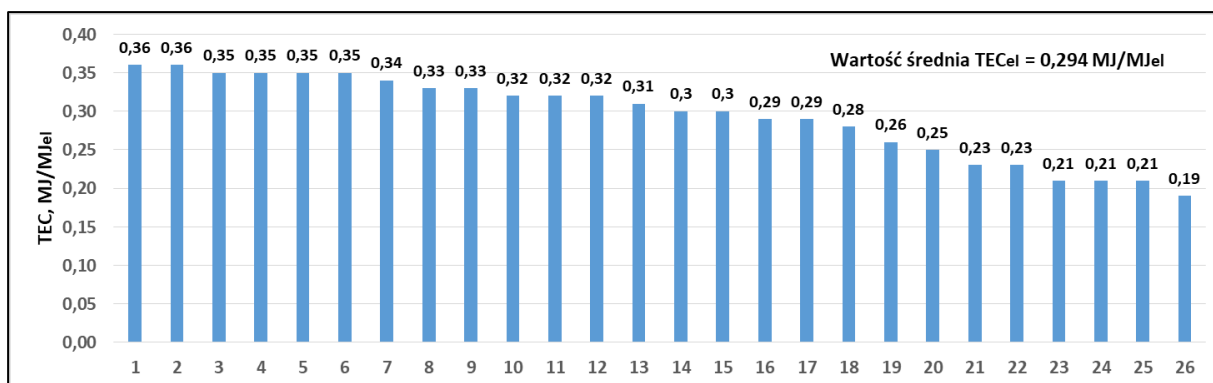
η_E	SO ₂	NO _x	Pył	TEC _Q	TEC _{ex}
-	kg/MJ _F	kg/MJ _F	kg/MJ _F	MJ/MJ _Q	MJ/MJ _{ex}
Kotłownia węglowa					
0,60	0,00065	0,00003	0,0014	1,96	10,30
0,70	0,00065	0,00003	0,0014	1,68	8,83
0,75	0,00065	0,00003	0,0014	1,57	8,24
0,80	0,00065	0,00003	0,0014	1,47	7,72
0,85	0,00065	0,00003	0,0014	1,38	7,27
Kotłownia gazowa					
0,85	0	0,00003	0	1,11	5,82
0,90	0	0,00003	0	1,04	5,50
0,95	0	0,00003	0	0,99	5,21
Kotłownia olejowa					
0,70	0,0002	0,0001	0	1,64	8,65
0,80	0,0002	0,0001	0	1,44	7,57
0,85	0,0002	0,0001	0	1,35	7,12
0,90	0,0002	0,0001	0	1,28	6,73
Ogrzewanie elektryczne					
0,36	0,0002	0,0002	0,00013	3,29	17,29
Pompa ciepła (TEC)_{el} = 2,8 MJ/MJ					
3,0				0,93	4,91
4,0				0,70	3,68
5,0				0,56	2,95
Pompa ciepła (TEC)_{el} = 3,6 MJ/MJ					
3,0				1,20	6,32
4,0				0,90	4,74
5,0				0,72	3,79

Przedstawione w rozdziale 10 algorytmy i wskaźniki TEC można wykorzystać do oceny porównawczej globalnej efektywności energetyczno-ekologicznej systemu energetycznego miasta Warszawa dla stanu obecnego (stan referencyjny) oraz planowanego w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu (stan docelowy).

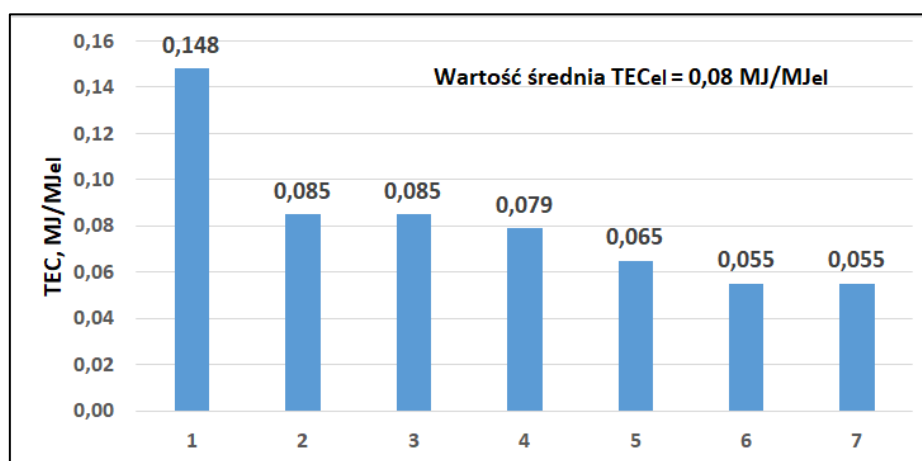
	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 17/35

1.5 Ocena TEC instalacji OZE zintegrowanych z akumulacją energii Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania., Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.

Jednym z kluczowych problemów w zakresie oceny systemów akumulacji energii jest poprawna ocena efektywności energetyczno-ekologicznej. Dotyczy to w szczególności systemów akumulacji Power-to-Gas (P-t-G) i Power-to-Power (P-t-P) zasilanych energią elektryczną z odnawialnych źródeł energii. Efektywność energetyczna tych systemów zarówno w literaturze światowej jak i krajowej jest najczęściej określana w lokalnej osłonie bilansowej obejmującej system akumulacji. Poprawna ocena efektywności energetyczno-ekologicznej wymaga przede wszystkim zastosowania analizy systemowej w globalnej osłonie bilansowej sięgającej poziomu wyczerpywania nieodnawialnych bogactw naturalnych, w tym wpływu OZE na wyczerpywanie tych bogactw (ocena TEC). Dodatkowo ocena systemowa efektywności energetyczno-ekologicznej wymaga zdefiniowania stanu referencyjnego, w którym oceniane są efekty energetyczne i ekologiczne dla wariantu, gdy elektryczność generowana w OZE jest przekazywana bezpośrednio do systemu elektro-energetycznego. Wyniki TEC dla elektryczności generowanej w elektrowniach PV oraz wiatrowych przedstawiono na Rys Z1.6 oraz Rys. Z1.7.




Rys. Z1.6. Koszt termo-ekologiczny TEC elektryczności z ogniw PV



Rys. Z1.7. Koszt termo-ekologiczny TEC elektryczności z elektrowni wiatrowych PV

Wskaźniki z Rys. Z1.6 oraz Rys. Z1.7 będą wykorzystane w ocenie TEC instalacji OZE przewidzianych w ramach projektu modelu energetycznego miasta stołecznego Warszawy w perspektywie roku 2050.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 18/35

Dodatkowo porównanie przykładowych TEC dla różnych technologii wytwarzania elektryczności (OZE i nie-OZE) przedstawia Tabela Z1.7.

Tabela Z1.7 Koszt termo-ekologiczny (TEC) elektryczności

Technologia	TEC, MWh*/MWh _{el}
Elektrownia węglowa	5,29
Elektrownia gazowo-parowa	2,02
Ogniwo fotowoltaiczne PV	0,29
Elektrownia wodna	0,01
Elektrownia wiatrowa	0,10

Należy wyraźnie podkreślić, że nakład nieodnawialnych zasobów naturalnych wyrażonych za pomocą wskaźnika TEC jest dla źródeł nieodnawialnych $TEC > 1$, zaś dla źródeł odnawialnych $0 < TEC < 1$. Należy ponownie podkreślić, że interpretacja wskaźników nakładu energii k_E określonych w lokalnej osłonie bilansowej nie ma uzasadnienia fizycznego. Wskaźniki kosztu termo-ekologicznego TEC, które przedstawia Tabela Z1.7 zostały wykorzystane w proponowanym algorytmie oceny systemów akumulacji energii zintegrowanych z OZE, przedstawionym w dalszej części. W krajowym systemie elektro-energetycznym dominujący udział elektryczności OZE dotyczy elektrowni wiatrowych. Moc zainstalowana jest rzędu 6 GW co stanowi ok. 20% szczytowego zapotrzebowania na moc. Negatywną cechą generacji elektryczności w elektrowniach wiatrowych jest losowa dostępność energii wiatru. W krajowym systemie elektro-energetycznym elektrownie wiatrowe są zaliczane do jednostek wytwórczych nie centralnie dysponowanych (nJWCD – jednostki wytwórcze nie-centralnie dysponowane). Zatem zmienna generacja elektryczności w elektrowniach wiatrowych wymaga bilansowania mocy w KSE przez jednostki dysponowane centralnie (JWCD) – głównie elektrownie węglowe. Zatem losowe działanie generacji wiatrowej wymusza zmiany chwilowej sprawności energetycznej bloków bilansujących powodując zwiększenie wskaźnika jednostkowego zużycia energii. Wymuszenie to uwzględniono w ocenie działania systemów energetyki odnawialnej za pomocą kosztu termo-ekologicznego (TEC) jako koszt termo-ekologiczny indukowany (TEC_{ind}). Koszt ten wynika z dodatkowego zużycia energii chemicznej paliwa w elektrowni kompensującej z powodu wymuszonej pracy ze sprawnością niższą od nominalnej:

$$\sum \Delta E_{ch} = \sum_{\tau=1}^{8760} \left[n(\tau) \cdot N(\tau) \cdot \left(\frac{1}{\eta_{el}(\tau)} - \frac{1}{\eta_{el,nom}} \right) \cdot \Delta\tau \right] \quad (10.20)$$


gdzie: $N(\tau)$ – moc bloku kompensującego, $\eta_{el,nom}$ – sprawność energetyczna nominalna netto bloku, $\eta_{el}(\tau)$ sprawność odpowiadająca obniżonej mocy bloku, $\Delta\tau = 1$ h.

Na podstawie dodatkowego zużycia energii chemicznej paliwa w elektrowni kompensującej wyznaczonego z równania (10.20) można wyznaczyć koszt termo-ekologiczny indukowany (TEC_{komp}) obciążający pracę elektrowni wiatrowych wynikający z pracy konwencjonalnych elektrowni zasilanych paliwem kopalnym przy sprawności niższej od nominalnej w związku z losowym działaniem elektrowni wiatrowych w systemie elektro-energetycznym:

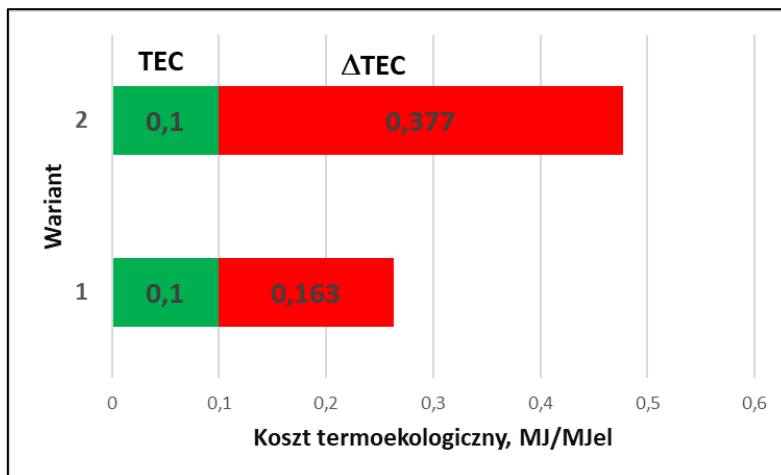
$$TEC_{komp} = \frac{TEC_w \cdot \sum \Delta E_{ch}}{E_{el,wind}} \quad (10.21)$$

gdzie: TEC_w – koszt termo-ekologiczny w odniesieniu do energii chemicznej węgla kamiennego, $E_{el,wind}$ – ilość energii elektrycznej wytwarzanej w elektrowniach wiatrowych bilansowanych w systemie za pomocą elektrowni JWCD.

Przykładowe wyniki obliczeń kosztu termo-ekologicznego (TEC) dla elektryczności wytwarzanej w elektrowniach wiatrowych z uwzględnieniem dwóch składników TEC-LCA (obciążający budowę

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 19/35


i eksploatację w pełnym cyklu istnienia oraz TEC-COMP opisany zależnościami (10.20) i (10.21) przedstawiono dla dwóch wariantów obliczeń na Rys. Z1.8.



Rys. Z1.8. Koszt termo-ekologiczny elektryczności wytwarzanej w elektrowniach wiatrowych z uwzględnieniem konieczności kompensacji losowego działania:

TEC=0,1 – elektryczność generowana w elektrowni wiatrowej; ΔTEC=0,377 – przyrost TEC w przypadku kompensacji w systemie el.-en; ΔTEC=0,163 – przyrost TEC w układzie kompensacji z akumulacją P-t-P

Wyniki przedstawione na Rys. Z1.8 stanowią **wariant referencyjny** w proponowanej metodyce oceny systemowej efektywności energetyczno-ekologicznej systemów energetyki odnawialnej zintegrowanych z akumulacją energii. W wariantcie 2 przedstawionym na Rys Z1.8 przyrost kosztu TEC w związku z koniecznością kompensacji losowego działania $\Delta\text{TEC} = 0,377 \text{ MJ/MJ}$. Zastosowanie akumulacji ma uzasadnienie jeżeli przyrost TEC akumulowanej elektryczności generowanej w OZE jest mniejszy niż w wariantcie referencyjnym (przyrost wynikający z konieczności kompensacji w systemie el.-en.). Zakładając wariant akumulacji P-t-P: elektroliza ($\eta_E=80\%$), metanizacja ($\eta_E=80\%$), elektrownia gazowo-parowa ($\eta_E=60\%$) o łącznej sprawności cyklu P-t-P na poziomie $\eta_E=38\%$, dla elektryczności generowanej w elektrowni wiatrowej o wskaźniku TEC=0,1 MJ/MJ uzyskuje się wzrost kosztu termo-ekologicznego w proponowanej ścieżce akumulacji na poziomie $\Delta\text{TEC} = 0,163 \text{ MJ/MJ}$ (wariant 1 na Rys. Z1.8). Przyrost wskaźnika TEC w związku z akumulacją (0,163) jest znacząco mniejszy niż w przypadku przyrostu w związku z koniecznością kompensacji losowego działania (0,377). Zaproponowana metodyka oceny systemowej jednoznacznie uzasadnia zastosowanie akumulacji i prowadzi do przeciwnych wniosków niż wyniki uzyskiwane w lokalnej ostanie bilansowej.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 20/35

Załącznik 2 – Mapa technologii OZE

1. Mapa technologii

1.1 Pompy ciepła

Pompy ciepła wykorzystują ciepło zgromadzone w naturalnych pokładach typu ziemia, powietrze i woda. Źródła te ze względu na niskie temperatury niezbyt dobrze nadają się do bezpośredniego wykorzystania, ale dzięki pompie ciepła możliwe jest pozyskanie energii z tych niskotemperaturowych źródeł. Pompa ciepła przejmuje ciepło z zimniejszego otoczenia (wody, gruntu, powietrza) i przekazuje je do obiektu o wyższej temperaturze (zbiornik wody, dom) zużywając przy tym pewną ilość energii elektrycznej do napędu procesów oraz pompy obiegowej. Ze względu na zasadę działania rozróżnia się kilka rodzajów pomp ciepła, ale najczęściej stosowane są pompy sprężarkowe oraz absorpcyjne. W sprężarkowej pompie ciepła funkcjonują trzy obiegi:

- dolnego źródła ciepła,
- termodynamiczny,
- górnego źródła ciepła.

Podstawowymi elementami pompy sprężarkowej są: sprężarka, zawór rozprężny i wymienniki ciepła – parownik oraz skraplacz.


Obieg dolnego źródła ciepła jest obiegiem niskotemperaturowym. Odbiera on ciepło z ośrodka będącego źródłem ciepła (wody, gruntu, powietrza) i ogrzewa w parowniku zimny czynnik termodynamiczny z drugiego obiegu. Ogrzany czynnik termodynamiczny w skraplaczu przekazuje energię czynnikowi robocznemu, który jest już wykorzystywany do ogrzewania. Jest to możliwe dzięki cyklicznym zmianom stanu czynnika termodynamicznego – parowaniu, sprężaniu, skraplaniu i rozprężaniu. Odbywa się to dzięki doprowadzonej do układu energii elektrycznej zasilającej sprężarkę. Pompy ciepła wykorzystywane są do ekologicznego ogrzewania różnych obiektów, np. domów, warsztatów, suszarni, basenów itp.

1.2 Elektrownie wiatrowe

Elektrownie wiatrowe za pomocą turbin wiatrowych transformują energię kinetyczną wiatru w energię mechaniczną ruchu obrotowego wirnika, a następnie w energię elektryczną. Turbiny wiatrowe można podzielić ze względu na ustawienie osi wirnika na:

- turbiny o pionowej osi obrotu
 - rotorowe Savoniusa,
 - bębnowe,
 - karuzelowe,
 - typu tornado,
 - Darrieusa,
- turbiny śmigłowe o poziomej osi obrotu
 - jednopłatowe,
 - dwupłatowe,
 - trójpłatowe,
 - wielopłatowe.

Obecnie energetykę zdominowały turbiny wiatrowe z poziomą osią obrotu o trzech płatach. Pozostałe rozwiązania są wykorzystywane na małą skalę w postaci instalacji prosumenckich.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 21/35

Elektrownie wiatrowe można podzielić na lądowe (ang. *onshore*) oraz morskie (ang. *offshore*). Morska energetyka wiatrowa w porównaniu do instalacji lądowych różni się w następujących aspektach:

- prawie dwukrotnie większy koszt jednostkowy elektrowni (w przeliczeniu na MW mocy zainstalowanej), co wynika z wyższych kosztów budowy fundamentów w dnie morskim, podwodnego połączenia kablowego z siecią elektroenergetyczną oraz wyższych kosztów budowy na morzu niż na lądzie;
- wyższy o ok. 10 punktów procentowych wskaźnik wykorzystania mocy¹, która wynika głównie z większej wietrzności na morzu w stosunku do lądu, większej liczby godzin pracy elektrowni morskich w ciągu roku oraz większych rozmiarów tych turbin (na większych wysokościach występują wyższe prędkości wiatru);
- znacznie większa moc farm wiatrowych morskich – morskie farmy wiatrowe mają moc od kilkuset MW do ponad GW². W przypadku lądowej energetyki wiatrowej moc farm wiatrowych zaczyna się od kilku MW aż do kilkuset MW;
- w przypadku Polski, która tylko od północy ma dostęp do morza, morska energetyka wiatrowa charakteryzuje się większymi potrzebami rozbudowy infrastruktury przesyłowej oraz większymi stratami związanym z transportem energii elektrycznej od elektrowni do odbiorcy niż w przypadku lądowych elektrowni wiatrowych, które mogą być bliżej odbiorcy.

1.3 Technologie GOZ

Technologie GOZ w zakresie wytwarzania energii opierają się o energetyczne wykorzystanie odpadów, które nie mogą zostać poddane recyklingowi. Założenia elektroprosumeryzmu wskazują tylko mineralizację niskotemperaturową jako jedyną technologię GOZ. Proces ten opiera się o zgazowanie odpadów oraz spalanie uzyskanego gazu w celu wytworzenia ciepła lub ciepła i energii elektrycznej (kogeneracja). Proces rozpoczyna się od zgazowania paliwa zawierającego węgiel organiczny w atmosferze redukcyjnej (o obniżonej zawartości tlenu) przy temperaturze ok. 510°C. Produktem zgazowania jest gaz syntetyczny, na który składa się głównie:


- tlenek węgla (CO),
- węglowodory (C_xH_y),
- azot (N₂).

Następnie gaz jest oczyszczany w filtrze wysokotemperaturowym (usuwane są pyły i sadze powstałe podczas procesu zgazowania). Kolejny krokiem jest spalanie oczyszczonego gazu w komorze utleniania katalitycznego w temperaturze ok. 630 °C, energia cieplna uzyskana podczas spalania gazu jest wykorzystywana w kotle odzysknicowym do podgrzewu wody lub wytworzenia pary wodnej (przez podgrzanie i odparowanie wody).

W przypadku wytworzenia ciepłej wody instalacja produkuje tylko ciepło, które jest przekazywane do sieci ciepłowniczej. W przypadku wytworzenia pary wodnej, instalacja pracuje w kogeneracji tj. wytwarzane jest ciepło i energie elektryczną – para wodna jest kierowana do turbozespołu, w którym następują rozprężenia pary i generacja energii elektrycznej. Rozprężona para, która opuszcza turbozespół jest kierowana do wymiennika ciepła, w którym pozostała część energii pary jest transformowana w ciepło przekazywane do sieci ciepłowniczej.

¹ Roczna produkcja energii elektrycznej podzielona przez moc zainstalowaną oraz liczbę godzin w roku.

² Obecnie planowane są farmy wiatrowe o mocy kilku GW np. Doggerbak o mocy 3,6 GW

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 22/35

Odpadami, które mogą być paliwem w procesie mineralizacji niskotemperaturowej są:

- preRDF,
- odpady komunalne zmieszane,
- osady pościekowe,
- biomasa,
- odpady niebezpieczne,
- osady i muły węglowe.

Wspólnym mianownikiem potencjalnych substancji, które mogą być poddane mineralizacji niskotemperaturowej jest duża zawartość węgla organicznego.


1.4 Magazyny ciepła

Magazynowanie ciepła następuje w zasobnikach ciepła, które służą do przechowywania ciepła lub chłodu w celu ich późniejszego wykorzystania. Magazynowanie ciepła można podzielić na trzy grupy, w zależności od zakresu temperatury magazynującego medium:

- niskotemperaturowe (do 120°C),
- średnotemperaturowe (120-500°C),
- wysokotemperaturowe (powyżej 500°C).

Wyróżnia się trzy podstawowe systemy magazynowania ciepła:

- Poprzez wykorzystanie ciepła właściwego
 Najprostszy i najtańszy sposób magazynowania ciepła wykorzystujący procesy fizyczne w postaci zmian temperatury czynnika akumulacyjnego. Energia może być magazynowana zarówno w ciałach stałych (skały, piasek, bloki betonowe) jak i w cieczach (woda, ciekłe woski, oleje oraz wybrane czynniki chłodnicze). Akumulowanie energii w złożach naturalnych, a także materiałach stałych ma duże znaczenie w przypadku magazynowania długoterminowego. Z uwagi na prostotę metody oraz dobrze opracowaną technologię, rozwiązanie to jest szeroko stosowane i należy do najpopularniejszych, zwłaszcza w przypadku zasobników wodnych.
- Wykorzystanie energii przemian fazowych (PCM - Phase Change Material)
 Materiał PCM stanowi substancja zmiennofazowa, która jest w stanie absorbować, akumulować i oddawać energię w zakresie temperatury przemiany fazowej. Podczas przemian fazowych mogą być pochłaniane lub wydzielane znaczne ilości ciepła przy utrzymaniu praktycznie stałej temperatury złoża. Do zalet tych układów należą duża pojemność cieplna w stosunku do masy oraz prawie stała temperatura topnienia. Podstawowym problemem eksploatacji złoża jest zagrożenie rozdziałem faz, co może skutkować sukcesywnym obniżeniem pojemności cieplnej materiału. Przechowywanie ciepła w materiałach zmiennofazowych na dzisiaj znajduje się w fazie badań, a czynnikiem utrudniającym rozwój tej technologii jest m.in. wyższy koszt jej zastosowania względem rozwiązań opartych o procesy zmian temperatury.
- Wykorzystanie ciepła przemian chemicznych
 Magazynowanie ciepła w postaci chemicznej cechuje się zapewnieniem dużej ilości energii uzyskiwanej z jednostki objętości, a także możliwościami jej długotrwałego przechowywania w temperaturze otoczenia. Proces bazuje na konieczności doprowadzenia ciepła w celu umożliwienia zajścia reakcji endotermicznej (magazynowanie nadwyżek ciepła) lub odebrania ciepła, które wytworzy się podczas reakcji egzotermicznej (odzyskiwanie ciepła)

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 23/35

stanowiącej odwrócenie reakcji endotermicznej. Proces odzysku ciepła najczęściej wymaga zastosowania katalizatora.

1.5 Panele fotowoltaiczne

Ogniwa fotowoltaiczne zbudowane są z materiału półprzewodnikowego, najczęściej krzemu, który pod wpływem dostarczania energii zmienia się z izolatora (ciało, które nie przewodzi elektryczności) w przewodnik. Ze względu na stopień uporządkowania struktury krystalicznej krzemu wyróżniamy trzy odmiany ogniw:


- ogniwa monokrystaliczne, które zbudowane są z krzemu o silnie uporządkowanej strukturze pozbawionej licznych defektów. Ogniwa zbudowane z tego rodzaju krzemu charakteryzują się najwyższą efektywnością przetwarzania energii słonecznej w energię elektryczną. Sprawność modułu monokrystalicznego plasuje się na poziomie 16-22%.
- ogniwa polikrystaliczne, które charakteryzują się mniej uporządkowaną strukturą krzemu oraz większą liczbą szkieł. Z tego względu sprawność modułów fotowoltaicznych zbudowanych z polikryształów krzemu osiąga 14-16%.
- ogniwa amorficzne, w których nie ma postaci kryształu przez co posiada wysoce chaotyczną strukturę z bardzo dużą liczbą wad. Ma to bezpośredni wpływ na niską sprawność modułów, która wynosi zaledwie 9-14%.

Na horyzoncie widnieje również nowa technologia produkcji energii elektrycznej w panelach PV wykonanych na bazie perowskitu. Obecnie trwają intensywne prace rozwojowe przechodzące w sferę komercjalizacji technologii, które mają skutkować uruchomieniem masowej produkcji paneli cechujących się wysoką sprawnością (ponad 20%) oraz – jak zapewniają naukowcy oraz firmy pracujące nad tą technologią – niższymi kosztami produkcji względem modułów krystalicznych. Ogniwa te mają zaletę w postaci niskiej wagi oraz elastyczności, co powoduje, że zakres ich zastosowań jest bardzo szeroki. Ogromną korzyścią z zastosowania tego typu rozwiązania jest również możliwość generowania energii elektrycznej w warunkach ograniczonego oświetlenia (naturalnego lub sztucznego), co jest bardzo mocno utrudnione w przypadku paneli krzemowych. Pierwsza instalacja tego typu w Polsce (która jednocześnie była pionierskim komercyjnym wdrożeniem tej technologii na Świecie) została uruchomiona w Lublinie w postaci żaluzji fotowoltaicznych na budynku firmy zajmującej się produkcją systemów aluminiowych dla budownictwa.

1.6 Technologie wodorowe

Jednym z celów powstających technologii wodorowych jest wytwarzanie energii elektrycznej poprzez użycie wodoru jako paliwa dla ogniw paliwowych. W przypadku ogniwa paliwowego, z jednostki masy tego paliwa można potencjalnie uzyskać ponad dwa razy więcej energii użytecznej niż w przypadku silnika cieplnego. Technologia ogniw paliwowych i jej rozwój jest kluczowy w powodzeniu „programu wodorowego”. Ogniwa paliwowe uznawane są na świecie za najbardziej obiecujące generatory energii elektrycznej, a także jako źródła elektryczności dla napędu pojazdów mechanicznych. Duże nadzieje związane z wykorzystaniem tej technologii wynikają m.in. z wysokiej sprawności ogniwa, które dodatkowo pracuje cicho i wytwarza niewielkie ilości zanieczyszczeń. To powoduje upatrywanie szans w tej technologii jako perspektywiczne źródło prądu. Dodatkowymi zaletami ogniw paliwowych są możliwość ich szybkiego naładowania (napełnienia paliwem) oraz możliwość magazynowania nadmiaru wytworzonej energii.

Podstawowym paliwem dla niskotemperaturowych ogniw paliwowych PEMFC (Proton Exchange Membrane Fuel Cell) przeznaczonych do samochodów i przenośnej elektroniki jest wodór. Wymagane

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 24/35

jest tu zastosowanie wodoru o wysokim stopniu czystości ($CO < 5\text{ppm}$) ze względu na możliwość zatrucia katalizatora platynowego. W tym obszarze wyzwaniem technologicznym jest opracowanie funkcjonalnego elektrolitu protonowego oraz katalizatorów zawierających minimalną ilość platyny do redukcji tlenu i utleniania wodoru.

W wysokotemperaturowych ogniwach paliwowych SOFC (Solid Oxide Fuel Cell) przewidzianych do zastosowania w obszarze stacjonarnej energetyki możliwe jest zastosowanie paliw pochodzących ze źródeł takich jak gaz ziemny, gaz syntezowy, koksowniczy lub pochodzący ze zgazowania węgla, biogazu i lekkich frakcji ropy naftowej.

1.7 Technologie gazowe

Jest znanych 9 rozwiązań z wykorzystaniem paliw gazowych w przyszłej energetyce.

1. Power-to-gas (P2G)


Mianem P2G określana jest transformacja energii elektrycznej do postaci syntetycznego paliwa gazowego (przeważnie wodoru). Przebiega ona w procesie elektrolizy zachodzącej np. w blokach gazowo-parowych wyposażonych w instalacje do produkcji wodoru oraz zbiorniki magazynowania wodoru. Instalacje tego typu mogą pełnić funkcję wielkoskalowych magazynów energii elektrycznej. Ma to szczególne znaczenie w sieciach energetycznych z wysokim udziałem odnawialnych źródeł energii, które podatne są na wahania podaży prądu w zależności od warunków pogodowych. Instalacje P2G można montować np. w okolicach farm wiatrowych (wind-gas) lub fotowoltaicznych. Aktualnie z uwagi na wysoki koszt instalacje tego typu nie są stosowane komercyjnie na szeroką skalę. Znajdują się głównie w lokalizacjach pilotażowych i przy ośrodkach badawczych. Wraz ze spadkiem cen instalacji P2G i rozwojem energetyki odnawialnej rozwiązanie to może się jednak okazać kluczowym elementem systemu energetycznego zapobiegającego wahanom podaży energii elektrycznej.

2. Metanizacja wodoru

Jedną z możliwości odzyskania energii z wodoru jest spalanie syntetycznego metanu. Syntetyczny metan powstaje z wodoru oraz dwutlenku węgla w procesie metanizacji. Metanizacja przebiega w tzw. bioreaktorach, w których wykorzystywane są specjalne szczepy bakterii. Przekształcenie wodoru w metan pozwala na dalszą dystrybucję i produkcję energii w tradycyjnych instalacjach gazowych. Proces metanizacji i spalania metanu jest neutralny węglowo. Dwutlenek wykorzystywany przy metanizacji jest zwracany do atmosfery w momencie spalania metanu.

3. Biometan

Biometan określany jest mianem gazu odnawialnego (ang. Renewable Natural Gas – RNG). Uzyskuje się go w procesie oczyszczania biogazu pozyskanego z biomasy. Jego skład i właściwości są identyczne do właściwości klasycznego gazu ziemnego. Dzięki temu może być stosowany w tradycyjnych rozwiązaniach dla gazu ziemnego z wykorzystaniem klasycznych sieci przesyłowych i instalacji gazowych. Po przekształceniu w gaz płynny sprawdza się również w transporcie do napędzania pojazdów zasilanych LPG. Biogaz wywiera znacznie mniej niekorzystny wpływ na klimat niż gaz ziemny. Uznawany jest za neutralny z punktu widzenia generacji dwutlenku węgla, jednak może powodować efekt cieplarniany w przypadku nieuszczelnienia instalacji i wycieków (metan jest silnym gazem cieplarnianym).

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 25/35

Jego spalanie generuje takie same zanieczyszczenia powietrza jak spalanie gazu ziemnego, w tym stanowi źródło tlenków azotu.

4. Bio-amoniak

Pojawienie się nowych technologii pozyskiwania i spalania amoniaku sprawia, że gaz ten staje się kandydatem na paliwo przyszłości. Jego gęstość energii jest istotnie wyższa niż w przypadku wodoru, przez co amoniak może sprawdzać się lepiej w procesach P2G i magazynowaniu energii. Może być on także łatwo przekształcany w wodór na potrzeby ogniw paliwowych zasilających pojazdy. Tradycyjny sposób produkcji amoniaku dla rolnictwa (metoda Habera i Bosh) pozostawia wysoki ślad węglowy. Obecnie jednak w fazie rozwojowej znajdują się odwrócone ogniwa paliwowe (ang. Reverse Fuel Cell- RFC) umożliwiające czystą konwersję azotu i wody do amoniaku pod wpływem energii elektrycznej pochodzącej ze źródeł odnawialnych. Z kolei dzięki nowemu katalizatorowi odkrytemu przez naukowców z IROAST w Japonii możliwy staje się odzysk energii z amoniaku przez spalanie w niskich temperaturach bez emisji szkodliwych tlenków azotu. Produktami ubocznymi reakcji są wyłącznie azot i woda.

5. Sztuczna fotosynteza

Mianem sztucznej fotosyntezy określane są metody tworzenia paliw z wykorzystaniem dwutlenku węgla, promieniowania słonecznego oraz wody. Spalanie tworzonych w ten sposób węglowodorów (tzw. paliw słonecznych) jest neutralne węglowo, gdyż do atmosfery zwracana jest taka sama ilość dwutlenku węgla, jak została wykorzystana w procesie ich produkcji. Metody te stanowią alternatywny sposób pozyskiwania energii słonecznej względem tradycyjnych ogniw słonecznych. Efektywność i opłacalność metod sztucznej fotosyntezy jest aktualnie niższa niż ogniw słonecznych., jednak potencjalne korzyści związane z produkcją paliw słonecznych (możliwość zastosowania w miejscu paliw kopalnych) sprawiają, że trwają prace nad rozwojem tej klasy rozwiązań.

6. Współspalanie wodoru z gazem ziemnym w turbinach gazowych


Od kilku lat działy badawczo-rozwojowe producentów turbin gazowych pracują nad technologią współspalania wodoru wraz z gazem ziemnym. Już obecnie istnieje technologiczna możliwość współspalania wodoru na istniejących turbinach gazowych. Rozwój tej technologii może umożliwić w przyszłości spalanie 100% wodoru na większości turbin gazowych. Pozwoli to na wykorzystanie istniejącej infrastruktury do odzysku energii z wodoru.

7. Wykorzystanie sieci przesyłu i dystrybucji gazu ziemnego do transportu wodoru

Znanym jest, że wodór może teoretycznie być przesyłany systemem gazociągów. Jednak ze względu na właściwości wodoru oraz aktualny stan istniejących gazociągów, jego transport w dużych ilościach jest znacznie ograniczony. Być może w przyszłości infrastruktura gazociągowa zostanie dostosowana do przesyłu większej ilości wodoru. Rozwiązanie to może mieć zastosowanie w scenariuszach, w których możliwe jest powszechne wykorzystanie wodoru w energetyce.

8. Ogniwa paliwowe

Ogniwa paliwowe to urządzenia produkujące w procesie elektrolizy prąd elektryczny i energię cieplną o bardzo wysokiej sprawności. Wykorzystują do tego celu gaz ziemny, który ulega transformacji do wodoru albo wodór produkowany ze źródeł odnawialnych. Ich dzisiejszy status jest przed komercyjny, trwają intensywne prace nad zmniejszeniem kosztów

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 26/35

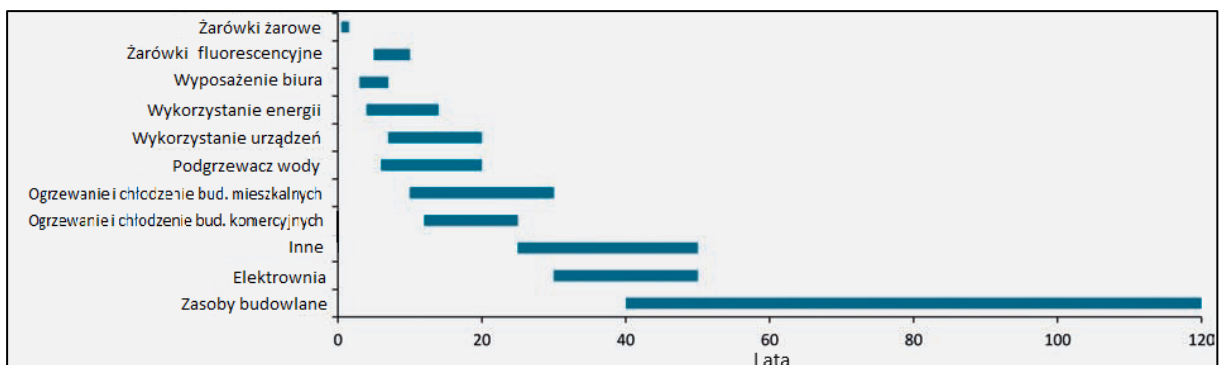
i zwiększeniem mocy jednostkowej. Mogą mieć doskonałe zastosowanie w transporcie oraz w lokalnych kogeneracyjnych źródłach energii elektrycznej.

9. Spalanie gazu ziemnego w cyklu Allama

W La Porte w Teksasie powstała pierwsza demonstracyjna bezemisyjna elektrownia, w której jako paliwo wykorzystuje się gaz ziemny, a podczas spalania zamiast powietrza stosowany jest tlen. Ten sposób spalania określony jest mianem cyklu Allama. Pozyskanie energii elektrycznej z gazu ziemnego następuje tutaj przy jednoczesnym wychwytywaniu wytworzonego dwutlenku węgla i wody. W procesie nie zachodzi również typowa dla spalania gazu ziemnego emisja tlenków azotu. Umożliwia to wykorzystanie gazu ziemnego bez negatywnego wpływu na środowisko, zaś zastąpienie go spalaniem biometanu lub innych syntetycznych węglowodorów pozwala na ujemną emisję CO₂ w całym procesie.

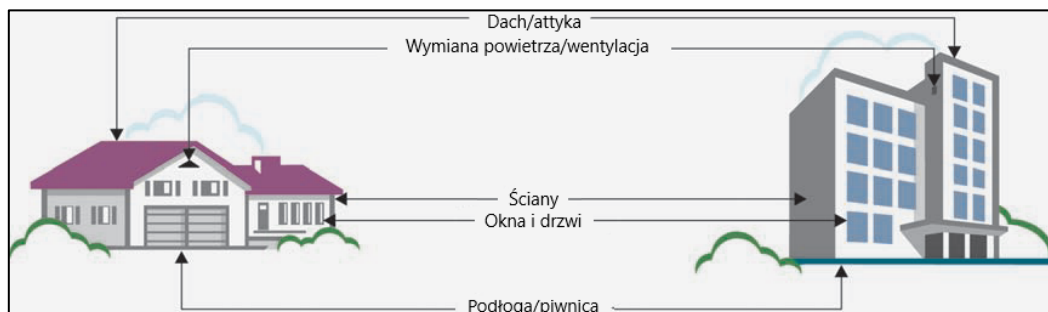
1.8 Technologie pasywizacji budownictwa

Budynki charakteryzują się jednym z najdłuższych czasów eksploatacji spośród obiektów zużywających energię. W związku z tym, ograniczenie ich energochłonności (pasywizacja) jest szczególnie ważne, gdyż będzie przynosić trwałe efekty.




Rys. Z2.1. Cykl życia dla urządzeń i infrastruktury³

Na efektywność energetyczną budynku wpływ ma wiele czynników. Znaczenie ma zarówno jego wiek i konstrukcja, jak również wykorzystane systemy i instalacje - wszystko, co ma wpływ na ilość energii zużywanej do funkcjonowania budynku i zapewnienia komfortu jego użytkowania.



Rys. Z2.2. Elementy konstrukcji budynku wpływające na straty ciepła³

³ Transition to Sustainable Buildings, IEA 2013

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 27/35

Rozwój technologii energetycznych, również w zakresie efektywności energetycznej budynków, jest m.in. przedmiotem ciągłych analiz Międzynarodowej Agencji Energii (IEA). Szczegółowy raport o stanie technologii pasywizacji budownictwa został opracowany w 2013r. ⁴, ponadto co kilka lat przeprowadzane są aktualizacje oceny rozwoju technologii energetycznych⁵. W analizach IEA, rozwój technologii jest oceniany w jedenastostopniowej skali, ze względu na poziom zaawansowania rozwoju i dostępności technologii – od technologii w fazie wstępnej koncepcji, do technologii powszechnie dostępnych i stosowanych:

- I. Wstępna koncepcja, określone jedynie zasady działania technologii
- II. Dopracowana koncepcja rozwiązania i jego zastosowań
- III. Walidacja koncepcji, rozwiązanie jest w trakcie przygotowania do prototypowania
- IV. Wczesne prototypowanie, rozwiązanie sprawdzone w warunkach testowych
- V. Zaawansowane prototypowanie, technologia i jej komponenty sprawdzone w warunkach do zastosowania
- VI. Prototyp w pełnej skali, którego zastosowanie sprawdzono w warunkach odpowiadających docelowym
- VII. Projekty demonstracyjne przed komercjalizacją rozwiązania
- VIII. Pierwszy etap komercjalizacji, demonstracje w ramach komercjalizacji rozwiązania
- IX. Pierwsze zastosowania komercyjne, w których rozwiązanie jest dostępne na rynku, wymaga ulepszeń albo zachować konkurencyjność
- X. Technologia w trakcie upowszechniania.
- XI. Stabilna technologia rynkowa, z potencjałem wzrostowym

Technologie w fazie I-V należy traktować jako rozwiązania przyszłości, których powszechne zastosowanie na chwilę obecną jest niemożliwe. Rozwiązania w fazie VI-VIII to działania słabo lub średnio rozwinięte, ale dostępne na rynku. Należy się liczyć z tym, że technologie te cały czas się zmieniają i są dopracowywane. Technologie w fazie IX-XI są rozwiązaniami powszechnie stosowanymi, które należy traktować jako uniwersalne rozwiązania np. do zastosowania w budynkach energooszczędnych, niemal zeroenergetycznych (nZEB) lub pasywnych (ZEB).


Technologie pasywizacji budownictwa związane z konstrukcją budynków można podzielić na następujące kategorie:

1. Zintegrowane z budynkiem wytwarzanie ciepła, chłodu i energii elektrycznej
2. Wykorzystanie zysków ciepła i ciepła odpadowego
3. Poprawa efektywności cieplnej budynków
4. Poprawa efektywności oświetlenia
5. Zintegrowane projektowanie
6. Efektywność materiałowa

Odrębnymi zagadnieniami są aktywne systemy: ogrzewania, chłodzenia, przygotowania ciepłej wody użytkowej, oświetlenia budynków, automatyki budynkowej oraz wyposażenie budynków w urządzenia zużywające energię, tym systemy informatyczne, urządzenia do przechowywania żywności i przygotowania posiłków itp.

⁴ Transition to Sustainable Buildings. Strategies and Opportunities to 2050. IEA 2013

⁵ Energy Technology Perspectives. IEA, 2020

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 28/35

Rozwiązania techniczne poszczególnych kategorii, które można zastosować w fazie wznoszenia oraz modernizacji budynków, są na różnym stopniu rozwoju oraz dostępności na rynku.


W ramach kategorii 1-4 można wskazać działania skierowane na poprawę efektywności energetycznej:

- systemy PV zintegrowane z budynkiem -faza rozwoju X – XI⁶
- termomodernizacja przegród nieprzeziernych - faza rozwoju XI*
- warstwowe panele izolacyjne - faza rozwoju XI
- farby o wysokiej refleksyjności - faza rozwoju X
- podwójne fasady - faza rozwoju IX
- przegrody zewnętrzne o zmiennych parametrach, z możliwością adaptacji do warunków zewnętrznych - faza rozwoju VIII
- izolacje próżniowe - faza rozwoju VIII
- aerożele - faza rozwoju VIII
- wymienniki ciepła i wilgoci zintegrowane z budynkiem - faza rozwoju VII
- akumulacja ciepła w budynkach (ściany Trombe'a) - faza rozwoju VII
- dachy o wysokiej refleksyjności, wykonane z materiałów o wysokim współczynniku odbicia promieni słonecznych - faza rozwoju VII
- kolektory wodne zintegrowane z budynkami (wspomagające system c.w.u. i c.o.) -faza rozwoju VI
- materiały zmiennofazowe zintegrowane z budynkiem - faza rozwoju VI
- zwiększenie szczelności budynku - faza rozwoju VI
- oddychające ściany - faza rozwoju IV
- ciepłe okna - faza rozwoju IX*
- powłoki izolacyjne na szyby - faza rozwoju VII*
- rolety fasadowe - faza rozwoju IX*
- szyby elektrochromatyczne, dające maksymalne zyski ciepła przy jednoczesnej ochronie przez przegrzaniem) - faza rozwoju VII
- szyby aktywne, system przyciemniania szyb - faza rozwoju VII
- okna z wbudowaną instalacją PV, nanoPV - faza rozwoju VI*
- nowoczesne systemy wentylacji naturalnej - faza rozwoju X-XI*
- wentylacja mechaniczne z odzyskiem ciepła - faza rozwoju XI
- nowoczesny systemy oświetleniowe LED - faza rozwoju XI
- wykorzystanie światła słonecznego do oświetlenia obiektu – technologie świetlików dachowych, tunelowe, światłowody - faza rozwoju VI-XI.

Odpowiednie wykorzystanie możliwości jakie niosą technologie jest możliwe tylko poprzez zastosowanie zasad zintegrowanego projektowania (kategoria 5), które realizowane jest z wykorzystaniem dynamicznych modeli symulacyjnych (Faza rozwoju IX).

Dla zapewnienia niskiego śladu węglowego budynków i ograniczenie ich kosztów środowiskowych w całym cyklu życia koniecznym jest zapewnienie ich wysokiej efektywności materiałowej (kategoria 7).

⁶ Fazy rozwoju zgodne są z raportem IEA, fazy rozwoju oznaczone * wynikają z oceny autorów niniejszego opracowania

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 29/35

Osiąga się to poprzez ograniczenie strat materiałowych, wydłużanie czasu życia budynków i ich komponentów oraz zmniejszanie materiałochłonności (masy) konstrukcji.

W szczególności można wskazać technologie skierowane na poprawę efektywności materiałowej, jak:

- elementy prefabrykowane - faza rozwoju IX -X
- drukowanie przestrzenne (druk 3D) - faza rozwoju VII
- szalunki tkaninowe (elastyczne) - faza rozwoju IX
- komponenty modułowe - faza rozwoju IX
- materiały kompozytowe - faza rozwoju IX
- konstrukcje kompozytowe - faza rozwoju X
- cienkie powłoki betonowe (Thin shelled concrete) - faza rozwoju IV.

Dążenie do pasywizacji budownictwa należy realizować poprzez stosowanie zintegrowanego projektowania z wykorzystaniem dynamicznych modeli symulacyjnych. Problem z pasywizacją budownictwa wynika również ze zdystansowanego podejścia projektantów i inwestorów do nowoczesnych rozwiązań, które są droższe ale bardziej efektywne. Systemy zintegrowanego projektowania, z zastosowaniem symulacji pozwalają na zobrazowanie korzyści wynikających z zastosowania technologii z różnych kategorii i grup. Proces projektowy pozwala na pokazanie wzajemnych powiązań rozwiązań z różnych dziedzin, co umożliwia zintegrowanie rozwiązań w celu osiągnięcia optymalnej efektywności. Ważne jest, aby projektanci i specjaliści wszystkich branż współpracowali w sposób elastyczny i dynamiczny.

Wysoka emisyjność i energochłonność budynków w cyklu życia wynika w znacznym stopniu z zastosowanych materiałów. W procesie budowlanym należy dążyć do:


- ograniczenia strat materiałów do minimum,
- stosowania materiałów i rozwiązań, które pozwolą na wydłużenie czasu życia obiektu,
- zmniejszenia ciężaru własnego konstrukcji.

Krytycznym elementem pasywizacji budynków (ograniczenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania pomieszczeń oraz na chłód) jest zmiana parametrów przegród budowlanych. Szczególnie przewodność cieplna ścian, dachów, fundamentów, okien oraz szczelność ich połączeń musi zostać zoptymalizowana.

Pasywne rozwiązania dla zapewnienia ochrony przed przegrzewaniem budynków w lecie i ograniczeniem strat ciepła w zimie to:

- pokrycia dachowe o wysokim współczynniku odbicia promieniowania słonecznego,
- niskoemisyjne okna lub okna o regulowanych parametrach,
- osłony przeciwsłoneczne,
- przegrody zewnętrzne o niskiej przenikalności cieplnej,
- zapewnienie wysokiej szczelności budynków nowych i termomodernizowanych,
- zabezpieczenie przed nadmierną, niekontrolowaną infiltracją powietrza zewnętrznego
- w przypadku budynków komercyjnych powinny być stosowane zintegrowane fasady zoptymalizowane pod kątem zapewnienia zarówno dostępu światła dziennego jak i wysokiej ochrony cieplnej, ochrony przed przegrzaniem budynku.

Niezbędnym elementem budynków pasywnych są inteligentne systemy automatyki budynkowej pozwalające na sterowanie systemami budynkowymi zgodnie z potrzebami użytkowników i równoczesne zarządzania energią w budynku. Rozwiązanie te pozwalają m.in. na bezpośrednie lub

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 30/35

zdalne sterowanie ogrzewaniem, klimatyzacją, otwieraniem okien, sterowaniem roletami i żaluzjami w sposób efektywny zapewniając komfortowe warunki klimatyczne.


Najbardziej oczywistymi i popularnymi, a jednocześnie najprostszymi w realizacji metodami poprawy efektywności energetycznej w budynkach istniejących jest ocieplenie przegród zewnętrznych budynków (ścian, dachu bądź stropu pod nieogrzewanym poddaszem, ocieplenie stropu nad piwnicą, wymiana okien i drzwi, zabezpieczenie przeciwwilgociowe, modernizacja systemu grzewczego oraz usprawnienie systemu wentylacji.

Ocieplenie ścian zewnętrznych znacząco wpływa na zmniejszenie zużycia energii potrzebnej do ogrzania budynku, zapewniając lepszy komfort użytkownika. Ściany, stropy, dachy są przegrodami nieprzezroczystymi. Najczęściej stosowanym rozwiązaniem jest wykonanie izolacji termicznej ścian metodą lekką-mokrą lub lekką-suchą z wykorzystaniem styropianu lub wełny mineralnej, rzadziej styroduru. Styropian, najpopularniejszy materiał izolacyjny ze względu na cenę oraz łatwość obróbki i uniwersalność zastosowania, cechuje się średnimi parametrami cieplnymi na poziomie $\lambda \sim 0,031-0,038$ W/(m·K). W miejscach narażonych na wilgoć takich jak piwnice czy ściany fundamentowe stosowany jest styrodur, który ma lepsze parametry cieplne na poziomie $\lambda = 0,029-0,035$ W/(m·K) oraz większą odporność na ściskanie. Wełna mineralna jest materiałem nieorganicznym produkowanym z surowca skalnego, o parametrach cieplnych porównywalnych do styropianu na poziomie $\lambda = 0,033-0,038$ W/(m·K).

Alternatywą dla ocieplenia tradycyjnego są pianki PUR (poliuretanowe) i PIR (poliizocyjanuratowe), nakładane w formie natryskowej. Pianki PUR można podzielić na otwarto- i zamkniętokomórkowe. Pianki otwartokomórkowe są materiałem podobnym do wełny mineralnej pod względem parametrów, z tą przewagą, że piankę łatwiej jest zastosować w miejscach trudno dostępnych. W przypadku pianki otwartokomórkowej współczynnik λ wynosi 0,035-0,037 W/(m·K), a opór dyfuzyjny jest niewielki. Pianki zamkniętokomórkowe cechują się współczynnikiem $\lambda = 0,021-0,023$ W/(m·K). Od kilku lat stosuje się również płyty fenolowe, czyli płyty termoizolacyjne z rdzeniem ze sztywnej piany fenolowej. Materiał ten ma bardzo dobre parametry przewodności cieplnej $\lambda = 0,021-0,024$ W/(m·K).

Rozwiązaniami specjalistycznymi w zakresie termomodernizacji, stosowanymi w nietypowych przypadkach są m.in. płyty z krzemianu wapnia (płyty klimatyczne), płyty ze spienionego krzemianu wapnia, płyty z wermikulitu eksfoliowanego, szkło piankowe, włókna celulozowej czy perlit ekspandowany. Są to materiały termoizolacyjne o dodatkowych właściwościach tj. izolacja akustyczna, wysoka odporność ogniowa. Na rynku dostępne są również materiały ekologiczne, odnawialne, o niskim śladzie węglowym. Materiały w najmniejszym możliwym stopniu wpływają na środowisko, jednak ich parametry są znacząco gorsze w porównaniu ze wspomnianymi wcześniej rozwiązaniami. Są to np. wełna drzewna, płyty lniane i konopne, maty trzcinowe, płyty korkowe, płyty piłśniowe czy wełna owcza.

Rynek materiałów budowlanych cały czas się rozwija i zmienia. Wśród materiałów rozwijających się i wchodzących dopiero na rynek wymienić należy aerozele, izolacje próżniowe czy izolacje inteligentne. Aerozele to materiał izolacyjny o bardzo dobrych parametrach przewodzenia ciepła na poziomie $\lambda = 0,014$ W/(m·K). Główną zaletą aerożeli poza parametrami termicznymi, jest odporność na rozciąganie i ściskanie. Izolacje próżniowe występują w formie próżniowych paneli izolacyjnych (Vacuum Insulation Panel), w których materiał izolacyjny zapakowany jest próżniowo w szczelną warstwę zewnętrzną. Izolacje próżniowe charakteryzują się bardzo niskim współczynnikiem przewodności cieplnej i małym ciężarem właściwym, a co za tym idzie bardzo dobrymi właściwościami termicznymi. Parametry te pozwalają na znaczną redukcję grubości warstwy izolacyjnej. Izolacje inteligentne są podgrupą izolacji

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 31/35

próżniowych - to materiały, które dostosowują się do warunków panujących na zewnątrz poprzez zmianę ciśnienia w porach. Nowoczesne technologie w zakresie materiałów budowlanych wchodzą na rynek stosunkowo wolno, ze względu na wysokie koszty materiału, a ich stosowanie wymaga odpowiedniego przeszkolenia ekipy wykonującej. Coraz bardziej popularne i powszechnie stosowane są farby termorefleksyjne, które odbijają energię cieplną, ograniczając ilość ciepła przedostającego się do budynku. Zastosowanie farb refleksyjnych wewnątrz sprzyja jego kumulacji w ogrzewanym wnętrzu.


Powyżej zostały opisane sposoby ocieplenia przegród nieprzezroczystych. Należy również zwrócić szczególną uwagę na przegrody przezroczyste – mowa o drzwiach i oknach. Szczególnie ważne jest to w budynkach biurowych, gdzie często znaczną część elewacji stanowią właśnie okna. Odpowiednio dobrane okna pozwolą na maksymalne ograniczenie strat ciepła, a tym samym zmniejszenie zapotrzebowania na energię. W budynkach pasywnych szczególnie istotne jest zachowanie szczelności konstrukcji oraz ograniczenie mostków termicznych. Okna w termomodernizowaniach budynkach powinny charakteryzować się parametrami, które spełnią aktualnie obowiązujące wymagania techniczne - przede wszystkim winny cechować się jak najlepszym współczynnikiem przenikania ciepła. W przypadku okien, które mają spełniać wymagania od 1 stycznia 2021 r., współczynnik U powinien być nie większy niż 0,9 [W/(m²·K)].

W Polsce i 14 innych krajach europejskich prowadzony jest program Topten⁷, który ma na celu wsparcie konsumentów w wymianie nieefektywnych urządzeń grzewczych i chłodniczych na nowe, energooszczędne. Projekt zachęca do wdrażania w domu takich rozwiązań, które zużywają mniej paliwa, obniżają koszty oraz poprawiają komfort użytkownika. Wśród produktów rekomendowanych w programie Topten znajdują się m.in. urządzenia AGD, RTV, systemy oświetlenia czy komponenty budowlane tj. okna, których parametry są dużo wyższe ponad wymagane przepisami.

Warto zwrócić uwagę na usytuowanie okien tak, by możliwe było maksymalne wykorzystanie energii słonecznej przy jak najniższym współczynniku przenikania ciepła. Zależy to między innymi od udziału powierzchni szyby i ramy w powierzchni okna. Im większa powierzchnia szyb, a mniejsza powierzchnia ramy i szprosów tym współczynnik przenikania ciepła okien będzie niższy, czyli okno będzie miało lepsze parametry. Straty ciepła przez okna można ograniczyć przez zamontowanie rolet zewnętrznych. W nocy redukują utratę ciepła, a w okresie letnim ograniczają nasłonecznienie pomieszczeń. Często stosowanym rozwiązaniem są rolety fasadowe. Stałe i ruchome systemy zacieniania budynków w formie rolet fasadowych, które pochłaniają energię cieplną i oddają ją z powrotem do otoczenia, redukując ilość ciepła przedostającego się przez przeszklenia do budynku. W zależności od zastosowanej konfiguracji, kąta nachylenia i kierunku montażu przesłony fasadowe mogą ograniczyć dopływ ciepła, ale także dostęp światła. Rolety montowane równolegle do fasady działają jak dodatkowa izolacja termiczna. Maksymalne korzyści wynikające z zastosowania rolet zewnętrznych można osiągnąć wykorzystując system zdalnego sterowania rolet. Przy montażu okien rekomendowany jest montaż okien w warstwie izolacji, w celu minimalizacji mostków cieplnych.

Nowoczesne systemy okien inteligentnych umożliwiają kontrolę ilości światła wpadającego do budynku przez okna, poprzez zastosowanie technologii elektrochromowej. W zależności od ilości promieni słonecznych okna regulują ilość ciepła dostarczanego do pomieszczenia. W zimie aktywne okna ulegają rozjaśnieniu, natomiast w okresie letnim są przyciemniane i blokują światło oraz ciepło, zmniejszając zapotrzebowanie na chłodzenie. Innym systemem wprowadzanym na rynek okien, choć

⁷ www.topten.info.pl [dostęp:04.11.2021r.]

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 32/35

jeszcze w fazie rozwoju, są okna nanoPV. Jest to nowoczesna technologia w produkcji okien, która zakłada wykorzystanie powierzchni okien, przeszkleń w budynkach do produkcji energii elektrycznej, dzięki zastosowaniu nanomateriałów. Będzie to możliwe dzięki wykorzystaniu kropek kwarcowych czyli małych półprzewodników o rozmiarach rzędu kilku, kilkudziesięciu nanometrów zdolnych do pochłaniania i emitowania promieniowania elektromagnetycznego. Takie okna będą nie tylko źródłem energii elektrycznej ale również będą chroniły przed szkodliwym promieniowaniem promieni słonecznych.


Systemy sztucznego oświetlenia, w których wykorzystywane jest również światło dzienne, równoważą ilość oświetlenia elektrycznego potrzebną do właściwego oświetlenia przestrzeni w celu redukcji energii elektrycznej. System ten reguluje intensywność oświetlenia w zależności od ilości światła dziennego doprowadzonego do pomieszczenia. Efektywność wykorzystania światła dziennego zależy od prawidłowego rozmieszczenia czujników światła w budynku, zastosowanego źródła światła ale także od usytuowania i architektury budynku. Współczesne systemy oświetlenia oparte są głównie na technologii LED, technologia w tej dziedzinie jednak ciągle się rozwija. Prowadzone są prace nad technologią oświetlenia OLED, systemem oświetlenia dynamicznego, które dostosowuje swoją barwę i intensywność do potrzeb użytkownika oraz zintegrowanych systemów oświetlenia wchodzących w skład inteligentnych technologii budynku. Nowoczesne systemy oświetlenia zmierzają do rozwiązań, w których poziom oświetlenia będzie dostosowywał się do użytkownika. Prosty i efektywny rozwiązaniem są czujniki ruchu, które ograniczają natężenia światła gdy nie rejestrują ruchu w pomieszczeniu.

Kluczową kwestią w oszczędzaniu energii jest odpowiedni system wentylacji. Standardowym rozwiązaniem w istniejących już budynkach jest wentylacja grawitacyjna, która generuje największe straty ciepła – nawet do 50%. Zastosowanie wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła oraz przegród o wysokich właściwościach termicznych to fundamentalne rozwiązania w budynkach pasywnych. Trwają prace nad usprawnieniem naturalnej wentylacji grawitacyjnej, jednak ze względów technicznych, rozwiązania te będą mniej efektywne, niż w przypadku wentylacji z odzyskiem ciepła. Sprawność wentylacji grawitacyjnej zależy m.in. od warunków klimatycznych.

Rekuperacja czyli wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła jest jednym z podstawowych rozwiązań w pasywizacji budynków. Mechanizm systemu rekuperacji polega na wymianie powietrza przy minimalnej stracie ciepła (w tradycyjnej wentylacji znaczna część ciepła ucieka). Zastosowanie wymiennika (rekuperatora) pozwala na wymianę i jednoczesne ogrzanie powietrza, bez mieszania się wprowadzanego i wyprowadzanego strumienia powietrza. Takie rozwiązanie daje nawet do 30% oszczędności energii.

Mniej popularnym, choć również stosowanym rozwiązaniem jest odzysk ciepła z wody odprowadzanej do kanalizacji, tzw. rekuperacja wodna. Ciepło, które w normalnych warunkach jest odprowadzane wraz z wodą do kanalizacji może być wykorzystane do wstępnego podgrzewu wody zasilającej.

Woda deszczowa, odprowadzana z powierzchni dachów ale także z parkingów, chodników i placów utwardzonych, może być ponownie wykorzystana do splukiwania toalety, prania, podlewania zieleni czy mycia samochodu. Taki system pozwala zaoszczędzić ilość wody pobieranej z sieci wodociągowej, co daje oczywiste oszczędności finansowe, ale także jest rozwiązaniem pro-ekologicznym. System wykorzystania wody deszczowej jest dość prosty w realizacji, wymaga montażu zbiornika gromadzącego wodę oraz dualnej instalacji wodociągowej, która będzie dostarczała wodę z odpowiedniego źródła w zależności od potrzeb.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 33/35

Redukcja zużycia energii w budynkach biurowych, użyteczności publicznej czy administracyjnych możliwa jest również dzięki wykorzystaniu ciepła z pomieszczeń serwerowni. Serwerownie jako pomieszczenia wyposażone w urządzenia i instalacje generujące duży pobór energii i jednocześnie wymagające dodatkowych instalacji chłodzących mogą stanowić element instalacji odzysku ciepła. Na świecie stosowane są już rozwiązania wykorzystujące ciepło z serwerowni jako źródło ciepła dla innych pomieszczeń czy budynków, przy użyciu pompy ciepła.

Poprawa mikroklimatu, ograniczanie zjawiska wysp ciepła


Budynki pasywne powinny być nie tylko energooszczędne, ale także praktyczne w użytkowaniu i estetyczne. Ciekawym rozwiązaniem pasywizacji budynków miejskich są żywe, zielone dachy i elewacje. Obszary miejskie cały czas się rozwijają, a odbywa się to kosztem zieleni miejskiej, parków, skwerów zielonych. Na ulicach gdzie nie ma drzew temperatura budynków i ulic jest dużo wyższa. Główną korzyścią wynikającą ze stosowania zielonych elewacji, poza walorami estetycznymi, jest fakt, że fasady pokryte roślinami ochładzają powierzchnie, a jednocześnie zwiększają wilgotność powietrza.

ŚLAD WĘGLOWY W BUDOWNICTWIE

Oprócz pasywizacji budynków wyzwaniem jest ograniczenie ich całkowitego śladu węglowego. Wymagane jest zastosowanie innych kryteriów optymalizacyjnych, w szczególności zwrócenie uwagi na cały cykl życia budynku. Wybierając technologie pasywizacji budynków należy wybierać te o najniższym śladzie węglowym. Zastosowanie odpowiednich rozwiązań redukujących ślad węglowy należy uwzględnić już na etapie projektowania. W przypadku istniejących budynków redukcję śladu węglowego w stosunku do całego cyklu życia budynku można uzyskać poprzez adaptację istniejących budynków do nowych potrzeb, wykorzystanie materiałów z odzysku czy stosowanie materiałów możliwych do ponownego wykorzystania.

Ślad węglowy to rodzaj śladu ekologicznego, który przekłada się na całkowitą sumę emisji gazów cieplarnianych wywołanych bezpośrednio przez daną osobę, organizację, wydarzenie lub produkt. Ślad węglowy budynku to ilość gazów cieplarnianych wyemitowanych w trakcie produkcji materiałów budowlanych (wbudowany ślad węglowy), podczas etapu budowy, użytkowania oraz rozbiórki budynku, a także z recyklingu materiałów powstałych w efekcie wyburzenia budynku. Według raportu organizacji Architecture 2030, sektor budownictwa odpowiada za 28% globalnej emisji CO₂ rocznie (inne źródła mówią nawet o 35%), w tym 11% globalnej emisji wynika z produkcji materiałów budowlanych. O ile ślad węglowy w fazie użytkowania można zredukować poprzez stosowanie energooszczędnego wyposażenia, o tyle wbudowany ślad węglowy jest „blokowany” natychmiast po wybudowaniu budynku. Według wspomnianego raportu perspektywy na następne lata zakładają, że do 2050 r. wbudowany ślad węglowy stanowił będzie prawie połowę emisji CO₂ pochodzącą z sektora budownictwa.

Zmniejszenie śladu węglowego budynku można osiągnąć przez wykorzystywanie materiałów pochodzenia naturalnego (nieprzetworzonych) lub tych, których produkcja nie pochłania dużo energii. W przypadku niektórych użytkowanych materiałów nie jest to jednak łatwe. Beton, z uwagi na swą powszechność oraz relatywnie dobre parametry konstrukcyjne, jest materiałem, który z punktu widzenia redukcji emisji CO₂ odgrywa dużą rolę, szczególnie dla branży budowlanej. Szacuje się, że emisja CO₂ generowana przy produkcji betonu stanowi aż 5% światowej emisji gazów cieplarnianych. Wykorzystywanie materiałów budowlanych odpornych na czynniki zewnętrzne będzie również zmniejszać ślad węglowy. Każdy materiał z dłuższą żywotnością to możliwość pracy budynku w dłuższym okresie, co przekłada się na mniejszą ilość napraw, czy modernizacji. Również organizacja procesu budowy ma wpływ na ilość śladu węglowego budynku. Zastosowanie materiałów z lokalnych wytwórni, transport na bliskie odległości czy zastosowanie elementów prefabrykowanych zamiast

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 34/35

monolitycznych, a co za tym idzie ograniczenie odpadów, to zachowania wpływające korzystnie na emisję CO₂.


TERMOMODERNIZACJA OBIEKTÓW ZABYTKOWYCH

Budynki zabytkowe są specyficzną grupą obiektów. Będące pod ochroną konserwatorską budynki często mają unikatową, bogato zdobioną elewację wykończoną charakterystycznymi materiałami i strukturami oraz specyficzną pod względem kształtu i konstrukcji stolarkę. Ochrona konserwatorska może mieć formę ścisłej ochrony konserwatorskiej, gdy mowa o budynkach cennych pod względem historycznym i architektonicznym, bądź formę strefy ochrony konserwatorskiej gdy budynek nie jest zabytkiem ale znajduje się na terenie chronionym architektonicznie. Dekarbonizacja powinna dotyczyć również budynków zabytkowych, mimo że koszty związane z modernizacją tego typu budynków mogą być większe niż w przypadku budynków nowszych.

Termomodernizacja budynków objętych ścisłą ochroną konserwatorską nie może doprowadzić do utraty walorów estetycznych i zatracenia detali architektonicznych, dlatego nie dopuszcza się ocieplenia w takich budynkach ścian od zewnątrz. Alternatywą dla ocieplenia przegród pionowych od zewnątrz jest ocieplenie ich od wewnątrz. Stosowanym często kompromisem jest ocieplenie od wewnątrz elewacji cennych pod względem architektonicznym, a pozostałe elewacje, które np. są mniej eksponowane i reprezentacyjne ociepla się od zewnątrz. Do termomodernizacji budynków zabytkowych również należy podchodzić kompleksowo, rozważając nie tylko ocieplenie ścian (od zewnątrz lub od wewnątrz) ale także wymianę stolarki czy źródła ciepła. Bardzo istotnym elementem w procesie termomodernizacji jest doprowadzenie systemu wentylacji do pełnej sprawności, tak by zmiana parametrów przegród budynku nie spowodowała degradacji budynku. Ocieplenie od wewnątrz niesie za sobą szereg problemów związanych z fizyką budowli, tj. przemarzanie konstrukcji, wykraplanie się pary wodnej, większą liczbę mostków cieplnych. Ponadto, ocieplenie od wewnątrz zmniejsza powierzchnię użytkową pomieszczeń, a co za tym idzie komfort użytkownika. Zakres materiałów i rozwiązań stosowanych przy termomodernizacji budynków zabytkowych jest bardzo szeroki. Począwszy od najbardziej popularnych tj. styropian (polistyren ekspandowany), styrodur (polistyren ekstrudowany) czy wełna mineralna. Alternatywą dla popularnych materiałów ociepleniowych są pianki PUR (poliuretanowe) i PIR (poliizocyanuratu) stosowane w formie płyt lub natrysku. Inny rozwiązaniem są tynki termoizolacyjne, renowacyjne. Są to specjalistyczne produkty wykorzystywane w budynkach zabytkowych.

Nowoczesnym rozwiązaniem stosowanym na zabytkowych elewacjach są podwójne przeszklone ściany osłonowe pozwalające na wznoszenie pełnowartościowych transparentnych przegród poziomych i pionowych. Są to samonośne konstrukcje, nie związane w sposób trwały z budynkiem. Podwójny układ ścian zapewnia wytworzenie strefy buforowej zamkniętego powietrza. Nagrzane powietrze zapewnia nagrzewanie pomieszczeń wewnętrznych oraz może wspomagać ciąg wentylacyjny przez uchylone okna.

System grzewczy oparty na grzejnikach podtynkowych to nowoczesny i energooszczędny system ogrzewania ściennego, stosowany w rewitalizowanych budynkach. Systemy płaszczowe charakteryzują się wyjątkowo niskim zużyciem energii. W systemie grzejników podtynkowych ciepło dostarczane jest precyzyjnie w miejscu powstawania strat cieplnych przy jednocześnie minimalnym oporze cieplnym do wnętrza. Konstrukcję w formie siatki można zatopić w cienkiej warstwie tynku (1-1,5 cm) uzyskując dużą moc grzewczą i minimalną bezwładność, a więc przeciwieństwo systemu podłogowego. System ścienny podobnie jak podłogowy charakteryzuje się niskotemperaturową redystrybucją (ściana nigdy nie

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część I. Sektor energetyczny według koncepcji „business as usual”	Nr ewidencyjny 240/ZC/2021
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 35/35

przekracza 30 st. C), a jednak wydajność ma większą z uwagi na możliwość wykorzystania wyższej temperatury wody z c.o.

MECHANIZMY WSPARCIA ROZWOJU BUDOWNICTWA NISKOENERGETYCZNEGO

Zgodnie z obowiązującymi przepisami od 2019 r. nowoprojektowane budynki użyteczności publicznej, a od 2021 r. pozostałe projektowane budynki muszą spełniać standardy budynków prawie zero energetycznych. Obecnie udział budynków pasywnych i prawie zeroenergetycznych we wszystkich zasobach budynkowych jest znikomy i wynosi ok.1-2%

Rząd Polski jest w trakcie przyjmowania Długookresowej Strategii Renowacji Budynków⁸, w ramach której określone będą docelowe poziomy energochłonności budynków i harmonogram ich modernizacji oraz sposoby finansowania procesu. W oparciu o przedstawione propozycje zakłada się, że ponad połowa budynków w roku 2050 będzie budynkami prawie zeroenergetycznymi.

Dyrektywa w sprawie charakterystyki energetycznej budynków wprowadza pojęcie wskaźnika gotowości Smart (Smart Readines Indicator, SRI). Wskaźnik ten pozwala ocenić przygotowanie budynku na wprowadzenie w nim rozwiązań dla „domów inteligentnych”. Pozwala ocenić czy rozwiązania zastosowane w budynku są w stanie dostosować się do potrzeb użytkowników, sieci elektroenergetycznej oraz do poprawy efektywności energetycznej. Wprowadzenie wskaźnika gotowości ma pobudzić stosowanie inteligentnych rozwiązań w nowych budynkach, co pozwoli na zmniejszenie zapotrzebowania na energię i odejście od paliw kopalnych. Wskaźnik ten ma być narzędziem informacyjnym służącym do podniesienia świadomości na temat korzyści płynących z inteligentnych technologii i technologii informacyjno-komunikacyjnych w budynkach, szczególnie z perspektywy energetycznej. Wprowadzenie wskaźnika SRI w krajach członkowskich UE nie jest obligatoryjne.

Zgodnie z obowiązującymi w Polsce przepisami budynki powinny spełniać minimalne parametry określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Wymagania określone w rozporządzeniu, na dzień dzisiejszy odpowiadają wymaganiom stawianym budynkom prawie zeroenergetycznym (nZEB). Wymagania te odnoszą się jednak do fazy eksploatacji budynku, a nie do całego cyklu życia.

Przy podejściu kompleksowym do oceny śladu węglowego należy uwzględnić również proces budowy i rozbiórki obiektu budowlanego. Należy wtedy dodatkowo uwzględnić ślad węglowy związany z procesem produkcji materiałów budowlanych i procesem budowy oraz emisjami wynikającymi z procesu wycofania budynku z użytkowania (w tym wyburzenia). W 2020 PLGBC⁹ zaproponowało ambitny program dekarbonizacji budynków w Polsce. Celem opracowanej mapy drogowej dekarbonizacji budownictwa do roku 2050 [2] jest pokazanie ścieżki dojścia do budynków o zerowym śladzie węglowym netto. Budynki istniejące powinny mieć zerowy operacyjny ślad węglowy, a budynki nowe i modernizowane powinny osiągnąć zerowy ślad węglowy netto w całym cyklu użytkowania.

⁸ Projekt Długookresowa Strategia Renowacji. Wspieranie Renowacji Krajowego Zasobu Budowlanego - wersja do konsultacji społecznych, Załącznik do Uchwały Rady Ministrów, 2021.

⁹ Zerowy ślad węglowy budynków. Mapa drogowa dekarbonizacji budownictwa do roku 2050, PLGBC, 2021



Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu

Część II

Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji
monizmu elektrycznego. Możliwe trajektorie
transformacji i parametry sektora w perspektywie
roku 2050





POLINVEST

doradztwo gospodarcze



Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI



Fundacja na rzecz
Efektywnego
Wykorzystania
Energii
od 1990



INSTYTUT
NA RZECZ
EKOROZWOJU





„Energopomiar” Sp. z o.o.
ul. gen. J. Sowińskiego 3
44-100 Gliwice

Dział Diagnostyki Eksploatacyjnej

Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu

Część II

Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu
elektrycznego. Możliwe trajektorie transformacji i parametry sektora
w perspektywie roku 2050

STRESZCZENIE

Numer ewidencyjny: 86.1/TE/2022


Egzemplarz nr 01/05

Opracował: **mgr inż. Bartłomiej Dziubek**
Koordinator ds. analiz energetycznych
Zespół projektowy

Dziubek


Opracował: **dr inż. Piotr Plis**
Ekspert ds. rozwoju
Koordinator operacyjny zespołu

Piotr Plis


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p>Nr ewidencyjny 86.1/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 4/40</p>

1. Słownik pojęć


Nazwa, akronim		Objaśnienie
Elektroprosumeryzm	–	Jedyność energii elektrycznej OZE (monizm elektryczny OZE) jako energii napędowej na trzech rynkach końcowych: energii elektrycznej, ciepła, paliw transportowych. Innymi słowy jest to nowy sektor gospodarki zastępujący całą współczesną energetykę paliw kopalnych (Wielkoskalową Energetykę Korporacyjną WEK). Elektroprosumeryzm zakłada zastosowanie wyłącznie energii elektrycznej wytworzonej w źródłach OZE jako energii napędowej na trzech rynkach końcowych: energii elektrycznej, ciepła, paliw transportowych.
Elektroprosument	–	Odbiorca wytwarzający energię elektryczną wyłącznie ze źródeł OZE. Może korzystać z dostępu do zasobów KSE (w tym sieci elektroenergetycznej) na nowych zasadach (patrz zasada ZWZ-KSE) indywidualnie lub za pośrednictwem np. systemu(WSE).
Rynki elektroprosumeryzmu (cztery rynki wschodzące)	–	rynek\overrightarrow{EP}(1) – rynek energii elektrycznej 1 (RCR - czasu rzeczywistego); rynek\overrightarrow{EP}(2) – bezsieciowy rynek urządzeń (technologii, materiałów, produktów, ...); rynek\overrightarrow{EP}(3) – bezsieciowy rynek usług (projektowych, instalacyjnych, serwisowych, innych, a także usług związanych z obsługą modeli biznesowych spółdzielczych, klastrowych, deweloperskich, franczyzowych, outsourcingowych, innych); rynek\overrightarrow{EP}(4) – rynek energii elektrycznej 2 (offshore).
WEK	–	Wielkoskalowa Energetyka Korporacyjna: elektroenergetyka wraz z górnictwem węgla brunatnego i potencjalnie z energetyką jądrową, ciepłownictwo, sektor paliw transportowych, gazownictwo, górnictwo węgla kamiennego.
KSE	–	Krajowy System Elektroenergetyczny.
JREE	–	Europejski Jednolity Rynek Energii Elektrycznej
Triplet paradygmatyczny monizmu elektrycznego	–	Paradygmat prosumencki + paradygmat egzergetyczny + paradygmat wirtualizacyjny.
Zbiór kanoniczny technologii wytwórczo-zasobnikowych/regulacyjnych \overrightarrow{EP}	–	Podzbiór czterech podstawowych technologii (skomercjalizowanych): EWL – elektrownie wiatrowe lądowe, PV – źródła fotowoltaiczne, ogólnie wytwórczo-akumulatorowe, EWM – elektrownie wiatrowe morskie oraz EB – elektrownie biogazowe, ogólnie wytwórczo-zasobnikowe/regulacyjne (na początek głównie uтиlizacyjne),

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86.1/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 5/40</p>

		<p>podzbiór trzech technologii potencjalnych (dojrzewających i wymagających masowej komercjalizacji):</p> <p>μEB – wymagające masowego skomercjalizowania mikroelektrownie biogazowe, ogólnie wytwórczo-zasobnikowe/regulacyjne (na początek głównie utylizacyjne),</p> <p>μEW – wymagające masowego skomercjalizowania mikroelektrownie wiatrowe, ogólnie wytwórczo-akumulatorowe</p> <p>GOZ – dojrzewająca multitechnologia wytwórczo-zasobnikowa mineralizacji niskotemperaturowej w gospodarce obiegu zamkniętego, na początek w gospodarce odpadami,</p> <p>i dwie najważniejsze technologie w podzbiórce technologii potencjalnych, mianowicie:</p> <p>μTW – dojrzewające technologie wodorowe, zasobnikowo-wytwórcze,</p> <p>μEJ – potencjalne, specjalnego cywilnego zastosowania, fabryczne mikroelektrownie jądrowe nowej generacji.</p>
Ostona kontrolna (OK)	–	Ostona służąca do wydzielenia obszaru (części infrastruktury elektroenergetycznej) podlegającego analizie. Stosowana na kilku poziomach – np. osiedle, dzielnica, miasto, kraj.
Zbiór kontrolnych osłon bilansujących dla m.st. Warszawy wraz z otuliną (OKW1...OKW10)	–	Zbiór 10 reprezentatywnych kontrolnych osłon bilansujących w osłonach reprezentujący 261 rejonów w MSI (195 aktywnych i 66 nieaktywnych) oraz 18 dzielnic w osłonie OK(W) oraz 18 gmin w osłonie OK(W+).
Otulina warszawska	–	Teren 18 gmin sąsiadujących bezpośrednio z m.st. Warszawą.
Koszt elektro-ekologiczny (KEE)	–	Miara wyczerpywania się globalnych nieodnawialnych bogactw naturalnych (nie tylko paliw) na rynkach elektroprosumeryzmu. Koszt KEE zastępuje w naturalny sposób koszt termo-ekologiczny (TEC) w energetyce paliw kopalnych. Istota kosztu KEE i TEC jest w świetle podstaw fundamentalnych Transformacji Energetyki w Trybie Innowacji Przełomowej do elektroprosumeryzmu ta sama.
Koszt termo-ekologiczny (TEC)	–	Thermo-Ecological Cost; Miernik wyczerpywania nieodnawialnych zasobów naturalnych służący do oceny zasobochłonności rozwiązań zastosowanych w energetyce paliw kopalnych. Jest to miara wpływu danego produktu na wyczerpywanie się nieodnawialnych bogactw naturalnych. Im niższa wartość tym mniejszy wpływ na wyczerpywanie zasobów nieodnawialnych.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 86.1/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 6/40</p>

Terminal STD	–	<p>Sieciowy Terminal Dostępowy; Terminale to urządzenia, które przejmą, w zdefiniowanym zakresie, kontrolę nad potrzebami energetycznymi użytkowników (w szczególności prosumentów). STD jest to urządzenie dedykowane osobom, które chcą oferować własne zasoby (źródła energii OZE, magazyny,...) na rynku energii elektrycznej. Jedną z funkcjonalności STD (poprzez narzędzia informatyczne) jest możliwość zawierania umów i realizacji zobowiązań na dostawę energii elektrycznej, analizę finansów, pakietowe zakupy i sprzedaż energii elektrycznej itd. Jednak STD powinien również mierzyć produkcję i zużycie energii elektrycznej, umożliwiać bezpieczny przesył i akwizycję danych oraz wykorzystując sztuczną inteligencję prognozować profile zapotrzebowania i produkcji. Ponadto zgodnie z zaprogramowanymi funkcjonalnościami (zdefiniowanymi przez użytkownika) powinien zarządzać odbiorami tak, żeby zapewnić bezpieczeństwo energetyczne w efektywny (i tani) sposób.</p>
LOLE	–	<p>LOLE (ang. Loss of Load Expectation) - oczekiwany sumaryczny czas trwania deficytów mocy w rozpatrywanym okresie. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Energii z dnia 18 lipca 2018 r. w sprawie wykonania obowiązku mocowego, jego rozliczania i demonstrowania oraz zawierania transakcji na rynku wtórnym <u>wskaźnik ten jest standardem bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej do odbiorców końcowych i wynosi nie więcej niż 3 godziny (rocznie).</u></p>
ITEP	–	<p>Inżynier Transformacji Elektroprosumenckiej Podmiot działający na elektroprosumenckich rynkach usług dla elektroprosumentów oraz dla jednostek JST w zakresie kompleksowego wsparcia obejmującego pasywizację budownictwa, elektryfikację ciepłownictwa, elektryfikację transportu i reelektryfikację OZE. Inżynier ITEP może reprezentować elektroprosumenta (spółdzielnia, wspólnota, grupa elektroprosumentów indywidualnych,...) oraz jednostkę JST we właściwych urzędach państwowych, a także względem operatora OSD na rynku schodzącym energii elektrycznej.</p>

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86.1/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 7/40</p>

2. Informacje ogólne

Podstawą formalną opracowania jest zawarta pomiędzy Miastem Stołecznym Warszawą (zwanym dalej *Zamawiającym* lub *Miastem*), a „Energomiar” Sp. z o.o. zwanym dalej *Wykonawcą*, Umowa z dnia 15 czerwca 2021 r. nr UK/2021/DN-DS/0001 (znak *Zamawiającego*: UMIA/IN/B/III/4/4/1/06/2021-2022) na wykonanie pracy pn.: „Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu”.

Projekt podzielony jest na trzy etapy:

Etap I

Sektor energetyczny m.st. Warszawy według koncepcji „business as usual”. Analiza potencjału oraz perspektywy rozwoju sektora w kontekście możliwości realizacji celów polityki klimatycznej i zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego *Miasta*.

Etap II

Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego. Możliwe trajektorie transformacji i parametry sektora w perspektywie roku 2050.

Etap III

Część III. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050. Część III Supplement. Warszawski Panel Klimatyczny. Realizacja rekomendacji, a Model 2050.


Niniejsze streszczenie dotyczy raportu nr 86/TE/2022 pn. „Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu. Część II - Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego. Możliwe trajektorie transformacji i parametry sektora w perspektywie roku 2050

Celem opracowania nr 86/TE/2022 wykonanego przez Energomiar Sp. z o.o. jest przeprowadzenie analizy w zakresie roli i warunków funkcjonowania sektora energetycznego w Mieście oraz określenie możliwości jego przemodelowania w kierunku pozwalającym na osiągnięcie przez sektor energetyczny Miasta neutralności wobec klimatu w perspektywie roku 2050.

Raport z realizacji zadania składa się z 18 rozdziałów, z których pierwszych 7 (siedem) ma charakter organizacyjno-informacyjny, 10 (dziesięć) kolejnych ma charakter merytoryczny, a ostatni stanowi bibliografię. Integralną częścią raportu są trzy załączniki dotyczące:

- potencjału otuliny warszawskiej – osłona kontrolna OKW1 (załącznik 1),
- przykładowych osłon kontrolnych do badań modelowych (załącznik 2)
- rozwiązania w zakresie sieci elektroenergetycznych na potrzeby monizmu/elektroprosumeryzmu (załącznik 3).

Lista tabel w raporcie liczy 32 pozycje, a rysunków 21 pozycji (bez tabel i rysunków w załącznikach).


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p>Nr ewidencyjny 86.1/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 8/40</p>

Raport obejmuje:

1. Opis możliwości i sposobu przekształcenia sektora energetycznego w kierunku jego pełnej substytucji energią elektryczną (monizm elektroenergetyczny) w warunkach zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego Miasta oraz analizę mocnych i słabych stron oraz możliwości/szans i zagrożeń proponowanych koncepcji z poziomu m.st. Warszawy, odpowiednio dla lat bilansowania: 2025, 2030, 2035, 2040, 2045 i docelowo 2050;
2. Dla koncepcji monizmu elektrycznego:
 - a. oszacowanie, na koniec każdego okresu prognozy (roku bilansowania), wielkości emisji gazów cieplarnianych z sektora energetycznego, w tym dwutlenku węgla (CO₂) i z tego poziomu, ocenę neutralności sektora wobec klimatu, w kontekście realizacji polityki klimatycznej Miasta;
 - b. ocenę, na koniec każdego okresu prognozy (roku bilansowania), możliwego do zapewnienia przez sektor energetyczny poziomu bezpieczeństwa energetycznego Miasta;
3. Wnioski z oceny sektora energetycznego pod kątem transformacji w kierunku monizmu elektrycznego;
4. Rekomendacje dla m.st. Warszawy odnośnie charakteru i zakresu działań wspierających transformację sektora energetycznego w ramach przyjętej koncepcji monizmu elektrycznego, ze wskazaniem uwarunkowań dla transformacji w kierunku elektroprosumeryzmu.

Opracowanie obejmuje obszar m.st. Warszawy w granicach administracyjnych z dnia 15 czerwca 2021 r. oraz opisuje uwarunkowania i stan prawny na dzień 30 września 2021 r. zmodyfikowany o zmiany już zdeterminowane i znane na dzień przekazania raportu *Zamawiającemu*.

Zastosowanym materiałem bazowym są »WYTYCZNE do opracowania (do budowy) „Modelu energetycznego dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniającego warunki elektroprosumeryzmu”« (Warszawa, styczeń 2021r.) zredagowane przez Biuro Infrastruktury UM st. Warszawy pod kierunkiem Prof. dr. hab. inż. Jana Popczyka.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86.1/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 9/40</p>

3. Streszczenie merytoryczne

Rozdział 8

W tym rozdziale opisano zmiany w polityce energetycznej Unii Europejskiej wynikające z rosyjskiej agresji na Ukrainę jako uzupełnienie informacji przedstawionych w Etapie I.


Do priorytetów polityki energetycznej UE dodano niezależność energetyczną wspólnoty. Gospodarki krajów zachodnioeuropejskich są mocno uzależnione od dostaw gazu ziemnego z Rosji, co zmusza je do poszukiwania nowych kierunków dostaw „błękitnego” paliwa oraz przekłada się na wzrost cen tego surowca na rynkach światowych. Ograniczenia dostaw gazu z Rosji do Unii Europejskiej wywołują w okresie jesienno-zimowym poważny kryzys. Polska na tle krajów UE jest w mniejszym stopniu uzależniona od rosyjskich dostaw gazu ziemnego oraz na dzień opracowania raportu posiada blisko w pełni wypełnione magazyny tego paliwa. Dodatkowo, realizowana przez Polskę strategia dywersyfikacji źródeł dostaw powinna zaowocować uruchomieniem na jesieni 2022 r. nowych kierunków przepływu gazu do Polski. Pomimo tego, iż rosyjski gaz zostanie zastąpiony gazem sprowadzanym gazociągiem Baltic Pipe oraz skroplonym gazem LNG mogą wystąpić ograniczenia w dostępie do tego paliwa. Należy pamiętać, że nawet jeśli uda się uniknąć ograniczeń w zaopatrzeniu to niezależnie od kierunku pochodzenia paliwo gazowe jest i będzie kosztowne. Natomiast węgiel dla ciepłownictwa i elektroenergetyki pochodzi w znacznej większości z polskich kopalń. Import węgla dla energetyki stanowiący ok. 20% zużycia, a dla sektora komunalno-bytowego nawet 40% będzie musiał być zaspokojony z innych kierunków (RPA, Australia, Kolumbia), jednak niedobór i tego paliwa na krajowym rynku może być istotnie odczuwalny, a jego cena również może być znacząco wyższa. Pomimo zapewnień płynących ze strony Ministerstwa Klimatu i Środowiska, że węgla nie zabraknie¹ to nie można wykluczyć takiego scenariusza.

Powyższe wzmacnia zasadność przyspieszenia transformacji energetycznej w kierunku źródeł odnawialnych.

Na początku marca 2022 r., Komisja Europejska przedstawiła zarys planu uniezależnienia Europy od rosyjskich paliw kopalnych w ciągu najbliższych 5 lat (tzw. plan REPowerEU). W planie tym przedstawiono szereg środków, które mają stanowić odpowiedź na rosnące ceny energii. Plan REPowerEU będzie dążyć do dywersyfikacji dostaw gazu ziemnego, przyspieszenia wprowadzania na rynek gazów odnawialnych (biometan, wodór) oraz elektryfikację transportu, ciepłownictwa i przemysłu. REPowerEU kwestionuje także strategię przejścia systemów ciepłowniczych na elektrociepłownie gazowe. **Docelowo paliwa gazowe mają być w ciepłownictwie tylko uzupełnieniem, podstawa powinna być zabezpieczona przez bezpośrednią elektryfikację źródeł energii, tj. pompy ciepła.**

Najnowsza wymuszona zmiana w podejściu do europejskiej polityki klimatycznej dopuszcza chwilowe przedłużenie wykorzystywania węgla do produkcji energii, ale **zakłada jednocześnie przyspieszenie prac nad rozwojem i wykorzystaniem technologii OZE** oraz pominięcie / maksymalne ograniczenie

¹ <https://energia.rp.pl/wegiel/art36548681-rzad-przekonuje-ze-węgla-nie-zabraknie> [dostęp:23.06.2022r.]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86.1/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 10/40</p>

etapu pośredniego w osiągnięciu neutralności klimatycznej, tj. wykorzystania gazowych technologii niskoemisyjnych.

Rozdział 9

W tym rozdziale opisano koncepcje monizmu elektrycznego – założenia, współczynniki transformacyjne oraz triplet paradygmatyczny monizmu elektrycznego.

Monizm elektryczny to koncepcja pozwalająca pokryć wszystkie potrzeby na trzech rynkach końcowych energetyki paliw kopalnych (energii elektrycznej, ciepła i paliw transportowych) za pomocą energii elektrycznej, przy wykorzystaniu minimalnej jej ilości. Podstawą teoretyczną monizmu elektrycznego jest analiza egzergetyczna, która prowadzi do wniosków, że energia elektryczna charakteryzuje się najwyższą egzergią.

Obliczenie sprawności egzergetycznej pozwala natomiast na oszacowanie redukcji zapotrzebowania na energię poprzez zastąpienie (w procesie transformacji) energii pochodzącej z paliw kopalnych energią ze źródeł OZE, ale po wcześniejszej pasywacji budownictwa, elektryfikacji ciepłownictwa i transportu.

Głównym wyznacznikiem monizmu elektrycznego są szacunkowe współczynniki transformacji energetycznej do energii użytecznej $E_{uż}$ w elektroprosumeryzmie. Współczynniki te stosuje się do oszacowania zysku z pokrycia potrzeb energetycznych jedynie za pomocą energii elektrycznej. Do oszacowania wykorzystano współczynniki transformacyjne obecnej energii końcowej E_k , w energię/egzergię użyteczną w monizmie elektrycznym, które przedstawiono w tabeli poniżej.


Rynek energetyczny		„Czynnik” napędowy	Jednostka „wiążąca”	Oszacowanie	
				Wzór	Liczbowe
Energia elektryczna		ludność, gospodarka	kWh/(os., PKB)	(-)	1
Ciepło	grzewcze, CG	ludność, mieszkalnictwo	kWh/m ²	$\frac{E_{PH}}{E_g} \cdot \frac{1}{COP}$	$\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3} = 0,1$
	CWU	ludność	kWh/os.	$\frac{1}{COP}$	$\frac{1}{3} = 0,3$
Transport		ludność, transport	kWh/sam.	$\frac{\eta_s}{\eta_{EV}}$	$\frac{0,2}{0,6} = 0,3$

E_{PH} – wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową do celów grzewczych (ogrzewanie i wentylacja) w monizmie elektrycznym; E_g – wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową do celów grzewczych (ogrzewanie i wentylacja) - obecnie; COP – współczynnik wydajności cieplnej pompy ciepła (ang. Coefficient of Performance); η_s – sprawność pojazdu z silnikiem spalinowym; η_{EV} – sprawność pojazdu z silnikiem elektrycznym.

Celem powiązania energii użytecznej $E_{uż}$ ze współczynnikami przedstawionymi w powyższej tabeli jest wyznaczenie trajektorii transformacyjnej bilansów energetycznych.

Współczynniki transformacyjne pozwalają na sformułowanie **paradygmatu egzergetycznego**, czyli zastąpienia paliw kopalnych źródłami OZE o wysokiej sprawności egzergetycznej, które dostarczają energię elektryczną do pokrycia wszystkich potrzeb energetycznych, czyli pokrycia zapotrzebowania na energię użyteczną.

W paradygmacie egzergetycznym brakuje inwestycji, a ogólnie środowiska społeczno-ekonomicznego. Dlatego potrzebne są dwa dalsze paradygmaty.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86.1/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 11/40</p>

Paradygmat prosumencki związany jest z odwróceniem kierunku rozwoju naśladowczego energetyki, podporządkowanego makroekonomii, polityce energetycznej i korporacjom, w rozwój przelomowy zdominowany przez ludzi, elektroprosumentów, samorządy i MMSP.

Paradygmat wirtualizacyjny, którego podstawą są prawa elektrotechniki ze szczególnym uwzględnieniem ograniczeń sieciowych prądowych (gałęziowych/liniowych) oraz napięciowych (węzłowych).

Monizm elektryczny OZE definiuje na nowo ramy rynku energii elektrycznej, którego ustanowienie musi nastąpić poprzez kompleksowe i równoczesne podejście do pięciu podstawowych obszarów (sektorów), wymienionych poniżej w kolejności przynoszonych efektów:

1. Pasywizacja budownictwa.
2. Elektryfikacja ciepłownictwa.
3. Elektryfikacja transportu.
4. Elektrotechnologie w środowisku cyfrowym i gospodarka GOZ.
5. Re-elektryfikacja OZE.


Rozdział 10

W tym rozdziale opisano możliwości i sposoby przekształcenia sektora energetycznego Warszawy w kierunku jego pełnej substytucji energią elektryczną.

W ramach realizacji Etapu 1 Projektu przeprowadzono analizę zapotrzebowania m.st. Warszawa na media energetyczne w perspektywie roku 2050 wraz z określeniem źródeł i nośników energii służących pokryciu tego zapotrzebowania. Prognozowanie zrealizowano w czterech wariantach. Jako referencyjny przyjęto zerowy model „business as usual” (Model 0), w którym założono, że zmiany w sposobie wytwarzania energii będą wynikały jedynie z rozwoju poszczególnych technologii, bez wymuszania działań w kierunku wypierania paliw kopalnych z miksu energetycznego. Kolejne trzy modele (Modele 1-3) – będące przedmiotem analiz w ramach Etapu 2 – zostały opracowane już z uwzględnieniem przyspieszenia transformacji energetyki w kierunku zastosowania wyłącznie energii elektrycznej na rynkach końcowych przy założeniu zróżnicowanej struktury źródeł wytwórczych w każdym z modeli. Punktem wyjścia dla każdego z nich przy określeniu trajektorii zmian w zakresie zaopatrzenia w energię końcową jest stan właściwy na koniec roku 2020.

Podstawowe założenia przyjęte w każdym z trzech modeli przedstawiają się następująco:

- **Model 1.** Analiza została wykonana przy założeniu bardzo ostrożnych oszacowań związanych z dostępnością lokalnych zasobów Warszawy i możliwości wykorzystania źródeł OZE. Założono ograniczony potencjał województwa do pokrycia potrzeb energetycznych. Duża gęstość energii wymusiła pokrycie potrzeb energetycznych w elektroprosumeryzmie w ponad 70% realizowane za pomocą elektrowni wiatrowych offshore.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86.1/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 12/40</p>

- **Model 2** zakładający ograniczenie wykorzystania energii pochodzącej z morskich farm wiatrowych (rynku offshore). Maksymalizuje się wykorzystanie lokalnych zasobów, w tym źródeł PV oraz uwzględnia energię pochodzącą z elektrowni wiatrowych umiejscowionych w terenach przyległych do Warszawy.
- **Model 3.** Przesłankami do analizy modelu miksu energetycznego, było ponowne oszacowanie możliwości wykorzystania źródeł PV (wzrost do 25%), a także przesłanki do przyjęcia znacznie większych możliwości kształtowania profilu (założono poziom 30%, wcześniej 15%), oraz do całkowitego wyeliminowania paliw kopalnych. Układy gwarantowanego zasilania (UGZ) stanowią jedynie rezerwę i nie są brane pod uwagę w analizie miksu. W modelu 3 zarządzanie rynkiem pełni kluczową rolę w bilansowaniu.

W modelach przyjęto trajektorie rozwoju technologii OZE od stanu obecnego do stanu na rok 2050.

Trajektorie zmian zapotrzebowania na energię w modelach 1-3 oraz źródła i nośniki energii służące pokryciu prognozowanych potrzeb.

W niniejszym rozdziale przedstawiono syntetyczne zestawienie najważniejszych danych opisujących zużycie poszczególnych rodzajów energii końcowej w warszawskim sektorze energetycznym, które zostały uzyskane w ramach analiz zrealizowanych w Etapie 1 projektu. Szczegółowe założenia dotyczące poszczególnych analiz można znaleźć w opracowaniu pn. „Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu. Część I. Sektor energetyczny według koncepcji »business as usual«”.

Szacując trajektorię zmian zapotrzebowania na energię elektryczną uwzględniono szereg czynników, w tym związanych z:

- potencjałem zwiększenia efektywności wykorzystania energii elektrycznej w poszczególnych segmentach rynku,
- zapotrzebowaniem na energię elektryczną wynikającą z elektryfikacji ciepłownictwa oraz transportu,
- zwiększeniem potrzeb energetycznych dla segmentu klimatyzacji, elektrotechnologii,
- rozwojem miasta i wynikającą z niego zmianą liczby mieszkańców.

Przebieg zmian zapotrzebowania na energię elektryczną dla modeli 1-3 przedstawia poniższy rysunek.



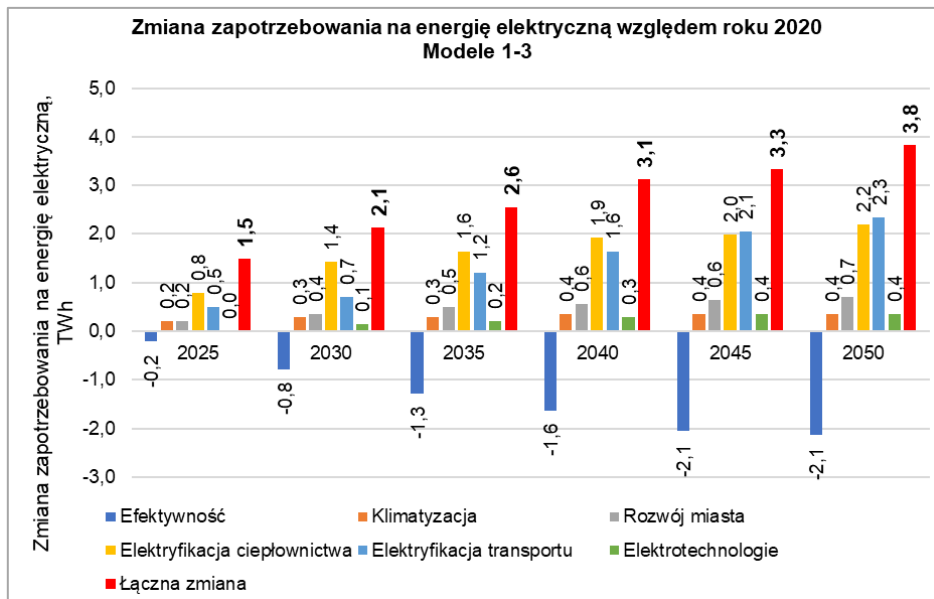
Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu

Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego

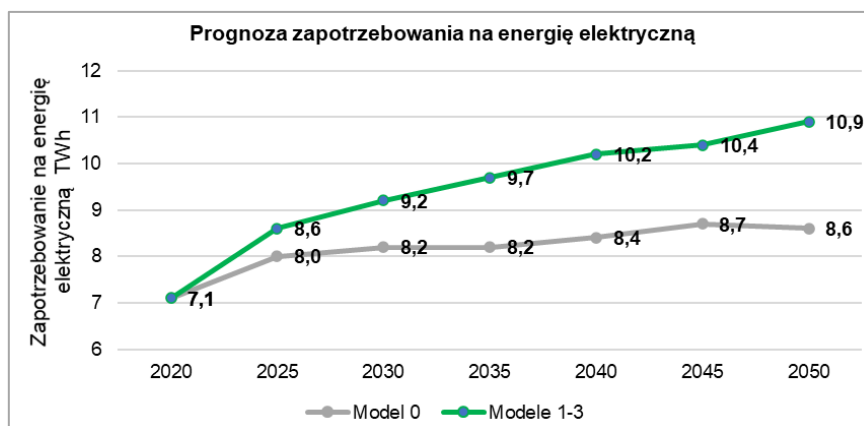
Nr ewidencyjny
86.1/TE/2022

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
13/40




Na podstawie założeń przyjętych w ramach realizacji Etapu 1 oszacowana została trajektoria zmian zapotrzebowania na energię elektryczną, którą przedstawia poniższy rysunek.



Należy podkreślić, że w elektroprosumeryzmie (modele 1-3) energia elektryczna będzie pokrywać prawie wszystkie potrzeby energetyczne uwzględniając obecne użytkowanie energii elektrycznej oraz elektryfikowane ciepłownictwo i transport.

Modele 1-3 są tożsame w zakresie łącznych wolumenów **energii elektrycznej** niezbędnej do wytworzenia w poszczególnych latach, natomiast różnią się między sobą strukturą źródeł wytwórczych.

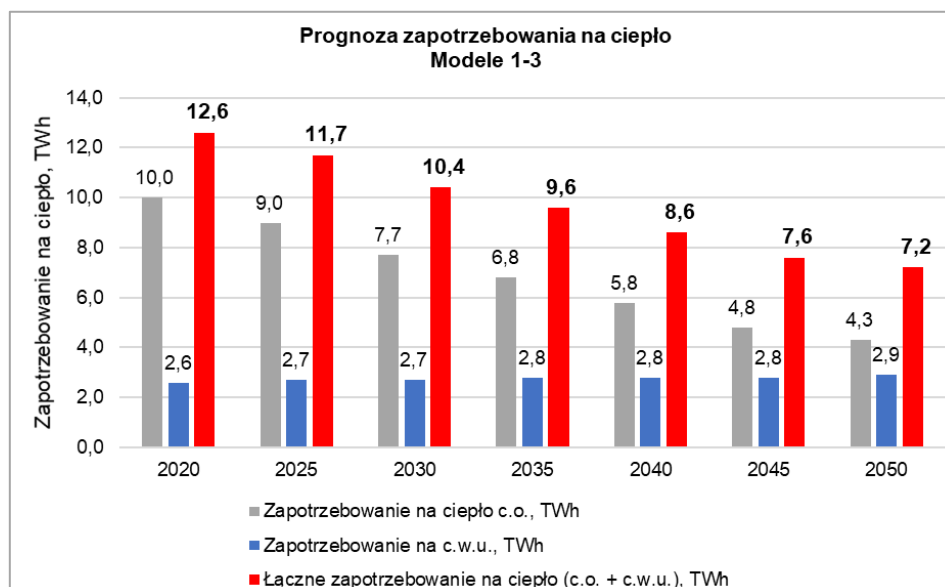
Czynnikiem wpływającym na wzrost zapotrzebowania na ciepło c.o. oraz c.w.u. jest rozwój miasta rozumiany jako przyrost liczby jego mieszkańców oraz wzrost liczby ogrzewanych budynków. Z kolei kluczowym czynnikiem mającym wpływ na zmniejszenie zużycia ciepła do ogrzewania budynków

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p>Nr ewidencyjny 86.1/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 14/40</p>

(c.o.) jest pasywizacja budownictwa. W celu obliczenia trajektorii zmian zapotrzebowania na energię ciepłą uwzględniono wpływ trzech czynników:

- rozwój miasta i wynikający z niego wzrost liczby mieszkańców – analogicznie jak w przypadku modelowania zapotrzebowania na energię elektryczną, jako modelowy wariant rozwoju miasta przyjęto scenariusz koncentracji,
- pasywizacja budownictwa – przy szacowaniu zapotrzebowania na ciepło uwzględniono współczynniki wynikające ze scenariusza szybkiej i głębokiej modernizacji przedstawionego w Długoterminowej Strategii Renowacji,
- elektryfikacja ciepłownictwa.

Prognozę potrzeb energetycznych w zakresie ciepła dla modeli 1-3 przedstawia poniższy rysunek.





**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

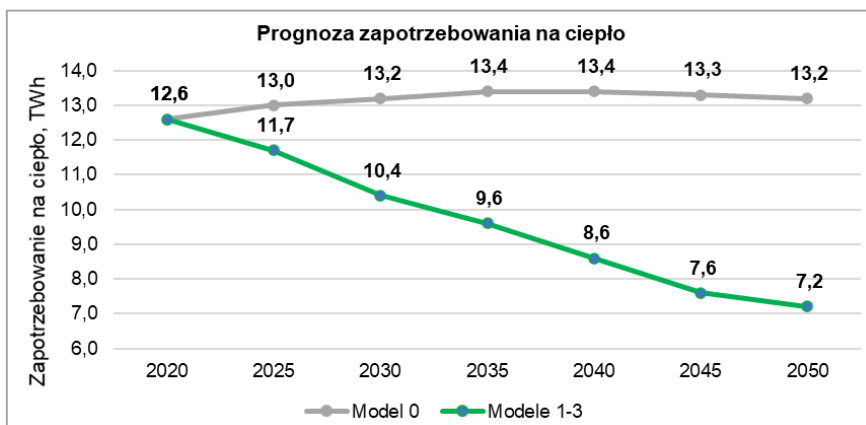
Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego

Nr ewidencyjny
86.1/TE/2022

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
15/40

Na podstawie założeń przyjętych w ramach realizacji Etapu 1 oszacowana została trajektoria zmian zapotrzebowania na ciepło, którą przedstawia poniższy rysunek.




Modele 1-3 są identyczne w zakresie zarówno łącznych wolumenów **ciepła** niezbędnych do wytworzenia w poszczególnych latach jak również w zakresie struktury źródeł wytwórczych zabezpieczających potrzeby miasta.

Pokrycie zapotrzebowania na ciepło uwzględnia prognozy zapotrzebowania na ciepło oraz trajektorie wzrostu udziału pomp ciepła (PC) w pokrywaniu tego zapotrzebowania do wartości docelowej 90% w 2050 roku. Należy mieć jednak na uwadze, że wartość ta służy przede wszystkim do celów bilansowych, tj. do wyliczenia potencjalnego zapotrzebowania na ciepło sieciowe (uwzględniającego rozwój miasta oraz pasywyzację budownictwa) w odniesieniu do roku bazowego 2020. W analizie modeli 1-3 założono identyczne ścieżki elektryfikacji ciepłownictwa sieciowego oraz nie sieciowego. W przypadku ciepła sieciowego będzie spadał udział ciepła produkowanego w dużych źródłach WEK na rzecz pomp ciepła zainstalowanych na sieciach i węzłach cieplnych oraz indywidualnych PC współpracujących z siecią ciepłowniczą. W przypadku obszarów nieobjętych siecią ciepłowniczą, PC będą zastępowały indywidualne kotłownie węglowe i gazowe.

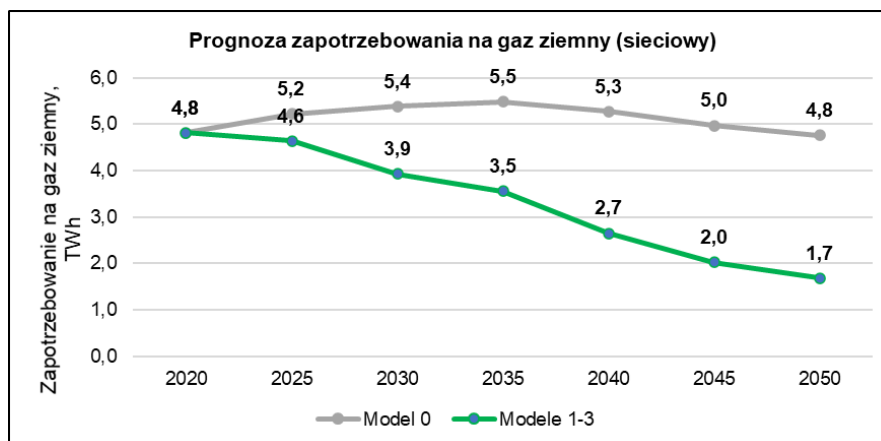
Postępująca elektryfikacja ciepłownictwa przeniesie ciężar potrzeb związanych z zaopatrzeniem w ciepło na sieć elektroenergetyczną.

Zidentyfikowano następujące czynniki mające wpływ na poziom zapotrzebowania na paliwo gazowe (gaz sieciowy) w gospodarstwach domowych:

- redukcja potrzeb związanych z zasilaniem kuchenek gazowych poprzez zastąpienie ich kuchenkami elektrycznymi,
- redukcja potrzeb związanych z gazowymi podgrzewaczami wody poprzez zastąpienie ich podgrzewaczami elektrycznymi, ciepłem sieciowym lub ciepłem z indywidualnych instalacji pomp ciepła,
- redukcja potrzeb związana z zastąpieniem kotłów gazowych ciepłem sieciowym lub ciepłem z indywidualnych pomp ciepła.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86.1/TE/2022</p>
	<p align="center">Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 16/40</p>

Na podstawie założeń przyjętych w ramach realizacji Etapu 1 oszacowana została trajektoria zmian zapotrzebowania na paliwo gazowe, którą przedstawia poniższy rysunek.



Do określenia przyszłego zapotrzebowania na paliwa płynne w transporcie wykorzystano model służący do szacowania ilości energii oraz emisji gazów cieplarnianych z transportu lądowego na terenie jednostki samorządowej, opracowany przez Fundację Instytut na rzecz Ekorozwoju, w którym wzięto pod uwagę następujące informacje:

- prognoza ruchu drogowego na przewidywanej do 2050 roku sieci dróg w mieście Warszawie,
- przewidywane inwestycje w zakresie komunikacji zbiorowej oraz systemu drogowego i lotnictwa cywilnego w Warszawie do roku 2050,
- prognoza struktury i liczby pojazdów samochodowych w Warszawie do roku 2050, w tym struktury i liczby pojazdów komunikacji zbiorowej,
- prognoza wartości współczynników emisyjnych dla paliw oraz energii elektrycznej do 2050 roku.

Na podstawie założeń przyjętych w ramach realizacji Etapu 1 oszacowana została trajektoria zmian zapotrzebowania na paliwa w transporcie dla modeli 1-3, którą przedstawia kolejny rysunek.



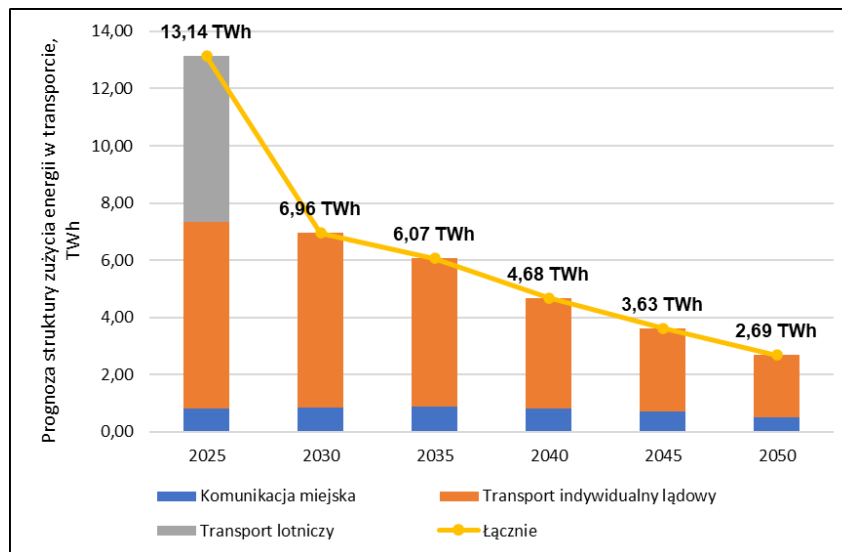
**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego

Nr ewidencyjny
86.1/TE/2022

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
17/40



W opracowanej prognozie dla modeli 1-3 najszybsza redukcja zużycia energii następuje do 2030 roku. Jest to głównie przyczyną prognozowanego wyjścia z Warszawy całego transportu lotniczego oraz przyspieszoną elektryfikacją floty samochodów osobowych. W późniejszych latach redukcja zużycia energii przebiega mniej dynamicznie. Do 2050 roku redukcja zużycia energii w stosunku do roku 2019 wynosi 78%, z czego w samym transporcie lądowym 61%. Różnica ta wynika głównie ze zwiększonego wykorzystania energii elektrycznej.


Ocena możliwości pokrycia potrzeb energetycznych Miasta

Możliwości pasywizacji budownictwa wielorodzinnego podzielono na dwa etapy.

W pierwszym z nich przeanalizowano możliwości docieplenia przykładowych budynków wielorodzinnych (z lat 70-80. XX w. oraz z lat 2000-2013) oraz wymianę stolarki okiennej i drzwiowej, natomiast w drugim etapie wzięto pod uwagę szereg kolejnych działań: zmiana źródła wytwarzania ciepła na cele ogrzewania i przygotowania c.w.u. z ciepła systemowego na pompę ciepła, montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, wymiana okien na okna z powłoką kwantową oraz montaż systemów OZE na dachu i elewacji.

Im nowsze budownictwo tym mniejsze jego zapotrzebowanie na energię cieplną (w przeliczeniu na powierzchnię użytkową). Dlatego największe zyski w zakresie efektywności energetycznej wystąpiły w przypadku najstarszego budownictwa. W przypadku budynków podlegających nadzorowi Biura Stołecznego Konserwatorów Zabytków możliwości pasywizacji są bardzo małe w przeciwieństwie do budynków nie objętych ww. nadzorem.

Przyjmując, że zapotrzebowanie na energię elektryczną w poszczególnych modelach 1-3 pokrywane w miksie energetycznym ze źródeł PV będzie wynosiło w 2050 roku odpowiednio 1,1 TWh (model 1), 2,2 TWh (model 2) lub 2,7 TWh (model 3), można dokonać oszacowania warszawskich powierzchni dachowych niezbędnych do wytworzenia tych wolumenów energii elektrycznej. Należy przy tym jednak pamiętać, że w sytuacji gdyby potencjał dachów miejskich okazał się niewystarczający to

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86.1/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 18/40</p>


dostępne są również elewacje budynków wielorodzinnych (wysokich) oraz potencjał terenów otuliny warszawskiej.

Biorąc pod uwagę bardzo zachowawcze założenia zarówno w zakresie dostępnej powierzchni dachowej pod zabudowę paneli PV (ok. 40% z łącznej powierzchni dachowej budynków) jak i wymaganej powierzchni dachowej pod panele fotowoltaiczne (ok. 9 m²/kWp) oraz przyjmując średni roczny uzysk energii z instalacji PV w warunkach warszawskich (ok. 1 MWh/kWp) i możliwość wykorzystania elewacji wielorodzinnych wysokich budynków można z całą pewnością stwierdzić, że potencjał układów PV możliwych do zastosowania na terenie m.st. Warszawy jest wystarczający do pokrycia prognozowanych wolumenów energii wytworzonych w tej technologii w ramach modeli 1-2. W przypadku modelu 3 (w 2050 r. zapotrzebowanie wynoszące 2,7 TWh) widać brakujące ok. 0,5 TWh energii elektrycznej, jednak niedobór ten będzie mógł być pokryty ze źródeł w otulinie warszawskiej, której potencjał (wynikający z dostępnej powierzchni) znacznie przekracza potrzeby Miasta lub – co zdecydowanie bardziej prawdopodobne – niedobór ten wcale nie wystąpi ze względu na większy stopień wykorzystania powierzchni dachowych. Gdyby przyjąć założenie o wykorzystaniu powierzchni dachowych w 55% to wówczas (przyjmując pozostałe założenia bez zmian) potrzeby są zbilansowane dla każdego modelu.

Biorąc wszystko powyższe pod uwagę można stwierdzić, że potencjał fotowoltaiki na terenie m.st. Warszawy w zupełności jest wystarczający, aby w technologii PV wytworzyć wolumeny energii przewidziane w modelach 1-3.

W analizie przyjęto, że zastosowanie rozwiązań opartych o mikroturbiny wiatrowe będzie możliwe na dachach miejskiej wysokiej zabudowy wielorodzinnej. Założono możliwość zastosowania mikroźródeł wiatrowych o pionowej osi obrotu (VAWT) o mocy 2 kW zlokalizowanych na północnych krawędziach budynków tak, aby nie stanowiły one przeszkody dla funkcjonowania układów PV zlokalizowanych na dachach tych budynków. **Gdyby przyjąć, że możliwe byłoby zainstalowanie po trzy sztuki mikrowiatraka na każdym budynku wielorodzinnym, wówczas rzeczywisty potencjał mikroźródeł wiatrowych wyniósłby łącznie 0,15 TWh.** Przyjmując, że zapotrzebowanie na energię elektryczną w poszczególnych modelach 1-3 pokrywane w tej technologii będzie wynosiło w 2050 roku 0,2 TWh w każdym z modeli 1-3, **można uznać, że jest to wynik możliwy do osiągnięcia** biorąc pod uwagę fakt, iż ograniczono się w analizie wyłącznie do budynków wielorodzinnych oraz w obliczeniach przyjęto niską moc jednostkową urządzenia.

Wykonawca podjął się oszacowania potencjału dostępności mocy wiatrowych zlokalizowanych na terenie otuliny warszawskiej. Otulina znajduje się w korzystnej strefie energetycznej wiatru, co oczywiście nie jest wyłącznym kryterium doboru lokalizacji farmy wiatrowej i szereg aspektów musi być wziętych pod uwagę przed podjęciem decyzji o budowie. W analizie możliwości zastosowania

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86.1/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 19/40</p>

lądowej energetyki wiatrowej założono, że zasada 10H² ulegnie liberalizacji w sposób umożliwiający instalowanie turbin w minimalnej odległości od istniejących obszarów zabudowy wynoszącej 500 m. W modelu 3 przewidywany wolumen energii do wytworzenia w 2050 roku w technologii EWL w otulinie wynosi 2,2 TWh, co przekłada się na 910 MW mocy zainstalowanej, podczas gdy potencjał powierzchniowy otuliny szacuje się na 1400 MW. Ocenia się, że podstawowymi ograniczeniami w zakresie EWL będzie konieczność konkurowania z podmiotami znajdującymi się w otulinie, tym bardziej, że przesłanie energii z otuliny będzie wymagało wykorzystania sieci 110 kV, a to podnosi koszty takich inwestycji. Będzie więc wymagało przemyślanych działań w kierunku rozbudowy lub zwiększania wykorzystania istniejących zasobów sieciowych. Alternatywnym rozwiązaniem w przypadku problemów z uzyskaniem energii, jest wykorzystanie potencjału nie tylko otuliny, ale również całego województwa.

W modelach 1-3 konieczne jest zabezpieczenie w 2050 roku z energetyki offshore odpowiednio 8 TWh, 4,1 TWh oraz 4,4 TWh. Szacowany dla Polski w roku 2050 potencjał produkcji energii elektrycznej z technologii EWM wynosi 144,7 TWh³, co oznacza, że w modelu 1 (o największym wymaganym wolumenie spośród prognozowanych scenariuszy) konieczne będzie zabezpieczenie max. 6% dostępnej produkcji.

W przypadku korzystania z zasobów tej technologii największym wyzwaniem będą ograniczone możliwości przesyłowe sieci elektroenergetycznych. Niezależnie od scenariusza (modelu), morskie farmy wiatrowe stanowią istotną pozycję w strukturze bilansu energetycznego Stolicy, co może stanowić istotne ryzyko w zakresie zapewnienia zdolności przesyłowych sieci w celu dostarczenia energii elektrycznej do miasta.


W zakresie układów biogazowych przeanalizowano możliwości zastosowania biogazowni klasy 1 MW_e (90% produkcji) oraz mikrobiogazowni klasy do 50 kW (10% produkcji). Produkcję biogazowni w roku 2050 dla modelu 1 oszacowano na 0,2 TWh/rok, a dla modeli 2 i 3 na 0,5 TWh/rok.

Aby zapewnić odpowiednią ilość surowców niezbędnych do wytworzenia planowanej ilości energii z biogazowni konieczne będzie pozyskiwanie surowców z całego województwa mazowieckiego, sama otulina warszawska jest niewystarczająca. Oprócz substratów, kolejnym czynnikiem stanowiącym duże ograniczenie – podobnie jak w przypadku technologii EWL – jest konkurencja oraz ograniczenia sieciowe, chociaż są one znacznie mniejsze niż w przypadku EWL (wynika to ze znacznie większego czasu wykorzystania mocy zainstalowanej).

Wykonawca przeanalizował w sposób bilansowy możliwości zastosowania pomp ciepła do zaspokojenia potrzeb cieplnych mieszkańców. Na podstawie prognozowanego wolumenu

² Zasada oznaczająca zakaz wznoszenia na lądzie turbin wiatrowych w odległości mniejszej niż dziesięciokrotność całkowitej wysokości turbiny (liczonej do najwyższego punktu osiąganego przez łopaty turbiny) od zabudowań i pewnych form ochrony przyrody.

³ Raport Polskiego Stowarzyszenia Energetyki Wiatrowej pt.: "Wizja dla Bałtyku. Wizja dla Polski. Rozwój morskiej energetyki wiatrowej w basenie Morza Bałtyckiego". Wrzesień 2020.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86.1/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 20/40</p>

zapotrzebowania na ciepło (energia końcowa) pokrywanego przez pompy ciepła wynoszącego 6,5 TWh w roku 2050 określono zapotrzebowanie na energię elektryczną na 2,2 TWh. Przyjęto, że każdy budynek będzie miał dedykowany układ pomp/y ciepła zapewniający ciepłą wodę użytkową oraz centralne ogrzewanie. Ciepło na potrzeby centralnego ogrzewania będzie przekazywane do przestrzeni ogrzewanych za pomocą grzejników. Nie analizowano mocy pojedynczych urządzeń, ani ich liczby, tylko wyznaczono zagregowane wartości dla całego miasta. Szczytowe zapotrzebowanie na moc cieplną dla miasta w oparciu o dane pogodowe dla roku 2020 wynosi ok. 1 500 MW_t, a dla obliczeniowej temperatury powietrza zewnętrznego (-20 °C) jest to ok. 2 050 MW_t. Szczytowe zapotrzebowanie na moc elektryczną do zasilenia pomp ciepła wynosi odpowiednio 700 MW_e dla roku 2020 i 1250 MW_e dla temperatury obliczeniowej powietrza zewnętrznego (-20 st. C). Biorąc pod uwagę dane historyczne dla temperatur powietrza zewnętrznego dla ostatniej dekady oraz prognozowane dalsze ocieplenie klimatu jest mało prawdopodobnym osiągnięcie temperatury obliczeniowej utrzymującej się przez dłuższy okres.


Zapotrzebowanie na energię elektryczną dla warszawskiego sektora transportu w roku 2050 w scenariuszach redukcji emisji CO₂ (modele 1-3) określono na poziomie ok. 2,3 TWh. Nie przewiduje się przy tym spadku liczby pojazdów w perspektywie roku 2050 poruszających się po mieście, lecz zdecydowaną zmianę struktury pojazdów, co może spowodować wzrost szczytowego zapotrzebowania na moc elektryczną nawet o ok. 900 MW. Powyższe przy założeniu, że uzupełnianie energii przez pojazdy elektryczne winno podążać za profilem zmienności produkcji energii elektrycznej ze źródeł OZE: (1) w okresie wiosenno-letnim – zgodnie z profilem produkcji z układów PV, (2) w okresie jesienno-zimowym – zgodnie z profilem produkcji energii z turbin wiatrowych (onshore/offshore). W kontekście możliwości przesyłowych sieci elektroenergetycznych zarówno w zakresie przesyłania energii elektrycznej spoza Warszawy do miasta oraz w zakresie dystrybucji energii na jego terenie konieczne będą działania zwiększające moc stacji zasilających Stolicę. Dokładne określenie możliwości zwiększenia stopnia obciążenia sieci dystrybucyjnych, a co za tym idzie konieczność inwestycji, wymagają analizy rozptyłu w sieci uwzględniającej wzrost mocy nowo przyłączanych źródeł OZE (ich miejsce przyłączenia, rodzaj, moc,...) oraz strukturę i miejsca poboru energii z tej sieci. Wstępne analizy pokazują, że zdolności przesyłowe sieci dystrybucyjnych będą musiały wzrosnąć o co najmniej 30%.

W zakresie działań wpisujących się w Gospodarkę o Obiegu Zamkniętym przeanalizowano możliwości wytwarzania energii elektrycznej będącej wynikiem energetycznej utylizacji odpadów komunalnych i przemysłowych. Przetwarzanie odpadów może zachodzić w procesach zgazowania lub bezpośredniego spalania w kotłach. W Warszawie szacowana ilość wytwarzanych odpadów komunalnych wynosi między 700⁴-760⁵ tys. ton, które w każdym kolejnym roku zgodnie z wymaganiami Ustawy⁶ będą musiały ulegać coraz większemu stopniowi recyklingu, który dla roku

⁴ <https://publicystyka.ngo.pl/recykling-rejs-na-polmetku> [dostęp: 27.04.2022]

⁵ <https://warszawa19115.pl/-/rzetelnie-o-warszawskiej-gospodarce-odpadami> [dostęp: 18.05.2022]

⁶ Ustawa z dnia 17 grudnia 2020 r. o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz niektórych innych ustaw Dz.U. 2020 poz. 2361

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86.1/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 21/40</p>

2050 określono na poziomie 65%. Biorąc pod uwagę przewidywany wzrost liczby mieszkańców Warszawy i skalując ilość odpadów komunalnych z uwzględnieniem wymaganego stopnia recyklingu oznacza to, że potencjał masowy odpadów do bezpośredniej utylizacji wyniesie ok. 300 tys. ton (w 2050 roku).

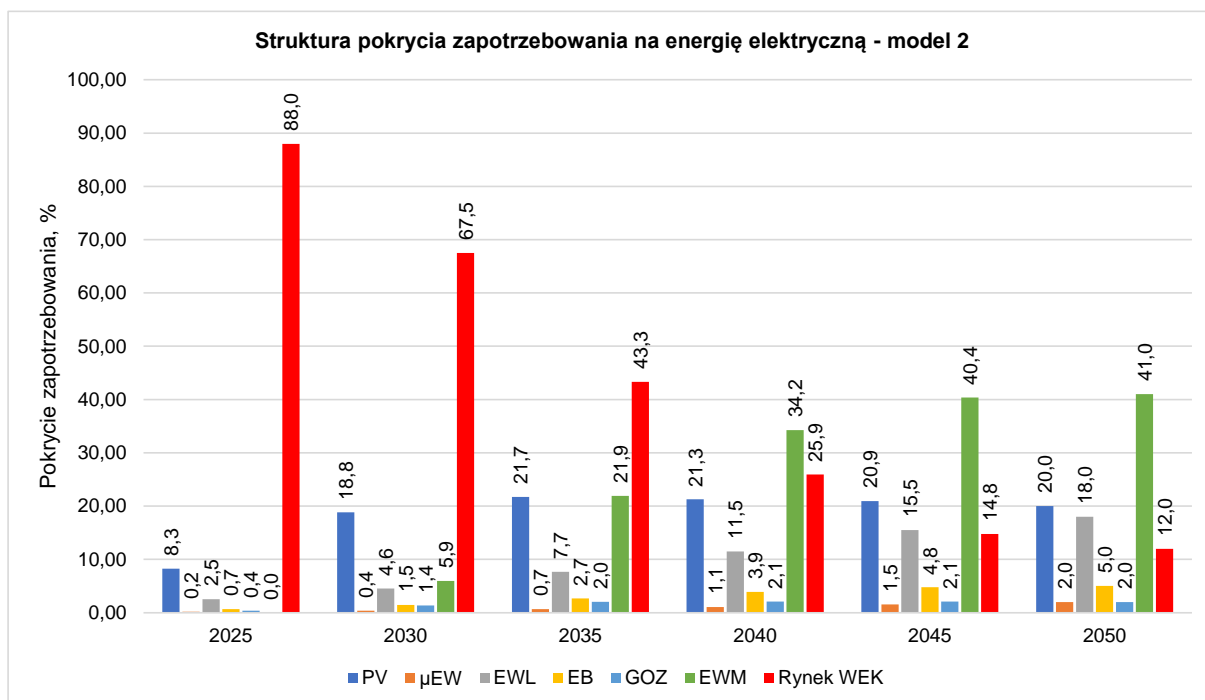
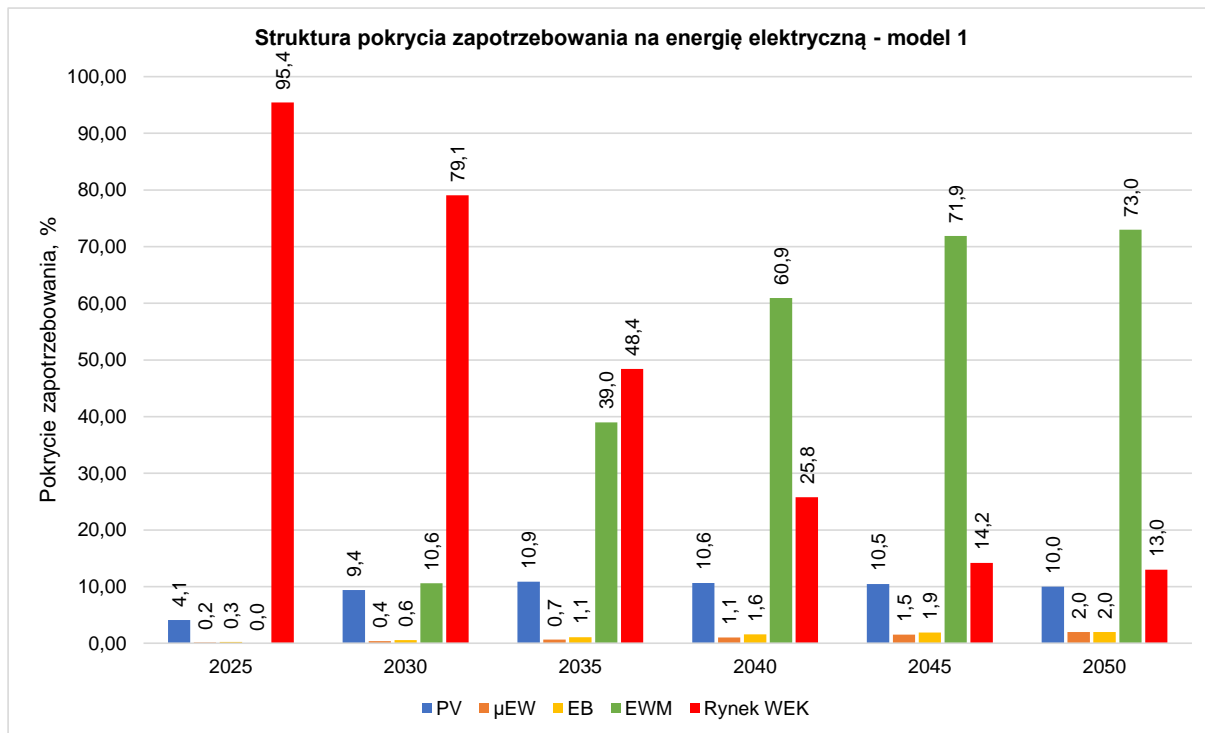
W 2024 ZUSOK będzie miał łączną wydajność przetwarzania odpadów na poziomie 300 tys. ton odpadów rocznie, z której zostanie rocznie wyprodukowana energia elektryczna w ilości 100 GWh oraz ciepło w ilości 200 GWh⁷. W związku z powyższym można przyjąć, że w ramach tej technologii (GOZ) możliwy potencjał do uzyskania jest równy planowanej produkcji instalacji w ZUSOK i wynosi 0,1 TWh energii elektrycznej rocznie. Uwzględniając dodatkowo możliwość zagospodarowania osadów ściekowych w celu wytwarzania energii elektrycznej szacuje się, że łączny roczny potencjał technologii GOZ wynosi 0,145 TWh. Uwzględniając przewidywane do pokrycia z technologii GOZ wolumeny energii elektrycznej w elektroprosumeryzmie ocenia się, że dostępny potencjał będzie niewystarczający (w modelach 2-3 w roku 2030 deficyt roczny na energię elektryczną wyniesie około **0,155 TWh** natomiast począwszy od roku 2035 deficyt wyniesie **0,355 TWh**). **Dlatego dla zbilansowania systemu brakująca ilość energii elektrycznej musiałaby zostać pokryta w ramach innej technologii np. z obszaru EWM (offshore).**

Na podstawie oceny potencjału i weryfikacji zaproponowanych poszczególnych technologii OZE stwierdza się, że oprócz zastosowania technologii GOZ pozostałe technologie mogą zostać w pełni zaimplementowane w ramach OZE dla miasta Warszawa i z dużym prawdopodobieństwem zagwarantują produkcję wymaganych wolumenów energii elektrycznej. W przypadku GOZ brakujący wolumen energii elektrycznej powinien zostać pokryty w ramach technologii EWM. Biorąc pod uwagę powyższe, struktura pokrycia potrzeb energetycznych w elektroprosumeryzmie w horyzoncie 2050 r. ulegnie nieznacznej modyfikacji względem wolumenów prognozowanych w Etapie I.

⁷ <https://um.warszawa.pl/-/prace-nad-rozbudowa-stolecznego-zusok-u-wkraczaja-w-kolejny-etap> [dostęp: 29.06.2022]



Poniższe rysunki przedstawiają struktury zapotrzebowania na energię elektryczną dla modeli 1-3.





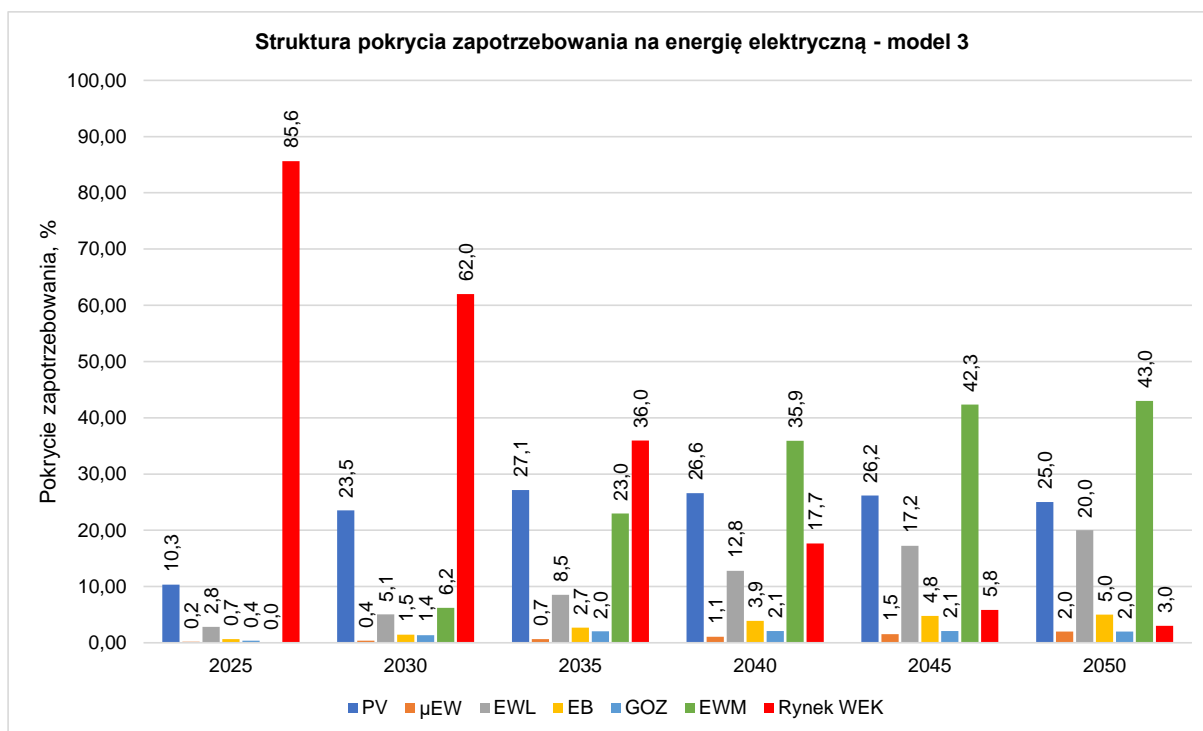
**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego

Nr ewidencyjny
86.1/TE/2022

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
23/40



Szacując wolumeny energii wytwarzane w poszczególnych rodzajach technologii odnawialnych należy pamiętać o fakcie sezonowej nierównoczesności występowania potrzeb ciepłych (zaspokajanych przez pompy ciepła) oraz dostępności energii elektrycznej z układów fotowoltaicznych. Aby temu przeciwdziałać Wykonawca uznaje za zasadne działania mające na celu wzrost udziału energetyki wiatrowej w docelowym modelu sektora energetycznego, która oprócz tego, że potrafi wyflaszczyc dobowy profil produkcji energii z układów PV poprzez jego uzupełnienie w godzinach porannowieczornych, to dodatkowo w ujęciu sezonowym lepiej wpisuje się we wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną do napędu pomp ciepła.

Alternatywnym rozwiązaniem problemu sezonowego niezbilansowania popytu i podaży energii elektrycznej w obszarze wytwarzania ciepła z wykorzystaniem pomp ciepła może być koncepcja zastosowania dobowych i sezonowych magazynów ciepła. O ile krótkoterminowe magazynowanie ciepła jest technologią rozpoznaną, to w zakresie sezonowego składowania nadwyżek ciepła na dzisiaj brak praktycznych przykładów na rynku krajowym. Niemniej jednak Wykonawca na etapie formułowania wniosków stwierdza, iż obecny problem nierównoczesności występowania energii ze źródeł odnawialnych z zapotrzebowaniem na energię elektryczną do napędu pomp ciepła zostanie w perspektywie kilkunastu lat zlikwidowany poprzez zwiększenie dostępności magazynów energii.

Rozdział 11

W tym rozdziale przedstawiono ocenę poziomu bezpieczeństwa energetycznego możliwego do zapewnienia przez sektor energetyczny.



Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu

Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego

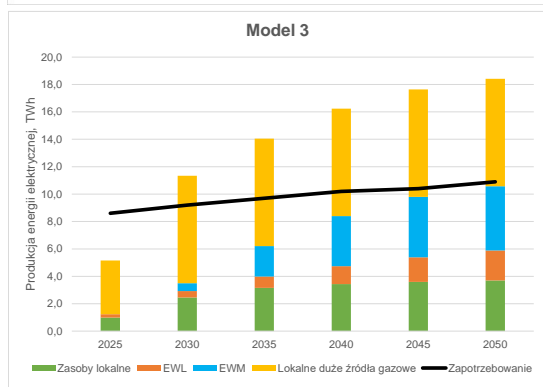
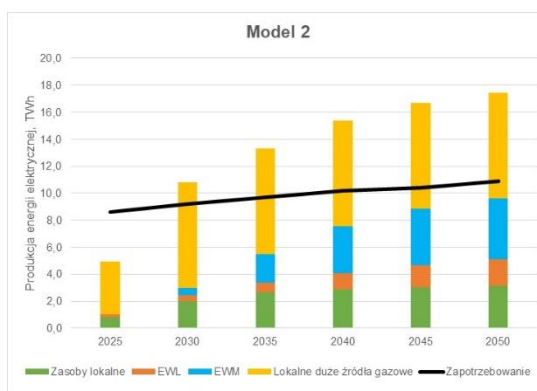
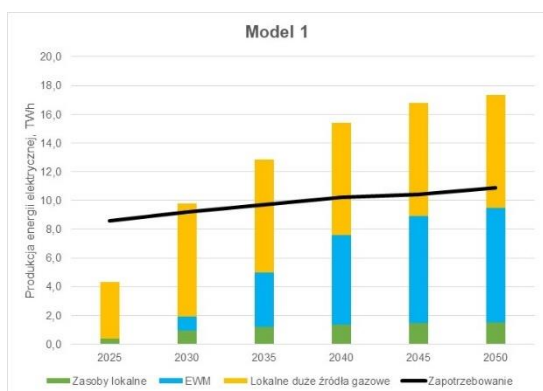
Nr ewidencyjny
86.1/TE/2022

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
24/40

W perspektywie kolejnych okresów bilansowych prognozuje się znaczące zmiany w strukturze zapotrzebowania na media energetyczne. Od 2030 r. zbilansowanie rocznych potrzeb energetycznych Warszawy będzie możliwe do osiągnięcia w oparciu o źródła lokalne na terenie miasta oraz źródła EB i EWL, a także warszawskie duże źródła gazowe tylko przy założeniu pracy bloków gazowo-parowych ze średniorocznym obciążeniem na poziomie 80-85%. Możliwość pracy tych źródeł w perspektywie roku 2050 będzie uzależniona od wielu czynników. Należałoby się zatem spodziewać, że perspektywiczne pokrycie potrzeb energetycznych Miasta będzie w znacznie większym stopniu uzależnione od energetyki wiatrowej EWL oraz EWM.

Na wykresach zestawiono zapotrzebowanie na energię elektryczną dla modeli 1-3 z potencjalną produkcją energii z uwzględnieniem zasobów lokalnych (PV+ μ EW+GOZ), zasobów w otulinie (EB, EWL), zasobów EWM oraz w lokalnych dużych źródłach gazowych. W analizie nie uwzględniano lokalnych źródeł węglowych, które w perspektywie najbliższych lat będą stopniowo wyłączane z eksploatacji.



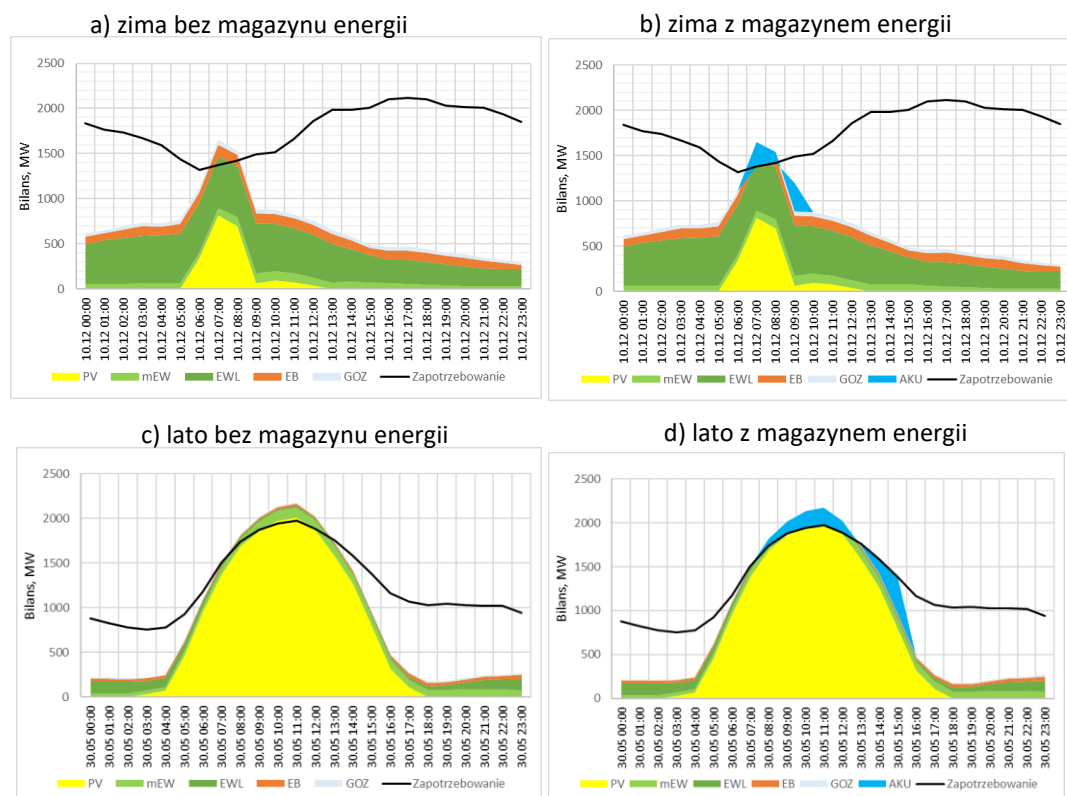
Pomimo prognozowanego rozwoju Miasta (przyrostu liczby mieszkańców oraz liczby budynków) ocenia się, że zapotrzebowanie na ciepło sieciowe wytworzone w lokalnych źródłach WEK będzie stopniowo malało. Wpływ na ten proces będą miały dwa kluczowe czynniki – pasywizacja budownictwa oraz postępująca elektryfikacja ciepłownictwa.




W przypadku modeli 1-3 przyjęta dynamiczna ścieżka elektryfikacji ciepłownictwa wpłynie na tyle znacząco na zapotrzebowanie na ciepło sieciowe ze źródeł WEK, że pokrycie tego zapotrzebowania w perspektywie 2050 r. będzie mogło zostać zrealizowane przez istniejące i planowane nowe źródła gazowe funkcjonujące na terenie miasta. Stopniowe przechodzenie węglowych źródeł WEK do rezerwy oraz całkowite wyłączenie z eksploatacji będzie musiało zostać zrekompensowane inwestycjami w inne źródła ciepła, w tym gazowe.

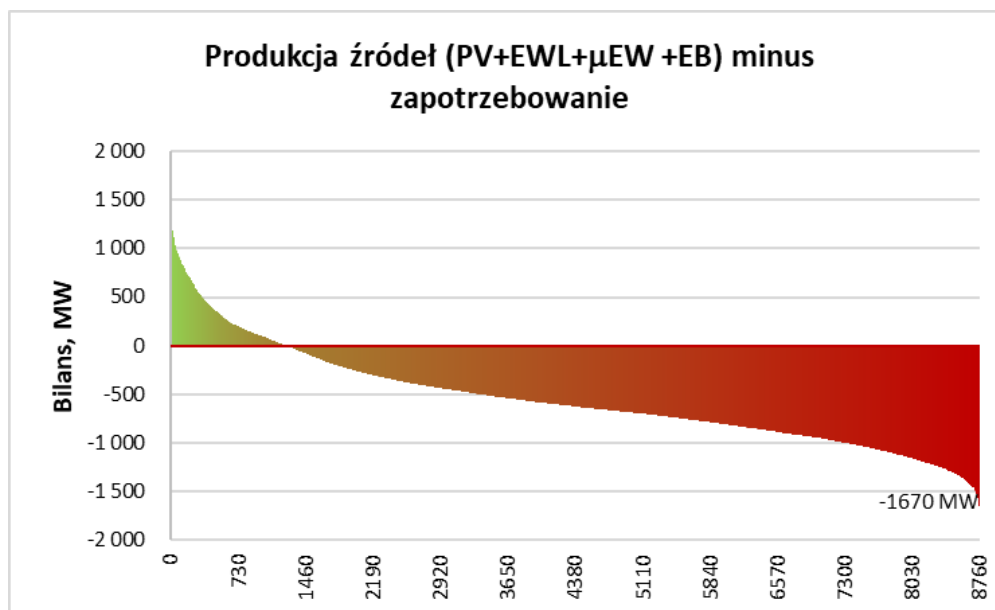
Bilans mocy elektrycznej dla Warszawy

Ocena bezpieczeństwa energetycznego oprócz oceny zapotrzebowania na energię elektryczną w skali roku wymaga również oceny możliwości zagwarantowania odpowiedniej mocy w systemie w stosunku do występującego zapotrzebowania. W celu przeprowadzenia tej analizy przedstawiono dobowy profil zapotrzebowania i produkcji z uwzględnieniem dodatkowych mocy dla zelektryfikowanego ciepłownictwa oraz transportu (model 3) na przykładzie dwóch dni, w których wystąpiło maksymalne zapotrzebowanie na moc elektryczną latem oraz zimą.



Miks źródeł OZE proponowany w modelu 3 (PV, EWL, μ EW, EB, GOZ) pozwala na zaspokojenie niezbędnej mocy elektrycznej przez około 1300 godzin w ciągu roku (14%).

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p>Nr ewidencyjny 86.1/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 26/40</p>



Określenie wpływu źródeł OZE na poszczególne punkty sieci byłoby możliwe dopiero po przeprowadzeniu szczegółowej analizy rozptyłów energii uwzględniając proces przyłączania kolejnych źródeł do sieci. Również w tym przypadku istnieje możliwość zintensyfikowania wykorzystania sieci poprzez zmianę sposobu użytkowania energii. Występujące niedobory mocy będą musiały być zbilansowane dostawami zewnętrznymi (EWM) oraz w dalszej kolejności z JREE. Z analizy wynika, że maksymalna moc, która musi być wytworzona z KSE/JREE lub wyprodukowana poza miastem, nie ulega zmniejszeniu w wyniku powstania instancji OZE na terenie miasta. Wynika to z niedopasowania profili produkcji pomp ciepła względem profili produkcji źródeł PV. Jest to potencjał do kształtowania profili zapotrzebowania na energię elektryczną poprzez magazyny energii lub zmianę zachowań użytkowników sieci (większa autokonsumpcja).

Maksymalna dostępna obecnie przepustowość sieci przesyłowych zasilających Warszawę wynosi około 2300 MW. Jednocześnie na podstawie danych OSD (Stoen Operator) wynika, że obecne zdolności przyłączeniowe przekraczają 400 MW⁸ i jest planowany ich dalszy rozwój. Biorąc pod uwagę powyższe należy stwierdzić, że obecny poziom rozwoju infrastruktury sieciowej pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

- przy obecnym sposobie przyłączania instalacji źródeł OZE, istniejąca infrastruktura nie pozwala na przyłączenie planowanych mocy;
- przeprowadzona analiza z wykorzystaniem profili ukierunkowania na ograniczenia potrzeby rozbudowy sieci pokazała, że zwiększając stopień wykorzystania infrastruktury sieciowej ograniczamy konieczność jej rozbudowy;
- konieczne jest wprowadzenie zmian legislacyjnych w zakresie sposobu przyłączania instalacji wytwórczych (OZE).

⁸ <https://www.stoen.pl/files/2022-04/wielkosc-dostepnej-mocy-przylaczeniowej-zrodel-w-sieci-stoen-operator-ii-kw-2022.pdf> [dostęp:24.06.2022 r.]



Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu

Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego

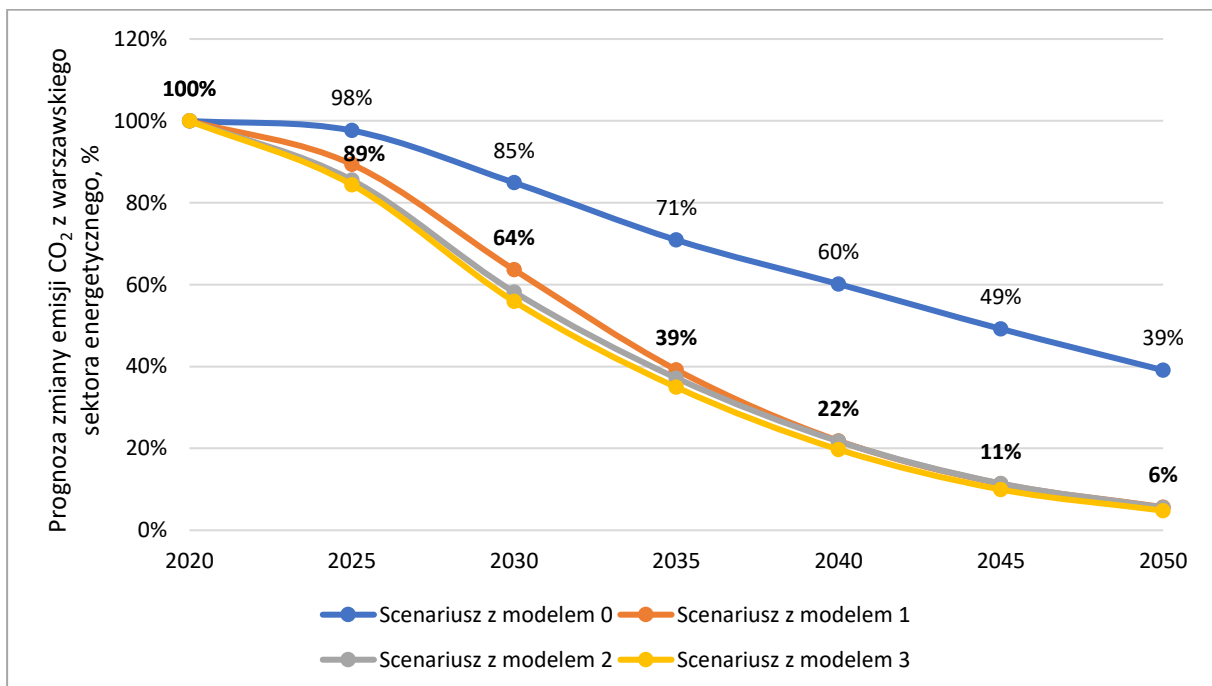
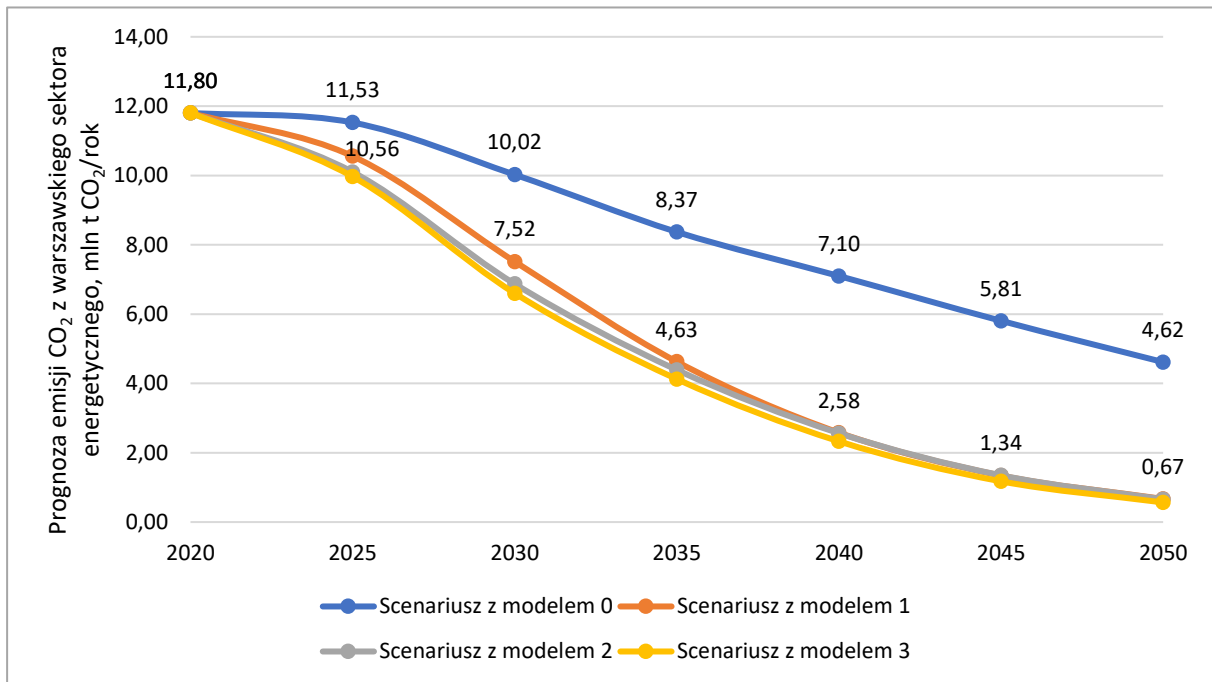
Nr ewidencyjny
86.1/TE/2022

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
27/40

Rozdział 12

W tym rozdziale przytoczono opracowane w etapie 1 ścieżki redukcji emisji gazów cieplarnianych dla miasta dla modeli 0-3. Trajektorie zmian przedstawiają w ujęciu bezwzględnym i względnym następujące wykresy.





Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu

Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego

Nr ewidencyjny
86.1/TE/2022

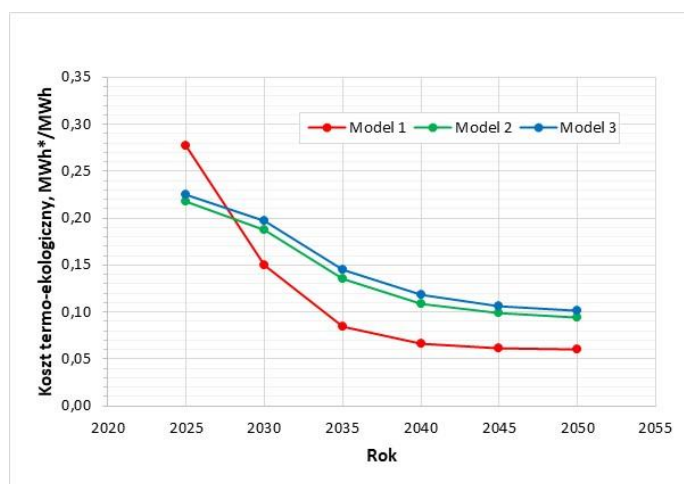
Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
28/40

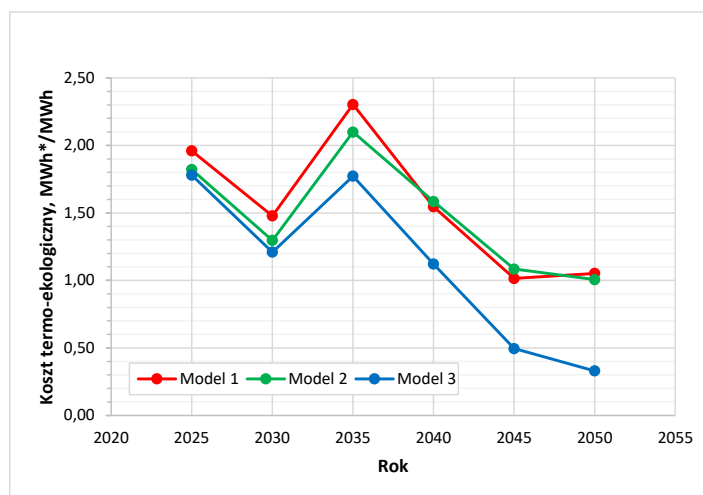
Rozdział 13

W niniejszym rozdziale przedstawiono koszt termo-ekologiczny oraz elektro-ekologiczny dla proponowanych rozwiązań.

Prognoza kosztu termo-ekologicznego energii elektrycznej w warszawskim systemie elektroenergetycznym (wytwarzanie w źródłach OZE, bez uwzględniania energii z KSE) przedstawia kolejny wykres⁹.



Prognoza średniego kosztu termo-ekologicznego energii elektrycznej w warszawskim systemie elektroenergetycznym (źródła OZE oraz energia z KSE) przedstawia poniższy wykres⁹.



⁹ Oznaczenie (*) wskazuje na skumulowany nakład nieodnawialnej energii pierwotnej wyznaczony dla globalnej ostony bilansowej. **Im niższa wartość, tym mniejszy wpływ na wyczerpywanie zasobów nieodnawialnych.** Przykładowo wartość kosztu termo-ekologicznego energii elektrycznej produkowanej w elektrowni węglowej równa 3 MWh*/MWh oznacza, że aby wyprodukować 1 MWh energii elektrycznej, należało zużyć 3 MWh* nieodnawialnej energii (egzergii) pierwotnej bogactw naturalnych.



**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

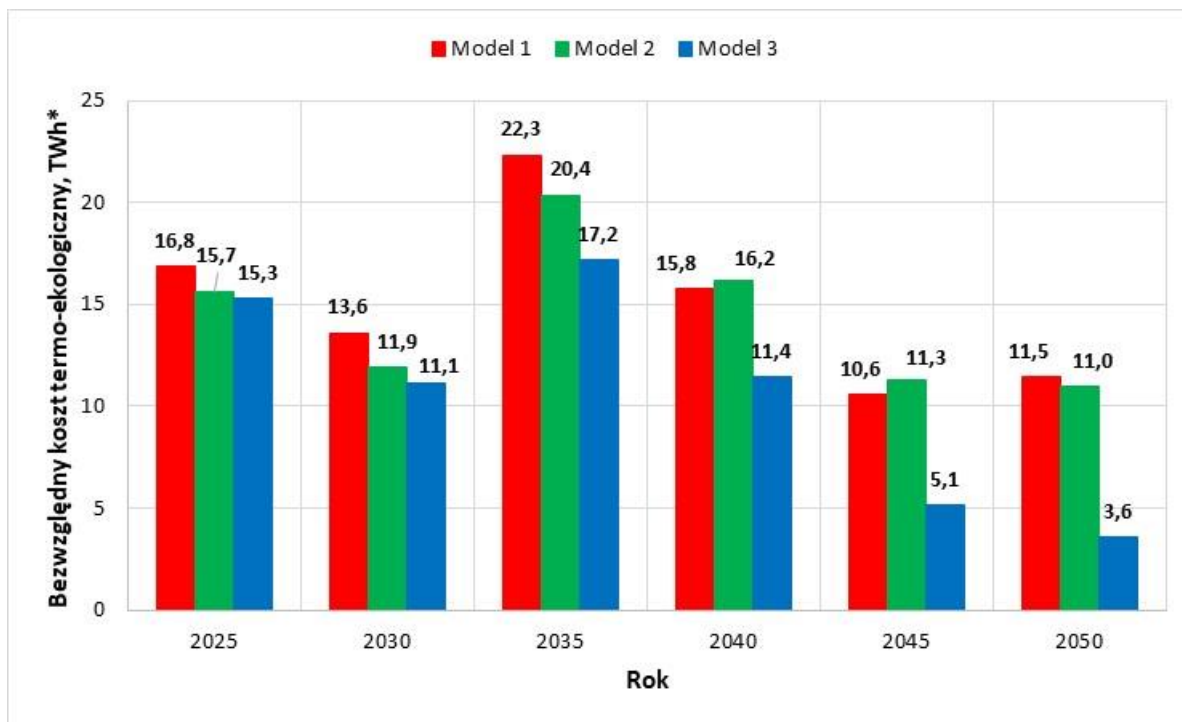
Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego

Nr ewidencyjny
86.1/TE/2022

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
29/40

Prognoza bezwzględnego kosztu termo-ekologicznego (*koszt bezwzględny pokazuje łącznie, ile TWh* energii pierwotnej zużywa się do wytworzenia e.e. w miksie energetycznym w danym roku*) energii elektrycznej zużywanej w Warszawie przedstawia poniższy wykres.



Pomimo zwiększającego się zapotrzebowania na energię w kolejnych latach, bezwzględny koszt termo-ekologiczny ma trend malejący. W roku 2050 jest on dla modeli 1 i 2 o ok. 30% niższy, a dla modelu 3 aż o ok. 80% niższy od wartości wyjściowej.

Poniższa tabela zawiera aktualny oraz prognozowany koszt elektro-ekologiczny dla dwóch wartości cen uprawnień do emisji wynoszących 50 € oraz 100 € za tonę CO₂. Model 0 („business as usual”) charakteryzuje się bardzo wysokim kosztem, również w horyzoncie transformacji roku 2050. Jego wartość spada jedynie do ok. 40% obecnego. Każdy z modeli 1-3 charakteryzuje się wartością KEE poniżej 6% wartości obecnego kosztu (w roku 2020), przy czym wyraźnie mniejszy koszt istnieje dla modelu 3. Uzasadnia to wybór modelu 3 jako modelu przyszłego sektora energetycznego miasta.

KEE	mln €						
	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
łącznie (dla modelu 0)	590-1180	576-1153	501-1002	418-837	355-710	290-581	231-462
łącznie (dla modelu 1)		528-1056	376-752	231-463	129-258	67-134	33-67
łącznie (dla modelu 2)		506-1013	347-695	222-444	129-258	67-135	33-66
łącznie (dla modelu 3)		500-1000	334-668	209-418	117-235	59-118	28-57



Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu

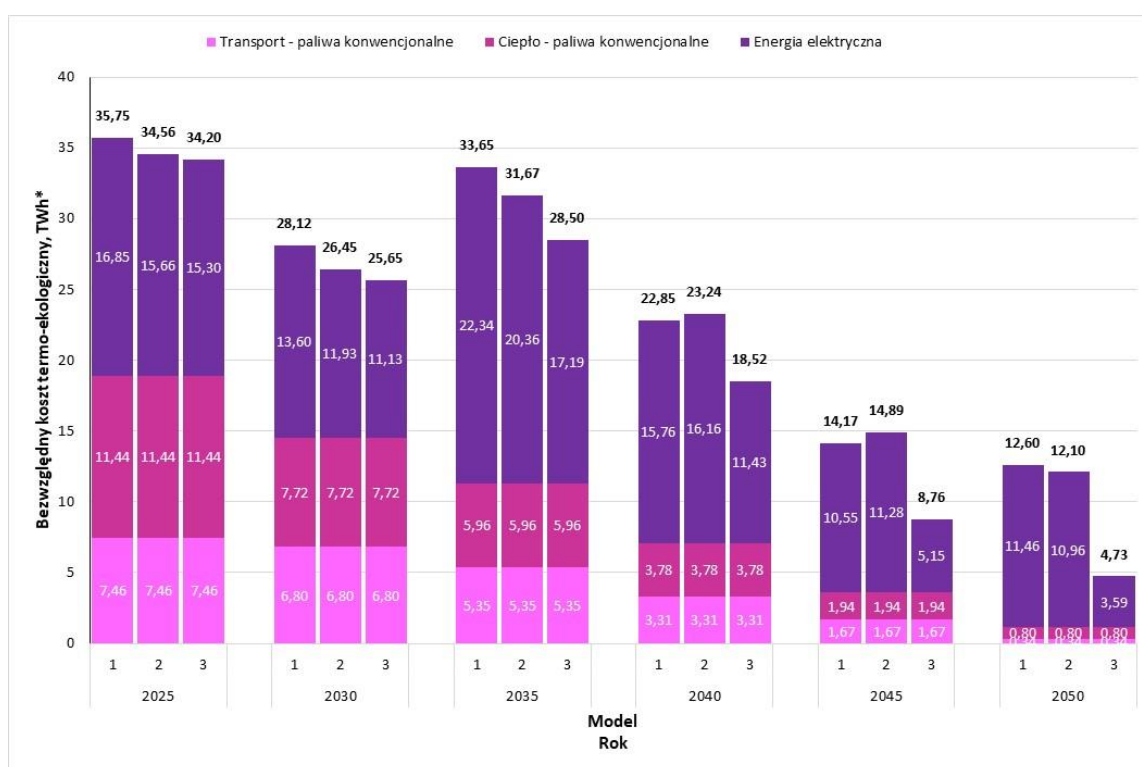
Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego

Nr ewidencyjny
86.1/TE/2022

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
30/40


Oprócz energii elektrycznej w skład prognozowanego bilansu energetycznego Warszawy w poszczególnych latach wchodzi również paliwa konwencjonalne wykorzystywane w nieelektryfikowanych częściach sektora ciepłowniczego oraz transportowego. Na poniższym wykresie przedstawiono sumaryczny prognozowany bezwzględny koszt termo-ekologiczny energii (energia elektryczna, ciepło oraz energia chemiczna paliw w sektorze transportu) używanej w Warszawie.



Rozdział 14

W niniejszym rozdziale przedstawiono rekomendacje w zakresie wyboru modelu transformacji energetycznej miasta.

Przeanalizowane scenariusze transformacji sektora energetycznego na terenie miasta (modele 1-3) różnią się względem siebie strukturą miks energetycznego, podczas gdy trajektorie zapotrzebowania na media energetyczne na rynkach końcowych (ciepło, energia elektryczna, paliwa w sektorze transportu) są takie same w każdym z modeli. Wszystkie scenariusze bazują na maksymalizacji wykorzystania energii elektrycznej wytwarzanej lokalnie, w pierwszej kolejności na terenie miasta i dalej na terenie otuliny warszawskiej, a dopiero w dalszej kolejności będzie uzupełniana z instalacji morskiej energetyki wiatrowej (offshore). W przypadku wystąpienia konieczności pozyskania dalszych wolumenów energii (głównie w latach pośrednich w procesie transformacji) będzie ona pozyskiwana z KSE (w tym z JREE).

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p>Nr ewidencyjny 86.1/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 31/40</p>

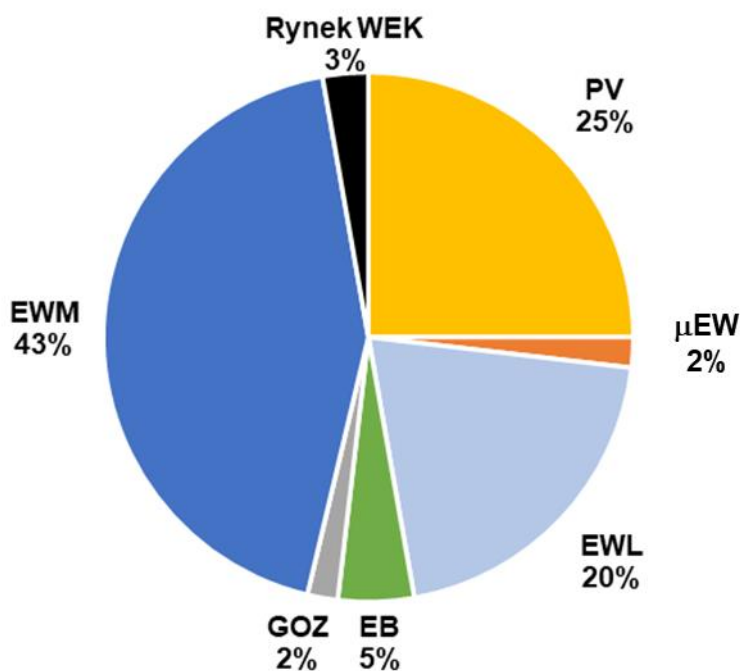
Biorąc pod uwagę, że w przypadku modelu 3 występuje:


- najmniejszy wpływ na wyczerpywanie nieodnawialnych zasobów energii pierwotnej (najniższa wartość TEC),
- najmniejsze ograniczenia sieciowe wynikające ze wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną,
- największy poziom dekarbonizacji,
- najwyższy poziom niezależności od dostaw energetycznych pochodzących spoza terenu miasta (najwyższy poziom bezpieczeństwa energetycznego),

rekomenduje się przyjęcie modelu 3 do realizacji.

Na poniższym rysunku przedstawiono udział procentowy poszczególnych technologii w procesie wytwarzania energii elektrycznej dla modelu 3 w roku 2050.

Sektor energetyczny Warszawy 2050 (energia elektryczna)




	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86.1/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 32/40</p>

Rozdział 15

Niniejszy rozdział przedstawia analizę SWOT dla rekomendowanego modelu 3.


Silne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> • Duży udział energetyki morskiej (ok. 40%), z której pozyskanie energii stanie się w przyszłości jednym z najtańszych sposobów zaspokojenia potrzeb energetycznych. • Bogatsze niż przeciętnie w Polsce społeczeństwo i związane z tym większe możliwości w zakresie współuczestnictwa w procesie finansowania elektryfikacji ciepłownictwa i transportu. • Dojrzałość rozwiązań technicznych rozproszonych źródeł OZE. • Długofalowe obniżenie kosztów ogrzewania z wykorzystaniem pomp ciepła jako najbardziej efektywnych systemów grzewczych. • Łatwość adaptacji rozwiązań technicznych proponowanych w modelu do pracy w trybie układów wydzielonych (wzrost bezpieczeństwa pracy). • Możliwość przeniesienia doświadczeń zdobytych w układach wielkiej skali w ramach UCPTe i UCTE¹⁰ na mniejszą skalę (Warszawy, zakładów, spółdzielni energetycznych,...) 	<ul style="list-style-type: none"> • Niewystarczające obecnie rezerwy mocy przyłączeniowej na terenie otuliny warszawskiej. • Niewystarczające rezerwy mocy przyłączeniowej na terenie miasta, stawiające pod znakiem zapytania możliwość zainstalowania 2,7 GWp mocy w panelach PV na budynkach miejskich. • Silnie zurbanizowana tkanka miejska ograniczająca możliwości zastosowania gruntowych pomp ciepła. • Wysoka zależność społeczeństwa od komunikacji indywidualnej ze względu na sąsiedztwo Warszawy z terenami o słabej jakości komunikacji zbiorowej. • Rozproszona i niskiej gęstości zabudowa mieszkaniowa na peryferiach z niedoborem infrastruktury i usług transportu publicznego sprzyja podwyższonym wartościom wskaźnika motoryzacji. • Rozbudowa sieci dróg wysokich klas w sieci dróg krajowych na terenie miasta powoduje wysoki stopień penetracji ruchu tranzytowego w mieście. • Koncentryczny model rozwoju miasta powoduje słabe powiązania komunikacyjne o charakterze obwodowym, w szczególności słabą ofertę komunikacji publicznej pomiędzy dzielnicami. • Ograniczony wpływ miasta na politykę transportową i energetyczną gmin otaczających, który dziś powoduje wysoką liczbę podróży do miasta środkami transportu indywidualnego o wysokiej emisji i zużyciu energii spoza Warszawy. • Miks lokalnych źródeł wytwórczych OZE (PV, EWL, μEW, EB, GOZ) zabezpiecza rocznie około 1300 godzin (14%). W pozostałej części roku konieczne będzie dostarczenie do Warszawy energii elektrycznej z zewnątrz (EWM, JREE).

¹⁰ UCTE (ang. Union for the Coordination of Transmission of Electricity) - system elektroenergetyczny obejmujący kraje zachodniej i środkowej Europy; wcześniej: UCTPE (Union for the Coordination of Production and Transmission of Electricity).

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86.1/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 33/40</p>

Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> • Istotne ryzyko dalszego wzrostu cen uprawnień do emisji CO2 skutkujące wzrostem opłacalności inwestycji w rozproszone źródła odnawialne. • Istotne ryzyko dalszego wzrostu cen paliw gazowych skutkujące wzrostem opłacalności w rozproszone źródła odnawialne. • Planowane przez PSE inwestycje w infrastrukturę techniczną w okolicach Warszawy zwiększające bezpieczeństwo zasilania. • Zagrożenie dostępności gazu ziemnego dla lokalnych warszawskich źródeł gazowych jako element przyspieszający transformację. • Ryzyko wystąpienia niedoborów mocy w systemie elektroenergetycznym w perspektywie po 2025 r. jako element przyspieszający transformację. • Unijna legislacja (np. REPowerEU) wskazująca na konieczność rozwoju ciepłownictwa w oparciu o pompy ciepła. • Zwiększenie środków (unijnych) dostępnych na rozwój komunikacji zbiorowej będzie sprzyjało zmniejszeniu się liczby korzystających z samochodów indywidualnych. • Możliwości ograniczenia wzrostu mocy szczytowej upatruje się w kształtowaniu zachowań mieszkańców miasta. • Konieczność wypracowania regulacji prawnych w zakresie sposobu przyłączania źródeł OZE do sieci (z zastosowaniem sieciowych terminali dostępowych STD¹¹) w celu dynamicznej kontroli ograniczeń sieciowych. • Upowszechnianie rozproszonych źródeł OZE jako elementu budowania odporności elektroprosumentów na sytuacje kryzysowe w zakresie zaopatrzenia w energię elektryczną z systemu ogólnokrajowego (lub JREE). 	<ul style="list-style-type: none"> • Opór przed transformacją (społeczeństwa, podmiotów WEK, ...). • Konieczność znalezienia źródeł finansowania bardzo kosztownych inwestycji. • Przekonanie społeczeństwa do zmian w zakresie użytkowania energii oraz przejęcie przez nie (społeczeństwo) części odpowiedzialności za zabezpieczenie własnych potrzeb energetycznych. • Duży udział energetyki EWM w modelu zabezpieczający ponad 40% miejskich potrzeb (en. el.) powodujący konieczność rozbudowy zarówno sieci dosyłowych jak i linii wokół Warszawy. • Planowana trasa przebiegu linii HVDC mająca na celu wyprowadzenie mocy z energetyki wiatrowej (lądowej na północy kraju oraz morskiej) nie uwzględnia Warszawy. Na dzisiaj, nie mając analizy rozptyłów energii w sieci z uwzględnieniem tej linii, nie sposób ocenić wpływu tej inwestycji na możliwości zabezpieczenia potrzeb Warszawy. • Niedostateczny rozwój komunikacji publicznej ze względu na brak lub ograniczenie środków finansowych dla Warszawy. • Konieczność zapewnienia rozwoju sieci elektroenergetycznej dla miasta w celu pokrycia zwiększonej mocy szczytowej o ok. 75% względem roku 2020. • Niedopasowanie profili zapotrzebowania na energię elektryczną dla pomp ciepła z podażą energii wytworzoną w lokalnych źródłach odnawialnych. • Wysokie koszty magazynów energii. Na potrzeby modelu konieczne może być zastosowanie magazynów o łącznej pojemności 2,7 GWh.

¹¹ patrz załącznik 3 w „Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu. Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego”


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86.1/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 34/40</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Postępująca digitalizacja sieci (elektroenergetycznych, ciepłowniczych) oraz rozwój technologii do sterowania siecią powoduje zwiększenie dostępność rozwiązań (niższe koszty). • Możliwość uzyskania niższych cen zakupu energii elektrycznej wytworzonej lokalnie. 	
---	--

Rozdział 16

Niniejszy rozdział przedstawia wnioski z oceny sektora energetycznego pod kątem transformacji w kierunku monizmu elektrycznego:


1. **Wykonawca rekomenduje dążenie do wdrożenia modelu 3**, w którym w roku 2050 prognozowane zapotrzebowanie na energię elektryczną ma wynosić 10,9 TWh i będzie ona wytwarzana w następujących technologiach: PV - 2,7 TWh (24,8%), μ EW - 0,2 TWh (1,8%), EWL – 2,2 TWh (20,2%), EB – 0,5 TWh (4,6%), GOZ – 0,2 TWh (1,8%), EWM – 4,7 TWh (43,1%).
 Prognozowane zapotrzebowanie na ciepło w 2050 roku w ilości 7,2 TWh miałyby być zabezpieczone przez pompy ciepła (6,5 TWh; 90,3%), ciepło sieciowe ze źródeł konwencjonalnych (0,4 TWh; 5,5%), ciepło końcowe nie sieciowe ze źródeł konwencjonalnych (0,3 TWh; 4,2%).
 Prognozowane zapotrzebowanie na gaz ziemny obniży się do 1,7 TWh (z obecnych 4,8 TWh).
 W zakresie sektora transportu zapotrzebowanie na energię ma wynosić 2,7 TWh, z czego blisko 85% będzie przypadać na energię elektryczną (ta ilość energii elektrycznej jest już uwzględniona w wolumenie 10,9 TWh.)
2. Wykonawca podtrzymuje wniosek z pierwszego etapu realizacji prac. **Transformacja sektora energetyki w Warszawie w kierunku elektroprosumeryzmu nie może obyć się bez pierwszego kroku w postaci pasywizacji budownictwa. Jedynym odstępstwem w tym zakresie będzie segment budynków objętych ochroną konserwatorską.**
 Na podstawie konsultacji z przedstawicielami Stołecznego Biura Konserwatora Zabytków *Wykonawca* ocenia, że możliwości pasywizacji tego rodzaju obiektów będą bardzo mocno ograniczone i będą wymagały każdorazowo indywidualnego podejścia.
 Na podstawie przeprowadzonych audytów energetycznych budynków zabytkowych stwierdza się, że potencjalne możliwe obniżenie zużycia energii końcowej w tych budynkach kształtuje się na poziomie do 35% w przypadku modernizacji przegród zewnętrznych oraz do 60% przy modernizacji przegród oraz systemów wykorzystywanych w budynku (ogrzewanie, wentylacja, przygotowywanie ciepłej wody). Jeśli do tych działań dołączone byłyby te mające na celu wykorzystanie odnawialnych źródeł energii szacuje się osiągnięcie zmniejszenia zużycia energii na poziomie 60-80%. Zestawiając powyższe

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86.1/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 35/40</p>

liczby z praktyką i ograniczeniami w zakresie modernizacji zabytków, Wykonawca szacuje realne oszczędności energii w tego typu budynkach na poziomie 10-20%.

3. Ze względu na duży potencjał w zakresie dostępu mieszkańców do sieci ciepłowniczej, która wciąż się rozwija i jest modernizowana, uznaje się, że będzie ona funkcjonowała w perspektywie kolejnych dekad, choć z tendencją do stopniowego wyłączenia z eksploatacji kosztownych w utrzymaniu i remoncie odcinków sieci, które nie będą niezbędne do funkcjonowania całości układu. Zmiany w jej zakresie powinny zostać ukierunkowane w stronę inwestycji polegających na stopniowej redukcji udziału źródeł WEK w wytwarzaniu ciepła sieciowego na rzecz instalacji wielostopniowych pomp ciepła współpracujących z siecią ciepłowniczą.
4. Wykonawca podtrzymuje kolejny wniosek z pierwszego etapu, że podstawą zabezpieczania potrzeb cieplnych mieszkańców Warszawy będą stawały się pompy ciepła, jednak nie zapewnią one całkowicie bezpieczeństwa energetycznego w tym zakresie. Wykonawca zwraca uwagę, iż obecny problem nierównoczesności występowania energii ze źródeł odnawialnych (maksimum latem) z zapotrzebowaniem na energię elektryczną do napędu pomp ciepła (maksimum zimą) zostanie w perspektywie kilkunastu lat zlikwidowany poprzez zwiększenie dostępności magazynów energii, nie tylko elektrycznej, ale w kontekście ciepłownictwa przede wszystkim krótko- i długoterminowych (międzysezonowych) magazynów ciepła i chłodu.
5. Wykonawca ponownie podkreśla silne uzależnienie miasta od zewnętrznych dostaw energii elektrycznej. Uzależnienie to narasta szczególnie w okresie letnim, co w połączeniu z nasilającym się ryzykiem wystąpienia niedoborów mocy w KSE po 2025 roku nakazuje na pilne zintensyfikowanie działań w celu zwiększenia poziomu bezpieczeństwa dostaw poprzez wdrożenie mechanizmów zachęcających do wprowadzania rozwiązań z zakresu rozproszonego wytwarzania energii w źródłach małej mocy. Bezpieczeństwo dostaw energii elektrycznej z KSE będzie ulegać nieustannemu obniżaniu, o czym mogą świadczyć szacunki PSE S.A.¹² w zakresie wartości wskaźnika LOLE (patrz słowniczek), który od roku 2029 może osiągnąć wartość ponad 1000 h/rok, by do roku 2040 sięgnąć wartości ponad 6 400 h/rok. Skutkuje to tym, iż w celu zapewnienia w przyszłości standardu bezpieczeństwa (3h/rok), PSE określa konieczność podjęcia pilnych działań zwiększających dostępne moce dyspozycyjne w skali kraju o 17,5 GW w perspektywie roku 2040. Biorąc pod uwagę możliwości wystąpienia zakłóceń/opóźnień w procesie planowania i budowy nowych mocy wytwórczych, Wykonawca stoi na stanowisku, iż bezpieczeństwo energetyczne zapewniane przez KSE będzie ulegać pogorszeniu.
6. Wykonawca ocenia, że potencjał fotowoltaiki zlokalizowanej na warszawskich budynkach (powierzchnie dachowe i elewacje budynków wysokich) jest wystarczający do pokrycia


¹² PSE Operator, *Plan rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2023-2032*. Projekt, marzec 2022 r.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86.1/TE/2022</p>
	<p align="center">Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 36/40</p>

potrzeb energetycznych, które w miksach wytwórczych w modelach 1-3 przypisano do technologii PV.


7. Wykonawca stwierdza, że choć potencjał mikrowiatraków zlokalizowanych na dachach budynków wielorodzinnych w Warszawie jest niezbyt duży (0,2 TWh energii elektrycznej/rok) to wystarczający, aby zaspokoić potrzeby przyjęte w modelu 3 do pokrycia przez tą technologię. Dodatkowo należy pamiętać, że zarówno źródła PV jak i μ EW stanowią lokalne (w skali pojedynczych budynków) źródła wytwórcze i Wykonawca uznaje za zasadne skorzystanie z tego potencjału w celu ograniczenia konieczności przesyłania energii elektrycznej z zewnątrz do miasta.
8. Kolejnym lokalnym (choć już nie w skali samego miasta) źródłem energii elektrycznej są lądowe farmy wiatrowe zlokalizowane w otulinie warszawskiej, które w przypadku liberalizacji zasady odległościowej będą w stanie zabezpieczyć wolumen rządu 2,2 TWh. Analiza wykazała, że pewnym wyzwaniem może być w tym przypadku konieczność konkurencji z podmiotami otuliny oraz zdolności przesyłowe sieci elektroenergetycznych, które muszą zabezpieczyć przyszłe moce rządu 2 100 MW, przy obecnych wynoszących 1 300 MW.
9. Technologie biogazowe przewidziane do zastosowania w modelu i mające zabezpieczać w roku 2050 wolumen rządu 0,5 TWh nie znajdą na terenie otuliny warszawskiej wystarczającej ilości surowca do procesu produkcji biogazu. Ocenia się, że obszar pozyskiwania wsadu będzie musiał być rozszerzony na teren województwa mazowieckiego.
10. W zakresie morskich farm wiatrowych mających zabezpieczać ok. 40% potrzeb energetycznych, problemem nie jest wolumen niezbędny do zakontraktowania (stanowiący około 3,2% potencjału krajowych morskich farm wiatrowych w 2050 roku), lecz możliwości jego przesłania do miasta, szczególnie biorąc pod uwagę plany PSE w zakresie nowej linii prądu stałego dedykowanej właśnie wyprowadzeniu mocy z północy kraju na południe, której zakończenie realizacji inwestycji przewiduje się na 2033 rok.
11. Elektryfikacja ciepłownictwa w Warszawie miałaby nastąpić z wykorzystaniem głównie powietrznych pomp ciepła instalowanych indywidualnie w budynkach. W przypadku budownictwa wielorodzinnego starego typu (lata 70.,80.) nie przewiduje się modernizacji sposobu ogrzewania na ogrzewanie podłogowe.
12. Możliwości zastosowania technologii opartych o paliwa odpadowe (np. C-GEN¹³) są mocno ograniczone ze względu na dostępność surowca, który będzie w pierwszej kolejności zasilał zakład ZUSOK w dzielnicy Targówek.
13. W sytuacji wystąpienia ograniczeń związanych z koniecznością przesyłu energii elektrycznej z EWM możliwe będzie zabezpieczenie potrzeb miejskich z wykorzystaniem lokalnych zasobów odnawialnych (PV + μ EW + GOZ + EB) oraz lokalnych dużych źródeł

¹³ C-GEN – Technologia mineralizacji (zgazowania) odpadów (organicznych i osadów ściekowych).

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86.1/TE/2022</p>
	<p align="center">Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 37/40</p>

gazowych, choć wskaźnik pokrycia zapotrzebowania (wartość 1,06 dla modelu 3 w 2050 roku) niewiele przewyższa wartość zapotrzebowania.

14. Maksymalny pobór mocy elektrycznej wzrośnie do roku 2050 do wartości ok. 2100 MW zimą (wzrost o 50% względem roku 2020) oraz do wartości ok. 2000 MW latem (wzrost o 75%).
15. Miks źródeł OZE proponowany w modelu 3 (PV, EWL, μ EW, EB, GOZ) pozwala na zaspokojenie w 2050 roku niezbędnej mocy elektrycznej przez około 1300 godzin w ciągu roku (14%). Występujące niedobory mocy będą musiały być zbilansowane dostawami zewnętrznymi (EWM) oraz w dalszej kolejności z JREE. Maksymalny niedobór w skali roku wynosić może ok. 1700 MW.
16. Przyjmując racjonalną pojemność magazynów energii wynikającą z analizy ekonomicznej oraz zakładając, że ich rola będzie związana z ograniczaniem wpływu źródeł OZE na sieć dystrybucyjną oszacowano, że pojemność ta powinna wynosić 2,7 GWh (model 3 w 2050 roku).
17. Przy obecnym sposobie przyłączania instalacji źródeł OZE do sieci elektroenergetycznych, istniejąca infrastruktura (m.in. stacje transformatorowe, linie kablowe, ...) nie pozwala na przyłączenie planowanych mocy. Konieczne byłoby zatem zwiększenie mocy przyłączeniowych do poziomu 2,7 GW (wzrost wynikający z przyrostu mocy zainstalowanej w źródłach PV), co oznaczałoby wzrost o ok. 200%. Gdyby uwzględnić pozostałe rodzaje OZE na terenie miasta (μ EW, GOZ) konieczne byłoby dalsze zwiększenie mocy przyłączeniowych o kolejne 0,7 GW. Natomiast na potrzeby źródeł zlokalizowanych na terenie otuliny warszawskiej (EWL, EB) kolejny przyrost musiałby wynosić 2,7 GW.
18. Przeprowadzona analiza z wykorzystaniem szacowanych profili zmienności zapotrzebowania na energię elektryczną w elektroprosumeryzmie oraz profili produkcji w źródłach odnawialnych (składających się na proponowany mikś energetyczny), ukierunkowana na ograniczenia potrzeby rozbudowy sieci (tj. maksymalizująca energię elektryczną wytworzoną lokalnie (PV, μ EW), a dopiero później energię wymagającą przesłania do Miasta z otuliny oraz EWM) pokazała, że zwiększając stopień wykorzystania infrastruktury elektroenergetycznej ogranicza się konieczność jej rozbudowy z obecnego poziomu wykorzystania mocy 1,3 GW do 1,7 GW (w roku 2050 dla modelu 3), co odpowiada aktualnie dostępnej mocy przyłączeniowej (wymaga to analizy rozptyłów wraz z rozwojem zainstalowanej mocy w źródłach odnawialnych).
19. Konieczne jest wprowadzenie zmian legislacyjnych w zakresie sposobu przyłączania instalacji wytwórczych OZE (w tym dopuszczenie terminali STD do reagowania w sposób dynamiczny na zmiany zachodzące w sieci elektroenergetycznej w celu aktywnego zarządzania elementami składowymi nadzorowanego układu i poszczególnymi instalacjami OZE (np. sterowanie profilem mocy) przy jednoczesnej automatycznej współpracy z systemami pomiarowymi operatorów systemu elektroenergetycznego).
20. Realizacja postulatów transformacji energetycznej wymaga wywierania nacisku na szkolnictwo i ukierunkowanie go na potrzeby rynków elektroprosumeryzmu (ryнку

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86.1/TE/2022</p>
	<p align="center">Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 38/40</p>


wschodzącego energii elektrycznej, rynku offshore, a także dwóch bezsieciowych rynków urzędzeń i usług).

21. Konieczne jest opracowanie programu dojścia do elektroprosumeryzmu w trzech segmentach napięć sieciowych nN, SN i 110 kV, w tym opracowanie modelu pozwalającego korzystać podmiotom z zasobów sieciowych KSE na zasadzie współużytkowania sieci elektroenergetycznej (współodpowiedzialności za jej bezpieczeństwo i udział w kosztach proporcjonalnych do wykorzystywania sieci).

Rozdział 17


Niniejszy rozdział przedstawia Rekomendacje dla m.st. Warszawy w zakresie działań wspierających transformację sektora energetycznego w kierunku monizmu elektrycznego

1. *Wykonawca* rekomenduje konieczność zacieśnienia współpracy z przedsiębiorstwami energetycznymi działającymi na terenie miasta w celu bieżącej wymiany informacji dotyczących planów rozwojowych tych spółek, co pozwoli miastu skoordynować swoje działania w zakresie transformacji energetycznej uwzględniając plany tych przedsiębiorstw.
W tym względzie proponujemy wydzielenie/utworzenie w Urzędzie Miasta dedykowanej komórki odpowiedzialnej za to zadanie. Rekomenduje się także włączenie lokalnych podmiotów w ustalenie jednolitej strategii energetycznej miasta, w tym przedsiębiorców z sektora MMSP, firm z sektora energetycznego, ale także organizacji pozarządowych.
2. *Wykonawca* rekomenduje rozważenie zasadności powołania osobnej komórki w strukturze UM m.st. Warszawy zajmującej się **rozwojem kompetencji własnych** w zakresie elektroprosumeryzmu oraz dalszym propagowaniem nowych rozwiązań wśród mieszkańców (kampanie promocyjne).
3. *Wykonawca* podtrzymuje rekomendacje z etapu I wskazujące na konieczność zaangażowania wszystkich komórek Urzędu Miasta. Za wizję transformacji sektora jest odpowiedzialny cały Urząd, w którym musi nastąpić zrozumienie i przekonanie dla konieczności wdrożenia rozwiązań bazujących na elektroprosumeryzmie tak, aby ze strony władz miejskich po opracowaniu modelu funkcjonowania sektora energetycznego wypłynął do mieszkańców spójny komunikat o znaczeniu i potrzebie przeprowadzenia zmian.
4. Konieczne jest wypracowanie w ramach możliwości samorządu mechanizmów wzmacniających nacisk na tempo zmian w zakresie pasywizacji zasobów budynkowych. Przyspieszenie procesu pasywizacji budynków jest priorytetem. Odrębną kwestią jest pasywizacja budynków objętych ochroną konserwatorską. Budynki te wymagają indywidualnego podejścia.
5. *Wykonawca* rekomenduje, aby w zakresie zabezpieczenia potrzeb cieplnych mieszkańców postawić na upowszechnianie pomp ciepła. Dla miasta oznaczałoby to wdrożenie programów promujących tą technologię. Zalecane jest przeprowadzenie pogłębionej analizy możliwości zintensyfikowania wykorzystania sieci dystrybucyjnych na

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86.1/TE/2022</p>
	<p align="center">Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 39/40</p>

terenie miasta, zwłaszcza w powiązaniu z potencjalnymi planami elektryfikacji ciepłownictwa.

6. Zdaniem Wykonawcy należy promować pompy ciepła jako źródło pierwszego wyboru do zabezpieczenia potrzeb cieplnych nowobudowanych obiektów, nawet w sytuacji gdy obiekty te znajdują się w zasięgu sieci ciepłowniczej. Sieć ciepłownicza powinna być, jeśli to możliwe, źródłem drugiego wyboru.
7. Przedsiębiorstwa ciepłownicze winny zmienić model funkcjonowania (proces długofalowy) i odejść od maksymalizacji sprzedaży ciepła na rzecz świadczenia usługi zapewnienia komfortu cieplnego dla użytkownika końcowego, co powinno być realizowane przy jednoczesnym spełnieniu (zaostrejających się) wymagań stawianych efektywnym systemom ciepłowniczym. Spełnienie wymagań stawianych takim systemom będzie oznaczało korzyści po obu stronach (wytwórca, dystrybutor ciepła) w zakresie możliwości pozyskiwania źródeł finansowania dla modernizacji źródeł wytwórczych i sieci ciepłowniczych. Bez osiągnięcia kompromisu, obydwie strony (wytwórca i sprzedawca) zostaną pozbawione możliwości sięgnięcia po środki zewnętrzne. W tym celu *Wykonawca* jeszcze raz podkreśla wielką wagę dla powołania w Urzędzie Miasta dedykowanej komórki, której rolą miałyby być pomoc w osiągnięciu porozumienia oraz w procesie opracowania nowych rozwiązań w zakresie rozliczeń za ciepło.
8. *Wykonawca* zwraca uwagę na istotne zmiany zachodzące w zakresie rozumienia pojęcia bezpieczeństwa energetycznego w obszarze elektroprosumeryzmu. Dzisiejsza odpowiedzialność jednostek samorządowych za planowanie i zorganizowanie zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe i tym samym zapewnienie bezpieczeństwa dostaw energii, w myśl idei elektroprosumeryzmu powinna zostać zdefiniowana na nowo jako zapewnienie mechanizmów prawa miejscowego i pełnienie roli pomocniczości w ich realizacji dla końcowych użytkowników energii, którzy przejmą częściową (zależną od własnych możliwości) odpowiedzialność za zapewnienie własnych potrzeb energetycznych, np. za pośrednictwem Inżyniera Transformacji Elektroprosumenckiej (ITEP). Rekomenduje się wypracowanie mechanizmów promujących stosowanie adekwatnych rozwiązań technicznych (źródła odnawialne, pompy ciepła, systemy zarządzania energią w budynkach,...) zapewniających możliwie dużą samowystarczalność elektroprosumentów.
9. *Wykonawca* podkreśla, że transformacja energetyczna do elektroprosumeryzmu jest procesem długofalowym wymagającym budowania kompetencji nie tylko własnych Urzędu, ale również kompetencji podmiotów, które mają stanowić wsparcie dla przyszłych elektroprosumentów oraz JST. Te podmioty doradcze w przyszłości przejmą rolę Inżyniera Transformacji Elektroprosumenckiej (ITEP). ITEP doradzając elektroprosumentom (oraz w szczególności Jednostkom Samorządu Terytorialnego) nowe rozwiązania w zakresie wytwarzania energii, winien być zaznajomiony z podstawami analizy energetycznej. *Wykonawca* rekomenduje rozwój kompetencji w Urzędzie z uwzględnieniem powyższego. Rekomenduje się wprowadzenie wskaźników np. w postaci kosztu termo-ekologicznego i elektro-ekologicznego jako narzędzi służących

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86.1/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 40/40</p>


do weryfikacji rozwiązań modernizacyjnych w zakresie wytwarzania energii proponowanych elektroprosumentom. Konieczne jest także uwzględnienie skumulowanej emisji CO₂ w tworzeniu rankingu działań modernizacyjnych w miejsce emisji bezpośredniej (zgodnie z ISO 14067-scope 3).

10. Mając na względzie rosnący udział OZE przyłączanych do sieci niskiego oraz średniego napięcia, rekomenduje się zacieśniania współpracy z przedsiębiorstwami działającymi na terenie Stolicy celem opracowania optymalnego programu modernizacji infrastruktury sieci elektroenergetycznych.
11. *Wykonawca* rekomenduje podjęcie z operatorem systemu przesyłowego (PSE) rozmów w zakresie zapewnienia zdolności przesyłowych energii elektrycznej z morskich farm wiatrowych do Warszawy.
12. *Wykonawca* podtrzymuje rekomendację z etapu I w zakresie pilnego ukierunkowania szkolnictwa zawodowego i wyższego na potrzeby rynków elektroprosumeryzmu. Potrzeba jest kształcenia Inżynierów Transformacji (ITEP) zdolnych przejąć odpowiedzialność za transformację.
13. Postuluje się intensyfikację działań zmierzających do obniżenia dotychczasowej wysokiej zależności mieszkańców Warszawy od komunikacji indywidualnej i zwiększenie roli komunikacji zbiorowej. Potrzebny jest zwłaszcza rozwój szybkich połączeń z terenami podmiejskimi.
14. ***Wykonawca na podstawie dotychczasowych doświadczeń wynikających z przygotowania do przeprowadzenia badań społecznych w obrębie projektu oraz z badań społecznych przeprowadzonych przez Miasto (badania fokusowe) podtrzymuje, iż bardzo trudnym zadaniem będzie uzyskanie społecznej akceptacji dla planowanych działań.*** Zmiana zachowań mieszkańców oraz zrozumienie idei elektroprosumeryzmu skutkujące wzrostem ich świadomości w tym zakresie będzie wymagało uruchomienia programów informacyjno-edukacyjnych. *Wykonawca* rekomenduje pilne uruchomienie kampanii społecznych informujących o potrzebie przeprowadzenia zmian w zakresie funkcjonowania sektora energetycznego w mieście.

Załącznik 1 zawiera informacje dotyczące szacowanego potencjału energetycznego w zakresie następujących technologii: lądowej energetyki wiatrowej, źródeł fotowoltaicznych, biogazowni, morskiej energetyki wiatrowej oraz gospodarki obiegu zamkniętego.

Załącznik 2 zawiera informacje dotyczące możliwości zastosowania rozwiązań elektroprosumenckich w różnego rodzaju obiektach (głównie budynkach) występujących na terenie miasta. Wytypowano dwie przykładowe osłony kontrolne (OKW) dla których przeprowadzono analizy.

Załącznik 3 zawiera informacje dotycząc rozwiązań w zakresie sieci elektroenergetycznych na potrzeby monizmu/elektroprosumeryzmu.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 97/194

Załącznik 1. Potencjał otuliny warszawskiej – osłona kontrolna OKW1

W ramach osłony kontrolnej OKW1 przeanalizowano możliwości zastosowania poszczególnych technologii OZE. W zależności od zastosowanej technologii określono wielkość instalacji, nakłady inwestycyjne oraz potencjał wytwórczy. Przedmiotowe analizy zostały wykonane dla trzech modeli (scenariuszy) uwzględniających struktury pokrycia potrzeb energetycznych w elektroprosumeryzmie w horyzoncie do 2050 r. Modele energetyczne 1-3 w zakresie bilansu energetycznego są jednakowe (Tabela 10.4), natomiast jak już wspomniano, w zależności od rozważanego modelu inna jest ścieżka osiągnięcia docelowego efektu (w postaci struktury źródeł wytwórczych) – patrz Tabela 10.5-Tabela 10.7 oraz odpowiadające im rysunki Z1_Rys. 1, Z1_Rys. 2, Z1_Rys. 3.

Z1_Tabela 1. Struktura pokrycia potrzeb energetycznych w elektroprosumeryzmie - horyzont 2050 r.

Technologia	Model 1	Model 2	Model 3
Źródła OZE			
PV, TWh	1,1	2,2	2,7
μEW, TWh	0,2	0,2	0,2
EWL, TWh	0,0	2,0	2,2
EB, TWh	0,2	0,5	0,5
GOZ, TWh	0,0	0,2	0,2
EWM, TWh	8,0	4,5	4,7
Paliwa kopalne			
Kogeneracja gazowa, TWh	1,0	1,0	0,3
UGZ (diesel), TWh	0,4	0,3	0,0
Roczny bilans energii elektrycznej			
Saldo, TWh	10,9	10,9	10,9
Nadwyżka, %	1,0	1,0	1,0
Deficyt, %	-1,0	-1,0	-1,0



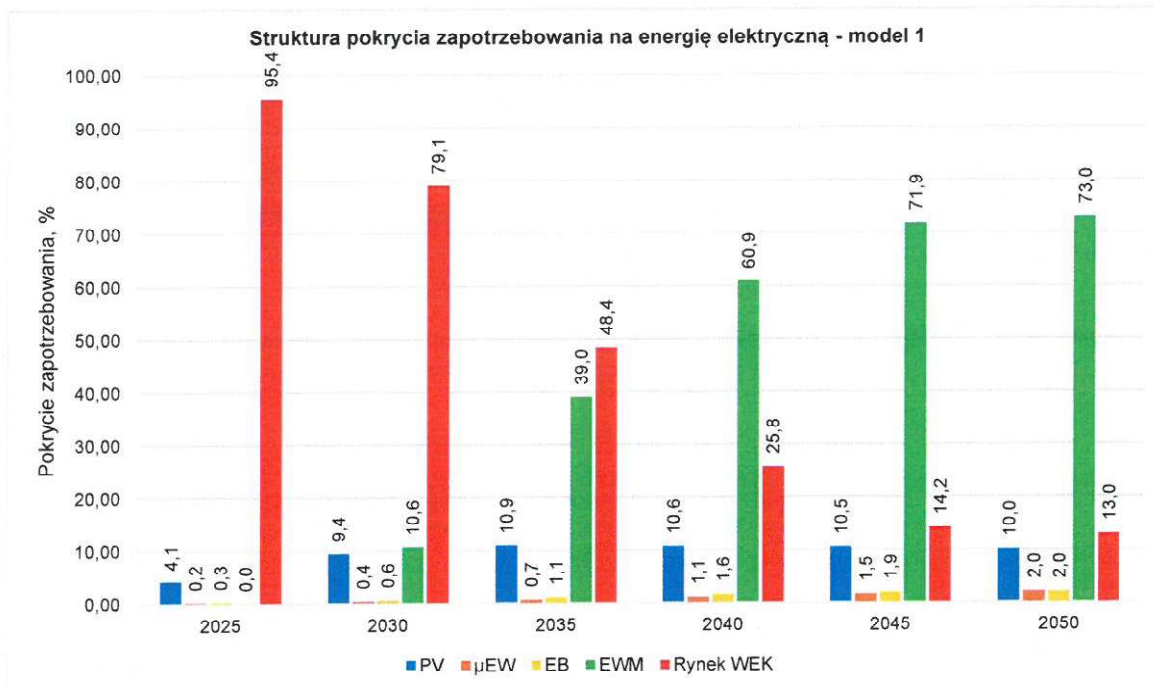
Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu

Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego

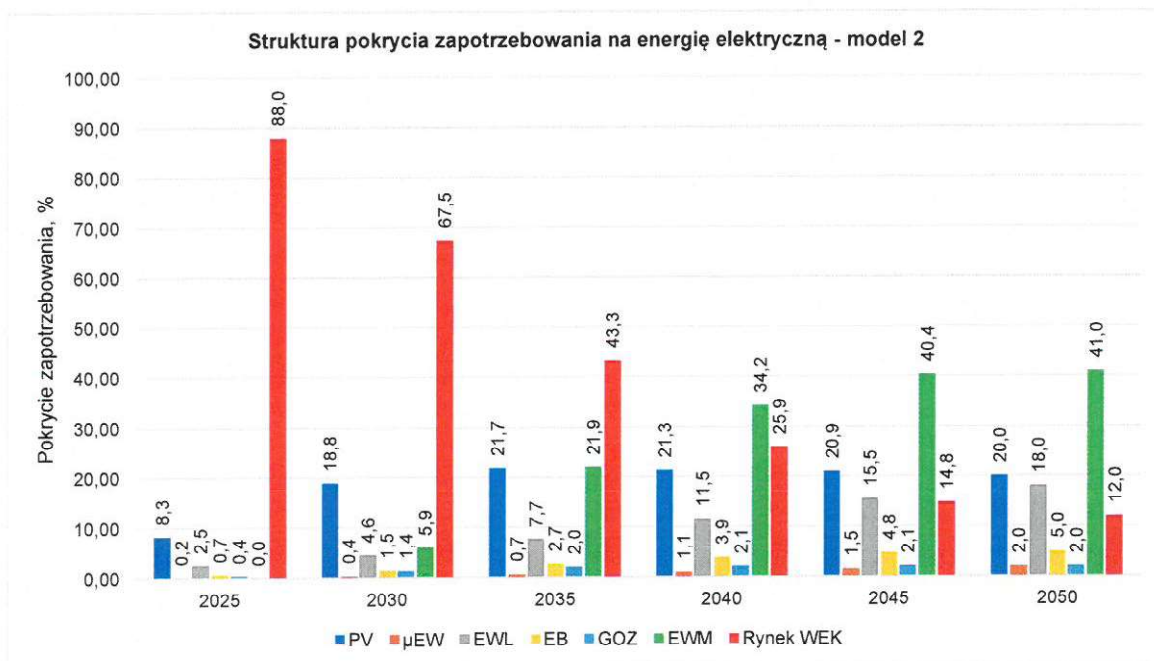
Nr ewidencyjny
86/TE/2022

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy


Strona/Stron
98/194

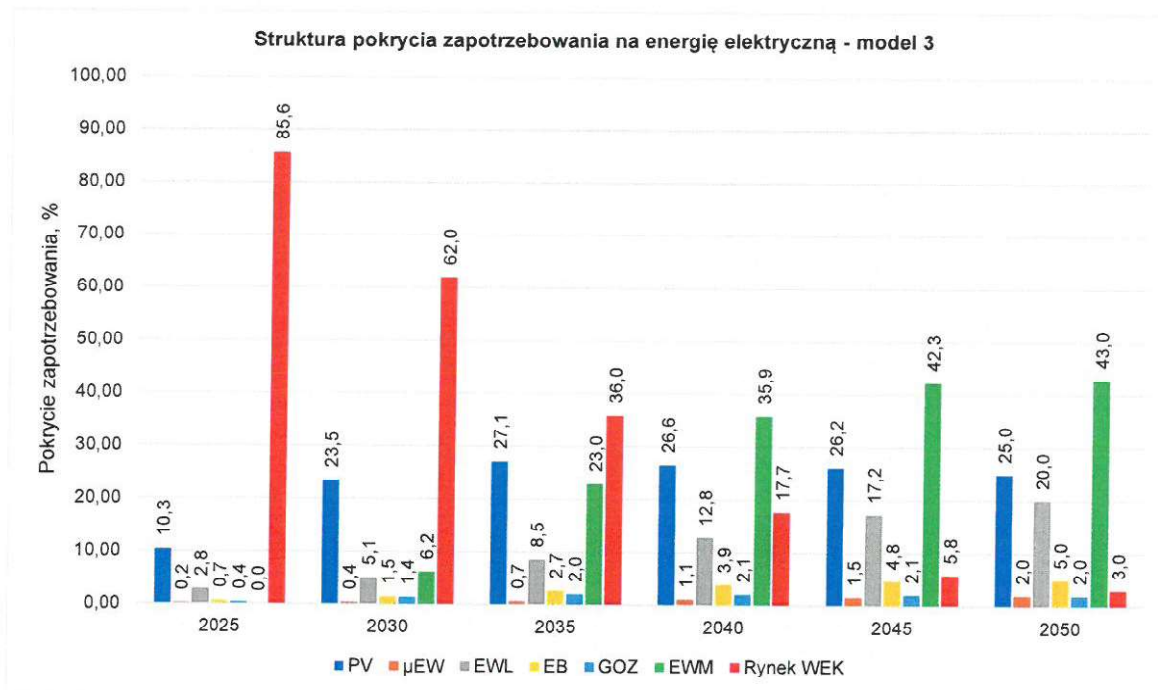


Z1_Rys. 1. Struktura pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną – model 1



Z1_Rys. 2. Struktura pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną – model 2

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p>Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 99/194</p>



Z1_Rys. 3. Struktura pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną – model 3

Koncepcja modelu zakłada wykorzystanie poszczególnych technologii OZE zlokalizowanych na terenie otuliny warszawskiej, na którą składają się poszczególne gminy przylegające do Warszawy – patrz Z1_Rys. 4.



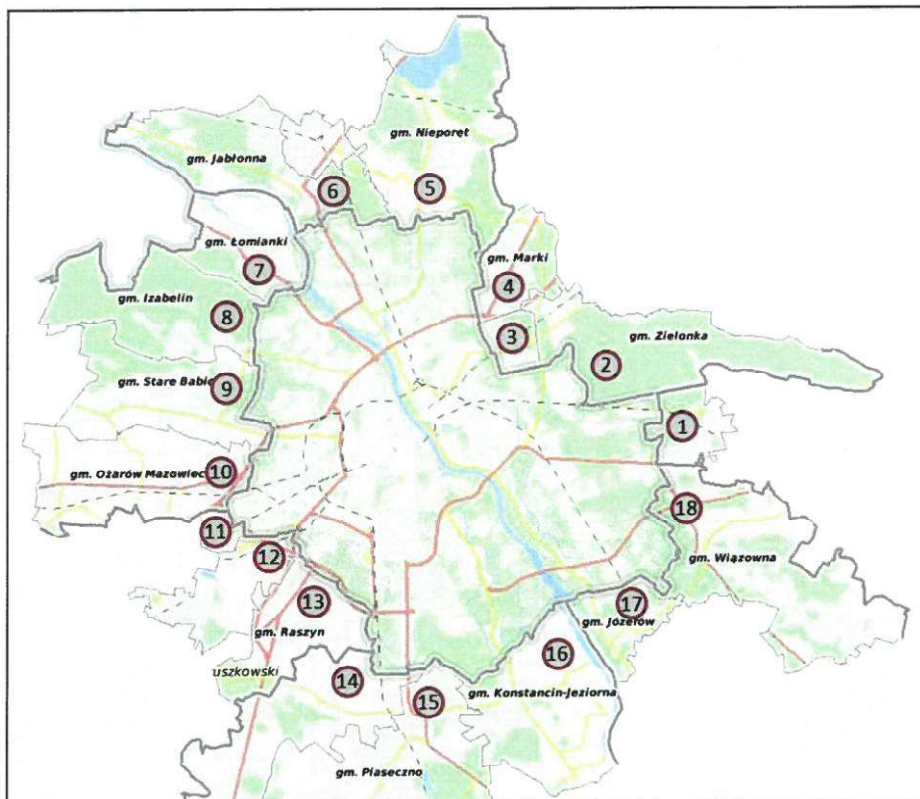
Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu

Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego

Nr ewidencyjny
86/TE/2022

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
100/194



Z1_Rys. 4. Granice administracyjne m.st. Warszawy wraz z otuliną warszawską w postaci gmin ościennych – osłona OK(W+)³⁸

1 – gmina Sulejówek; 2 – gm. Zielonka; 3 – gm. Żąbki; 4 – gm. Marki; 5 – gm. Nieporęt;
6 – gm. Jabłonna; 7 – gm. Łomianki; 8 – gm. Izabelin; 9 – gm. Stare Babice;
10 – gm. Ożarów Mazowiecki; 11 – gm. Piastów; 12 – gm. Michałowice; 13 – gm. Raszyn;
14 – Lesznowola; 15 – gm. Piaseczno; 16 – gm. Konstancin-Jeziorna; 17 – gm. Józefów;
18 – gm. Wiązowna.

W tabeli zaprezentowanej poniżej (Z1_Tabela 2) przedstawiono powierzchnię całkowitą poszczególnych gmin wraz informacją o powierzchni obejmującej miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego (MPZP).

³⁸ Opracowanie własne na podstawie serwisu mapowego Miasta Stołecznego Warszawy: [Mapa Warszawy \(um.warszawa.pl\)](http://mapa.warszawa.pl) [dostęp:16.09.2021]



**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego

Nr ewidencyjny
86/TE/2022

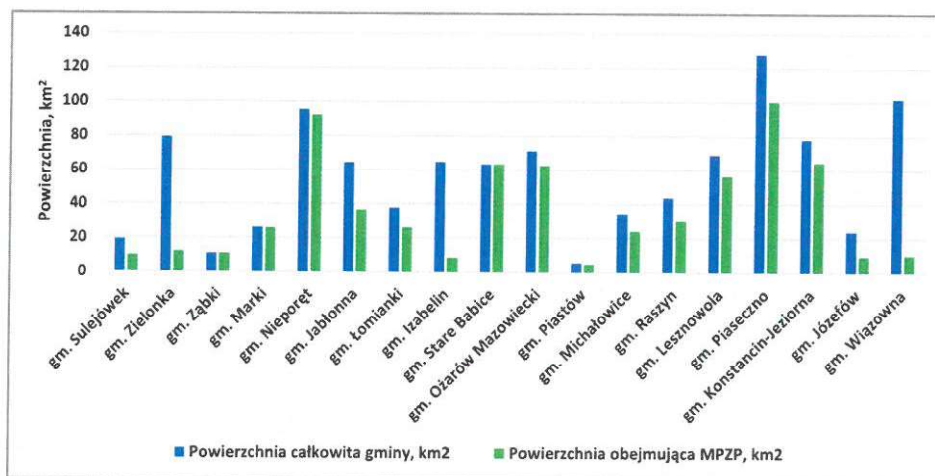
Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
101/194


Z1_Tabela 2. Powierzchnia poszczególnych gmin wchodzących w skład otuliny warszawskiej

Nazwa gminy	Powierzchnia całkowita gminy, km ²	Powierzchnia obejmująca MPZP km ²
gm. Sulejówek	19,31	10,12
gm. Zielonka	79,48	12,24
gm. Żąbki	11,13	11,09
gm. Marki	26,20	25,75
gm. Nieporęt	95,67	92,32
gm. Jabłonna	64,55	36,66
gm. Łomianki	38,06	26,26
gm. Izabelin	64,98	8,77
gm. Stare Babice	63,42	63,42
gm. Ożarów Mazowiecki	71,34	62,64
gm. Piastów	5,76	4,88
gm. Michałowice	34,73	24,14
gm. Raszyn	43,89	30,15
gm. Lesznowola	69,17	56,51
gm. Piaseczno	128,20	100,38
gm. Konstancin-Jeziorna	78,28	64,58
gm. Józefów	23,91	9,73
gm. Wiązowna	102,10	10,52
Suma	1020,18	650,16

Teoretyczna powierzchnia otuliny warszawskiej wynosi 1020,18 km², natomiast powierzchnia której obejmuje MPZP dla wybranych gmin wynosi 650,16 km². Na rysunku przedstawionym poniżej (Z1_Rys. 5) porównano na wykresie rozmiar poszczególnych gmin tworzących otulinę warszawską wraz z powierzchnią w zakresie MPZP.



Z1_Rys. 5. Powierzchnia całkowita otuliny oraz obszaru MPZP dla otuliny warszawskiej

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 102/194</p>

LĄDOWA ENERGETYKA WIATROWA

Otulina znajduje się w korzystnej strefie energetycznej wiatru, co oczywiście nie jest wyłącznym kryterium doboru lokalizacji farmy wiatrowej i szereg aspektów musi być wzięty pod uwagę przed podjęciem decyzji o budowie. Jednak głównym czynnikiem blokującym rozwój tego sektora energetyki jest dzisiaj tzw. zasada 10H. W analizie możliwości zastosowania lądowej energetyki wiatrowej za cel przyjęto określenie potencjału otuliny warszawskiej w zakresie umiejscowienia turbin o mocy ok. 4,8 MW przy założeniu, że zasada 10H ulegnie liberalizacji. Określany potencjał oznacza **potencjał przestrzenny gmin tworzących otulinę**, z którego wyłączono następujące obszary o funkcji i przeznaczeniu z uwzględnieniem rozpiętości stref ochronnych:

- tereny pod zabudowę³⁹;
- tereny wód powierzchniowych i mokradeł;
- tereny cementarne;
- tereny uprawy trwałej;
- tereny chronione;
- tereny sportowe;
- tereny zadrzewione;
- tereny kompleksów handlowych, usługowych i przemysłowych;
- teren pod drogami kołowymi, szynowymi i lotniskowymi;
- linii napowietrznych.

W analizie nie uwzględniono skutków ekonomicznych.


Odległość od zabudowy

Zgodnie z obowiązującą *Ustawą o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych*⁴⁰ odległość elektrowni wiatrowej od budynku mieszkalnego lub o funkcji mieszanej, w skład której wchodzi funkcja mieszkaniowa musi być równa lub większa od „dziesięciokrotności wysokości elektrowni wiatrowej mierzonej od poziomu gruntu do najwyższego punktu budowli, wliczając elementy techniczne, w szczególności wirnik wraz z łopatomi”. Zgodnie z projektem ustawy⁴¹, w której planuje się wprowadzić zmiany w tym zakresie wprowadzono dodatkowo zapis: „*Plan miejscowy może określać inną, niż określona w ust. 1, odległość elektrowni wiatrowej od budynku mieszkalnego albo budynku o funkcji mieszanej, w skład której wchodzi funkcja mieszkaniowa, większą niż zasięg oddziaływań elektrowni wiatrowej wynikający z prognozy, jednak nie mniejszą niż 500 metrów.*”

³⁹ Przy założeniu zniesienia obecnie obowiązującej reguły, według której lądowe elektrownie wiatrowe mogą być lokowane od zabudowań mieszkalnych w odległości co najmniej dziesięciokrotności wysokości elektrowni oraz dopuszczenie w ramach lokalnej procedury planistycznej odległości 500 m.

⁴⁰ Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych – tekst jednolity na podstawie Obwieszczenia Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 14 kwietnia 2021 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych

⁴¹ Ustawa o zmianie ustawy o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych oraz niektórych innych ustaw – projekt z dnia 27 kwietnia 2021 roku (UD 207)

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 103/194</p>

Odległość od zabudowy określają również przepisy dotyczące ochrony środowiska, szczególnie ochrony przed hałasem, polami elektromagnetycznymi oraz ochrony roślin i zwierząt. Pole elektromagnetyczne jest emitowane przez wszystkie urządzenia, przez które przepływa prąd. Badania⁴² wykazały, że pola elektromagnetyczne wytwarzane przez farmy wiatrowe nie mają wpływu na zdrowie człowieka, ponieważ urządzenia, które generują fale elektromagnetyczne znajdują się wewnątrz gondoli, w związku z czym są zamknięte w metalowym przewodniku, który wykazuje właściwości ekranizujące. W związku z czym założono, że 500 m od zabudowy mieszkaniowej jest wystarczające, aby zapewnić ochronę przed polem elektroenergetycznym.

W związku z powyższym, założono odległość minimalną 500 metrów od istniejących obszarów zabudowy.

Odległości uwarunkowane sprawnością turbin wiatrowych

Zgodnie z zaleceniami producenta oraz badaniami naukowymi odległość między wiatrakami powinna wynosić 5-8 średnic wirnika.

Na podstawie analizy przepisów i badań przyjęto, że dla jednej turbiny wiatrowej wystarczający będzie teren o powierzchni około 4 ha – pozwala to na zachowanie odległości równej około 1 średnicy wirnika od granicy działki. Dla większej liczby turbin powierzchnia terenu będzie rosła o kolejne 10 ha uwzględniając odległość od poszczególnych urządzeń.

Zgodnie z założeniami przedstawionymi w punkcie 10.2 określono potencjał przestrzenny otuliny dla farm wiatrowych, który przedstawiony jest Z1_Rys.6. Jednocześnie należy zaznaczyć, że potencjał ten nie uwzględnia aspektów ekonomicznych i prezentuje pełny potencjał przestrzenny.

⁴² Kurytnik I. P., Drózd T., Kuciński S., Badania zaburzeń elektromagnetycznych na przyłączach energetycznych odnawialnych źródeł energii, „Przegląd Elektrotechniczny” 2014, nr 5



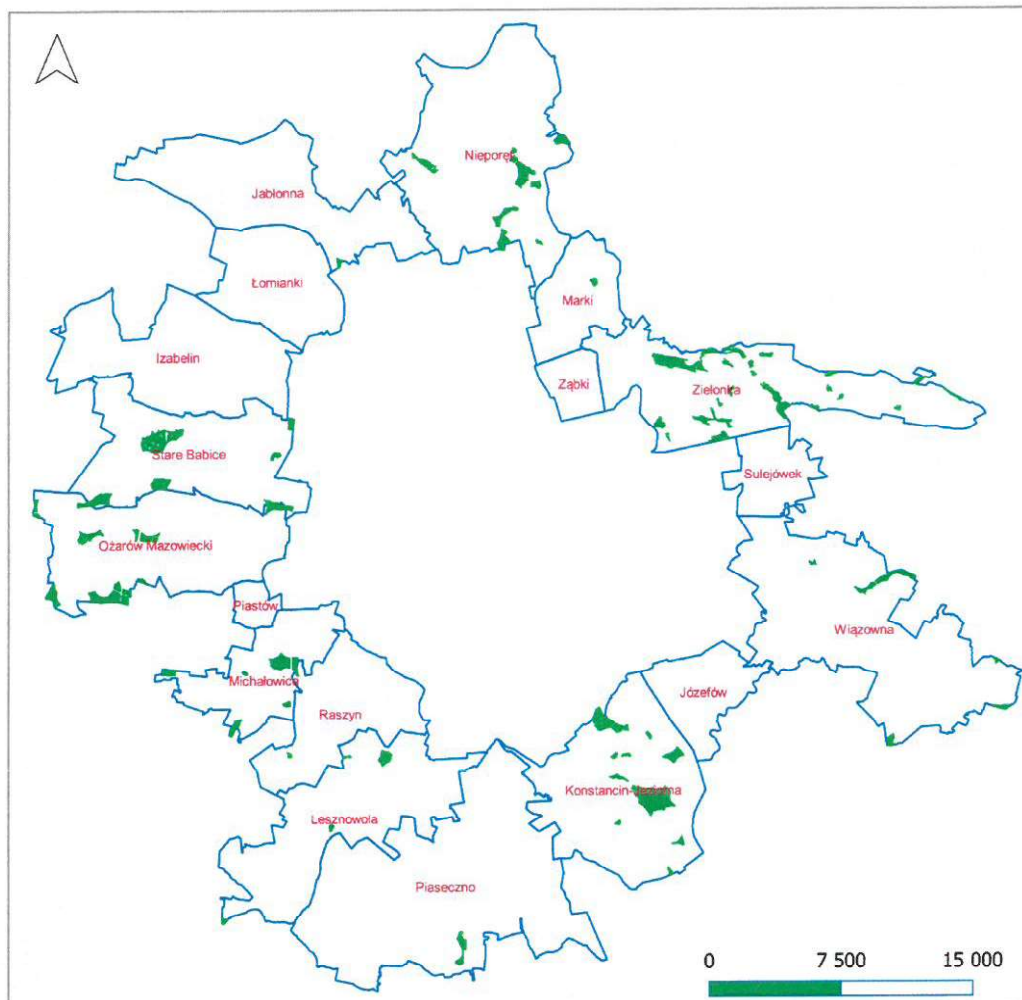
Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu

Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego

Nr ewidencyjny
86/TE/2022

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy


Strona/Stron
104/194



Z1_Rys. 6. Dostępność terenów otuliny warszawskiej pod farmy wiatrowe.

Całkowita powierzchnia pod lokalizację farm wiatrowych po zastosowaniu ograniczeń wyniosła 3048 ha. Następnie wykluczono obszary, których powierzchnia jest niewystarczająca dla umieszczenia co najmniej jednego wiatraka⁴³, co w rezultacie dało powierzchnię 2683,07 ha. **Analiza wykazała, że łącznie w otulinie umieścić można 293 wiatraki, co pozwala na uzyskanie mocy około 1406,4 MW.**

⁴³ Minimalna powierzchnia terenu dla lokalizacji wiatraka jaką przyjęto w wyliczeniu to 4 ha.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 105/194</p>

Z1_Tabela 3. Struktura wielkość zainstalowanej mocy farm wiatrowych na dostępnym obszarze w otulinie warszawskiej

Ilość wiatraków dla dostępnej powierzchni	Ilość pól pozwalających na umieszczenie wiatraków	łącznie wiatraków	łącna produkcja energii z turbin o mocy 4,8 MW
1	76	76	364,80
2	18	36	172,80
3	11	33	158,40
4	5	20	96,00
5	5	25	120,00
7	4	28	134,40
8	1	8	38,40
10	1	10	48,00
13	1	13	62,40
22	2	44	211,20

Zakładając, że farmy wiatrowe będą liczyły co najmniej 3 wiatraki, możliwości produkcyjne w otulinie wynoszą 868,80 MW.

Biorąc pod uwagę fakt, iż agregowanie źródeł w jednej lokalizacji (regionie kraju) może być bardziej efektywne z organizacyjnego punktu widzenia, (łatwiej postawić farmę kilku turbin w jednej lokalizacji niż przechodzić ścieżkę formalno-prawną dla pojedynczej turbiny w kilku rozrzuconych lokalizacjach), w pierwszej kolejności zagregowano potencjał lokalizacyjny pozwalający na postawienie co najmniej 3 turbin w jednej lokalizacji. W sytuacji gdy ten potencjał okazałby się niewystarczający dla pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną wytworzoną w turbinach wiatrowych w danym modelu, to wówczas jego uzupełnieniem stają się pojedyncze instalacje turbin wiatrowych. W związku z powyższym, zakładając, że farmy wiatrowe będą liczyły co najmniej 3 wiatraki, możliwości produkcyjne w otulinie wynoszą 868,80 MW, podczas gdy potencjał pozostałych turbin wynosi 537,6 MW co sumarycznie daje 1406,4 MW.

Na rysunku zamieszczonym poniżej przedstawiono mapę, która zawiera rozłożenie przestrzenne potencjału lokalizacji farm wiatrowych w otulinie warszawskiej.



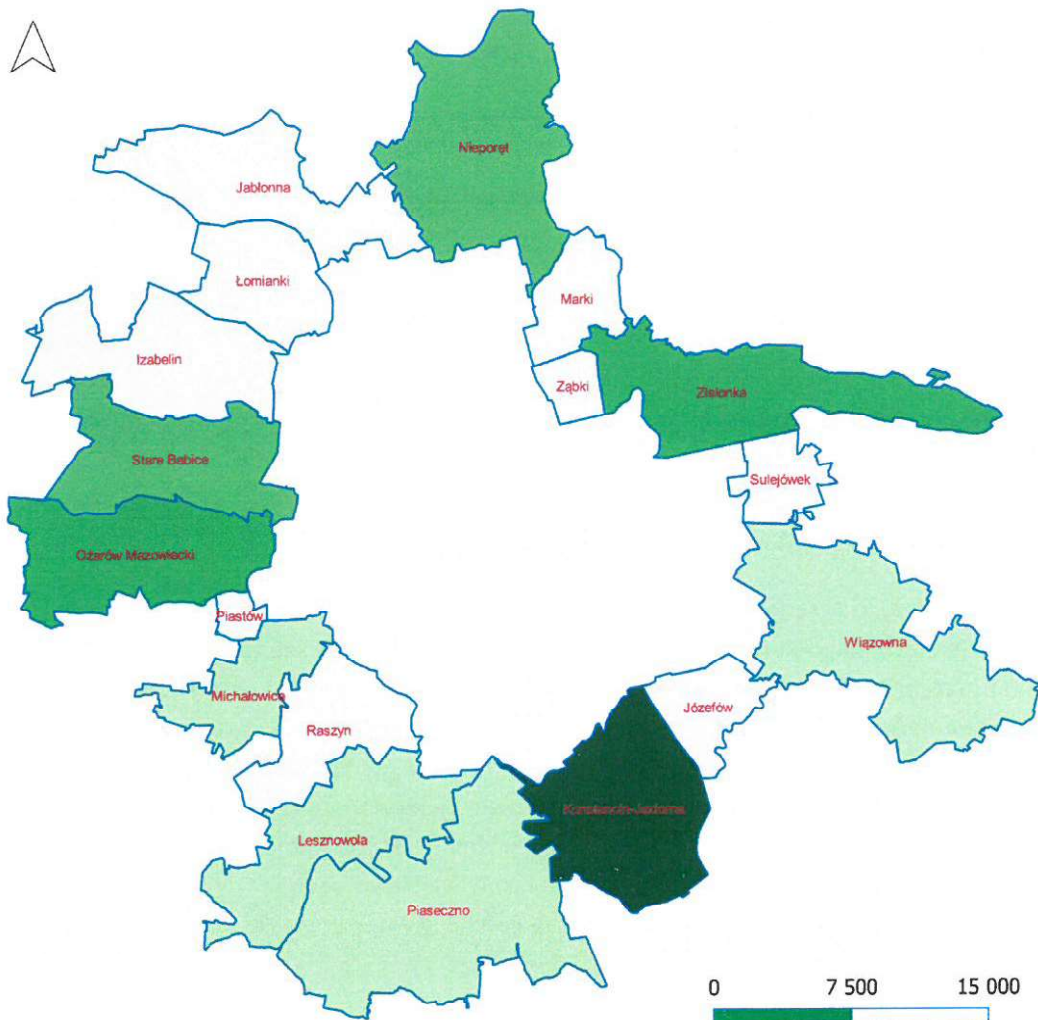
Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu

Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego

Nr ewidencyjny
86/TE/2022

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
106/194




Z1_Rys. 7. Rozłożenie przestrzenne potencjału lokalizacji farm wiatrowych w gminach otuliny

Największy potencjał produkcji energii z farm wiatrowych posiada gmina Konstancin-Jeziorna, łącznie 807,09 ha.

Z1_Tabela 4 przedstawia wolumeny energii elektrycznej wymagane do pokrycia przez lądowe elektrownie wiatrowe na trajektorii do roku 2050.

Z1_Tabela 4. Wolumeny energii elektrycznej prognozowane do wytworzenia w ramach technologii lądowych elektrowni wiatrowych (EWL) dla trzech modeli na trajektorii do 2050 r.

Nr Modelu	Rok	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Model 1	Zapotrzebowanie EWL, TWh	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Model 2		0,2	0,4	0,7	1,2	1,6	2,0
Model 3		0,2	0,5	0,8	1,3	1,8	2,2

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 107/194</p>

Dla przeprowadzenia analizy służącej do określenia niezbędnych mocy wytwórczych wykorzystano komercyjny program TRNSYS ver. 18 służący do numerycznego modelowania instalacji energetycznych, w którym zamodelowano pracę elektrowni wiatrowej w okresie 2018-2021 z uwzględnieniem danych meteorologicznych właściwych dla tego okresu. Podstawowe założenia przyjęte do modelowania pracy farmy wiatrowej zestawiono poniżej - na podstawie turbiny ENO 126 4.8 MW⁴⁴:

- Wysokość posadowienia: 100 m n.p.m.
- Wysokość pomiaru prędkości wiatru względem poziomu terenu: 10 m
- Wysokość masztu (osi wirnika): 117 m
- Średnica wirnika: 126 m
- Procent mocy wyjściowej turbiny, który jest tracony z powodu nieefektywności i transmisji: 10%
- Liczba turbin: 5
- Prędkość wiatru, temperatura otoczenia, ciśnienie otoczenia – wg pliku *Weather - Poland - Mazowieckie - Warsaw hourly.xlsx*⁴⁵, odczyt danych bez interpolacji
- Wykładnik ścinania terenu (Site shear exponent): 0,18
- Intensywność turbulencji: 0,1
- Gęstość powietrza: 1,225 kg/m³
- Sposób regulacji turbiny: Pitch
- Moc znamionowa: 4800 kW
- Prędkość wiatru dla mocy znamionowej: 14 m/s

W tabeli Z1_Tabela 5 przedstawiono zestawienie mocy turbiny wiatrowej w zależności od prędkości wiatru (turbina wiatrowa o mocy 4,8 MW).

Z1_Tabela 5. Charakterystyka mocy turbiny wiatrowej o mocy 4,8 MW


w, m/s	0	1	2	3	4	5	6	7	8
N, kW	0	0	0	0	100	450	850	1350	1900
w, m/s	9	10	11	12	13	14	15	16	17
N, kW	2450	3000	3550	4050	4475	4760	4880	4880	4880
w, m/s	18	19	20	21	22	23	24	25	
N, kW	4880	4880	4880	4880	4880	4880	4880	4880	

N, kW- moc turbiny wiatrowej

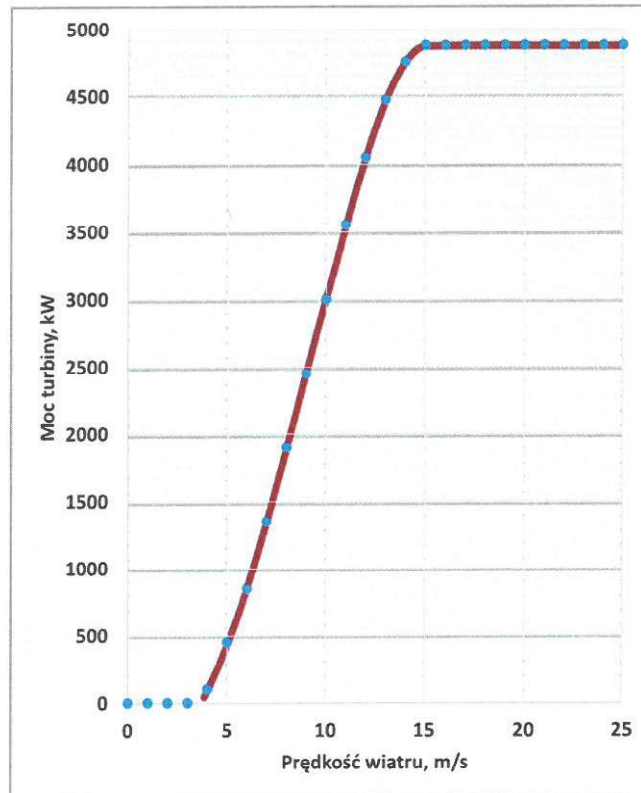
W, m/s- prędkość wiatru

⁴⁴ https://www.eno-energy.com/en/wp-content/uploads/sites/2/2021/11/ENO_126_4_8_ENG_DB_AS_190730.pdf [dostęp: 29.05.2022]


⁴⁵ Dane z NASA za pośrednictwem programu RETScreen Expert – Professional

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p>Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 108/194</p>

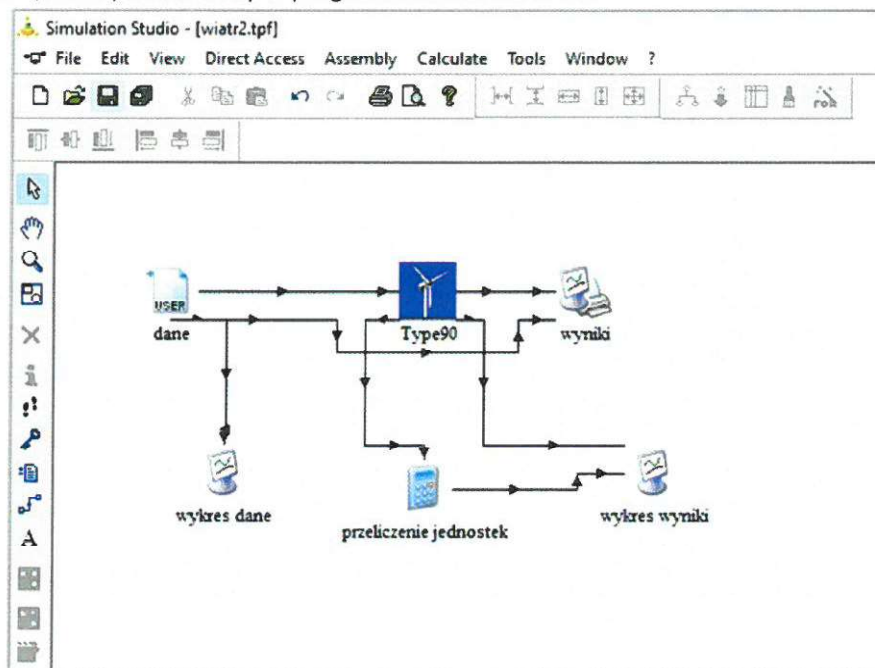
Graficzną ilustrację zależności mocy turbiny wiatrowej (o mocy 4,8 MW) w zależności od prędkości wiatru obrazuje poniższy rysunek.



Z1_Rys. 8. Charakterystyka moc turbiny ENO 126 4.8 MW

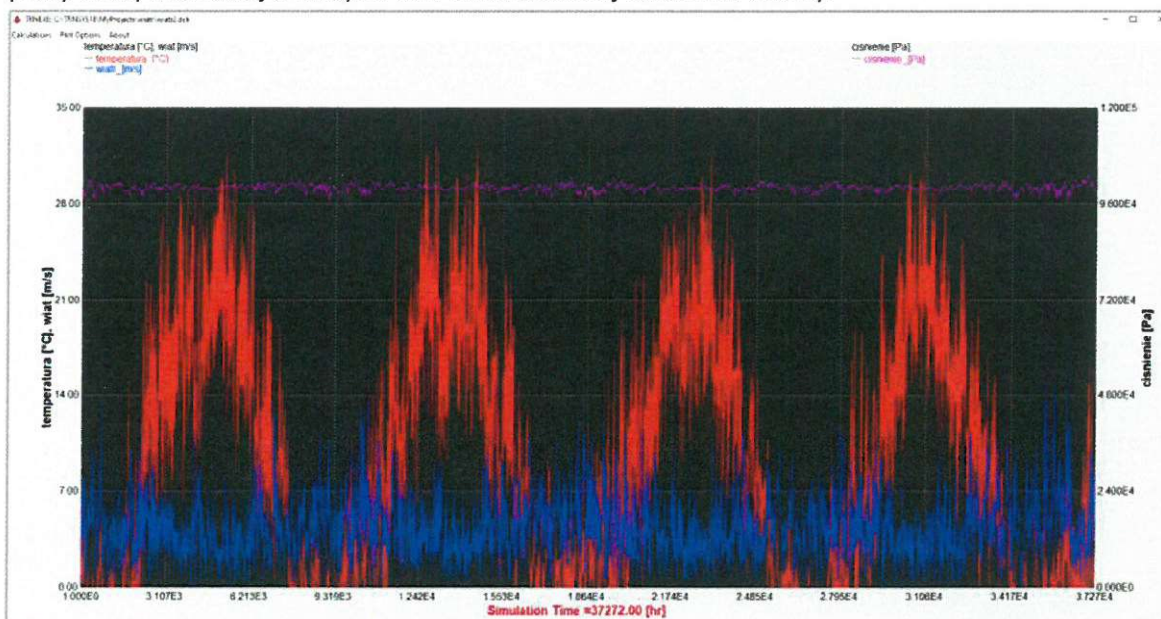
	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p>Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 109/194</p>

Na rysunku zamieszczonym poniżej (Z1_Rys. 9) przedstawiono model farmy wiatrowej o mocy 24 MW (5 x 4,8 MW) zbudowany w programie TRNSYS ver. 18.




Z1_Rys. 9. Ideowy schemat modelu zbudowanego w programie TRNSYS

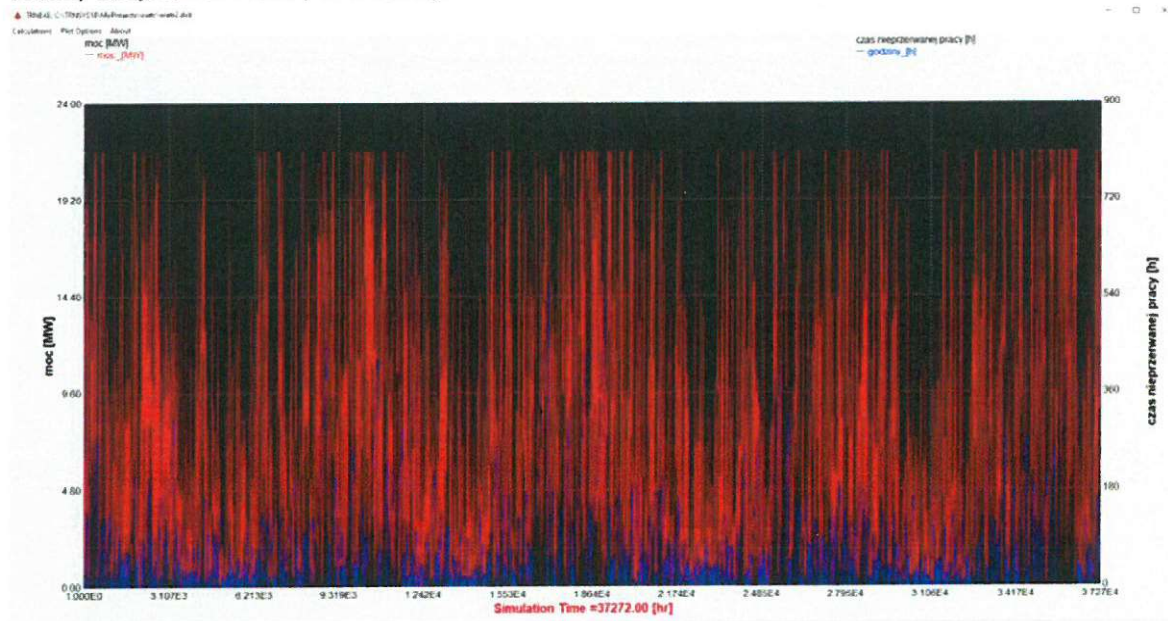
Na rysunku poniżej (Z1_Rys. 10) przedstawiono wykres danych wejściowych dla modelowania pracy farmy wiatrowej o mocy 24 MW zlokalizowanej na terenie otuliny.



Z1_Rys. 10. Dane wejściowe do analizy w zakresie temperatury (czerwony), wiatru (niebieski) oraz ciśnienia otoczenia (różowy) w latach 2018-2021

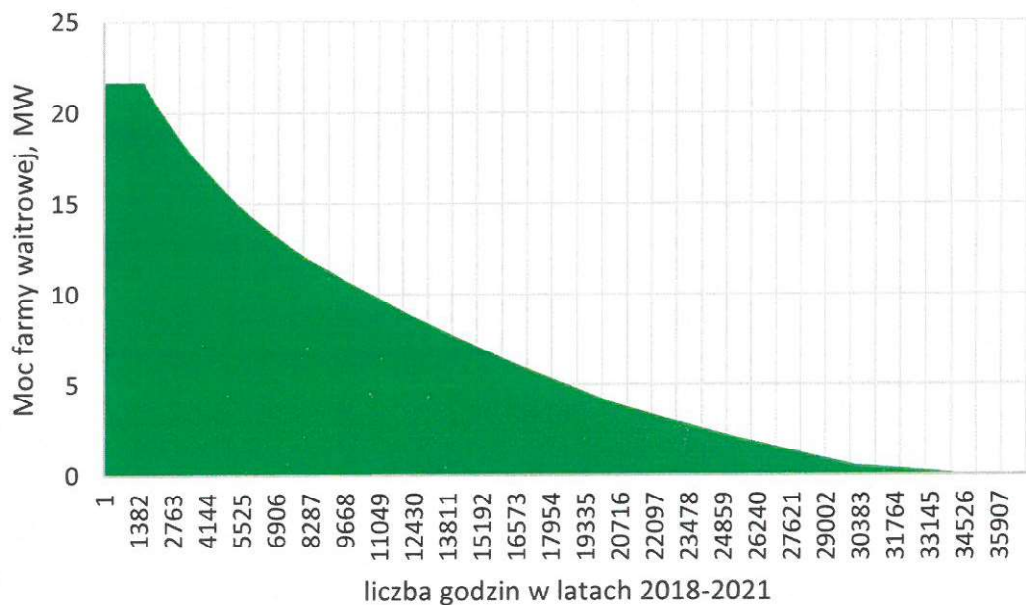
	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p>Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p align="center">Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 110/194</p>


Wyniki obliczeń dla farmy wiatrowej przedstawiono na poniższym rysunku (Z1_Rys. 11). Okres analizy obejmował 4 lata (2018-2021).



Z1_Rys. 11. Wyniki obliczeń mocy (czerwony) dla lądowej farmy wiatrowej o mocy 24 MW dla danych wejściowych z lat 2018-2021

Na poniższym rysunku przedstawiono uporządkowany wykres mocy dla lądowej farmy wiatrowej 24 MW dla danych wejściowych za lata 2018-2021 r.



	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 111/194</p>

Z1_Rys. 12. Uporządkowany wykres mocy lądowej farmy wiatrowej o mocy 24 MW na podstawie danych za lata 2018-2021


W tabeli j Z1_Tabela 6 przedstawiono wyniki symulacji farmy wiatrowej o mocy 24 MW za lata 2018-2021 wraz z informacjami o jednostkowych nakładach inwestycyjnych oraz wymaganych jednostkowych powierzchniach pod budowę farmy wiatrowej.

Z1_Tabela 6. Pokrycie potrzeb energetycznych oraz pozostałe wielkości charakteryzujące pracę lądowej farmy wiatrowej o mocy 24 MW

Rok	2018	2019	2020	2021	średnia
Moc turbiny wiatrowej, MW	4,80				
Liczba turbin wiatrowych, szt.	5				
Zainstalowana moc farmy wiatrowej, MW	24,00				
Roczna produkcja farmy wiatrowej, MWh	50883,76	63663,75	61573,21	55804,70	57981,36
Roczna produkcja energii z jednej turbiny, MWh	10176,75	12732,75	12314,64	11160,94	11596,27
Roczny wolumen energii elektrycznej z 1 MW zainstalowanej mocy, MWh/MW	2120,16	2652,66	2565,55	2325,20	2415,89
Roczny czas pracy, h	7920,00	8202,00	8111,00	7840,00	8018,25
Szacowany koszt 1 MW mocy zainstalowanej, mln EUR ⁴⁶	1,50				
Nakłady inwestycyjne na farmę wiatrową o mocy 24 MW, mln zł (04.21 1 EUR =4,56 zł)	164,16				

Wyniki obliczeń z powyższej tabeli zostały uśrednione i tym samym można w przybliżeniu wnioskować, że roczne pokrycie energii elektrycznej przez farmę wiatrową o mocy 24 MW wynosi 57981,36 MWh. A zatem średnio z 1 MW zainstalowanej mocy można wyprodukować 2415,89 MWh energii elektrycznej. Uśrednione wyniki symulacji posłużyły do analizy w zakresie pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną powstałej w lądowych elektrowniach wiatrowych zlokalizowanych na terenie otuliny warszawskiej. W tabelach przedstawionych poniżej (Z1_Tabela 7- Z1_Tabela 9) przedstawiono wyniki analiz dla trzech modeli w zakresie zastosowania lądowej energetyki wiatrowej.

⁴⁶ Lądowa energetyka wiatrowa w Polsce Raport 2021, kwiecień 2021

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 112/194

Z1_Tabela 7. Wyniki analiz i obliczeń dla zastosowania energetyki wiatrowej lądowej dla modelu 1

Pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną za pomocą EWL dla modelu 1						
Technologia	2025	2030	2035	2040	2045	2050
EWL, TWh	0	0	0	0	0	0
Wolumen energii elektrycznej z 1 MW zainstalowanej mocy, MWh/MW	2415,89					
Zainstalowana moc w lądowych farmach wiatrowych, MW	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nakłady inwestycyjne, mld zł	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pokrycie otuliny w obszarze MPZP, %	0	0	0	0	0	0


Z1_Tabela 8. Wyniki analiz i obliczeń dla zastosowania energetyki wiatrowej lądowej dla modelu 2

Pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną za pomocą EWL dla modelu 2						
Technologia	2025	2030	2035	2040	2045	2050
EWL, TWh	0,2	0,4	0,7	1,2	1,6	2,0
Wolumen energii elektrycznej z 1 MW zainstalowanej mocy, MWh/MW	2415,89					
Zainstalowana moc w lądowych farmach wiatrowych, MW	82,79	165,57	289,75	496,71	662,28	827,85
Nakłady inwestycyjne, mld zł	0,57	1,13	1,98	3,40	4,53	5,66
Pokrycie otuliny w obszarze MPZP, %	2,55	5,09	8,91	15,28	20,37	25,47

Z1_Tabela 9. Wyniki analiz i obliczeń dla zastosowania energetyki wiatrowej lądowej dla modelu 3

Pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną za pomocą EWL dla modelu 3						
Technologia	2025	2030	2035	2040	2045	2050
EWL, TWh	0,2	0,5	0,8	1,3	1,8	2,2
Wolumen energii elektrycznej z 1 MW zainstalowanej mocy, MWh/MW	2415,89					
Zainstalowana moc w lądowych farmach wiatrowych, MW	82,79	206,96	331,14	538,10	745,07	910,64
Nakłady inwestycyjne, mld zł	0,57	1,42	2,27	3,68	5,10	6,23
Pokrycie otuliny w obszarze MPZP, %	2,55	6,37	10,19	16,55	22,92	28,01

W tabeli poniżej (Z1_Tabela 10) zestawiono zbiorczo niezbędne moce farm lądowych oraz nakłady inwestycyjne właściwe dla trzech modeli.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 113/194

Z1_Tabela 10. Podsumowanie zainstalowanej mocy w dużych lądowych elektrowniach wiatrowych oraz nakłady inwestycyjne dla poszczególnych modeli energetycznych

Technologia	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Model 1						
Zainstalowana moc w lądowych farmach wiatrowych, MW	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nakłady inwestycyjne, mld zł	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Model 2						
Zainstalowana moc w lądowych farmach wiatrowych, MW	82,79	165,57	289,75	496,71	662,28	827,85
Nakłady inwestycyjne, mld zł	0,57	1,13	1,98	3,40	4,53	5,66
Model 3						
Zainstalowana moc w lądowych farmach wiatrowych, MW	82,79	206,96	331,14	538,10	745,07	910,64
Nakłady inwestycyjne, mld zł	0,57	1,42	2,27	3,68	5,10	6,23

Z powyższego wynika, że w obszarze EWL największe wymagania pod względem zainstalowanej mocy ma model 3. Dla tego modelu wymagana moc zainstalowana kształtuje się na poziomie 0,9 GW. Biorąc pod uwagę potencjał otuliny warszawskiej szacowany na około 1,4 GW stwierdza się, że dla tej technologii nie ma ograniczeń przestrzennych, a głównym ograniczeniem będą zdolności przyłączeniowe źródeł w poszczególnych obszarach sieci.


ŹRÓDŁA PV

W tabeli Z1_Tabela 11 przedstawiono wolumeny energii elektrycznej wymagane do pokrycia przez źródła PV na trajektorii do roku 2050.

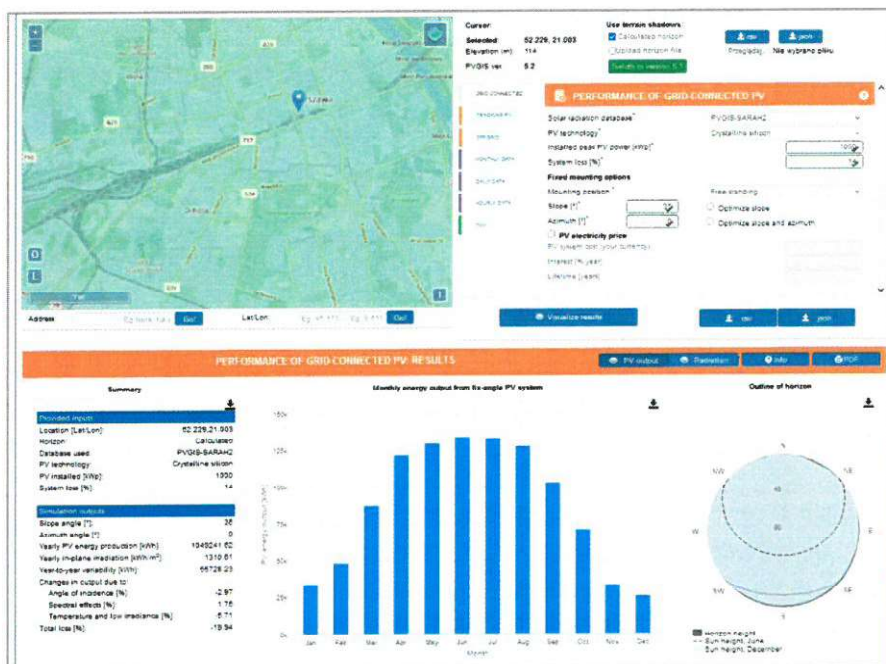
Z1_Tabela 11. Wolumeny energii elektrycznej prognozowane do wytworzenia w ramach technologii PV dla trzech modeli na trajektorii do 2050 r.

Nr Modelu	Rok	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Model 1	Zapotrzebowanie PV, TWh	0,4	0,9	1,1	1,1	1,1	1,1
Model 2		0,7	1,7	2,1	2,2	2,2	2,2
Model 3		0,9	2,2	2,6	2,7	2,7	2,7

Potencjał nasłonecznienia dla miasta stołecznego Warszawa i możliwości produkowania energii elektrycznej wynosi 1049. Oznacza to, że z 1 MWp zainstalowanej mocy w panelach PV możliwa jest generacja energii elektrycznej wynosząca 1049 MWh. Obliczeń produkcji energii elektrycznej przez panele PV dokonano na podstawie dostępnych narzędzi na stronie https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html. Narzędzie to umożliwia wygenerowanie raportu

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego	Strona/Stron 114/194
Urząd Miasta Stołecznego Warszawy		

o produkcji energii elektrycznej z fotowoltaika dla wskazanej lokalizacji na mapie i założonej mocy w panelach PV. Przykładowy zrzut ekranu przedstawia Z1_Rys.13.




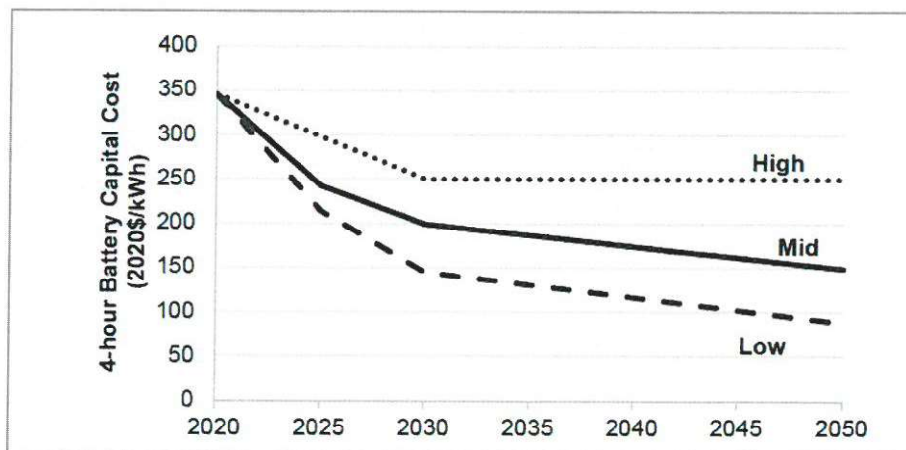
Z1_Rys. 13. Produkcja energii elektrycznej z paneli PV dla lokalizacji m.st. Warszawa – przykład ⁴⁷

Na podstawie publikacji ⁴⁸ przyjęto nakłady inwestycyjne dla instalacji farmy PV o mocy powyżej 1 MW jako średni koszt 2,05 mln zł/MW. Koszt magazynu energii (na bazie baterii litowo-jonowych) pracującego przez 4 godziny przyjęto zgodnie z poniższą charakterystyką (wariant Mid).

⁴⁷ https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html [dostęp: 21.04.2022]

⁴⁸ Rynek Fotowoltaiki w Polsce – 2021, Instytut Energetyki Odnawialnej, maj 2021.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 115/194</p>




Z1_Rys. 14. Prognozy kosztów akumulatorów dla 4-godzinnych systemów litowo-jonowych ⁴⁹

W tabelach zaprezentowanych poniżej (Z1_Tabela 12-Z1_Tabela 14) przedstawiono wyniki analizy kluczowych parametrów określających wielkość instalacji PV, nakłady inwestycyjne oraz wymaganą powierzchnię niezbędną do zainstalowania farm fotowoltaicznych. Wyniki obliczeń dotyczą trzech modeli na trajektorii zmian do 2050 roku.

Z1_Tabela 12. Kluczowe parametry instalacji PV wraz z nakładami inwestycyjnymi – model 1

Rok	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Potrzeby energetyczne PV, TWh	0,4	0,9	1,1	1,1	1,1	1,1
Zainstalowana moc, MWp	381,32	857,96	1048,62	1048,62	1048,62	1048,62
Jednostkowy koszt magazynu energii \$/kWh (1\$=3,82zł 04.2021)	240,0	200,0	187,5	175,0	162,5	150,0
Koszty magazynów energii elektrycznej (4 h), mld zł	1,40	2,62	3,00	2,80	2,60	2,40
Nakłady inwestycyjne na PV (bez magazynów energii), mld zł	0,78	1,76	2,15	2,15	2,15	2,15
Całkowite nakłady inwestycyjne PV + magazyny energii, mld zł	2,18	4,38	5,15	4,95	4,75	4,55
Jednostkowe nakłady inwestycyjne na PV (bez magazynu energii), mln zł/MWp	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
Jednostkowe nakłady inwestycyjne na PV + magazyn energii (4h), zł/kWp	5 717,2	5 106,0	4 915,0	4 724,0	4 533,0	4 342,0
Wymagana powierzchnia terenu, km ²	3,81	8,58	10,49	10,49	10,49	10,49
Pokrycie otuliny w obszarze MPZP,%	0,59	1,32	1,61	1,61	1,61	1,61

⁴⁹ Cole, Wesley, Will A. Frazier, and Chad Augustine. "Cost Projections for Utility-Scale Battery Storage: 2021 Update." Technical Report. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory, 2021. <https://www.nrel.gov/docs/fy21osti/79236.pdf>.


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 116/194

Z1_Tabela 13. Kluczowe parametry instalacji PV wraz z nakładami inwestycyjnymi – model 2

Rok	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Potrzeby energetyczne PV, TWh	0,7	1,7	2,1	2,2	2,2	2,2
Zainstalowana moc, MWp	667,30	1620,59	2001,91	2097,24	2097,24	2097,24
Jednostkowy koszt magazynu energii \$/kWh (1\$=3,82zł 04.2021)	240,00	200,00	187,50	175,00	162,50	150,00
Koszty magazynów energii elektrycznej (4 h), mld zł	2,45	4,95	5,74	5,61	5,21	4,81
Nakłady inwestycyjne na PV (bez magazynów energii), mld zł	1,37	3,32	4,10	4,30	4,30	4,30
Całkowite nakłady inwestycyjne PV + magazyny energii, mld zł	3,82	8,27	9,84	9,91	9,51	9,11
Jednostkowe nakłady inwestycyjne na PV (bez magazynu energii), mln zł/MWp	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
Jednostkowe nakłady inwestycyjne na PV + magazyn energii (4h), zł/kWp	5 717,2	5 106,0	4 915,0	4 724,0	4 533,0	4 342,0
Wymagana powierzchnia terenu, km ²	6,67	16,21	20,02	20,97	20,97	20,97
Pokrycie otuliny w obszarze MPZP,%	1,03	2,49	3,08	3,23	3,23	3,23

Z1_Tabela 14. Kluczowe parametry instalacji PV wraz z nakładami inwestycyjnymi – model 3

Rok	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Potrzeby energetyczne PV, TWh	0,9	2,2	2,6	2,7	2,7	2,7
Zainstalowana moc, MWp	857,96	2097,24	2478,55	2573,88	2573,88	2573,88
Jednostkowy koszt magazynu energii \$/kWh (1\$=3,82zł 04.2021)	240,00	200,00	187,50	175,00	162,50	150,00
Koszty magazynów energii elektrycznej (4 h), mld zł	3,15	6,41	7,10	6,88	6,39	5,90
Nakłady inwestycyjne na PV (bez magazynów energii), mld zł	1,76	4,30	5,08	5,28	5,28	5,28
Całkowite nakłady inwestycyjne PV + magazyny energii, mld zł	4,91	10,71	12,18	12,16	11,67	11,18
Jednostkowe nakłady inwestycyjne na PV (bez magazynu energii), mln zł/MWp	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
Jednostkowe nakłady inwestycyjne na PV + magazyn energii (4h), zł/kWp	5 717,2	5 106,0	4 915,0	4 724,0	4 533,0	4 342,0
Wymagana powierzchnia terenu, km ²	8,58	20,97	24,79	25,74	25,74	25,74
Pokrycie otuliny w obszarze MPZP,%	1,32	3,23	3,81	3,96	3,96	3,96

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 117/194</p>

Potencjał otuliny warszawskiej dla wytwarzania energii elektrycznej w źródłach PV w zależności od przyjętych uwarunkowań prawnych i lokalnych szacowany jest w przedziale 2,8 GWp do 38 GWp.

Jak wykazały przeprowadzone analizy powierzchnia budynków na terenie Warszawy w zupełności wystarczy do zaspokojenia potrzeb wytwórczych w zakresie technologii PV dla wszystkich modeli i to z bezpieczną rezerwą. Jak wskazano w niniejszym podpunkcie potencjał energetyczny otuliny warszawskiej może stanowić o dodatkowym bezpieczeństwie dla miasta Warszawy oraz dla mieszkańców zamieszkujących otulinę warszawską.

BIOGAZOWNIE

Poniższe analizy w zakresie możliwości zastosowania technologii biogazowych na terenie otuliny ujmują zarówno biogazownie o mocy klasy 1 MW_e oraz mikrobiogazowni o mocy do 50 kW_e.

Przy lokalizacji biogazowni bierze się pod uwagę następujące czynniki:


- a) Dostępność substratów
- b) Odległość dostawcy surowców od biogazowni
- c) Dostępność infrastruktury technicznej
- d) Wielkość działki
- e) Brak zabudowy

Podstawowymi czynnikami jakie muszą zostać spełnione, aby inwestycja w biogazownię zakończyła się sukcesem są dostępność surowców stosowanych do produkcji biogazu, ich rynkowa cena oraz przystępny koszt transportu surowca do wybranej biogazowni. Dlatego konieczne jest sprawdzenie dostępności surowca w najbliższej okolicy planowanej inwestycji. Ogólnie przyjmuje się, że opłacalność dowozu biomasy występuje w zasięgu do 30 km⁵⁰.

O dostępności surowca w danej lokalizacji świadczy obecność zakładów przetwórstwa rolno-spożywczego, w tym rzeźni, dużych gospodarstw produkcji zwierzęcej (bydło, trzoda chlewna, drób), a także pól uprawnych, które mogą zostać zaadaptowane na cele upraw roślin energetycznych, takich jak wierzba krzewiasta czy ślazier pensylwański.

Na energetyczny surowiec, wykorzystywany w biogazowniach w pierwszej kolejności przeznaczane są produkty uboczne i pozostałości przemysłu rolno-spożywczego. Tego typu odpady stanowią obciążenie dla środowiska i wymagają odpowiedniej technologii składowania i utylizacji, dzięki procesowi fermentacji beztlenowej rozwiązujemy problem składowania tych odpadów i jednocześnie pozyskujemy energię. Najlepszym miejscem na budowę biogazowni są obszary w pobliżu zakładów przetwórstwa rolno-spożywczego- taka lokalizacja gwarantuje możliwość regularnego odbioru surowca przez cały rok oraz ciepło wytworzone w biogazowni może być odbierane przez zakład będący dostawcą surowca, co przyczynia się do wzrostu opłacalności inwestycji.

⁵⁰ R. Golimowska, *Analiza dostępności surowców dla wybranych lokalizacji*, (w) Myczko A. (red.), Budowa i eksploatacja biogazowni rolniczych, poradnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych, ITP., warszawa – Poznań, 2011r., s. 45.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 118/194</p>

Poniżej wymieniono zlokalizowane na terenie otuliny warszawskiej zakłady rolno-spożywcze, z których możliwe jest pozyskanie surowca:

- Mazowieckie Zakłady Przetwórstwa Rolno-Spożywczego „POL-AGRO” S.A.
- Eko-Vita Bryskiewicz P.
- Vitapol Sp. j.
- „Bajman” Przetwórstwo Rolno-Spożywcze
- Zakład Przetwórstwa Rolno-Spożywczego KOWAR Sp.j.
- Skup - Sprzedaż- Ubój Żywca s.c. Stanisław Frączkiewicz i Synowie

W tabeli poniżej (Z1_Tabela 15) przedstawiono dla każdego z trzech modeli wymaganą roczną ilość energii elektrycznej niezbędną do wyprodukowania w biogazowniach wraz z trajektorią zmian do roku 2050.

Z1_Tabela 15. Wolumeny energii elektrycznej wymagane do wyprodukowania w biogazowniach wraz z trajektorią do roku 2050

Nr Modelu	Rok	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Model 1	Zapotrzebowanie, TWh	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
Model 2		0,1	0,1	0,3	0,4	0,5	0,5
Model 3		0,1	0,1	0,3	0,4	0,5	0,5

W obliczeniach przyjęto, że 90% zapotrzebowania na energię elektryczną pochodzącą z biogazowni pokrywają biogazownie o mocy elektrycznej 1 MW, a pozostałe 10% zapotrzebowania będą pokrywane przez mikrobiogazownie o mocy 50 kW. Budowa biogazowni o mocy 1 MW wymaga nakładów finansowych na poziomie 15 mln PLN⁵¹ oraz obszaru o powierzchni 2,12 ha⁵². Natomiast biogazownie o mocy 50 kW wymagają szacunkowych nakładów finansowych w wysokości 1,82 mln PLN⁵³ oraz 1,5 ha⁵⁴ powierzchni pod zabudowę.


W tabelach zaprezentowanych poniżej (Z1_Tabela 16-Z1_Tabela 18) przedstawiono wyniki analizy kluczowych parametrów określających liczbę instalacji biogazowych, nakłady inwestycyjne oraz wymaganą powierzchnię niezbędną do postawienia tych instalacji. Wyniki obliczeń dotyczą trzech modeli wraz z trajektorią zmian do roku 2050.

⁵¹ <https://www.cire.pl/artykuly/serwis-informacyjny-cire-24/74335-eksperci-koszt-jednego-mw-mocy-biogazowni-to-ok-15-16-mln-zl> [dostęp: 20.04.2022]

⁵² https://bip.lubsza.ug.gov.pl/download/attachment/13946/raport-scalony-biogazownia-nowy-swiat_uzupelniony_2019-05-20-002.pdf [dostęp: 20.04.2022]

⁵³ <http://www.biogas3.eu/documentos/Presentation%20FUNDEKO%2025%20Nov%20POLAND.pdf> [dostęp: 20.04.2022]

⁵⁴ https://kolonowskie.pl/download/attachment/13398/1_biogazownia_rolnicza.pdf [dostęp: 20.04.2022]


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 119/194</p>

Z1_Tabela 16. Wymagana liczba biogazowni oraz szacunkowe koszty - model 1

Parametr	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Wolumen energii elektrycznej pokrywany przez technologię biogazową, TWh	0,00	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
Wolumen energii elektrycznej pokrywany przez technologię biogazową o mocy 1 MW, TWh	0,00	0,09	0,09	0,18	0,18	0,18
Wolumen energii elektrycznej pokrywany przez technologię biogazową o mocy 50 kW, TWh	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Liczba biogazowni o mocy 1 MW, szt.	0,00	17	17	34	34	34
Liczba biogazowni o mocy 50 kW, szt.	0,00	24	24	47	47	47
Wymagana powierzchnia pod biogazownie o mocy 1 MW, ha	0,00	36,34	36,34	72,69	72,69	72,69
Wymagana powierzchnia pod mikrobiogazownie o mocy 50 kW, ha	0,00	35,29	35,29	70,59	70,59	70,59
Nakłady inwestycyjne na biogazownie o mocy 1MW, mld zł	0,00	0,26	0,26	0,51	0,51	0,51
Nakłady inwestycyjne na mikrobiogazownie o mocy 50 kW, mld zł	0,00	0,04	0,04	0,09	0,09	0,09

Z1_Tabela 17. Wymagana liczba biogazowni oraz szacunkowe koszty - model 2

Parametr	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Wolumen energii elektrycznej pokrywany przez technologię biogazową, TWh	0,1	0,1	0,3	0,4	0,5	0,5
Wolumen energii elektrycznej pokrywany przez technologię biogazową o mocy 1 MW, TWh	0,09	0,09	0,27	0,36	0,45	0,45
Wolumen energii elektrycznej pokrywany przez technologię biogazową o mocy 50 kW, TWh	0,01	0,01	0,03	0,04	0,05	0,05
Liczba biogazowni o mocy 1 MW, szt.	17	17	51	69	86	86
Liczba biogazowni o mocy 50 kW, szt.	24	24	71	94	118	118
Wymagana powierzchnia pod biogazownie o mocy 1 MW, ha	36,34	36,34	109,03	145,37	181,71	181,71
Wymagana powierzchnia pod mikrobiogazownie o mocy 50 kW, ha	35,29	35,29	105,88	141,18	176,47	176,47
Nakłady inwestycyjne na biogazownie o mocy 1MW, mld zł	0,26	0,26	0,77	1,03	1,29	1,29
Nakłady inwestycyjne na mikrobiogazownie o mocy 50 kW, mld zł	0,04	0,04	0,13	0,17	0,21	0,21

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 120/194


Z1_Tabela 18. Wymagana liczba biogazowni oraz szacunkowe koszty - model 3

Parametr	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Wolumen energii elektrycznej pokrywany przez technologię biogazową, TWh	0,1	0,1	0,3	0,4	0,5	0,5
Wolumen energii elektrycznej pokrywany przez technologię biogazową o mocy 1 MW, TWh	0,09	0,09	0,27	0,36	0,45	0,45
Wolumen energii elektrycznej pokrywany przez technologię biogazową o mocy 50 kW, TWh	0,01	0,01	0,03	0,04	0,05	0,05
Liczba biogazowni o mocy 1 MW, szt.	17	17	51	69	86	86
Liczba biogazowni o mocy 50 kW, szt.	24	24	71	94	118	118
Wymagana powierzchnia pod biogazownie o mocy 1 MW, ha	36,34	36,34	109,03	145,37	181,71	181,71
Wymagana powierzchnia pod mikrobiogazownie o mocy 50 kW, ha	35,29	35,29	105,88	141,18	176,47	176,47
Nakłady inwestycyjne na biogazownie o mocy 1MW, mld zł	0,26	0,26	0,77	1,03	1,29	1,29
Nakłady inwestycyjne na mikrobiogazownie o mocy 50 kW, mld zł	0,04	0,04	0,13	0,17	0,21	0,21

Z1_Tabela 19. Podsumowanie prognozowanej mocy zainstalowanej w instalacjach biogazowych oraz nakłady inwestycyjne dla poszczególnych modeli

Rok	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Model 1						
Moc zainstalowana w biogazowniach, MW	0	18,2	18,2	36,35	36,35	36,35
Nakłady inwestycyjne na biogazownie, mld zł	0	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6
Model 2						
Moc zainstalowana w biogazowniach, MW	18,2	18,2	54,55	73,7	91,9	91,9
Nakłady inwestycyjne na biogazownie, mld zł	0,3	0,3	0,9	1,2	1,5	1,5
Model 3						
Moc zainstalowana w biogazowniach, MW	18,2	18,2	54,55	73,7	91,9	91,9
Nakłady inwestycyjne na biogazownie, mld zł	0,3	0,3	0,9	1,2	1,5	1,5

W celu zapewnienia pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną wyprodukowaną w biogazowniach konieczne jest pozyskanie odpowiedniej ilości surowca. W tabelach poniżej przedstawiono kilka rodzajów surowców wraz z ich wymaganą ilością niezbędną do zaspokojenia zapotrzebowania na energię elektryczną w poszczególnych latach i modelach.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 121/194

Z1_Tabela 20. Zapotrzebowanie na kiszonkę kukurydzianą w poszczególnych latach i modelach

Model	Kiszonka kukurydziana					
	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	ton	ton	ton	ton	ton	ton
1	0	85 262	85 262	170 525	170 525	170 525
2	85 262	85 262	255 787	341 050	426 312	426 312
3	85 262	85 262	255 787	341 050	426 312	426 312

Z1_Tabela 21. Zapotrzebowanie na obornik bydlęcy w poszczególnych latach i modelach

Model	Obornik bydlęcy					
	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	ton	ton	ton	ton	ton	ton
1	0	223 832	223 832	447 665	447 665	447 665
2	223 832	223 832	671 497	895 330	1 119 162	1 119 162
3	223 832	223 832	671 497	895 330	1 119 162	1 119 162

Z1_Tabela 22. Zapotrzebowanie na gnojowicę bydlęcą w poszczególnych latach i modelach

Model	Gnojowica bydlęca					
	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	ton	ton	ton	ton	ton	ton
1	0	747 508	747 508	1 495 016	1 495 016	1 495 016
2	747 508	747 508	2 242 524	2 990 032	3 737 540	3 737 540
3	747 508	747 508	2 242 524	2 990 032	3 737 540	3 737 540

Z1_Tabela 23. Zapotrzebowanie na tłuszczowe odpady w poszczególnych latach i modelach

Model	Tłuszczowe odpady					
	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	ton	ton	ton	ton	ton	ton
1	0	77 304	77 304	154 607	154 607	154 607
2	77 304	77 304	231 911	309 215	386 518	386 518
3	77 304	77 304	231 911	309 215	386 518	386 518

Z1_Tabela 24. Zapotrzebowanie na odpady po ubojowe w poszczególnych latach i modelach

Model	Odpady po ubojowe					
	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	ton	ton	ton	ton	ton	ton
1	0	160 051	160 051	320 102	320 102	320 102
2	160 051	160 051	480 154	640 205	800 256	800 256
3	160 051	160 051	480 154	640 205	800 256	800 256



**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego

Nr ewidencyjny
86/TE/2022

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
122/194

Z1_Tabela 25. Zapotrzebowanie na wyłoki owocowe w poszczególnych latach i modelach

Wyłoki owocowe						
	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Model	ton	ton	ton	ton	ton	ton
1	0	244 379	244 379	488 759	488 759	488 759
2	244 379	244 379	733 138	977 517	1 221 896	1 221 896
3	244 379	244 379	733 138	977 517	1 221 896	1 221 896

Z1_Tabela 26. Zapotrzebowanie na wywar piwny w poszczególnych latach i modelach

Wywar piwny						
	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Model	ton	ton	ton	ton	ton	ton
1	0	317 864	317 864	635 728	635 728	635 728
2	317 864	317 864	953 592	1 271 456	1 589 320	1 589 320
3	317 864	317 864	953 592	1 271 456	1 589 320	1 589 320


Z1_Tabela 27. Zapotrzebowanie na odpady serwatkowe w poszczególnych latach i modelach

Odpady serwatkowe						
	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Model	ton	ton	ton	ton	ton	ton
1	0	1 515 152	1 515 152	3 030 303	3 030 303	3 030 303
2	1 515 152	1 515 152	4 545 455	6 060 606	7 575 758	7 575 758
3	1 515 152	1 515 152	4 545 455	6 060 606	7 575 758	7 575 758

Z1_Tabela 28. Zapotrzebowanie na osad ściekowy w poszczególnych latach i modelach

Osad ściekowy						
	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Model	tony	tony	tony	tony	tony	tony
1	0	505 051	505 051	1 010 101	1 010 101	1 010 101
2	505 051	505 051	1 515 152	2 020 202	2 525 253	2 525 253
3	505 051	505 051	1 515 152	2 020 202	2 525 253	2 525 253

Poniżej przedstawiono wyniki obliczeń, w których założono udział poszczególnych surowców pochodzenia rolno-spożywczego w pokryciu zapotrzebowania energetycznego w poszczególnych modelach. Udziały procentowe wybrano na podstawie liczby zakładów przetwórstwa rolno-spożywczego danego typu w okolicach Warszawy.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 123/194

Z1_Tabela 29. Udział poszczególnych surowców pochodzenia rolno-spożywczego w pokryciu zapotrzebowania energetycznego w poszczególnych modelach

Surowiec	Udział w zapotrzebowaniu na energię, %
Wytłoki owocowe	40
Odpady po ubojowe	30
Wywar piwny	20
Odpady serwatkowe	10

W poniższych tabelach zaprezentowano zapotrzebowanie na wybrane surowce energetyczne w poszczególnych analizowanych modelach.

Z1_Tabela 30. Zapotrzebowanie poszczególnych surowców w pokryciu zapotrzebowania energetycznego w modelu 1

Rodzaj surowca	Łączne zapotrzebowanie na surowce w modelu 1					
	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Wytłoki owocowe, t	0	97 752	97 752	195 503	195 503	195 503
Odpady po ubojowe, t	0	48 015	48 015	96 031	96 031	96 031
Wywar piwny, t	0	63 573	63 573	127 146	127 146	127 146
Odpady serwatkowe, t	0	151 515	151 515	303 030	303 030	303 030
Suma, t	0	360 855	360 855	721 710	721 710	721 710


Z1_Tabela 31. Zapotrzebowanie poszczególnych surowców w pokryciu zapotrzebowania energetycznego w modelu 2

Rodzaj surowca	Łączne zapotrzebowanie na surowce w modelu 2					
	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Wytłoki owocowe, t	97 752	97 752	293 255	391 007	488 759	488 759
Odpady po ubojowe, t	48 015	48 015	144 046	192 061	240 077	240 077
Wywar piwny, t	63 573	63 573	190 718	254 291	317 864	317 864
Odpady serwatkowe, t	151 515	151 515	454 545	606 061	757 576	757 576
Suma, t	360 855	360 855	1 082 565	1 443 420	1 804 275	1 804 275

Z1_Tabela 32. Zapotrzebowanie poszczególnych surowców w pokryciu zapotrzebowania energetycznego w modelu 3

Rodzaj surowca	Łączne zapotrzebowanie na surowce w modelu 3					
	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Wytłoki owocowe, t	97 752	97 752	293 255	391 007	488 759	488 759
Odpady po ubojowe, t	48 015	48 015	144 046	192 061	240 077	240 077
Wywar piwny, t	63 573	63 573	190 718	254 291	317 864	317 864
Odpady serwatkowe, t	151 515	151 515	454 545	606 061	757 576	757 576
Suma, t	360 855	360 855	1 082 565	1 443 420	1 804 275	1 804 275

Poniżej przedstawiono wyniki obliczeń, w których oprócz surowców pochodzenia rolno-spożywczego uwzględniono osady ściekowe pozyskiwane z oczyszczalni ścieków.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 124/194

Z1_Tabela 33. Udział poszczególnych surowców w pokryciu zapotrzebowania energetycznego w poszczególnych modelach

Surowiec	Udział w zapotrzebowaniu na energię, %
Wytłoki owocowe	40
Osady ściekowe	35
Odpady po ubojowe	25

W poniższych tabelach zaprezentowano zapotrzebowanie na wybrane surowce energetyczne w poszczególnych analizowanych modelach.

Z1_Tabela 34. Zapotrzebowanie poszczególnych surowców w pokryciu zapotrzebowania energetycznego w modelu 1

Rodzaj surowca	Łączne zapotrzebowanie na surowce w Modelu 1, t					
	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Wytłoki owocowe	0	97 752	97 752	195 503	195 503	195 503
Osady ściekowe	0	176 768	176 768	353 535	353 535	353 535
Odpady po ubojowe	0	40 013	40 013	80 026	80 026	80 026
Suma	0	314 532	314 532	629 064	629 064	629 064

Z1_Tabela 35. Zapotrzebowanie poszczególnych surowców w pokryciu zapotrzebowania energetycznego w modelu 2


Rodzaj surowca	Łączne zapotrzebowanie na surowce w Modelu 2, t					
	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Wytłoki owocowe	97 752	97 752	293 255	391 007	488 759	488 759
Osady ściekowe	176 768	176 768	530 303	707 071	883 838	883 838
Odpady po ubojowe	40 013	40 013	120 038	160 051	200 064	200 064
Suma	314 532	314 532	943 597	1 258 129	1 572 661	1 572 661

Z1_Tabela 36. Zapotrzebowanie poszczególnych surowców w pokryciu zapotrzebowania energetycznego w modelu 3

Rodzaj surowca	Łączne zapotrzebowanie na surowce w Modelu 3, t					
	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Wytłoki owocowe	97 752	97 752	293 255	391 007	488 759	488 759
Osady ściekowe	176 768	176 768	530 303	707 071	883 838	883 838
Odpady po ubojowe	40 013	40 013	120 038	160 051	200 064	200 064
Suma	314 532	314 532	943 597	1 258 129	1 572 661	1 572 661

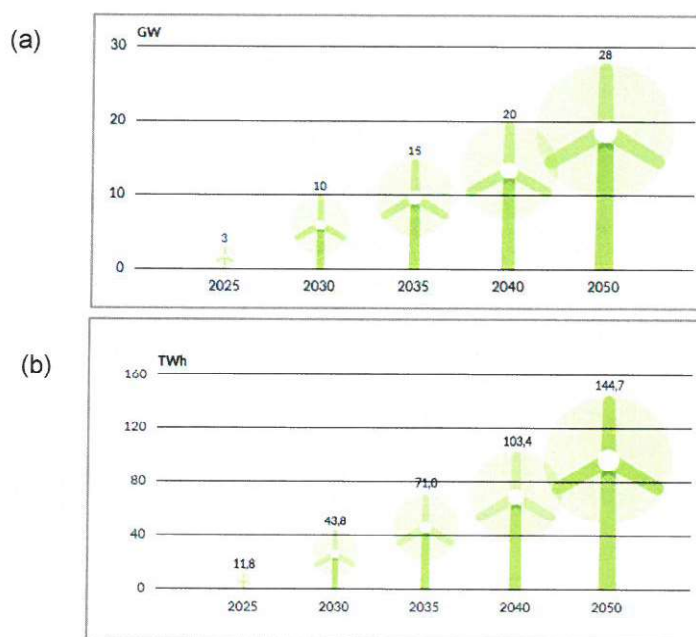
Ocenia się, że ze wszystkich odpadów energetycznych pochodzenia roślinnego i zwierzęcego w województwie mazowieckim można pozyskać w kogeneracji 3 846 GWh energii elektrycznej, z czego 3 719 GWh z odpadów rolniczych i 127 GWh z odpadów przetwórstwa rolno-spożywczego⁵⁵. Aby zapewnić odpowiednią ilość surowców niezbędnych do wytworzenia planowanej ilości energii z biogazowni konieczne będzie pozyskiwanie surowców z całego województwa mazowieckiego, sama otulina warszawy jest niewystarczająca.

⁵⁵ Uwarunkowania rozwoju biogazowni rolniczych w woj. mazowieckim, Mazowieckie Biuro Planowania Regionalnego w Warszawie, ISSN 1896-6322, Warszawa 2015

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 125/194</p>

Energetyka Morska Wiatrowa

Na podstawie raportu BEMIP wydanego przez Komisję Europejską, zidentyfikowana i skumulowana moc na Morzu Bałtyckim przekracza 93 GW. W oparciu o modele warunków wiatrowych obiekty te mogłyby wygenerować 325 TWh/rok⁵⁶. W Polsce planowany rozwój i potencjał morskiej energetyki wiatrowej (MEW) prognozuje się na 20 GW w roku 2040 oraz 28 GW do roku 2050. Szacuje się, że produkcja energii elektrycznej w 2050 roku wyniesie 144,7 TWh⁵⁷.



Z1_Rys. 15. Prognoza zainstalowanej mocy (a) oraz produkcji energii (b) z morskich farm wiatrowych do 2050 r.⁵⁸


Z1_Tabela 37. Potencjał offshore dla Polski

Technologia	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Całkowita moc zainstalowana w offshore, GW	3,0	10,0	15,0	20,0	b.d.	28,0
Całkowita produkcja energii elektrycznej z offshore, TWh	11,8	43,8	71,0	103,4	b.d.	144,7

⁵⁶ STUDY ON BALTIC OFFSHORE WIND ENERGY COOPERATION UNDER BEMIP Final Report ENER/C1/2018-456, Czerwiec 2019

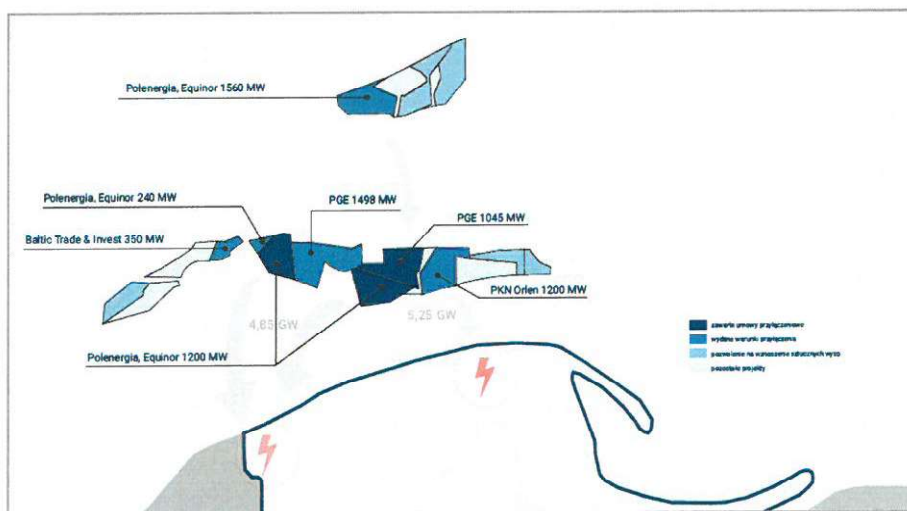
⁵⁷ Raport Polskiego Stowarzyszenia Energetyki Wiatrowej pt: "Wizja dla Bałtyku. Wizja dla Polski. Rozwój morskiej energetyki wiatrowej w basenie Morza Bałtyckiego". Wrzesień 2020.

⁵⁸ Raport Polskiego Stowarzyszenia Energetyki Wiatrowej pt: "Wizja dla Bałtyku. Wizja dla Polski. Rozwój morskiej energetyki wiatrowej w basenie Morza Bałtyckiego". Wrzesień 2020.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 126/194</p>

Z powyższych założeń wynika, że z 1 MW zainstalowanego w MEW można wyprodukować 5167,8 MWh energii elektrycznej. W odniesieniu do jednostkowej produkcji jest to ponad dwukrotnie więcej w porównaniu do energetyki wiatrowej zlokalizowanej na terenie otuliny warszawskiej.

Na poniższym rysunku przedstawiono planowane inwestycje morskie. Obecnie najbardziej zaawansowane projekty w tym względzie dotyczą Baltic II i Baltic III, realizowane przez Polenergię we współpracy z Equinorem oraz Grupy PGE.



Z1_Rys. 16. Planowane inwestycje morskie ⁵⁹

Z1_Tabela 38. Nakłady inwestycyjne CAPEX oraz wielkość zainstalowanej mocy w najważniejszych projektach EWM⁶⁰


Projekt morskich farm wiatrowych	PGE Baltica	POLENERGIA, Equinor	Baltic Power, ORLEN, NORTHLAND POWER
Szacunkowy CAPEX, mld zł	35,0	19,0	14,0
Moc zainstalowana, MW	2 543	1 440	1 200
Jednostkowe nakłady, mln zł/MW	13,76	13,19	11,67

Wartość jednostkowego nakładu inwestycyjnego (zł/MW) wykorzystywanego w dalszych analizach wyznaczono jako średnia ważona w oparciu o dane z powyższej tabeli. Przedmiotowy jednostkowy nakład inwestycyjny wynosi 13,17 mln zł/MW.

Polska planuje inwestycje do roku 2050 i uzyskanie zainstalowanej mocy w wietrze na poziomie 28 GW i wolumenie produkcyjnym na poziomie 144,7 TWh. Zapotrzebowanie na energię elektryczną do

⁵⁹ Potencjał morskiej energetyki wiatrowej w Polsce i na Pomorzu 2020, Invest in Pomerania

⁶⁰ <https://cleanerenergy.pl/morska-energetyka-wiatrowa/> [dostęp: 13.05.2022]

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 127/194

pokrycia w ramach tej technologii, w analizowanych modelach w skrajnym przypadku wynosi 8,0 TWh co wynosi około 5,5% dostępnego wolumenu.

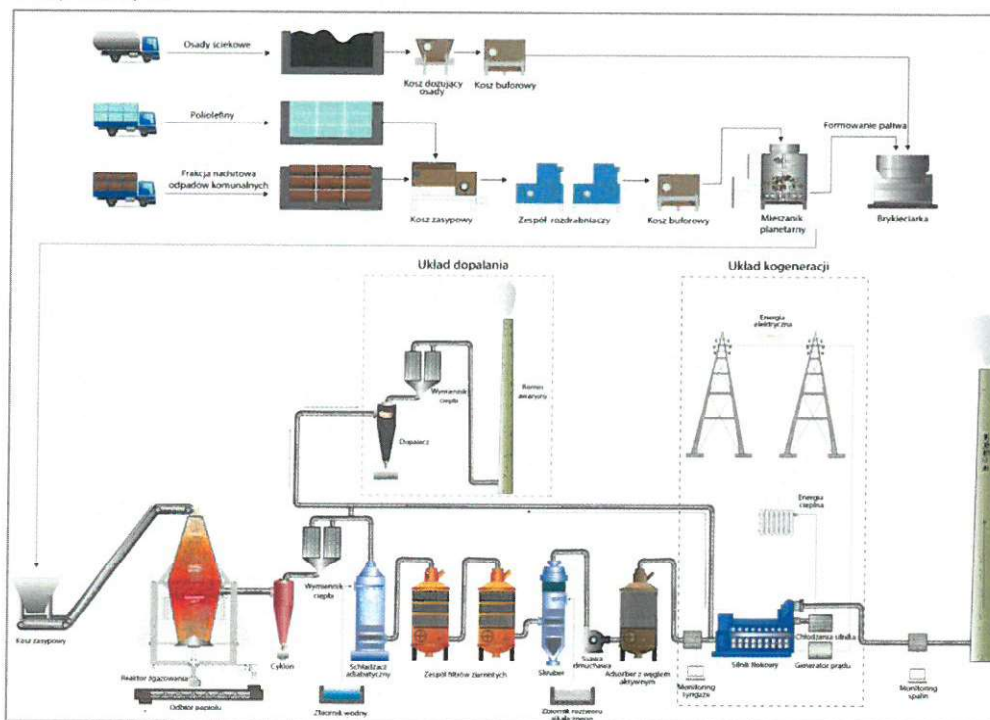
Gospodarka Obiegu Zamkniętego

Podstawowym założeniem koncepcji GOZ jest minimalizacja zużycia zasobów surowcowych. Jednym ze sposobów jest dążenie do utrzymywania surowców w obiegu zamkniętym tak długo jak to tylko możliwe, aż do momentu kiedy surowiec staje się odpadem. W niniejszym podpunkcie przeanalizowano możliwość wytwarzania energii elektrycznej będącej wynikiem energetycznej utylizacji odpadów komunalnych i przemysłowych stanowiących jednocześnie paliwo odpadowe.

Wytwarzanie energii elektrycznej o w ramach technologii opartej o GOZ w głównej mierze oparte jest na termicznym przekształcaniu odpadów.

Przykłady termicznej utylizacji odpadów:

1. Zgazowanie paliwa formowanego z odpadów komunalnych i osadów ściekowych oraz tworzyw sztucznych w procesie wytwarzania energii elektrycznej i ciepła w układzie skojarzonym.



Z1_Rys. 17. Schemat technologii LIFETEC⁶¹

⁶¹ <https://investeko.pl/technologie/>



Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu

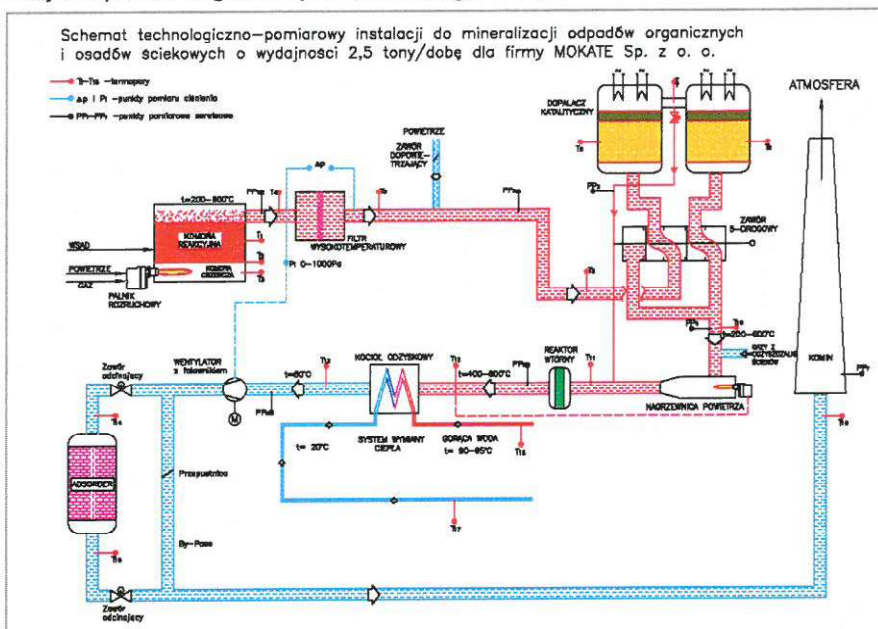
Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego

Nr ewidencyjny
86/TE/2022

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

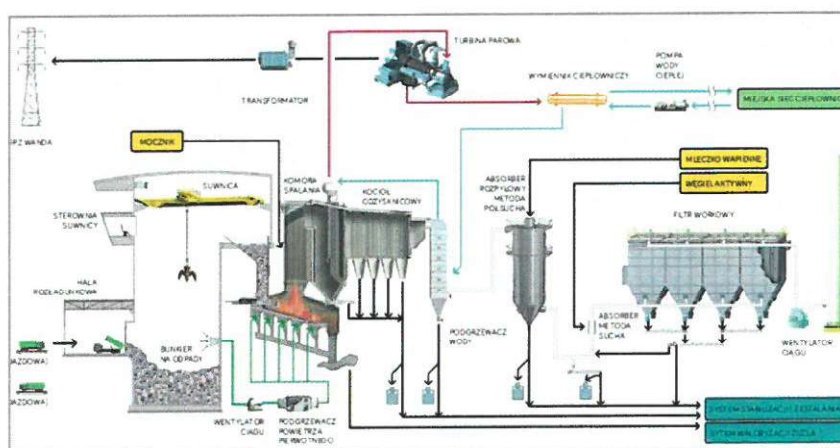
Strona/Stron
128/194

2. Mineralizacja odpadów organicznych -technologia C-GEN



Z1_Rys. 18. Schemat technologiczno- pomiarowy instalacji do mineralizacji odpadów organicznych i osadów ściekowych o wydajności 2,5 tony/dobę dla firmy MOKATE Sp z o.o.⁶²


3. Bezpośrednie spalanie paliwa odpadowego w kotle (np. w kotle rusztowym) w celu wytworzenia pary przegrzanej która w dalszym procesie rozprężana jest turbinie upustowo kondensacyjnej połączonej z generatorem. Dodatkowo turbina parowa poprzez upust zasila wymiennik ciepłowniczy.



Z1_Rys. 19. Schemat technologiczno-funkcyjny spalarni w Krakowie.⁶³

⁶² Bąk T., Mineralizacja niskotemperaturowa - GOZ - elektroprosumeryzm: technologie i ekonomia. <http://ppte2050.pl/>

⁶³ Wielgoński G., Czerwińska J. „Spalarnie odpadów komunalnych w Polsce”, Nowa Energia, nr 4(69)/2019

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 129/194</p>

Należy zaznaczyć, że z punktu widzenia zagospodarowania odpadów komunalnych **technologia C-GEN stanowi konkurencję dla aktualnie rozbudowywanego Zakładu Unieszkodliwiania Stałych Odpadów Komunalnych w Targówku**. Możliwości zastosowania technologii C-GEN zostaną przeanalizowane na podstawie weryfikacji dostępności paliwa odpadowego. Przyjęto założenie, że w pierwszej kolejności paliwo odpadowe trafi do Zakładu Unieszkodliwiania Stałych Odpadów Komunalnych w Targówku natomiast nadwyżka będzie mogła trafić do instalacji C-GEN.

A) Wytwarzanie energii elektrycznej w oparciu o technologie termicznej utylizacji odpadów komunalnych

W Warszawie szacowana ilość wytwarzanych odpadów komunalnych wynosi między 700⁶⁴-760⁶⁵ tys. ton. Zgodnie z ustawą z dnia 17 grudnia 2020 r. o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz niektórych innych ustaw Dz.U. 2020 poz. 2361 wprowadzona została konieczność przygotowania do ponownego użycia i recyklingu odpadów komunalnych.

W tabeli poniżej (Z1_Tabela 39) zaprezentowano wymagane poziomy (wagowy udział procentowy) recyklingu oraz ponownego użycia odpadów komunalnych.

Z1_Tabela 39. Wymagane poziomy recyklingu⁶⁶

rok	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Udział recyklingu wagowo	20,00%	25,00%	35,00%	45,00%	55,00%	56,00%	57,00%	58,00%
rok	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Udział recyklingu wagowo	59,00%	60,00%	61,00%	62,00%	63,00%	64,00%	65,00%	65,00%
rok	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044
Udział recyklingu wagowo	65,00%	65,00%	65,00%	65,00%	65,00%	65,00%	65,00%	65,00%
rok	2045	2046	2047	2048	2049	2050		
Udział recyklingu wagowo	65,00%	65,00%	65,00%	65,00%	65,00%	65,00%		

Przyjmując jako średnią wartość odpadów komunalnych na poziomie 760 tys. ton oraz przy uwzględnieniu zapisów ustawy w zakresie wymaganego poziomu recyklingu, potencjał masowy do bezpośredniej utylizacji wyniesie:


Z1_Tabela 40. Szacowana wielkość odpadów komunalnych możliwych do utylizacji

	2021	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Udział recyklingu, %	20,00%	55,00%	60,00%	65,00%	65,00%	65,00%	65,00%
Średnia ilość odpadów komunalnych, tys. ton	760,00	778,06	801,50	819,17	844,15	851,83	854,90
Liczba ludności, mln	1,978	2,025	2,086	2,132	2,197	2,217	2,225
Dostępna ilość odpadów do utylizacji, tys. ton	608,00	350,13	320,60	286,71	295,45	298,14	299,22

⁶⁴ <https://publicystyka.ngo.pl/recykling-rejs-na-polmetku> [dostęp: 27.04.2022]

⁶⁵ <https://warszawa19115.pl/-/rzetelnie-o-warszawskiej-gospodarce-odpadami> [dostęp: 18.05.2022]

⁶⁶ Ustawa z dnia 17 grudnia 2020 r. o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz niektórych innych ustaw Dz.U. 2020 poz. 2361

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 130/194

W Warszawie aktualnie trwa rozbudowa Zakładu Unieszkodliwiania Stałych Odpadów Komunalnych (ZUSOK), który zlokalizowany jest przy ul. Zabranieckiej 2 w Warszawie na terenie dzielnicy Targówek. Zakończenie inwestycji planowane jest na przełom 2023 i 2024 rok. ZUSOK będzie wyposażony w trzy niezależne linie technologiczne o łącznej wydajności 300 tys. ton rocznie. W ramach przekształcania zmieszanych odpadów komunalnych wytworzona zostanie rocznie energia elektryczna w ilości 100 tys. MWh oraz energia cieplna w ilości 200 tys. MWh⁶⁷. Biorąc powyższe pod uwagę, z pewnym przybliżeniem można założyć, że ilość generowanych odpadów komunalnych z uwzględnieniem wymaganego stopnia recyklingu pozwoli na dostarczanie wymaganej ilości odpadów do utylizacji dla tej instalacji. W związku z powyższym można przyjąć, że w ramach tej technologii (GOZ) możliwy potencjał do uzyskania jest równy planowanej produkcji instalacji w ZUSOK i wynosi **0,1 TWh** energii elektrycznej rocznie.

B) Wytwarzanie energii elektrycznej w oparciu o technologie termicznej utylizacji osadów ściekowych

Jednym z elementów gospodarki obiegu zamkniętego jest zagospodarowanie osadów ściekowych. W Warszawie funkcjonuje 4 oczyszczalnie ścieków o wydajnościach odpowiednio⁶⁸:

- „Czajka” 400 tys. m³ ścieków/dobę
- „Południe” 60 tys. m³ ścieków/dobę
- „Pruszków” 36 tys. m³ ścieków/dobę
- „Dębe” 5 tys. m³ ścieków/dobę

Stacja Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych (STUOŚ), zlokalizowana na terenie Oczyszczalni „Czajka” w 2020 roku wyprodukowała 45 158 MWh energii elektrycznej⁶⁹.

Podsumowanie potencjału obu technologii

Sumaryczny roczny potencjał wytwarzania energii elektrycznej w ramach GOZ szacowany jest rocznie na około **0,145 TWh**.

Uwzględniając strukturę pokrycia potrzeb energetycznych w elektroprosumeryzmie - horyzont 2050 r. dla technologii GOZ.


Z1_Tabela 41. Wolumeny energii elektrycznej prognozowane do wytworzenia w ramach technologii GOZ dla trzech modeli na trajektorii do 2050 r.

Nr modelu	Rok	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Model 1	Zapotrzebowanie, TWh	0	0	0	0	0	0
Model 2		0,1	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5
Model 3		0,1	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5


⁶⁷ <https://um.warszawa.pl/-/prace-nad-rozbudowa-stolecznego-zusok-u-wkraczaja-w-kolejny-etap>

⁶⁸ Raport społecznej odpowiedzialności, Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w m.st. Warszawie Spółka Akcyjna, 2020

⁶⁹ *Ibidem*

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p align="center">Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 131/194</p>

Z powyższego wynika, że dla modelu 1 nie przewiduje się generacji energii elektrycznej w ramach technologii GOZ, natomiast przewidywana struktura pokrycia w ramach technologii dla modelu 2 i modelu 3 (identyczne dla tej technologii) będzie dotrzymana jedynie do roku 2025. W obu modelach w roku 2030 deficyt roczny na energię elektryczną wyniesie około **0,155 TWh** natomiast począwszy od roku 2035 deficyt wyniesie **0,355 TWh**. Istotnym kryterium ograniczającym możliwości wytwarzania energii elektrycznej w układach GOZ jest dostępność surowców do termicznej utylizacji. **Potencjał odpadów do termicznej utylizacji na terenie miasta Warszawa wynosi około 30% (0,155 TWh z 0,5 TWh) wymaganego zapotrzebowania. Dlatego dla zbilansowania systemu brakująca ilość energii elektrycznej musiałaby zostać pokryta w ramach innej technologii np. z obszaru EWM lub JREE. Generalnie maksymalny potencjał roczny dla technologii GOZ do roku 2050 szacowany jest na 0,2 TWh.**

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 132/194</p>

Załącznik 2. Przykładowe osłony kontrolne zlokalizowane na terenie Miasta

Osłony kontrolne do badań modelowych

Metodyka podejścia, kryteria wyboru osłon oraz zakres rozwiązań poddanych analizie

Dane w zakresie struktur źródeł wytwórczych mających zabezpieczyć miejskie potrzeby energetyczne w poszczególnych obszarach wykorzystania energii końcowej (energia elektryczna, ciepło, transport) przedstawione w rozdziale 10 są punktem wyjścia do sprawdzenia możliwości ich zapewnienia w warunkach m.st. Warszawy. Powyższe zrealizowano przy założeniu, że w pierwszej kolejności potrzeby energetyczne winny być zaspokajane lokalnie (w ramach wydzielonych fragmentów miasta – osłon OKW), a dopiero w przypadku braku zbilansowania konieczne będzie skorzystanie z rozwiązań uzupełniających, które stanowią (w kolejności ich wykorzystania):


1. źródła wytwórcze zlokalizowane w otulinie warszawskiej (gminy sąsiadujące bezpośrednio z Miastem);
2. energetyka wiatrowa morska (EWM) - morskie farmy wiatrowe;
3. Jednolity Rynek Energii Elektrycznej (obecnie - Krajowy System Elektroenergetyczny).

W celu przeanalizowania możliwości zastosowania rozwiązań elektroprosumenckich w różnego rodzaju obiektach (głównie budynkach) występujących na terenie Miasta wytypowano dwie przykładowe osłony kontrolne (OKW). Dla tych osłon przeprowadzono analizy zapotrzebowania na media energetyczne (stan początkowy na podstawie danych rzeczywistych), a następnie przeanalizowano możliwości realizacji działań mających służyć zaspokajaniu ich potrzeb energetycznych z uwzględnieniem poniższej kolejności:

1. pasywizacja budownictwa;
2. elektryfikacja ciepłownictwa;
3. elektryfikacja transportu;
4. użytkowanie energii elektrycznej i elektrotechnologie w środowisku cyfrowym i gospodarka GOZ;
5. reelektryfikacja OZE.

W przypadku każdej osłony kontrolnej OKW indywidualnie przeanalizowano możliwości zastosowania paneli fotowoltaicznych na ścianach bocznych budynków przyjmując założenie, że panele będą montowane na poziomych pasach międzyokiennej na elewacjach wschodniej, zachodniej oraz południowej. Założono również, że montaż paneli na elewacji następuje powyżej piątej kondygnacji budynku, co ma zapobiec ewentualnym problemom związanym z instalacji PV poprzez obiekty zlokalizowane wokół budynków.

Istotną rolę w procesie bilansowania osłon OKW będą stanowiły źródła wytwórcze zlokalizowane na terenie otuliny warszawskiej i z tego powodu przeprowadzono analizę jej potencjału pod kątem wykorzystania do zaspokajania potrzeb energetycznych.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 133/194</p>


Modelowanie zapotrzebowania na energię końcową (ciepło, energia elektryczna, gaz) dla osłon kontrolnych OKW zostało zrealizowane na podstawie:

- trajektorii zmian w zakresie zapotrzebowania na energię końcową dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 właściwych dla Modeli 1-3, które zostały wypracowane w ramach realizacji Etapu 1 projektu,
- danych rzeczywistych pozyskanych od zarządców lub właścicieli obiektów wchodzących w skład osłon OKW,
- wskaźników charakteryzujących zużycie energii w gospodarstwach domowych (w przypadku zasobów budynkowych) w m.st. Warszawie w roku 2020 (na podstawie Etapu 1) – Z2_Tabela 2.

Z2_Tabela 1. Trajektorie zmian zapotrzebowania na energię końcową dla m.st. Warszawy do roku 2050 (zestawienie danych uzyskanych na podstawie Etapu 1)

Parametr	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Zmiana zapotrzebowania na energię elektryczną względem roku 2020, %	21,0	30,0	36,0	44,0	47,0	54,0
Zmiana zapotrzebowania na ciepło na potrzeby c.o. względem roku 2020, %	-10,0	-23,0	-32,0	-42,0	-52,0	-57,0
Zmiana zapotrzebowania na ciepło na potrzeby c.w.u. względem roku 2020 ⁷⁰ , %	3,8	3,8	7,7	7,7	7,7	11,5
Zmiana zapotrzebowania na gaz ziemny względem roku 2020, %	-28,6	-42,9	-57,1	-100,0	-100,0	-100,0

⁷⁰ Trajektorie zmian zapotrzebowania na c.w.u. wynika wyłącznie ze zmiany liczby ludności w Warszawie, podczas gdy pozostałe trajektorie są kombinacją większej liczby zmian (np. zmiana liczby ludności, intensyfikacja procesu pasytywizacji budownictwa, wymiana urządzeń wytwarzających energię – elektryfikacja ciepłownictwa itp.). Dla obszaru całego miasta, zmienność zapotrzebowania na ciepło na potrzeby wytwarzania ciepłej wody użytkowej uwzględniająca jego rozwój jest poprawna, gdyż ujmuje zmiany wynikające ze zmiany liczby ludności. Natomiast w przypadku analizy pojedynczych osłon kontrolnych (ograniczonych np. liczbą budynków/mieszkań) może prowadzić do niepoprawnych wniosków o wzroście zużycia wody przez mieszkańców w obszarze np. kilku budynków. Z tego względu analizując pojedyncze osłony kontrolne, na które składają się istniejące budynki mieszkalne przyjęto, że zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby przygotowania c.w.u. nie wzrośnie, podczas gdy w skali całego miasta jest to możliwe. Należy mieć to na względzie analizując pojedyncze osłony kontrolne.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 134/194


**Z2_Tabela 2. Wskaźniki zapotrzebowania na energię końcową w gospodarstwach domowych – stan na rok 2020
(zestawienie danych uzyskanych na podstawie Etapu 1)**

Parametr	Wartość
Wskaźnik zużycia gazu na przygotowanie posiłków ⁷¹ , kWh/gosp./rok	500
Wskaźnik zużycia energii elektrycznej w gospodarstwie domowym, kWh/gosp./rok	1 888
Średnie zużycie energii chemicznej paliwa w pojazdach z silnikiem spalinowym, kWh/100 km	60

Kwestią wymagającą odrębnego omówienia są zasady przyjęte w procesie określania punktu wyjścia (roku) do dalszych analiz. Dane dotyczące zużycia mediów w osłonach kontrolnych OKW powinny dotyczyć tego samego roku, jednak fakt, iż rok 2020 (który stanowił punkt wyjścia do określania potrzeb energetycznych Miasta w 1 Etapie) był rokiem pandemicznym, ze szczególnymi ograniczeniami w zakresie zachowań społecznych w pierwszej fazie pandemii, *Wykonawca* uznaje za zasadne zastosowanie pewnej elastyczności w przyjmowaniu punktu startowego dla kilku rodzaju osłon kontrolnych. Dotyczy to szczególnie osłon stanowiących obszary usługowo-handlowe, które podlegały istotnym ograniczeniom funkcjonowania, co na pewno przełożyło się na nietypowe charakterystyki ich zapotrzebowania na energię. Dodatkowo, pandemia zostawiła wyraźny – być może trwały – ślad w postaci zmian w zakresie wynajmu powierzchni handlowych. Ze względu na powyższe, *Wykonawca* stoi na stanowisku, że analizując tego typu osłony zasadne jest przyjęcie roku 2019 jako typowego i dla tego roku pozyskano dane od zarządców obiektów. W trakcie rozmów z administratorami obiektów biurowych oraz handlowo-usługowych uzyskano również informacje odnośnie roku 2021, który okazuje się być również niereprezentatywny w porównaniu do lat ubiegłych, choć odbicie względem roku 2020 jest już widoczne. Dodatkowo obecna napięta sytuacja polityczna może – ale nie musi – spowodować napływ podmiotów zainteresowanych ulokowaniem swoich biznesów w Polsce, co przyspieszy powrót branży usługowo-handlowej do sytuacji sprzed 2020 roku. Ze względu na powyższe zdecydowano się przyjąć rok 2019 jako bazowy przy określaniu zapotrzebowania na energię końcową dla tego typu osłon kontrolnych.

Nie uległo zmianie natomiast założenie odnośnie sektora transportu. Podobnie jak w Etapie 1, modelowanie potrzeb sektora zrealizowano dla roku 2019 przyjmując uzyskane wyniki jako reprezentatywne.

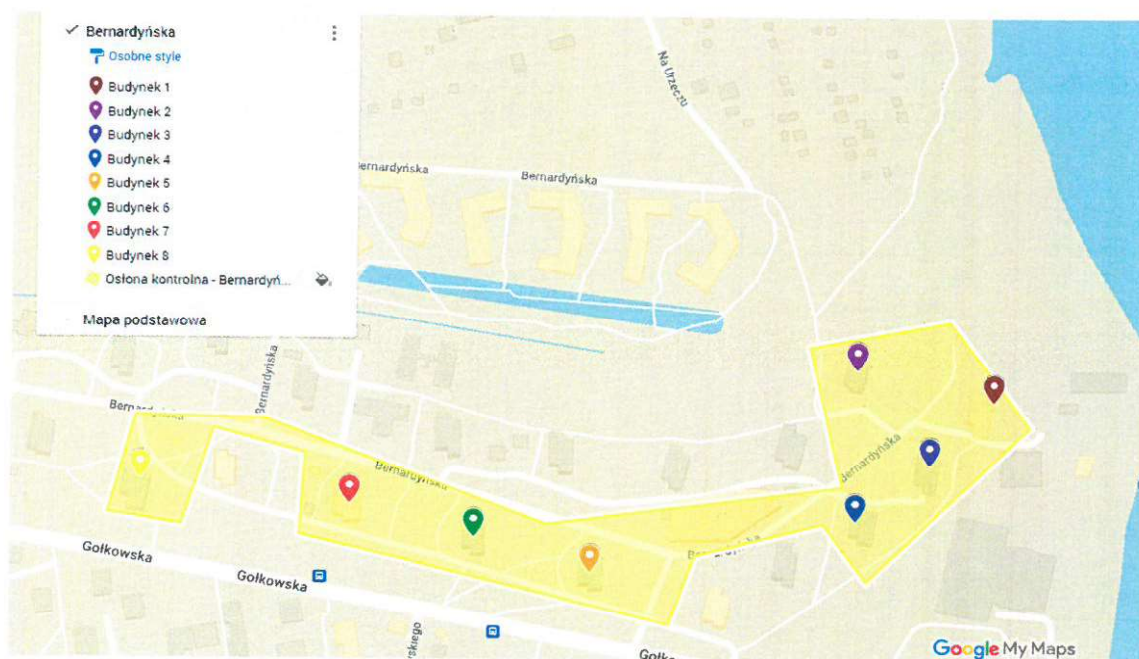
⁷¹ Dane dotyczące wartości tego wskaźnika podczas realizacji Etapu 1 przyjęto na poziomie 940 kWh/gosp./rok. W toku prac w ramach kolejnego etapu pozyskano rzeczywiste dane ze zbiorczych liczników gazu dla dwóch budynków zamieszkania wielorodzinnego (obejmujących łącznie 145 mieszkań), które pozwalają określić tą wartość na poziomie ok. 500 kWh/gosp./rok. Taką wartość przyjęto do dalszych analiz.

	<p>Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p>Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p>Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 135/194</p>

1. Osłona kontrolna OKW2 – osiedle mieszkaniowe – zabudowa wielorodzinna wysoka starego typu (wielka płyta)


OPIS OSŁONY I ZUŻYCIE ENERGII

Osłona kontrolna OKW2 obejmuje 8 budynków 13-kondygnacyjnych zlokalizowanych w obrębie jednego osiedla mieszkaniowego Dzielnicy Mokotów zarządzanych przez administrację osiedla w ramach spółdzielni mieszkaniowej. Wszystkie budynki są zbudowane w technologii wielkiej płyty i zostały oddane do użytkowania w latach 70. ubiegłego wieku. Obecnie budynki są zaizolowane termicznie z wykorzystaniem styropianu o grubości warstwy 10-12 cm, a zaopatrzenie w ciepło (zarówno na potrzeby c.o. jak i c.w.u.) następuje z warszawskiej sieci ciepłowniczej. W trzech z nich znajduje się wydzielona część handlowo-usługowa. Obszar całej osłony OKW2 pokazano na Z2_Rys.1. Podstawowe dane opisujące analizowane budynki, w tym dane dotyczące zużycia ciepła w rozbiu na poszczególne miesiące w roku 2019 przedstawia Z2_Tabela 3, a zbiorczo dla całej osłony kontrolnej dane zawiera Z2_Tabela 4.



Z2_Rys. 1. Osłona kontrolna OKW2⁷²

⁷² Opracowanie własne na podstawie Map Google.


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumentów	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego	Strona/Stron 136/194

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Z2_Tabela 3. Osłona kontrolna OKW2 – podstawowe informacje oraz zużycie ciepła. Stan na rok 2019

Przybliżony rok budowy	Budynek 1		Budynek 2		Budynek 3		Budynek 4		Budynek 5		Budynek 6		Budynek 7		Budynek 8	
	lata 70. XX w.	lata 70. XX w.	lata 70. XX w.	lata 70. XX w.	lata 70. XX w.	lata 70. XX w.	lata 70. XX w.	lata 70. XX w.	lata 70. XX w.	lata 70. XX w.	lata 70. XX w.	lata 70. XX w.	lata 70. XX w.	lata 70. XX w.	lata 70. XX w.	lata 70. XX w.
Rodzaj i grubość izolacji	styropian 10...12 cm	styropian 10...12 cm	styropian 10...12 cm	styropian 10...12 cm	styropian 10...12 cm	styropian 10...12 cm	styropian 10...12 cm	styropian 10...12 cm	styropian 10...12 cm	styropian 10...12 cm	styropian 10...12 cm	styropian 10...12 cm	styropian 10...12 cm	styropian 10...12 cm	styropian 10...12 cm	styropian 10...12 cm
Mieszkania																
Liczba	72	81	73	72	77	78	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
Powierzchnia użytkowa, m ²	3 430	3 897	3 472	3 412	3 939	4 002	3 939	4 002	3 939	4 002	3 939	4 002	3 939	4 002	3 939	4 002
Roczne zużycie gazu, MWh	34,9671	-	32,2609	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Roczne zużycie en. elektr., MWh	b/d	b/d	b/d	b/d	b/d	b/d	b/d	b/d	b/d	b/d	b/d	b/d	b/d	b/d	b/d	b/d
Roczne zużycie en. elektr. w częściach wspólnych, MWh	17,552	20,601	17,882	22,337	23,441	16,965	23,441	16,965	23,441	16,965	23,441	16,965	23,441	16,965	23,441	16,965
Liczba mieszkańcó	128	174	131	134	153	141	153	141	153	141	153	141	153	141	153	141
Źródło ciepła dla budynku	m.s.c.	m.s.c.	m.s.c.	m.s.c.	m.s.c.	m.s.c.	m.s.c.	m.s.c.	m.s.c.	m.s.c.	m.s.c.	m.s.c.	m.s.c.	m.s.c.	m.s.c.	m.s.c.
Roczne zużycie ciepła, GJ	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.
styczeń	348,7	105,3	300,0	114,6	344,3	92,7	326,5	102,8	314,2	119,2	326,1	108,1	323,9	101,9	352,4	113,1
luty	231,5	75,0	196,8	81,1	226,4	65,9	214,7	73,4	206,1	82,4	209,3	74,0	217,6	74,7	222,5	77,7
marzec	187,4	77,0	148,3	80,8	177,9	66,4	164,3	73,4	161,1	79,8	162,9	77,5	170,3	75,9	181,7	74,7
kwiecień	129,8	65,8	91,9	72,6	113,3	58,1	100,0	63,3	101,1	68,5	101,8	64,8	107,4	65,9	128,5	64,1
maj	89,9	85,5	52,5	93,6	77,2	76,0	58,2	83,3	58,6	87,0	59,5	84,1	62,4	85,2	81,8	80,4
czerwiec	-	57,4	-	57,7	-	50,3	-	53,7	-	57,0	-	54,3	-	56,8	-	52,4
lipiec	-	58,5	-	59,9	-	53,6	-	55,4	-	55,5	-	55,5	-	56,9	-	54,6
sierpień	-	60,5	-	64,0	-	56,9	-	56,6	-	57,6	-	57,7	-	60,7	-	56,8
wrzesień	-	51,8	-	54,0	-	47,6	-	47,3	-	49,9	-	48,6	-	51,5	-	48,3
październik	103,0	77,0	53,9	77,0	87,5	69,6	70,3	71,1	73,1	75,8	71,0	73,4	73,6	74,3	106,2	71,1
listopad	131,3	67,2	90,8	65,8	123,3	60,3	111,7	62,4	118,2	66,2	116,0	62,1	123,4	62,8	138,9	60,3
grudzień	172,3	58,6	139,8	57,5	161,0	52,2	162,7	56,8	158,1	60,6	157,4	56,3	171,1	56,7	173,7	55,5
Moc zamówiona, kW	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.
	267,8	71,2	277,3	69,4	267,8	68,5	267,8	71,2	267,8	68,5	267,8	68,5	275,4	65,0	268,4	66,7
Powierzchnia usługowa, m ²	406,3	-	-	-	306,1	-	392,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową [c.o. i c.w.u.], kWh/m ² /rok	161,7	139,2	151,5	146,6	144,6	140,2	150,4	159,1	159,1	159,1	159,1	159,1	159,1	159,1	159,1	159,1

m.s.c. – miejska sieć ciepłownicza

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 137/194

Z2_Tabela 4. Ośłona kontrolna OKW2 – zbiorcze podsumowanie rocznego zużycia energii. Stan na rok 2019

	Ośłona kontrolna OKW2
Mieszkania	
Liczba	607
Powierzchnia użytkowa, m ²	29 818,0
Zużycie energii elektrycznej, MWh	1 302,8
W mieszkaniach ⁷³	1 146,0
W częściach wspólnych	156,8
Zużycie ciepła, GJ	16 594,9
c.o.	10 019,4
c.w.u.	6 575,5
Moc zamówiona, kW	2 709,1
c.o.	2 160,1
c.w.u.	549,0
Zużycie gazu ziemnego⁷⁴, MWh	303,5
Powierzchnia usługowa, m²	1 105,2

⁷³ Oszacowanie na podstawie wartości jednostkowego zapotrzebowania na energię elektryczną dla gospodarstw domowych w Warszawie w 2020 roku wynoszącego 1 888 kWh/gosp./rok.

⁷⁴ Oszacowanie na podstawie wartości jednostkowego zapotrzebowania na gaz do przygotowania posiłków dla gospodarstw domowych w Warszawie wynoszącego 500 kWh/gosp./rok.



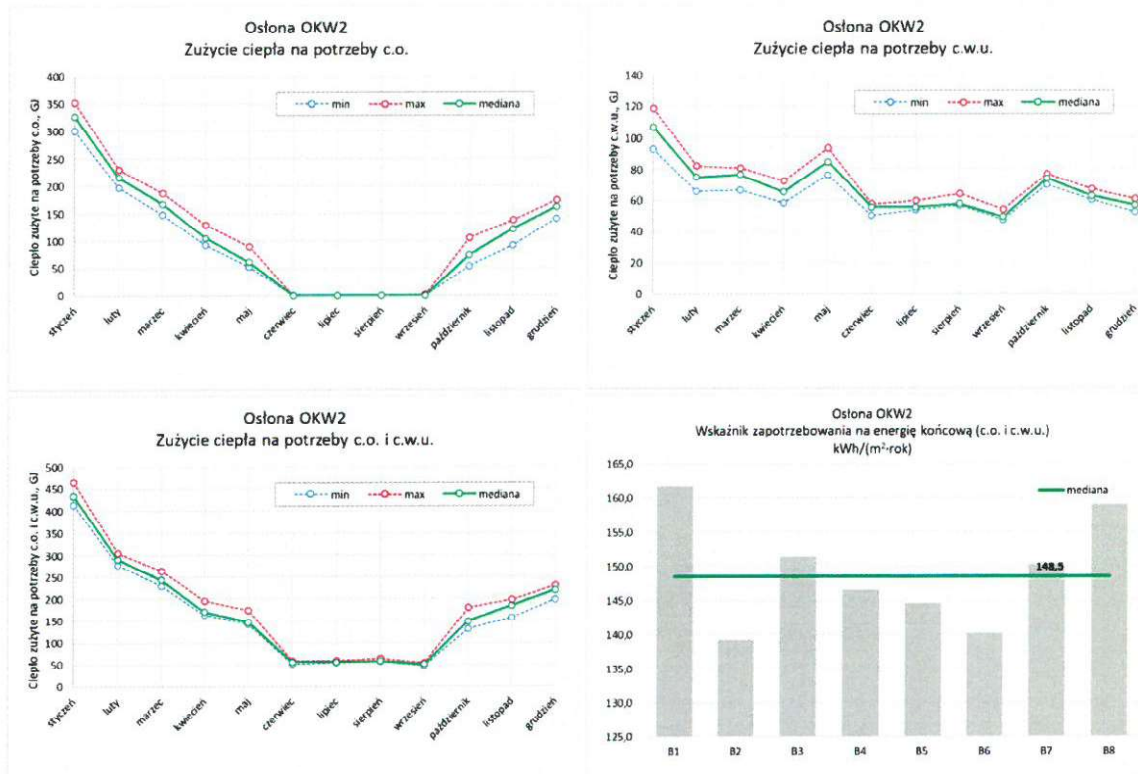
Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu

Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego

Nr ewidencyjny
86/TE/2022

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
138/194




Z2_Rys. 2. Wykresy zmienności zużycia ciepła w budynkach oraz wartość wskaźnika zapotrzebowania na energię końcową (B1...B8 – numery budynków) – osłona OKW2

MOŻLIWOŚCI W ZAKRESIE PASYWIZACJI BUDOWNICTWA


W ramach analizy przyjęto realizację przedsięwzięć zmniejszających zapotrzebowanie na energię końcową budynków mieszkalnych zlokalizowanych w osłonie kontrolnej. Ze względu na fakt, iż w skład osłony wchodzi budynki zbliżone do siebie zarówno pod względem technologii konstrukcji, pełnionych funkcji, a także podobnych wolumenów zużycia energii przyjęto za zasadne zamodelowanie jednego budynku, a następnie przeskalowanie uzyskanych wyników na całą osłonę OKW2 składającą się z ośmiu takich budynków.

Działania przyjęte do realizacji dla pojedynczego budynku wielorodzinnego znajdującego się w osłonie kontrolnej OKW2 podzielono na dwa etapy. W I etapie planowane jest docieplenie budynku oraz wymiana stolarki okiennej i drzwiowej. W etapie II planowana jest zmiana źródła ciepła i c.w.u. z ciepła systemowego na pompę ciepła, montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, wymiana okien na okna z powłoką kwantową i montaż systemów OZE na dachu i elewacji. Założono, że panele fotowoltaiczne na elewacjach południowej, wschodniej i zachodniej zamontowane zostaną na poziomych pasach międzyokiennej.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 139/194</p>

Z2_Tabela 5. Zestawienie działań pasywyzacyjnych oraz działań w zakresie wytwarzania energii odnawialnej – budynek w osłonie kontrolnej OKW2


Przełoga /system /komponent	Stan obecny	Etap I 2023-2035	Etap II 2036-2050
Ściany zewnętrzne	Żelbet, docieplenie 10-12 cm $U = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$	docieplenie do poziomu $U = 0,10^* \text{ W/m}^2\text{K}$	-
Ściany zewnętrzne przy gruncie	Żelbet, brak docieplenia $U = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$	docieplenie do poziomu $U = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$	-
Stropodach	Żelbet, docieplenie $U = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$	docieplenie do poziomu $U = 0,10^* \text{ W/m}^2\text{K}$	
Strop nad piwnicą	Żelbet, brak izolacji termicznej $U = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	docieplenie do poziomu $U = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Okna zewnętrzne	Częściowo wymieniono: $U = 2,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g = 0,7$	Wymiana na okna: $U = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g = 0,5$	
	Brak urządzeń zacinających Stopień zacinania wynikający z usytuowania budynku oraz warunków pogodowych – 30% latem, 20% zimą.	Brak urządzeń zacinających Stopień zacinania wynikający z usytuowania budynku oraz warunków pogodowych – 30% latem, 20% zimą.	
	Brak OZE	-	Szyby z powłoką kwantową (wszystkie) w oknach powyżej V kondygnacji. Moc zainstalowana PV: W – moc 5,62 kW na powierzchni 141 m ² , produkcja 2,8 MWh. S – 4,55 kW na powierzchni 114 m ² , produkcja 3,03 MWh. E – 6,48 kW na powierzchni 162 m ² , produkcja 3,61 MWh. Łączna produkcja z PV na powierzchni okien – 9,44 MWh
Drzwi zewnętrzne	Wymieniono na nowe, $U = 2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$	Wymiana na drzwi: $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$	-
Źródło ciepła	Węzeł ciepłowniczy sprawność $\eta_g = 0,93$	-	Pompa ciepła COP = 3,00

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 140/194

Przełoga /system /komponent	Stan obecny	Etap I 2023-2035	Etap II 2036-2050
System ogrzewania	Sprawność przesyłu $\eta_d = 0,96$ wykorzystania $\eta_e = 0,93$	-	Sprawność przesyłu $\eta_d = 1,00$ wykorzystania $\eta_e = 0,93$
Wentylacja	Grawitacyjna	-	Mechaniczna z odzyskiem ciepła, sprawność odzysku $\eta = 0,65$
Wytwarzanie c.w.u.	Węzeł ciepłowniczy sprawność $\eta_w = 0,65$	Redukcja zużycia wody o 20%.**	Pompa ciepła COP = 1,85
Układ chłodzenia	Brak	-	Pompa ciepła współczynnik efektywności chłodzenia 3,5
Fotowoltaika na dachu	Brak	-	Moc – 20 kW, powierzchnia 80,00m ² łączna produkcja z PV na dachu – 20 MWh
Fotowoltaika na ścianach	Brak	-	Przyjęto panele na elewacji powyżej V kondygnacji. E – moc 78,00 kW na powierzchni 312 m ² ; produkcja 43,5 MWh S – moc 30,00 kW na powierzchni 120 m ² ; produkcja 19,96 MWh W – moc 78,00 kW na powierzchni 312 m ² ; produkcja 38,9 MWh łączna produkcja z PV na powierzchni ścian – 102,36 MWh
Turbiny wiatrowe na dachu	Brak	-	Liczba – 3 szt. Moc 2,0 kW/szt; produkcja 7,5 MWh

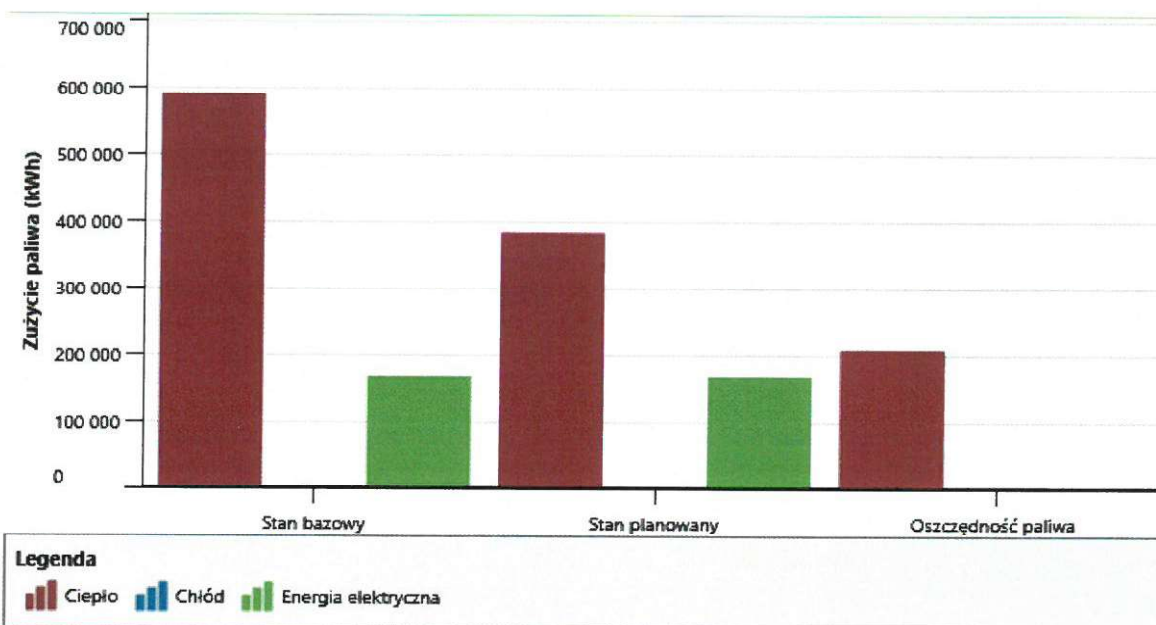
*Wartości wynikające z WT2021

**zastosowanie perlatorów, obniżenie ciśnienia, regulacja obiegów.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 141/194</p>

Wyniki obliczeń przeprowadzonych w modelu RetScreen Expert dla poszczególnych etapów przedstawiono w poniższych tabelach oraz na poniższych rysunkach:


Etap I



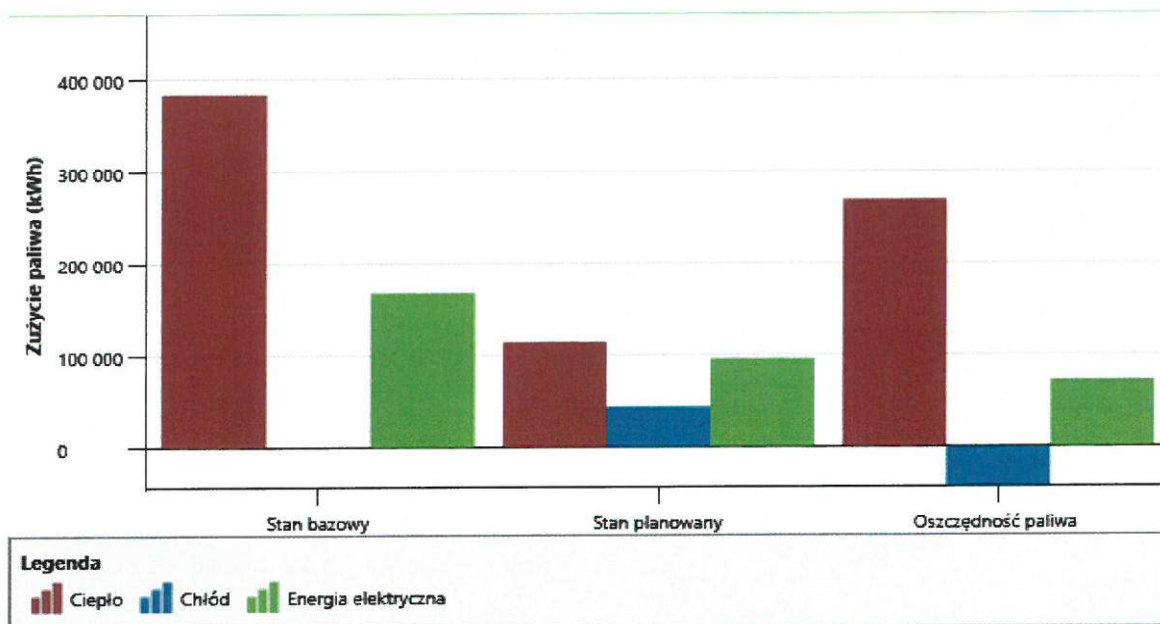
Z2_Rys. 3. Wyniki obliczeń Etap I – budynek w osłonie OKW2

Z2_Tabela 6. Wyniki obliczeń Etap I – budynek w osłonie OKW2

Zużycie paliwa	Energia końcowa c.o., c.w.u., wentylacja	Energia końcowa chłód	Energia elektryczna – oświetlenie, domowe urządzenia elektryczne	Razem
	kWh	kWh	kWh	kWh
Stan bazowy	590 662	0	168 160	758 822
Stan planowany	383 410	0	168 160	551 570
Oszczędność paliwa	207 251	0	0	207 251
Oszczędność paliwa – procent	35,1%	0%	0%	27,3%

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 142/194

Etap II




Z2_Rys. 4. Wyniki obliczeń Etap II – budynek w osłonie OKW2

Z2_Tabela 7. Wyniki obliczeń Etap II – budynek w osłonie OKW2

Zużycie paliwa	Energia końcowa c.o., c.w.u., wentylacja	Energia końcowa chłód	Energia elektryczna – oświetlenie, domowe urządzenia elektryczne	Razem
	kWh	kWh	kWh	kWh
Stan bazowy	383 410	0	168 160	551 570
Stan planowany	114 483	43 817	96 137	254 436
Oszczędność paliwa	268 928	-43 817	72 023	297 134
Oszczędność paliwa – procent	70,1%	0%	42,8%	53,9%

Porównanie wskaźnikowe rezultatów działań podjętych w poszczególnych etapach w całej osłonie kontrolnej OKW2 zestawiono w poniższej tabeli (Z2_Tabela 8).

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 143/194</p>

Z2_Tabela 8. Wyniki obliczeń: Etap I oraz Etap II – cała osłona OKW2

	Stan bazowy	Etap I	Etap 2
Lata realizacji	-	do roku 2035	2036 – 2050
Redukcja zapotrzebowania na energię końcową dla osłony kontrolnej		-27,3%	-66,5%
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej, kWh/m ² rok	193	140	65
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja – ciepło sieciowe, kWh/m ² rok	90	54	-
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja – energia elektryczna, kWh/m ² rok	-	-	14
Sprawność całkowita – ogrzewanie, %	83	82	279
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: c.w.u. – ciepło sieciowe, kWh/m ² rok	60	43	-
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: c.w.u. – energia elektryczna, kWh/m ² rok	-	-	15
Sprawność całkowita – c.w.u., %	65	65	185
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja, c.w.u. – ciepło sieciowe, kWh/m ² rok	150	97	-
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja, c.w.u. – energia elektryczna, kWh/m ² rok	-	-	29


ŹRÓDŁA ENERGII ELEKTRYCZNEJ

W celu zabezpieczenia potrzeb energetycznych występujących w budynku proponuje się zainstalowanie rozwiązań fotowoltaicznych na jego dachu oraz elewacjach (ściany południowa, wschodnia i zachodnia), a także mikroźródeł wiatrowych o pionowej osi obrotu (VAWT) zlokalizowanych na północnej krawędzi dachu budynku.

Mikroźródła wiatrowe

W celu określenia możliwości pozyskiwania energii elektrycznej z mikroźródeł wiatrowych przeprowadzono analizę uzysku energii elektrycznej dla mikro-elektrowni o mocy 2 kW. Dla jej przeprowadzenia wykorzystano program komercyjny TRNSYS ver. 18 służący do numerycznego modelowania instalacji energetycznych. Założenia do modelowania pracy farmy wiatrowej:

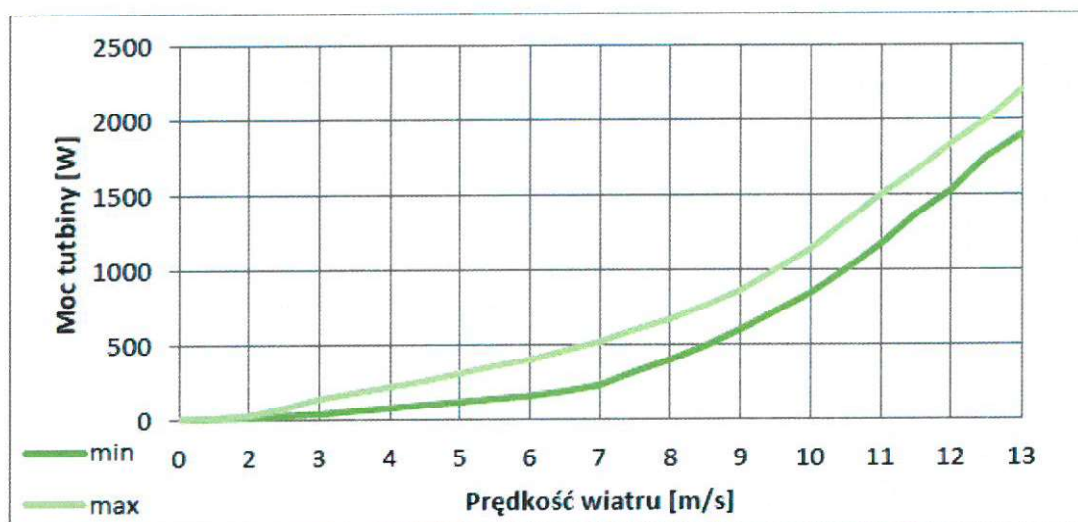
- a) Prędkość wiatru, temperatura otoczenia, ciśnienie otoczenia dla m.st. Warszawy – dane z NASA za pośrednictwem programu RETScreen Expert – Professional.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 144/194</p>

b) Turbina wiatrowa o pionowej osi obrotu i mocy znamionowej 2 kW, model AEROCOPTER 450:

- Wysokość posadowienia turbiny: 30 m n.p.t. (dla m.st. Warszawy przyjęto 100 m n.p.m.)
- Procent mocy wyjściowej turbiny, tracony z powodu nieefektywności i transmisji: 10%
- Średnica wirnika: 1800 mm
- Liczba łopat wirnika: 3 szt.
- Ciężar turbiny: 71 kg
- Zakres prędkości obrotowych: 0-140 RPM
- Poziom hałasu: <37 dB
- Wykładnik ścinania terenu (Site shear exponent): 0,18
- Intensywność turbulencji: 0,1
- Gęstość powietrza: 1,225 kg/m³
- Moc znamionowa: 2,025 kW
- Prędkość wiatru dla mocy znamionowej: 13 m/s


Charakterystyka pracy turbiny została przedstawiona na Z2_Rys. 5 oraz tabeli (Z2_Tabela 9).



Z2_Rys. 5. Charakterystyka pracy turbiny AEROCOPTER 450

Z2_Tabela 9. Charakterystyka pracy turbiny AEROCOPTER 450

w, m/s	N, kW
0	0
1	0
2	0,0225
3	0,0875
4	0,1475
5	0,2125
6	0,2775
7	0,3725

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 145/194

w, m/s	N, kW
8	0,5275
9	0,7275
10	0,9825
11	1,33
12	1,6775
13	2,0325


Koszt instalacji turbiny o mocy 2 kW wraz z montażem wynosi około 20 tys. zł brutto⁷⁵, co w przeliczeniu na 1 kW daje koszt 10 tys. zł. W tabeli (Z2_Tabela 10) przedstawiono wyniki symulacji mikroturbiny wiatrowej o mocy 2 kW za lata 2018-2021 w podziale na miesiące. Przedstawione w tabeli uzyski energii elektrycznej zostały uśrednione (dane z 4 lat).

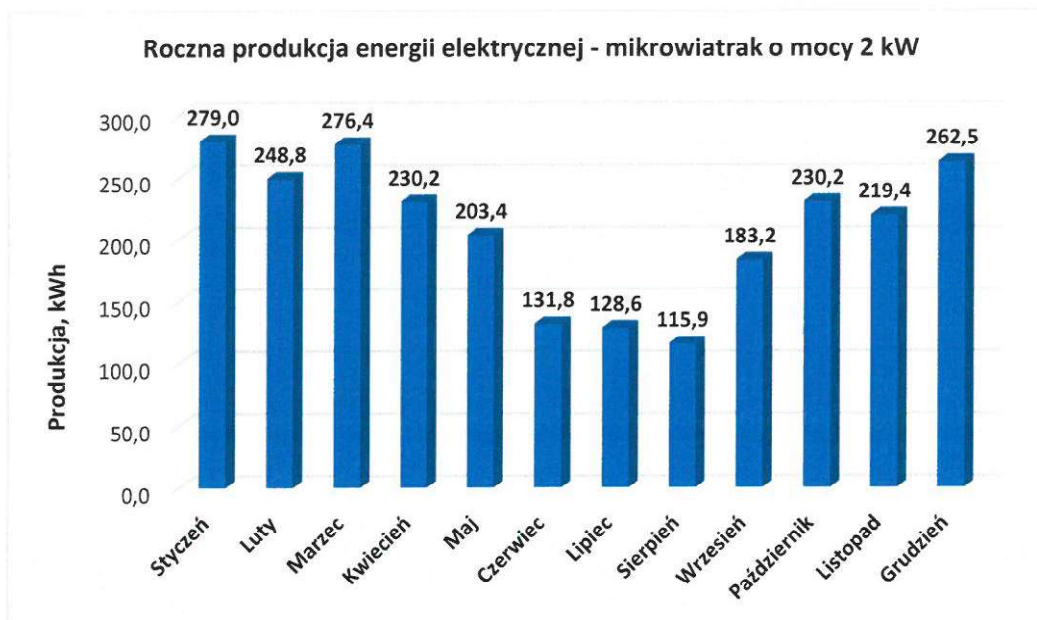
Z2_Tabela 10. Uzysk energii elektrycznej z mikroturbiny wiatrowej AEROCOPTER 450 o mocy 2 kW

Miesiąc	Średni miesięczny uzysk energii elektrycznej, kWh
Styczeń	279,0
Luty	248,8
Marzec	276,4
Kwiecień	230,2
Maj	203,4
Czerwiec	131,8
Lipiec	128,6
Sierpień	115,9
Wrzesień	183,2
Październik	230,2
Listopad	219,4
Grudzień	262,5
Roczna produkcja energii elektrycznej	2509,3

Zgodnie z otrzymanymi wynikami 1 mikrowiatrak o mocy 2 kW zamontowany na budynku osiedla w ostonie OKW2 wygeneruje 2,5 MWh energii elektrycznej. Średnio z 1 kW zainstalowanej mocy można wyprodukować 1,25 MWh energii elektrycznej.

⁷⁵ <https://wysokienapiecie.pl/38035-polskie-wiatraki-na-ratuszu-ursynowa/> [dostęp: 30.05.2022]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 146/194</p>



Z2_Rys. 6. Roczna produkcja energii elektrycznej - mikrowiatrak AEROCOPTER 450 o mocy 2 kW

Układy fotowoltaiczne

Do obliczania wolumenu energii elektrycznej możliwego do pozyskania z instalacji fotowoltaicznej wykorzystano narzędzie PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System), które bierze pod uwagę informacje na temat m.in. promieniowania słonecznego, temperatury otoczenia i wydajności systemu fotowoltaicznego (w różnych konfiguracjach) dla konkretnego miejsca w Europie⁷⁶.

W analizie przyjęto, że panele fotowoltaiczne mają moc 450 W oraz wymiary 2,1 x 1,1 m.

Najważniejsze informacje na temat instalacji fotowoltaicznej zamontowanej na budynku w ostanie kontrolnej OKW2 przedstawia Z2_Tabela 11.

⁷⁶ https://joint-research-centre.ec.europa.eu/pvgis-photovoltaic-geographical-information-system_en [dostęp: 30.05.2022]

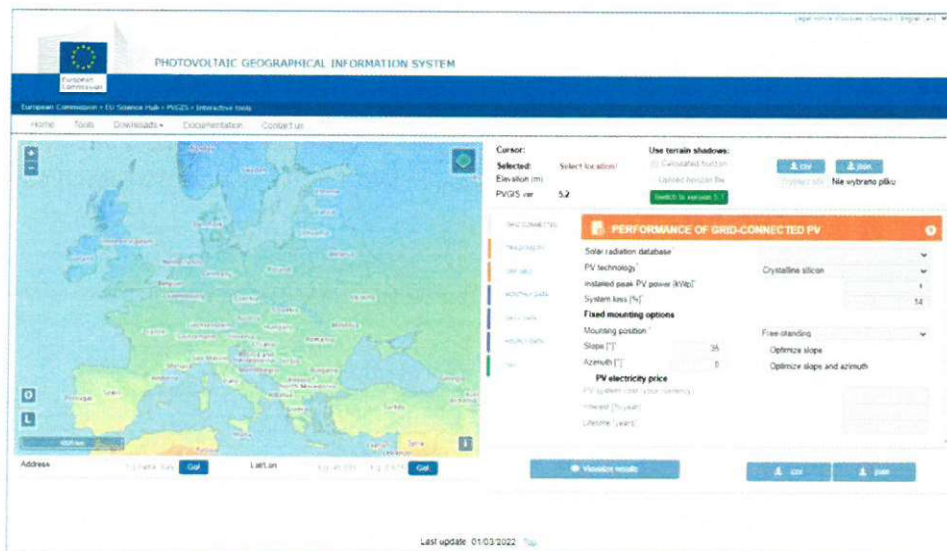


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego

Nr ewidencyjny
86/TE/2022

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy


Strona/Stron
147/194



Z2_Rys. 7. Narzędzie PVGIS

Z2_Tabela 11. Zestawienie informacji – instalacje PV na budynku w ostonie kontrolnej OKW2

Miejsce instalacji PV	Podstawowe parametry	Moc	Produkcja roczna	Uzysk	Koszt instalacji
		kWp	MWh	MWh/kWp	zł
Dach	<ul style="list-style-type: none">Powierzchnia: 80 m²Kat nachylenia: 34°Azymut: 0°	20	20,27	1,01	72 000
Elewacja, strona południowa	<ul style="list-style-type: none">Powierzchnia: 120 m²Rozmieszczenie: od 5 kondygnacjiKat nachylenia: 90°Azymut: 10°	30	20,40	0,68	118 800
Elewacja, strona wschodnia	<ul style="list-style-type: none">Powierzchnia: 312 m²Rozmieszczenie: od 5 kondygnacjiKat nachylenia: 90°Azymut: -80°	78	43,50	0,56	308 880
Elewacja, strona zachodnia	<ul style="list-style-type: none">Powierzchnia: 312 m²Rozmieszczenie: od 5 kondygnacjiKat nachylenia: 90°Azymut: 100°	78	38,90	0,49	308 880
RAZEM		206	123,07		808 560

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 148/194</p>


W przeprowadzonej analizie do produkcji energii elektrycznej wykorzystano również szyby zawierające kropki kwantowe (małe półprzewodniki, niewidoczne dla ludzkiego oka, zdolne do pochłaniania i emitowania promieniowania elektromagnetycznego), z których zostaną wykonane okna w budynku. Wydajność takich szyb kształtuje się na poziomie 30-40 W z 1m². Informacje dotyczące zamontowanych w budynku osłony kontrolnej OKW2 okien wykorzystujących powłokę kwantową przedstawia Z2_Tabela 12.

Z2_Tabela 12. Zestawienie informacji – okna wykorzystujące technologię kropki kwantowej w budynku osłony kontrolnej OKW2

Miejsce instalacji	Podstawowe parametry	Moc	Produkcja roczna	Uzysk	Koszt instalacji
		kWp	MWh	MWh/kWp	zł
Okna, strona południowa	<ul style="list-style-type: none"> - Powierzchnia: 114 m² - Wszystkie okna - Kat nachylenia: 90° - Azymut: 10° 	4,55	3,03	0,67	250 800
Okna, strona wschodnia	<ul style="list-style-type: none"> - Powierzchnia: 162 m² - Wszystkie okna - Kat nachylenia: 90° - Azymut: -80° 	6,48	3,46	0,53	356 400
Okna, strona zachodnia	<ul style="list-style-type: none"> - Powierzchnia: 141 m² - Wszystkie okna - Kat nachylenia: 90° - Azymut: 100° 	5,62	2,51	0,44	310 200
RAZEM		16,65	9,00		917 400

Dla jednego budynku w osłonie kontrolnej OKW2 sumaryczna moc zainstalowana w technologii paneli fotowoltaicznych zamontowanych na dachu i elewacjach bocznych oraz szyb kwantowych wynosi 222,65 kWp. Roczny wolumen energii elektrycznej pochodzącej z wyżej wymienionych instalacji to 132,07 MWh. Koszt instalacji PV oraz okien z powłoką kwantową dla jednego budynku wynosi 1 725 960 zł.⁷⁷

⁷⁷ Ceny zamieszczone w tabelach pochodzą z ofert przedstawionych przez dostawców tego typu instalacji działających na polskim rynku.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 149/194</p>

ELEKTRYFIKACJA CIEPŁOWNICTWA – ZASTOSOWANIE POMP CIEPŁA

W zakresie elektryfikacji ciepłownictwa przeanalizowano indywidualne rozwiązania:

- pompy ciepła do zastosowań w sektorze budownictwa wielorodzinnego oraz jednorodzinnego,
- układy kotłów indukcyjnych pracujących w połączeniu z pompami ciepła w budynkach wielorodzinnych.

Obydwa powyższe rozwiązania przeanalizowano nie schodząc do poziomu projektowego, gdyż taki poziom szczegółowości nie stanowi przedmiotu niniejszego opracowania.

Pompy ciepła

W przypadku układów pomp ciepła, analizę dla określenia zapotrzebowania na ciepło na potrzeby c.o. oraz c.w.u. oraz dla określenia zwiększenia zużycia energii elektrycznej wynikającego z zainstalowania pomp ciepła na przestrzeni lat 2025-2050 przeprowadzono z uwzględnieniem poniższych założeń:


- ogrzewanie mieszkań jest realizowane z wykorzystaniem grzejników (ponadto w analizie osłon kontrolnych stanowiących zabudowę wielorodzinną zamieszczono poglądowo także wyniki dla przypadku zmiany ogrzewania na podłogowe);
- na przestrzeni lat postępuje proces termomodernizacji budynków skutkujący obniżaniem wartości wskaźnika zapotrzebowania na ciepło c.o. i c.w.u. (kWh/m²/rok);
- wraz z postępującym procesem termomodernizacji budynków zmniejsza się zapotrzebowanie na moc grzewczą dla centralnego ogrzewania oraz zużycie energii elektrycznej do zasilania pomp ciepła;
- na przestrzeni lat zapotrzebowanie na moc grzewczą dla ciepłej wody użytkowej pozostaje na tym samym poziomie;
- zastosowano począwszy od 2035 roku pompy ciepła typu powietrze-woda, gdzie:
 - temperatura zasilania dla górnego źródła 60 °C,
 - temperatura powrotu dla górnego źródła 40 °C;
- w 2050 roku następuje wymiana pomp ciepła na nowsze (o lepszych współczynnikach COP).

Dobór pomp ciepła przeprowadzono dla dwóch wariantów:

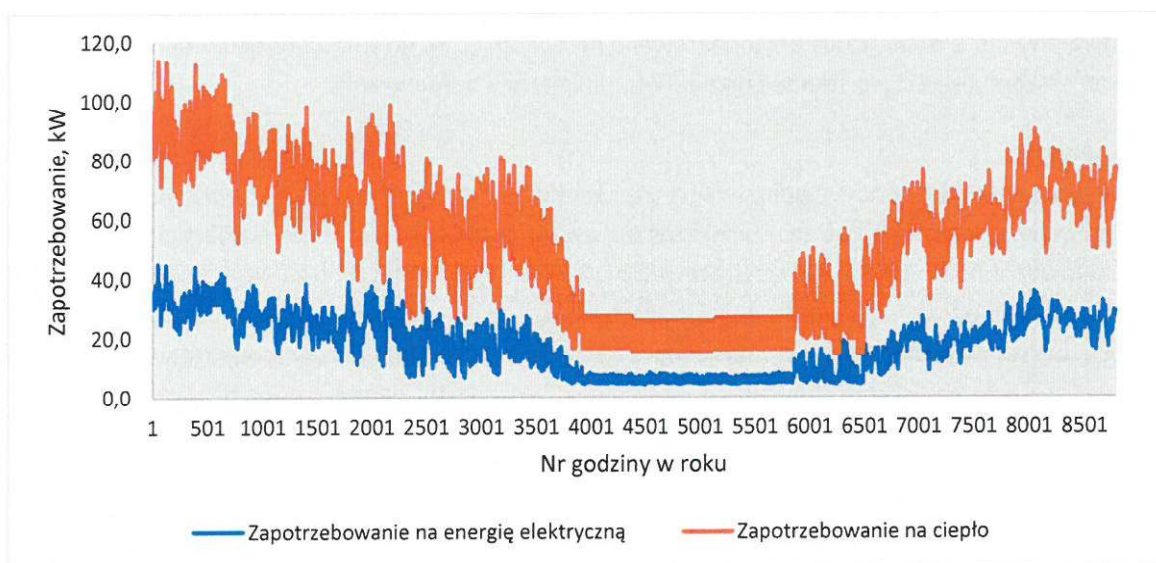
1. układu pomp ciepła dedykowanych dla poszczególnych budynków w osłonie OKW.
2. układu pomp ciepła wspólnych dla wszystkich budynków w osłonie OKW.

W celu wyznaczenia zużycia energii elektrycznej przez pompy ciepła skorzystano z poniższych danych:

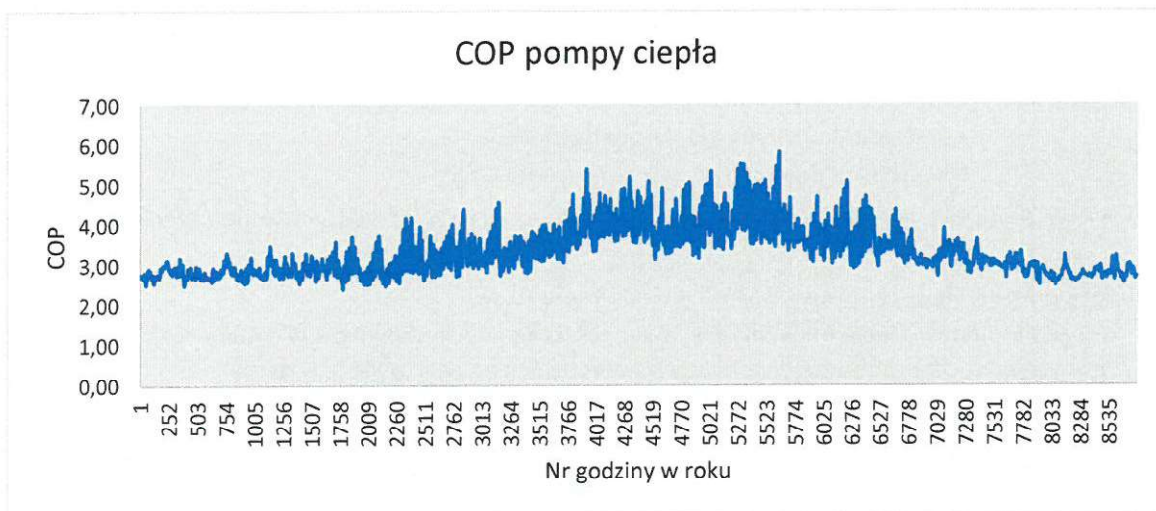
- rocznego rzeczywistego zużycia ciepła dla budynków wchodzących w skład danej osłony kontrolnej OKW (c.o. i c.w.u.),
- współczynników efektywności COP dla pomp ciepła (liczonych jako stosunek mocy grzewczej pompy do mocy elektrycznej pobieranej przez pompę).

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 150/194</p>


Dla przykładowego budynku wchodzącego w skład osłony OKW2 zamodelowano godzinową zmienność poboru energii elektrycznej przez pompę i uzyskaną charakterystykę wykorzystano przy bilansowaniu zapotrzebowania na energię pojedynczego budynku. Wykres zmienności zapotrzebowania na ciepło dla analizowanego budynku i wynikającą z tego wartość chwilowego zapotrzebowania na energię elektryczną dla pompy ciepła przedstawiono na Z2_Rys. 8, podczas gdy na Z2_Rys. 9 przedstawiono chwilowe wartości współczynnika COP dla pompy ciepła.



Z2_Rys. 8. Zmienność zapotrzebowania na ciepło w budynku oraz zapotrzebowania na energię elektryczną dla pompy ciepła



Z2_Rys. 9. Zmienność współczynnika COP pompy ciepła

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 151/194


Z2_Tabela 13. Wzrost zapotrzebowania na moc elektryczną wynikający z zainstalowania pomp ciepła wewnątrz osłony kontrolnej OKW2

Źródło ciepła CO	Parametr	Uśredniony budynek w osłonie OKW2	OKW2				
			Obecnie z m.s.c.	Każdy budynek z dedykowanym układem pomp ciepła		Wspólny układ pomp ciepła dla całej osłony OKW2	
	Analizowany rok	2020	2020	2035	2050	2035	2050
	Wskaźnik zużycia ciepła (c.o., cw.u., klima.), kWh/m2/rok	150	150	97	29	90	60
	Wartość względem roku 2020	100%	100%	65%	19%	60%	40%
	Zapotrzebowanie szczytowe CO, kW	270	2 160	1 397	418	1 296	864
	Zapotrzebowanie szczytowe CWU, kW	69	549	549	549	549	549
	Zapotrzebowanie szczytowe CO+CWU, kW	339	2 709	1 946	967	1 845	1 413
	Zapotrzebowanie roczne CO, GJ/rok	1 252	10 019	6 479	1 937	6 012	4 008
	Zapotrzebowanie roczne CWU, GJ/rok	822	6 576	6 576	6 576	6 576	6 576
	Zapotrzebowanie roczne CO+CWU, GJ/rok	2 074	16 595	13 055	8 513	12 587	10 583
Grzejniki	COP	-	-	2,0	2,5	2,5	3,0
	Zużycie energii elektrycznej przez pompy ciepła, MWh/rok	-	-	1 813	946	1 399	980
Ogrzewanie podłogowe	COP	-	-	2,9	3,5	3,4	4,0
	Zużycie energii elektrycznej przez pompy ciepła, MWh/rok	-	-	1 250	676	1 028	735

Z przeprowadzonej analizy wynika, że:

- Współczynnik COP jest wyższy dla pomp ciepła o wyższej mocy, dlatego w wariancie z układem pomp dedykowanym dla poszczególnych budynków współczynnik COP jest niższy.
- Zużycie energii elektrycznej jest niższe w przypadku zastosowania wariantu z układem pomp wspólnym dla wszystkich budynków w osłonie OKW2 (tj. w przypadku zastosowania większych pomp) od wariantu z układem pomp dedykowanych dla poszczególnych budynków w osłonie OKW2.

Ponadto informacyjnie w analizie przedstawiono wartości zużycia energii elektrycznej w przypadku zmiany źródła ciepła z grzejników na ogrzewanie podłogowe. W przypadku ogrzewania podłogowego zużycie energii elektrycznej przez pompy jest niższe. Mimo oszczędności energii elektrycznej należy

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 152/194</p>

nadmienić, że wariant ten jest kłopotliwy w realizacji – należałoby zmodernizować wewnętrzne instalacje budynków poprzez demontaż grzejników i instalację ogrzewania podłogowego co wiązałoby się z wysokimi nakładami inwestycyjnymi. Pojawia się ponadto problem organizacyjny, tj. na czas instalacji systemu należałoby zapewnić mieszkańcom lokum zastępcze.

Wykonawca nie rekomenduje tego wariantu do realizacji.


ANALIZA POKRYCIA BILANSU BUDYNKU W MONIZMIE ELEKTRYCZNYM ORAZ WPŁYWU ŹRÓDEŁ OZE NA SIEĆ ELEKTROENERGETYCZNĄ

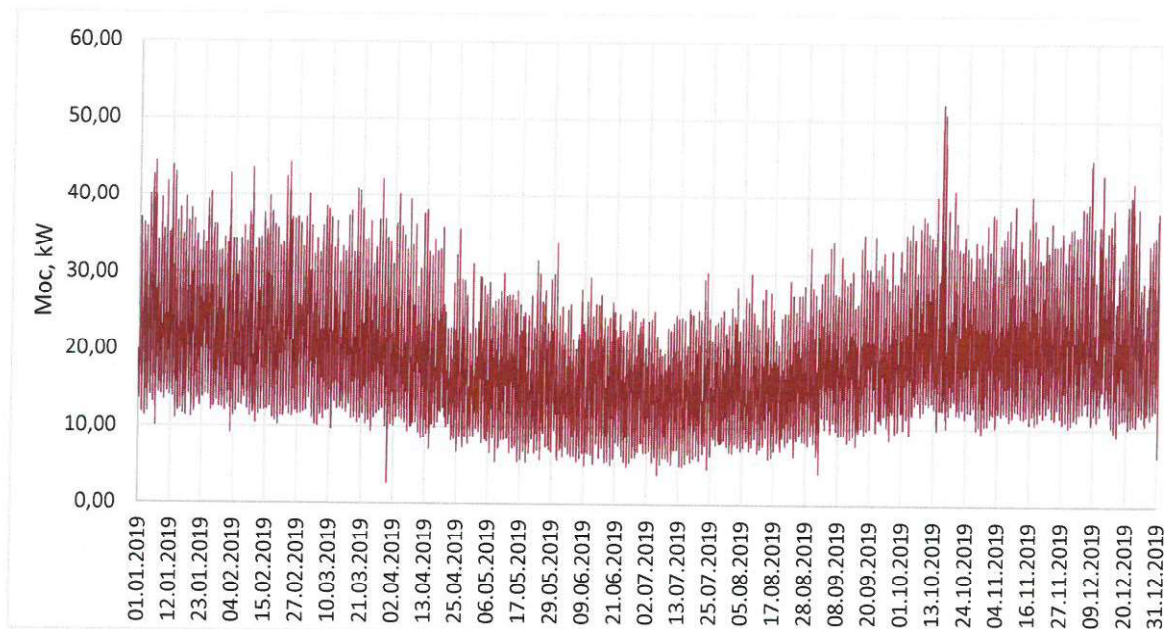
W celu określenia stopnia niezbilansowania potrzeb w zakresie energii elektrycznej przeprowadzono analizę polegającą na określeniu godzinowych profili poboru i produkcji energii elektrycznej oraz podjęto próbę określenia wpływu proponowanych rozwiązań na sieć elektroenergetyczną. Zestawienie potrzeb w zakresie energii elektrycznej oraz wolumenów produkcji ze źródeł odnawialnych zlokalizowanych na budynku przedstawia Z2_Tabela 14.

Z2_Tabela 14. Popyt i podaż energii elektrycznej – budynek w osłonie kontrolnej OKW2

	Moc kW	Energia MWh
Zapotrzebowanie na energię elektryczną		
Energia elektryczna dla mieszkańców	-	165,519
Pompa ciepła	-	148,527
Zapotrzebowanie - SUMA		314,046
Produkcja energii elektrycznej		
Panele PV - dach	20,00	20,271
Panele PV – elewacja S	30,00	20,399
Panele PV – elewacja W	78,00	38,866
Panele PV – elewacja E	78,00	43,472
Panele PV – okna S	4,55	3,032
Panele PV – okna W	5,62	2,500
Panele PV – okna E	6,48	3,463
Mikroźródło wiatrowe, 3 szt po 2kW	6,00	7,528
Wytwarzanie energii elektrycznej - SUMA	228,65	139,531

Analiza została wykonana na podstawie rzeczywistych profili stacji SN/nn właściwych dla obszaru, na którym zlokalizowane są budynki składające się na osłonę kontrolną OKW2. Dane zostały pozyskane od Operatora Systemu Dystrybucyjnego na terenie Warszawy - Stoen Operator Sp. z o.o. Profil właściwy dla obszaru został przeskalowany dla pojedynczego budynku na podstawie jego szacunkowego rocznego zużycia energii elektrycznej Z2_Rys. 10.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 153/194</p>



Z2_Rys. 10. Profil zapotrzebowania budynku wielorodzinnego w osłonie OKW2 – stan obecny (2019)

Ze względu na to, że profile zapotrzebowania budynków mieszkalnych są do siebie zbliżone, profil ten można potraktować jako referencyjny dla budynków tego typu. Współczynnikiem skalowania jest liczba mieszkańców oraz powierzchnia użytkowa w przypadku pomp ciepła.

Przeanalizowano wpływ elektryfikacji ciepłownictwa na profil zapotrzebowania (po pasywizacji budownictwa). Zakłada się pokrycie za pomocą pomp ciepła zarówno potrzeb ogrzewania jak i przygotowania c.w.u. Profil zapotrzebowania pompy ciepła zamieszczono na Z2_Rys.11, a sumaryczny profil w monizmie elektrycznym zamieszczono na Z2_Rys. 12.



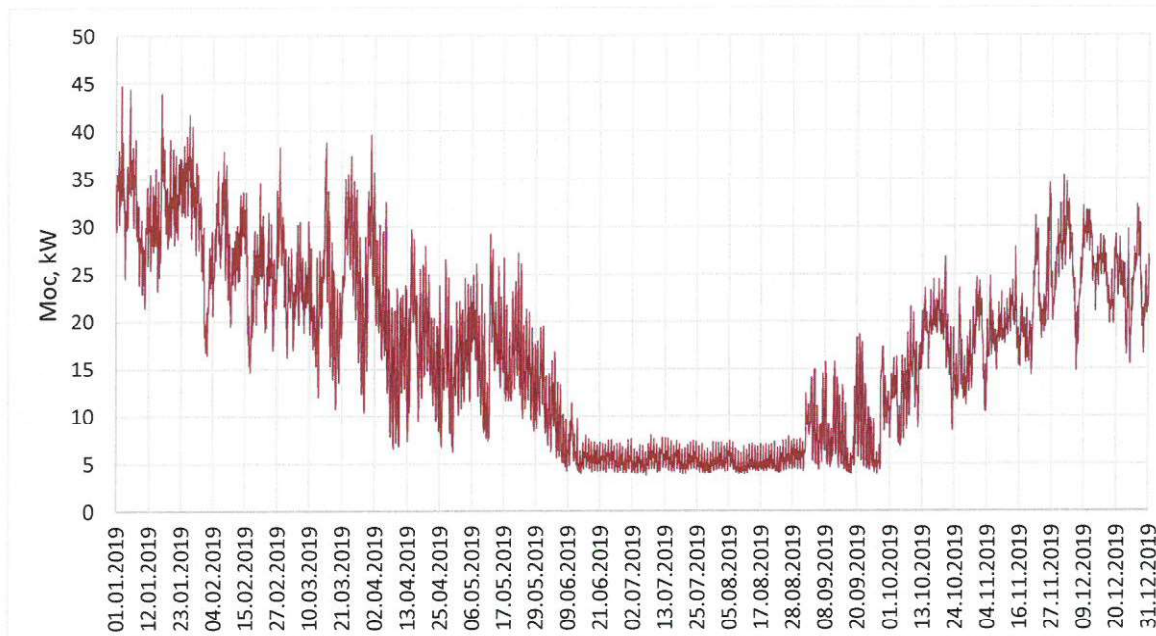
**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego

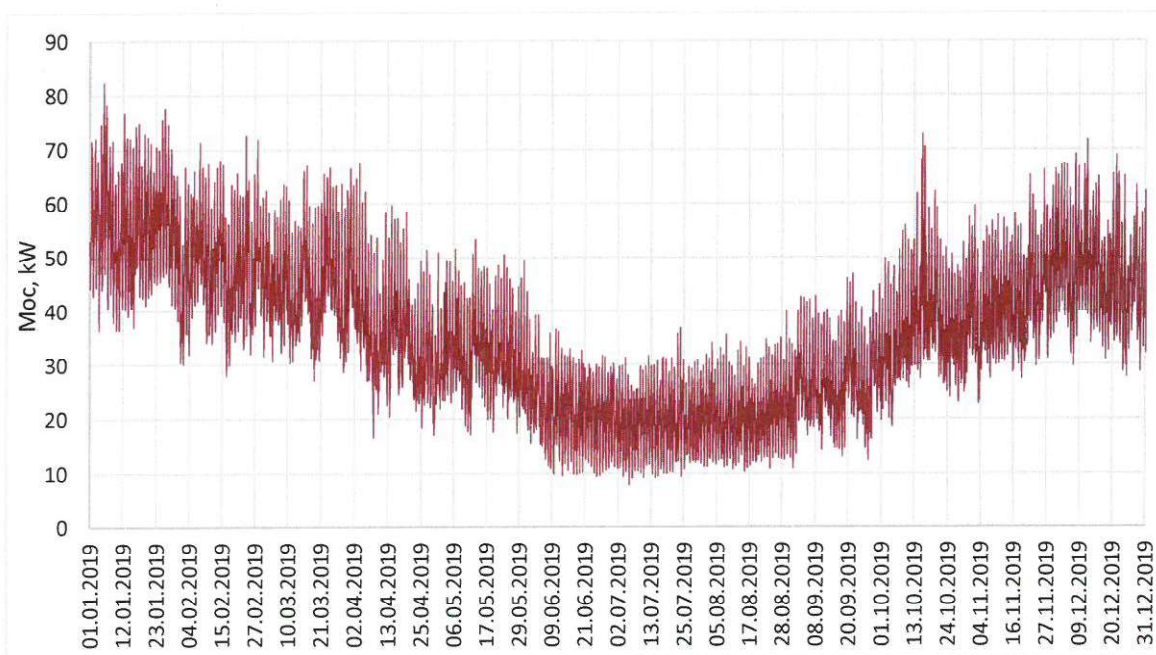
Nr ewidencyjny
86/TE/2022

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
154/194



Z2_Rys. 11. Profil zapotrzebowania energii elektrycznej na potrzeby c.o. i c.w.u. w monizmie elektrycznym



Z2_Rys. 12. Profil zapotrzebowania budynku na energię elektryczną i ciepło (za pomocą pomp ciepła)

Oceniając potencjał lokalnego zbilansowania założono maksymalną możliwą do zainstalowania moc pochodzącą ze źródeł PV oraz trzech mikroelektrowni wiatrowych (każda po 2 kW). Zestawienie zainstalowanych mocy w poszczególnych technologiach OZE przedstawia Z2_Tabela 14, a profile źródeł zamieszczono na Z2_Rys.13 (źródła PV) oraz na Z2_Rys. 14 (mikroelektrownia wiatrowa).



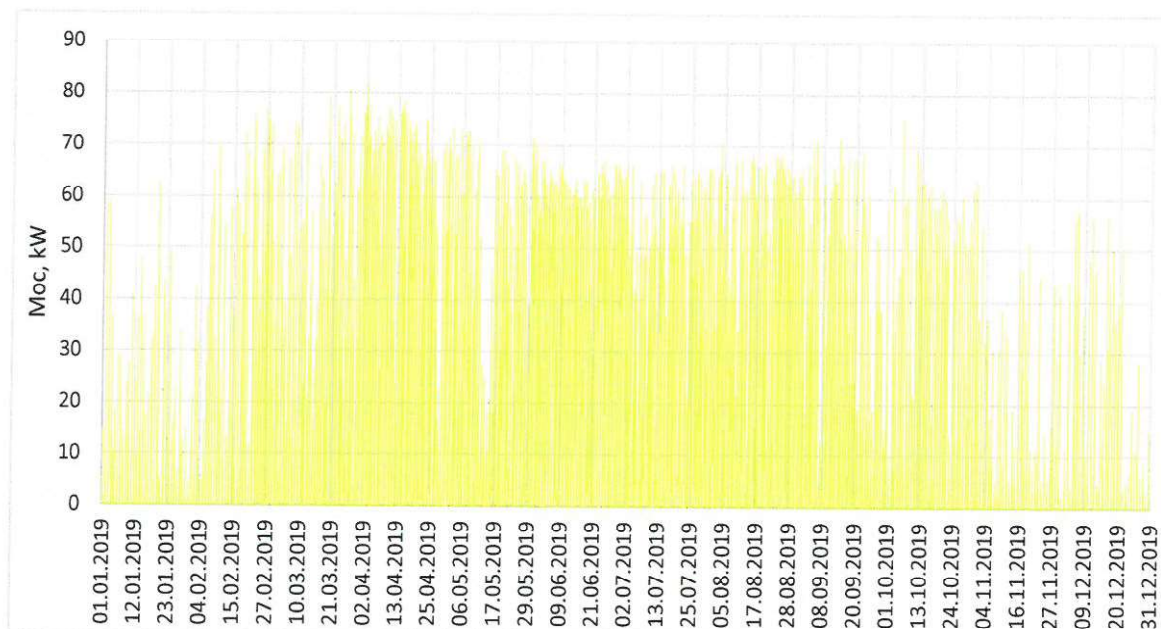
**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego

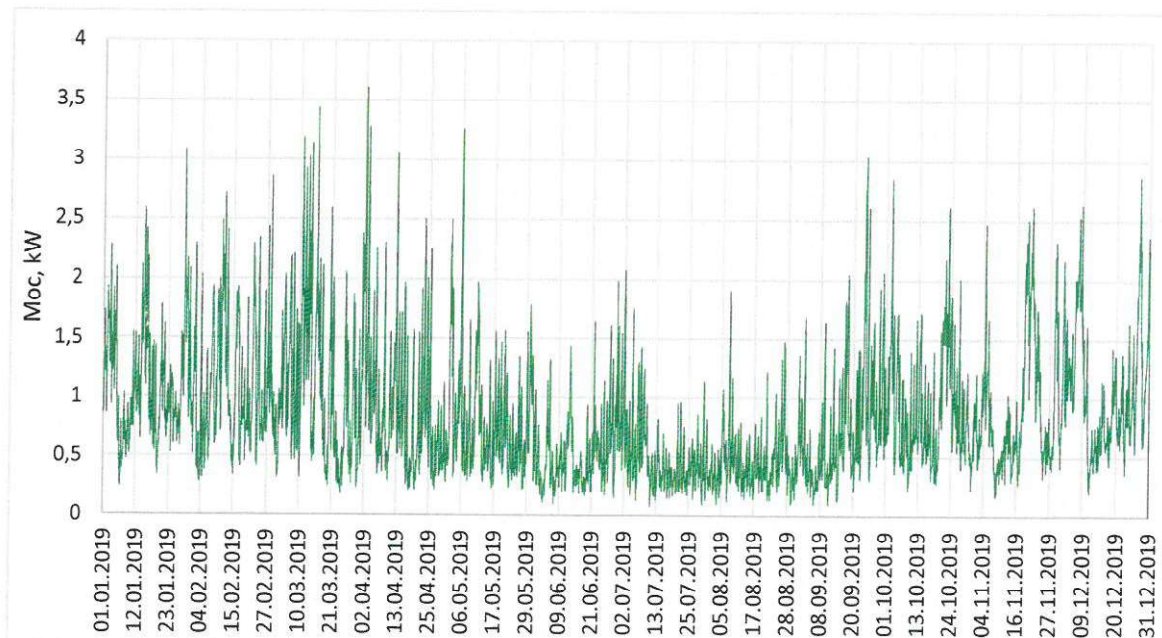
Nr ewidencyjny
86/TE/2022

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
155/194




Z2_Rys. 13. Profil produkcji źródeł PV



Z2_Rys. 14. Profil produkcji mikroelektrowni wiatrowych

Jednym z istotnych zagadnień związanych z monizmem elektrycznym jest integracja źródeł OZE z produkcją wymuszoną pod kątem ich wpływu na sieć. Analiza zakłada sieć sztywną, a wpływ jest rozpatrywany na podstawie maksymalnej mocy wpływającej i wypływającej z osłony kontrolnej. Na podstawie Z2_Rys. 11 i Z2_Rys. 12 można odczytać maksymalną moc zapotrzebowania. Moc ta

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 156/194

wynosi około 50 kW obecnie oraz 80 kW w monizmie elektrycznym. Analizując wpływ na sieć należy rozpatrzyć moc przyłącza budynku.

Moc zapotrzebowaną w budynku mieszkalnym ustala się na podstawie sumy mocy odbiorników energii elektrycznej, jakie mogą być zainstalowane w rozpatrywanej części instalacji elektrycznej (mocy zainstalowanej), z uwzględnieniem spodziewanego współczynnika jednoczesności pracy tych odbiorników. Dla budynków wielorodzinnych moc zapotrzebowaną określa się na podstawie empirycznych danych zgodnie z poniższą tabelą (Z2_Tabela 15).

Z2_Tabela 15. Moc przyłącza wewnętrznej linii zasilającej w budynkach mieszkalnych

Liczba mieszkań w budynkach	Zapotrzebowanie na moc wewnętrznej linii zasilającej, w kW					
	W budynku z elektrycznym podgrzewaniem wody użytkowanej w łazienkach		W budynku bez elektrycznego podgrzewania wody użytkowanej w łazienkach		W budynku z instalacją elektryczną modernizowaną	
	Wartość mocy P_{Zi}	Współczynnik jednoczesności k_j	Wartość mocy P_{Zi}	Współczynnik jednoczesności k_j	Wartość mocy P_{Zi}	Współczynnik jednoczesności k_j
1	30	1	12,5	1	7	1
2	44	0.733	22	0.880	13	0.929
3	55	0.611	28	0.747	17	0.810
4	64	0.533	33	0.660	20	0.714
5	72	0.480	37	0.592	23	0.657
6	80	0.444	41	0.547	25	0.595
7	86	0.409	44	0.503	28	0.571
8	91	0.379	47	0.470	30	0.536
9	97	0.359	49	0.436	32	0.508
10	101	0.337	51	0.408	34	0.486
20	133	0.222	69	0.276	50	0.357
30	153	0.170	80	0.213	51	0.290
40	165	0.138	87	0.174	70	0.250
50	175	0.117	94	0.150	77	0.220

Na podstawie powyższej tabeli oraz danych dla przykładowego bloku w osłonie OKW2 obliczona moc przyłączeniowa wynosi około 120 kW (77 mieszkań, współczynnik jednoczesności 0,22). Taki zapas jest typowy dla tego rodzaju odbioru. Można przyjąć, pod względem technicznym, że jeżeli nadwyżka mocy na osłonie kontrolnej nie przekroczy mocy przyłącza, to wpływ OZE na sieć jest ograniczony. Profile niezbilansowania osłony budynku zamieszczona Z2_Rys.15 - dla stanu obecnego - oraz na Z2_Rys.16 w monizmie elektrycznym.

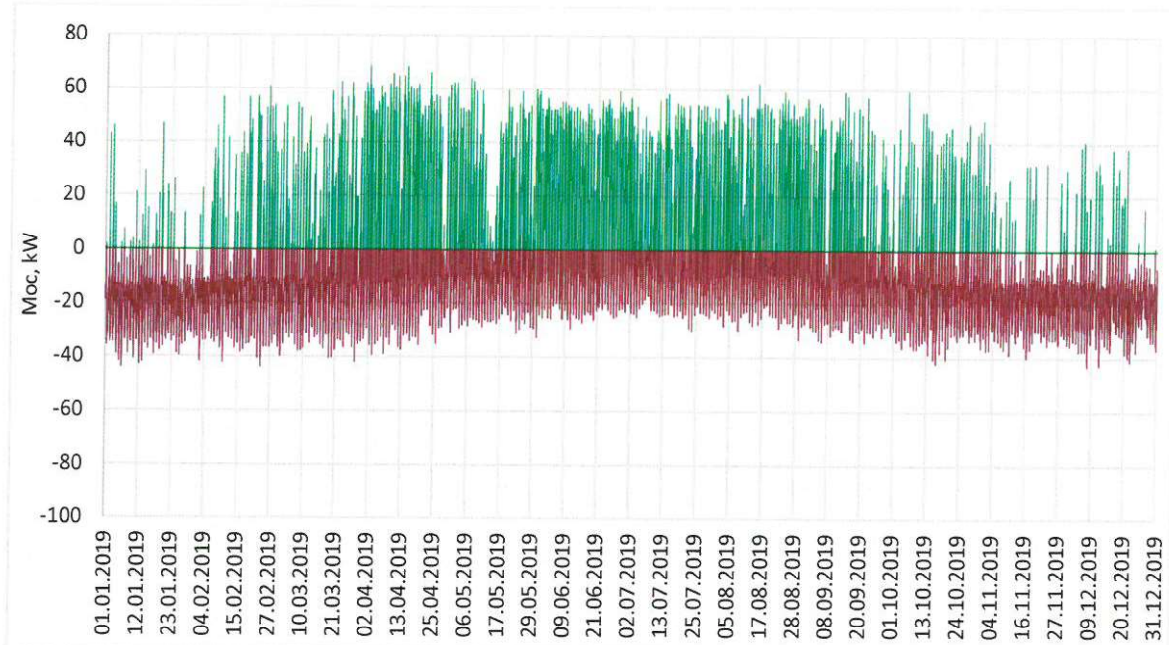


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego

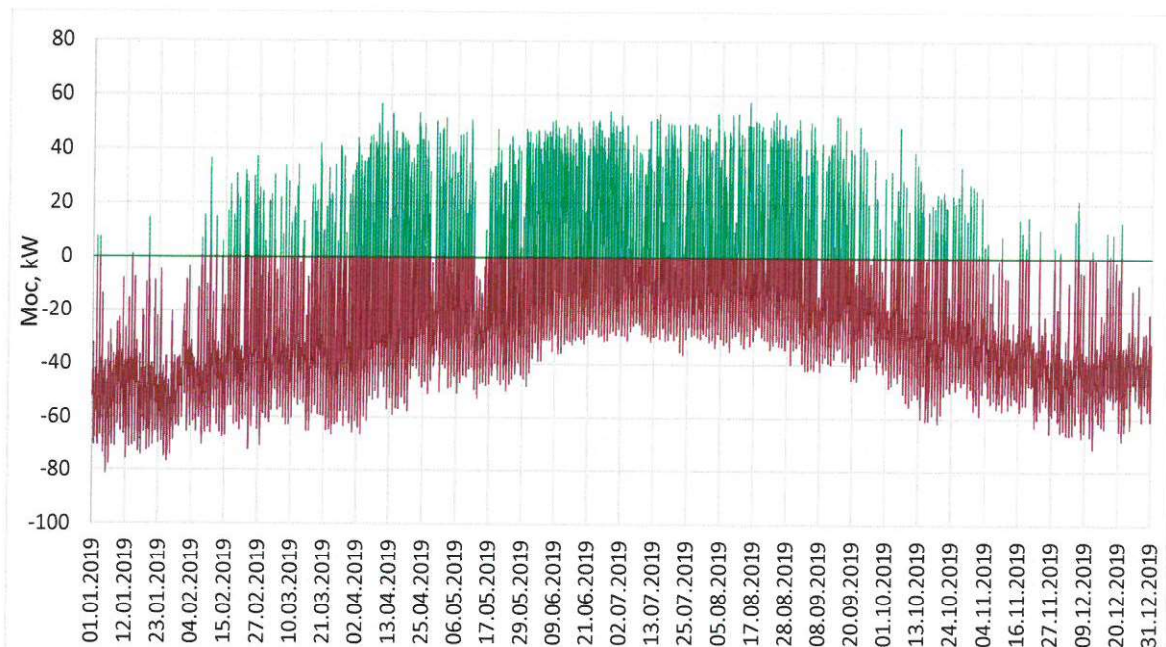
Nr ewidencyjny
86/TE/2022

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
157/194




Z2_Rys. 15. Profil niezbilansowania budynku bez pompy ciepła

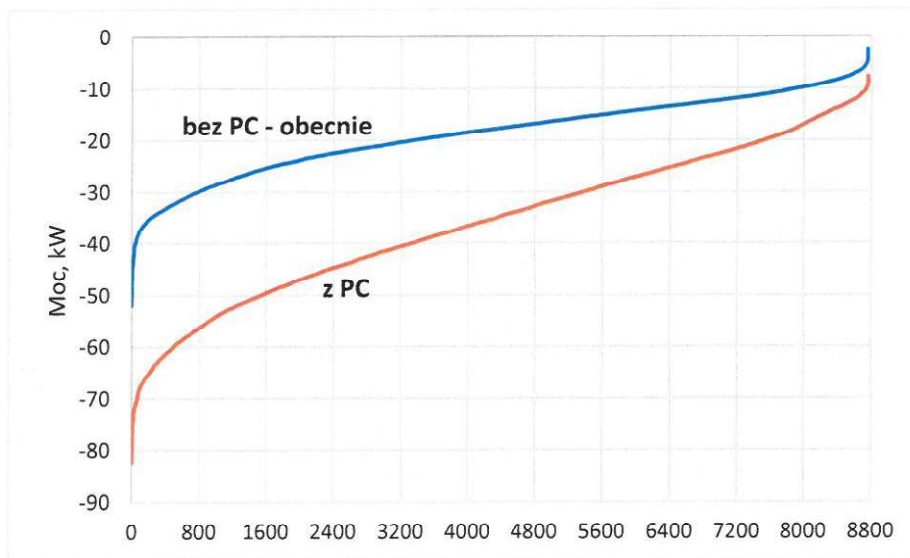


Z2_Rys. 16. Profil niezbilansowania budynku z pompą ciepła

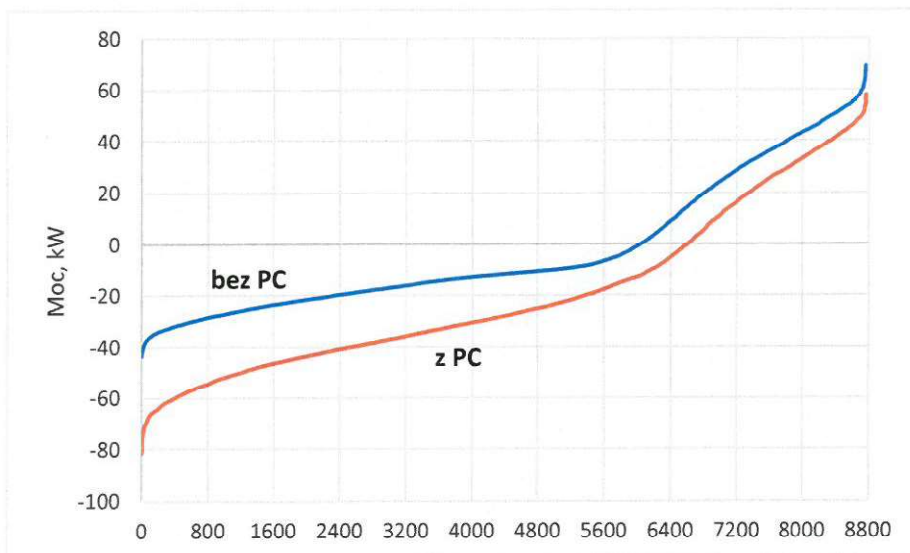
Wpływ źródeł OZE na profil niezbilansowania dobrze odzwierciedlają uporządkowane profile niezbilansowania. Na podstawie Z2_Rys. 17 można wnioskować, że maksymalna moc zapotrzebowana z pompą ciepła jest o około 1,5 razy większa od obecnego stanu. Zainstalowanie

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p>Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 158/194</p>

źródeł OZE nie obniża maksymalnej mocy. Obniżenie mocy maksymalnej możliwe jest poprzez kształtowanie profili np. wykorzystanie lokalnego magazynu energii. Należy również podkreślić, że czas w którym moc przekracza 40 kW (bez pomp ciepła) i 70 kW (z pompami ciepła) wynosi jedynie około 200 godzin.




Z2_Rys. 17. Uporządkowany profil niezbilansowania bez źródeł OZE



Z2_Rys. 18. Uporządkowany profil niezbilansowania ze źródłami OZE (PV i mikroelektrownie wiatrowe)

Wpływ źródeł OZE na sieć w budynkach wielorodzinnych jest ograniczony, ze względu na duże zapotrzebowanie oraz stosunkowo małą powierzchnię dostępną pod instalacje. Niemniej jednak, możliwe jest pokrycie około 70% rocznego zapotrzebowania bez pomp ciepła oraz 40% z pompami ciepła.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 159/194</p>

ENERGIA (CHEMICZNA) NA POTRZEBY SEKTORA TRANSPORTU

Zapotrzebowanie na energię chemiczną na potrzeby sektora transportu na trajektorii 2020-2050 oszacowano na podstawie modelu służącego do szacowania ilości energii oraz emisji gazów cieplarnianych z transportu lądowego jednostki samorządowej, którym dysponuje Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju, i który został wykorzystany do modelowania w ramach Etapu 1 niniejszego projektu.

W celu obliczenia zużycia energii dla osłon kontrolnych OKW, w poszczególnych rodzajach budynków zdecydowano się na następujące postępowanie badawcze:


1. Określenie liczby pojazdów związanych z danym rodzajem budynku.
2. Określenie ilości energii zużywanej przez poszczególne typy pojazdów oraz struktury paliw zużywanych przez pojazdy „związane” z budynkiem.
3. Określenie ilości energii transportowej dla poszczególnych typów budynków na podstawie charakterystyk określonych w punkcie 1 i 2.

Określenie liczby poszczególnych pojazdów związanych z danym budynkiem zrealizowano na podstawie dwojakiego rodzaju informacji:

1. Standardowej liczby miejsc parkingowych przypisanych do danego rodzaju budynku (a także rodzaju lokalu), która określona została w dokumencie miejskim w randze uchwały Rady Miasta z dnia 30 sierpnia 2018 r. w sprawie określenia lokalnych standardów urbanistycznych na terenie miasta stołecznego Warszawy z uwzględnieniem zmian wprowadzonych późniejszą uchwałą⁷⁸.
2. Liczby i powierzchni lokali mieszkaniowych oraz usługowych w poszczególnych analizowanych budynkach. Do lokali mieszkaniowych przypisano samochody osobowe, a do lokali usługowych samochody dostawcze.

W przypadku osłony kontrolnej OKW2 budynki znajdują się w obrębie strefy miejskiej oraz zawierają lokale mieszkalne i handlowo-usługowe. Na podstawie tych informacji stwierdzono, że do tego typu budynków stosuje się wskaźniki parkingowe określone w lokalnych standardach urbanistycznych, które przedstawia Z2_Tabela 16.

⁷⁸ Tekst ujednolicony Uchwały nr LXXIII/1973/2018 Rady Miasta Stołecznego Warszawy z dnia 30 sierpnia 2018 r. w sprawie określenia lokalnych standardów urbanistycznych na terenie miasta stołecznego Warszawy, uwzględniający zmiany wprowadzone uchwałą Nr XXXVII/1145/2020 Rady Miasta Stołecznego Warszawy z dnia 24 września 2020 r. (Dz. Urz. Woj. Maz. 2020.10091 uchwałą z dnia 7 października 2020 r.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 160/194</p>

Z2_Tabela 16. Ośłona kontrolna OKW2 – wskaźniki parkingowe

Strefa miejska				
	Liczba mp na m ² powierzchni użytkowej	Liczba mp na lokal		Rezerwa na parkowanie ogólnodostępne
		min	max	
Lokale mieszkalne	1/60 m ²	1	2	5% pozostałych mp
Lokale handlowo/usługowe	2,5/100 m ²	-	-	-

mp – miejsca parkingowe

Informacje zgromadzone na temat poszczególnych budynków w ośłonie pozwoliły określić, że przeciętny budynek posiada średnio 75,8 lokalu mieszkalnego i łączną powierzchnię lokali ok. 3 727 m². Jednocześnie w przeciętnym budynku występuje ok. 138 m² powierzchni o charakterze handlowo-usługowym. Pozwoliło to na obliczenie minimalnej liczby miejsc parkingowych przypadających na jeden budynek zgodnie ze standardami urbanistycznymi, które określa Z2_Tabela 17.

Z2_Tabela 17. Ośłona kontrolna OKW2 – obliczenie liczby miejsc parkingowych dla jednego średniego budynku


Liczba lokali mieszkalnych (sztuk)	75,875
Powierzchnia lokali mieszkalnych (m ²)	3 727,25
Powierzchnia lokali handlowych (m ²)	138,15
Liczba mp dla lokali mieszkalnych ⁷⁹	79,67
Liczba mp dla lokali handlowych ⁸⁰	3,45
Liczba mp sumaryczna	83,12

Określenie ilości energii zużywanej przez poszczególne typy pojazdów zostało wykonane na podstawie modelu zużycia energii i emisji gazów cieplarnianych z transportu, użytego w trakcie Etapu 1. W etapie 1 przedstawiono ogólne obliczenia zużycia energii, paliw i emisji gazów cieplarnianych w systemie transportowym m.st. Warszawy od roku 2019⁸¹ do 2050. Obliczenia te określono dla scenariusza rozwoju floty pojazdów oraz sieci transportowej przyjętego według założeń, które określono mianem scenariusza „business as usual” (Model 0) oraz scenariusza redukcji emisji (Modele 1-3). Na podstawie tych obliczeń możliwe jest określenie średniego zużycia energii w przeliczeniu na pojazd określonego rodzaju w każdym roku przeanalizowanym w modelu energetycznym Warszawy. Zużycie to wyrażone jest w jednostce MWh/pojazd. Jednocześnie model zawiera także informacje o strukturze paliw dla poszczególnych typów pojazdów (osobowe, dostawcze, itp.) w każdym roku.

⁷⁹ z uwzględnieniem 5% rezerwy

⁸⁰ min. 2,5 mp na 100 m² powierzchni użytkowej

⁸¹ Dane dla roku 2019 przyjęto jako właściwe dla roku 2020 (ze względu na ograniczenia pandemiczne)

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 161/194</p>

Określenie ilości energii transportowej dla poszczególnych typów budynków nastąpiło w wyniku przypisania do dostępnej w danym miejscu liczby miejsc parkingowych właściwej dla danego roku struktury pojazdów, a następnie obliczeniu dla tej struktury zużycia energii transportowej wyrażonej w MWh. Przy czym przyjęto, że dostępne miejsca parkingowe są zajmowane przez samochody osobowe – jeśli są związane z lokalami mieszkalnymi oraz samochody dostawcze – jeśli są związane z lokalami handlowymi/usługowymi. Obliczenie ilości energii dla danego budynku następuje za pomocą następującego wzoru:

$$E_{ok} = \sum_{k=1}^n L_{mp} \cdot U_{ptk} \cdot E_{pk}$$

gdzie:


- k – rodzaje paliw stosowanych w pojazdach różnych typów,
- L_{mp} – liczba miejsc parkingowych w danym budynku dostępnych dla danego typu pojazdów (osobowe, dostawcze), szt.
- U_{ptk} – udział pojazdów o danym rodzaju paliwa (k) w strukturze pojazdów danego typu, -
- E_{pk} – energia zużywana przez jeden pojazd danego typu o określonym rodzaju paliwa (k), MWh
- E_{ok} – energia zużywana w całej osłonie kontrolnej, MWh.

W wyniku tak przeprowadzonego rozumowania, w osłonie kontrolnej OKW2 wyznaczono następujące zapotrzebowanie na energię końcową (MWh) w poszczególnych analizowanych latach (Z2_Tabela 18).

Z2_Tabela 18. Zapotrzebowanie na energię końcową w scenariuszu redukcji emisji (Modele 1-3) - osłona kontrolna OKW2

	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050	
	Uśredniony budynek	Cała osłona kontrolna OKW2						
Zapotrzebowanie na energię końcową, MWh/rok	289,38	2 315,03	2 107,48	1 658,58	1 340,10	994,11	749,55	582,43
Marginies błędu, ± MWh/rok	22,92	183,32	155,16	130,82	104,92	78,57	57,72	39,74
w tym:								
Diesel, MWh	85,78	686,22	434,48	228,43	144,28	59,03	29,80	0,00
Benzyna, MWh	170,40	1 363,23	1 314,74	1 032,14	745,36	468,94	206,38	13,51
LPG, MWh	26,28	210,25	196,40	122,08	94,39	51,81	29,80	0,00
CNG, MWh	6,86	54,88	103,40	165,86	110,58	59,40	36,05	0,00
Energia elektryczna, MWh	0,06	0,45	58,47	110,07	245,48	354,93	447,51	568,92

Na podstawie powyższych obliczeń wyznaczono zapotrzebowanie na ładowarki (punkty ładowania) do samochodów elektrycznych w każdej analizowanej perspektywie czasowej. Aby obliczyć takie zapotrzebowanie potrzebne jest przejście z poziomu makro na poziom mikro. W tym konkretnym przypadku oznacza to posługiwanie się zapotrzebowaniem na energię elektryczną w wymiarze

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 162/194</p>

dobowym. Potrzebne jest także określenie liczby samochodów elektrycznych wymagających ładowania w osłonie kontrolnej oraz założenia dotyczące mocy ładowarek.

Zgodnie z założeniami przyjętymi w Etapie 1, obliczono liczbę pojazdów elektrycznych parkujących w osłonie kontrolnej OKW2, co przedstawia Z2_Tabela 19.

Z2_Tabela 19. Liczba parkujących pojazdów elektrycznych (BEV⁸²) w osłonie OKW 5 w scenariuszu redukcji emisji

		2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Osobowe, szt.	Hybryda+BEV	6,6	123,2	238,5	369,6	473,0	566,5	637,4
	BEV	0,5	65,1	136,7	297,6	439,8	546,5	632,3
Dostawcze - BEV, szt.		0,0	0,1	2,1	6,8	12,3	18,5	24,1

W obecnej sytuacji na rynku, standardy ładowania są już określone przez odpowiednie przepisy oraz technologie. Skutkują one podziałem ładowarek na następujące główne typy:


- ładowarki małe na prąd zmienny od 2 do 12 kW mocy (bez systemu wzmacniającego EVSE⁸³). Nadają się one głównie do powolnego ładowania pojazdów. Do obliczeń przyjęto moc takiej ładowarki 10 kW.
- ładowarki średnie na prąd zmienny od 7,5 do 22 kW mocy (z systemem wzmacniającym EVSE). Nadają się one głównie do powolnego ładowania pojazdów. Do obliczeń przyjęto maksymalną moc takiej ładowarki 22 kW.
- ładowarki duże na prąd stały powyżej 50 kW mocy, o maksymalnych możliwościach nawet 350kW. Nadają się one do szybkiego ładowania pojazdów, w tym pojazdów o dużych pojemnościach baterii. Do obliczeń przyjęto dwa rodzaje szybkich ładowarek – jedną o minimalnej mocy 50 kW oraz drugą o mocy 150 kW.

W celu obliczenia liczby potrzebnych ładowarek przyjęto dalsze następujące założenia:

- w obliczeniach uwzględniono wyłącznie pojazdy typu BEV;
- średni roczny przebieg pojazdu elektrycznego wyniesie 16 tys. km, co oznacza dobowy przebieg samochodu na poziomie ok. 43,8 km;
- średni dobowy czas eksploatacji ładowarki – 12 h/dobę;
- średni zasięg pojazdu elektrycznego wzrasta r/r, zgodnie z danymi, które przedstawia Z2_Tabela 20;
- rzeczywisty dystans przejechany przez samochód pomiędzy kolejnymi ładowaniami wynosi 85% średniego zasięgu pojazdu;
- średnie zużycie energii elektrycznej przez pojazd (kWh/100 km) w wyniku rozwoju technologicznego ulega obniżeniu w perspektywie 2050 roku zgodnie z danymi, które przedstawia Z2_Tabela 20.

⁸² BEV – pojazd wyłącznie elektryczny (ang.: *Battery Electric Vehicle*)

⁸³ EVSE – sprzęt do zasilania pojazdów elektrycznych (ang. *Electric Vehicle Supply Equipment*)

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 163/194

Z2_Tabela 20. Założenia przyjęte w analizie zapotrzebowania na energię w sektorze transportu


	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Średni zasięg pojazdu elektrycznego, km	250	300	350	400	500	600	700
Dystans przejechany pomiędzy ładowaniami pojazdu (85% zakresu nominalnego), km	212,5	255	297,5	340	425	510	595
Zużycie energii, kWh/100 km	20	19	18	17	16	15	14
Czasookres między ładowaniami pojazdu, dni	4,85	5,82	6,79	7,76	9,70	11,63	13,57

Dla poszczególnego rodzaju ładowarek wyznaczono prędkość ładowania pojazdu wyrażoną w kilometrach odzyskiwanego (ładowanego) zasięgu na godzinę, a następnie wyznaczono czas ładowania jednego pojazdu oraz liczbę pojazdów obsłużonych z jednej ładowarki w ciągu doby. Następnie wyznaczono czasookres pomiędzy kolejnymi doładowaniami uśrednionego pojazdu oraz liczbę pojazdów obsłużonych przez daną ładowarkę w ciągu pojedynczego czasookresu wyznaczonego dla jednego pojazdu. W ten sposób dla zamodelowanej liczby pojazdów elektrycznych występujących w danej osłonie kontrolnej wyznaczono minimalną liczbę ładowarek danej mocy niezbędnych do zaspokojenia potrzeb transportowych. Wyznaczono również wskaźnik liczby pojazdów elektrycznych przypadających na jedną ładowarkę. Wszystkie powyższe dane przedstawia Z2_Tabela 21.

Z2_Tabela 21. Prognoza liczby ładowarek elektrycznych w osłonie kontrolnej OKW2

	Moc ładowarki, kW	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Prędkość ładowania pojazdu, km/h ⁸⁴	10	50	53	56	59	63	67	71
	22	110	116	122	129	138	147	157
	50	250	263	278	294	313	333	357
	150	750	789	833	882	938	1 000	1 071
Czas ładowania jednego pojazdu, h	10	4,25	4,85	5,36	5,78	6,80	7,65	8,33
	22	1,93	2,20	2,43	2,63	3,09	3,48	3,79
	50	0,85	0,97	1,07	1,16	1,36	1,53	1,67
	150	0,28	0,32	0,36	0,39	0,45	0,51	0,56
Liczba samochodów obsłużonych z jednej ładowarki w ciągu doby, szt/dobę	10	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0
	22	6,0	5,0	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0
	50	14,0	12,0	11,0	10,0	8,0	7,0	7,0
	150	42,0	37,0	33,0	31,0	26,0	23,0	21,0
Liczba pojazdów obsłużonych przez 1 ładowarkę w ciągu czasookresu pomiędzy ładowaniami na stacji, szt.	10	9	11	13	15	9	11	13
	22	29	29	27	31	29	34	40
	50	67	69	74	77	77	81	95
	150	203	215	223	240	252	267	285

⁸⁴ Prędkość ładowania pojazdu oznacza liczbę kilometrów zasięgu pojazdu elektrycznego odzyskiwanych w czasie 1h ładowania z wykorzystaniem ładowarki danej mocy.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 164/194

	Moc ładowarki, kW	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Liczba ładowarek niezbędna do pokrycia potrzeb pojazdów, szt.	10	1	6	11	21	51	52	51
	22	1	3	6	10	16	17	17
	50	1	1	2	4	6	7	7
	150	1	1	1	2	2	3	3
Liczba pojazdów elektrycznych przypadających na 1 ładowarkę, szt. pojazdów/1 ładowarkę	10	0,5	10,9	12,6	14,5	8,9	10,9	12,9
	22	0,5	21,7	23,1	30,4	28,3	33,2	38,6
	50	0,5	65,2	69,4	76,1	75,4	80,7	93,8
	150	0,5	65,2	138,8	152,2	226,1	188,3	218,8

Oceniając liczbę ładowarek niezbędną do zabezpieczenia potrzeb mieszkańców osłony kontrolnej należy uwzględnić szereg czynników, na podstawie których podjęta zostanie decyzja o liczbie urządzeń. Z punktu widzenia konieczności zapewnienia dodatkowych mocy niezbędnych dla układów ładowania wzrost zapotrzebowania kształtuje się zgodnie z danymi, które przedstawia Z2_Tabela 22.


Z2_Tabela 22. Wzrost zapotrzebowania na moc wynikający z liczby ładowarek zainstalowanych wewnątrz osłony kontrolnej OKW2

	Moc ładowarki, kW	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Sumaryczna moc ładowarek w osłonie, kW	10	10	60	110	210	510	520	510
	22	22	66	132	220	352	374	374
	50	50	50	100	200	300	350	350
	150	150	150	150	300	300	450	450

kolor zielony – wartości minimalne w danym roku; kolor czerwony – wartości maksymalne w danym roku.

Wynikowe wielkości w zakresie zarówno liczby ładowarek, jak i wielkości potrzebnych nowych mocy energetycznych potrzebnych do ładowania pojazdów stawiają w nowym świetle aktualne plany instalacji ładowarek na terenie miasta. W planie budowy ogólnodostępnych stacji ładowania na terenie miasta ma ich powstać łącznie 1 000 sztuk (faktycznie 815 sztuk nowych ładowarek, gdyż 185 ładowarek już jest zainstalowanych). Tymczasem do ładowania wszystkich pojazdów elektrycznych w jednej tylko osłonie kontrolnej w 2050 roku może być potrzebnych od 3 do 51 ładowarek w zależności od mocy. Ładowarki o mocy 22 kW – takie jak planowane dla potrzeb ogólnodostępnych - byłyby potrzebne w liczbie 17 sztuk.

Jednak ładowanie pojazdów elektrycznych w ramach wyznaczonych osłon kontrolnych nie należy obecnie do domeny publicznej, lecz do domeny prywatnej. Ładowarki publiczne trzeba traktować jak niezbędne uzupełnienie sieci ładowarek prywatnych. Ładowarki publiczne mają zapewniać niezbędne bezpieczeństwo użytkownikom pojazdów elektrycznych w sytuacjach krytycznych uzupełniając niedobory energii w pojeździe prywatnym. Natomiast ładowarki prywatne będą działać jako podstawowe źródło ładowania pojazdu. Całkowicie odwraca to obecny rynek tankowania pojazdu, w którym podstawowym miejscem tankowania są stacje paliw.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 165/194</p>

W związku z koniecznością ładowania pojazdów w domenie prywatnej, istniejące domy jednorodzinne oraz domy wielorodzinne – jak w osłonie kontrolnej OKW2 będą musiały być wyposażone w dodatkową moc przyłączeniową dla ładowarek elektrycznych. Ze względu na docelową moc całkowitą – w osłonie kontrolnej docelowo od 350 kW do 510 kW, czyli nawet 40% obecnie wykorzystywanej mocy przyłączeniowej w budynkach, zasadnym wydaje się tworzenie dodatkowych, odrębnych punktów podłączeniowych (transformatorów) na potrzeby ładowania pojazdów w domenie prywatnej dla domów wielorodzinnych. **Zasadnym będzie stworzenie osobnego planu budowy tego typu punktów podłączeniowych w sieci energetycznej m.st. Warszawy dla każdego osiedla, do których będą podłączali się prywatni użytkownicy (grupowi lub indywidualni) ładowarek elektrycznych.**


Jednocześnie należy zwrócić uwagę, że ze względu na rysujące się na horyzoncie ograniczenia i możliwości nowego systemu energetycznego opartego na zasadach monizmu, istnieją co najmniej dwie przesłanki do zapewnienia w systemie energetycznym co najmniej takiej liczby ładowarek dla pojazdów, co liczba pojazdów elektrycznych. Są to następujące przesłanki:

- W sytuacji wykorzystania w większości mocy OZE w systemie, nawet wszystkie pojazdy będą/powinny być ładowane w okresie szczytowej produkcji energii z OZE;
- W sytuacji możliwości wykorzystania technologii Vehicle-to-Grid, powinna być zapewniona możliwość wykorzystywania mocy zgromadzonej w bateriach z prawie każdego pojazdu jednocześnie.
- Obydwie te przesłanki przemawiają za pójściem w kierunku zapewnienia także zapasowej/nadmiarowej mocy w sieci energetycznej na potrzeby ładowania i wykorzystywania energii z pojazdów ponad maksymalną obliczoną dla osłony kontrolnej OKW2.

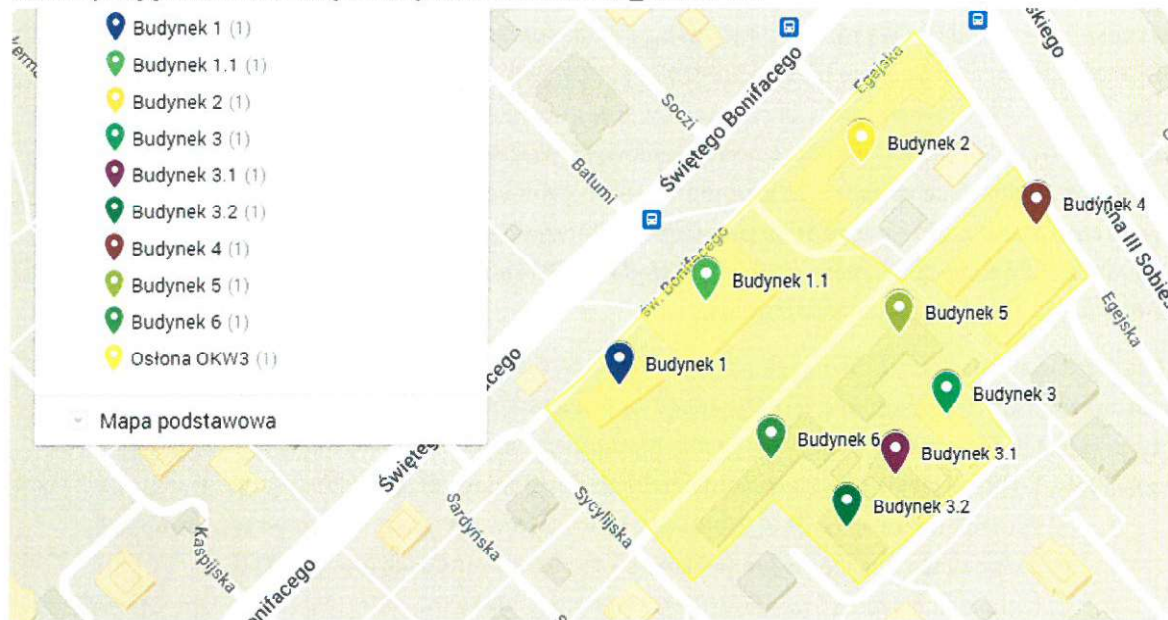
2. Osłona kontrolna OKW3 – osiedle mieszkaniowe – zabudowa wielorodzinna nowa z częścią o charakterze handlowo-usługowym

OPIS OSŁONY I ZUŻYCIE ENERGII

Osłona kontrolna OKW3 obejmuje 9 budynków, spośród których 7 to budynki 6-kondygnacyjne, a dwa składają się z częściowo z 6, 8 oraz 12 kondygnacji. W osłonie istnieją budynki identyczne pod względem budowy tj. budynek 1 z budynkiem 1.1 oraz budynek 3 z budynkami 3.1 oraz 3.2. Budynki zlokalizowane są w obrębie jednego osiedla mieszkaniowego w Dzielnicy Mokotów zarządzanych przez administrację osiedla w ramach spółdzielni mieszkaniowej. Wszystkie budynki są zbudowane w technologii nowego budownictwa i zostały oddane do użytkowania w latach 2007-2014. Budynki są zaizolowane termicznie z wykorzystaniem wełny mineralnej o grubości warstwy 12 i 15 cm, a zaopatrzenie w ciepło (zarówno na potrzeby c.o. jak i c.w.u.) następuje z warszawskiej sieci ciepłowniczej. W siedmiu z nich znajduje się wydzielona część handlowo-usługowa. Obszar całej osłony pokazano na Z2_Rys. 19. Podstawowe dane opisujące analizowane budynki, w tym dane


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p>Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p align="center">Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 166/194</p>

dotyczące zużycia w ujęciu miesięcznym za rok 2019 przedstawia Z2_Tabela 23 oraz Z2_Rys. 20, a dane opisujące zbiorczo całą osłonę OKW3 zawiera Z2_Tabela 24.




Z2_Rys. 19. Osłona kontrolna OKW3⁸⁵

⁸⁵ Opracowanie własne na podstawie Map Google.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumentów	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego	Strona/Stron 167/194
Urząd Miasta Stołecznego Warszawy		

Z2_Tabela 23. Osłona kontrolna OKW3 – podstawowe informacje oraz zużycie ciepła. Stan na rok 2019

	Budynek 1 (budynek 1.1)		Budynek 2		Budynek 3 (3.1, 3.2)		Budynek 4		Budynek 5		Budynek 6	
	2014	2013	2013	2006	2009	2008	2007	2007	2008	2007	2007	2007
Przybliżony rok budowy	12 cm i 15 cm, wełna	12 i 15 cm, wełna	12 i 15 cm, wełna	12 i 15 cm wełna	12 i 15 cm, wełna	12 i 15 cm, wełna	12 i 15 cm, wełna	12 i 15 cm, wełna	12 i 15 cm, wełna	12 i 15 cm, wełna	12 i 15 cm, wełna	12 i 15 cm, wełna
Rodzaj i grubość izolacji												
Mieszkania												
Liczba	71	121	121	87	118	58	72	72	58	72	72	72
Powierzchnia użytkowa, m ²	4 399,0	7 694,0	7 694,0	5 128,2	7 130,5	3 709,9	4 309,2	4 309,2	3 709,9	4 309,2	4 309,2	4 309,2
Roczne zużycie gazu, MWh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Roczne zużycie en. elektr., MWh	134,0	228,4	228,4	164,3	222,8	109,5	135,9	135,9	109,5	135,9	135,9	135,9
Roczne zużycie en. elektr. w częściach wspólnych, MWh	57,91	308,44	308,44	73,19	72,94	45,22	36,72	36,72	45,22	36,72	36,72	36,72
Liczba mieszkańców	115	169	169	144	205	118	123	123	118	123	123	123
Źródło ciepła dla budynku	m.s.c.	m.s.c.	m.s.c.	m.s.c.	m.s.c.	m.s.c.	m.s.c.	m.s.c.	m.s.c.	m.s.c.	m.s.c.	m.s.c.
Roczne zużycie ciepła, GJ	c.o. c.w.u.	c.o. c.w.u.	c.o. c.w.u.	c.o. c.w.u.	c.o. c.w.u.	c.o. c.w.u.	c.o. c.w.u.	c.o. c.w.u.	c.o. c.w.u.	c.o. c.w.u.	c.o. c.w.u.	c.o. c.w.u.
styczeń	271,5	338,0	327,9	384,0	502,6	226,6	270,1	270,1	226,6	270,1	270,1	270,1
lutego	179,9	223,6	219,2	257,4	341,2	154,4	180,6	180,6	154,4	180,6	180,6	180,6
marzec	135,5	186,2	180,9	199,8	269,0	114,8	141,3	141,3	114,8	141,3	141,3	141,3
kwiecień	73,7	114,7	114,7	123,7	170,3	68,9	69,2	69,2	68,9	69,2	69,2	69,2
maj	20,9	74,7	105,7	78,1	107,3	39,9	59,1	59,1	39,9	59,1	59,1	59,1
czerwiec	0,0	48,8	26,9	7,7	10,4	55,5	72,0	72,0	55,5	72,0	72,0	72,0
lipiec	0,0	45,9	27,2	7,1	6,3	3,1	45,4	45,4	3,1	45,4	45,4	45,4
sierpień	0,0	49,8	5,1	7,1	6,3	1,0	42,0	42,0	1,0	42,0	42,0	42,0
wrzesień	1,8	41,3	0,0	1,6	2,1	1,6	42,1	42,1	1,6	42,1	42,1	42,1
październik	40,6	63,7	92,0	105,5	63,0	4,2	35,6	35,6	4,2	35,6	35,6	35,6
listopad	69,7	53,3	146,7	151,1	114,0	51,0	56,5	56,5	51,0	56,5	56,5	56,5
grudzień	120,3	50,4	244,5	193,1	163,2	77,2	50,9	50,9	77,2	50,9	50,9	50,9
Moc zamówiona, kW	c.o. c.w.u.	c.o. c.w.u.	c.o. c.w.u.	c.o. c.w.u.	c.o. c.w.u.	c.o. c.w.u.	c.o. c.w.u.	c.o. c.w.u.	c.o. c.w.u.	c.o. c.w.u.	c.o. c.w.u.	c.o. c.w.u.
	319,5	687,6	190,9	233,1	333,6	168,4	88,8	88,8	168,4	88,8	88,8	88,8
Powierzchnia usługowa, m ²	58,6	2335,7	2335,7	53,2	634,6	-	70,2	70,2	-	70,2	70,2	70,2
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową (c.o. i c.w.u.), kWh/m ² /rok	101,4	83,8	83,8	123,8	109,9	105,8	106,9	106,9	105,8	106,9	106,9	106,9

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 168/194

Z2_Tabela 24. Ośłona kontrolna OKW3 – zbiorcze podsumowanie rocznego zużycia energii. Stan na rok 2019

	Ośłona kontrolna OKW3
Mieszkania	
Liczba	772
Powierzchnia użytkowa, m ²	47 024,2
Zużycie energii elektrycznej, MWh	2 256,2
W mieszkaniach ⁸⁶	1 457,5
W częściach wspólnych	798,7
Zużycie ciepła, GJ	19 352,5
c.o.	11 638,4
c.w.u.	7 714,1
Moc zamówiona, kW	3 623,0
c.o.	2 729,5
c.w.u.	893,5
Zużycie gazu ziemnego⁸⁷, MWh	386,0
Powierzchnia usługowa, m²	3 247,1

⁸⁶ Oszacowanie na podstawie wartości jednostkowego zapotrzebowania na energię elektryczną dla gospodarstw domowych w Warszawie wynoszącego 1 888 kWh/gosp./rok.

⁸⁷ Oszacowanie na podstawie wartości jednostkowego zapotrzebowania na gaz do przygotowania posiłków dla gospodarstw domowych w Warszawie wynoszącego 500 kWh/gosp./rok.



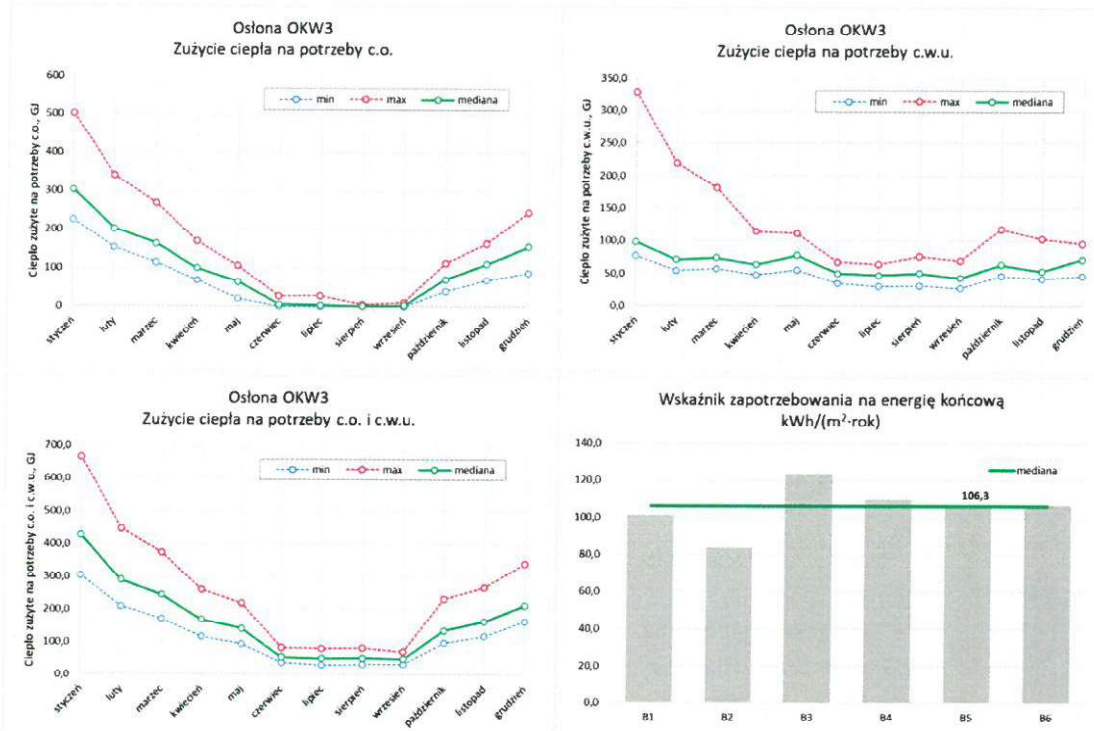
Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu

Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego

Nr ewidencyjny
86/TE/2022

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
169/194




22_Rys. 20. Osłona kontrolna OKW3 - Wykresy zmienności zużycia ciepła w budynkach oraz wartość wskaźnika zapotrzebowania na energię końcową (B1...B6 – numery budynków)

MOŻLIWOŚCI W ZAKRESIE PASYWIZACJI BUDOWNICTWA

W ramach analizy przyjęto realizację przedsięwzięć zmniejszających zapotrzebowanie na energię końcową budynków mieszkalnych zlokalizowanych w osłonie kontrolnej.

Działania przyjęte do realizacji dla budynku wielorodzinnego znajdującego się w osłonie kontrolnej OKW3 podzielono na II etapy. W I etapie planowane jest docieplenie budynku oraz wymiana stolarki okiennej i drzwiowej. W etapie II planowana jest zmiana źródła ciepła i c.w.u. z ciepła systemowego na pompę ciepła, montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, wymiana okien na okna z powłoką kwantową i montaż OZE na dachu i elewacji. Założono, że panele fotowoltaiczne zostaną zainstalowane powyżej III kondygnacji na elewacji południowej, wschodniej i zachodniej oraz na osłonach balkonowych. Na dachu zostaną zamontowane panele fotowoltaiczne na ok. 30% powierzchni dachu oraz na zadaszeniach balkonów.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 170/194

Z2_Tabela 25. Zestawienie działań pasywyzacyjnych oraz działań w zakresie wytwarzania energii odnawialnej – budynek nr 3 w osłonie kontrolnej OKW3

Przeграда /system /komponent	Stan obecny	Etap I 2023-2035	Etap II 2036-2050
Ściany zewnętrzne	Pustak, docieplenie 12/15 cm $U = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$	docieplenie do poziomu $U = 0,10^* \text{ W/m}^2\text{K}$	-
Ściany zewnętrzne przy gruncie	Żelbet, brak docieplenia $U = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$	docieplenie do poziomu $U = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$	-
Stropodach	Żelbet, docieplenie $U = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$	docieplenie do poziomu $U = 0,10^* \text{ W/m}^2\text{K}$	
Strop nad garażem	Żelbet, brak izolacji termicznej $U = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$	docieplenie do poziomu $U = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Okna zewnętrzne	Częściowo wymieniono: $U = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g = 0,7$	Wymiana na okna: $U = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g = 0,5$	
	Brak urządzeń zacięniających Stopień zacięnienia wynikający z usytuowania budynku oraz warunków pogodowych – 30% latem, 20% zimą.	Brak urządzeń zacięniających Stopień zacięnienia wynikający z usytuowania budynku oraz warunków pogodowych – 30% latem, 20% zimą.	
	Brak OZE	-	Szyby z powłoką kwantową (wszystkie) w oknach powyżej III kondygnacji. Moc zainstalowana PV: W – moc 3,5 kW na powierzchni 87,5 m ² , produkcja 1,38 MWh. S – 1,5 kW na powierzchni 37,5 m ² , produkcja 0,96 MWh. E – 4,5 kW na powierzchni 113 m ² , produkcja 2,86 MWh. Łączna produkcja z PV na powierzchni okien – 5,2 MWh.
Drzwi zewnętrzne	Wymieniono na nowe, $U = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$	Wymiana na drzwi: $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$	-
Źródło ciepła	Węzeł ciepłowniczy sprawność $\eta_g = 0,93$	-	Pompa ciepła COP = 3,00



**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego

Nr ewidencyjny
86/TE/2022


Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
171/194

Przegroda /system /komponent	Stan obecny	Etap I 2023-2035	Etap II 2036-2050
System ogrzewania	Sprawność przesyłu $\eta_d = 0,96$ wykorzystania $\eta_e = 0,93$	-	Sprawność przesyłu $\eta_d = 1,00$ wykorzystania $\eta_e = 0,93$
Wentylacja	Grawitacyjna	-	Mechaniczna z odzyskiem ciepła, sprawność odzysku $\eta = 0,65$
Wytwarzanie c.w.u.	Węzeł ciepłowniczy sprawność $\eta_w = 0,65$	Redukcja zużycia wody o 20%.**	Pompa ciepła COP = 1,85
Układ chłodzenia	Brak	-	Pompa ciepła współczynnik efektywności chłodzenia 3,5
Fotowoltaika na dachu	Brak	-	Moc – 80 kW, powierzchnia 320,00m ² , produkcja 81,46 MWh
Fotowoltaika na ścianach	Brak	-	Przyjęto panele na elewacji powyżej III kondygnacji. E – moc 110,00 kW na powierzchni 408 m ² ; produkcja 70,0 MWh S – moc 35,00 kW na powierzchni 140 m ² ; produkcja 22,28 MWh W – moc 110,00 kW na powierzchni 440 m ² ; produkcja 43,4 MWh łączna produkcja z PV na powierzchni ścian – 135,68 MWh
Turbiny wiatrowe na dachu	Brak	-	Liczba – 4 szt. Moc 2,0 kW/szt, produkcja 9,81 MWh.

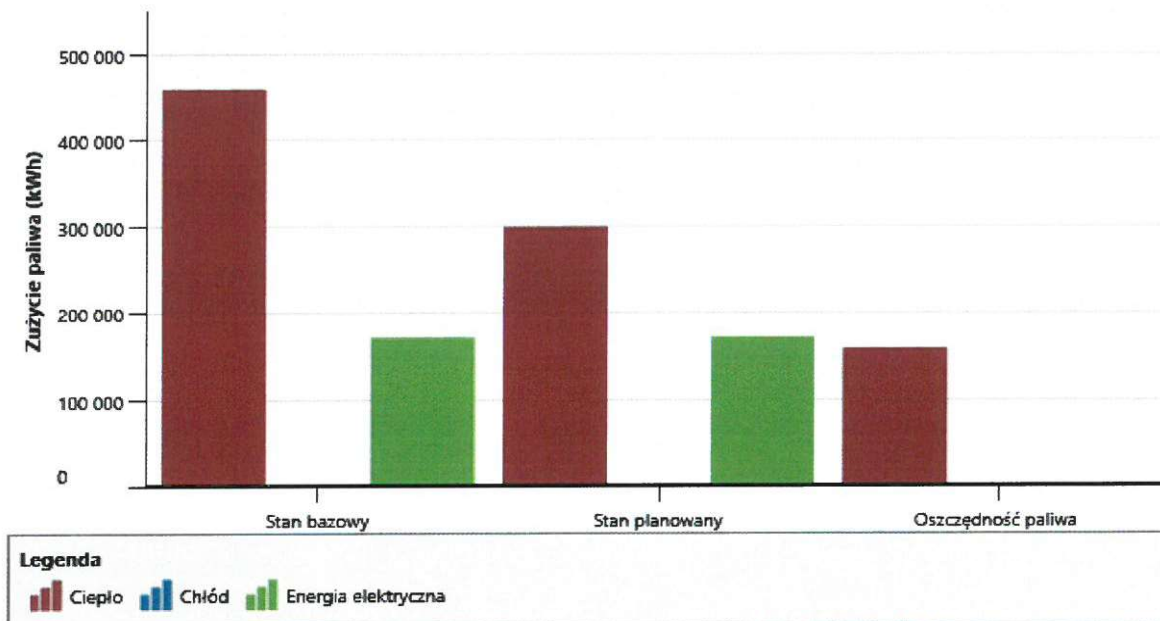
*Wartości wynikające z WT2021

**zastosowanie perlatorów, obniżenie ciśnienia, regulacja obiegów.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 172/194</p>

Wyniki obliczeń przeprowadzonych w modelu RetScreen Expert dla poszczególnych etapów przedstawiono w poniższych tabelach oraz na poniższych rysunkach:


Etap I



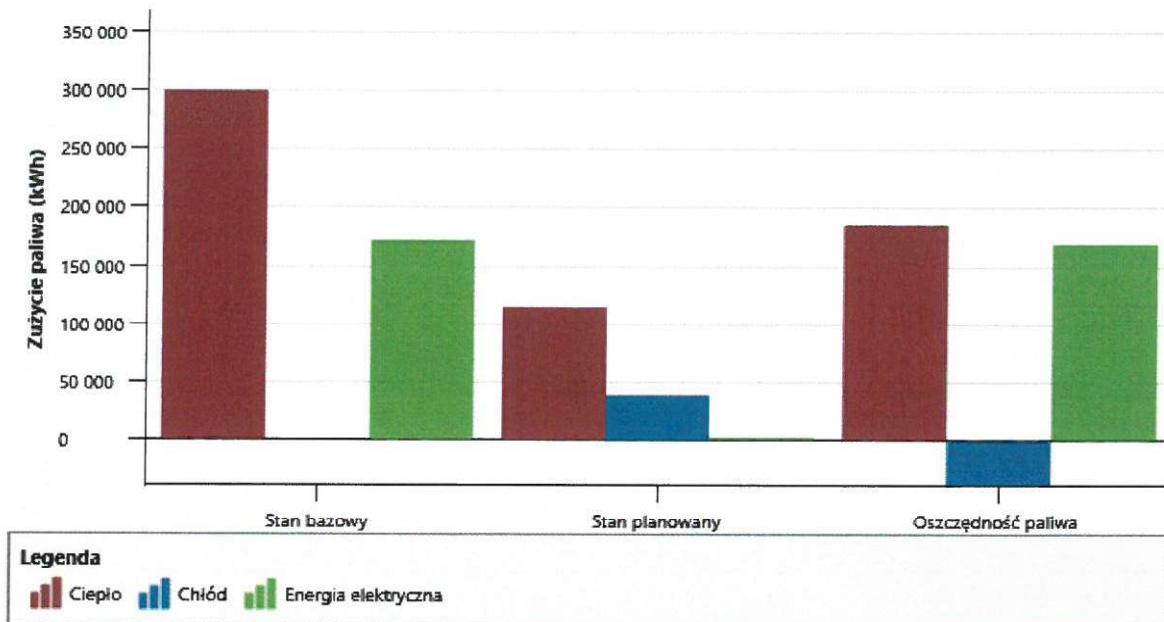
Z2_Rys. 21. Wyniki obliczeń Etap I – budynek w osłonie OKW3

Z2_Tabela 26. Wyniki obliczeń Etap I – budynek w osłonie OKW3

Zużycie paliwa	Energia końcowa c.o., c.w.u., wentylacja	Energia kończąca chłód	Energia elektryczna – oświetlenie, domowe urządzenia elektryczne	Razem
	kWh	kWh	kWh	kWh
Stan bazowy	459 277	0	172 080	631 357
Stan planowany	299 543	0	172 080	471 623
Oszczędność paliwa	15 734	0	0	15 734
Oszczędność paliwa – procent	34,8%	0%	0%	25,3%

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 173/194</p>

Etap II




Z2_Rys. 22. Wyniki obliczeń Etap II – budynek w osłonie OKW3

Z2_Tabela 27. Wyniki obliczeń Etap II – budynek w osłonie OKW3

Zużycie paliwa	Energia końcowa c.o., c.w.u., wentylacja	Energia końcowa chłód	Energia elektryczna – oświetlenie, domowe urządzenia elektryczne	Razem
	kWh	kWh	kWh	kWh
Stan bazowy	299 543	0	172 080	471 623
Stan planowany	114 571	39 288	2 996	156 855
Oszczędność paliwa	184 972	-39 288	169 084	314 768
Oszczędność paliwa – procent	61,8%	0%	98,3%	66,7%

Porównanie wskaźnikowe rezultatów działań podjętych w poszczególnych etapach dla budynku zlokalizowanego w osłonie kontrolnej OKW3 zestawiono w poniższej tabeli (Z2_Tabela 28).

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 174/194

Z2_Tabela 28. Wyniki obliczeń: Etap I oraz Etap II – budynek w osłonie OKW3

	Stan bazowy	Etap I	Etap 2
Lata realizacji	-	do roku 2035	2036 – 2050
Redukcja zapotrzebowania na energię końcową dla osłony kontrolnej	-	-25,3%	-75,2%
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej, kWh/m ² rok	147	109	36
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja – ciepło sieciowe, kWh/m ² rok	60	36	-
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja – energia elektryczna, kWh/m ² rok	-	-	15
Sprawność całkowita – ogrzewanie, %	83	83	279
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: c.w.u. – ciepło sieciowe, kWh/m ² rok	46	33	
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: c.w.u. – energia elektryczna, kWh/m ² rok			12
Sprawność całkowita – c.w.u., %	65	65	185
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja, c.w.u. – ciepło sieciowe, kWh/m ² rok	107	70	-
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja, c.w.u. – energia elektryczna, kWh/m ² rok	-	-	27


*Wartości wynikające z WT2021

**zastosowanie perlatorów, obniżenie ciśnienia, regulacja obiegów.

ŹRÓDŁA ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Analizując układy wytwarzające energię elektryczną na potrzeby budynków w osłonie OKW3 przeprowadzono analogiczne postępowanie jak w przypadku osłony OKW2. Przyjęto te same rodzaje rozwiązań zarówno w zakresie układów PV jak również mikroźródeł wiatrowych, a także parametry je charakteryzujące.

Poniższa tabela (Z2_Tabela 29) zawiera podsumowanie podstawowych parametrów instalacji PV, którą można zlokalizować na analizowanym budynku, natomiast informacje dotyczące możliwości uzysku energii elektrycznej z powierzchni szyb przedstawia Z2_Tabela 30.


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 175/194</p>

Z2_Tabela 29. Zestawienie informacji – instalacje PV na budynku w osłonie kontrolnej OKW3

Miejsce instalacji PV	Podstawowe parametry	Moc	Produkcja roczna	Uzysk	Koszt instalacji
		kWp	MWh	MWh/kWp	zł
Dach	<ul style="list-style-type: none"> - Powierzchnia: 320 m² - Kat nachylenia: 34° - Azymut: 0° 	80	81,46	1,02	288 000
Elewacja, strona południowa	<ul style="list-style-type: none"> - Powierzchnia: 140 m² - Rozmieszczenie: od 3 kondygnacji - Kat nachylenia: 90° - Azymut: 45° 	35	22,28	0,64	138 600
Elewacja, strona wschodnia	<ul style="list-style-type: none"> - Powierzchnia: 440 m² - Rozmieszczenie: od 3 kondygnacji - Kat nachylenia: 90° - Azymut: -45° 	110	70,00	0,63	435 600
Elewacja, strona zachodnia	<ul style="list-style-type: none"> - Powierzchnia: 440 m² - Rozmieszczenie: od 3 kondygnacji - Kat nachylenia: 90° - Azymut: 135° 	110	43,4	0,39	435 600
RAZEM		335	217,14		1 297 800

Z2_Tabela 30. Zestawienie informacji – okna wykorzystujące technologię kropki kwantowej w budynku osłony kontrolnej OKW3

Miejsce instalacji	Podstawowe parametry	Moc	Produkcja roczna	Uzysk	Koszt instalacji
		kWp	MWh	MWh/kWp	zł
Okna, strona południowa	<ul style="list-style-type: none"> - Powierzchnia: 37,5 m² - Wszystkie okna - Kat nachylenia: 90° - Azymut: 45° 	1,5	0,96	0,64	82 500
Okna, strona wschodnia	<ul style="list-style-type: none"> - Powierzchnia: 113 m² - Wszystkie okna - Kat nachylenia: 90° - Azymut: -45° 	4,5	2,86	0,63	248 600

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 176/194

Okna, strona zachodnia	– Powierzchnia: 87,5 m ²				
	– Wszystkie okna	3,5	1,38	0,4	192 500
	– Kat nachylenia: 90°				
	– Azymut: 135°				
	RAZEM	9,5	5,2		523 600

Dla budynku w osłonie kontrolnej OKW3 sumaryczna moc zainstalowana w technologii paneli fotowoltaicznych zamontowanych na dachu i elewacjach bocznych oraz szyb kwantowych wynosi 344,5 kWp. Roczny wolumen energii elektrycznej pochodzącej z wyżej wymienionych instalacji to 222,34 MWh. Koszt instalacji PV oraz okien z powłoką kwantową dla jednego budynku wynosi 1 821 400 zł.⁸⁸

ELEKTRYFIKACJA CIEPŁOWNICTWA – ZASTOSOWANIE POMP CIEPŁA

Obliczenia w zakresie doboru pomp ciepła zrealizowano zgodnie z założeniami opisanymi w rozdziale 10.2 dla elektryfikacji ciepłownictwa. Dla przykładowego budynku wchodzącego w skład osłony OKW3 zamodelowano godzinową zmienność poboru energii elektrycznej przez pompę i uzyskaną charakterystykę wykorzystano przy bilansowaniu zapotrzebowania na energię pojedynczego budynku. Wykres zmienności zapotrzebowania na ciepło dla analizowanego budynku i wynikającą z tego wartość chwilowego zapotrzebowania na energię elektryczną dla pompy ciepła przedstawiono na Z2_Rys. 23, podczas gdy na Z2_Rys. 24 przedstawiono chwilowe wartości współczynnika COP dla pompy ciepła.

⁸⁸ Ceny zamieszczone w tabelach pochodzą z ofert przedstawionych przez dostawców tego typu instalacji, działających na polskim rynku.

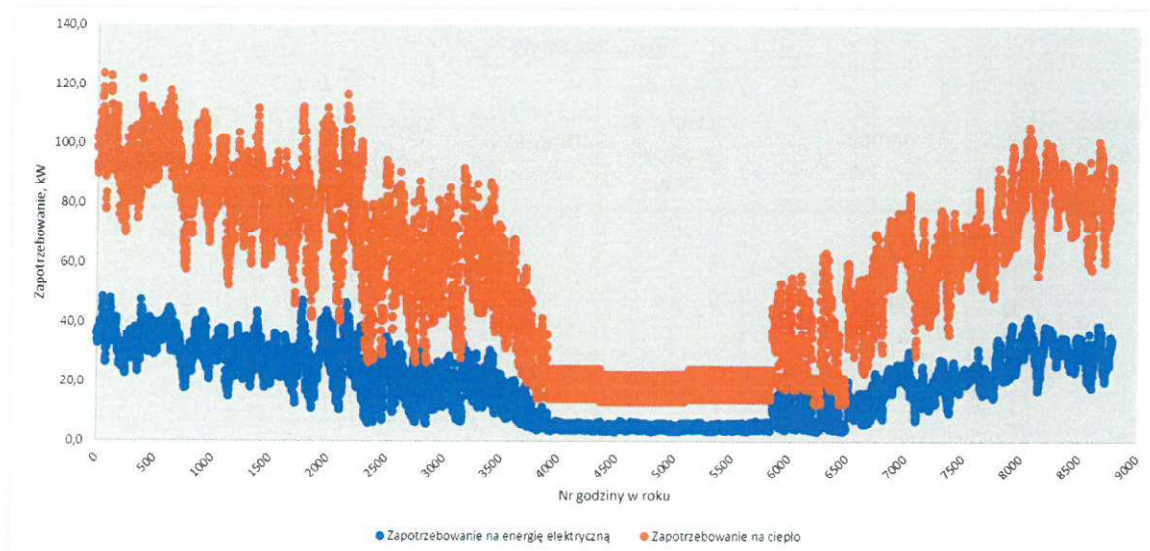


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego

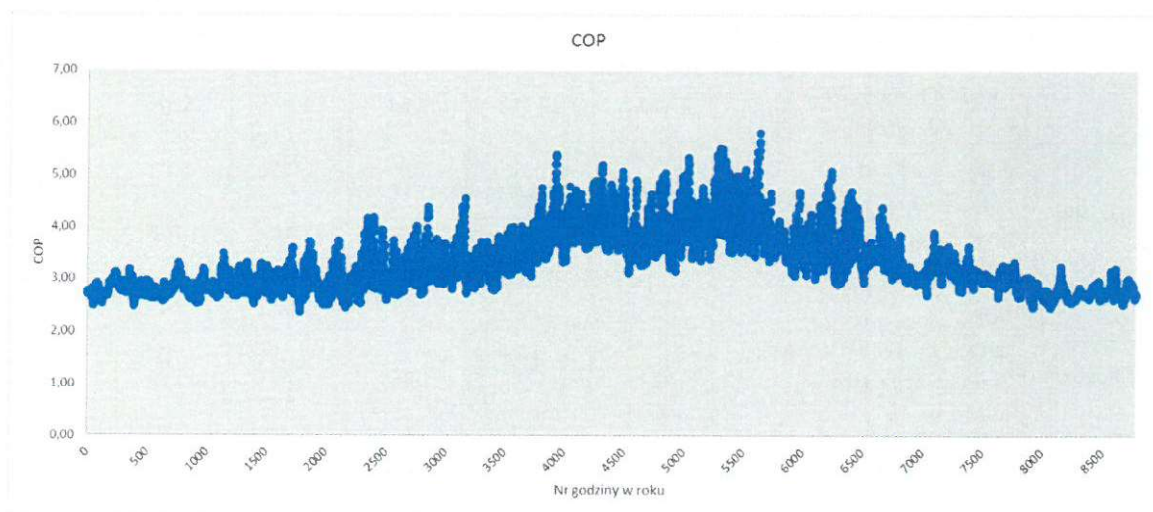
Nr ewidencyjny
86/TE/2022

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy


Strona/Stron
177/194



Z2_Rys. 23. Zmienność zapotrzebowania na ciepło w budynku oraz zapotrzebowania na energię elektryczną dla pompy ciepła



Z2_Rys. 24. Zmienność współczynnika COP pompy ciepła

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 178/194


Z2_Tabela 31. Wzrost zapotrzebowania na moc elektryczną wynikający z zainstalowania pomp ciepła wewnątrz osłony kontrolnej OKW3

Źródło ciepła CO	Parametr	Przykładowy budynek w osłonie OKW2	OKW3				
			Obecnie z m.s.c.	Każdy budynek z dedykowanym układem pomp ciepła		Wspólny układ pomp ciepła dla całej osłony OKW2	
	Analizowany rok	2020	2020	2035	2050	2035	2050
	Wskaźnik zużycia ciepła (c.o., cw.u., klima.), kWh/m2/rok	107	107	70	27	70	27
	Wartość względem roku 2020	100%	100%	65%	25%	65%	25%
	Zapotrzebowanie szczytowe CO, kW	200	2 730	1 047	404	1 786	689
	Zapotrzebowanie szczytowe CWU, kW	70	893	560	560	893	893
	Zapotrzebowanie szczytowe CO+CWU, kW	270	3 623	1 607	964	2 679	1 582
	Zapotrzebowanie roczne CO, GJ/rok	1 520	11 638	7 954	3 068	7 614	2 937
	Zapotrzebowanie roczne CWU, GJ/rok	790	7 714	6 323	6 323	7 714	7 714
	Zapotrzebowanie roczne CO+CWU, GJ/rok	2 310	19 353	14 277	9 391	15 328	10 651
Grzejniki	COP	-	-	2,0	2,5	2,5	3,0
	Zużycie energii elektrycznej przez pompy ciepła, MWh/rok	-	-	1 983	1 043	1 703	986
Ogrzewanie podłogowe	COP	-	-	2,9	3,5	3,4	4,0
	Zużycie energii elektrycznej przez pompy ciepła, MWh/rok	-	-	1 368	745	1 252	740

Z przeprowadzonej analizy wynika, że:

- Współczynnik COP jest wyższy dla pomp ciepła o wyższej mocy, dlatego w wariancie z układem pomp dedykowanym dla poszczególnych budynków współczynnik COP jest niższy.
- Zużycie energii elektrycznej jest niższe w przypadku zastosowania wariantu z układem pomp wspólnym dla wszystkich budynków w osłonie OKW3 (tj. w przypadku zastosowania większych pomp) od wariantu z układem pomp dedykowanych dla poszczególnych budynków w osłonie OKW3.

Ponadto informacyjnie w analizie przedstawiono wartości zużycia energii elektrycznej w przypadku zmiany źródła ciepła z grzejników na ogrzewanie podłogowe. W przypadku ogrzewania podłogowego zużycie energii elektrycznej przez pompy jest niższe. Mimo oszczędności energii elektrycznej należy nadmienić, że wariant ten jest kłopotliwy w realizacji – należałoby zmodernizować wewnętrzne

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 179/194

instalacje budynków poprzez demontaż grzejników i instalację ogrzewania podłogowego co wiązałoby się z wysokimi nakładami inwestycyjnymi. Pojawia się ponadto problem organizacyjny, tj. na czas instalacji systemu należałoby zapewnić mieszkańcom lokum zastępcze.

Wykonawca nie rekomenduje tego wariantu do realizacji.


ANALIZA POKRYCIA BILANSU BUDYNKU W MONIZMIE ELEKTRYCZNYM ORAZ WPŁYWU ŹRÓDEŁ OZE NA SIEĆ ELEKTROENERGETYCZNĄ

W celu określenia stopnia niezbilansowania potrzeb w zakresie energii elektrycznej przeprowadzono analizę polegającą na określeniu godzinowych profili poboru i produkcji energii elektrycznej oraz podjęto próbę określenia wpływu proponowanych rozwiązań na sieć elektroenergetyczną. Zestawienie potrzeb w zakresie energii elektrycznej oraz wolumenów produkcji ze źródeł odnawialnych zlokalizowanych na budynku przedstawia Z2_Tabela 32.

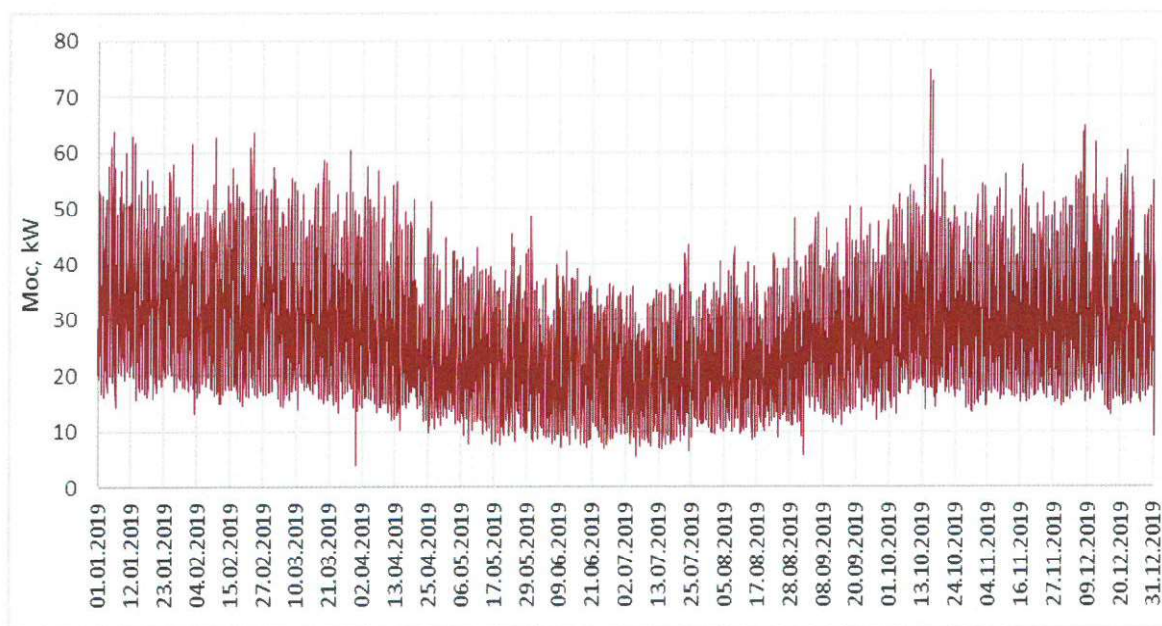
Z2_Tabela 32. Popyt i podaż energii elektrycznej – budynek w osłonie kontrolnej OKW3

	Moc kW	Energia MWh
Zapotrzebowanie na energię elektryczną		
Energia elektryczna dla mieszkańców	-	237,446
Pompa ciepła	-	163,981
Zapotrzebowanie - SUMA		401,427
Produkcja energii elektrycznej		
Panele PV - dach	80,00	81,085
Panele PV – elewacja S	35,00	22,400
Panele PV – elewacja W	110,00	42,900
Panele PV – elewacja E	110,00	69,300
Panele PV – okna S	1,50	0,960
Panele PV – okna W	3,50	1,400
Panele PV – okna E	4,50	2,835
Mikroźródło wiatrowe, 4 szt po 2kW	8,00	10,037
Wytwarzanie energii elektrycznej - SUMA	352,500	230,918

Analiza zbilansowania energii została wykonana na podstawie rzeczywistego profilu zużycia energii właściwego dla gospodarstw domowych w budownictwie wielomieszkaniowym, właściwego dla osłony kontrolnej OKW2. Pozyskanie tego typu danych od spółdzielni jest niemożliwe ponieważ wszyscy mieszkańcy spółdzielni zaopatrywani są w energię elektryczną na podstawie indywidualnych umów z Operatorem Sieci Dystrybucyjnej, w związku z czym spółdzielnia takich danych nie posiada. W związku z powyższym profil właściwy dla gospodarstw określony dla OKW2 został przeskalowany


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 180/194</p>

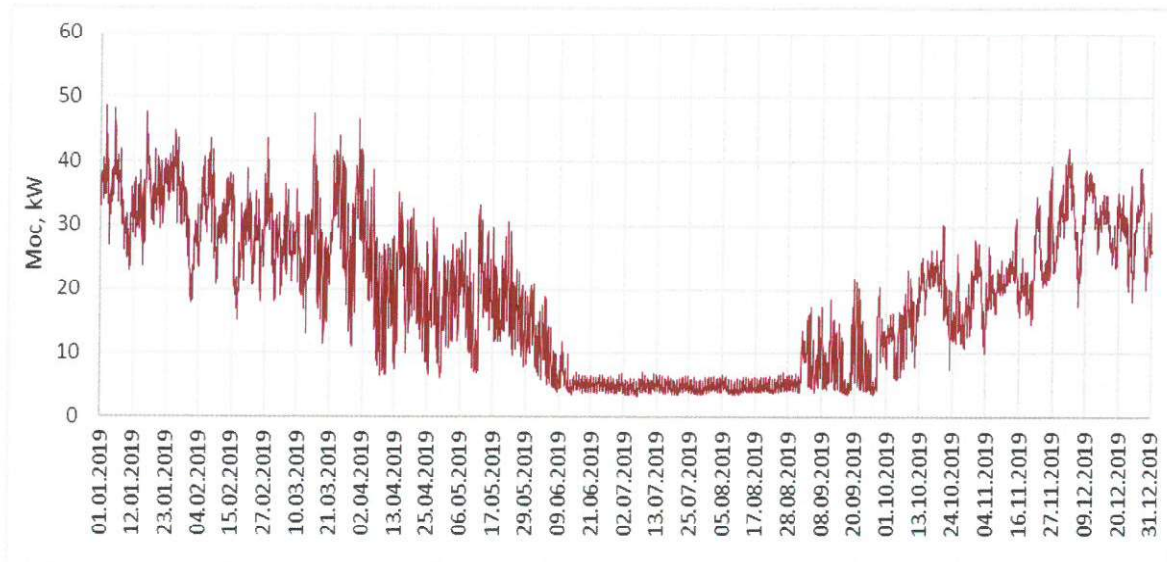
dla pojedynczego budynku na podstawie jego szacunkowego rocznego zużycia energii elektrycznej –
Z2_Rys. 25.



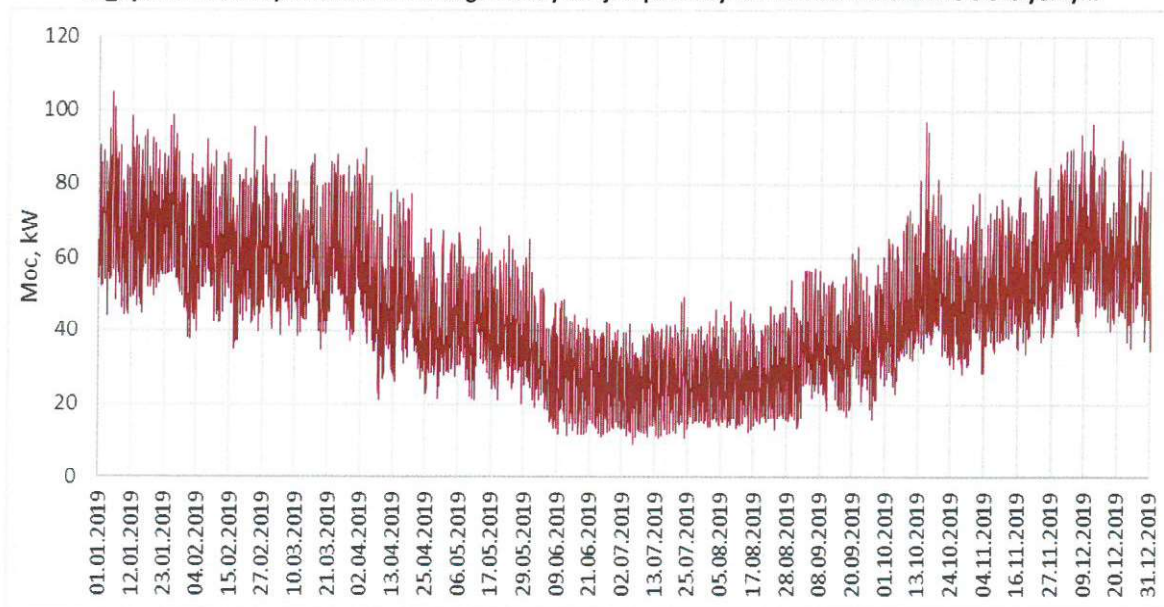
Z2_Rys. 25. Profil zapotrzebowania budynku wielorodzinnego w osłonie OKW3 – stan obecny (2019)

Przeanalizowano wpływ elektryfikacji ciepłownictwa na profil zapotrzebowania (po pasytywizacji budownictwa). Zakłada się pokrycie za pomocą pomp ciepła zarówno potrzeb ogrzewania jak i przygotowania c.w.u. Profil zapotrzebowania pompy ciepła zamieszczono na Z2_Rys. 26, a sumaryczny profil w monizmie elektrycznym zamieszczono na Z2_Rys. 27.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 181/194</p>



Z2_Rys. 26. Profil zapotrzebowania energii elektrycznej na potrzeby c.o. i c.w.u. w monizmie elektrycznym



Z2_Rys. 27. Profil zapotrzebowania budynku na energię elektryczną i ciepło (za pomocą pomp ciepła)

Oceniając potencjał lokalnego zbilansowania założono maksymalną możliwą do zainstalowania moc pochodzącą ze źródeł PV oraz czterech mikroelektrowni wiatrowych (każda po 2 kW). Zestawienie zainstalowanych mocy w poszczególnych technologiach OZE przedstawia Z2_Tabela 32, a profile źródeł zamieszczono na Z2_Rys. 28 – źródła PV oraz na Z2_Rys. 29 – mikroelektrownia wiatrowa.



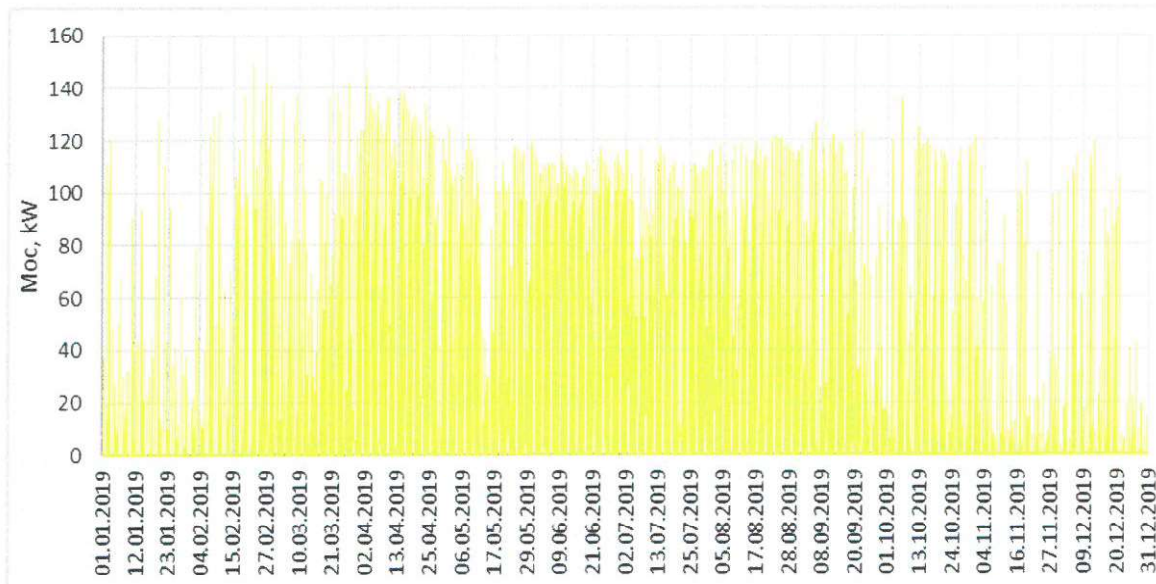
**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego

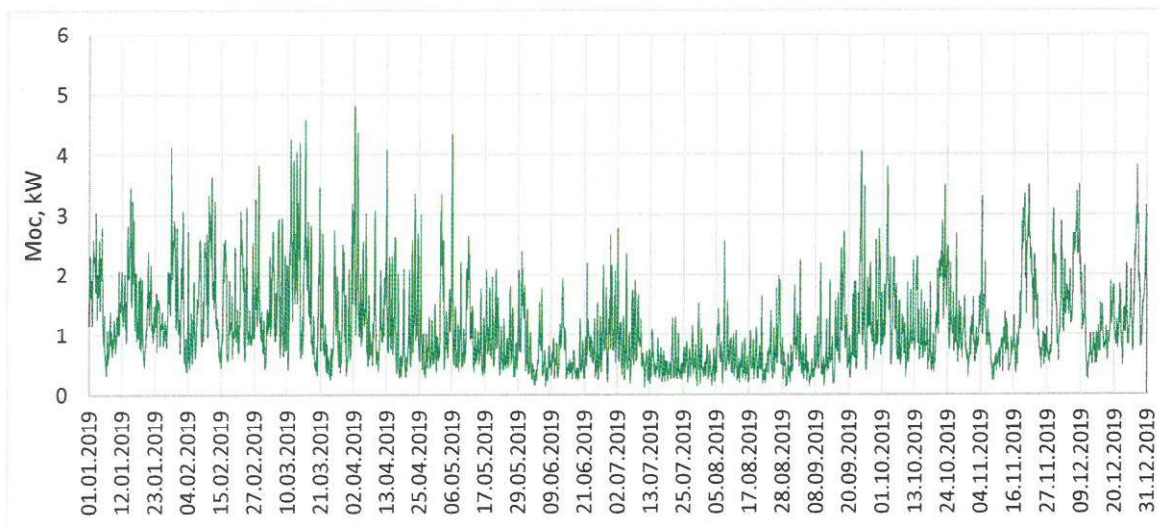
Nr ewidencyjny
86/TE/2022

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

Strona/Stron
182/194




Z2_Rys. 28. Profil produkcji źródeł PV



Z2_Rys. 29. Profil produkcji mikroelektrowni wiatrowych

Jednym z istotnych zagadnień związanych z monizmem elektrycznym jest integracja źródeł OZE z produkcją wymuszoną pod kątem ich wpływu na sieć. Analiza zakłada sieć sztywną, a wpływ jest rozpatrywany na podstawie maksymalnej mocy wpływającej i wyływającej z osłony kontrolnej. Na podstawie Z2_Rys. 25 i Z2_Rys. 27 można odczytać maksymalną moc zapotrzebowania. Moc ta wynosi około 70 kW obecnie oraz 100 kW w monizmie elektrycznym. Analizując wpływ na sieć należy rozpatrzyć moc przyłącza budynku.

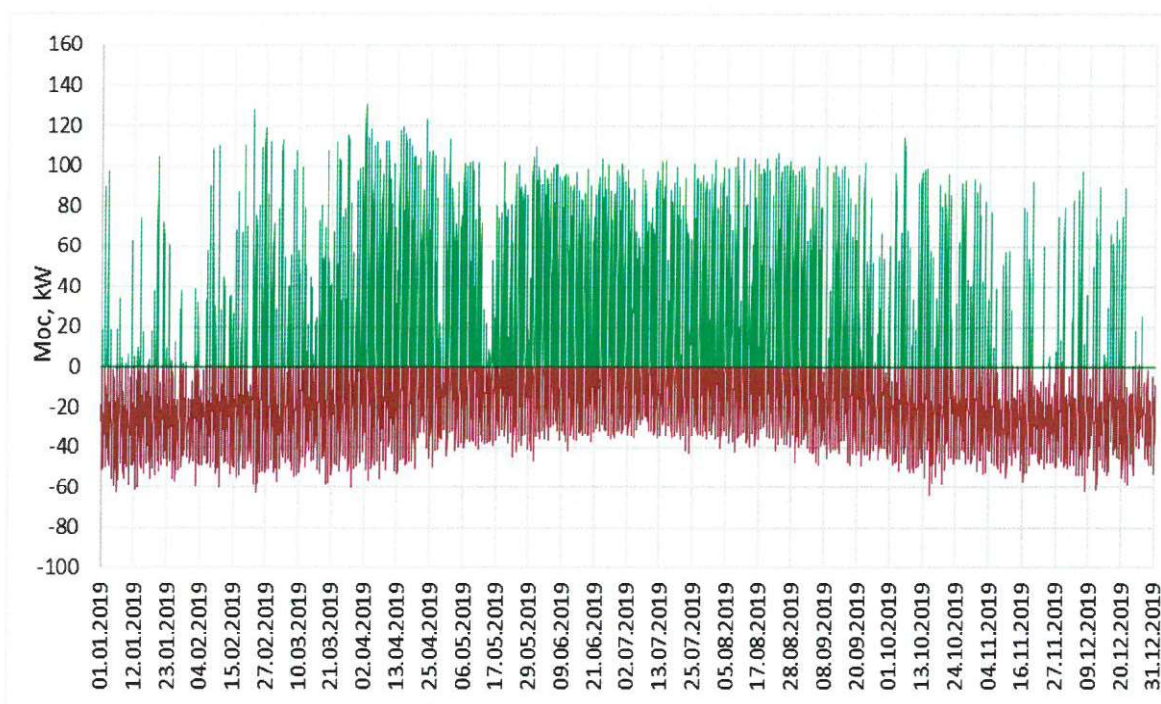
Biorąc pod uwagę liczbę mieszkań w analizowanym budynku (87 mieszkań) oraz sposób pozyskiwania ciepłej wody użytkowej (z sieci ciepłowniczej) określono zgodnie z Z2_Tabela 15, że przy

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="right">Strona/Stron 183/194</p>

spodziewanym współczynnikiem jednoczesności 0,104 budynek ten wymaga mocy przyłączeniowej ok 115 kW.

Można przyjąć, pod względem technicznym, że jeżeli nadwyżka mocy na osłonie kontrolnej nie przekroczy mocy przyłącza, to wpływ OZE na sieć jest ograniczony. W analizowanym budynku moc przyłączeniowa została przekroczona, w skrajnym przypadku przekroczenie osiągnęło 15 kW a łączny roczny czas przekroczenia szacuje się na 15 godzin. Oznacza to, że włączenie wszystkich możliwych źródeł OZE w instalację elektryczną budynku będzie wymagało jednoczesnej modernizacji przyłącza elektrycznego.

Profile niezbilansowania osłony budynku zamieszczono na Z2_Rys. 30- dla stanu obecnego oraz Z2_Rys. 31 - w monizmie elektrycznym.



Z2_Rys. 30. Profil niezbilansowania budynku bez pompy ciepła



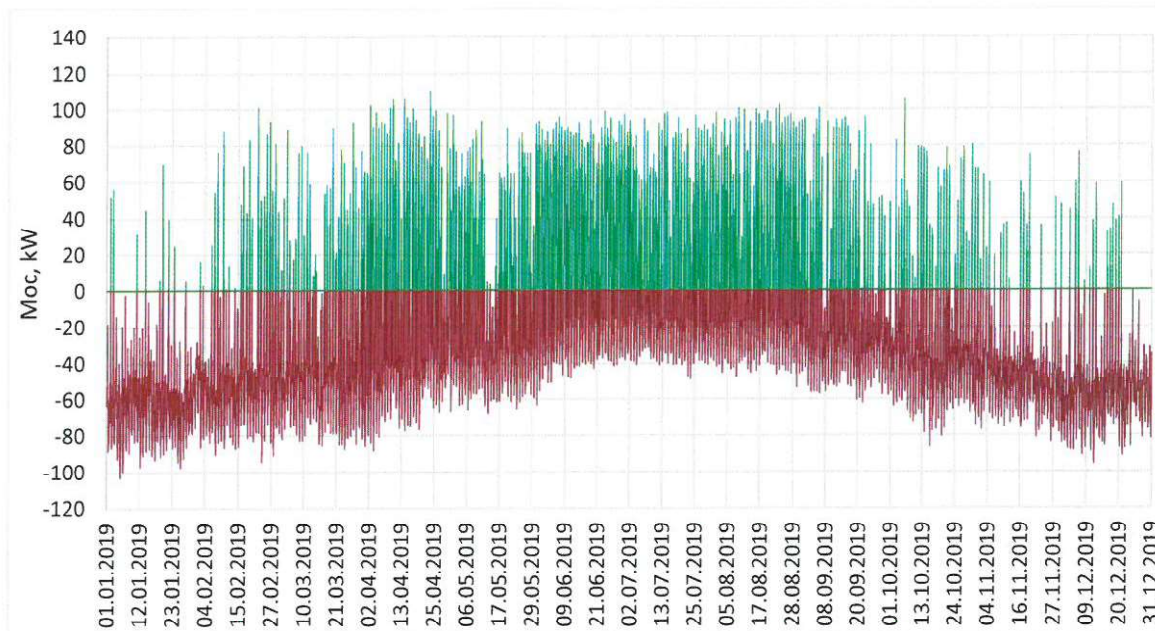
Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu

Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego

Nr ewidencyjny
86/TE/2022

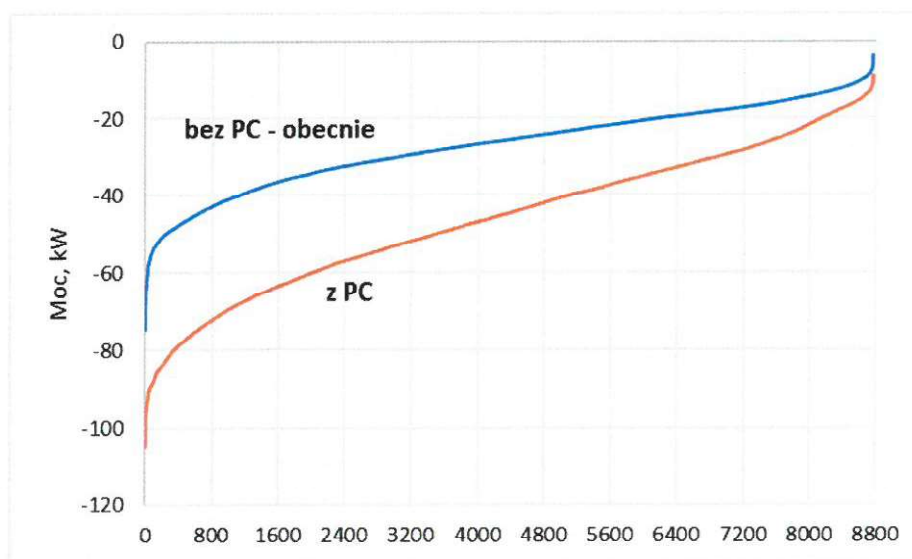
Urząd Miasta Stołecznego Warszawy


Strona/Stron
184/194



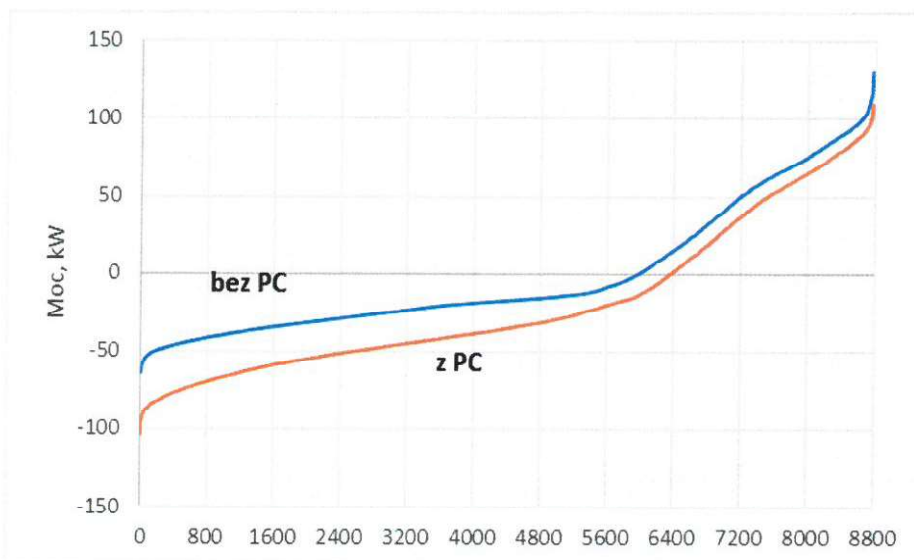
Z2_Rys. 31. Profil niezbilansowania budynku z pompą ciepła

Wpływ źródeł OZE na profil niezbilansowania dobrze odzwierciedlają uporządkowane profile niezbilansowania. Na podstawie Z2_Rys. 32 można wnioskować, że maksymalna moc zapotrzebowana z pompą ciepła jest o około 1,4 razy większa od obecnego stanu. Zainstalowanie źródeł OZE nie obniża maksymalnej mocy. Obniżenie mocy maksymalnej możliwe jest poprzez kształtowanie profili np. wykorzystanie lokalnego magazynu energii. Należy również podkreślić, że czas w którym moc przekracza 50 kW (bez pomp ciepła) i 82 kW (z pompami ciepła) wynosi jedynie około 200 godzin.



	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 185/194</p>

Z2_Rys. 32. Uporządkowany profil niezbilansowania bez źródeł OZE



Z2_Rys. 33. Uporządkowany profil niezbilansowania ze źródłami OZE (PV i mikroelektrownie wiatrowe)

Analizowany przykład budynku wielorodzinnego, w przeciwieństwie do poprzednio analizowanego budynku w osłonie OKW2, wykazuje dość istotny wpływ dodatkowych źródeł OZE na jego infrastrukturę elektryczną, głównie ze względu na stosunkowo dużą powierzchnię dostępną pod instalację w relacji do zapotrzebowania na energię. Oznacza to konieczność rozszerzenia zakresu modernizacji o przyłącze elektryczne. Z drugiej jednak strony większa moc źródeł OZE umożliwi pokrycie niemal 100% rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną (w wariantcie bez pomp ciepła) oraz prawie 60% przy założeniu instalacji pomp ciepła.


ENERGIA (CHEMICZNA) NA POTRZEBY SEKTORA TRANSPORTU

W przypadku osłony kontrolnej OKW3 budynki znajdują się w obrębie strefy miejskiej oraz zawierają lokale mieszkalne i handlowo-usługowe. Na podstawie tych informacji stwierdzono, że do tego typu budynków stosuje się wskaźniki parkingowe określone w lokalnych standardach urbanistycznych, które przedstawia Z2_Tabela 33.

Z2_Tabela 33. Osłona kontrolna OKW3 – wskaźniki parkingowe

Strefa miejska				
	Liczba mp na m ² powierzchni użytkowej	Liczba mp na lokal		Rezerwa na parkowanie ogólnodostępne
		min	max	
Lokale mieszkalne	1/60 m ²	1	2	5% pozostałych mp
Lokale handlowo/usługowe	2,5/100 m ²	-	-	-

mp – miejsca parkingowe

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 186/194

Informacje zgromadzone na temat poszczególnych budynków w osłonie pozwoliły określić, że przeciętny budynek posiada średnio 87,8 lokalu mieszkalnego i łączną powierzchnię lokali ok. 5 394,8 m². Jednocześnie w przeciętnym budynku występuje ok. 513,7 m² powierzchni o charakterze handlowo-usługowym. Pozwoliło to na obliczenie minimalnej liczby miejsc parkingowych przypadających na jeden budynek zgodnie ze standardami urbanistycznymi, które określa Z2_Tabela 34.

Z2_Tabela 34. Osłona kontrolna OKW3 – obliczenie liczby miejsc parkingowych dla jednego średniego budynku

Liczba lokali mieszkalnych (sztuk)	85,8
Powierzchnia lokali mieszkalnych (m ²)	5224,9
Powierzchnia lokali handlowych (m ²)	360,8
Liczba mp dla lokali mieszkalnych ⁸⁹	94,41
Liczba mp dla lokali handlowych ⁹⁰	9,02
Liczba mp sumaryczna	100,46

W kolejnym kroku określono zapotrzebowanie na energię końcową (MWh) poszczególnych typów pojazdów w poszczególnych analizowanych latach postępując analogicznie jak w przypadku poprzednio analizowanej osłony OKW3.


Z2_Tabela 35. Zapotrzebowanie na energię końcową w scenariuszu redukcji emisji (Modele 1-3) - osłona kontrolna OKW3

	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050	
	Uśredniony budynek	Cała osłona kontrolna OKW3						
Zapotrzebowanie na energię końcową, MWh/rok	347,39	2 084,35	1 913,58	1 521,89	1 241,61	922,20	694,26	519,97
Marginis błędu, ± MWh/rok	27,51	165,05	140,88	120,04	97,21	72,89	53,46	35,48
w tym:								
Diesel, MWh	109,80	658,82	445,87	254,23	158,46	77,36	39,30	0,00
Benzyna, MWh	198,65	1 191,92	1 144,38	897,73	646,00	405,65	177,65	11,63
LPG, MWh	31,00	185,97	173,55	108,52	82,88	45,57	26,04	0,00
CNG, MWh	7,87	47,24	99,39	164,93	137,29	78,37	51,67	0,00
Energia elektryczna, MWh	0,07	0,40	50,39	96,48	216,98	315,25	399,60	508,34

Na podstawie powyższych obliczeń wyznaczono zapotrzebowanie na ładowarki (punkty ładowania) do samochodów elektrycznych w każdej analizowanej perspektywie czasowej. Aby obliczyć takie

⁸⁹ z uwzględnieniem 5% rezerwy

⁹⁰ min. 2,5 mp na 100 m² powierzchni użytkowej

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 187/194</p>

zapotrzebowanie potrzebne jest przejście z poziomu makro na poziom mikro. W tym konkretnym przypadku oznacza to posługiwanie się zapotrzebowaniem na energię elektryczną w wymiarze dobowym. Potrzebne jest także określenie liczby samochodów elektrycznych wymagających ładowania w osłonie kontrolnej oraz założenia dotyczące mocy ładowarek.

Zgodnie z założeniami przyjętymi w Etapie 1, obliczono liczbę pojazdów elektrycznych parkujących w osłonie kontrolnej OKW3, co przedstawia Z2_Tabela 36.

Z2_Tabela 36. Liczba parkujących pojazdów elektrycznych (BEV⁹¹) w osłonie OKW3 w scenariuszu redukcji emisji

		2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Osobowe, szt.	Hybryda+BEV	8,5	159,0	308,0	477,2	610,7	731,5	822,9
	BEV	0,6	84,1	176,5	384,3	567,9	705,6	816,4
Dostawcze - BEV, szt.		0,0	0,0	0,2	6,1	20,0	36,2	54,4

W obecnej sytuacji na rynku, standardy ładowania są już określone przez odpowiednie przepisy oraz technologie. Skutkują one podziałem ładowarek na następujące główne typy:


- ładowarki małe na prąd zmienny od 2 do 12 kW mocy (bez systemu wzmacniającego EVSE⁹²). Nadają się one głównie do powolnego ładowania pojazdów. Do obliczeń przyjęto moc takiej ładowarki 10kW.
- ładowarki średnie na prąd zmienny od 7,5 do 22 kW mocy (z systemem wzmacniającym EVSE). Nadają się one głównie do powolnego ładowania pojazdów. Do obliczeń przyjęto maksymalną moc takiej ładowarki 22kW.
- ładowarki duże na prąd stały powyżej 50kW mocy, o maksymalnych możliwościach nawet 350 kW. Nadają się one do szybkiego ładowania pojazdów, w tym pojazdów o dużych pojemnościach baterii. Do obliczeń przyjęto dwa rodzaje szybkich ładowarek – jedną o minimalnej mocy 50 kW oraz drugą o mocy 150 kW.

W celu obliczenia liczby potrzebnych ładowarek przyjęto dalsze następujące założenia:

- w obliczeniach uwzględniono wyłącznie pojazdy typu BEV;
- średni roczny przebieg pojazdu elektrycznego wyniesie 16 tys. km, co oznacza dobowy przebieg samochodu na poziomie ok. 43,8 km;
- średni dobowy czas eksploatacji ładowarki – 12 h/dobę;
- średni zasięg pojazdu elektrycznego wzrasta r/r, zgodnie z danymi, które przedstawia Z2_Tabela 37 ;
- rzeczywisty dystans przejechany przez samochód pomiędzy kolejnymi ładowaniami wynosi 85% średniego zasięgu pojazdu;

⁹¹ BEV – pojazd wyłącznie elektryczny (ang.: *Battery Electric Vehicle*)

⁹² EVSE – sprzęt do zasilania pojazdów elektrycznych (ang. *Electric Vehicle Supply Equipment*)

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 188/194</p>

- średnie zużycie energii elektrycznej przez pojazd (kWh/100 km) w wyniku rozwoju technologicznego ulega obniżeniu w perspektywie 2050 roku zgodnie z danymi, które przedstawia Z2_Tabela 37.

Z2_Tabela 37. Założenia przyjęte w analizie zapotrzebowania na energię w sektorze transportu


	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Średni zasięg pojazdu elektrycznego, km	250	300	350	400	500	600	700
Dystans przejechany pomiędzy ładowaniami pojazdu (85% zakresu nominalnego), km	212,5	255	297,5	340	425	510	595
Zużycie energii, kWh/100 km	20	19	18	17	16	15	14
Czasookres między ładowaniami pojazdu, dni	4,85	5,82	6,79	7,76	9,70	11,63	13,57

Dla poszczególnego rodzaju ładowarek wyznaczono prędkość ładowania pojazdu wyrażoną w kilometrach odzyskiwanego (ładowanego) zasięgu na godzinę, a następnie wyznaczono czas ładowania jednego pojazdu oraz liczbę pojazdów obsłużonych z jednej ładowarki w ciągu doby. Następnie wyznaczono czasookres pomiędzy kolejnymi doładowaniami uśrednionego pojazdu oraz liczbę pojazdów obsłużonych przez daną ładowarkę w ciągu pojedynczego czasookresu wyznaczonego dla jednego pojazdu. W ten sposób dla zamodelowanej liczby pojazdów elektrycznych występujących w danej osłonie kontrolnej wyznaczono minimalną liczbę ładowarek danej mocy niezbędnych do zaspokojenia potrzeb transportowych. Wyznaczono również wskaźnik liczby pojazdów elektrycznych przypadających na jedną ładowarkę. Wszystkie powyższe dane przedstawia Z2_Tabela 38.

Z2_Tabela 38. Prognoza liczby ładowarek elektrycznych w osłonie kontrolnej OKW3

	Moc ładowarki, kW	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Prędkość ładowania pojazdu, km/h ⁹³	10	50	53	56	59	63	67	71
	22	110	116	122	129	138	147	157
	50	250	263	278	294	313	333	357
	150	750	789	833	882	938	1 000	1 071
Czas ładowania jednego pojazdu, h	10	4,25	4,85	5,36	5,78	6,80	7,65	8,33
	22	1,93	2,20	2,43	2,63	3,09	3,48	3,79
	50	0,85	0,97	1,07	1,16	1,36	1,53	1,67
	150	0,28	0,32	0,36	0,39	0,45	0,51	0,56
Liczba samochodów obsłużonych z jednej ładowarki w ciągu doby, szt./dobę	10	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0
	22	6,0	5,0	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0
	50	14,0	12,0	11,0	10,0	8,0	7,0	7,0
	150	42,0	37,0	33,0	31,0	26,0	23,0	21,0

⁹³ Prędkość ładowania pojazdu oznacza liczbę kilometrów zasięgu pojazdu elektrycznego odzyskiwanych w czasie 1h ładowania z wykorzystaniem ładowarki danej mocy.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego	Nr ewidencyjny 86/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 189/194

Liczba pojazdów obsługiwanych przez 1 ładowarkę w ciągu czasookresu pomiędzy ładowaniami na stacji, szt.	10	9	11	13	15	9	11	13
	22	29	29	27	31	29	34	40
	50	67	69	74	77	77	81	95
	150	203	215	223	240	252	267	285
Liczba ładowarek niezbędna do pokrycia potrzeb pojazdów, szt.	10	1	8	15	27	68	70	69
	22	1	3	7	14	21	23	23
	50	1	2	3	6	8	10	10
	150	1	1	1	2	3	3	4
Liczba pojazdów elektrycznych przypadających na 1 ładowarkę, szt. pojazdów/1 ładowarkę	10	0,7	10,5	12,2	15,0	8,9	10,9	12,9
	22	0,7	28,1	26,1	28,9	28,8	33,0	38,6
	50	0,7	42,1	60,9	67,4	75,5	76,0	88,7
	150	0,7	84,3	182,6	202,1	201,4	253,3	221,8


Oceniając liczbę ładowarek niezbędną do zabezpieczenia potrzeb mieszkańców osłony kontrolnej należy uwzględnić szereg czynników, na podstawie których podjęta zostanie decyzja o liczbie urządzeń. Z punktu widzenia konieczności zapewnienia dodatkowych mocy niezbędnych dla układów ładowania wzrost zapotrzebowania kształtuje się zgodnie z danymi, które przedstawia Z2_Tabela 39.

Z2_Tabela 39. Wzrost zapotrzebowania na moc wynikający z liczby ładowarek zainstalowanych wewnątrz osłony kontrolnej OKW 3

	Moc ładowarki, kW	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Sumaryczna moc ładowarek w osłonie, kW	10	10	80	150	270	680	700	690
	22	22	66	154	308	462	506	506
	50	50	100	150	300	400	500	500
	150	150	150	150	300	450	450	600

kolor zielony – wartości minimalne w danym roku; kolor czerwony – wartości maksymalne w danym roku.

Rezultaty powyższej analiza elektryfikacji transportu niniejszej osłony są zbliżone do wyników z osłony OKW2. Do ładowania wszystkich pojazdów elektrycznych w jednej tylko osłonie kontrolnej w 2050 roku może być potrzebnych od 4 do 69 ładowarek w zależności od mocy ładowarki o mocy 22 kW – takie jak planowane dla potrzeb ogólnodostępnych - byłyby potrzebne w liczbie 23 sztuk. Z uwagi na duże podobieństwo obu osłon, przeprowadzone analizy prowadzą do takich samych wniosków, jakie przedstawiono analizując sektor transportu OKW2.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 190/194</p>

Załącznik 3. Rozwiązania w zakresie sieci elektroenergetycznych na potrzeby monizmu/elektroprosumeryzmu

Zmiany w energetyce dotyczą bardzo skomplikowanych i powiązanych ze sobą obszarów i powinny być realizowane rozważnie, na drodze ewolucyjnej oraz w dłuższej perspektywie czasu.

Zagadnienia dotyczące infrastruktury technicznej sieci elektroenergetycznych wschodzącej energetyki powinny być analizowane są z punktu widzenia następujących pojęć:

- ZWZ(KSE) zasada współdzielenia zasobów z KSE,
- WSE wirtualny system elektryczny,
- STD sieciowe terminale dostępne (fizyczne węzłowe i wirtualne osłonowe).

Przedstawione w dalszym opisie rozwiązania techniczno-organizacyjne odegrały bardzo doniosłą rolę w trakcie inicjacji i realizacji kolejnych etapów:

- PURE (Pierwsza ustrojowa reforma elektroenergetyki) jakimi były analizy techniczne, próby systemowe oraz będące ich konsekwencją połączenie sieci elektroenergetycznej (SEE) CENTREL i UCPTe w dniu 18 października 1995 roku,
- DURE (Druga ustrojowa reforma energetyki) jakimi są analizy techniczne oraz tworzenie nowych urządzeń, systemów i oprogramowania dedykowanych dla wschodzącej energetyki.

Podczas realizacji poszczególnych etapów PURE szczególną uwagę zwrócono na następujące zagadnienia:


- bezpieczeństwo pracy SEE,
- możliwość przejścia fragmentów układów do pracy wyspowej,
- realizacja scenariuszów odbudowy SEE po rozległej awarii.

Zdobyte podczas realizacji PURE bardzo bogate doświadczenia techniczno-organizacyjne będą z powodzeniem wykorzystywane podczas DURE ponieważ:

- powstałe rozwiązania techniczne i oprogramowanie są aktualnie w dojrzałym stadium rozwoju,
- praca autonomiczna układów wydzielonych jest immanentną cechą nowej wschodzącej energetyki,
- można przenieść doświadczenia zdobyte w układach wielkiej skali w ramach UCPTe i UCTE na mniejszą skalę aglomeracji Warszawy OK5, zakładów przemysłowych OK3, Spółdzielni energetycznych OK2 jak i poszczególnych domów np. jednorodzinnych OK1,
- w zależności od istniejących w danym momencie uwarunkowań techniczno-ekonomicznych konieczne będzie łączenie układów autonomicznych w większe struktury.

Stan aktualny pierwszego rynku wschodzącego elektroprosumeryzmu (energii elektrycznej):

- pierwszy rynek wschodzący elektroprosumeryzmu funkcjonuje na infrastrukturze sieciowej nN oraz nN-SN np. w ramach Spółdzielni Energetycznych,

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 191/194</p>


- rozwiązania techniczne infrastruktury sieciowej nie zapewniają w dostatecznym stopniu elektroprosumentom, producentom energii cieplnej (pompy ciepła i bezpośrednie ogrzewanie elektryczne) oraz chłodu warunków do nieprzerwanej i dobrej jakościowo pracy ich układów np. w warunkach dużej produkcji instalacji OZE lub złej jakości energii,
- brak bilansowania online w czasie rzeczywistym mocy elektrycznej, a tym samym możliwości realizacji skutecznego i bezpiecznego przejścia układów do pracy wydzielonej zapewniającej pełną autonomię i ciągłość zasilania,
- brak aktywnej, automatycznej oraz w pełni skoordynowanej w zakresie technicznym i ekonomicznym współpracy z magazynami energii zarówno w zakresie ładowania magazynów nadwyżkami produkcji z OZE albo podczas istnienia korzystnych cen rynkowych (mogących w szczególnych sytuacjach być nawet ujemnymi) jak i w zakresie uwalniania zgromadzonej w magazynach energii w optymalnych z punktu widzenia techniki i ekonomii okresach czasu,
- niemożność uzyskania np. w ramach Spółdzielni Energetycznej korzystnych dla użytkowników cen za sprzedaż oraz zakup energii elektrycznej,
- brak możliwości realizacji w trybie automatycznym optymalnych działań proefektywnościowych w zakresie oszczędności i racjonalizacji użycia energii.

Nowe podejście do zagadnień bezpieczeństwa energetycznego zdecyduje o efektywnym rozdzieleniu współczesnego bezpieczeństwa energetycznego na dwa rozłączne obszary:

- obszar bezpieczeństwa technicznego infrastruktury (sieci nN, SN, 110 kV), za które w dalszym ciągu będą odpowiedzialni operatorzy OSD,
- obszar adekwatności rynkowej zaopatrzenia elektroprosumentów w energię elektryczną na pierwszym rynku wschodzącym elektroprosumeryzmu.

Konsekwencje zmian dla pierwszego rynku wschodzącego elektroprosumeryzmu:

- Operatorzy OSD zostaną uwolnieni od odpowiedzialności za bezpieczeństwo energetyczne odbiorców energii elektrycznej w ujęciu takim jak jest ono rozumiane obecnie,
- pobudzona zostanie konkurencja, która zapewni radykalną obniżkę cen energii elektrycznej z pierwszego rynku wschodzącego elektroprosumeryzmu,
- beneficjentami zmian zostaną wszyscy użytkownicy energii elektrycznej zrzeszeni np. w Spółdzielni Energetycznej również Ci, którzy nie posiadają własnych instalacji OZE,
- obniżka cen energii elektrycznej spowoduje, przy wprowadzeniu pasywizacji budownictwa, bardzo znaczące obniżenie kosztów ogrzewania zwłaszcza realizowanego najbardziej efektywnymi energetycznie pompami ciepła (PC),
- nastąpi zasadnicze zmniejszenie skali ubóstwa energetycznego i zwiększenie dostępności do energii elektrycznej i różnych form jej użytkowania co spowoduje istotną poprawę jakości i komfortu życia mieszkańców,
- zostaną stworzone warunki do rzeczywistego rozwoju elektromobilności zapewniające optymalne kosztowo oraz łatwo dostępne i dogodne funkcjonalnie rozwiązania eksploatacyjne (np. stacje ładowania, realizacja funkcjonalności magazynów energii) dla samochodów elektrycznych oraz innych środków transportu.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 192/194</p>

Nowy model infrastruktury technicznej na pierwszym rynku wschodzącego elektroprosumeryzmu:


- infrastruktura techniczna umożliwiająca realizację zasady współużytkowania zasobów ZWZ(KSE) na pierwszym rynku wschodzącym elektroprosumeryzmu wymaga daleko idącego przemodelowania,
- w nowym modelu infrastruktury technicznej elementami o krytycznym znaczeniu są sieciowe terminale dostępne STD,
- terminale węzłowe (STDW) zostaną zabudowane w punktach poboru energii (PPE) znajdujących się na styku np. OSD i Spółdzielni Energetycznej,
- terminale STDW aktywnie współpracują w czasie rzeczywistym ze sobą oraz udostępnionymi instalacjami OZE elektroprosumentów, wykorzystując lokalne i zdalne pomiary elektryczne oraz deterministyczne czasowo rozwiązania teleinformatyczne,
- STDW aktywnie zarządzają elementami składowymi nadzorowanego układu i poszczególnymi udostępnionymi instalacjami OZE np. PV (sterowanie profilem mocy) oraz współpracują automatycznie z systemami informatycznymi i pomiarowymi OSD, dążąc do zapewnienia optymalnych technicznie i ekonomicznie dla Użytkowników i KSE wolumenów i kierunków przepływów energii elektrycznej w poszczególnych PPE oraz możliwość zrealizowania uzasadnionych i akceptowanych przez elektroprosumentów automatycznych oddziaływań proefektywnościowych racjonalizując sposób wykorzystania OZE (np. większa autokonsumpcja w okresach dużej produkcji),
- koordynacja współpracy STDW z magazynami energii zarówno w zakresie ładowania magazynów nadwyżkami produkcji z OZE albo podczas istnienia korzystnych cen rynkowych jak i w zakresie uwalniania zgromadzonej w magazynach energii w optymalnych momentach czasu,
- możliwość uzyskania korzystnych dla Użytkowników cen za sprzedaż oraz zakup energii elektrycznej np. w ramach Spółdzielni Energetycznej.

Terminal STDW jako element sieci inteligentnej:

- sieć inteligentną można zdefiniować jako układ elektroenergetyczny lub układ kogeneracyjny powiązany z technologiami informatycznymi, rozwiązaniami telekomunikacyjnymi, nowatorskimi transformatorami, magazynami energii, oraz urządzeniami energoelektronicznymi, które zapewniają uczestnikom procesów wytwarzania, przesyłu, dystrybucji i użytkowania optymalne mechanizmy działania w celu poprawy niezawodności i efektywności dostaw energii,
- zadaniem STDW jest zarządzanie pracą elementów infrastruktury elektroenergetycznej w tym poszczególnymi instalacjami OZE elektroprosumentów zarówno w wymiarze ogólnym jak i szczegółowym.

Koncepcja węzłowego terminala dostępowego STDW:


- STDW jest fundamentalnym elementem infrastruktury elektroenergetycznej dla nowej wschodzącej energetyki,

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p>Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p align="center">Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 193/194</p>

- STDW będą odpowiedzialne za racjonalne technicznie, bezpieczne oraz ekonomicznie uzasadnione dwukierunkowe przepływy energii elektrycznej (optymalne wolumeny poboru lub eksportu w zależności od przeprowadzonej w trybie automatycznym i realizowanej w czasie rzeczywistym analizy techniczno-ekonomicznej adekwatnej do zjawisk elektrycznych, predykcji i estymacji stanu nadzorowanego obszaru oraz bieżących uwarunkowań na rynku energii) w punktach poboru energii PPE znajdujących się na styku z OSD,
- STDW ma w warstwie technicznej i funkcjonalnej strukturę rozproszoną,
- STDW zarządza elementami układu (udostępnionymi instalacjami OZE np. PV, magazynami energii itd.) realizując dodatkowo gratyfikowaną usługę systemową,
- STDW zapewni możliwość pracy autonomicznej elektroprosumenta zbiorowego oraz elektroprosumentów indywidualnych poprzez stworzenie uzasadnionych technicznie i ekonomicznie warunków do wydzielenia obszaru do pracy autonomicznej, prowadzenia optymalnej pracy wyspowej oraz bezpiecznej i dobrej jakościowo resynchronizacji nadzorowanego układu wyspowego z KSE,
- możliwość wydzielenia układu do pracy autonomicznej będzie precyzyjnie analizowana w powiązanych ze sobą funkcjonalnie i informatycznie dla danego obszaru sieciowych terminalach węzłowych STDW w oparciu o bilans energetyczny wykonywany online w czasie rzeczywistym oraz aktywną i deterministyczną współpracę z układami regulacji i układów automatyki udostępnionych przez elektroprosumentów instalacji OZE w celu osiągnięcia stanu zbilansowania niezbędnego do udanego wydzielenia,
- bezpieczeństwo i efektywność pracy układów oraz realizacja celów ekonomicznych (w oparciu o bieżące uwarunkowania rynku energii) są realizowane w STDW przez układy dedykowanej automatyki oraz oprogramowanie czasu rzeczywistego zaimplementowane w specjalizowanych sterownikach przemysłowych będących kluczowymi elementami STDW.

Innowacyjne funkcjonalności STDW:

- system automatycznego bilansowania w czasie rzeczywistym mocy i energii współpracujący z systemem wydzielenia, prowadzenia pracy układu wyspowego oraz resynchronizacji z KSE,
- automatyczna redukcja mocy instalacji elektroprosumentów realizowana w czasie, rzeczywistym wymagana z punktu widzenia bezpieczeństwa KSE traktowana jako usługa systemowa dodatkowo gratyfikowana,
- realizacja w czasie rzeczywistym optymalnych technicznie i ekonomicznie dla użytkowników i KSE wolumenów i kierunków przepływów energii elektrycznej w poszczególnych PPE,
- sprzętowy, bardzo szybki obliczeniowy system rozptywowy i estymator stanu (oparty o model fizyczny obiektu, obliczeniową strukturę sprzętową FPGA oraz bieżące wielokanałowe pomiary wielkości elektrycznych i dwustanowych konfiguracji układu) zapewniający analizę N-1 oraz predykcję możliwych do wystąpienia konsekwencji realizowanych potencjalnie niebezpiecznych lub nieoptymalnych operacji np. łączeniowych, regulacyjnych itd.,
- automatyczne wykonywanie uzasadnionych i akceptowanych przez elektroprosumentów oddziaływań proefektywnościowych.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 86/TE/2022</p>
	<p align="center">Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 194/194</p>

Podsumowanie:

- niezależnie od skali autonomiczny obszar elektroenergetyczny dla prawidłowej i efektywnej współpracy z OSD wymaga zastosowania w STDW nowatorskich transformatorów z automatyką regulacyjną, specjalizowanych rozwiązań automatyki regulacyjnej, wyrafinowanych technologii informatycznych i telekomunikacyjnych, skalowalnych i dobrze wymiarowanych do potrzeb magazynów energii, nowego typu urządzeń energoelektronicznych oraz sterowników przemysłowych pracujących pod kontrolą deterministycznych systemów operacyjnych czasu rzeczywistego z zabudowanym oprogramowaniem aplikacyjnym będących kluczowymi elementami automatyki i pomiarów STDW.

Realizacja przedstawionych koncepcji wymaga wprowadzenia szeregu uzupełniających się innowacyjnych funkcjonalności w obszarze elektroenergetycznej infrastruktury sieciowej realizującej zasadę ZWZ(KSE):

- elementami o krytycznym znaczeniu są sieciowe terminale dostępne STD,
- terminale węzłowe STDW należy umieszczać w miejscu obecnych punktów poboru energii PPE,
- terminale STDW aktywnie współpracują w czasie rzeczywistym ze sobą oraz udostępnionymi instalacjami OZE elektroprosumentów, wykorzystując lokalne i zdalne pomiary elektryczne oraz deterministyczne czasowo rozwiązania teleinformatyczne,
- terminale STDW aktywnie zarządzają elementami składowymi nadzorowanego układu i poszczególnymi udostępnionymi instalacjami OZE (np. sterowanie profilem mocy PV),
- terminale STDW współpracują automatycznie z systemami informatycznymi i pomiarowymi OSD, dążąc do zapewnienia optymalnych technicznie i ekonomicznie wolumenów i kierunków przepływów energii elektrycznej,
- terminale STDW umożliwiają realizację uzasadnionych i akceptowanych przez elektroprosumentów automatycznych oddziaływań proefektywnościowych racjonalizując sposób wykorzystania OZE,
- możliwa będzie skoordynowana współpraca terminali STDW z rozproszonymi magazynami energii.

Zagadnienia bezpieczeństwa energetycznego doskonale komponują się z zasadą współdzielenia zasobów ZWZ (KSE) wymagającą pilnych uregulowań legislacyjnych.



Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu

Część III

Sektor energetyczny m.st. Warszawy w warunkach
elektroprosumeryzmu. Model 2050.





POLINVEST

doradztwo gospodarcze



Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI



Fundacja na rzecz
Efektywnego
Wykorzystania
Energii
od 1990



INSTYTUT
NA RZECZ
EKOROZWOJU





**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
3/477

Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu

Część III

Sektor energetyczny m.st. Warszawy w warunkach elektroprosumeryzmu.

Model 2050


NUMER EWIDENCYJNY: 189/TE/2022

EGZEMPLARZ NR 01/02

Opracował: **dr inż. Andrzej Kochaniewicz**
Główny Specjalista ds. rozwoju
Koordinator operacyjny zespołu


Autoryzował: **dr inż. Marcin Mroncz**
Dyrektor ds. Strategii i Rozwoju
Koordinator wspierający projektu

Zatwierdził: **mgr inż. Tomasz Słupik**
Dyrektor Techniczny
Koordinator zarządzający projektu


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 4/477</p>

Skład zespołu projektowego

Lp.	Imię i Nazwisko	Podmiot	Obszar działania	
1.	Tomasz Słupik	Energopomiar	- Koordynacja zarządcza projektu.	
2.	dr inż. Marcin Mroncz		- Koordynacja wspierająca projektu.	
3.	dr inż. Andrzej Kochaniewicz		- Koordynacja operacyjna zespołu.	
4.	Marcin Zimnicki		<ul style="list-style-type: none"> - Analiza osłon kontrolnych OK(W) i OK(W+); - Analiza czynników pasywizacyjnych budownictwa w aspekcie wyburzeń; - Analiza w zakresie wielkoskalowych pompy ciepła; - Analiza możliwości zastosowania technologii wodorowych; - Udział w pracach heurystyki ekonomiczne trajektorii transformacji; - Analiza wystarczalności sił rynkowych; - Analiza magazynów energii elektrycznej; - Analiza wpływu modelu na funkcjonowanie miasta; - Analiza wariantu testowego z blokiem jądrowym; - Analiza wniosków i rekomendacji dla m.st Warszawy pod kątem osiągnięcia elektroprosumeryzmu. 	
5.	Piotr Kołodziej			
6.	Bartłomiej Dziubek			
7.	Łukasz Mielek			
8.	dr inż. Rafał Czekalski			
9.	Daniel Stumski			
10.	Paulina Siupka (Stasiewicz)			
11.	Paweł Skrobek			
12.	dr inż. Krzysztof Bodzek	Ekspert zewnętrzny		<ul style="list-style-type: none"> - Prace w zakresie potencjału oraz perspektyw rozwojowych w kontekście koncepcji elektroprosumeryzmu; - Bilansowanie energetyczne Warszawy; - Możliwości spełnienia wymagań elektroprosumeryzmu; - Heurystyki bilansowe i ekonomiczne trajektorii TETIP2050; - Udział w pracach dot. elektryfikacji ciepłownictwa.
13.	Prof. dr hab. inż. Wojciech Stanek	Politechnika Śląska w Gliwicach Katedra Techniki Ciepłej		<ul style="list-style-type: none"> - Analiza egzergetyczna; - Koszt termo-ekologiczny.
14.	Tomasz Simla			
15.	Jerzy Wrzosek	Energopomiar-Elektryka	<ul style="list-style-type: none"> - Elektroenergetyka - sieci oraz urządzenia; - Perspektywy rozwoju sektora energetycznego oraz określanie kierunków jego transformacji; - Bezpieczeństwo energetyczne; - Lokalne możliwości wytwarzania energii OZE. 	
16.	Grzegorz Grzegorzycza			
17.	dr Wojciech Szymalski	Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju	- Analizy w obszarze elektryfikacji transportu.	
18.	dr Wiesław Samitowski	Polinvest	<ul style="list-style-type: none"> - Procesy społeczno-gospodarcze- prognozy i projekcje rozwoju; - Koszty społeczne transformacji; - Bezpieczeństwo socjalne; - Prestiż i konkurencyjność miasta; 	
19.	dr Grzegorz Samitowski			


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 5/477</p>

20.	Anna Foremniak		<ul style="list-style-type: none"> - Prace w zakresie polityk energetycznych i klimatycznych na poziomie metropolitalnym, krajowym oraz europejskim; - Uwarunkowania prawne; - Podstawy prawne i mechanizmy rynkowe w obszarze transformacji sektora energetycznego; - Rynek usług energetycznych - obsługa modeli biznesowych - Aspekt podatkowy jako bodziec w procesie transformacji sektora; - Edukacja na rzecz elektroprosumeryzmu.
21.	Wojciech Joniec		
22.	Krzysztof Sękowski		
23.	Prof. dr hab. Paweł Ruszkowski	Ekspert zewnętrzny	<ul style="list-style-type: none"> - Procesy społeczno-gospodarcze- prognozy i projekcje rozwoju; - Koszty społeczne transformacji; - Bezpieczeństwo socjalne.
24.	Szymon Liszka	Fundacja na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii	<ul style="list-style-type: none"> - Sektor budowlany - pasywizacja budownictwa; - Bezpieczeństwo dostaw ciepła w połączeniu z głęboką termomodernizacją budynków; - Możliwości spełnienia wymagań elektroprosumeryzmu w zakresie pasywizacji budownictwa; - Analiza porównawcza: pasywizacja w połączeniu z elektryfikacją OZE vs identyfikacja zakresu niezbędnych wyburzeń; - Możliwości rewitalizacji istniejących zasobów budynkowych do standardu pasywnego. - Wytyczne do określenia zasad współpracy Miasta z energetyką WEK- PK
25.	Piotr Kukla		
26.	Łukasz Polakowski		
27.	Adam Motyl		
28.	Dorota Wysocka		
29.	Anna Pyziak	MAPS STUDIO	<ul style="list-style-type: none"> - Prace w zakresie gospodarki przestrzennej i architektury; - Współpraca przy ocenie potencjału rewitalizacji istniejących zasobów budynkowych.
30.	Karolina Czuwara		


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 6/477

SPIS TREŚCI


1. PODSTAWA FORMALNA OPRACOWANIA.....	14
2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA	14
3. WYKONAWCA I TERMINY REALIZACJI PRACY	15
4. INFORMACJE WPROWADZAJĄCE.....	16
5. SŁOWNIK POJĘĆ ORAZ SPIS NAZW I AKRONIMÓW	18
6. PODSTAWOWE JEDNOSTKI I PRZELICZNIKI	26
7. MODEL ENERGETYCZNY WARSZAWY W ROKU 2050	27
8. SPOSOBY UŻYTKOWANIA ENERGII ADEKWATNE DLA RYNKÓW ELEKTROPROSUMERYZMU.....	30
9. WARSZAWSKIE RYNKI ELEKTROPROSUMERYZMU	37
9.1. Rynek EP(1) - rynek energii elektrycznej 1 (czasu rzeczywistego - RCR)	41
9.2. Rynek EP(2) – bezsieciowy rynek urządzeń.....	41
9.3. Rynek EP(3) – bezsieciowy rynek usług	41
9.4. Rynek EP(4) – rynek energii elektrycznej 2 (offshore).....	42
9.5. Wirtualne Systemy Elektroenergetyczne – identyfikacja 9 przykładowych osłon kontrolnych dla OK(WSE)	42
10. CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA DECYZJĘ O PASYWIZACJI LUB WYBURZENIU ISTNIEJĄCEJ ZABUDOWY MIEJSKIEJ	53
11. WIELKOSKALOWE POMPY CIEPŁA	55
11.1. Zastosowanie wielkoskalowych pomp ciepła w procesach przemysłowych.....	55
11.2. Zastosowanie wielkoskalowych pomp ciepła w ciepłownictwie.....	55
11.2.1. Wisła	56
11.2.2. Oczyszczalnia ścieków.....	56
11.2.3. Serwerownia	56
11.2.4. Metro	56
11.2.5. Przykłady zastosowań wielkoskalowych pomp ciepła na potrzeby ciepłownictwa	56
12. MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA TECHNOLOGII WODOROWYCH.....	58
13. HEURYSTYKI EKONOMICZNE TRAJektorii TRANSFORMACJI TETIP WARSZAWY OD STANU POCZĄTKOWEGO (2020) DO STANU NEUTRALNOŚCI KLIMATYCZNEJ (2050) (ALBO DO STANU ELEKTROPROSUMERYZMU TETIP A→B)	63
13.1. Reelektryfikacja OZE.....	63
13.2. Koszty energii elektrycznej wytworzonej ze źródeł OZE w Warszawie	65
13.3. Pasywizacja budownictwa	67
13.4. Elektryfikacja ciepłownictwa	67
13.5. Elektryfikacja transportu	68
13.5.1. Wymiana floty pojazdów	68
13.5.2. Utworzenie sieci ładowania pojazdów elektrycznych	71

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 7/477

13.5.3. Zmiana struktury użytkowania paliw	73
13.6. Heurystyka ekonomiczna transformacji – zbiorcze zestawienie	73
13.6.1. Założenia	73
13.6.2. Porównywane modele transformacji	74
13.6.3. Efekt ilościowy	82
13.6.4. Nakłady inwestycyjne	82
13.6.5. Koszty eksploatacji	85
13.6.6. Koszty społeczne, w tym analiza akceptowalności społecznej cen ciepła i energii elektrycznej	96
13.6.7. Wyniki porównania kosztów	100
13.7. Aspekt podatkowo-bodźcowy (współuczestnictwo mieszkańców w finansowaniu transformacji energetycznej)	104
13.8. Finansowanie na poziomie krajowym	110
14. ANALIZA WYSTARCZALNOŚCI SIŁ RYNKOWYCH POTRZEBNYCH DO REALIZACJI TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ	118
14.1. Pompy ciepła	118
14.2. Magazyny energii elektrycznej	121
14.3. Źródła wytwórcze OZE	123
14.3.1. Fotowoltaika	123
14.3.2. Energetyka wiatrowa	131
14.3.3. Biogazownie	138
14.4. Transport	138
14.4.1. Sieć ładowania pojazdów elektrycznych	138
14.4.2. Przemysł motoryzacyjny	140
14.5. Infrastruktura elektroenergetyczna	142
14.6. Pasywizacja budownictwa	145
15. WYTYCZNE DO OKREŚLENIA ZASAD WSPÓŁPRACY MIASTA Z ENERGETYKĄ WEK-PK	149
15.1. Wykorzystanie planów zagospodarowania przestrzennego do zarządzania wygaszaniem rynków końcowych przedsiębiorstw EPK	153
15.2. Standard Lokalnego Planu Energetycznego na potrzeby przeprowadzenia transformacji energetycznej miasta	168
15.3. Monitorowanie kondycji finansowej przedsiębiorstw energetycznych	170
16. EDUKACJA NA RZECZ ELEKTROPROSUMERYZMU – WYTYCZNE	178
17. PERSPEKTYWY ROZWOJU PODSEKTORÓW ENERGETYCZNYCH W MIEŚCIE	182
17.1. Podsektor ciepłowniczy	182
17.2. Podsektor gazowy	184
17.3. Podsektor elektroenergetyczny	186
17.4. Podsektor paliw płynnych w transporcie	189
18. ASPEKTY PRAWNE FUNKCJONOWANIA MODELU W WARUNKACH ELEKTROPROSUMERYZMU	191

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 8/477</p>

18.1. Aspekt prawny - stan na dzień 30.06.2022	191
18.1.1. Prawodawstwo na poziomie europejskim.....	191
18.1.2. Prawodawstwo na poziomie krajowym.....	194
18.1.3. Prawodawstwo na poziomie lokalnym.....	202
18.2. Aspekt prawny elektroprosumeryzmu – ogólne wytyczne i kierunek zmian.....	206
19. TRENDY SPOŁECZNE	209
19.1. Świadomość ekologiczna warszawiaków a model energetyczny m. st. Warszawy w perspektywie 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu	209
19.2. Transformacja energetyczna Warszawy w perspektywie przedstawicieli podmiotów gospodarczych	210
20. WPŁYW MODELU NA FUNKCJONOWANIE MIASTA	212
21. WARUNKI KONIECZNE DLA DOKONANIA TRANSFORMACJI SEKTORA ENERGETYCZNEGO W KIERUNKU PEŁNEJ JEGO DEKARBONIZACJI	215
22. WNIOSKI Z OCENY SEKTORA ENERGETYCZNEGO M. ST. WARSZAWY POD KĄTEM JEGO MOŻLIWEJ TRANSFORMACJI W KIERUNKU ELEKTROPROSUMERYZMU	217
23. WNIOSKI I REKOMENDACJE DLA M.ST. WARSZAWY ODNOŚNIE CHARAKTERU I ZAKRESU DZIAŁAŃ WSPIERAJĄCYCH TRANSFORMACJĘ SEKTORA ENERGETYCZNEGO	222
24. WNIOSKI W KONTEKŚCIE BADAŃ SPOŁECZNYCH.....	228
25. BIBLIOGRAFIA.....	230
Załącznik 1 – TRENDY SPOŁECZNE	232
Załącznik 2 – TECHNOLOGIE MAGAZYNOWANIA ENERGII DEDYKOWANE ELEKTROPROSUMENTOM - STAN OBECNY I PERSPEKTYWY	287
Załącznik 3 – TESTOWY WARIANT Z BLOKIEM JĄDROWYM	290
Załącznik 4 – ZMIANA SPOSOBU UŻYTKOWANIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ.....	296
Załącznik 5 – IDENTYFIKACJA 10 REPREZENTATYWNYCH OSŁON KONTROLNYCH OKW DO BADAŃ MODELOWYCH	307

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 9/477</p>

SPIS TABEL

Tabela 5.1 Spis nazw i akronimów	18
Tabela 7.1 Podsumowanie najważniejszych wyników analiz dla modelu 3	27
Tabela 8.1 Ramka ofert	33
Tabela 8.2 Charakterystyka wymagań przesyłu informacji ze względu na rynki techniczne	35
Tabela 9.1 Strukturyzacja podmiotowo-przedmiotowa czterech rynków elektroprosumeryzmu	38
Tabela 10.1 Wartości graniczne zużycia energii końcowej na potrzeby ogrzewania i wentylacji przez spasywizowany istniejący budynek, kWh/m ²	54
Tabela 12.1 Parametry techniczne kogeneracyjnego układu wodorowego	61
Tabela 13.1 Moc szczytowa w sieci elektroenergetycznej – stan obecny (2020) i prognozowany (2050).....	64
Tabela 13.2 Trajektoria zmian zużycia energii elektrycznej oraz szczytowego zapotrzebowania na moc – model 0 oraz model 3	64
Tabela 13.3 Nakłady inwestycyjne na magazyny energii (ME) dla modelu 3.	64
Tabela 13.4 Założenia oraz wyliczenie kosztów jednostkowych produkcji energii elektrycznej z OZE w 2022 r.	66
Tabela 13.5 Koszty elektryfikacji ciepłownictwa	67
Tabela 13.6 Założenia przyjęte w zakresie zmian cen pojazdów - elektryfikacja transportu	69
Tabela 13.7 Koszty wymiany floty pojazdów (mln zł) w modelach 0 oraz 3	70
Tabela 13.8 Sumaryczne koszty wymiany floty pojazdów (mln zł) w modelach 0 oraz 3	71
Tabela 13.9 Jednostkowe nakłady inwestycyjne na sieć punktów ładowania pojazdów elektrycznych	72
Tabela 13.10 Łączne nakłady inwestycyjne na sieć punktów ładowania pojazdów elektrycznych – Model 3	72
Tabela 13.11 Łączne nakłady inwestycyjne na sieć punktów ładowania pojazdów elektrycznych – Model 0	72
Tabela 13.12 Ceny paliw (zł/m ³) przyjęte do analiz	73
Tabela 13.13 Nakłady inwestycyjne na termomodernizację/pasywizację budownictwa oraz dostosowanie sieci elektroenergetycznej – model 0.....	83
Tabela 13.14 Nakłady inwestycyjne na termomodernizację/pasywizację budownictwa oraz dostosowanie sieci elektroenergetycznej – model 3.....	84
Tabela 13.15 Obliczenie kosztu jednostkowego produkcji energii elektrycznej dla różnych źródeł wytwarzania – źródła OZE.....	87
Tabela 13.16 Obliczenie kosztu jednostkowego produkcji energii elektrycznej dla różnych źródeł wytwarzania – źródła WEK.....	88
Tabela 13.17 Obliczenie kosztu jednostkowego produkcji energii elektrycznej dla różnych źródeł wytwarzania – nowe źródła WEK.....	89
Tabela 13.18 Obliczenie kosztu jednostkowego produkcji energii elektrycznej dla różnych źródeł wytwarzania – magazyny energii.....	91
Tabela 13.19 Koszty eksploatacji związane z dostawą ciepła dla m. st. Warszawy – model 0	92




	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 10/477</p>

Tabela 13.20 Koszty eksploatacji związane z dostawą energii elektrycznej dla m. st. Warszawy – model 0	93
Tabela 13.21 Koszty eksploatacji związane z dostawą ciepła dla m. st. Warszawy – model 3	94
Tabela 13.22 Koszty eksploatacji związane z dostawą energii elektrycznej dla m. st. Warszawy – model 3	95
Tabela 13.23 Analiza akceptowalności cenowej dla kosztów energii elektrycznej i ciepła dla mieszkańców Warszawy przyłączonych do sieci ciepłowniczej – model 0.....	98
Tabela 13.24 Analiza akceptowalności cenowej dla kosztów energii elektrycznej i ciepła dla mieszkańców Warszawy przyłączonych do sieci ciepłowniczej – model 3.....	99
Tabela 13.25 Koszty transportu i zaopatrzenia mieszkańców Warszawy w energię elektryczną i ciepło – model 0	101
Tabela 13.26 Koszty transportu i zaopatrzenia mieszkańców Warszawy w energię elektryczną i ciepło – model 3	102
Tabela 13.27 Wyniki porównania kosztów	103
Tabela 13.28 Program Priorytetowy Moje Ciepło – wysokość dofinansowania.....	106
Tabela 14.1 Marki pomp ciepła dostępne w Polsce w 2019 r. dla poszczególnych typów pomp ciepła	119
Tabela 14.2 Prognozowana liczba budynków jednorodzinnych i wielorodzinnych w latach 2025-2050	120
Tabela 14.3 Udział pomp ciepła w pokryciu zapotrzebowania na ciepło	120
Tabela 14.4 Rozwój systemów PV na terenie Warszawy w latach 2020–2050 (model 3).....	126
Tabela 14.5 Przewidywany przyrost mocy w lądowych farmach wiatrowych w Polsce do 2025 roku	131
Tabela 14.6 Trajektoria produkcji energii elektrycznej z lądowych (otulina Warszawy) i morskich elektrowni wiatrowych na potrzeby Warszawy w latach 2020–2050	132
Tabela 14.7 Ilość materiałów potrzebna do uruchomienia farmy wiatrowej o mocy 50 MW	135
Tabela 14.8 Trajektoria rozwoju biogazowni w otulinie Warszawy w latach 2020–2050 (model 3)..	138
Tabela 14.9 Stan zaawansowania poszczególnych technologii w Polsce i w krajach UE	148
Tabela 15.1 Wskaźniki rentowności	172
Tabela 15.2 Wskaźniki płynności.....	172
Tabela 15.3 Wskaźniki zadłużenia	174
Tabela 15.4 Wskaźniki zdolności do obsługi długu	176
Tabela 15.5 Wskaźniki sprawności działania – wskaźniki cyklu obrotowego.....	177
Tabela 15.6 Wskaźniki sprawności działania – wskaźniki rotacji	177
Tabela 17.1 Pokrycie zapotrzebowania na ciepło w latach 2020–2050.....	182
Tabela 17.2 Prognoza zapotrzebowania na energię użytkową gazu ziemnego w modelu 3	185
Tabela 17.3 Zużycie energii przez transport w perspektywie 2050 r.....	189
Tabela 18.1 Zabytki nieruchome wpisane do rejestru zabytków w badanym okresie	205


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 11/477</p>

SPIS RYSUNKÓW


Rys. 7.1 Udział procentowy poszczególnych technologii w procesie wytwarzania energii elektrycznej dla modelu 3 w roku 2050	28
Rys. 7.2 Harmonogram przejścia 145 krajów na 100% OZE (WWS: Wind-Water-Solar) do 2035 r. (pierwszy scenariusz) i 2050 r. (drugi scenariusz)	29
Rys. 8.1 Profil ofertowo-zakupowy na osłonie klastra: a) tylko źródła PV, b) elektroprosumeryzm	31
Rys. 8.2 Uproszczony algorytm ofert sprzedaży a) i zakupu b) energii	33
Rys. 9.1 Wpływ wdrażanych usług na poziom systemu(WSE)	44
Rys. 9.2 Koncepcja techniczna systemu(WSE)	45
Rys. 9.3 Model systemu(WSE) z zaznaczeniem przepływu energii i informacji	46
Rys. 9.4 Podstawowe funkcjonalności rynku technicznego w systemie(WSE)	47
Rys. 9.5 Hybrydowa struktura techniczna systemu(WSE).....	49
Rys. 12.1 Schemat technologiczny kogeneracyjnego układu wodorowego wspomaganego magazynem ciepła.....	61
Rys. 12.2 Bilans energii układu wodorowego.....	62
Rys. 13.1 Zapotrzebowanie na energię elektryczną i ciepło m. st. Warszawy w latach 2023-2050 – model 0	76
Rys. 13.2 Zapotrzebowanie na paliwa dla ciepła niesieciowego m. st. Warszawy w latach 2023-2050 – model 0	76
Rys. 13.3 Zapotrzebowanie na paliwa dla ciepła sieciowego m. st. Warszawy w latach 2023-2050 – model 0	77
Rys. 13.4 Zapotrzebowanie na paliwa dla transportu niezelektryfikowanego m. st. Warszawy w latach 2023-2050 – model 0	77
Rys. 13.5 Wytwarzanie energii elektrycznej dla m. st. Warszawy wg źródeł w latach 2023-2050 – model 0	78
Rys. 13.6 Skumulowana moc pomp ciepła w Warszawie w latach 2023-2050.....	78
Rys. 13.7 Zapotrzebowanie na energię elektryczną i ciepło m. st. Warszawy w latach 2023-2050 – model 3	80
Rys. 13.8 Zapotrzebowanie na paliwa dla ciepła niesieciowego m. st. Warszawy w latach 2023-2050 – model 3	80
Rys. 13.9 Zapotrzebowanie na paliwa dla ciepła sieciowego m. st. Warszawy w latach 2023-2050 – model 3	81
Rys. 13.10 Zapotrzebowanie na paliwa dla transportu niezelektryfikowanego m. st. Warszawy w latach 2023-2050 – model 3.....	81
Rys. 13.11 Produkcja energii elektrycznej dla m. st. Warszawy w latach 2023-2050 – model 3.....	81
Rys. 13.12 Liczba mieszkańców m. st. Warszawy (w tym mieszkańców zasilanych z WSC) w latach 2023-2050	82
Rys. 14.1 Roczny koszt ogrzewania domu o powierzchni 150 m ² (ocieplony, zapotrzebowanie na ciepło: 100 kWh/m ² /rok), zł.....	118
Rys. 14.2 Sprzedaż pomp ciepła w Polsce w 2022 roku – prognoza PORT PC	119

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 12/477

Rys. 14.3 Wymagana liczba pomp ciepła konieczna do pokrycia zapotrzebowania na ciepło w Warszawie do 2050 roku.....	121
Rys. 14.4 Prognoza rozwoju globalnego rynku magazynów energii (w GWh) na lata 2021-2025.....	122
Rys. 14.5 Pochodzenie dostaw pierwiastków wykorzystywanych do budowy baterii akumulatorowych	123
Rys. 14.6 Przyrost mocy PV w Polsce w latach 2002- 2022.....	124
Rys. 14.7 Kraje EU o największym zatrudnieniu w sektorze słonecznym w 2021 roku	125
Rys. 14.8 Pochodzenie dostaw pierwiastków wykorzystywanych do budowy PV.....	130
Rys. 14.9 Najwięksi dostawcy surowców krytycznych do UE.....	131
Rys. 14.10 Pochodzenie dostaw pierwiastków wykorzystywanych do budowy farm wiatrowych.....	137
Rys. 14.11 Pochodzenie dostaw na różnym etapie produkcji turbin wiatrowych	137
Rys. 14.12 Dostępność pierwiastków metali ziem rzadkich (lit, nikiel, miedź) oraz ich wydobycie [wykres słupkowy – produkcja (oś prawa); wykres liniowy – dostępność zasobów (oś lewa)]	141
Rys. 15.1 Schemat powiązań dokumentacji planistycznej gminy	152
Rys. 15.2 Fragment planu zagospodarowania z zielenią Monachium nr 1905 d	153
Rys. 15.3 Fragment planu zagospodarowania z zielenią Monachium nr 2045	154
Rys. 15.4 Fragment mapy klasy wieku budynków mieszkalnych	155
Rys. 15.5 Fragment mapy potencjału przypowierzchniowej energii geotermalnej.....	156
Rys. 15.6 Fragment mapy budowy potencjału fotowoltaiki	157
Rys. 15.7 Mapa potencjalnego wykorzystania ciepła ścieków	157
Rys. 15.8 Mapa Programu dla Flemingsberg w Szwecji	158
Rys. 15.9 Warunki słoneczne, realizacja celu na blok (równonoc wiosenna, 21 marca)	159
Rys. 15.10 Liczba godzin nasłonecznienia, dla 21 marca (lewy plan) oraz 21 czerwca (prawy plan)..	160
Rys. 15.11 Przegląd strukturalna mapa geologiczna gminy Huddinge. Red-Berg, szaro-morena, Gullera	160
Rys. 15.12 Przegląd potencjału energii odnawialnej w Wiedniu (tłumaczenia: thermische grundwassernutzung - termiczne wykorzystanie wód podziemnych; erdwärmesonden - sonda geotermalna; abwärme - ciepło odpadowe.).....	162
Rys. 15.13 Załącznik do Zarządzenia Rady Miejskiej Miasta Wiednia, z pomocą którego ustalany jest plan energetyczny dla 09. Dzielnicy	163
Rys. 15.14 Mapa koncepcyjna gęstości strukturalnej	165
Rys. 15.15 Mapa planu energetycznego Zurychu	166
Rys. 15.16 Końcowe zużycie energii na ciepło w Zurychu, scenariusz efektywności.....	167
Rys. 17.1 Występowanie obiektów zabytkowych na terenie Warszawy	184
Rys. 17.2 Struktura pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną w latach 2020–2050.....	187
Rys. 17.3 Planowana linia energetyczna HVDC z północy na południe kraju.....	189
Rys. 17.4 Wielkości i struktury zużycia energii w transporcie w Warszawie – prognoza do roku 2050 dla modelu 3	189
Rys. 18.1 Średnioważone ceny miesięczne energii elektrycznej.....	199
Rys. 18.2 Mapa obowiązujących miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego.....	203

	<p>Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p>Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p>Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 13/477</p>

Rys. 18.3 Miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego przyjęte przed reformą ustawy na tle obowiązujących dokumentów 204

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 14/477

1. Podstawa formalna opracowania

Podstawą formalną opracowania jest zawarta pomiędzy Miastem Stołecznym Warszawą (zwanym dalej *Zamawiającym* lub *Miastem*), a „Energomiar” Sp. z o.o. zwanym dalej *Wykonawcą*, Umowa z dnia 15 czerwca 2021 r. nr UK/2021/DN-DS/0001 (znak *Zamawiającego*: UMIA/IN/B/III/4/4/1/06/2021-2022) na wykonanie pracy pn.: „Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu”.

2. Cel i zakres opracowania

Projekt pn. „Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu” podzielony jest na trzy etapy:

Etap I

Sektor energetyczny m.st. Warszawy według koncepcji „business as usual”. Analiza potencjału oraz perspektywy rozwoju sektora w kontekście możliwości realizacji celów polityki klimatycznej i zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego *Miasta*.

Etap II

Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego. Możliwe trajektorie transformacji i parametry sektora w perspektywie roku 2050.

Etap III

Część III. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.
Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny. Realizacja rekomendacji, a Model 2050.

Niniejsze opracowanie stanowi efekt realizacji prac w ramach Etapu III.


Celem niniejszego opracowania jest przeprowadzenie analizy i dokonanie opisu warunków niezbędnych do spełnienia w celu przeprowadzenia transformacji sektora energetycznego *Miasta* w kierunku jego pełnej dekarbonizacji w perspektywie roku 2050.

Model energetyczny dla m.st. Warszawy (dalej *Model*) ma stanowić weryfikację tezy o możliwości zaspokojenia wszystkich potrzeb energetycznych *Miasta* jednym nośnikiem energii (energia elektryczna) zapewnianym w warunkach elektroprosumeryzmu.

Efektom przeprowadzonych prac będzie ocena możliwości zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego *Miasta* oraz kierunków rozwoju poszczególnych podsektorów energetycznych wraz z rekomendacjami dotyczącymi ich trajektorii transformacyjnych.

Raport z prac zrealizowanych w ramach Etapu III obejmuje:

- 1) Opis warunków koniecznych dla dokonania transformacji sektora energetycznego w kierunku pełnej jego dekarbonizacji w perspektywie roku 2050 na poziomie *Miasta* i jego

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 15/477</p>


otoczenia; wyzwania dla budowy Modelu Energetycznego Miasta bazującego na zjawisku elektroprosumeryzmu.

- 2) Opis możliwości, perspektywy i celowość/brak rozwoju poszczególnych podsektorów energetycznych w *Mieście* oraz wizję zaplecza energetycznego m.st. Warszawy w relacji do prognoz i projekcji rozwoju społeczno-gospodarczego *Miasta* (prognoza demograficzna, polityka przestrzenna miasta).
- 3) Rekomendację (argumentację) ścieżki (ek) transformacji sektora energetycznego w kierunku docelowej, pełnej jego dekarbonizacji w warunkach elektroprosumeryzmu, który zapewnić ma jednoczesną realizację dwóch celów w postaci:
 - a) osiągnięcia przez sektor energetyczny neutralności wobec klimatu,
 - b) zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego *Miasta*, wraz z charakterystyką sektora energetycznego i poziomami realizacji w/w celów, dla pośrednich okresów prognozowania i docelowego.
- 4) Końcowe wnioski i ocenę, w jakim stopniu elektroprosumeryzm zrealizowany w ramach systemowych przekształceń sektora energetycznego w kierunku pełnej jego dekarbonizacji zapewni Warszawie bezpieczeństwo energetyczne; analiza mocnych i słabych stron oraz możliwości/szans i zagrożeń tak określonego, docelowego (dla roku 2050) Modelu Energetycznego, z uwzględnieniem sprzężenia z innymi sferami funkcjonowania *Miasta*, takimi jak środowisko przyrodnicze, infrastruktura społeczna, ekonomia – koszty transformacji energetyki i źródła ich finansowania, poziom życia, koszty społeczne i bezpieczeństwo socjalne mieszkańców, prestiż i konkurencyjność *Miasta* oraz innych, a także w zgodzie z równoległe przygotowywanymi oraz obowiązującymi strategicznymi dokumentami *Miasta*, czyli interdyscyplinarną syntezą potencjału *Miasta* z punktu widzenia transformacji energetyki do Modelu 2050.
- 5) Streszczenie opracowania wykonanego w ramach etapu trzeciego (Część III) w języku niespecjalistycznym.
- 6) Streszczenie opracowania wykonanego w ramach pełnego zakresu tematyki Przedmiotu Umowy (zakres Części I, II i III) w języku niespecjalistycznym.
- 7) Prezentację w formacie MS PowerPoint, w której *Wykonawca* przedstawi m.in. założenia, wyniki / wnioski i rekomendacje odniesione do tematyki opracowania Część III.
- 8) Prezentację w formacie MS PowerPoint, w której *Wykonawca* przedstawi m.in. założenia, wyniki / wnioski i rekomendacje odniesione do pełnego zakresu tematyki wykonanego Przedmiotu Umowy (zakres Części I, II i III).

3. Wykonawca i terminy realizacji pracy

Niniejsze opracowanie zostało wykonane przez zespół projektowy powołany i koordynowany przez „Energomiar” Sp. z o.o., we współpracy z Podwykonawcami:

1. Fundacja na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii (FEWE); Katowice.
2. Politechnika Śląska w Gliwicach, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Katedra Techniki Ciepłej (KTC); Gliwice.
3. Polinvest Sp. z o.o.; Kraków.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 16/477</p>

4. Zakład Pomiarowo-Badawczy Energetyki „Energopomiar-Elektryka Sp. z o.o. (EP-Elektryka); Gliwice.
5. Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju (InE); Warszawa.
6. MAPS Studio Sp. z o.o.; Poznań.

oraz niezależnych ekspertów zewnętrznych:


7. dr inż. Krzysztof Bodzek
8. Prof. dr hab. Paweł Ruszkowski

Zakres czynności wykonywanych przez poszczególnych członków zespołu przedstawiono na stronie 4. Prace objęte niniejszym raportem wykonywano w okresie od 8 listopada 2021 r. do 15 listopada 2022 r., równoległe do prac zrealizowanych w ramach Etapu II.

Prace wykonano zgodnie z procedurami zintegrowanego systemu zarządzania certyfikowanego przez Polskie Centrum Badań i Certyfikacji S.A. na zgodność z wymaganiami norm wg: PN-EN ISO 9001:2015-10, PN-EN ISO 14001:2015-09 oraz PN-ISO-45001:2018-06 (nr certyfikatu JBS-186/7/2021).

4. Informacje wprowadzające


1. Opracowania wykonane w ramach przedmiotu Umowy obejmują obszar m.st. Warszawy w granicach administracyjnych z dnia 15 czerwca 2021r.
2. Opracowanie z Części I opisuje uwarunkowania i stan prawny na dzień 30 września 2021r.
3. Opracowanie z Części II opisuje uwarunkowania i stan prawny na dzień 31 marca 2022r.
4. Opracowania z Części III i Części III Suplement opisują uwarunkowania i stan prawny na dzień 30 czerwca 2022r.
5. W opracowaniach obowiązujący jest stan prawny zmodyfikowany o zmiany już zdeterminowane, które staną się obowiązujące przed terminem przekazania raportów *Zamawiającemu*.
6. Materiałem bazowym i zarazem kierunkowym, który Wykonawca wykorzystał w opracowaniu przedmiotu Umowy są »WYTYCZNE do opracowania (do budowy) „Modelu energetycznego dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniającego warunki elektroprosumeryzmu”« (Warszawa, styczeń 2021r.) [1] zredagowane przez Biuro Infrastruktury UM st. Warszawy pod kierunkiem Prof. dr. hab. inż. Jana Popczyka.
7. *Wykonawca* w opracowaniu ujął informacje pozyskane od uczestników warszawskiego sektora energetycznego pozyskane w drodze współpracy nawiązanej za pomocą listu poparcia wystawionego dla „Energopomiar” Sp. z o.o. przez *Miasto*. Doboru rodzaju uczestników *Wykonawca* dokonał w sposób mający zapewnić ich różnorodność na potrzeby opracowania modelowych przykładów elementów infrastruktury miejskiej.
8. W niniejszym opracowaniu przeanalizowano warianty transformacji warszawskiego sektora energetycznego w kierunku układu zaopatrującego jego uczestników jednym rodzajem energii, mianowicie energią elektryczną (monizm elektryczny). w tym wariantcie zakłada się potraktowanie źródeł odnawialnych jako podstawowych w zakresie zaspokajania potrzeb energetycznych uczestników warszawskiego sektora energetycznego, przy czym dopuszcza

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 17/477</p>

się zastosowanie technologii konwencjonalnych jako źródeł energii pełniących funkcję uzupełniającą pracę OZE. Należy jednak zaznaczyć, że brak osiągnięcia pełnego wyeliminowania paliw konwencjonalnych (a więc 100% udział OZE w sektorze energetycznym) nie może zostać uznany za zaprzeczenie tezy o osiągnięciu neutralności klimatycznej. Zdaniem *Wykonawcy* strategiczny charakter opracowania dotyczącego tak przełomowej idei jaką jest praktyczne wdrożenie koncepcji elektroprosumeryzmu uprawnia do stwierdzenia, iż za sukces należałoby uznać sytuację, w której przeanalizowane rozwiązania oparte o technologie OZE pozwolą na zastąpienie energetyki konwencjonalnej w około 85-95%.

9. Podczas realizacji Etapu 1 oraz Etapu 2, w ramach których zostały opracowane następujące raporty:
 - a. 240/ZC/2021 pn. „Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu. Część I. Sektor energetyczny według koncepcji »business as usual«”
 - b. 86/TE/2021 pn. „Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu. Część II. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego. Możliwe trajektorie transformacji i parametry sektora w perspektywie roku 2050”


Wykonawca przeanalizował możliwości transformacji warszawskiego sektora energetycznego uwzględniając również transformację w scenariuszach redukcji emisji (modele 1-3), które co do zasady stanowią przedmiot prac prowadzonych w ramach Etapu 2 i 3. Z tego względu, w odniesieniu do całego stołecznego sektora, w niniejszym opracowaniu *Wykonawca* odwołuje się w wielu miejscach do wyników uzyskanych w opracowaniach zrealizowanych we wcześniejszych etapach przywołując w niniejszym dokumencie najważniejsze informacje i nie przedstawiając szczegółowych założeń, już raz opisanych. Ważnym jest, aby opracowania zrealizowane w ramach wszystkich Etapów traktować jako spójną całość.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 18/477</p>


5. Słownik pojęć oraz spis nazw i akronimów

Tabela 5.1 Spis nazw i akronimów


Nazwa, akronim	Objaśnienie
Elektroprosumeryzm	– Jedyność energii elektrycznej OZE (monizm elektryczny OZE) jako energii napędowej na trzech rynkach końcowych: energii elektrycznej, ciepła, paliw transportowych. Innymi słowy jest to nowy sektor gospodarki zastępujący całą współczesną energetykę paliw kopalnych (Wielkoskalową Energetykę Korporacyjną WEK). Elektroprosumeryzm zakłada zastosowanie wyłącznie energii elektrycznej wytworzonej w źródłach OZE jako energii napędowej na trzech rynkach końcowych: energii elektrycznej, ciepła, paliw transportowych.
Elektroprosument	– Odbiorca wytwarzający energię elektryczną wyłącznie ze źródeł OZE. Może korzystać z dostępu do zasobów KSE (w tym sieci elektroenergetycznej) na nowych zasadach (patrz zasada ZWZ-KSE) indywidualnie lub za pośrednictwem np. systemu(WSE).
\vec{EP} , EP	– Elektroprosumeryzm lub elektroprosument (zależnie od kontekstu), energetyka prosumencka lub prosument (zależnie od kontekstu), odpowiednio.
TETIP	– Transformacja Energetyki w Trybie Innowacji Przełomowej. Transformacja polegająca na restrukturyzacji energetyki WEK-PK i zastąpieniu jej trzech koncesjonowanych, schodzących rynków końcowych energii (energii elektrycznej, ciepła i paliw transportowych) będących (na mocy koncesji) własnością energetyki WEK-PK czterema wschodzącymi, konkurencyjnymi rynkami elektroprosumeryzmu zdobytymi (wytworzonymi) przez pretendenta (głównie sektor MMS) w odpowiedzi na potrzeby prosumentów, mianowicie dwoma „sieciowymi” rynkami napędowej energii elektrycznej OZE (podlegającymi ogólnym regulacjom konkurencji) oraz dwoma rynkami „bezsieciowymi”, czyli rynkiem urządzeń (systemów, technologii) i rynkiem usług.
TETIP(A→B)	– Trajektoria transformacji TETIP od stanu początkowego A (2020) do stanu końcowego B(2050 ↔ \vec{EP}).

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 19/477</p>


Nazwa, akronim	Objaśnienie
<p>Rynki elektroprosumeryzmu (cztery rynki wschodzące)</p>	<p>– rynek\overline{EP}(1) – rynek energii elektrycznej 1 (RCR - czasu rzeczywistego);</p> <p>rynek\overline{EP}(2) – bezsieciowy rynek urządzeń (technologii, materiałów, produktów, ...);</p> <p>rynek\overline{EP}(3) – bezsieciowy rynek usług (projektowych, instalacyjnych, serwisowych, innych, a także usług związanych z obsługą modeli biznesowych spółdzielczych, klastrowych, deweloperskich, franczyzowych, outsourcingowych, innych);</p> <p>rynek\overline{EP}(4) – rynek energii elektrycznej 2 (offshore).</p>
<p>Rynki końcowe energii (trzy rynki schodzące energetyki WEK-PK)</p>	<p>– Rynki: energii elektrycznej, ciepła, paliw transportowych bazujące na paliwach kopalnych (węgiel kamienny, węgiel brunatny, ewentualnie także paliwa jądrowe, ropopochodne paliwa transportowe, gaz) należące do energetyki WEK (nominowane w MWh).</p>
<p>Rynki pierwotne energii (podstawowo trzy rynki schodzące energetyki WEK-PK)</p>	<p>– Rynki węgla kamiennego, gazu, ropopochodnych paliw transportowych (energii chemicznej tych paliw, nominowanej w MWh).</p>
<p>WEK</p>	<p>– Wielkoskalowa Energetyka Korporacyjna: elektroenergetyka wraz z górnictwem węgla brunatnego i potencjalnie z energetyką jądrową, ciepłownictwo, sektor paliw transportowych, gazownictwo, górnictwo węgla kamiennego.</p>
<p>WEK-PK</p>	<p>– Wielkoskalowa Energetyka Korporacyjna Paliw Kopalnych Energetyka WEK posiadająca rynki podażowe węgla (górnictwo węgla kamiennego i elektroenergetyka posiadająca kopalnie węgla brunatnego, a częściowo także węgla kamiennego), gazu (gazownictwo), ropopochodnych paliw transportowych (sektor naftowy) oraz energetyka WEK posiadająca systemowy rynek końcowy energii elektrycznej w części bazującej na paliwach kopalnych (elektroenergetyka oraz, w niewielkiej części, pozostałe sektory energetyki WEK) i sieciowe lokalne rynki końcowe ciepła bazujące na paliwach kopalnych (ciepłownictwo); w pojęciu WEK-PK mieści się potencjalna energetyka (elektroenergetyka) jądrowa.</p>
<p>KSE</p>	<p>– Krajowy System Elektroenergetyczny.</p>

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 20/477</p>


Nazwa, akronim	Objaśnienie
UREP	<p>– Urząd Rozwoju Elektroprosumeryzmu Urząd realizujący regulację w zakresie stosowania zasady ZWZ-KSE na oddolnym wschodzącym rynku energii elektrycznej, która jest regulacją nadrzędną względem regulacji realizowanej przez URE na schodzącym rynku energii elektrycznej. Regulacja obejmuje certyfikację i stosowanie dobrych praktyk przez przedsiębiorców elektroprosumerystów (certyfikatora CTEP, Inżyniera ITEP, innych), a ponadto w zakresie wykorzystania kosztu elektro-ekologicznego do rynkowego zarządzania trajektoriami transformacyjnymi elektroprosumentów, systemów(WSE) oraz jednostek JST.</p>
CTEP	<p>– Certyfikator Transformacji Elektroprosumenckiej. Podmiot posiadający koncesję właściwego urzędu państwowego (innego niż UREP) w zakresie weryfikacji transformacji elektroprosumenckiej elektroprosumenta, systemu(WSE), jednostki JST w kontekście kosztu elektro-ekologicznego i/lub kompatybilności instalacji elektroprosumenckiej, systemu(WSE), transformacji JST. Certyfikator CTEP posiada wpis w rejestrze UREP.</p>
ITEP	<p>– Inżynier Transformacji Elektroprosumenckiej. Podmiot posiadający koncesję UREP (wykazany w rejestrze UREP) działający na elektroprosumenckich (konkurencyjnych w środowisku umów cywilno-prawnych) rynkach usług dla elektroprosumentów oraz dla jednostek JST w zakresie kompleksowego wsparcia obejmującego pasywizację budownictwa, elektryfikację ciepłownictwa, elektryfikację transportu i reelektryfikację OZE. Inżynier ITEP może reprezentować elektroprosumenta (spółdzielnia, wspólnota, grupa elektroprosumentów indywidualnych,...) oraz jednostkę JST we właściwych urzędach państwowych (UREP, innych), a także względem operatora OSD na rynku schodzącym energii elektrycznej.</p>

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 21/477</p>


Nazwa, akronim	Objaśnienie
ZWZ-KSE	<p>– Zasada Współużytkowania Zasobów KSE</p> <p>Zasada określająca warunki dostępu elektroprosumentów, systemów(WSE) oraz jednostek JST do zasobów KSE wraz z realizowanym przez UREP systemem gwarancji dostępu oraz procedurami określania opłat za ten dostęp.</p> <p>Zasada wprowadza rozdział odpowiedzialności w obszarze nazywanym w Prawie energetycznym bezpieczeństwem energetycznym. Mianowicie, zgodnie z zasadą operatorzy sieciowi ponoszą odpowiedzialność za bezpieczeństwo techniczne KSE. Elektroprosumenci korzystają natomiast z konkurencji na wschodzących rynkach elektroprosumeryzmu i decydują o adekwatności rynkowej (jakości) własnego zaopatrzenia w energię elektryczną.</p>
Ustawa ZWZ	<p>– Ustawa dot. zasad współużytkowania zasobów KSE.</p> <p>Podstawa do reformy DURE oraz fundament współistnienia dwóch porządków prawnych (prawo energetyczne oraz prawo elektryczne). Ustawa jest pilotażem ustawy Prawo Elektryczne i ma za zadanie ustanowić ramy działania dla wschodzącego rynku elektroprosumenckiego (energii elektrycznej), pozasieciowych rynków urządzeń i usług oraz wschodzącego rynku morskiej energetyki wiatrowej w połączeniu z europejskim rynkiem energii elektrycznej (JREE).</p>
DURE	<p>– Druga Ustrojowa Reforma Elektroenergetyki;</p> <p>DURE wiąże Prawo Elektryczne (nadrzędne względem ustawy Prawo Energetyczne) z budową elektroprosumeryzmu (jego rynków wschodzących). w konsekwencji reforma DURE oznacza, że podstawową zasadą budującego się prawa elektrycznego będzie zasada współużytkowania zasobów KSE (zasada ZWZ-KSE). w zamyśle reforma DURE utożsamia Prawo Energetyczne z wygaszanymi rynkami elektroenergetyki WEK-PK, co sprawia, że ta ustawa nabiera charakteru wygaszającego.</p>
JREE	<p>– Europejski Jednolity Rynek Energii Elektrycznej</p>
Triplet paradygmatyczny monizmu elektrycznego	<p>– Paradygmat prosumencki + paradygmat egzergetyczny + paradygmat wirtualizacyjny.</p>

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 22/477</p>


Nazwa, akronim	Objaśnienie
<p>System(WSE)</p>	<p>– Wirtualny System Elektryczny. Wydzielony zbiór źródeł (ogólnie instalacji wytwórczo-magazynowych) przyłączonych w węzłach sieciowych i odbiorów (ogólnie instalacji prosumenckich) przyłączonych w sieciowych węzłach odbiorczych KSE zarządzanym przez operatora(WSE) na handlowo-technicznej platformie(WSE) lub z wykorzystaniem platformy OIRE (Operator Informacji Rynku Energii Elektrycznej). Jest to system w obszarze sieciowym segmentu operatorskiego OSD na poziomie napięciowym nN, SN, 110 kV. Struktura podmiotowa systemu(WSE) obejmuje elektroprosumentów oraz operatora OWSE lub jednostkę JST. System(WSE) jest „pierwotną” jednostką elektroprosumenckiego (pierwszego) rynku wschodzącego energii elektrycznej realizującą transformację wyspowa polegającą na samo-autonomizacji względem KSE lub współuczestniczącą w transformacji hybrydowej z wykorzystaniem dostępu do (europejskiego) Jednolitego Rynku Energii Elektrycznej (JREE) i/lub rynku offshore w obszarze systemowym operatora OSP. System WSE konsolidowany na poziomach napięciowych nN, SN, 110 kV korzysta z zasady ZWZ-KSE w trybie posiadanej przez operatora OWSE koncesji urzędu UREP i regulacji realizowanej przez urząd UREP na pierwszym elektroprosumenckim rynku wschodzącym energii elektrycznej. Jednostka JST realizuje autonomizację sieciową na poziomie napięciowym nN, SN, 110 kV w swoich granicach w trybie regulacji administracyjnych określonych przez koncesję UREP.</p>

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 23/477</p>


Nazwa, akronim	Objaśnienie
<p>Operator(WSE) OWSE</p>	<p>– Operator Wirtualnego Systemu Elektrycznego (OWSE) - operator wirtualnych systemów elektrycznych funkcjonujący tylko w drugim (nowym) porządku prawnym.</p> <p>Operator rynku technicznego (regulacyjno-bilansującego) systemu(WSE). Jest on zarazem „pierwotnym” operatorem rynku technicznego w obszarze sieciowym segmentu operatorskiego OSD na rynku schodzącym energii elektrycznej, a jednocześnie „pierwotnym” operatorem (pierwszego) elektroprosumenckiego rynku wschodzącego energii elektrycznej (działającego w obszarze sieciowym segmentu operatorskiego OSD). Operator OWSE oraz elektroprosumenci konsolidują system(WSE) w trybie umów cywilno-prawnych uprawniających operatora OWSE do handlu usługami technicznymi na osłonie kontrolnej między systemem(WSE) oraz rynkiem schodzącym energii elektrycznej.</p>
<p>Zbiór kanoniczny technologii wytwórczo-zasobnikowych/ regulacyjnych \vec{EP}</p>	<p>– Podzbiór czterech podstawowych technologii (skomercjalizowanych):</p> <p>EWL – elektrownie wiatrowe lądowe, PV – źródła fotowoltaiczne, ogólnie wytwórczo-akumulatorowe, EWM – elektrownie wiatrowe morskie oraz EB – elektrownie biogazowe, ogólnie wytwórczo-zasobnikowe/regulacyjne (na początek głównie utylizacyjne),</p> <p>podzbiór trzech technologii potencjalnych (dojrzewających i wymagających masowej komercjalizacji):</p> <p>μEB – wymagające masowego skomercjalizowania mikroelektrownie biogazowe, ogólnie wytwórczo-zasobnikowe/regulacyjne (na początek głównie utylizacyjne), μEW – wymagające masowego skomercjalizowania mikroelektrownie wiatrowe, ogólnie wytwórczo-akumulatorowe GOZ – dojrzewająca multitechnologia wytwórczo-zasobnikowa mineralizacji niskotemperaturowej w gospodarce obiegu zamkniętego, na początek w gospodarce odpadami,</p> <p>i dwie najważniejsze technologie w podzbiórze technologii potencjalnych, mianowicie:</p> <p>μTW – dojrzewające technologie wodorowe, zasobnikowo-wytwórcze, μEJ – potencjalne, specjalnego cywilnego zastosowania, fabryczne mikroelektrownie jądrowe nowej generacji.</p>

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p>Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 24/477</p>

Nazwa, akronim	Objaśnienie
Ostona kontrolna (OK)	– Ostona służąca do wydzielenia obszaru (części infrastruktury elektroenergetycznej) podlegającego analizie. Stosowana na kilku poziomach – np. osiedle, dzielnica, miasto, kraj.
Zbiór kontrolnych osłon bilansujących dla m.st. Warszawy wraz z otuliną (OKW1...OKW10)	– Zbiór 10 reprezentatywnych kontrolnych osłon bilansujących w osłonach reprezentujący 261 rejonów w MSI (195 aktywnych i 66 nieaktywnych) oraz 18 dzielnic w ostonie OK(W) oraz 18 gmin w ostonie OK(W+).
Otulina warszawska	– Teren 18 gmin sąsiadujących bezpośrednio z m.st. Warszawą.
OK(W)	– Bilansująca ostona kontrolna m.st. Warszawa (w granicach administracyjnych)
OK(W+)	– Bilansująca ostona kontrolna m.st. Warszawy wraz z otuliną (18 gmin sąsiadujących z m.st. Warszawą)
Koszt elektro-ekologiczny (KEE)	– Miara wyczerpywania się globalnych nieodnawialnych bogactw naturalnych (nie tylko paliw) na rynkach elektroprosumeryzmu. Koszt KEE zastępuje w naturalny sposób koszt termo-ekologiczny (TEC) w energetyce paliw kopalnych. Istota kosztu KEE i TEC jest w świetle podstaw fundamentalnych transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu ta sama.
Koszt termo-ekologiczny (TEC)	– Thermo-Ecological Cost; Miernik wyczerpywania nieodnawialnych zasobów naturalnych służący do oceny zasobochłonności rozwiązań zastosowanych w energetyce paliw kopalnych. Jest to miara wpływu danego produktu na wyczerpywanie się nieodnawialnych bogactw naturalnych. Im niższa wartość tym mniejszy wpływ na wyczerpywanie zasobów nieodnawialnych.
Rynek wschodzący MEW	– wschodzący rynek dosyłowy Morskiej Energetyki Wiatrowej (MEW)


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 25/477</p>

Nazwa, akronim	Objaśnienie
Terminal STD	<p>– Sieciowy Terminal Dostępowy; Terminale to urządzenia, które przejmą, w zdefiniowanym zakresie, kontrolę nad potrzebami energetycznymi użytkowników (w szczególności prosumentów). STD jest to urządzenie dedykowane osobom, które chcą oferować własne zasoby (źródła energii OZE, magazyny,...) na rynku energii elektrycznej. Jedną z funkcjonalności STD (poprzez narzędzia informatyczne) jest możliwość zawierania umów i realizacji zobowiązań na dostawę energii elektrycznej, analizę finansów, pakietowe zakupy i sprzedaż energii elektrycznej itd. Jednak STD powinien również mierzyć produkcję i zużycie energii elektrycznej, umożliwiać bezpieczny przesył i akwizycję danych oraz wykorzystując sztuczną inteligencję prognozować profile zapotrzebowania i produkcji. Ponadto zgodnie z zaprogramowanymi funkcjonalnościami (zdefiniowanymi przez użytkownika) powinien zarządzać odbiorami tak, żeby zapewnić bezpieczeństwo energetyczne w efektywny (i tani) sposób.</p>
LOLE	<p>– LOLE (ang. Loss of Load Expectation) - oczekiwany sumaryczny czas trwania deficytów mocy w rozpatrywanym okresie. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Energii z dnia 18 lipca 2018 r. w sprawie wykonania obowiązku mocowego, jego rozliczania i demonstrowania oraz zawierania transakcji na rynku wtórnym <u>wskaźnik ten jest standardem bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej do odbiorców końcowych i wynosi nie więcej niż 3 godziny (rocznie).</u></p>
IEO	<p>– Instytut Energetyki Odnawialnej</p>
IRENA	<p>– Międzynarodowa Agencja Źródeł Odnawialnych (ang.: International Renewable Energy Agency)</p>
BIPV	<p>Moduły fotowoltaiczne przeznaczone do integracji z budynkiem (ang. Building Integrated Photovoltaics)</p>

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 26/477

6. Podstawowe jednostki i przeliczniki

Wielkość	Jednostka	
	Nazwa	Symbol
Powierzchnia	Metr kwadratowy	m ²
Długość	Kilometr	km
Masa	Tona	t
	Megagram	Mg
Natężenie prądu elektrycznego	Amper	A
Temperatura	Stopień Celsjusza	°C
Energia, Moc	Dżul	J
	Kilodżul	kJ
	Megadżul	MJ
	Gigadżul	GJ
	Teradżul	TJ
	Petadżul	PJ
	Megawat	MW
	Megawatogodzina	MWh
	Gigawat	GW
	Gigawatogodzina	GWh
	Terawatogodzina	TWh
Przeliczniki		
Powierzchnia	1 m ² =0,000001 km ² = 100 dm ² = 10 000 cm ²	
Długość	1 km = 1 000 m = 10 000 dm = 100 000 cm	
Masa	1 Mg = 1 t = 1 000 kg	
Kilodżul	1 kJ = 1 000 J	
Megadżul	1 MJ = 1 000 kJ = 1 000 000 J	
Gigadżul	1 GJ = 1 000 MJ = 1 000 000 kJ	
Teradżul	1 TJ = 1 000 GJ = 1 000 000 MJ	
Petadżul	1 PJ = 1 000 TJ = 1 000 000 GJ	
Megawat	1 MW = 1 000 kW = 1 000 000 W	
Megawatogodzina	1 MWh = 1 000 kWh	
Gigawat	1 GW = 1 000 MW = 1 000 000 kW	
Gigawatogodzina	1 GWh = 1 000 MWh = 1 000 000 kWh	
Terawatogodzina	1 TWh = 1 000 GWh = 1 000 000 MWh	

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 27/477

7. Model energetyczny Warszawy w roku 2050

Jednym z podstawowych celów w Etapie II był wybór optymalnego wariantu transformacji dla m.st. Warszawy. Spośród trzech analizowanych modeli energetycznych dla miasta Warszawy w horyzoncie 2050 roku *Wykonawca* zarekomendował przyjęcie modelu 3 do realizacji.


Jako kryterium wyboru wykorzystano następujące aspekty:

- najmniejszy wpływ na wyczerpywanie nieodnawialnych zasobów energii pierwotnej (najniższa wartość kosztu termoeologicznego TEC),
- najmniejsze ograniczenia sieciowe wynikające ze wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną,
- największy poziom dekarbonizacji,
- najwyższy poziom niezależności od dostaw energetycznych pochodzących spoza terenu miasta (najwyższy poziom bezpieczeństwa energetycznego).

Tabela 7.1 przedstawia wyniki analiz dla modelu 3 i zawiera strukturę wytwórczą opartą o źródła OZE oraz WEK (jako uzupełnienie miksu energetycznego).

Tabela 7.1 Podsumowanie najważniejszych wyników analiz dla modelu 3

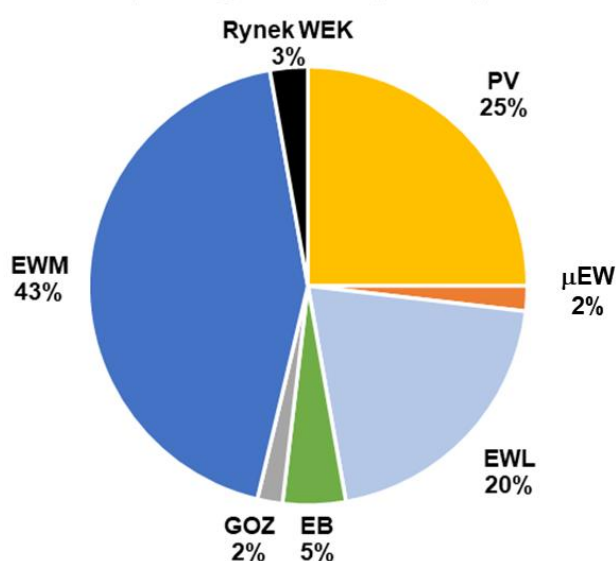
MODEL 3							
ROK	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
ENERGIA ELEKTRYCZNA							
Zapotrzebowanie, TWh	-	8,6	9,2	9,7	10,2	10,4	10,9
PV	-	0,9	2,2	2,6	2,7	2,7	2,7
μEW	-	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2
EWL	-	0,2	0,5	0,8	1,3	1,8	2,2
EB	-	0,1	0,1	0,3	0,4	0,5	0,5
GOZ	-	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
EWM	-	0,0	0,6	2,2	3,7	4,4	4,7
Suma	-	1,2	3,5	6,2	8,4	9,8	10,6
Rynek WEK	-	7,4	5,7	3,5	1,8	0,6	0,3
CIEPŁO							
Zapotrzebowanie, TWh	12,6	11,7	10,4	9,6	8,6	7,6	7,2
PC	0,3	2,3	4,2	4,8	5,6	6,1	6,5
Źródła inne niż PC	12,3	9,4	6,2	4,8	3,0	1,5	0,7
GAZ							
Zapotrzebowanie, TWh	4,8	4,6	3,9	3,5	2,7	2,0	1,7
EMISJA CO₂							
Łącznie (Sektor energetyczny), mln ton	11,8	10,0	6,68	4,18	2,35	1,18	0,57

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 28/477

KOSZT TERMO-EKOLOGICZNY							
TEC, TWh*		34,20	25,65	28,50	18,52	8,76	4,73
KOSZT ELEKTRO-EKOLOGICZNY							
łącznie, mln €	590-1180	500-1000	334-668	209-418	117-235	59-118	28-57

Na poniższym rzyunku przedstawiono udział procentowy poszczególnych technologii w procesie wytwarzania energii elektrycznej dla modelu 3 w roku 2050.

Sektor energetyczny Warszawy 2050 (energia elektryczna)



Rys. 7.1 Udział procentowy poszczególnych technologii w procesie wytwarzania energii elektrycznej dla modelu 3 w roku 2050

W czerwcu 2022 roku badacze z Uniwersytetu Stanforda pod kierownictwem Mark Z. Jacobsona opublikowali w czasopiśmie Energy & Environmental Science raport „Low-cost solutions to global warming, air pollution, and energy insecurity for 145 countries”. w gronie analizowanych krajów znalazła się również Polska. Raport przytacza dwa harmonogramy przejścia na 100% OZE (rozumianego jako energię napędową -wiatr, woda, słońce). w obu przypadkach osiągnięcie 80% mocy zainstalowanej z OZE następuje w 2030 roku. w pierwszym przypadku 100% udziału OZE możliwe jest do osiągnięcia w 2035 roku, natomiast w drugim scenariuszu osiągnięcie 100% z OZE następuje w 2050 roku.¹

¹ Mark Z. Jacobson, Anna-Katharina von Krauland, Stephen J. Coughlin, Emily Dukas, Alexander J. H. Nelson, Frances C. Palmer and Kylie R. Rasmussen, *Low-cost solutions to global warming, air pollution, and energy insecurity for 145 countries*, Royal Society of Chemistry 2022 Energy Environ. Sci., 2022, 15, 3343–3359.



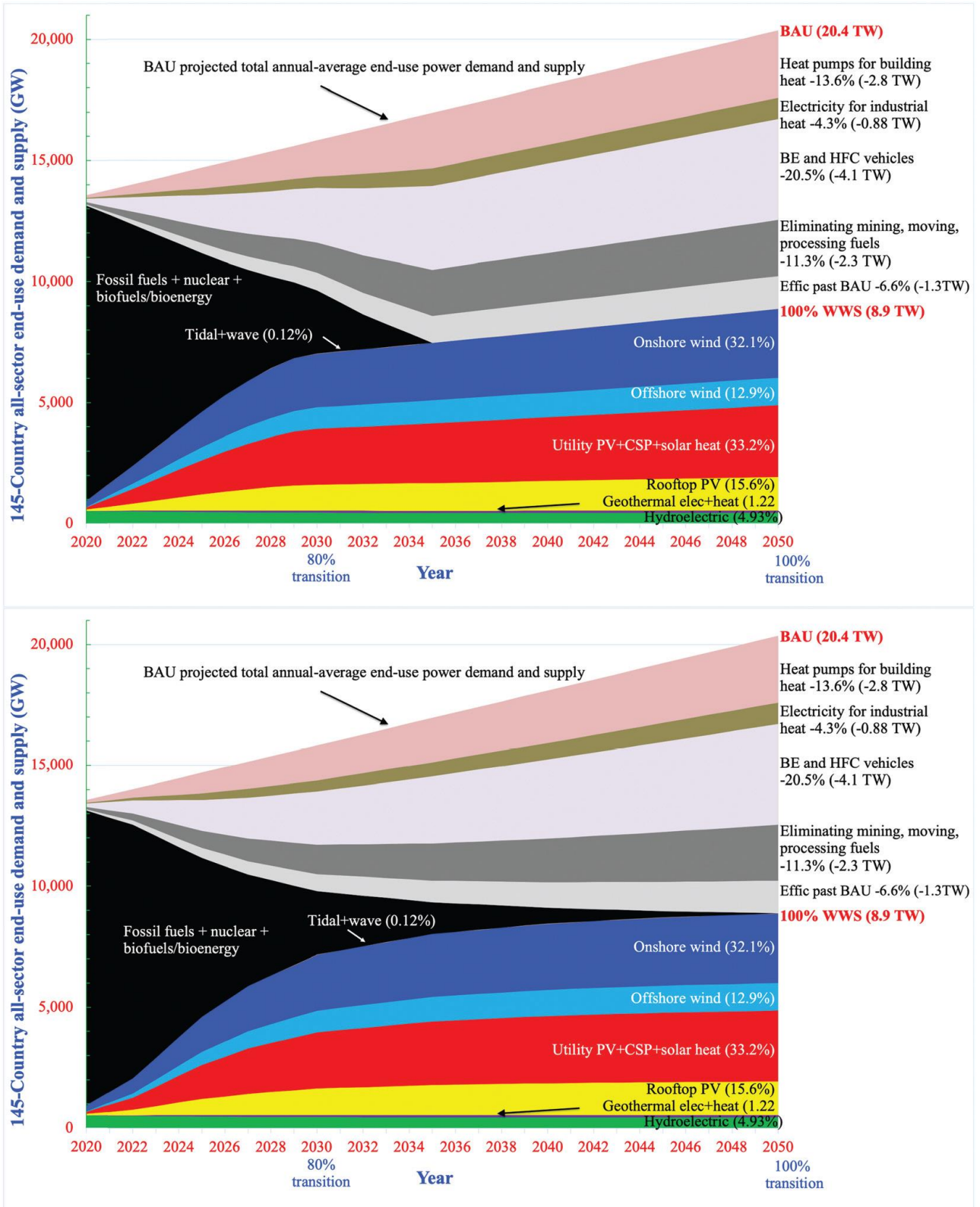
**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.


Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
29/477



Rys. 7.2 Harmonogram przejścia 145 krajów na 100% OZE (WWS: Wind-Water-Solar) do 2035 r. (pierwszy scenariusz) i 2050 r. (drugi scenariusz) ¹

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 30/477</p>

8. Sposoby użytkowania energii adekwatne dla rynków elektroprosumeryzmu

Elektroprosumeryzm to koncepcja, w której użytkowanie energii elektrycznej nie ogranicza się jedynie do jej poboru (w przypadku odbiorców) i produkcji (w przypadku inwestorów). Konieczne staje się wykorzystanie zdolności bilansowania energii w każdej osłonie kontrolnej, co nie będzie możliwe bez dwóch bezsieciowych rynków urządzeń (terminal STD, przekształtniki ...) i usług (instalacje, utrzymanie sieci ...). Efekt synergii wielu rozwiązań pozwala na zbilansowanie systemu(WSE), ale co należy podkreślić, wymaga zmiany podejścia do bezpieczeństwa energetycznego, tzn. zastąpienie bezpieczeństwa energetycznego pojęciem adekwatności dostaw (Załącznik 4 – Zmiana sposobu użytkowania energii elektrycznej), czyli określenie poziomu dostaw energii (zwłaszcza w etapie przejściowym transformacji) zapewniające odpowiednie funkcjonowanie wszystkich obecnych obszarów związanych z gospodarką paliwowo-energetyczną, a w horyzoncie 2050 – elektroprosumeryzmem.

Należy podkreślić, że przedsiębiorcy już obecnie korzystają z mechanizmów pozwalających na ograniczeniu kosztów funkcjonowania przedsiębiorstwa. Dotyczy to zwłaszcza przedsiębiorstw z technologiami energochłonnymi. Mechanizmy te są uzależnione od wielkości przedsiębiorstwa (a właściwie od jego energochłonności) i mogą obejmować działania od wykorzystania taryf strefowych po udział w Towarowej Giełdzie Energii (TGE).

Dostępne na rynkach elektroprosumeryzmu możliwości realizacji kształtowania profilu są znacznie większe, ponieważ zakłada się swobodny (rynkowy) dostęp do zasobów KSE, poprzez wykorzystanie zasady współużytkowania zasobów KSE, ale również co za tym idzie – współodpowiedzialność za poprawne funkcjonowanie zasobów technicznych, która będzie spoczywała na każdym elektroprosumencie, który chce z zasady tej korzystać. w praktyce sprowadza się to do wymogu stosowania terminala dostępowego. Terminal dostępowy pozwala wykorzystać możliwości, jakie oferują współczesne przekształtniki w postaci usług na rynku wschodzącym, co powoduje, że obecne usługi z rynków technicznych energetyki WEK, mogą przenieść się na poziom sieci SN i nN. Należy podkreślić, że elektroprosumient dysponujący certyfikowanym terminalem STD, może korzystać z zasady współużytkowania zasobów KSE oraz oferować swoje usługi indywidualnie – na podstawie umowy z OSD – za pośrednictwem elektroprosumenckiej platformy handlowej bądź systemu(WSE) – na podstawie umowy cywilno-prawnej.

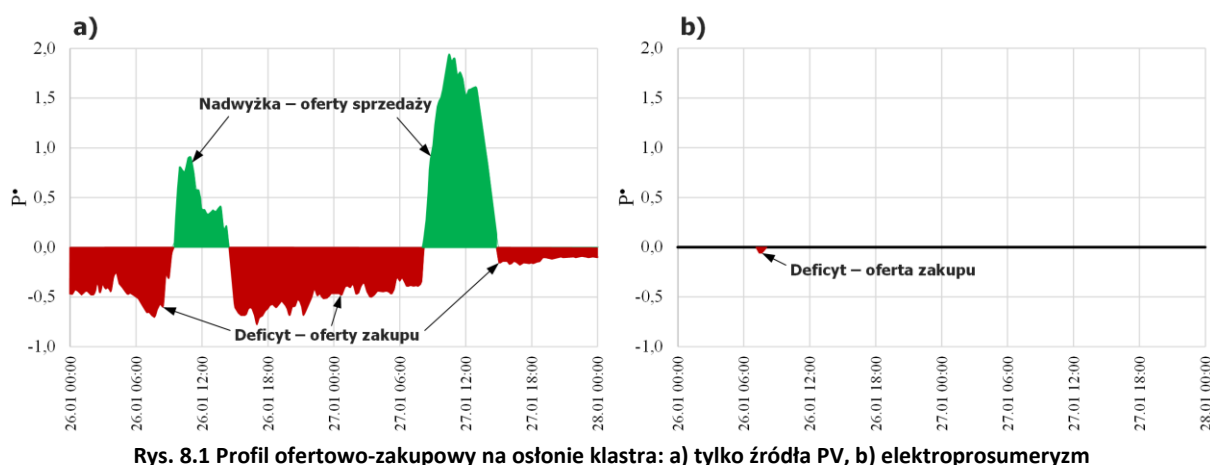
W sposób syntetyczny usługi te można ująć w ramy następujących funkcji:

- kontrola przepływu,
- kompensacja mocy biernej,
- filtracja wyższych harmoniczných,
- kontrola napięcia w sieciach,
- kontrola częstotliwości,
- łączenie (sprzęganie) sieci,
- Black Start.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 31/477

Typowa realizacja funkcjonalności została zamieszczona w Załączniku nr 4 – rola przekształtników w elektroprosumeryzmie.


System(WSE) musi być wyposażony w terminale STD, pozwalające na zmianę użytkownika energii elektrycznej (zwiększenie autokonsumpcji, reakcję na sygnał cenowy, przesuwanie obciążeń, ...). Terminal taki instalowany w osłonie każdego podmiotu aktywnego (pretendenta na rynku energii współodpowiedzialnego za bilans i bezpieczeństwo energetyczne), udostępnia dane pomiarowe oraz jest wyposażony w strażnik mocy z możliwością kontroli przepływu w sposób bierny (sterowanie odbiornikami) lub aktywny z pełną kontrolą przepływu na osłonie (przekształtniki). Funkcjonalności te pozwalają operatorowi(WSE) zarządzać bilansem energii na wirtualnej osłonie(WSE) oraz oferować nadwyżki energii i pokrywać deficyty. Wystawianie ofert sprzedaży i zakupu energii elektrycznej z rynku wschodzącego 1, czyli wykorzystanie dostępnych zasobów rynku schodzącego, realizowane jest na podstawie prognozowanego profilu niezbilansowania. System(WSE), w którym występują tylko źródła PV (Rys. 8.1a), ze względu na ich wymuszoną produkcję, będzie charakteryzował się okresami z nadwyżką oraz okresami z deficytem energii. Dla przykładu, w prezentowanym na rysunku Rys. 8.1a okresie dwóch dni (26.01 i 27.01) deficyty i nadwyżki będą się wzajemnie przeplatały. Operator(WSE), mając do dyspozycji prognozę wystąpienia niezbilansowania, handluje z podmiotami rynku schodzącego.



Rys. 8.1 Profil ofertowo-zakupowy na osłonie klastra: a) tylko źródła PV, b) elektroprosumeryzm


W tendencji, ze względu na wykorzystanie innych technologii OZE, magazynów i zmianę sposobu użytkowania energii, niezbilansowanie systemu(WSE) dąży do zera (Rys. 8.1b). Jednak osiągnięcie zdolności do pełnego zbilansowania wymaga czasu, a redukcja przepływów na osłonie systemu(WSE) jest powiązana z trajektorią wygaszania źródeł węglowych WEK.

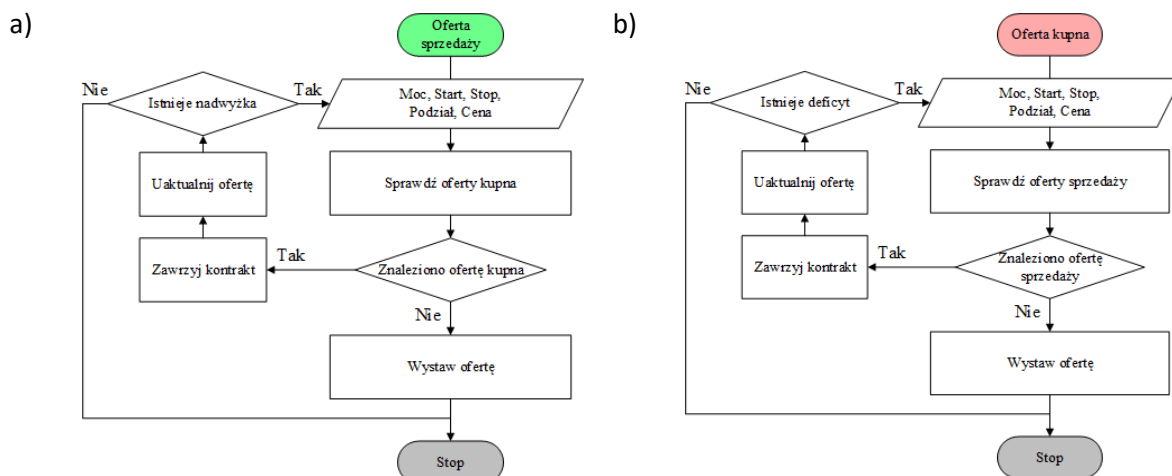
W ogólnym przypadku, wykorzystując źródła wytwórcze o charakterze wymuszonym, nie można wykluczyć okresów nadwyżki produkcji energii elektrycznej w obszarach funkcjonowania systemu(WSE). Możliwa jest wtedy sprzedaż nadwyżek energii, np. za pomocą transakcji pakietowych (na rynkach elektroprosumeryzmu). Podstawą takiego rynku są terminale STD umożliwiające szybkie zawieranie transakcji dostawy energii elektrycznej za pośrednictwem sieci Internet z wykorzystaniem rozliczeń, np. w technologii Blockchain lub innej, umożliwiającej szybkie i tanie operowanie mikropłatnościami. Postępująca dzięki wsparciu nowych technologii „uberyzacja” sprawi, że tak jak

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 32/477</p>

w przypadku towarów innego rodzaju, podobnie na rynku energii elektrycznej będzie powstawało wiele konkurencyjnych platform obrotu energią, a także działanie usług porównujących i ułatwiających wyszukiwanie ofert na rozproszonym rynku. Sprzyjać temu będzie rozwój przemysłu 4.0, Internetu Rzeczy, lecz również zasobników akumulatorowych. w takim środowisku będzie mógł się wykształcić pakietowy obrót energią pozwalający na zaspokojenie różnych potrzeb po jak najniższych cenach, mogą to być potrzeby związane przykładowo z uruchomieniem zautomatyzowanej produkcji na linii produkcyjnej w celu wyprodukowania serii produktów, naładowaniem zasobników akumulatorowych, samochodów elektrycznych, zakumulowaniem pakietu ciepła czy też z uzupełnieniem planowanych niedoborów energii z innych źródeł, gdy wskażą na to prognozy generacji ze źródeł wymuszonych w obszarze funkcjonowania systemu(WSE). Charakterystyczne dla rynku pakietowego będą możliwości zakupu energii w różnych cenach, w różnym czasie, wygenerowanej przez źródła różnego rodzaju - np. PV, czy wiatrowe w okresach sprzyjającej pogody, biogazowe w okresach deficytów ze źródeł o charakterystyce wymuszonej. Główną jednostką wymiany energii będą pakiety lub grupy pakietów, a handel nimi będzie uwzględniał nie tylko możliwości źródeł i odbiorców, lecz również fizyczne ograniczenia sieciowe. Transakcje zawierane na rynku dostaw pakietowych mogą być prowadzone w czterech etapach: 1) wyboru lub negocjacji oferty, 2) zawarcia transakcji, 3) dostawy energii, 4) rozliczenia końcowego. W pierwszym etapie elektroprosumenci wyposażeni w terminale STD nadzorujące pracę źródeł wytwórczych, na podstawie prognoz i własnych ustawień, przygotowują oferty dostawy energii elektrycznej, które są publicznie dostępne na platformie handlu elektronicznego - platforma(WSE). W parametrach ofert oprócz ceny mogą znaleźć się inne parametry oferty, jak np. minimalny i maksymalny rozmiar pakietu energii, maksymalna moc poboru, godziny ważności oferty itp. Elektroprosumenci z chwilowym deficytem energii, również za pomocą terminali STD, zgodnie z ustawionymi kryteriami wyszukiwania, wybierają oferty lub prowadzą negocjacje (np. poprzez licytację ceny pakietu energii w górę lub w dół). Następnie wybrane oferty przechodzą do etapu realizacji, a po zakończeniu realizacji dostawy następuje rozliczenie końcowe. Opłaty związane ze współużytkowaniem sieci KSE, pozostają po stronie dostawcy (lub są dzielone pomiędzy uczestników transakcji). Zaprojektowanie i wdrożenie tego rodzaju środowiska przeznaczonego do handlu energią już dziś jest możliwe – istnieją odpowiednie technologie, które to umożliwiają. Istnieją również odbiorcy, którzy chętnie kupią pakiety energii, jeśli będzie to związane z korzystną ceną (lokalny pobór kojarzony z lokalną dostawą) i elastycznością zawierania transakcji – począwszy od odbiorców indywidualnych, którzy będą mogli w ten sposób np. podgrzać zasobnik z ciepłą wodą, po przedsiębiorców (przemysł 4.0), którzy będą mogli przygotować wcześniej proces produkcyjny i poczekać na dostawę taniej energii, wykorzystując prognozy generacji energii elektrycznej w lokalnych rozproszonych źródłach wytwórczych.

Transakcje pakietowe pozwalają na handel energią na rynku wschodzącym. Oferty zakupu i sprzedaży energii wystawiane są na podstawie prognozowanego deficytu i nadwyżki energii (np. Rys. 8.2). Zawarcie kontraktu realizowane jest przez terminal STD i działa asynchronicznie. Przykład działania ofertowania pokazano na podstawie bilansu mocy na wirtualnej osłonie kontrolnej.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 33/477



Rys. 8.2 Uproszczony algorytm ofert sprzedaży a) i zakupu b) energii


Uproszczony algorytm sprzedaży oraz zakupu energii (Rys. 8.2) uwzględnia parametry pakietu (Moc, Start, Stop, Podział, Cena). w pierwszej kolejności terminal dostępowy szuka, czy istnieje możliwość zawarcia kontraktu, jeżeli nie, to wystawia ofertę. Należy podkreślić, że prezentowane tutaj algorytmy ofertowania mogą być wystawiane np. za pomocą mechanizmu *Blockchain* lub innych technologii wymiany informacji.

Składanie oferty wiąże się z koniecznością przesłania pewnych informacji w sposób jednoznacznie określający zarówno potrzebną moc (energię), jak i czas, w którym jest ona dostępna/potrzebna. Jedną z możliwości jest wystawienie profilu nadwyżki czy deficytu, ale wiąże się to z przesłaniem dużej liczby informacji, a dodatkowo oczekiwany profil może nie być akceptowalny dla kontrahenta ze względu na istniejące ograniczenia. Dlatego zaproponowano zawarcie umowy na pakiet energii zdefiniowany za pomocą mocy oraz czasu. Dodatkowo przewidziano możliwość podziału pakietu (jako opcja), co pozwala na wystawienie bardziej elastycznej oferty. Przykład ramki oferty przedstawia Tabela 8.1. Ramka zawiera informacje takie jak:

- ID** – identyfikator terminalu dostępowego,
- numer transakcji** – numer identyfikujący transakcję,
- moc, kW** – dodatnia liczba oznacza sprzedaż, ujemna zakup energii,
- start** – datę i czas rozpoczęcia kontraktu,
- stop** – datę i czas końca kontraktu,
- podział** – informacja, czy pakiet jest podzielny, można sprzedać/kupić część energii,
- koniec oferty** – data i czas końca oferty,
- cena, PLN/MWh** – cenę zakupu/sprzedaży energii.

Tabela 8.1 Ramka ofert

ID	Numer transakcji	Moc, kW	Start	Stop	Podział	Koniec oferty	Cena, PLN/MWh
1	1	6	16.03.2022 00:40	16.03.2022 11:16	1	15.03.2022 20:00	500

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 34/477</p>

Przykładowy sposób wystawiania ofert pakietowych zamieszczono w załączniku 4 – Zmiana sposobu użytkowania energii elektrycznej.

Brak powiązania geograficznego pomiędzy podmiotami systemu zmienia sposób użytkowania sieci (opłat za to użytkowanie). Proponuje się model współużytkowania sieci, w której opłaty byłyby dostosowane do obszaru, w którym sieć jest fizycznie (zwłaszcza ze względu na I i II prawo Kirchhoffa) wykorzystywana zarówno przez wytwórcę, jak i odbiorcę. Wymaga to doposażenia terminali STD powiązanych z wirtualnymi podmiotami (oderwanymi od wydzielonych obszarów) w systemy informacji geograficznej (GIS) pozwalające na określeni położenia. Dla takiej sytuacji bilans musi uwzględniać dodatkowo zmienną zależną od miejsca przyłączenia X:


$$E_d^* = \sum_{t=1}^{T_h} \sum_{i=1}^n (t, E_{OKi}^*, X)$$

W ogólnym przypadku (np. samochód elektryczny) miejsce przyłączenia może się zmieniać (korzystanie z różnych stacji ładowania). Dlatego koszty sieciowe powinny być podzielone pomiędzy wytwórcę a odbiorcę energii.

Dla przykładu, rozważmy prosumenta z dwoma lokalizacjami, przy czym w jednej ma instalację PV (punkt A), a w drugiej nie (punkt B). Obecnie, ze względu na prawo, energia w każdym punkcie rozliczana jest osobno. Elektroprosument, zgodnie z założeniami Prawa elektrycznego, może być traktowany jak podmiot wirtualny. Wprowadzenie energii do sieci w punkcie A związane jest z opłatą sieciową adekwatną do wykorzystywanej sieci (sprzedaż sąsiedzka), analogicznie pobierana jest opłata za energię zużyta w punkcie B. Wstępnie proponuje się w takiej sytuacji podział opłaty sieciowej proporcjonalnie pomiędzy wytwórcę i odbiorcę energii. Należy podkreślić, że sumarycznie opłaty sieciowe będą takie same (część płaci wytwórca a część odbiorca) pod warunkiem, że inwestycje w źródła będą uwzględniać lokalne potrzeby. w sytuacji niedostosowania podaży i popytu opłaty zwiększą się.

Przedstawione sposoby użytkowania energii elektrycznej obejmują również rozwiązania związane z szeroko pojętymi elektrotechnologiami, oferującymi możliwość zastąpienia procesów technologicznych wykorzystujących paliwa kopalne, procesami wykorzystującymi energię elektryczną pochodzącą z OZE, a to pozwoli na wykorzystanie energii elektrycznej w zupełnie nowy sposób (wynikający np. z właściwości technologii). Potencjał rozwiązań jest ogromny. Może to być zastąpienie urządzeń grzejnych pompami ciepła (lub kotłem indukcyjnym w przypadku konieczności zapewniania wysokiej temperatury), wykorzystanie systemów przemysłowego wytwarzania pary, technologie spawania, wyżarzania czy hartownia. Stawia to nowe wyzwania zarówno ze względu na konieczną zmianę organizacji pracy, ale również znacznie większego niż obecnie dostępu do informacji. Nie można zapominać również o potrzebnych zasobach komunikacyjnych oraz bezpieczeństwie informacji.


Opisane sposoby użytkowania energii wymagają współpracy wielu urządzeń, a zapewnienie bezpieczeństwa technicznego sieci może być realizowane pod warunkiem, że urządzenia, zwłaszcza przekształtniki, oprócz elementów mocy i sterowania, wyposażone są w protokoły komunikacyjne. W ogólnym przypadku istnieją metody utrzymania napięcia i częstotliwości systemów off grid, jednak nie sprawdzają się one w wirtualnych (rozproszonych geograficznie) systemach (WSE). w tego typu

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 35/477

systemach konieczna jest ciągła wymiana informacji pomiędzy rozproszonymi elementami systemu w celu (oprócz zapewnienia bezpieczeństwa technicznego sieci) zapewnienia bilansowania czy handlu energią. Obecnie prawie wszystkie przekształtniki (zwłaszcza dedykowane do źródeł OZE i magazynów energii) dostępne na rynku oferują mniej lub bardziej rozbudowaną komunikację pozwalającą na zarządzanie ich pracą. Sama możliwość komunikacji jest jednak często ograniczona do podstawowego odczytu danych, parametryzacji oraz podstawowego sterowania. Brakuje rozwiązań komercyjnych z funkcjonalnościami dedykowanymi dla systemów (WSE). Takie funkcjonalności osiągnięte są poprzez zastosowanie nadrzędnych systemów sterowania. Należy również podkreślić, że wymagania związane z przesyłaniem informacji są bardzo różne w zależności od kategorii usług, które sieciowe terminale dostępne mogą pełnić. Wymagania te związane są zarówno z koniecznym do przesyłania danych pasmem, maksymalnym opóźnieniem, a także minimalną niezawodnością przesyłu informacji oraz poziomem bezpieczeństwa (Tabela 8.2). Można zauważyć, że nie wszystkie funkcjonalności wymagają bardzo wysokiej niezawodności przesyłania danych oraz dużej przepustowości. Jednak te związane np. z automatyką sieciową muszą zapewniać bardzo dużą niezawodność oraz wysokie bezpieczeństwo, które oferują sieci światłowodowe oraz bezprzewodowe sieci 5G.

Tabela 8.2 Charakterystyka wymagań przesyłu informacji ze względu na rynki techniczne

Kategoria	Usługa	Opóźnienie	Pasmo	Niezawodność	Bezpieczeństwo
Podstawowa	automatyka sieciowa	10 ms	2Mbps ³	99,9%	wysokie
	pomiary synchroniczne	30 ms	2Mbps ³	99%	średnie
	regulacja obciążenia	50 ms	10 kbps – 2 Mbps	monitorowanie: 95% sterowanie: 99%	wysokie
	regulacja mocy	pomiary - 3 s kontrola - 1 s	2Mbps ³	monitorowanie: 95% sterowanie: 99%	wysokie do średniego
	bilansowanie	5 lub 15 min	2Mbps ³	monitorowanie: 95% sterowanie: 99%	średnie
Rozszerzona	infrastruktura EP - dom	pomiary 3 s kontrola - 1 s	10 kbps - 2Mbps	95%	niskie
	infrastruktura EP - przemysł	pomiary - 3 s kontrola - 1 s	2Mbps ³	95%	średnie do wysokiego

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 36/477

Specjalistyczna	ładowanie pojazdów	5 lub 15 min	10 kbps – 2 Mbps	95%	niskie
	pojazdy autonomiczne	video 200 ms kontrola - 100 ms	4 Mbps ³	monitorowanie: 95% sterowanie: 99%	wysokie

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych literaturowych²³⁴

² W. Li, Z. Wu and P. Zhang, "Research on 5G Network Slicing for Digital Power Grid," 2020 IEEE 3rd International Conference on Electronic Information and Communication Technology (ICEICT), 2020, pp. 679-682, doi: 10.1109/ICEICT51264.2020.9334327.

³ L. Yajing, S. Fengjie, L. Shengjin and L. Fang, "Research on Security Isolation Method for Wireless Public Network Oriented to Smart Power Distribution Service," 2018 IEEE 4th International Conference on Computer and Communications (ICCC), 2018, pp. 1160-1165, doi: 10.1109/CompComm.2018.8780918.

⁴ X. xia et al., "A Survey on 5G Network Slicing Enabling the Smart Grid," 2019 IEEE 25th International Conference on Parallel and Distributed Systems (ICPADS), 2019, pp. 911-916, doi: 10.1109/ICPADS47876.2019.00134.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 37/477</p>

9. Warszawskie rynki elektroprosumeryzmu

Transformacji energetyki paliw kopalnych do elektroprosumeryzmu nie da się przeprowadzić inaczej jak tylko za pomocą mechanizmów rynkowych, ponieważ mechanizmy te mają siłę kształtowania wszystkich niezbędnych do osiągnięcia neutralności klimatycznej obszarów transformacji w środowisku kosztów krańcowych, czyli w środowisku uwzględniającym realne potrzeby elektroprosumeryzmu, zwłaszcza w kontekście efektywnego wykorzystania zasobów własnych. Architektura rynków elektroprosumeryzmu obejmuje dwa rynki sieciowe energii elektrycznej, mianowicie, rynek energii elektrycznej 1 na istniejącej infrastrukturze sieciowej nN, SN oraz 110 kV, a także rynek energii elektrycznej 2 (offshore) na infrastrukturze dosyłowej, zbudowanej z wykorzystaniem istniejącej sieci 400-220 kV. Dwa pozostałe rynki to rynki bezsieciowe urządzeń i usług.


Strukturyzacja podmiotowo-przedmiotowa rynków elektroprosumeryzmu

Strukturyzacja rynków elektroprosumeryzmu dotycząca kraju (Tabela 9.1), została zaczerpnięta bez jakichkolwiek zmian z artykułu pt. „Cztery rynki elektroprosumeryzmu - odpowiedź na strukturalny kryzys 2020 (ścianę rodzącą energetyczny przełom), wyzwanie i szansa 2050”.⁵ Powodem tego jest fakt, że jest to w ogóle pierwszy opis problemu o podstawowym znaczeniu. Zatem przedstawienie ogólnej jego postaci traktuje się tu jako punkt wyjścia w dostosowaniu postaci tego opisu w Modelu Energetycznym do właściwego dla potrzeb m.st. Warszawy. Główny nacisk kładzie się na strukturyzację macierzy podmiotowo-przedmiotowej rynków elektroprosumeryzmu (Tabela 9.1) w szerokim środowisku (teoretycznym i praktycznym, technologicznym i ekonomicznym, prawnym i przyrodniczym, ale przede wszystkim społecznym). Rozwój rynku powinien odbywać się pod wpływem zmian społecznych i odpowiadać na te zmiany (oczywiście w pętlach sprzężenia zwrotnego, interakcji).

W aspekcie podmiotowym wyróżnia się trzy obszary, na których prowadzi się modelowanie osłon kontrolnych, głównie bilansów energii. Są to:

- 1. Obszar osłon jednostek samorządu terytorialnego OK(JST).** Ten zbiór osłon obejmuje całą mapę podziału administracyjnego kraju. Jednak w kontekście opracowania istotne jest m.st. Warszawa.
- 2. Obszar energetyki prosumenckiej.** Potencjalnie obszar obejmuje wszystkich odbiorców energii elektrycznej (obecnie ponad 17,5 mln odbiorców, a ściślej: umów o dostawę energii elektrycznej, które – trzeba o tym pamiętać – nie są tożsame z przyłączami do sieci elektroenergetycznej, tych jest niecałe 7 mln. Różnica polega na tym, że każde gospodarstwo domowe w budynku wielorodzinnym ma odrębną umowę o dostawę energii elektrycznej, chociaż budynek ma na ogół tylko jedno, a co najwyżej kilka przyłączy sieciowych).

⁵ Cztery rynki elektroprosumeryzmu - odpowiedź na strukturalny kryzys 2020 (ścianę rodzącą energetyczny przełom), wyzwanie i szansa 2050. Jan Popczyk. Biuletyn Rynki Elektroprosumeryzmu Nr 1/2020. Energetyka 11/2020 (także: <https://ppte2050.pl/>, <https://www.cire.pl/>)


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 38/477

3. Obszar innowatorów-pretendentów. w warszawskich realiach zasoby te są w sektorze MMSP. Z drugiej strony rynku elektroprosumeryzmu są dla tego sektora jedyną realną szansą na wytworzenie drugiej generacji sektora, w szczególności poprzez ukierunkowanie jego rozwoju na elektrotechnologie, na technologie pasywizacji budownictwa oraz szeroko rozumianej branży ICT.

W aspekcie przedmiotowym strukturyzacji rynków elektroprosumeryzmu (Tabela 9.1) uwzględnia wszystkie te rynki.

Tabela 9.1 Strukturyzacja podmiotowo-przedmiotowa czterech rynków elektroprosumeryzmu

	rynek $\overrightarrow{EP}(i)$	segmenty usług	strukturyzacja podmiotowa		
			osłony OK(JST)	segment EP	sektor MMSP
Strukturyzacja przedmiotowa	$i = 1$	operatorstwo systemów(WSE),	+	(-)	+
		zaawansowane (np. z wykorzystaniem technologii blockchain) platformy techniczno-handlowe handlu energią	+	(-)	+
	$i = 2$	specjalistyczne systemy (energoelektroniczne, teleinformatyczne, informatyczne, AI): terminale(STD), systemy SCADA(WSE), platformy OIRE(WSE),	(-)	(-)	+
		technologie (systemy, dla potrzeb pasywizacji budynków i elektryfikacji ciepłownictwa,	(-)	+	+
		prosumenckie zasobniki energii			+
		elektryfikacja transportu			+
		produkcja niszowych źródeł OZE (instalacje GOZ; źródła: μ EB, μ EW, EB,	(-)	(-)	+
		(masowe) systemy prosumenckie: zasobniki energii, systemy wspomagające nowe sposoby użytkowania energii	(-)	(-)	+
	$i = 3$	usługi edukacyjne: szkolnictwo zawodowe, budowanie kompetencji zawodowych w pozaszkolnym systemie budowania kompetencji	+	(-)	+
		modele biznesowe: spółdzielnie, klastry, deweloperstwo, franczyza, outsourcing, ESCO	+	(-)	+
		projektowanie, wykonawstwo (instalatorstwo), serwis,	(-)	(-)	+

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 39/477


	rynek $\vec{EP}(i)$	segmenty usług	strukturyzacja podmiotowa		
			osłony OK(JST)	segment EP	sektor MMSP
		usługi specjalistyczne: audyt energetyczny,	(-)	(-)	+
		tworzenie specjalistycznych stron internetowych dedykowanych rynkom $\vec{EP}(i)$, $i = 1$ do 4, i ich zarządzanie, opracowywanie specjalistycznych kalkulatorów	(-)	(-)	+
	$i = 4$	kontrakty PPA – korytarz infrastrukturalno-urbanistyczny północ-południe, typu „kotwica”.	+	(-)	(-)

Źródło: patrz przypis dolny ⁵

W perspektywie m.st. Warszawy szczególnie ważny jest rynek energii elektrycznej 1, czyli Rynek Czasu Rzeczywistego (RCR). To ten rynek będzie się transformował w tendencji w zautonomizowane rynki lokalne, funkcjonujące podstawowo w obrębie rzeczywistych lokalnych systemów elektrycznych funkcjonujących na sieciach nN, SN i 110 kV. To ten rynek w głównej mierze zadecyduje o rzeczywistej transformacji TETIP (do elektroprosumeryzmu). Ponieważ umożliwi zablokowanie transformacji ograniczonej do trybu innowacji przyrostowych, czyli do elektroenergetyki WEK-OZE. Takie ograniczenie byłoby bardzo groźne, bo wprowadziłoby zmiany technologiczne, ale ukierunkowane na efekt skali (wielkie farmy słoneczne, wiatrowe, a nawet – pod hasłem neutralności klimatycznej – bloki jądrowe, tradycyjne sieci przesyłowe 220, 400 kV, wielkoskalowe systemy zasobnikowe), a nie na fundamentalny efekt rozproszenia i synergii.

Rynki elektroprosumeryzmu nie mogą funkcjonować bez nowych technologii, a te wymuszają nie tylko zmianę sposobu użytkowania energii elektrycznej, ale wpływają na każdą dziedzinę życia. Nie można realizować transformacji energetycznej, jeżeli nie respektuje się całkowicie nowych właściwości infrastruktury, która obejmuje rozproszoną generację, lokalne sieci energetyczne wielokrotnie domknięte i z niespotykaną do tej pory liczbą informacji, praktycznie o każdym odbiorcy. Są to również szeroko rozumiane technologie ICT, ale także zupełnie inna infrastruktura przesyłania informacji z szybkością i pewnością oferowaną przez technologię 5G czy w końcu technologie rozproszonej komunikacji takiej jak np. UWB (Ultra Wideband).

Nowe możliwości wprowadzają również całkiem nowy sposób świadczenia usług. Dla przykładu może to być oprogramowanie jako usługa (ang. Software as a Service, SaaS). Jest to model, w którym dostawca usługi zapewnia nie tylko dostęp do aplikacji, ale również infrastrukturę, jak np. chmurę obliczeniową, z której klient korzysta za pomocą przeglądarki. Model ten jest znakomitym rozwiązaniem, ponieważ umożliwia dostęp do najnowszych technologii informatycznych bez długotrwałych wdrożeń i dużych inwestycji. Jest on jednak obciążony niedogodnościami w postaci ograniczonej kontroli nad rozwojem środowiska i przekazaniem kompetencji firmie zewnętrznej.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 40/477</p>

Przykładem zastosowania są prognozy pogody, produkcji czy przewidywanie cen. Co istotne rozwiązania takie już istnieją^{6 7}.


Chociaż są to rozwiązania prototypowe, to mają bardzo duży potencjał wdrożenia, a uzyskanie realnych korzyści z bilansowania lokalnego jest już dostępne.

Przedstawiona strukturyzacja podmiotowo-przedmiotowa czterech rynków elektroprosumeryzmu (Tabela 9.1) została uzupełniona i uszeregowana od zagadnień zwiększenia kompetencji do zarządzania rynkami elektroprosumeryzmu. Uszeregowanie należy jednak traktować jedynie jako punkt wyjściowy, ponieważ zagadnienia (usługi) w większości przypadków muszą być wdrażane równolegle, a kompetencje przenikają się i nie powinno się ich traktować w sposób silosowy (zarezerwowany jedynie dla konkretnego obszaru), ale jako wiedzę pozwalającą wykorzystać synergię wielu rozwiązań. w tym kontekście obszary zastosowań usług elektroprosumeryzmu (na przykładzie Warszawy) obejmują zagadnienia:

- edukacja – zwiększenie kompetencji, wykorzystanie środowisk wirtualnych do bezpiecznej nauki, laboratoria cyber-fizyczne ...,
- zdrowie i opieka społeczna – telemedycyna, monitorowanie zdrowia, dostęp zdalny do informacji,
- systemy pomiarowe – zdalne pomiary, analiza poprawności odczytów,
- zrównoważone budownictwo – pasywizacja i elektryfikacja budynków,
- zarządzanie budynkami – systemy sterowania i zarządzania energią, automatyka budynkowa,
- produkcja energii – rozproszone systemy generacji energii w źródłach OZE,
- zarządzanie gospodarką wodną – monitorowanie stanu, analiza zużycia, optymalizacja przepływu,
- zarządzanie ciepłem – systemy sterownia i monitorowania rozproszonych systemów cieplnych,
- usługi prognostyczne – modelowanie pogody, produkcji w źródłach OZE, zapotrzebowania,
- usługi bilansowania – na podstawie usług prognozowania i systemów pomiarowych zapewnienie bilansowania systemów(WSE),
- usługi regulacyjne – lokalne usługi regulacyjne wykorzystujące przekształtniki,
- handel energią – platformy handlu energią,
- usługi lokalizacyjne i geograficzne w czasie rzeczywistym – dedykowane do predykcji zdarzeń, awarii a także przydatne w prowadzeniu i utrzymaniu ruchu,
- bezpieczeństwo publiczne – monitorowanie zagrożeń, identyfikacja,

⁶ Tomasiak G. Modliborska J.: PLATFORMA TECHNICZNO-HANDLOWA WIRTUALNEGO RYNKU ENERGII ELEKTRYCZNEJ – komunikat. Biuletyn PPTe2050 Nr 2(6)/2022. Energetyka 8/2022(także: <https://ppte2050.pl/>)

⁷ Rozmysłowicz P.: „ANDROID” RYNKU TECHNICZNEGO WSE (Wirtualny System Elektryczny) – komunikat. Biuletyn PPTe2050 Nr 2(6)/2022. Energetyka 8/2022(także: <https://ppte2050.pl/>)

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 41/477</p>

- ogólne usługi miejskie i biznesowe – zintegrowane platformy zarządzania miastami, karty miejskie itp.

Integracja usług wymaga całkowitej zmiany podejścia to użytkowania energii elektrycznej. Założenia funkcjonowania poszczególnych rynków elektroprosumeryzmu wymagają zdefiniowania obszaru ich działania, zwłaszcza w kontekście poziomów napięć (sieci elektroenergetycznych) dla rynków energii elektrycznej oraz określenia podstawowych (wywoławczych) funkcjonalności, również w kontekście tworzenia nowych miejsc pracy na lokalnych rynkach.

9.1. Rynek EP(1) - rynek energii elektrycznej 1 (czasu rzeczywistego - RCR)

Rynek wschodzący energii elektrycznej 1 na infrastrukturze sieciowej nN, SN i 110 kV, obejmujący cały szereg zagadnień związanych z pracą poszczególnych osłon kontrolnych w systemach(WSE) dla Warszawy. w szczególności rynek ten obejmuje inwestorów w obszarze infrastruktury rynku (źródła wytwórcze OZE, sieci, zasobniki), a także sposób ich pracy (zarządzania) poprzez operatorów systemów(WSE). w kontekście realizacji funkcjonalności są to przede wszystkim działania związane z lokalnym bilansowaniem w oparciu o aktualną sytuację na rynku energii (produkcję, zapotrzebowanie, stan magazynów energii, ...) oraz bezpieczeństwo sieci rozdzielczych, a w szczególności zapewnienia odpowiednich warunków pracy sieci, zwłaszcza poprzez dynamiczną kontrolę zdolności przesyłowych uwzględniających szereg rozwiązań rozproszonych.


9.2. Rynek EP(2) – bezsieciowy rynek urządzeń

Rynek bezsieciowy urządzeń elektrycznych oraz nowoczesnych technologii budowlanych (pasywizacja budynków) i elektrotechnologii, a także technologii ICT obejmuje wielki obszar, obecnie wykorzystywany przez operatorów OSD jedynie marginalnie (praktycznie ogranicza się jedynie do zdalnych odczytów), obejmujący inteligentną infrastrukturę sieciową rynku wschodzącego energii elektrycznej 1 (terminale STD, platformy OIRE, systemy SCADA). Rynek ten związany jest również z mikroinfrastrukturą zarządzania użytkowaniem energii elektrycznej ogólnie, w tym w obszarze wykorzystania odbiorców, a nawet odbiorników (np. urządzeń AGD) do lokalnego bilansowania np. za pomocą platformy REO⁸. Rynek ten obejmuje również w szczególności infrastrukturę ładowania samochodów elektrycznych, a także infrastruktura przemysłu 4.0 (w Warszawie – Gospodarki 4.0).

9.3. Rynek EP(3) – bezsieciowy rynek usług

To rynek oferujący m.in. doradztwo, projektowanie, wykonawstwo/montaż, serwis, obsługę modeli biznesowych spółdzielczych, klastrowych, deweloperskich, franczyzowych, outsourcingowych. Rynek ten pozwala również na potencjalne wdrożenie całego zestawu usług powiązanych z elektroprosumeryzmem, a zdefiniowanych w punkcie 8.

⁸ <https://reo.pl/pl>

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 42/477</p>

9.4. Rynek EP(4) – rynek energii elektrycznej 2 (offshore)

To rynek związany głównie z morskimi elektrowniami wiatrowymi oraz JREE (Jednolity Rynek Energii Elektrycznej), zapewniający Warszawie pokrycie deficytu po wykorzystaniu potencjału zasobów lokalnych OK(W) oraz zasobów otuliny. Rynek wykorzystuje również zasoby infrastruktury przesyłowej (sieci 400 i 220 kV), głównie z wykorzystaniem kontraktów cPPA.

Cztery rynki elektroprosumeryzmu nie mogą być uwzględniane rozłącznie. Współistnieją równolegle przejmując kolejne obszary obecnych rynków WEK-PK, wykorzystując dostępne zasoby KSE. Do efektywnego przejmowania zasobów rynków schodzących (energii elektrycznej, ciepłownictwa i paliw transportowych) potrzebne jest wypracowanie zasad ich funkcjonowania, zwłaszcza w kontekście zasady współużytkowania zasobów KSE (ZWZ-KSE). Zasada ta jest przedmiotem prac Parlamentarnego Zespołu ds. Prawa Elektrycznego. Oprócz zmiany prawa, realizacja wdrożenia rynków elektroprosumeryzmu wymaga systemów(WSE).

9.5. Wirtualne Systemy Elektroenergetyczne – identyfikacja 9 przykładowych osłon kontrolnych dla OK(WSE)


W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat powstało kilka wynalazków, które zrewolucjonizowały życie i nie pozostały obojętne dla żadnej sfery. Powstały tanie technologie OZE, które już wygrały konkurencję z technologiami wytwarzania energii elektrycznej z paliw kopalnych. Internet pozwala na praktycznie natychmiastowy dostęp do informacji z całego świata, a rozwój sztucznej inteligencji umożliwia prognozowanie produkcji i zapotrzebowania na energię z dużą dokładnością dla usług bilansowania (prognozowanie długoterminowe jest bardziej skomplikowane, ponieważ brakuje danych uczących, które uwzględniałyby zmianę sytuacji na rynkach). Tworzy się więc środowisko, w którym pokrycie zapotrzebowania na energię za pomocą energetyki odnawialnej staje się nie tylko realne, ale również ekonomiczne.

Co więcej, prowadzone badania potwierdzają,^{9 10} że obecne podejście do wytwarzania i przesyłania energii nie jest już ani efektywne, ani tanie, a jego wpływ na środowisko powoduje, że nie jest też akceptowalne społecznie.

Podstawa funkcjonowania systemu(WSE) wynika z istotnego i koniecznego udziału uczestników w rynku energii. Osiągnięte jest to przez włączenie potencjalnie wszystkich podmiotów w każdy etap funkcjonowania systemu(WSE). Taki udział nazywa się ko-kreacją i może przyjmując różne formy

9 Sarkar, S., Chakrabarti, U., Bhattacharyya, S. et al. A Comprehensive Assessment of the Need and Availability of Smart Grid Technologies in an Electricity Distribution Grid Network. J. Inst. Eng. India Ser. B 101, 753–761 (2020). <https://doi.org/10.1007/s40031-020-00486-1>

10 Niamat Ullah Ibne Hossain, Morteza Nagahi, Raed Jaradat, Chiranjibi Shah, Randy Buchanan, Michael Hamilton, Modeling and assessing cyber resilience of smart grid using Bayesian network-based approach: a system of systems problem, JOURNAL OF COMPUTATIONAL DESIGN AND ENGINEERING, Volume 7, Issue 3, June 2020, Pages 352–366, <https://doi.org/10.1093/jcde/qwaa029>

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 43/477</p>

partycypacji. Z definicji ko-kreacji¹¹ wynika, że konsumenci, mieszkańcy i obywatele występują w kilku rolach: 1°- współinicjatora projektu razem z innymi podmiotami np. samorządem; 2°- współtwórcy - współtworzenie projektów, polityk i planów; 3°- współrealizatora; 4°- koproducenta; 5°- współbeneficjenta; 6°- współoceniającego projekt po zakończeniu. Efektem zastosowania podejścia ko-kreacyjnego jest aktywne zaangażowanie się w system(WSE), a to prowadzi do efektywniejszego wykorzystania lokalnych zasobów i możliwości. Z ko-kreacji coraz częściej korzystają przedsiębiorcy, włączając w swoje procesy wszystkich, którzy chcą uczestniczyć w tworzeniu produktu^{12 13}.

Z fundamentów działania systemu(WSE), ale także z przeprowadzonych analiz¹⁴ wynika, że bardzo istotną rolę w pokryciu potrzeb energetycznych pełni kształtowanie profilu, które realizowane jest przez uczestników rynków elektroprosumeryzmu. w elektroprosumeryzmie jest to bardzo istotne w sytuacji, gdy w miksie wytwórczym duża część energii (cała w tendencji) pochodzi ze źródeł z produkcją wymuszoną¹⁵. Powoduje to maksymalizację wykorzystania energii na potrzeby własne. Dlatego tak istotny jest paradygmat wirtualizacyjny w transformacji energetycznej. Jednym z fundamentów paradygmatu jest oderwanie rynku technicznego od sieci oraz handel energią na lokalnych rynkach, natomiast za bezpieczeństwo sieci odpowiadają zautomatyzowane systemy kontroli ograniczeń sieciowych (terminale STD).

W tym kontekście rozważa się poziomy systemu(WSE), mianowicie – niski, występuje wtedy, gdy istnieje dostęp do pomiarów, natomiast najwyższy, gdy systemy(WSE) są w pełni zintegrowane łącznie z bilansowaniem i handlem energii pomiędzy użytkownikami, na podstawie lokalnych zasad wypracowanych w sandboxach .

Wzrost poziomu wiąże się ze spełnianiem kolejnych założeń transformacji energetycznej i ograniczaniu wpływu na środowisko. Na Rys. 9.1 zobrazowano wpływ wprowadzania kolejnych rozwiązań na poziom systemu. Aspekty środowiskowe (bardzo często postrzegane jedynie przez redukcję emisji CO₂, ale tutaj również przez gospodarkę surowcową) są już osiągnięte po wprowadzeniu rozproszonych źródeł OZE, jednak dopiero zwiększenie efektywności i korzystanie z lokalnych zasobów pozwala minimalizować zużycie surowców w całym cyklu życia, od produkcji do utylizacji. w analizie oddziaływania na środowisko pomaga metoda kosztu termoeologicznego. Nie mniej istotne są aspekty społeczne, bez których nie będzie możliwe efektywne osiągnięcie pełnej


¹¹ Ryszawska B.: Ko-kreacja w budowaniu kompetencji na rzecz transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu, Projekt Scalings, Horyzont 2020 (Konwersatorium IE, 23 lutego 2021 <https://ppte2050.pl/>)

¹² Ko-kreacja sposobem na skuteczną cyfryzację polskich przedsiębiorstw, *Business Insider*, 22 marca 2021

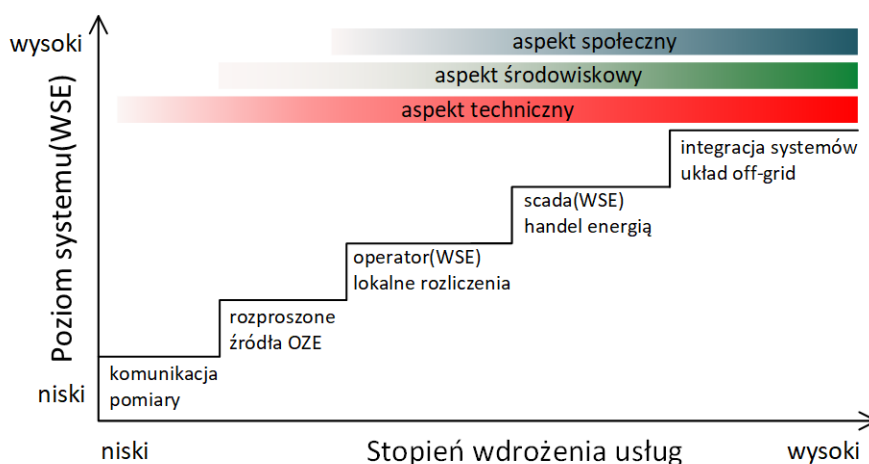
¹³ Portal Philips, w ludziach siła, czyli jak Co-Creation pomaga markom w poszukiwaniu innowacji, <https://www.lighting.philips.pl/edukacja/nowoczesne-oswietlenie/swiatlo-w-biznesie/co-creation>

¹⁴ Bodzek K.: Od analizy profili na ostonach kontrolnych systemu(WSE) do wskazówek projektowania struktury miksu energetycznego – studium przypadków. *Biuletyn PPTE2050 Nr 2/2020. Energetyka 7/2020* (także: <https://ppte2050.pl/> , <https://www.cire.pl/>)

¹⁵ Od działań kryzysowych 2020 do elektroprosumeryzmu 2050 transformacja energetyki w trybie przelomowym. Część II. Słownik encyklopedyczny teorii i zarys koncepcji rynku wschodzącego na poziomie praktyki. Jan Popczyk. *Biuletyn PPTE2050 Nr 1/2020. Energetyka 5/2020* (także: <https://ppte2050.pl/> , <https://www.cire.pl/>)


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 44/477</p>

integracji systemów. Wprowadzenie operatora(WSE), czyli lokalnych rozliczeń wymaga udziału uczestników w systemie(WSE), np. poprzez udostępnianie (oczywiście odpowiednio wycenionych) swoich zasobów. Należy podkreślić, że udział w rynku będzie tym większy, im większa będzie świadomość i kompetencje członków systemu(WSE).



Rys. 9.1 Wpływ wdrażanych usług na poziom systemu(WSE)

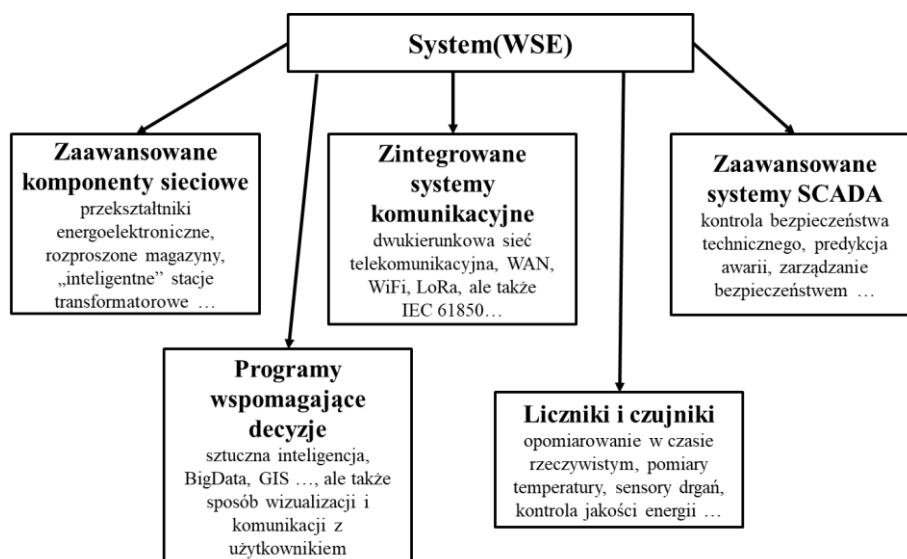
Opisane i przedstawione na Rys. 9.1 poziomy systemu(WSE) są istotne również ze względu na kompetencje, jakie muszą zostać pozyskane przy przejściu na kolejny poziom. Dla przykładu wprowadzenie operatora(WSE) i umożliwienie lokalnych rozliczeń nie może polegać tylko na zapewnieniu odpowiedniej infrastruktury technicznej. Infrastruktura taka już istnieje, a zarządzanie dostępem do zasobów pozwoliło rozwinąć się systemom teleinformatycznym do obecnego poziomu. Integracja usług wymaga całkowitej zmiany podejścia do użytkowania energii elektrycznej. w systemach(WSE) równie ważne co produkcja energii jest platforma pozwalająca na wirtualne (ponad siecią) bilansowanie energii elektrycznej, a w szczególności mechanizmy kształtujące profil zapotrzebowania. Oczywiście w systemie(WSE) cena energii będzie zależeć od aktualnego kosztu wytwarzania i dostępności energii ze źródeł OZE z wymuszoną produkcją i będzie zmieniać się w sposób dynamiczny. Wymaga to wdrożenia operatora(WSE), który na platformie technicznej zapewni usługę reakcji na cenę. Umożliwi handel w lokalnej osłonie. Zagospodarowanie zasobów własnych prowadzi do maksymalizacji efektywności, dlatego tak istotne jest tworzenie systemów(WSE) pozwalających osiągnąć nową jakość użytkowania energii elektrycznej. w szczególności w pierwszym etapie wdrażania rozwiązań potrzebny jest operator(WSE), którego głównym zadaniem będzie koordynowanie działania systemu(WSE). Operator ten powinien charakteryzować się znajomością lokalnych uwarunkowań, mieć doświadczenie w prowadzeniu i koordynowaniu inwestycji. Jednak nie mniej ważny w elektroprosumeryzmie jest kapitał społeczny. Dlatego też proponuje się tworzenie osłon kontrolnych wokół jednostek m.st. Warszawy. Integracja rozległych obszarów oraz wykorzystanie kompetencji uczestników przyczyni się do osiągnięcia bardzo dużej efektywności użytkowania energii. w tym kontekście czynnikami decydującymi o potencjale systemu(WSE) są:

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 45/477</p>


- **elastyczność** – system(WSE) jest dedykowany do lokalnych potrzeb, musi spełniać potrzeby klientów, jednocześnie wykorzystując ich możliwości, uwzględniać wszystkie opcje (wytworzenie, magazynowanie, zarządzanie ...),
- **dostępność** – zasada TPA+, dostępność do zasobów sieciowych rynku schodzącego, ale również oferowanie własnych, priorytetowanie np. ze względu na cenę łącznie z opłatą przesyłową (wykorzystanie lokalnych źródeł) a także np. ze względu na wpływ na środowisko (wybór technologii wytwarzania o niskim koszcie termoeologicznym TEC),
- **niezawodność** – dekompozycja bezpieczeństwa, odporność na zagrożenia atmosferyczne, łatwość wyłączenia, bezpieczeństwo np. protokoły Safty znane z przemysłu,
- **aspekt ekonomiczny** – zdolność do wdrażania najlepszych rozwiązań, ukierunkowanie na efektywność.

Koncepcja systemu(WSE) obejmuje szereg rozwiązań technicznych, które można podzielić na pięć obszarów (Rys. 9.2). Są to:

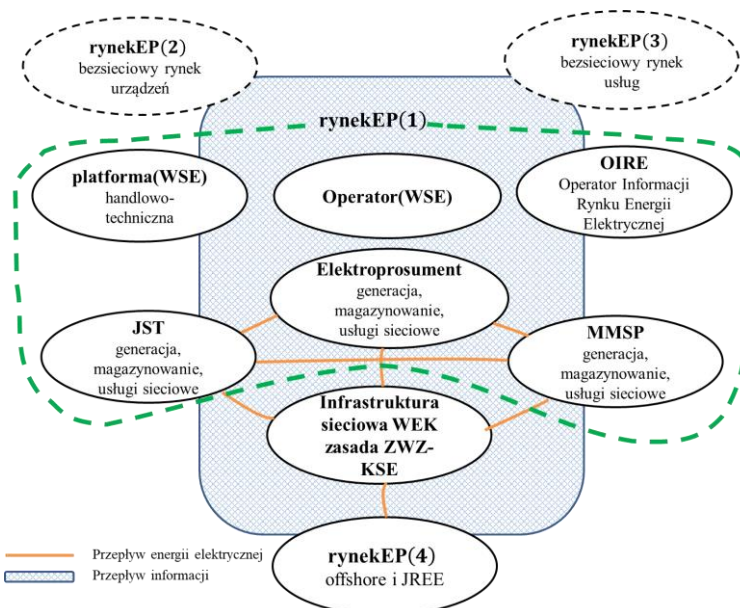
- **zaawansowane komponenty sieciowe** – w szczególności przekształtniki energoelektroniczne, rozproszone magazyny, zarządzalne stacje transformatorowe,
- **zintegrowane systemy komunikacyjne** – dwukierunkowa sieć telekomunikacyjna, wykorzystująca wszelkie dostępne protokoły i interfejsy mianowicie: WAN, Wi-Fi, LoRa, ale także IEC 61850,
- **zaawansowane systemy SCADA** – zapewniające kontrolę bezpieczeństwa technicznego, predykcję awarii, zarządzanie bezpieczeństwem,
- **liczniki i czujniki** – opomiarowanie w czasie rzeczywistym, pomiary temperatury, sensory drgań, kontrola jakości energii, obciążalności dynamicznej linii,
- **programy wspomagające decyzje** – sztuczna inteligencja, BigData, GIS ..., ale także sposób wizualizacji i komunikacji z użytkownikiem.



Rys. 9.2 Koncepcja techniczna systemu(WSE)

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 46/477</p>

Przedstawione rozwiązania techniczne determinują potrzebę wymiany informacji pomiędzy poszczególnymi segmentami systemu. System(WSE) nie może ograniczyć się jedynie do zapewnienia zasilania. w ogólnym przypadku integruje cztery rynki elektroprosumeryzmu. Model uwzględniający powiązanie pomiędzy rynkami Elektroprosumeryzmu (EP) (Rys. 9.3) określa potrzeby systemu(WSE), w kontekście zarządzania przepływem energii i informacji. Integruje wszystkie usługi z rynków Elektroprosumeryzmu EP, ale również musi być kompatybilny z usługami około energetycznymi, związanymi dla przykładu z siecią wodociągową, monitoringiem itd.




Rys. 9.3 Model systemu(WSE) z zaznaczeniem przepływu energii i informacji

Zapewnienie potrzeb energetycznych w elektroprosumeryzmie odwraca piramidę kompetencji. To właśnie elektroprosumenci, przedsiębiorcy (pretendenci do rynków), a w szczególności jednostki samorządu terytorialnego sprawiają, że transformacja może się udać. Potrzebne jest zwiększenie kompetencji na każdym poziomie. Udostępnienie do sterowania pompy ciepła wymaga od osoby, która ją posiada, podstawowej wiedzy o wpływie sterowania na profil zapotrzebowania. Operator(WSE) musi mieć wiedzę z zakresu prowadzenia ruchu w sieciach, a firmy wdrażające platformy handlu kompetencje do zarządzania regułami rynków lokalnych. Wzrost kompetencji przyczynia się do zwiększenia efektywności energetycznej, redukcji wpływu na środowisko i w tendencji osiągnięcia gospodarki zeroemisyjnej, w której pokrywanie potrzeb energetycznych realizowane jest w dużej części za pomocą usług.

Rola przekształtników w systemie(WSE)

Podstawowe funkcjonalności rynku technicznego w systemie(WSE) obejmują (Rys. 9.4) trzy obszary zapewniające poprawne działanie. Są to:

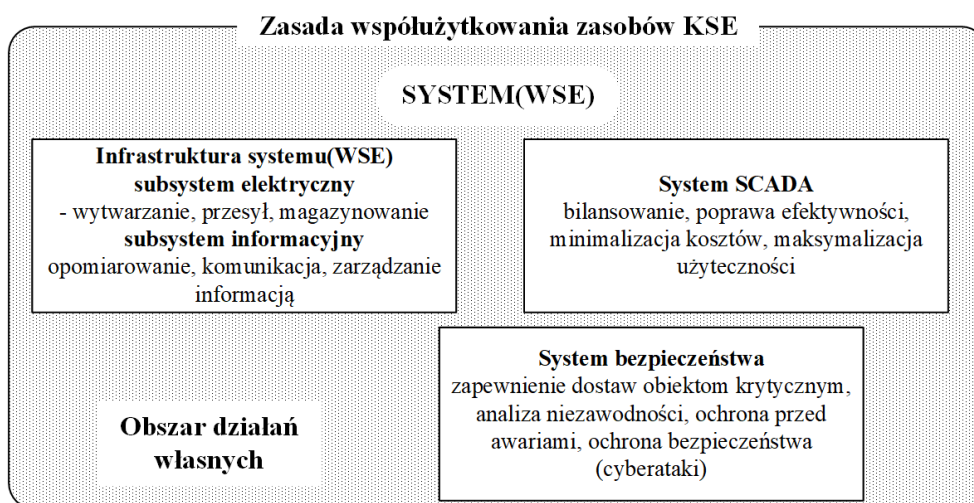
- **Infrastruktura systemu (WSE)** – można w niej rozróżnić subsystem elektryczny, a w szczególności źródła wytwórcze, magazyny energii elektrycznej oraz przesył energii (dystrybucję) z własnymi sieciami SN i nN oraz w ogólnym przypadku transformatorami

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 47/477</p>

(zasoby te budowane są w przypadku braku dostępu do zasobów KSE) oraz subsystem informacyjny składający się z urządzeń zapewniających pomiar, komunikację oraz akwizycję danych. w skład subsystemu informacyjnego wchodzi urządzenia sieciowe, sieci światłowodowe, infrastruktura do komunikacji bezprzewodowej, ale również baza danych czy technologie Big Data pozwalające na gromadzenie i analizę dużej liczby danych oraz pozyskiwanie informacji niezbędnej do zapewnienia poprawnego działania systemu(WSE),


- **systemy SCADA** – dedykowane do lokalnych potrzeb systemy zapewniające możliwość nadzoru nad pracą systemu(WSE) oraz aktywne sterowanie lokalnymi zasobami (źródłami, magazynami itd.) w celu zapewnienia bilansowania energii, ale także zapewniające możliwość optymalizacji pracy takiego systemu poprzez maksymalizację efektywności jego działania. Systemy te są bardzo często źródłem informacji dla audytu energetycznego,
- **systemy bezpieczeństwa** – odpowiedzialne za poprawne działanie systemu(WSE), w szczególności obiektów infrastruktury krytycznej (np. szpitali). Systemy te odpowiedzialne są również za bezpieczeństwo techniczne sieci, predykcję awarii na podstawie zaawansowanych pomiarów (np. drgań), a także zapewnienia bezpieczeństwa informatycznego (cyberbezpieczeństwa).

RYNEK SCHODZĄCY WEK
Zasoby energetyki WEK



Rys. 9.4 Podstawowe funkcjonalności rynku technicznego w systemie(WSE)

Zapewnienie potrzeb własnych w systemie(WSE) realizowane jest poprzez wykorzystanie zasobów z rynku schodzącego (zasada współużytkowania zasobów KSE). Przy czym w miarę autonomizacji wykorzystanie to ograniczy się jedynie do zasobów sieciowych. Zasoby KSE nie są własnością systemu(WSE), ale współużytkowanie wprowadza współodpowiedzialność za utrzymanie warunków technicznych. Odpowiedzialność ta obejmująca kontrolę parametrów technicznych, może być realizowana za pomocą usług na rynku technicznym, realizowanych za pomocą przekształtników energoelektronicznych zintegrowanych w struktury terminala STD. Koordynacja zasobów własnych systemu(WSE) oraz odpowiedzialność za bezpieczeństwo sieci realizowane jest przez

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 48/477</p>

operatora(WSE). Operator ten może reprezentować, na podstawie zawartych umów cywilno-prawnych, elektroprosumentów w systemie(WSE) oraz umożliwić współużytkowanie zasobów KSE. Podstawowe funkcjonalności rynku technicznego (Rys. 9.4) wymagają elementów wykonawczych, które umożliwią ich realizację. w dużej części funkcjonalności te są w stanie zapewnić przekształtniki energoelektroniczne wyposażone w systemy komunikacyjne pozwalające na komunikację pomiędzy nimi oraz wysyłanie informacji o aktualnym stanie kontrolowanego systemu. Obszary zastosowań przekształtników¹⁶ można podzielić na trzy domeny. Są to:

- sterowanie przepływem mocy,
- kondycjonowanie energii,
- sprzęganie systemów.

Często jedno urządzenie może być stosowane w dwóch, a nawet we wszystkich trzech obszarach. Należy przy tym podkreślić, że sygnały sterujące pracą przekształtników mogą być wypracowane na podstawie zupełnie innych przesłanek wynikających z aktualnych potrzeb systemu(WSE). Dla przykładu sterowanie przepływem mocy na osłonie kontrolnej może wynikać z algorytmu maksymalizacji zużycia lokalnego u elektroprosumenta, na podstawie sygnału o przekroczeniu parametrów sieciowych czy w końcu na podstawie aktualnej ceny energii. Innymi słowy, realizacja różnych funkcjonalności jest technicznie świadczona w taki sam sposób poprzez kontrolę przepływu. Wykorzystanie zasady współużytkowania zasobów KSE, a co za tym idzie – współodpowiedzialność za poprawne funkcjonowanie zasobów technicznych, spoczywa na każdym elektroprosumencie, który chce z zasady tej korzystać. w praktyce sprowadza się to do wymogu stosowania terminala dostępowego. Terminal dostępowy pozwala wykorzystać możliwości, jakie oferują współczesne przekształtniki w postaci usług na rynku wschodzącym, co powoduje, że obecne usługi z rynków technicznych energetyki WEK mogą przenieść się na poziom sieci SN i nN. Należy podkreślić, że elektroprosument dysponujący certyfikowanym terminalem STD może korzystać z zasady współużytkowania zasobów KSE oraz oferować swoje usługi indywidualnie – na podstawie umowy z OSD – za pośrednictwem elektroprosumenckiej platformy handlowej bądź systemu(WSE) – na podstawie umowy cywilno-prawnej.

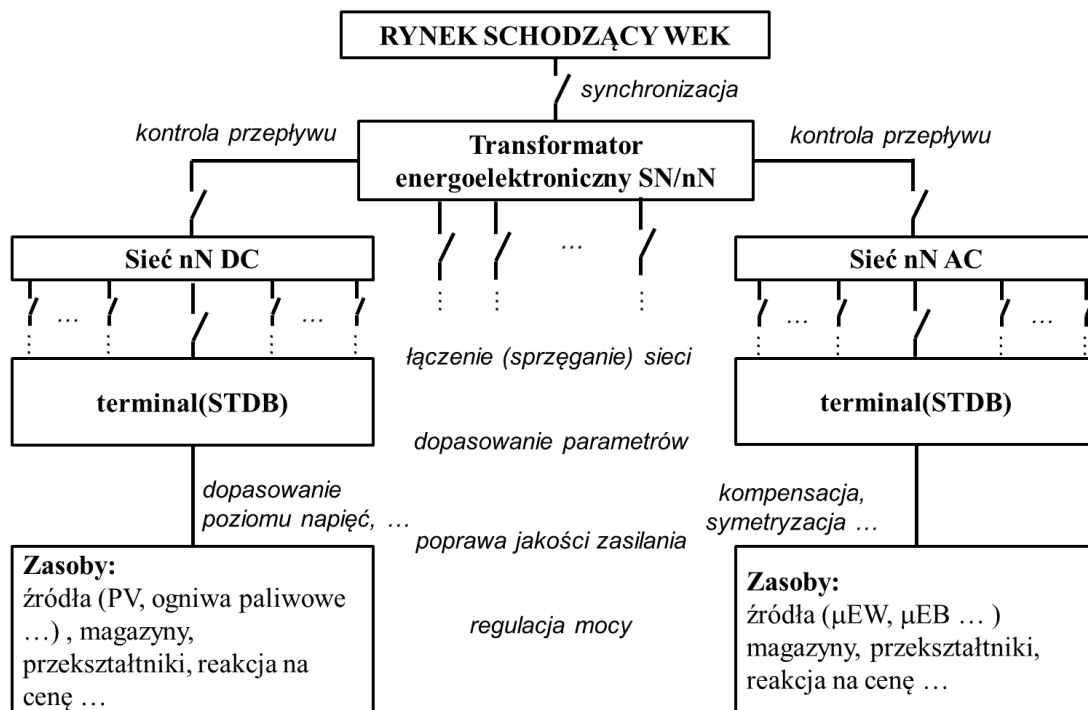
Dostęp elektroprosumencki do sieci nN i SN

Dostęp elektroprosumentów do sieci z wykorzystaniem zasady współużytkowania zasobów KSE musi odbywać się w sposób zapewniający bezpieczeństwo techniczne sieci. Jest to możliwe do uzyskania za pomocą sieciowych terminali dostępowych, w których strukturze znajdują się zarządzane przekształtniki z możliwością kontroli przepływu na podstawie sygnałów technicznych, zarówno parametrów elektrycznych (napięcia, częstotliwości), jak i na polecenie systemu nadrzędnego – operatora(WSE), systemu SCADA.

¹⁶ Strzelecki R.: Znaczenie i miejsce energoelektroniki w rozwoju „smart grid”; Automatyka – Elektryka – Zakłócenia; nr 2/2013

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="right">Strona/Stron 49/477</p>

Hybrydowa, rozbudowana o koncepcję zwiększenia przepustowości sieci poprzez zastosowanie sieci prądu stałego¹⁷ struktura techniczna systemu(WSE) z transformatorem energoelektronicznym, sieciowymi terminalami bilansującymi STD oraz zaznaczonymi usługami, charakterystycznymi dla każdej części systemu, została przedstawiona na Rys. 9.5. Wykorzystanie terminali STD pozwala nie tylko na zapewnienie bezpiecznego dostępu do sieci, ale również współodpowiedzialności za poprawną pracę systemu(WSE), ze względu na możliwość oferowania usług sieciowych.




Rys. 9.5 Hybrydowa struktura techniczna systemu(WSE)

Rozwój przekształtników spowodował, że sieć AC o jednokierunkowym przepływie energii, produkowanej centralnie w kilku wielkoskalowych jednostkach wytwórczych, stała się mało efektywna. Wielkie jednostki wytwórcze zastępowane są przez rozproszoną generację, która powinna być dopasowana do lokalnych potrzeb.

Takie podejście maksymalizuje efektywność systemów elektrycznych, ale wymaga wprowadzenia lokalnych usług, realizowanych przez przekształtniki w ramach elektroprosumenckiego dostępu do rynku technicznego systemów(WSE) – korzystając z zasady współużytkowania zasobów KSE. Usługi te związane są ze sterowaniem przepływem mocy, kondycjonowaniem energii oraz łączeniem

¹⁷ J. Huang ET AL., "Robust Circuit Parameters Design for the CLLC-Type DC Transformer in the Hybrid AC–DC Microgrid," in IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, vol. 66, no. 3, pp. 1906-1918, March 2019, doi: 10.1109/TIE.2018.2835373.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 50/477</p>


(sprzężaniem) systemów. Wykorzystanie pełnej funkcjonalności wymaga zastosowania sieciowego terminala dostępowego, wyposażonego w zasoby komunikacyjne, które pozwalają komunikować się pomiędzy elementami systemu(WSE) i w konsekwencji zapewnić bezpieczeństwo techniczne sieci.

Dziewięć przykładowych osłon kontrolnych dla OK(WSE)


Na podstawie przedstawionych założeń funkcjonowania systemu WSE można zidentyfikować 9 przykładowych osłon kontrolnych OK(WSE), możliwych do implementacji w Warszawie. Podstawową usługą systemów OK(WSE) jest integrowanie zasobów własnych w postaci źródeł, magazynów energii, ale również realizacja zadań w zakresie związanych z pasywizacją budownictwa czy elektryfikacją ciepłownictwa (szerzej, z pięcioma obszarami elektroprosumeryzmu). Podejmowanie decyzji o potrzebnych inwestycjach w osłonach OK(WSE) pozwalają na efektywne zarządzanie zasobami oraz alokację zasobów w rozwiązania, które charakteryzują się największą efektywnością, ale w środowisku kosztów krańcowych. Należy również podkreślić, że w każdym z systemów WSE powiązanych z osłonami, konieczny jest aktywny udział podmiotów będących ich członkami. Przy czym, może on być realizowany siłami własnymi elektroprosumentów lub poprzez operatorów(WSE) oferujących swoje usługi np. za pomocą dedykowanych platform. Oprócz podstawowych funkcjonalności w osłonach OK(WSE) mogą być realizowane dodatkowe funkcjonalności (usługi) zależne od rodzaju osłony, ale również jej poziomu (Rys. 9.1), czyli odporności elektroprosumenckiej.

Przykładowymi osłonami mogą być:


1. **OK(WSE₁) - segment realizujący zadania własne m.st. Warszawy.** Jest to system częściowy (z wybranymi usługami) możliwy do bardzo szybkiego wdrożenia, nawet dla obecnych uwarunkowań prawnych w obszarze szeroko rozumianej infrastruktury miejskiej, obejmujący zaopatrzenie budynków będących bezpośrednio pod zarządem m.st. Warszawy, w tym budynków Urzędu Miasta, szkół, przedszkoli itd. Usługami charakterystycznymi dla tego rodzaju osłony kontrolnej są usługi związane z funkcjonowaniem miasta, wyszczególnione w punkcie 9. Istnieje duży potencjał wykorzystania zasobów własnych, również poprzez wdrażanie rozwiązań zgodnych z elektroprosumeryzmem, a dążących do osiągnięcia neutralności klimatycznej.
2. **OK(WSE₂) – spółdzielnie mieszkaniowe w ramach zadań wspólnych.** Istnieje możliwość wdrożenia takiego systemu już w obecnym systemie prawnym (choć potrzebne są rozporządzenia). Funkcjonowanie systemu(WSE) w tej osłonie polega na integracji rozproszonych (ale ograniczonych do jednej spółdzielni mieszkaniowej) zasobów elektroprosumenckich. Pozwala to na uzyskanie lepszych warunków, ze względu na duże zapotrzebowania. w elektroprosumeryzmie zadania będą obejmowały, oprócz dostarczenia energii elektrycznej tak jak obecnie, również usługi bilansowania, jak i zapewnienia komfortu cieplnego w miejsce dostarczania ciepła, czyli usług związanych z kształtowaniem profilu.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 51/477</p>

3. **OK(WSE₃) – spółdzielnie mieszkaniowe jako spółdzielnie energetyczne.** w takim przypadku oprócz zadań związanych z funkcjonowaniem części wspólnych, spółdzielnia, poprzez operatora(WSE), rozszerza swoją działalność o możliwość dostarczenia energii również lokatorom oraz usługodawcom wynajmującym lokale w budynkach spółdzielczych. Wiąże się to z rozliczaniem energii w taryfie B lub bezpośrednio na rynku. Sposób funkcjonowania jest analogiczny jak rozliczanie zużycia ciepła za pomocą podzielników ciepła. Wymaga to zmian prawnych (Prawa elektrycznego).
4. **OK(WSE₄) – wspólnoty mieszkaniowe.** Funkcjonowanie analogiczne do funkcjonowania osłony OK(WSE₃) z tym, że ze względu na ułomną osobowość prawną wspólnot, konieczny staje się operator(WSE), działający na wzór obecnego funkcjonowania wspólnot. Może to być zarówno spółdzielnia mieszkaniowa – w takim przypadku OK(WSE₄) funkcjonuje jak OK(WSE₃) – jak i inny podmiot z sektora MMSP.
5. **OK(WSE₅) – osiedle (budynek) deweloperskie.** Nowe budynki już na etapie projektowania i budowania uwzględniają wykorzystanie zasobów własnych w celu osiągnięcia elektroprosumeryzmu. Budynki wyposażone są w automatykę budynkową pozwalającą na wdrożenie rozwiązań zapewniających minimalizację wykorzystania zasobów zewnętrznych. Deweloper po wybudowaniu nieruchomości pełni rolę operatora(WSE), zapewniając potrzeby energetyczne mieszkańcom. w ogólnym przypadku operatorem(WSE) mogą być również przedsiębiorcy z sektora MMSP.
6. **OK(WSE₆) – budynek jednorodzinny.** Jest to osłona OK(WSE) z pozwalająca potencjalnie najszybciej osiągnąć elektroprosumeryzm, ze względu na stosunkowo niską gęstość zapotrzebowania na energię oraz z zazwyczaj dużą dostępną powierzchnią na instalacje elektroprosumenckie. w tym przypadku elektroprosument może również w pełni odpowiadać za inwestycje oraz szybkość osiągnięcia odporności elektroprosumenckiej, której stopień zależy jedynie od oceny własnych potrzeb i oszacowania korzyści (w środowisku efektywności krańcowej).
7. **OK(WSE₇) – sektor usług (handel, hotele, rekreacja i wypoczynek, ...).** Jest to osłona związana z działalnością często wielu filii danego przedsiębiorstwa (np. sieć sklepów spożywczych), które tworzą wirtualną osłonę kontrolną z operatorem(WSE) zapewniającym bilansowanie (wirtualne) wszystkich podmiotów.
8. **OK(WSE₈) – sektor MMSP z własnym operatorem(WSE).** w tym przypadku operator(WSE) zapewnia poprawne funkcjonowanie przedsiębiorstwa (zaopatrzenie w energię), instalując własne zasoby elektroprosumenckie oraz oferując zasoby na rynkach elektroprosumenckich. Cechą charakterystyczną jest wykorzystanie zasobów własnych przedsiębiorstw, w tym procesów do efektywnego wykorzystania energii. Osłona ta charakteryzuje się dużym potencjałem kształtowania profili.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 52/477</p>

9. **OK(WSE₉) – wielki przemysł z własnym operatorem(WSE).** Są to zakłady zasilane z własnych GPZ-ów, często z wewnętrzną siecią zasilającą. Podobnie jak OK(WSE₈) ostona ta charakteryzuje się dużym potencjałem osiągnięcia elektroprosumeryzmu np. poprzez wprowadzanie elektrotechnologii i skorelowanie ich funkcjonowania z profilami produkcji (dostępności) źródeł OZE, również z rynku offshore, oraz dużym potencjałem kształtowania profili.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="right">Strona/Stron 53/477</p>

10. Czynniki wpływające na decyzję o pasywizacji lub wyburzeniu istniejącej zabudowy miejskiej

W celu określenia zasadności przeprowadzenia pasywizacji budownictwa (rozumianej jako zespół działań obejmujących termomodernizację oraz montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, a także instalację pomp ciepła) przeprowadzono analizę mającą na celu oszacowanie granicznej wartości wskaźnika jednostkowego zapotrzebowania na energię końcową dla budynku po jego pasywizacji, powyżej której zasadne staje się podjęcie decyzji o nieprzeprowadzaniu modernizacji, lecz jego wyburzeniu i zastąpieniu go nowym budynkiem o zbliżonej powierzchni użytkowej.

W tym celu wyznaczono dla pasywizowanego budynku skumulowaną emisję CO₂ związaną z procesem pasywizacji. Dla nowego budynku wyznaczono zaś skumulowaną emisję CO₂ związaną z procesem wyburzenia istniejącego budynku i budowy nowego. Proces budowy nowego budynku w standardzie pasywnym generuje emisję CO₂ na poziomie ok. 1100 kg CO₂/m² powierzchni użytkowej. Z kolei pasywizacja istniejącego budynku oznacza emisję CO₂ na poziomie ok. 45% emisji związanej z budową nowego obiektu.


W przypadku nowego budynku założono czas jego eksploatacji przez 80 lat, co daje emisję CO₂ związaną z budową budynku na poziomie 13,75 kg CO₂/m²/rok. w przypadku spasywizowanego budynku założono czas jego eksploatacji przez 50 lat, co daje emisję CO₂ związaną z modernizacją budynku na poziomie 9,9 kg CO₂/m²/rok. Różnica w emisjach CO₂ pomiędzy budową nowego budynku a modernizacją istniejącego wynosi 3,85 kg CO₂/m²/rok.

Horyzont analizy przyjęto na poziomie 50 lat (długość eksploatacji spasywizowanego budynku), zaczynając od 2025 roku. Dla każdego roku z lat 2025–2050 wyznaczono średnioroczną jednostkową emisyjność zużywanej energii elektrycznej na podstawie modelu 3 (dla lat 2050–2075 przyjęto emisyjność z roku 2050). Wartość średniej emisyjności zużywanej energii elektrycznej w okresie 2025–2075 wyznaczono na poziomie 106,9 kg CO₂/MWh.

Różnica w emisjach CO₂ pomiędzy budową nowego budynku a modernizacją istniejącego (3,85 kg CO₂/m²/rok), podzielona przez średnią emisyjność energii elektrycznej w okresie 2025–2075, wynosi 36 kWh/m²/rok. Jest to ilość energii elektrycznej, której produkcja doprowadziła by do takiej samej wartości emisji CO₂ jak wyburzenie istniejącego budynku i w jego miejsce wybudowanie nowego budynku w standardzie pasywnym zamiast pasywizacji istniejącego budynku.

Do powyższej wartości należy dodać zapotrzebowanie na energię końcową dla nowego budynku na potrzeby ogrzewania i wentylacji, którą przyjęto na poziomie 15 kWh/m²/rok, co sumarycznie daje zużycie 51 kWh/m²/rok jako próg zużycia energii końcowej przez spasywizowany istniejący budynek, powyżej którego zasadna jest rezygnacja z pasywizacji budynku na rzecz jego wyburzenia i zastąpienia nowym budynkiem wybudowanym w standardzie pasywnym. Poniżej tej wartości zużycia energii, pomimo tego, że spasywizowany istniejący budynek będzie miał większe zapotrzebowanie na energię elektryczną niż nowy budynek to sumarycznie emisja CO₂ w okresie 50 lat jego eksploatacji będzie niższa niż gdyby został wyburzony i zastąpiony nowym budynkiem w standardzie pasywnym.

Zużycie energii końcowej na poziomie 51 kWh/m²/rok na potrzeby ogrzewania i wentylacji jest wynikiem analizy przeprowadzonej dla jednego roku początkowego (2025) oraz jednego okresu (50 lat, tj. 2025–2075). Wydłużenie okresu eksploatacji istniejącego budynku oraz przesunięcie analizy na

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 54/477


późniejsze lata zwiększa ten wskaźnik. Wyniki takiej analizy przedstawia Tabela 10.1. Emisyjność zużywanej energii elektrycznej dla lat 2075–2100 przyjęto na poziomie roku 2050.

Tabela 10.1 Wartości graniczne zużycia energii końcowej na potrzeby ogrzewania i wentylacji przez spasywizowany istniejący budynek, kWh/m²

Ostatni rok okresu analizy	Rok pasywizacji istniejącego/budowy nowego budynku					
	2025	2030	2035	2040	2045	2050
2050	<0	<0	<0	<0	<0	<0
2055	<0	<0	<0	<0	<0	<0
2060	12	<0	<0	<0	<0	<0
2065	26	10	<0	<0	<0	<0
2070	39	34	7	<0	<0	<0
2075	51	56	46	4	<0	<0
2080	63	75	79	56	2	<0
2085	73	93	107	97	60	2
2090	84	109	132	131	105	61
2095	94	124	153	160	141	107
2100	103	138	172	184	171	143

Ze względu na bardzo duży rozrzut wartości nie jest możliwe określenie wskaźnika wyburzeń. Niektóre wartości są na tyle duże, że sama zmiana obecnego źródła ciepła na pompę ciepła jest wystarczająca do osiągnięcia zapotrzebowania na energię poniżej granicznej wartości. Należy brać pod uwagę, że instalacja samej pompy ciepła charakteryzuje się mniejszą emisją CO₂ niż cały proces pasywizacji, więc porównanie samej instalacji pompy ciepła z budową nowego budynku wskazało by jeszcze wyższą wartość granicznego zużycia w istniejącym budynku.

Nie jest możliwe wyznaczenie wskaźnika wyburzeń zabudowy miejskiej w oparciu o sam rok wybudowania oraz zużycie energii końcowej. Nawet dwa budynki wybudowane w tym samym standardzie energetycznym, ze względu na zróżnicowany stan techniczny, mogą mieć inny czas przewidywanej dalszej eksploatacji, co może skutkować odmiennymi decyzjami dotyczącym pasywizacji/wyburzenia, tak samo jak wybór roku, w którym przeprowadza się inwestycje. Dlatego ewentualne decyzje o wyburzeniach powinny być podejmowana dla każdego budynku z osobna i podyktowane złym stanem techniczny budynku lub względami ekonomicznymi.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 55/477</p>

11. Wielkoskalowe pompy ciepła

11.1. Zastosowanie wielkoskalowych pomp ciepła w procesach przemysłowych

Pompy ciepła zastosowane w przemyśle, oprócz zastąpienia paliw kopalnych ciepłem za źródeł odnawialnych (jak w przypadku ciepłownictwa w zakresie CO oraz CWU), pozwalają na zwiększenie użycia ciepła odpadowego, które wcześniej było odprowadzane do otoczenia. Pompa ciepła pozwala takie ciepło „odzyskać” poprzez podwyższenie jego temperatury do poziomu, który pozwala na jego ponowne użycie w procesach technologicznych, zmniejszając przy tym energochłonność procesów przemysłowych.


Pompy ciepła nie są w stanie samodzielnie pokryć zapotrzebowania na ciepło we wszystkich gałęziach przemysłu, ponieważ liczne procesy przemysłowe wymagają pary technologicznej o wysokich parametrach, których nie jest w stanie osiągnąć pompa ciepła. Parametrem, który ogranicza zastosowanie pomp ciepła jest temperatura pary technologicznej. Obecne rozwiązania w zakresie pomp ciepła pozwalają na produkcję pary technologicznej o temperaturze maksymalnie 150°C. Osiągnięcie wyższej temperatury wymaga zastosowania bezpośredniego podgrzewania elektrycznego za pomocą kotłów elektrodowych.

Kocioł elektrodowy jest to kocioł zasilany elektrycznie, w którym do podgrzania wody wykorzystywany jest jej opór elektryczny zapewniający sposób konwersji energii elektrycznej na ciepło z wykorzystaniem napięć do 24 kV. Kocioł legitymuje się wysoką prędkością wygrzewania do nominalnych wartości na skutek braku powierzchni grzewczych – ciepło przekazywane jest bezpośrednio do wody obiegowej. Sprawność energetyczna kotłów elektrodowych wynosi ok. 99,5%. Obecnie prowadzone są prace badawcze nad kotłami elektrodowymi pozwalającymi na produkcję pary o temperaturze dochodzącej do 380°C.¹⁸

11.2. Zastosowanie wielkoskalowych pomp ciepła w ciepłownictwie

W modelach 1-3 przyjęto zastosowanie pomp ciepła w postaci dedykowanych urządzeń dla danego budynku, dla których dolnym źródłem ciepła jest powietrze zewnętrzne. Alternatywą dla przyjętego rozwiązania w przypadku budynków przyłączonych do sieci ciepłowniczej jest zastąpienie obecnych źródeł ciepła (zasilających sieć ciepłowniczą) przez wielkoskalowe pompy ciepła, dla których dolnym źródłem ciepła może być: Wisła, woda oczyszczona z oczyszczalni ścieków lub inne źródła ciepła odpadowego, np. serwerownia, metro. Takie rozwiązanie charakteryzowałoby się większą efektywnością ze względu na efekt skali w przypadku samego urządzenia (efektywność pomp ciepła rośnie wraz z ich mocą pojedynczego urządzenia) oraz wyższe temperatury dolnego źródła ciepła w okresie zimowym.

¹⁸ <https://www.modernpowersystems.com/features/featureelectrode-boilers-and-the-energy-transition-6229858/>; artykuł autorstwa Martin Løvland, Technical Director, PARAT Halvorsen, Norway; [dostęp: 12.04.2022 r.]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 56/477</p>

11.2.1. Wisła

Temperatura wody w Wiśle waha się znacznie bardziej niż temperatura wody z oczyszczalni ścieków, co latem nie stanowi problemu, lecz zimą rzeka może nawet zamarznąć. Do pracy pompy ciepła potrzeba temperatury wody w rzece pozwalającą na jej schłodzenie i zostawienie pewnej rezerwy, by nie doszło do rozpoczęcia procesu zamarzania w dolnym wymienniku ciepła. Dodatkowym problemem związanym z wykorzystaniem Wisły jako dolnego źródła ciepła jest jej niski poziom w okresach letnich. Możliwe, że wymagany byłby próg/progi piętrzący wodę w celu zapewnienia jej odpowiedniej ilości.

11.2.2. Oczyszczalnia ścieków

W przypadku wody oczyszczonej odprowadzanej z oczyszczalni ścieków temperatura może wahać się w zakresie 10–20°C (dominującym czynnikiem wpływającym na temperaturę zrzucanej wody jest temperatura powietrza zewnętrznego, mniejszy wpływ mają rozwiązania techniczne zastosowane w samej oczyszczalni). Biorąc pod uwagę strukturę warszawskiej sieci ciepłowniczej większą zasadność ma zlokalizowanie takiej pompy ciepła w oczyszczalni ścieków „Południe” ze względu na sąsiedztwo elektrociepłowni Siekierki, co niweluje ewentualne koszty rozbudowy sieci ciepłowniczej. Lokalizacja pomp ciepła w oczyszczalni ścieków „Czajka” jest znacznie mniej korzystna ze względu na jej odległość od sieci ciepłowniczej oraz to, że jest to końcowy odcinek sieci, co wymagało by znacznych inwestycji w infrastrukturę sieci ciepłowniczej.

11.2.3. Serwerownia


Serwerownie praktycznie całą zużywaną energię elektryczną zmieniają w ciepło, które muszą usunąć z przestrzeni, w której znajdują się serwery. Ze względu na zauważalnie wyższą temperaturę ciepła odpadowego niż temperatura wody w Wiśle czy wody oczyszczonej z oczyszczalni ścieków, efektywność pomp ciepła zasilanych ciepłem odpadowym z serwerowni jest wyraźnie wyższa niż dla ww. źródeł ciepła odpadowego. Dodatkowo wyższa wydajność może zapewnić zabudowa odzysku ciepła już na poziomie budowy serwerowni, co pozwala na optymalizację parametrów instalacji. Produkcja ciepła z serwerowni jest bezpośrednio zależna od jej zużycia energii elektrycznej.

11.2.4. Metro

Powietrze zlokalizowane w tunelach metra zawiera w sobie ciepło odpadowe, którego źródłem jest zużywana energia elektryczna przez metro oraz ciepło wydzielane przez użytkowników metra. Ze względu na duże zróżnicowanie systemów metra na świecie pod względem głębokości, technologii wykonania, częstotliwości kolejnych kursów, liczby pasażerów, a także systemów wentylacji nie jest możliwe oszacowanie dostępnej ilości ciepła odpadowego w warszawskim metrze na podstawie innych systemów metra na świecie – wymagane są tutaj dokładne pomiary i analizy.

11.2.5. Przykłady zastosowań wielkoskalowych pomp ciepła na potrzeby ciepłownictwa

Od wielu lat pompy ciepła pracują w szwedzkich systemach ciepłowniczych. w latach 80. ubiegłego stulecia zainstalowano w Szwecji 50 pomp ciepła o mocach 7–30 MW_t. Większość z nich, po modernizacji łopatek wirników sprężarek i wymianie czynników roboczych, pracuje do dziś, mając


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 57/477</p>

przepracowane 6 mln (wartość dla wszystkich urzędzeń) godzin i dyspozycyjność na poziomie 99,5%.

Dolnym źródłem ciepła dla tych pomp są ścieki.

W 2022 roku Vattenfall i Siemens Energy podpisały umowę na demonstracyjną wielkoskalową instalację pompy ciepła wysokotemperaturowej integrującej ciepło odpadowe z instalacji wytwarzania chłodu na potrzeby biur, mieszkań i budynków użyteczności publicznej (dolne źródło ciepła) z siecią ciepłowniczą (górne źródło ciepła) dostarczając tam czynnik o temperaturze 85–120°C. Moc pompy ciepłej ma wynieść 8 MW_t i zapewni ona około 55 GWh ciepła rocznie, dzięki czemu zostanie zaoszczędzone 120 000 m³ wody chłodzącej¹⁹.

¹⁹ Vattenfall and Siemens Energy help advance a climate-friendly heating supply for Berlin with large-scale heat pump, Press Release 25.03.2021, <https://press.siemens-energy.com/global/en/pressrelease/vattenfall-and-siemens-energy-help-advance-climate-friendly-heating-supply-berlin> [dostęp: 05.04.2022]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 58/477</p>

12. Możliwości zastosowania technologii wodorowych

Technologie wodorowe są rozwijane na kilku płaszczyznach:

- wytwarzanie wodoru,
- magazynowanie wodoru,
- transport wodoru,
- użytkowanie wodoru.

Ze względu na sposób wytworzenia wodoru (wykorzystywanych źródeł energii) jest on określany kolorami i tak dla przykładu:

- czarny – dla wodoru wytwarzanego z węgla,
- szary – dla wodoru wytwarzanego w procesie reformingu parowego gazu ziemnego,
- niebieski – dla wodoru wytwarzanego w procesie reformingu parowego gazu ziemnego wraz z wychwytem emitowanego w procesie CO₂,
- zielony – dla wodoru wytwarzanego w procesie elektrolizy z użyciem energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii,
- turkusowy – dla wodoru wytwarzanego w procesie elektrolizy z użycie energii elektrycznej z elektrowni jądrowych.

Technologie wytwarzania wodoru innego niż zielony są dojrzałe i rozwinięte oraz są źródłem praktycznie całości produkowanego obecnie wodoru w skali świata. w ramach rozwoju technologii wytwarzania wodoru całość badań jest skierowana na rozwój elektrolizerów w zakresie:

- zwiększenia sprawności energetycznej,
- wydłużenia żywotności,
- obniżenia kosztu instalacji.

Wśród technologii magazynowania wodoru najczęściej wskazywane są technologie, które bezpośrednio magazynują wodór w:

- formacjach geologicznych (kawerny solne, wyczerpane złoża gazu ziemnego),
- dedykowanych zbiornikach na wodór (sprężony/skroplony wodór).


Oprócz technologii magazynowania czystego wodoru badane są także technologie magazynowania wodoru w postaci związanej chemicznie:

- amoniaku (NH₃),
- metanu (CH₄).

W zakresie technologii transportu wodoru najczęściej jest wskazywana:

- przesyłanie wodoru razem z gazem ziemnym istniejącą siecią gazową,
- budowa dedykowanej sieci wodorowej,
- transport lądowy w zbiornikach (dot. także wodoru związanego chemicznie, np. amoniak).

Podstawowym problemem w przypadku domieszki czystego wodoru do gazu ziemnego w sieci gazowej jest gęstość energetyczna wodoru, która jest ok. 3 razy mniejsza niż dla gazu ziemnego. Dlatego obecnie szacuje się, że bez modernizacji infrastruktury gazowej domieszka wodoru może wynieść do 10% udziału objętościowego. Do osiągnięcia wyższych stężeń wymagana będzie

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 59/477</p>

modernizacji stacji sprężania gazu oraz rurociągów. Budowa dedykowanej sieci wodorowej wiąże się z dużymi kosztami inwestycyjnymi na początku. Transport lądowy w zbiornikach jest droższy w odniesieniu do transportowanej energii niż w przypadku sieci gazowej/wodorowej, ale nie wymaga dużej inwestycji na rozpoczęcie działalności, tylko można stopniowo rozbudowywać flotę pojazdów transportujących wodór.

W zakresie użytkowania wodoru można podzielić jego zastosowania na dwie zasadnicze grupy:

- chemiczne,
- energetyczne.

W ramach zastosowań chemicznych zielony wodór będzie używany przez:

- sektor hutniczy - wodór w procesie bezpośredniej redukcji żelaza (ang. Direct Iron Reduction) zastąpi wielkie piece, które spalają koks,
- sektor chemiczny/petrochemiczny, gdzie zielony wodór zastąpi obecnie używany wodór szary.

Ze względu na to, że szary wodór jest droższy niż gaz ziemny, z którego został wytworzony, sektor przemysłowy będzie sektorem, w którym zielony wodór będzie bardziej zasadny ekonomicznie niż w sektorze energetycznym.


W zakresie energetycznym przewiduje się zastosowanie wodoru jako paliwa dla:

- transportu (autobusy, samochody osobowe, samochody ciężarowe, lokomotywy, samoloty),
- produkcji energii elektrycznej i ciepła (turbiny gazowej, silniki spalinowe tłokowe, ogniwa paliwowe).

W podsektorze transportowym tylko samochody osobowe i autobusy są na poziomie komercyjnie dostępnych pojazdów. Samochody ciężarowe są jeszcze na etapie prototypów i nie ma dostępnych komercyjnie rozwiązań. w przypadku lokomotyw istnieją już prototypy, lecz mają one docelowo zastąpić lokomotywy dieslowskie na niezelektryfikowanych liniach, dla których ze względu na relatywnie niewielki ruch nie jest zasadnym ekonomicznie elektryfikacja z użyciem sieci trakcyjnej. W przypadku samolotów nie są jeszcze gotowe prototypy rozwiązań. Alternatywnym zastosowaniem wodoru w lotnictwie jest produkcja syntetycznych paliw lotniczych z zielonego wodoru. Należy pamiętać o tym, że efektywność energetyczna wodoru w transporcie lądowym jest ok. 3 razy mniejsza niż w przypadku rozwiązań bateryjnych (lub trakcji elektrycznej w przypadku lokomotyw).

Wszelkie rozwiązania wodorowe w transporcie z punktu widzenia transformacji energetycznej miasta Warszawy będą stanowić tylko uzupełnienie (ze względu na znacznie niższą efektywność energetyczną), które będzie zastępowało rozwiązania oparte o paliwa kopalne, np. samochody ciężarowe, które zasilane byłyby wodorem zamiast olejem napędowym.

W przypadku produkcji energii elektrycznej i ciepła obecnie są opracowywane rozwiązania w zakresie silników spalinowo-tłokowych oraz turbin gazowych, które mają pozwolić na możliwość spalania paliwa składającego się w 100% z wodoru. Ogniwa paliwowe są technologią pozwalającą na produkcję energii ze 100% wodoru, lecz ich problemem są wysokie koszty inwestycyjne, jednocześnie ogniwa paliwowe mają sprawność energetyczną na poziomie bloków gazowo-parowych.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 60/477</p>

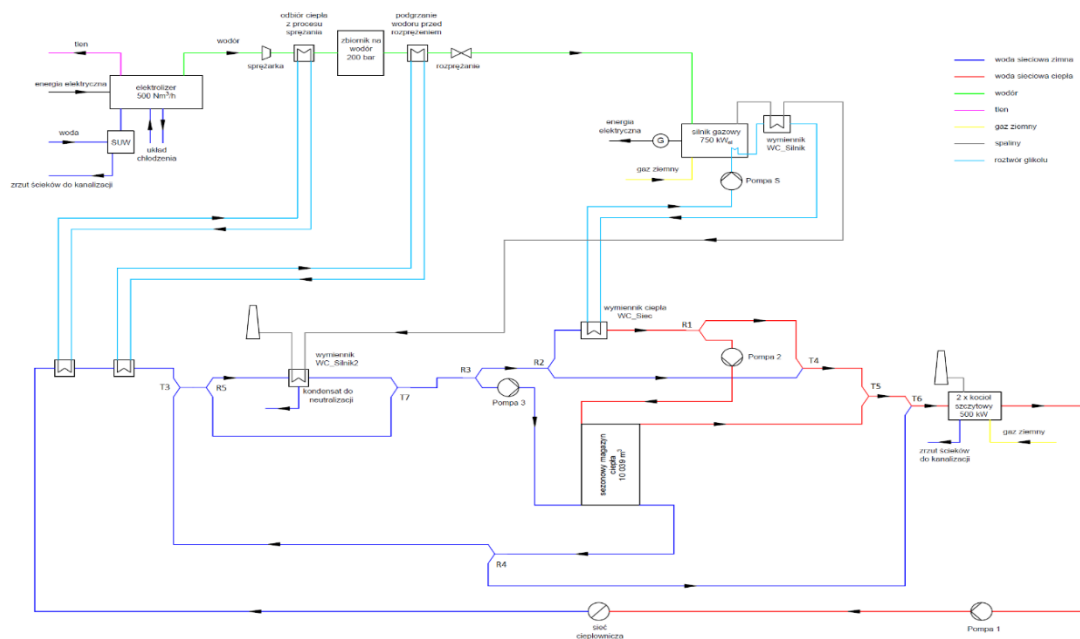
Wodór w elektroenergetyce miałby pełnić rolę „długoterminowego magazynu energii”, który jest ładowany w okresie, kiedy produkcja energii elektrycznej z elektrowni wiatrowych i fotowoltaicznych przewyższa zapotrzebowanie na energię elektryczną (elektrolizer wytwarzający wodór zasilany nadmiarem wytworzonej energii elektrycznej z OZE), a energia zmagazynowanego wodoru byłaby wykorzystywana w okresach deficytu mocy do zasilania np. turbin gazowo-parowych.

Opisany powyżej model pracy jest taki sam dla bateryjnych magazynów energii, lecz ich aktywność sprowadza się do bilansowania produkcji z zapotrzebowaniem w skali doby, a nie roku jak w przypadku wodoru. Należy pamiętać, że łańcuch przemian en. elektryczna-> wodór -> en. elektryczna ma zauważalnie niższą sprawność energetyczną niż cyklu ładowania i rozładowania w bateryjnym magazynie energii, dlatego to właśnie bateryjne magazyny są lepszym rozwiązaniem do bilansowania dobowego, a nie sezonowego. Produkcja ciepła z wodoru poza procesem kogeneracji nie jest zasadna energetycznie ze względu na kilkukrotnie mniejszą efektywność w porównaniu do pompy ciepła.

Wszelkie rozwiązania wodorowe w zakresie wytwarzania energii elektrycznej i ciepła z punktu widzenia transformacji energetycznej miasta Warszawy będą w przyszłości stanowić tylko uzupełnienie w zakresie zastępowania paliw kopalnych w WEK.

Wykonawca w ramach konkursu ogłoszonego przez NCBIR pt. „Elektrociepłownia w lokalnym systemie energetycznym” przeprowadził studium wykonalności oraz modelowanie numeryczne możliwości zastosowania technologii wodorowych w układach kogeneracyjnych w kontekście weryfikacji możliwości rozwoju innowacji w obszarze elektrociepłownictwa zasilanego energią odnawialną oraz tworzenie synergii w lokalnym systemie elektroenergetycznym.

Na poniższym rysunku (Rys. 12.1) przedstawiono zaproponowany kogeneracyjny układ wodorowy wspomagany magazynem ciepła.



Rys. 12.1 Schemat technologiczny kogeneracyjnego układu wodorowego wspomaganego magazynem ciepła

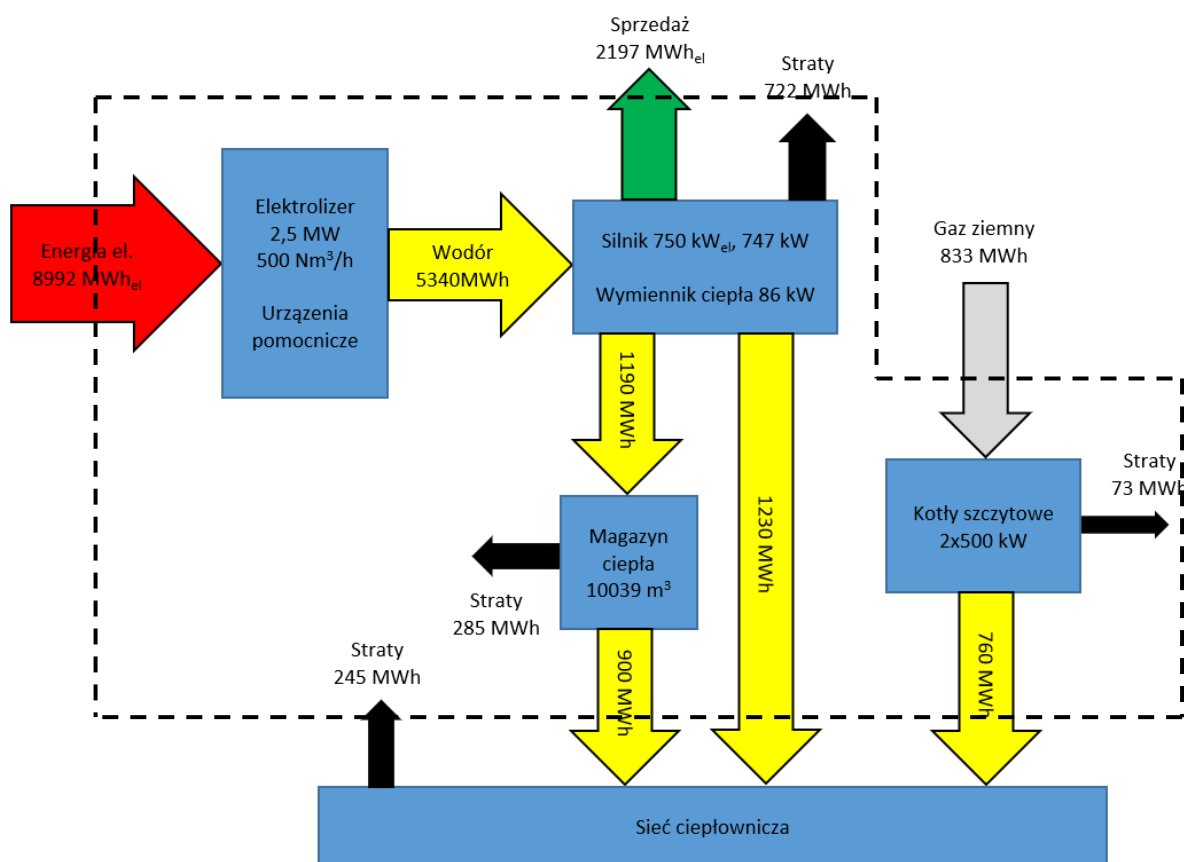
W tabeli zaprezentowanej poniżej (Tabela 12.1) przedstawiono parametry techniczne zamodelowanego układu wodorowego.

Tabela 12.1 Parametry techniczne kogeneracyjnego układu wodorowego

Całkowita zainstalowana moc cieplna	1,8 MW
Całkowita zainstalowana moc elektryczna	0,75 MW
Nominalna sprawność cieplna	32,19%
Nominalna sprawność elektryczna	22,52%
Roczna produkcja energii termicznej	2 688,48 MWh
Roczna produkcja energii elektrycznej	2 197,50 MWh
Udział produkcji ciepła w całościowej produkcji energii	55,02%

Na poniższym rysunku (Rys. 12.2) przedstawiono roczny bilans energii doprowadzonej i wyprowadzonej z układu.


	<p>Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p>Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p>Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 62/477</p>



Rys. 12.2 Bilans energii układu wodorowego

Dla powyższego układu roczna sprawność całkowita (wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej) wynosi około 39%. Biorąc nawet pod uwagę dodatkową optymalizację układu, to rozwiązania tego typu są w stanie przekroczyć nieznacznie poziom 40% sprawności ogólnej. Jak wspomniano wcześniej, głównym ograniczeniem jest konieczność przeprowadzenia wielu przemian termodynamicznych dla realizacji pracy takiego układu. Dla powyższego wariantu sprawność konwersji energii elektrycznej na energię chemiczną wodoru wynosi niecałe 60%. Biorąc pod uwagę konieczność uwzględnienia sprawności silnika kogeneracyjnego oraz wszelkiego rodzaju straty, powoduje to, że ogólna sprawność jest stosunkowo niska. Natomiast nakłady inwestycyjne bardzo wysokie (w tym przypadku 30 mln PLN- stan na 2021 rok). Biorąc pod uwagę inflację i kryzys ogólnoswiatowy wywołany przez Rosję koszt takiej instalacji może być blisko dwukrotnie wyższy.

Rozwiązania w zakresie wytwarzania i magazynowania wodoru na terenie miasta nie będą praktykowane ze względu na ograniczenia głównie ekonomiczne oraz ze względu na kwestie bezpieczeństwa. Rozwiązania w zakresie transportu wodoru na teren miasta najprawdopodobniej zostaną dopasowane do rozwiązań, które będą najbardziej rozpowszechnione w skali kraju, tj., jeśli w Polsce powstanie dedykowana sieć wodorowa to Warszawa powinna zostać do niej przyłączona, w przypadku jej braku transport wodoru będzie odbywał się jako domieszka do gazu ziemnego lub będzie transportowany w zbiornikach.


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 63/477</p>

13. Heurystyki ekonomiczne trajektorii transformacji TETIP Warszawy od stanu początkowego (2020) do stanu neutralności klimatycznej (2050) (albo do stanu elektroprosumeryzmu TETIP A→B)

13.1. Reelektryfikacja OZE

W analizie przyjęto założenia jak niżej:

- Model 0
 - Koszty stałe związane z utrzymaniem sieci elektroenergetycznej przyjęto jako proporcjonalne do szczytowego zapotrzebowania na moc elektryczną. Wzrost tych kosztów związany jest jednocześnie z rozwojem sieci na potrzeby zwiększonego zapotrzebowania na moc i energię elektryczną oraz:
 - usprawnianie i modernizację infrastruktury sieciowej na terenie Stolicy,
 - inteligentne sieci i digitalizację procesów.
 - Koszty zmienne związane z eksploatacją sieci elektroenergetycznej będą wzrastać proporcjonalnie do wzrostu rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną.
 - Poziom kosztów stałych i zmiennych został przyjęty na podstawie średnich jednostkowych kosztów dystrybucji energii w Polsce. Dane finansowe pozyskano ze sprawozdań finansowych: Stoen Operator Sp. z o.o., ENERGA-OPERATOR S.A. ENEA Operator Sp. z o.o., TAURON Dystrybucja S.A, natomiast dane ilościowe z raportów PSE S.A.
- Model 3
 - Założenia w zakresie kosztów stałych i zmiennych funkcjonowania sieci na terenie Warszawy są identyczne do założeń przyjętych jak dla modelu 0;
 - Wzrost zdolności przyłączeniowej koniecznej dla instalacji OZE spowoduje odpowiedni przyrost kosztów stałych w modelu 3 względem modelu 0;
 - Zastosowanie kompletnych rozwiązań elektroenergetycznych zawierających urządzenia pierwotne stacji elektroenergetycznych, sieci kablowe i napowietrzne, automatykę EAZ, systemową i regulacyjną oraz sieciowe terminale dostępowe STD spowoduje dodatkowy wzrost kosztów stałych;
 - Znaczący efekt skali oraz uruchomienie rynkowych mechanizmów konkurencji pomiędzy Przedsiębiorcami Innowatorami, postęp techniczny w nowych technologiach będzie powodował obniżanie kosztów stałych;
 - Przyjęto, że czynniki kosztowe (tired 2/3/4) w horyzoncie do 2050r będą się wzajemnie niwelować.
 - Przyjęto koszt jednostkowy nakładów inwestycyjnych, które będą poniesione przez OSD w wysokości 2 mln PLN / 1 MWh akumulowanej energii elektrycznej uwzględniające infrastrukturę elektroenergetyczną niezbędną do zabudowania magazynów energii;
 - Zgodnie z założeniami przyjętymi dla modelu 3 wymagana pojemność magazynu to 1 GWh na 1 GW zainstalowanych źródeł PV oraz praca jako wirtualny magazyn, czyli reakcja na dostępną energię z miksu. Zakładana pojemność wynika z analizy godzinowej

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 64/477

bilansu energetycznego Warszawy uwzględniająca profile produkcji źródeł z produkcją wymuszoną, profile obciążeń, dostępne źródła regulacyjno-bilansujące oraz wykorzystanie kształtowania profilu (patrz założenia model 3).

- Dla magazynów energii przyjęto 10 000 cykli ładowanie-rozładowywanie (10 lat eksploatacji baterii);

Zestawienie danych wyjściowych służących do oszacowania kosztów w porównywanych modelach 0 oraz 3 przedstawiają Tabela 13.1 oraz Tabela 13.2.

Tabela 13.1 Moc szczytowa w sieci elektroenergetycznej – stan obecny (2020) i prognozowany (2050).

Moc szczytowa, MW	2020	2050
Model 0	1 350	1 830
Model 3	1 350	2 600


Tabela 13.2 Trajektoria zmian zużycia energii elektrycznej oraz szczytowego zapotrzebowania na moc – model 0 oraz model 3

Rok		2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Model 0	Roczne zużycie e.e., TWh	7,1	8,0	8,2	8,2	8,4	8,7	8,6
	Szczytowe zapotrzebowanie, MW	1 350	1 638	1 702	1 702	1 766	1 862	1 830
Model 3	Roczne zużycie e.e., TWh	7,1	8,6	9,2	9,7	10,2	10,4	10,9
	Szczytowe zapotrzebowanie, MW	1 350	1 843	2 041	2 205	2 370	2 436	2 600

Nakłady inwestycyjne w magazyny energii (ME), które będą realizowane dla modelu 3 przez OSD na terenie m.st. Warszawy, zapewniające 1-godzinną akumulację energii elektrycznej dla produkcji pochodzącej głównie z układów PV przedstawia Tabela 13.3.

Tabela 13.3 Nakłady inwestycyjne na magazyny energii (ME) dla modelu 3.

	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Suma
	Skumulowana moc zainstalowana w PV, GW						
PV	0,9	2,2	2,6	2,7	2,7	2,7	2,7
	Skumulowana pojemność magazynów energii 1h zainstalowanych w OSD, GWh						
dla PV	0,9	2,2	2,6	2,7	2,7	2,7	2,7
	Koszt instalacji magazynów energii 1h w OSD, mld PLN brutto						
dla PV	1,8	2,6	0,8	0,2	0	0	5,4

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 65/477</p>

13.2. Koszty energii elektrycznej wytworzonej ze źródeł OZE w Warszawie

W miksie energetycznym dla Warszawy uwzględnione zostały następujące źródła OZE:

- PV – farmy fotowoltaiczne, w tym mikro instalacje na dachach budynków oraz instalacje naziemne o różnej mocy,
- μ EW – mikroelektrownie wiatrowe,
- EWL – elektrownie wiatrowe lądowe,
- EB – elektrownie biogazowe,
- EWM – elektrownie wiatrowe morskie.

Przy wyliczeniu kosztu produkcji energii elektrycznej z OZE posłużono się jednostkowym kosztem wytwarzania (w zł/MWh), który został obliczony oddzielnie dla każdego rodzaju OZE. Koszt jednostkowy wyliczono sumując roczne koszty amortyzacji oraz roczne koszty eksploatacji i dzieląc je przez przeciętną roczną produkcję energii elektrycznej.

Koszty amortyzacji danej instalacji OZE ustalono wykorzystując informacje na tematy niezbędnych nakładów inwestycyjnych na budowę danej instalacji oraz dane na temat okresu jej ekonomicznej użyteczności²⁰. Dane o nakładach przeliczono na PLN przy wykorzystaniu kursu 4,5 PLN/USD. Do cen bieżących 2022 r. sprowadzono je indeksując dane źródłowe z 2020 r. roku o prognozowaną skumulowaną inflację za lata 2021-2022 (26,1 %). Roczny koszt amortyzacji obliczono dzieląc kwotę nakładów przez okres ekonomicznej użyteczności.

Do kosztów amortyzacji dodano koszty eksploatacji, których wysokość zaczerpnięto, podobnie jak wysokość nakładów inwestycyjnych, z opracowania „Capital Cost and Performance Characteristic Estimates for Utility Scale Electric Power Generating Technologies”. Zastosowano analogiczny sposób przeliczenia na ceny z 2022 r. w PLN, jak w przypadku nakładów inwestycyjnych.


Przykładowo, na koszty eksploatacji źródeł PV składają się m.in.:

- koszt czyszczenia paneli,
- koszt wymiany inwertera,
- naprawy,
- dzierżawa gruntu (dla dużych farm PV),

Dla farm wiatrowych w kosztach eksploatacji uwzględniono:

- koszt pełnej umowy serwisowej w ramach której wykonawca umowy zapewnia personel, zarządzanie, naprawę lub wymianę części turbin,
- w przypadku morskich farm wiatrowych koszt wynajmu kutrów dla zapewnienia obsługi turbin.

²⁰ Dla PV, EWL i EWM wykorzystano opracowanie: Capital Cost and Performance Characteristic Estimates for Utility Scale Electric Power Generating Technologies, U.S. Energy Information Administration (EIA), luty 2020, dla biogazowni wykorzystano artykuł: Małe biogazownie – jakie są koszty i co dają rolnikom?, Tygodnik Poradnik Rolniczy, Data publikacji 29.04.2021r. dla mikroelektrowni wiatrowych oraz mikroinstalacji PV przyjęto założenia „Energopomiar” Sp. z o.o.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 66/477</p>

Przyjęte założenia oraz wyliczenie kosztów jednostkowych produkcji energii elektrycznej z OZE w 2022 r. zaprezentowano poniżej (Tabela 13.4).

Tabela 13.4 Założenia oraz wyliczenie kosztów jednostkowych produkcji energii elektrycznej z OZE w 2022 r.

Mikroinstalacja PV 1 kW	Jedn.	2022
Amortyzacja	PLN	180
Koszty eksploatacji	PLN	36
Produkcja ee. (MWh/rok)	MWh/rok	1,000
Moc elektrowni	MW	0,001
Okres ekonomicznej użyteczności	lata	20
Koszty razem	PLN	216
Koszty / produkcja (zł/MWh)	PLN/MWh	216,00


Mikroinstalacja FW 1 kW	Jedn.	2022
Amortyzacja	PLN	407
Koszty eksploatacji	PLN	81
Produkcja ee. (MWh/rok)	MWh/rok	1,250
Moc elektrowni	MW	0,001
Okres ekonomicznej użyteczności	lata	20
Koszty razem	PLN	488
Koszty / produkcja (zł/MWh)	PLN/MWh	390,24

Morska farma wiatrowa 400 MW	Jedn.	2022
Amortyzacja	PLN	397 085 388
Koszty eksploatacji farmy wiatrowej 400 MW	PLN	249 601 065
Produkcja ee. (MWh/rok)	MWh/rok	1 382 400
Moc elektrowni	MW	400
Okres ekonomicznej użyteczności	lata	25
Koszty razem	PLN	646 686 453
Koszty / produkcja (zł/MWh)	PLN/MWh	467,80

Lądowa farma wiatrowa 50 MW	Jedn.	2022
Amortyzacja	PLN	19 022 256
Koszty eksploatacji farmy wiatrowej 50 MW	PLN	9 967 024
Produkcja ee. (MWh/rok)	MWh/rok	126 335
Moc elektrowni	MW	50
Okres ekonomicznej użyteczności	lata	25
Koszty razem	PLN	28 989 280
Koszty / produkcja (zł/MWh)	PLN/MWh	229,46

PV 150 MW bez magazynu energii	Jedn.	2022
Amortyzacja	PLN	37 239 344
Koszty eksploatacji farmy PV 150 MW	PLN	12 976 419
Produkcja ee. (MWh/rok)	MWh/rok	157 500
Moc elektrowni	MW	150
Okres ekonomicznej użyteczności	lata	30
Koszty razem	PLN	50 215 763
Koszty / produkcja (zł/MWh)	PLN/MWh	318,83

Mała biogazownia rolnicza 11 kW	Jedn.	2022
Amortyzacja	PLN	33 333
Koszty eksploatacji biogazowni	PLN	5 000
Produkcja ee. (MWh/rok)	MWh/rok	88
Moc elektrowni	MW	0,011
Okres ekonomicznej użyteczności	lata	15
Koszty razem	PLN	38 333
Koszty / produkcja (zł/MWh)	PLN/MWh	435,61

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 67/477

Koszty wytwarzania energii elektrycznej z OZE dla kolejnych lat prognozy stanowią iloczyn ww. kosztów jednostkowych oraz ilości energii elektrycznej wyprodukowanej z poszczególnych źródeł OZE w kolejnych latach.

13.3. Pasywizacja budownictwa

Szacowane koszty inwestycji związanych z termomodernizacją określono na podstawie cząstkowych kosztów poszczególnych prac planowanych do realizacji. Koszty jednostkowe termomodernizacji ścian, stropów, stropodachu oraz wymiany stolarki okiennej i drzwi ustalono na podstawie SEKOCENBUD II kw. 2022 roku, ofert cenowych oraz doświadczenia ekspertów. Ceny zostały ustalone na m², a następnie przeskalowane w stosunku do powierzchni wszystkich budynków w danym przedziale wiekowym. Sumaryczne powierzchnie budynków mieszkalnych wyznaczono na podstawie danych z GUS.

Dla budynków wielorodzinnych starych (1945–2003) i nowych (2003–2013) przyjęto wspólną, uśrednioną cenę jednostkową modernizacji, ze względu na zbieżny proponowany zakres prac. Uzasadnieniem takiego sposobu obliczeń jest różnorodność wielkości budynków wielorodzinnych. Wraz ze wzrostem wielkości powierzchni zabudowy, rośnie cena termomodernizacji stropów i stropodachów.

Dla budynków jednorodzinnych przyjęto różne ceny jednostkowe termomodernizacji, ze względu na stan obecny budynków – budynki starego typu często są nieocieplone.


13.4. Elektryfikacja ciepłownictwa

Poniższa Tabela 13.5 przedstawia moce zainstalowane termiczne w pompach ciepła oraz koszty ich instalacji w Warszawie dla modelu 0 oraz 3 w pięcioletnich interwałach czasowych (2020-2050). Jednostkowy koszt pomp ciepła przyjęto na poziomie 2,8 mln PLN brutto / MW_t (wartość uwzględnia zakup urządzenia wraz z jego instalacją).

Tabela 13.5 Koszty elektryfikacji ciepłownictwa

Model	Rok						
	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	Skumulowana moc zainstalowana termiczna pomp ciepła, MW _t						
Model 3	123	923	1644	1826	2067	2163	2229
Model 0	123	281	430	685	886	1135	1337
	Przyrost mocy zainstalowanej termicznej pomp ciepła, MW _t						
Model 3	123	800	721	183	240	96	66
Model 0	123	158	150	254	201	249	203
	Koszt instalacji, mln PLN brutto						
Model 3	344	2239	2019	512	672	269	186
Model 0	344	442	419	712	562	697	568

Szacowany czas eksploatacji pompy ciepła to 20 lat. Roczne koszty stałe dla obsługi i konserwacji oszacowano na poziomie 1% kosztów inwestycyjnych.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 68/477</p>

13.5. Elektryfikacja transportu

Techniczny model dojścia do elektryfikacji transportu został szczegółowo opisany w I etapie przygotowania „Modelu energetycznego...”. w modelu tym określono trajektorie zmian w zakresie liczby pojazdów elektrycznych w poszczególnych ich typach (osobowe, ciężarowe, ciężkie, autobusy, motocykle), a także na tej podstawie określono popyt na poszczególne rodzaje paliw (energii) oraz wynikające z tego emisje gazów cieplarnianych. w tym miejscu dane z tego modelu posłużą do oszacowania kosztów elektryfikacji transportu na terenie Warszawy.

Koszty elektryfikacji zostaną określone na podstawie danych dotyczących następujących aspektów elektryfikacji transportu:

1. Wymiana floty pojazdów ze spalinowej na elektryczną.
2. Utworzenie sieci ładowania pojazdów - ładowarki pojazdów elektrycznych.
3. Podniesienie parametrów sieci elektrycznej w celu włączenia transportu w system energetyczny.
4. Zmiana struktury użytkowania paliw.

13.5.1. Wymiana floty pojazdów

W etapie I dokładnie określono liczbę poszczególnych typów pojazdów samochodowych, które w kolejnych latach będą pojawiały się na warszawskich drogach w dwóch wariantach. Na etapie szacowania kosztów elektryfikacji, za faktyczny dodatkowy koszt uznano różnicę pomiędzy wartością dodatkowo zakupionych pojazdów elektrycznych w wariantcie pełnej elektryfikacji do roku 2050 (model 3), a wartością zakupionych pojazdów elektrycznych w wariantcie business-as-usual (model 0). Jednocześnie wartość zakupionych pojazdów elektrycznych przyjęta za koszt elektryfikacji, jest równa różnicy pomiędzy ceną pojazdu spalinowego, a elektrycznego w poszczególnych analizowanych 5-letnich okresach. Różnicę tę wyrażono jako procent ceny pojazdu spalinowego, a jej spadek określono na podstawie dostępnych opracowań analitycznych dotyczących kosztów wytwarzania pojazdów. Przyjęcie wartości różnicy pomiędzy cenami pojazdu w procentach wymagało przyjęcia osobnych założeń, co do ceny pojazdu spalinowego w okresie początkowym (rok 2020). Przyjęte ceny i procenty w roku początkowym przedstawia Tabela 13.6.


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 69/477

Tabela 13.6 Założenia przyjęte w zakresie zmian cen pojazdów - elektryfikacja transportu

Rodzaj pojazdu	Cena pojazdu spalinowego w roku początkowym (2020) w zł	Procentowa różnica w cenie zakupu pojazdu elektrycznego względem spalinowego (2020)	Okres amortyzacji	Źródło
Samochód osobowy	120 000	+50%	5 lat	SAMAR ²¹
Motocykl	20 000	+50%	5 lat	Jak dla samochodów osobowych
Samochód ciężarowy (dostawczy)	250 000	+150%	5 lat	Jak dla autobusów
Samochód ciężki (TIR)	1 000 000	+150%	12 lat	Jak dla autobusów
Autobus	1 000 000	+150%	12 lat	UM Gniezno ²²

Zmiana różnicy w cenie pomiędzy nowymi pojazdami spalinowymi oraz elektrycznymi została przyjęta za opracowaniem BloombergNEF²³. Jest to założenie zbieżne z dostępnymi opracowaniami dotyczącymi kosztów elektryfikacji sektora transportu do roku 2050 wykonanym przez KOBiZE w ramach projektu LIFE_CAKE_PL²⁴. w tych opracowaniach zakłada się, że cena pojazdów elektrycznych i spalinowych zbiegnie się około 2027 roku, co w prezentowanej tutaj analizie oznacza brak różnicy w cenie pomiędzy elektrycznymi a spalinowymi samochodami osobowymi oraz motocyklami w roku 2030.


Dla pojazdów ciężarowych, ciężkich oraz autobusów założono takie same ścieżki spadku różnicy w cenie, ale z 10-letnim opóźnieniem, czyli od roku 2030. Wynika to z aktualnych różnic w cenie dla tych rodzajów pojazdów, które są na poziomie 150%. Od 2030 roku dla pojazdów osobowych i motocykli oraz po roku 2040 dla pozostałych rodzajów pojazdów przyjęto, iż nie występuje różnica

²¹ <https://spidersweb.pl/autoblog/samar-ceny-samochodow-nowych-lipiec-2020/> oraz <https://moto.rp.pl/parking/art17296921-ile-kosztuje-elektryk-a-ile-model-benzynowy-porownanie-cen> [dostęp: 09.11.2022]

²² https://cms-v1-files.idcom-jst.pl/sites/972/wiadomosci/152687/files/akk_gniezno_projekt_do_konsultacji_spolecznych.pdf [dostęp: 09.11.2022]

²³ <https://www.theguardian.com/business/2021/may/09/electric-cars-will-be-cheaper-to-produce-than-fossil-fuel-vehicles-by-2027> [dostęp: 09.11.2022]

²⁴ <http://climatecake.pl/wp-content/uploads/2020/10/C5%9Acie%5%BCki-redukcji-emisji-CO2-w-sektorze-transportu-w-PL-w-kontek%C5%9Bcie-Europejskiego-Zielonego-%C5%81adu.pdf> oraz https://climatecake.ios.edu.pl/wp-content/uploads/2019/11/CAKE_Transport_emission_reduction_potential_2050_paper_final.pdf [dostęp: 09.11.2022]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 70/477</p>

w cenie dla nowych pojazdów, a więc koszty wymiany floty pojazdów spalinowych na nowe pojazdy elektryczne są zerowe.

Dla kosztów wymiany floty pojazdów istotna jest także struktura wiekowa rejestrowanych pojazdów, gdyż szczególnie w Polsce większość rejestrowanych po raz pierwszy pojazdów jest używana (ok. 2/3) i pochodzi zza granicy. Już dziś też pewien niewielki (0,4%)²⁵ procent tych pojazdów to pojazdy elektryczne. Wobec tego liczba pojazdów nowych we flocie pojazdów zarejestrowanych dla okresu n przyjęto jako wyrażony w procentach iloraz pomiędzy różnicą w liczbie pojazdów dla okresu n oraz n-1 a liczbą pojazdów w okresie n-1. w praktyce oznaczało to, że w pierwszych okresach za przyrost liczby pojazdów elektrycznych odpowiadały głównie pojazdy nowe, a w kolejnych okresach w coraz większym stopniu pojazdy używane.

Jednocześnie przyjęto także założenie, że różnica w cenie pomiędzy używanym pojazdem spalinowym i elektrycznym jest taka sama, jak dla pojazdów nowych, ale z 5-letnim przesunięciem czasowym. A zatem po 2030 roku dla pojazdów osobowych i motocykli oraz po roku 2040 dla pozostałych rodzajów pojazdów przyjęto, iż nie występuje różnica w cenie dla nowych pojazdów, a więc koszty wymiany floty pojazdów spalinowych na używane pojazdy elektryczne są zerowe. Szczegółowe koszty w podziale na poszczególne lata i przyjęte modele przedstawia Tabela 13.7.

Tabela 13.7 Koszty wymiany floty pojazdów (mln zł) w modelach 0 oraz 3

Model	Rodzaj pojazdów	Lata					
		2020-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040	2041-2045	2046-2050
Model 0	Osobowe i motocykle	1 601	1 028	-	-	-	-
	Ciężarowe i ciężkie	19	656	663	362	-	-
	Autobusy	-	-	-	-	-	-
Model 3	Osobowe i motocykle	4 044	2 362	-	-	-	-
	Ciężarowe i ciężkie	81	1 920	3 259	1 780	-	-
	Autobusy	8	157	249	112	-	-

Na podstawie tak przyjętych założeń obliczono, że sumaryczne koszty wymiany floty pojazdów elektrycznych do roku 2050 będą następujące – Tabela 13.8

²⁵ <https://www.pzpm.org.pl/pl/Rynek-motoryzacyjny/Import-Rejestracje-uzywanych-samochodow/Pierwsze-rejestracje-samochodow-uzywanych>


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 71/477</p>

Tabela 13.8 Sumaryczne koszty wymiany floty pojazdów (mln zł) w modelach 0 oraz 3

	Koszty elektryfikacji do 2030 (mln zł)		Koszty elektryfikacji do 2050 (mln zł)	
	Model 0	Model 3	Model 0	Model 3
Osobowe	2 619,59	6 381,6	2 619,59	6 381,6
Motocykle	9,38	24,0	9,38	24,0
Ciężarowe	674,9	1 765,41	1 700,1	5 849,47
Ciężkie	-	235,00	0,0	1 189
Autobusy	-	164,92	0,0	526
SUMA, mln zł	3 303,85	8 570,83	4 329,09	1 3970,12

Analizując otrzymane wyniki warto pamiętać, że po roku 2030 dla pojazdów osobowych oraz motocykli, a po roku 2040 dla innych rodzajów pojazdów koszty zakupu pojazdów spalinowych mogą być większe niż koszty zakupu pojazdów elektrycznych. w praktyce zatem po tych latach zakup pojazdów elektrycznych będzie korzyścią finansową dla ich użytkowników względem przedłużania okresu użytkowania floty pojazdów spalinowych. Do takich wniosków dla terenu całej Polski skłania także lektura opracowania KOBiZE z projektu LIFE_CAKE_PL²⁶, a nie ma podstaw do twierdzenia, że w Warszawie procesy elektryfikacji floty pojazdów będą przebiegały znacznie inaczej.

13.5.2. Utworzenie sieci ładowania pojazdów elektrycznych

Założenia potrzebne do obliczenia kosztów utworzenia sieci ładowania pojazdów zostały przyjęte na podstawie otrzymanych w etapie I wartości popytu na energię elektryczną w transporcie w podziale na rodzaje: pojazdy osobowe, ciężarowe i autobusy. Jednocześnie wartości potrzebne do oszacowania kosztów elektryfikacji wzięto z opracowania ACEA – European EV charging infrastructure masterplan²⁷. w opracowaniu tym oszacowano całkowite koszty rozwoju sieci ładowania pojazdów osobowych, ciężarowych i autobusów w Europie. Na podstawie podanych w nim informacji o prognozowanej ilości zużywanej energii elektrycznej oraz nakładów finansowych (w EUR) na dystrybuującą ją sieć punktów ładowania opracowano wskaźniki nakładów finansowych na jednostkę popytu na energię elektryczną w transporcie, które przedstawia Tabela 13.9. Nakłady podano w złotych przeliczając EUR po kursie 4,8 zł/EUR. Do dalszych obliczeń przyjęto górny pułap wartości wskaźników (max).

²⁶ https://climatecake.ios.edu.pl/wp-content/uploads/2019/11/CAKE_Transport_emission_reduction_potential_2050_paper_final.pdf [dostęp: 09.11.2022]

²⁷ <https://www.acea.auto/files/Research-Whitepaper-A-European-EV-Charging-Infrastructure-Masterplan.pdf> [dostęp: 09.11.2022]


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 72/477

Tabela 13.9 Jednostkowe nakłady inwestycyjne na sieć punktów ładowania pojazdów elektrycznych

	min	max	Okres amortyzacji
Jednostkowe nakłady na ładowarki elektryczne - pojazdy osobowe, mld zł/TWh zużycia e.e.	1,3	3,0	1-5 lat
Jednostkowe nakłady na ładowarki elektryczne - pojazdy ciężarowe, mld zł/TWh zużycia e.e.	0,8	1,0	12 lat
Jednostkowe nakłady na ładowarki elektryczne - autobusy elektryczne, mld zł/TWh zużycia e.e.	0,6	0,6	12 lat

Dysponując ilością energii elektrycznej potrzebnej do zasilania wybranych rodzajów pojazdów w poszczególnych latach obliczoną w etapie I oszacowano potrzebne nakłady inwestycyjne (w mln zł) w danym roku. Przy czym nakłady inwestycyjne w każdym roku wymagały korekty (odjęcia) o koszty poniesione w poprzednich okresach. Inwestycje w każdym kolejnym okresie powinny bowiem dotyczyć dodatkowej ilości potrzebnej energii do napędu pojazdów (analiza przyrostowa), a nie energii całkowitej. Szacunki wykonano osobno dla modelu 0 i modelu 3.

Wyniki oszacowania dla modelu 3 przedstawia Tabela 13.10. **Całkowite koszty inwestycyjne do roku 2050 w tym modelu wynoszą 4 672 mln zł.**

Tabela 13.10 Łączne nakłady inwestycyjne na sieć punktów ładowania pojazdów elektrycznych – Model 3

	2020-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040	2041-2045	2046-2050
Nakłady na ładowarki elektryczne - pojazdy osobowe, mln zł	285,1	359,2	819,1	889,9	870,4	757,7
Nakłady na ładowarki elektryczne - pojazdy ciężarowe, mln zł	36,2	54,0	153,0	146,2	121,1	112,0
Nakłady na ładowarki elektryczne - autobusy elektryczne, mln zł	10,7	2,2	1,0	18,1	18,0	18,0
SUMA, mln zł	332,2	415,3	973,1	1 054,1	1 009,6	887,7

Wyniki oszacowania dla modelu 0 podano w poniższej tabeli (Tabela 13.11). **Całkowite koszty inwestycyjne do roku 2050 w tym modelu wynoszą 1 312 mln zł.**

Tabela 13.11 Łączne nakłady inwestycyjne na sieć punktów ładowania pojazdów elektrycznych – Model 0

	2020-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040	2041-2045	2046-2050
Nakłady na ładowarki elektryczne - pojazdy osobowe, mln zł	120,4	182,6	95,7	172,1	290,4	243,3
Nakłady na ładowarki elektryczne - pojazdy ciężarowe, mln zł	14,4	23,9	12,3	24,5	39,0	24,9
Nakłady na ładowarki elektryczne - autobusy elektryczne, mln zł	10,7	2,2	1,0	18,1	18,0	18,0
SUMA, mln zł	145,6	208,7	109,0	214,7	347,4	286,2

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 73/477</p>

13.5.3. Zmiana struktury użytkowania paliw

Obliczenie kosztów związanych ze zmianą struktury użytkowania paliw wymagało przyjęcia dodatkowych założeń dotyczących zmiany cen poszczególnych paliw transportowych od roku 2020 do roku 2050. Ponadto wykorzystano do obliczeń uzyskane w etapie I dane o ilości zużywanych paliw transportowych w poszczególnych latach analizy.

Założenia dotyczące cen paliw przyjęto zgodnie z modelowaniem przeprowadzonym przez Międzynarodową Agencję Energetyczną na potrzeby opracowania World Energy Outlook 2017 w scenariuszu *current policies*. Takie same założenia przyjęto w opracowaniach KOBiZE przywoływanych wcześniej w tej części opracowania. Mówią one tyle, że od roku 2010 do roku 2050 ceny paliw płynnych i gazowych (paliw kopalnych) wzrosną trzykrotnie. Znając z dostępnych źródeł statystycznych²⁸ ceny paliw w roku 2010 przyjęto ceny paliw na poszczególne lata analizy jak przedstawia Tabela 13.12.

Tabela 13.12 Ceny paliw (zł/m³) przyjęte do analiz

	Jedn.	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Olej napędowy	zł/m ³	7 050	8 225	9 400	10 575	11 750	12 925	14 100
Benzyna	zł/m ³	7 200	8 400	9 600	10 800	12 000	13 200	14 400
LPG	zł/m ³	3 300	3 850	4 400	4 950	5 500	6 050	6 600
CNG	zł/m ³	4 200	4 900	5 600	6 300	7 000	7 700	8 400

13.6. Heurystyka ekonomiczna transformacji – zbiorcze zestawienie


13.6.1. Założenia

Celem analizy kosztów jest ocena efektywności ekonomicznej transformacji energetycznej m. st. Warszawy w modelu 0 (BAU - Business as usual) i w modelu 3. Analiza została przeprowadzona poprzez obliczenie dla obydwu modeli:

- całkowitych niezdyktowanych kosztów związanych z dostawą ciepła i energii elektrycznej oraz transportem dla mieszkańców Warszawy,
- całkowitych zdyskontowanych (bieżących) kosztów związanych z dostawą ciepła i energii elektrycznej oraz transportem dla mieszkańców Warszawy,
- dynamicznego wskaźnika kosztu jednostkowego (DGC)²⁹ dla modelu 0 i porównanie go do wskaźnika DGC wyliczonego dla modelu 3.

²⁸ Baza danych TRACCS: <https://traccs.emisia.com/index.php?type=dataset> [dostęp:05.10.2022]

²⁹ Dynamiczny wskaźnik kosztu jednostkowego (DGC) jest miernikiem szacującym efektywność kosztową przedsięwzięcia/inwestycji. Do jego wyliczenia wykorzystywane są dane kosztowe i ilościowe z całego okresu trwania przedsięwzięcia. Dla określenia wartości DGC uwzględniane są zarówno koszty operacyjne związane z przedsięwzięciem,

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 74/477</p>

W kosztach obydwu modeli transformacji poza samymi kosztami dostaw ciepła (sieciowego oraz niesieciowego), energii elektrycznej oraz paliw dla transportu uwzględniono również amortyzację od nakładów na pasywizację budynków, zakup pomp ciepła oraz amortyzację od nakładów na elektryfikację transportu (wymiana pojazdów na elektryczne, ładowarki i dostosowanie sieci).

Okres prognozy

- prognozy kosztów przeprowadzono dla lat 2023-2050,
- prognozy zostały sporządzone w okresach rocznych.

Ceny

- analizę finansową przeprowadzono w PLN, w cenach stałych z 2022 r. (bez uwzględniania inflacji).

Podatek VAT


- wszystkie koszty zostały wyrażone w cenach netto bez podatku VAT. Jedynie w analizie akceptowalności społecznej cen ciepła i energii elektrycznej uwzględniony został podatek VAT, który dla mieszkańców nieprowadzących działalności gospodarczej (w lokalu, którego dotyczy dostawa ciepła i energii elektrycznej) stanowić będzie wydatek.

13.6.2. Porównywane modele transformacji

Dla przeprowadzenia analizy kosztów określone zostały dwa alternatywne rozwiązania, które uznano za możliwe do realizacji z technicznego punktu widzenia. Ich realizacja przyniosłaby zbliżony efekt w zakresie zabezpieczenia dostaw ciepła i energii elektrycznej dla mieszkańców m. st. Warszawy. Rozpatrywane rozwiązania wariantowe transformacji są następujące:

Model 0 (BAU) zakłada transformację energetyczną bazującą na dotychczasowym systemie zaopatrzenia m. st. Warszawy w ciepło, tj. na warszawskiej sieci ciepłowniczej, z której w całym okresie objętym prognozą pokrywanych jest ok. 70 % zapotrzebowania na ciepło końcowe miasta Warszawy. Założono jedynie niewielki stopień zastępowania scentralizowanego zasilania budynków indywidualnymi źródłami ciepła opartymi na pompach ciepła. Dodatkowo, w modelu tym przewidziano stopniowe ograniczanie zapotrzebowania na ciepło końcowe będące efektem termomodernizacji i pasywizacji budownictwa. w prognozie założono, że dotychczasowe źródła ciepła opalane węglem zostaną wymienione na źródła na paliwa gazowe, w tym:

jak i koszty inwestycji. Pozwala to uchwycić różnice w kosztach inwestycyjnych i eksploatacyjnych, w okresie życia przedsięwzięcia oraz w strukturze czasowej uzyskiwania efektu po zrealizowaniu inwestycji. Koszty te porównuje się następnie do efektu ilościowego związanego z przedsięwzięciem. w przypadku transformacji energetycznej efekt ilościowy zdefiniowano jako liczbę mieszkańców m. st. Warszawy mających zapewnione dostawy ciepła i energii elektrycznej oraz transport po akceptowalnej cenie.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 75/477</p>

- w 2028 r. zaplanowano powstanie nowego bloku gazowo-parowego w EC Siekierki (bliźniaczego do oddanego w grudniu 2021 r. bloku w EC Żerań) – aktualnie trwają prace przygotowawcze przed realizacją tej inwestycji³⁰,
- w 2030 r. zaprognozowano inwestycje mającą na celu wymianę ostatnich źródeł węglowych w EC Siekierki (ostatnie źródła węglowe zostaną wyłączone do 2035 r.). Na potrzebę obliczeń przyjęto, iż będzie to 3 blok zasilany paliwem gazowym – decyzja o technologii tej jednostki wytwórczej nie została na moment sporządzania opracowania podjęta, natomiast prace nad blokiem zasilanym biomasą i RDF zostały przez PGNiG TERMIKA SA czasowo wstrzymane³¹.

Dla budynków i innych obiektów nieprzyłączonych do warszawskiej sieci ciepłowniczej w modelu 0 prognozowana jest stopniowa termomodernizacja prowadząca do ograniczania zapotrzebowania na ciepło końcowe oraz częściowa substytucja istniejących źródeł ciepła pompami ciepła. Podobnie jak w przypadku źródeł scentralizowanych prognozuje się stopniowe odchodzenie od spalania paliw kopalnych, a od 2040 r. oparcie się w 100 % na paliwach gazowych.

W zakresie zużycia energii elektrycznej w m. st. Warszawy przewiduje się w modelu 0 stabilny, ale umiarkowanie duży wzrost z ok. 7,0 TWh w 2020 r. do ok. 8,6 TWh w 2050 r. w zużyciu tym uwzględniono zarówno dodatkowe zapotrzebowanie wynikające z substytucji ciepła sieciowego i niesieciowego ciepłem pozyskiwanym z pomp ciepła oraz popyt generowany przez zelektryfikowany transport. w zakresie zaopatrzenia w energię elektryczną przewidziano, że największym dostawcą tej energii będzie w całym okresie rynek WEK, m.in. PGNiG TERMIKA SA. Spółka ta wytwarza energię elektryczną w skojarzeniu z energią cieplną. Po wybudowaniu i oddaniu do eksploatacji drugiego bloku gazowo-parowego w EC Siekierki roczna produkcja energii elektrycznej może zrównać się z rocznym zapotrzebowaniem na tę energię prognozowanym w modelu 0 dla m. st. Warszawy. Biorąc pod uwagę rozwój źródeł wytwarzania energii elektrycznej z OZE (głównie PV, FWL i EWM) udział energii z rynku WEK w modelu 0 będzie spadał z ok. 100% w 2020 r. do ok. 58% w 2050 r. Tempo rozwoju źródeł wytwarzania OZE dla modelu 0 oparto na prognozie zawartej w PEP2040 z korektą w zakresie rozwoju PV (+ 5 pp. w związku z faktycznym tempem rozwoju tych instalacji w latach 2020-2021) oraz w zakresie EWM (pierwsze farmy tego typu powstaną prawdopodobnie po 2025 r.³²).


Poniżej zaprezentowano na wykresach kolejno:

- prognozowane zużycie energii elektrycznej (w tym energii elektrycznej na potrzeby pomp ciepła i zelektryfikowanego transportu), ciepła sieciowego oraz ciepła niesieciowego (w tym przyszły spadek zużycia ciepła m.in. z powodu zastosowania pomp ciepła),

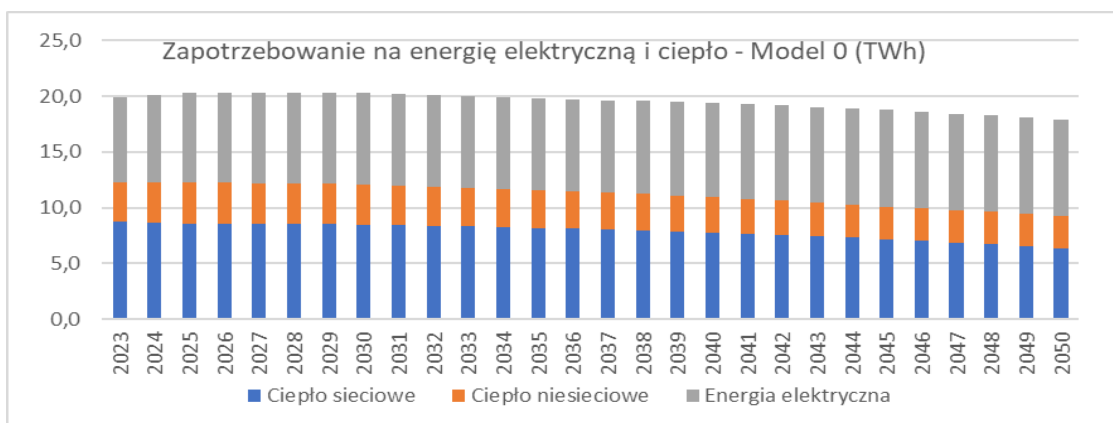
³⁰ Sprawozdanie Zarządu z działalności Spółki Akcyjnej PGNiG TERMIKA SA za okres od 1 stycznia do 31 grudnia 2021 roku, s. 49.

³¹ Strona internetowa PGNiG TERMIKA SA, <https://termika.pgnig.pl/node/1195>, [dostęp: 19.09.2022r.]

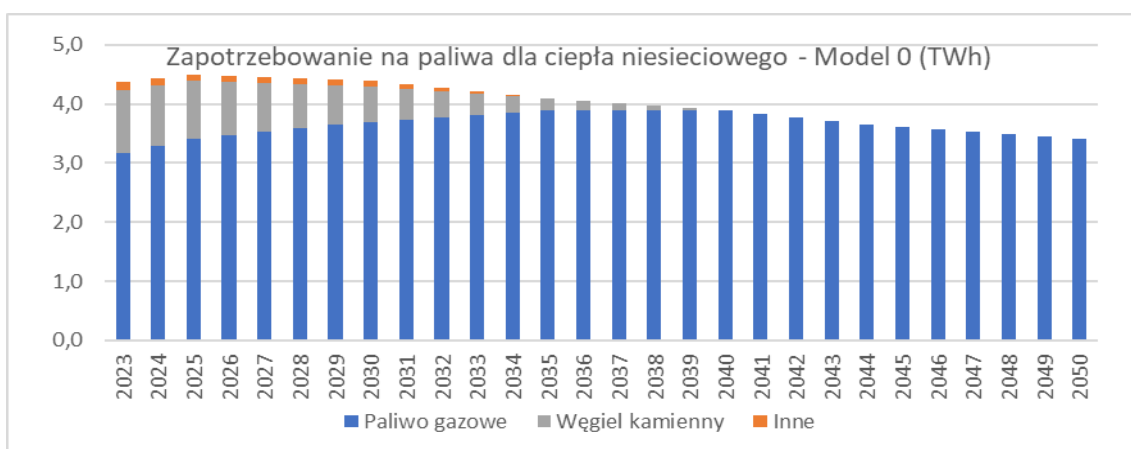
³² Rzeczpospolita, publikacja 22.07.2022, <https://energia.rp.pl/paliwa/art36741261-za-cztery-lata-ornen-uruchomi-pierwsza-morska-farme-wiatrowa>, Serwis korporacyjny Polenergia SA, <https://www.polenergia.pl/nasze-aktywa/wytwarzanie/farmy-wiatrowe-na-morzu-offshore/>, [dostęp: 20.09.2022r.]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="right">Strona/Stron 76/477</p>

- zapotrzebowanie na paliwa dla ciepła niesieciowego,
- zapotrzebowanie na paliwa dla ciepła sieciowego,
- zapotrzebowanie na paliwa dla transportu,
- źródła wytwarzania energii elektrycznej dla Warszawy, w tym:
 - Rynek WEK – paliwo gazowe, tj. źródła wytwarzania energii elektrycznej opalane paliwem gazowym, m.in. elektrociepłownie PGNiG TERMIKA SA,
 - Rynek WEK – paliwo węglowe, tj. źródła wytwarzania energii elektrycznej opalane węglem, m.in. elektrociepłownie PGNiG TERMIKA SA,
 - PV – farmy fotowoltaiczne, w tym mikroinstalacje na dachach budynków oraz instalacje naziemne o różnej mocy,
 - μEW – mikroelektrownie wiatrowe,
 - EWL – elektrownie wiatrowe lądowe,
 - EB – elektrownie biogazowe,
 - GOZ – technologia mineralizacji niskotemperaturowej w gospodarce obiegu zamkniętego,
 - EWM – elektrownie wiatrowe morskie.



Rys. 13.1 Zapotrzebowanie na energię elektryczną i ciepło m. st. Warszawy w latach 2023-2050 – model 0



Rys. 13.2 Zapotrzebowanie na paliwa dla ciepła niesieciowego m. st. Warszawy w latach 2023-2050 – model 0

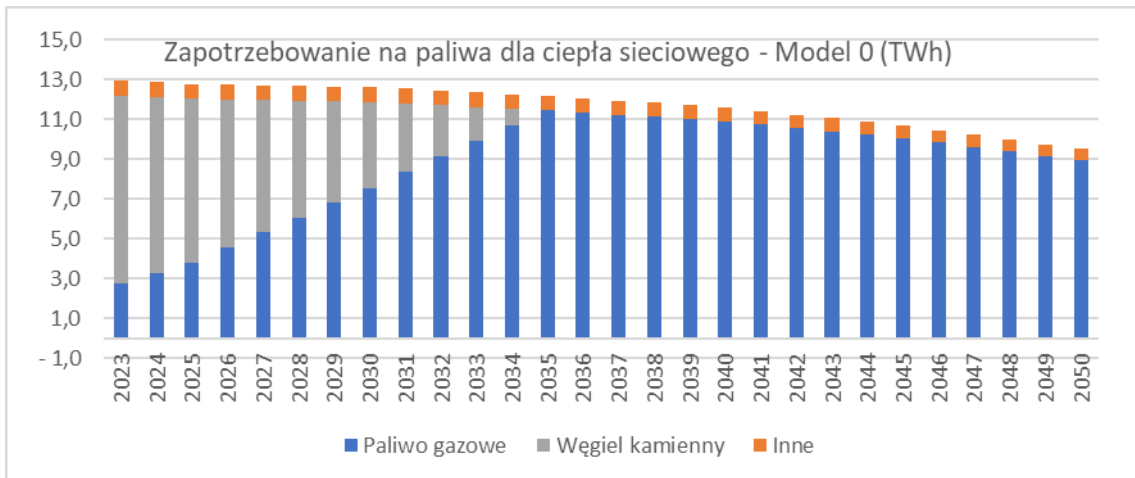


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

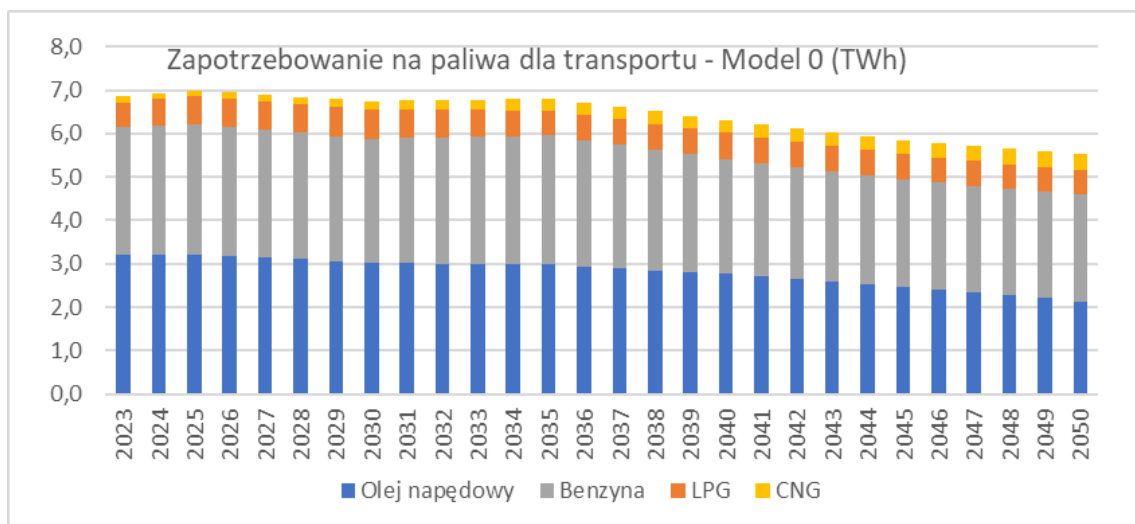
Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
77/477



Rys. 13.3 Zapotrzebowanie na paliwa dla ciepła sieciowego³³ m. st. Warszawy w latach 2023-2050 – model 0



Rys. 13.4 Zapotrzebowanie na paliwa dla transportu niezelektryfikowanego m. st. Warszawy w latach 2023-2050 – model 0

0

³³ Wg danych za 2021 r. niemal 70% ciepła dla warszawskiej sieci ciepłowniczej wytwarzane jest w skojarzeniu z produkcją energii elektrycznej, natomiast przedstawiona struktura paliwowa została podana jedynie dla ciepła bez uwzględniania paliwa niezbędnego do wytworzenia energii elektrycznej.

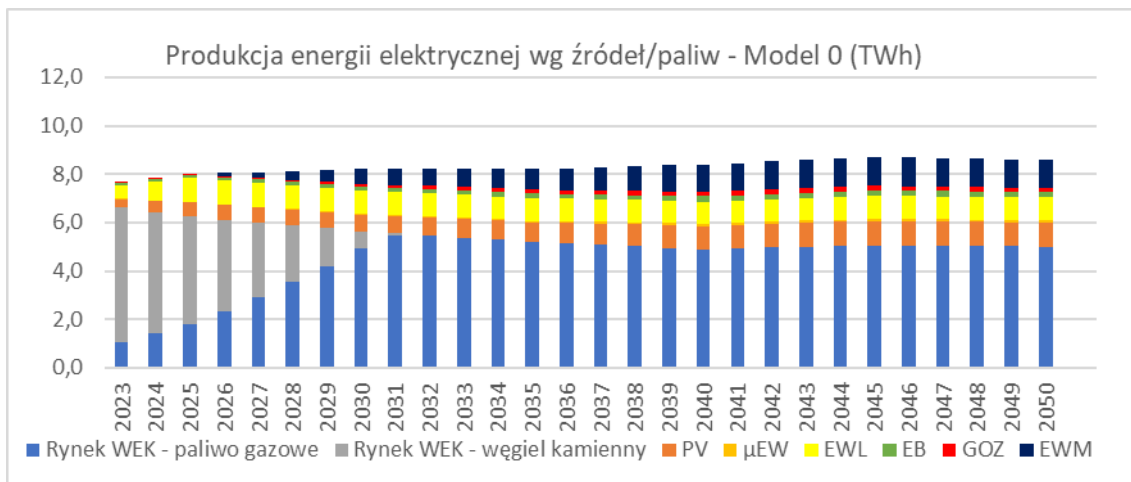


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

Nr ewidencyjny
189/TE/2022

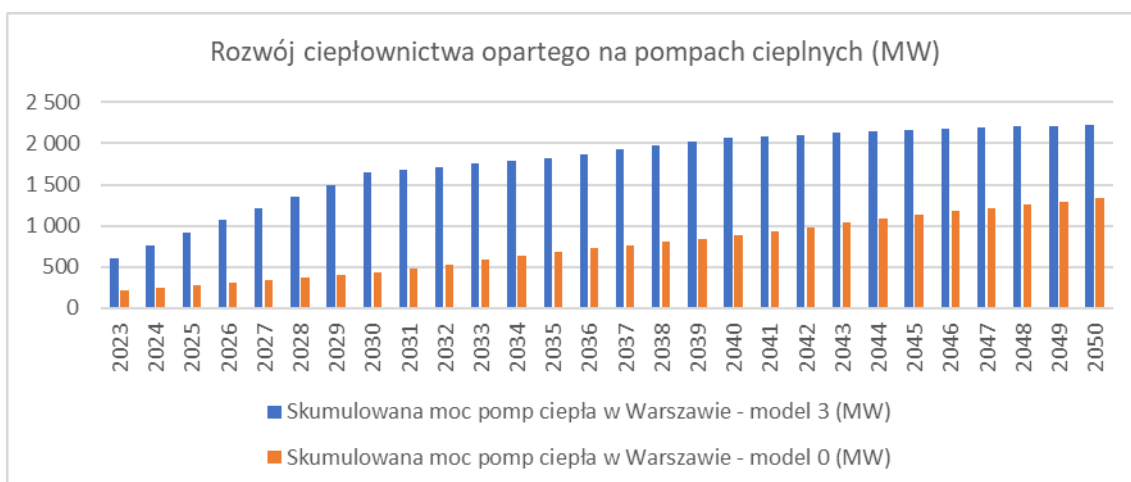
Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
78/477




Rys. 13.5 Wytwarzanie energii elektrycznej dla m. st. Warszawy wg źródeł w latach 2023-2050 – model 0

Model 3 zakłada transformację energetyczną, która poprzez rozwój elektroprosumeryzmu odchodzi od dotychczasowego systemu zaopatrzenia m. st. Warszawy w ciepło. Warszawska sieć ciepłownicza, z której w 2020 r. pokrywanych było ok. 72% zapotrzebowania na ciepło końcowe miasta Warszawy w modelu 3 przestaje być dominującym dostawcą ciepła. Ilość ciepła końcowego dostarczanego za pośrednictwem sieci w 2050 r. wynosić miałyby jedynie ok. 0,4 TWh (wobec 8,9 TWh w 2020 r.). Ciepło sieciowe zostałyby zastąpione ciepłem wytwarzanym przez pompy ciepła montowane w poszczególnych budynkach/objektach, co wymagałoby zainstalowania do roku 2050 pomp ciepła o łącznej mocy ok. 2,2 TW. Prognozowana moc pomp ciepła w modelu 0 i modelu 3 została przedstawiona na wykresie poniżej.



Rys. 13.6 Skumulowana moc pomp ciepła w Warszawie w latach 2023-2050

W modelu 3 przewidziano znaczące ograniczenie zapotrzebowania na ciepło końcowe będące efektem termomodernizacji i pasytywizacji budownictwa. w zakresie dostaw ciepła sieciowego przyjęto założenie, że inwestycje w źródła zasilające sieć zostaną tak skoordynowane, aby możliwe było stopniowe obniżanie kosztów funkcjonowania źródeł wraz z obniżaniem ilości zamawianego ciepła,

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 79/477</p>

co spowoduje, że cena ciepła nie wzrośnie w stosunku do ceny ciepła w modelu 0. Tym samym przyjęto, iż poza już oddanym w 2021 r. blokiem gazowo-parowym w EC Żerań do 2028 r. powstanie bliźniaczy blok w EC Siekierki, natomiast inaczej niż w modelu 0 nie będzie konieczności budowy trzeciego bloku gazowego, ponieważ bloki gazowo-parowe w EC Żerań i EC Siekierki będą w stanie zabezpieczyć (przy wsparciu gazowych kotłowni szczytowych) zapotrzebowanie na ciepło na poziomie ok. 4 TWh/rok (w modelu 3 przewidziano spadek zapotrzebowania na ciepło sieciowe poniżej 4 TWh po 2032 r.).

Dla budynków i innych obiektów nieprzyłączonych do warszawskiej sieci ciepłowniczej w modelu 3 prognozowana jest stopniowa termomodernizacja prowadząca do ograniczania zapotrzebowania na ciepło końcowe oraz całkowita substytucja istniejących źródeł ciepła opartych na spalaniu paliw stałych pompami ciepła oraz w niewielkim stopniu paliwem gazowym.

W zakresie zużycia energii elektrycznej w m. st. Warszawy przewiduje się w modelu 3 znaczący wzrost z ok. 7,0 TWh w 2020 r. do ok. 10,9 TWh w 2050 r. w zużyciu tym uwzględniono zarówno dodatkowe zapotrzebowanie wynikające z substytucji ciepła sieciowego i niesieciowego ciepłem pozyskiwanym z pomp ciepła oraz popyt generowany przez zelektryfikowany transport. w zakresie zaopatrzenia w energię elektryczną przewidziano, że największym dostawcą tej energii do 2032 r. będzie rynek WEK (m.in. PGNiG TERMIKA SA). w modelu 3 zakładany jest bardzo dynamiczny rozwój źródeł wytwarzania energii z OZE (zarówno lokalnych, jak i morskich farm wiatrowych), które będą zastępowały energię wytwarzaną w ramach WEK. w konsekwencji udział energii z rynku WEK w modelu 3 zmaleje do poziomu ok. 3% w 2050 r. Pomimo znaczącego spadku udziału rynku WEK w zaopatrzeniu m. st. Warszawy w energię elektryczną uznano, że utrzymanie funkcjonowania warszawskich elektrociepłowni będzie niezbędne w całym analizowanym okresie (przy czym moc źródeł powinna być stopniowo obniżana). w modelu 3 przyjęto, iż ilość energii elektrycznej wytwarzanej przez PGNiG TERMIKA SA w skojarzeniu z wytwarzaniem ciepła będzie stopniowo maleć, proporcjonalnie do zmniejszającego się zapotrzebowania na ciepło.

Na poniższych wykresach zaprezentowano kolejno:

- prognozowane zużycie energii elektrycznej (w tym energii elektrycznej na potrzeby pomp ciepła i zelektryfikowanego transportu), ciepła sieciowego oraz ciepła niesieciowego (zużycie energii końcowej ogółem spada znacząco dzięki zastosowaniu pomp ciepła),
- zapotrzebowanie na paliwa dla ciepła niesieciowego,
- zapotrzebowanie na paliwa dla ciepła sieciowego,
- źródła wytwarzania energii elektrycznej dla Warszawy.

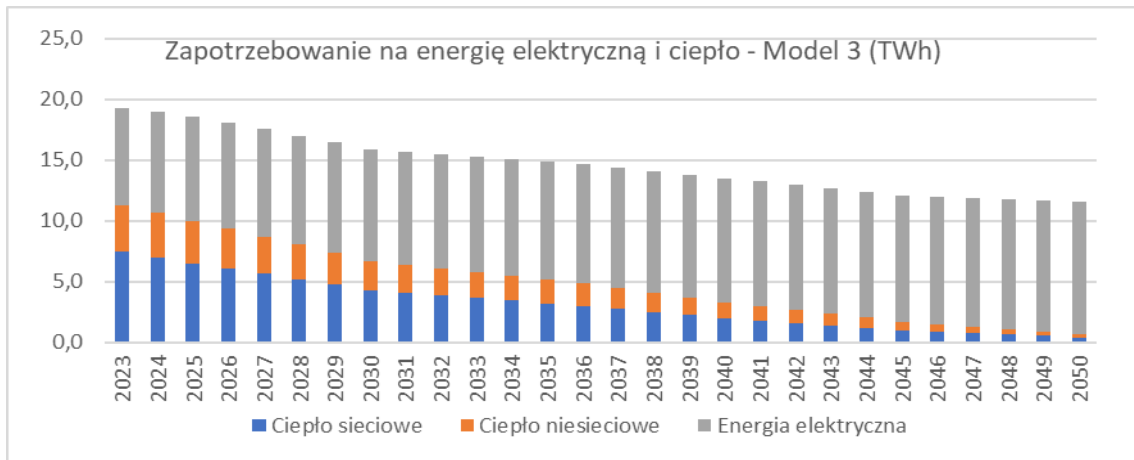


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

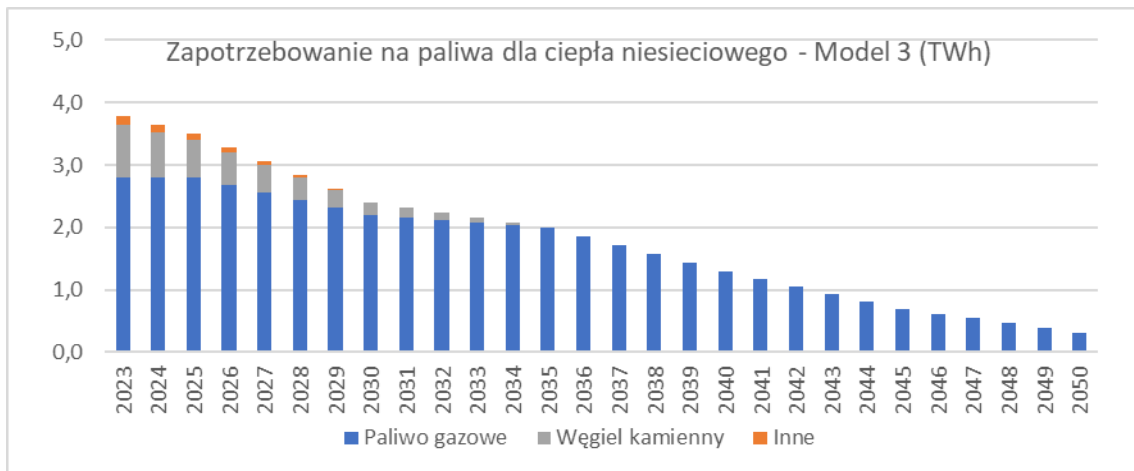
Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

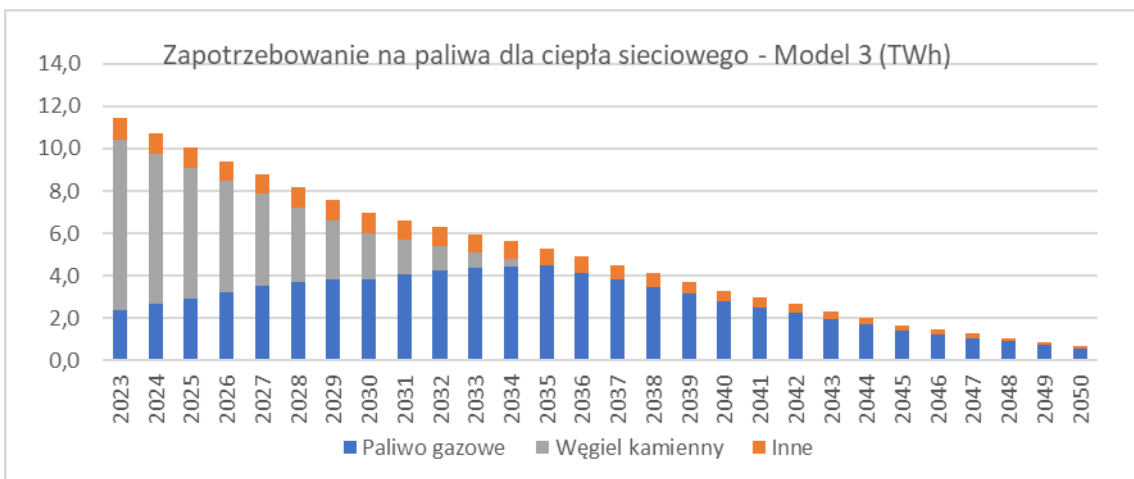
Strona/Stron
80/477




Rys. 13.7 Zapotrzebowanie na energię elektryczną i ciepło m. st. Warszawy w latach 2023-2050 – model 3

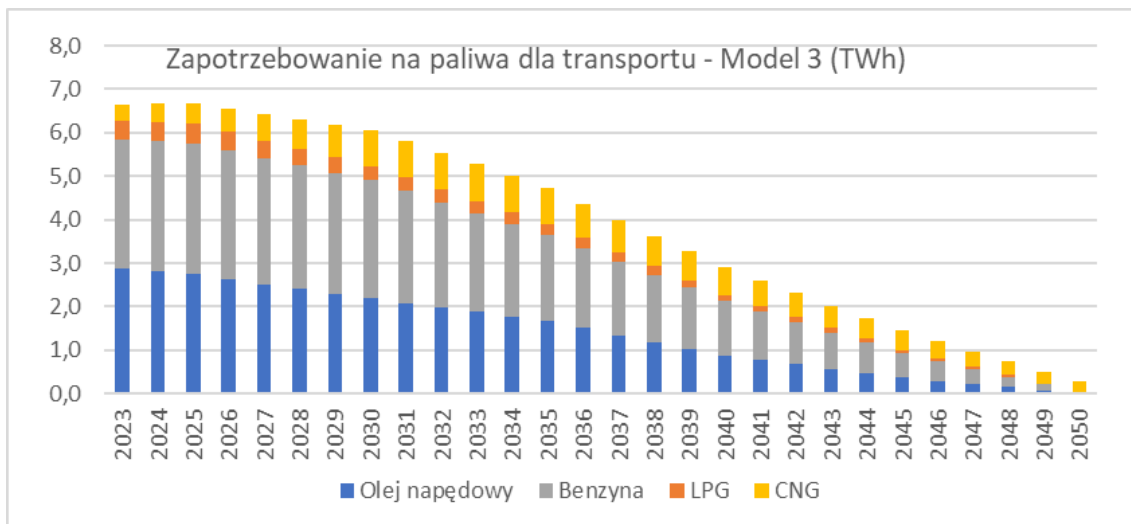


Rys. 13.8 Zapotrzebowanie na paliwa dla ciepła niesieciowego m. st. Warszawy w latach 2023-2050 – model 3

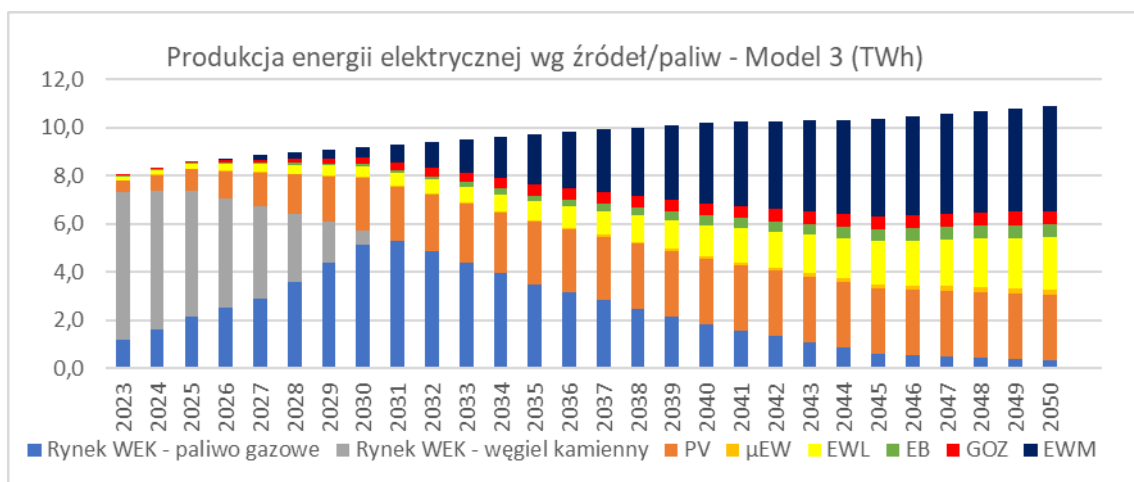


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="right">Strona/Stron 81/477</p>

Rys. 13.9 Zapotrzebowanie na paliwa dla ciepła sieciowego³⁴ m. st. Warszawy w latach 2023-2050 – model 3




Rys. 13.10 Zapotrzebowanie na paliwa dla transportu nieelektryfikowanego m. st. Warszawy w latach 2023-2050 – model 3



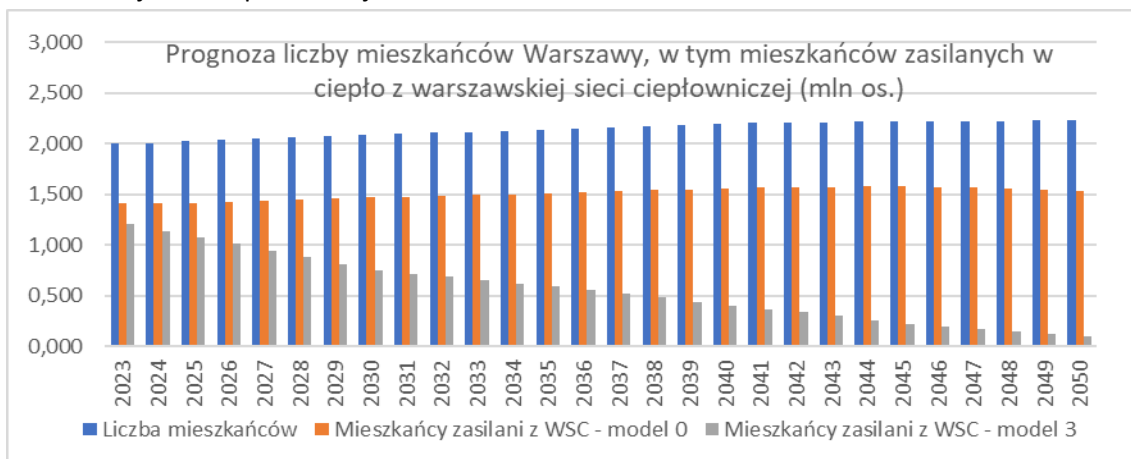
Rys. 13.11 Produkcja energii elektrycznej dla m. st. Warszawy w latach 2023-2050 – model 3

³⁴ Według danych za 2021 r. niemal 70% ciepła dla warszawskiej sieci ciepłowniczej wytwarzane jest w skojarzeniu z produkcją energii elektrycznej, natomiast przedstawiona struktura paliwowa została podana jedynie dla ciepła bez uwzględniania paliwa niezbędnego do wytworzenia energii elektrycznej.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="right">Strona/Stron 82/477</p>

13.6.3. Efekt ilościowy

Efekt ilościowy zdefiniowano jako liczbę mieszkańców m. st. Warszawy objętych transformacją energetyczną w latach 2023-2050. w obydwu modelach założono identyczną liczbę mieszkańców Warszawy w poszczególnych latach. Prognozę demograficzną zaprezentowano na rysunku Rys. 13.12. Informacyjnie podano również szacunkową liczbę mieszkańców m. st. Warszawy zasilanych w ciepło z warszawskiej sieci ciepłowniczej w modelu 0 i 3.



Rys. 13.12 Liczba mieszkańców m. st. Warszawy (w tym mieszkańców zasilanych z WSC) w latach 2023-2050

13.6.4. Nakłady inwestycyjne

Nakłady inwestycyjne uwzględnione w obliczeniach są to nakłady na termomodernizację/pasywizację budownictwa oraz nakłady na elektryfikację transportu (m.in. wymiana pojazdów na elektryczne, stacje ładowania oraz dostosowanie sieci dystrybucyjnej na potrzebę stacji ładowania pojazdów). Przyjęto zasadę, że do dalszych obliczeń wykorzystana jest wysokość amortyzacji od ww. nakładów, przy czym stawki amortyzacji odzwierciedlają średni ekonomiczny okres użyteczności środka trwałego, którego dotyczy dany nakład. Takie podejście ma na celu sprowadzenie wszystkich wydatków do poziomu rocznych kosztów operacyjnych. Sposób ten jest zgodny z zasadami opracowania taryf przez przedsiębiorstwa z branży energetycznej. w przypadku nakładów ponoszonych przez osoby fizyczne lub inne podmioty niezobowiązane do opracowania taryfy (np. dla wydatków na pasywizację budynków) amortyzacja wyraża raty spłat kredytów/pożyczek zaciągniętych na sfinansowanie danego środka trwałego.

Nakłady inwestycyjne w poszczególnych modelach transformacji przedstawiają tabele poniżej (Tabela 13.13, Tabela 13.14).


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 83/477

Tabela 13.13 Nakłady inwestycyjne na termomodernizację/pasywizację budownictwa oraz dostosowanie sieci elektroenergetycznej – model 0

Wyszczególnienie	Jedn.	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2040	2045	2050
Nakłady inwestycyjne - ogółem:	mln PLN	1 343	1 362	1 381	1 400	1 610	1 629	1 647	1 665	1 684	1 471	1 578	1 725	1 622
Amortyzacja od nakładów inwestycyjnych - ogółem:	mln PLN	116	232	350	469	609	692	776	861	948	1 075	1 331	1 457	1 545
Pasywizacja budynków - budynki mieszkalne	mln PLN	671	684	696	709	721	733	745	758	770	827	882	934	983
Amortyzacja:	%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%
Amortyzacja	mln PLN	34	68	103	138	174	211	248	286	324	525	740	831	885
Pasywizacja budynków - pozostałe budynki	mln PLN	301	307	314	320	326	332	339	345	351	380	408	435	461
Amortyzacja:	%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%
Amortyzacja	mln PLN	21	43	65	87	110	133	157	181	205	334	387	417	445
Elektryfikacja pojazdów: osobowe, dostawcze, motocykle	mln PLN	270	270	270	270	337	337	337	337	337	133	72	0	0
Amortyzacja:	%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
Amortyzacja	mln PLN	54	108	162	216	283	297	310	323	337	133	72	0	0
Elektryfikacja pojazdów: autobusy, TIR	mln PLN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amortyzacja:	%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%
Amortyzacja	mln PLN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stacje ładowania pojazdów: osobowe	mln PLN	20	20	20	20	37	37	37	37	37	19	34	58	49
Amortyzacja:	%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
Amortyzacja	mln PLN	4	8	12	16	23	27	30	33	37	19	38	65	49
Stacje ładowania pojazdów: TIR, autobusy	mln PLN	4	4	4	4	5	5	5	5	5	3	9	11	9
Amortyzacja:	%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%
Amortyzacja	mln PLN	0	1	1	1	2	2	3	3	4	4	6	9	10
Dostosowanie sieci na potrzebę stacji ładowania pojazdów	mln PLN	77	77	77	77	184	184	184	184	184	108	172	286	121
Amortyzacja:	%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%
Amortyzacja	mln PLN	3	5	8	10	16	23	29	35	41	59	88	135	156



	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p>Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 84/477</p>

Tabela 13.14 Nakłady inwestycyjne na termomodernizację/pasywizację budownictwa oraz dostosowanie sieci elektroenergetycznej – model 3

Wyszczególnienie	Jedn.	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2040	2045	2050
Nakłady inwestycyjne - ogółem:	mln PLN	3 665	3 723	3 781	3 838	4 515	4 570	4 625	4 680	4 735	5 793	5 750	5 400	5 396
Amortyzacja od nakładów inwestycyjnych - ogółem:	mln PLN	312	627	945	1 267	1 640	1 870	2 103	2 340	2 579	3 630	4 602	4 716	5 102
Pasywizacja budynków - budynki mieszkalne	mln PLN	2 012	2 051	2 089	2 127	2 164	2 200	2 236	2 273	2 309	2 905	3 099	3 284	3 459
Amortyzacja:	%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%
Amortyzacja	mln PLN	101	203	308	414	522	632	744	858	973	1 640	2 395	2 784	3 072
Pasywizacja budynków - pozostałe budynki	mln PLN	902	922	941	960	979	997	1 016	1 035	1 053	1 141	1 225	1 305	1 382
Amortyzacja:	%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%
Amortyzacja	mln PLN	63	128	194	261	329	399	470	543	616	1 003	1 160	1 250	1 336
Elektryfikacja pojazdów: osobowe, dostawcze, motocykle	mln PLN	688	688	688	688	809	809	809	809	809	461	356	0	0
Amortyzacja:	%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
Amortyzacja	mln PLN	138	275	413	550	712	736	761	785	809	461	356	0	0
Elektryfikacja pojazdów: autobusy, TIR	mln PLN	1	1	1	1	78	78	78	78	78	241	22	0	0
Amortyzacja:	%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%
Amortyzacja	mln PLN	0	0	0	0	7	14	20	27	33	133	103	28	2
Stacje ładowania pojazdów: osobowe	mln PLN	48	48	48	48	72	72	72	72	72	164	178	174	152
Amortyzacja:	%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
Amortyzacja	mln PLN	10	19	29	38	52	57	62	67	72	164	211	174	152
Stacje ładowania pojazdów: TIR, autobusy	mln PLN	8	8	8	8	11	11	11	11	11	31	33	28	26
Amortyzacja:	%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%
Amortyzacja	mln PLN	1	1	2	3	4	4	5	6	7	19	28	30	28
Dostosowanie sieci na potrzebę stacji ładowania pojazdów	mln PLN	7	7	7	7	402	402	402	402	402	851	837	609	378
Amortyzacja:	%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%
Amortyzacja	mln PLN	0	0	1	1	14	28	41	54	68	210	349	451	514


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 85/477</p>

13.6.5. Koszty eksploatacji

W kosztach eksploatacji związanych z zapewnieniem ciepła i energii elektrycznej dla mieszkańców Warszawy w modelach 0 i 3 uwzględniono następujące składowe:

- a) koszty pomp ciepła, w tym ich amortyzacja (tj. rozłożony w czasie koszt zakupu) oraz konserwacja bez wydatków na energię elektryczną (które są wykazane zbiorczo w kosztach energii elektrycznej),
- b) koszty ciepła niesieciowego sprowadzone do kosztu zakupu paliwa dla przyjętej prognozy miksu paliwowego,
- c) koszty ciepła sieciowego, na które składają się koszty stałe Veolia Energia Warszawa SA oraz koszty zakupu ciepła z warszawskich źródeł ciepła, tj. należących do PGNiG TERMIKA SA EC Siekierki, EC Żerań oraz ciepłowni Kawęczyn i Wola i należącej do MPO Sp. z o.o. spalarni odpadów. Koszt ciepła kupowanego przez Veolia Energia Warszawa SA został zaprognozowany biorąc pod uwagę przewidywany mikś paliw wykorzystywanych w źródłach oraz produkcję energii elektrycznej i ciepła (większość mocy wytwórczych działa w układach kogeneracyjnych),
- d) koszty energii elektrycznej obliczono na podstawie zaprezentowanej w rozdziale 13.6.2 struktury wytwórczej dla poszczególnych modeli transformacji. Jednostkowe koszty wytwarzania w zakresie amortyzacji oraz kosztów utrzymania i konserwacji zarówno źródeł OZE, jak i źródeł konwencjonalnych wyliczono korzystając z: opracowania „Capital Cost and Performance Characteristic Estimates for Utility Scale Electric Power Generating Technologies”³⁵, sprawozdań finansowych spółek ENEA Wytwarzanie Sp. z o.o., PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A., PGNiG TERMIKA SA, wiedzy eksperckiej opartej na wykonanych biznesplanach źródeł wytwarzania energii elektrycznej. w zakresie ceny węgla kamiennego przyjęto w całym okresie prognozy stałą wartość na poziomie 57 zł/MWh (średnia za 7 mies. 2022 r. z Polskich Indeksów Rynku Węgla Energetycznego PSCMI 1 i PSCMI 2). Dla gazu ziemnego zaprognozowano w 2023 r. cenę 800 zł/MWh, natomiast w kolejnych latach przewidziano stopniowy jej spadek poprzez 500 zł/MWh w 2024 r., 300 zł/MWh w 2025 r., 200 zł/MWh w 2026 r., aż do poziomu 150 zł/MWh w 2027 r. i w latach kolejnych (uznano tym samym, że ceny gazu nie wrócą do poziomu sprzed wojny w Ukrainie). Wskazana cena paliwa gazowego uwzględnia również koszt jego dystrybucji. Cenę uprawnień do emisji CO₂ przyjęto na stałym poziomie 380 zł/Mg CO₂ w całym okresie prognozy. Zestawienie danych techniczno-finansowych dla poszczególnych źródeł wytwarzania energii elektrycznej z wyliczeniem kosztu jednostkowego (w zł/MWh) zaprezentowano w tabelach poniżej. Koszt jednostkowy dla źródeł wytwarzania energii z OZE wyliczono jako iloraz sumy rocznego kosztu amortyzacji i rocznego kosztu utrzymania oraz średniej rocznej

³⁵ Capital Cost and Performance Characteristic Estimates for Utility Scale Electric Power Generating Technologies, U.S. Energy Information Administration (EIA), luty 2020

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 86/477</p>

produktywności instalacji. Koszt jednostkowy dla źródeł wytwarzania energii w ramach WEK wyliczono jako iloraz sumy rocznych kosztów amortyzacji, utrzymania, paliwa i uprawnień CO₂ oraz średniej rocznej produktywności instalacji.

Koszt jednostkowy źródeł PV przyjęty do dalszych kalkulacji to średnia ważona kosztów dla mikroinstalacji PV 1 kW oraz dużych farm PV 150 MW (w proporcji 80/20). Koszt jednostkowy źródeł WEK na paliwo węglowe przyjęty do dalszych kalkulacji to średnia kosztów dla istniejących źródeł wytwórczych (m.in. elektrownie Bełchatów i Koźlenice) oraz nowych źródeł węglowych z wychwytywaniem CO₂.

- e) poziom kosztów stałych i zmiennych dystrybucji energii obliczono wykorzystując dane ze sprawozdania finansowego Stoen Operator Sp. z o.o. za 2021 r. Prognozując koszty stałe przyjęto, że będą one proporcjonalne do szczytowego zapotrzebowania na moc elektryczną. Wzrost tych kosztów związany jest jednocześnie z rozwojem sieci na potrzeby zwiększonego zapotrzebowania na moc i energię elektryczną oraz usprawnianiem i modernizacją infrastruktury sieciowej na terenie stolicy i rozwojem inteligentnych sieci i digitalizacją procesów. Koszty zmienne związane z eksploatacją sieci elektroenergetycznej będą wzrastać proporcjonalnie do wzrostu rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną.
- f) koszty magazynowania energii pochodzącej ze źródeł niesterowalnych, tj. PV, mikro farm wiatrowych oraz wiatrowych farm lądowych i morskich obliczono na podstawie:
- informacji o nakładach i kosztach eksploatacji magazynów energii o pojemności 200 MWh. Koszt jednostkowy 1 MWh pojemności magazynu energii elektrycznej wynosi ok. 232 174 zł w 2022 r. oraz w latach kolejnych. Na koszt ten składa się głównie amortyzacja oraz w mniejszym stopniu koszty eksploatacji, tj. wymiana poszczególnych modułów baterii, które ulegają stopniowej degradacji (ok. 3% rocznie);
 - przyjętej na potrzeby niniejszego opracowania ścieżki dojścia do docelowej pojemności magazynów energii w modelu 3, tj. 2,7 GWh.

Należy podkreślić, że optymalna pojemność magazynów dla docelowego miksu energetycznego w modelu 3 ze względu na złożoność zagadnienia powinna być przedmiotem osobnej analizy. Jest to bowiem jedno z najistotniejszych zagadnień warunkujących możliwość wykorzystania energii ze źródeł z produkcją wymuszaną. Rzeczywiste dane dotyczące pojemności magazynów energii dla różnych systemów elektroenergetycznych na świecie dążących do maksymalizacji wykorzystania źródeł wytwarzania energii elektrycznej z OZE wykazują bardzo duże rozbieżności³⁶.

Zestawienie danych techniczno-finansowych dla poszczególnych źródeł wytwarzania energii elektrycznej oraz kosztów eksploatacji związanych z dostawą ciepła i energii elektrycznej w obu modelach transformacji energetycznej w wybranych latach zaprezentowano w tabelach poniżej.

³⁶ A. A. Solomon, Michel Child, Upeksha Caldera, Christian Breyer, How much energy storage is needed to incorporate very large intermittent renewables?, Lappeenranta University of Technology, 28 October 2017



**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
92/477

Tabela 13.19 Koszty eksploatacji związane z dostawą ciepła dla m. st. Warszawy – model 0

Wyszczególnienie	Jedn.	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2040	2045	2050
Ciepło:	mln PLN/rok	5 819	7 243	5 871	4 807	4 187	3 837	3 977	4 096	4 239	4 229	3 977	3 574	3 087
Koszty pomp ciepła	mln PLN/rok	4	9	13	17	21	25	29	33	38	72	100	123	134
- amortyzacja	mln PLN/rok	0	4	7	11	14	18	21	24	28	57	80	97	103
- koszty eksploatacji	mln PLN/rok	4	5	6	6	7	8	8	9	10	16	20	26	30
Koszty ciepła niesieciowego	mln PLN/rok	2 002	2 701	1 759	1 107	764	591	595	600	604	596	585	540	510
- węgiel kamienny	mln PLN/rok	64	61	59	57	52	48	43	39	34	11	0	0	0
- gaz ziemny	mln PLN/rok	1 842	2 528	1 640	1 020	692	528	537	546	555	585	585	540	510
- inne	mln PLN/rok	97	112	60	30	20	15	15	15	15	0	0	0	0
Koszty Veolia	mln PLN/rok	3 812	4 533	4 099	3 683	3 402	3 221	3 353	3 463	3 598	3 561	3 292	2 911	2 444
- koszty stałe	mln PLN/rok	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394
- koszty zmienne (zakup ciepła)	mln PLN/rok	3 418	4 139	3 705	3 288	3 008	2 827	2 958	3 069	3 204	3 166	2 898	2 517	2 050
- koszt jednostkowy kupowanego ciepła	PLN/MWh	389	475	428	382	351	330	346	360	377	386	372	350	320
- zużycie ciepła	TWh	8,8	8,7	8,7	8,6	8,6	8,6	8,5	8,5	8,5	8,2	7,8	7,2	6,4
Koszty PGNiG Termika	mln PLN/rok	5 962	7 270	6 552	5 856	5 368	5 058	5 306	5 517	5 772	5 914	5 690	5 353	4 905
- koszty stałe	mln PLN/rok	1 237	1 237	1 237	1 237	1 237	1 237	1 277	1 277	1 317	1 317	1 317	1 317	1 317
- koszty zmienne, w tym:	mln PLN/rok	4 726	6 033	5 315	4 620	4 132	3 821	4 029	4 240	4 456	4 597	4 373	4 037	3 588
- zakup węgla	mln PLN/rok	794	770	744	715	647	580	534	483	427	0	0	0	0
- zakup gazu	mln PLN/rok	1 838	3 152	2 446	1 767	1 411	1 233	1 467	1 716	1 979	2 998	2 852	2 633	2 340
- zakup pozostałych paliw	mln PLN/rok	49	50	52	53	53	53	55	57	60	57	55	50	45
- uprawnienia CO2	mln PLN/rok	2 044	2 060	2 073	2 084	2 020	1 955	1 972	1 984	1 990	1 541	1 466	1 353	1 203
wytwarzane ciepło	TWh	11,5	11,4	11,3	11,2	11,2	11,2	11,1	11,1	11,1	10,7	10,2	9,4	8,4
wytwarzana energia elektryczna	TWh	4,4	5,0	5,5	6,0	6,0	6,0	6,8	7,5	8,3	8,0	7,6	7,0	6,2
Struktura zużycia paliw PGNiG Termika:	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Biomasa	%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Węgiel kamienny	%	77%	73%	69%	64%	58%	52%	46%	40%	34%	0%	0%	0%	0%
Mazut	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Lekki olej opałowy	%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Gaz ziemny	%	17%	21%	26%	30%	36%	42%	48%	54%	60%	94%	94%	94%	94%
Struktura zużycia paliw PGNiG Termika:	TWh	18,1	18,6	19,1	19,7	19,6	19,6	20,4	21,2	22,0	21,2	20,2	18,7	16,6
Biomasa	TWh	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8
Węgiel kamienny	TWh	14,0	13,6	13,1	12,6	11,4	10,2	9,4	8,5	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Mazut	TWh	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lekki olej opałowy	TWh	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Gaz ziemny	TWh	3,0	3,9	4,9	5,9	7,1	8,2	9,8	11,4	13,2	20,0	19,0	17,6	15,6
Węgiel kamienny - ciepło	TWh	10,1	9,5	8,8	8,2	7,4	6,6	5,9	5,1	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Gaz ziemny - ciepło	TWh	2,2	2,7	3,3	3,8	4,6	5,3	6,1	6,8	7,6	11,5	10,9	10,1	8,9
Inne - ciepło	TWh	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 94/477

Tabela 13.21 Koszty eksploatacji związane z dostawą ciepła dla m. st. Warszawy – model 3

Wyszczególnienie	Jedn.	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2040	2045	2050
Ciepło:	mln PLN/rok	5 670	6 367	4 935	3 859	3 195	2 783	2 716	2 623	2 530	2 129	1 564	1 039	696
Koszty pomp ciepła	mln PLN/rok	10	32	54	76	95	115	135	154	174	199	232	190	128
- amortyzacja	mln PLN/rok	0	18	36	55	71	87	104	120	137	157	185	141	78
- koszty eksploatacji	mln PLN/rok	10	14	17	21	24	28	31	34	37	42	47	49	51
Koszty ciepła niesieciowego	mln PLN/rok	1 848	2 400	1 501	904	581	418	392	367	341	300	195	105	45
- węgiel kamienny	mln PLN/rok	54	48	41	34	29	25	20	16	11	0	0	0	0
- gaz ziemny	mln PLN/rok	1 696	2 240	1 400	840	536	384	366	348	330	300	195	105	45
- inne	mln PLN/rok	97	112	60	30	16	9	6	3	0	0	0	0	0
Koszty Veolia	mln PLN/rok	3 812	3 935	3 380	2 880	2 518	2 250	2 189	2 102	2 015	1 630	1 137	744	522
- koszty stałe	mln PLN/rok	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394
- koszty zmienne (zakup ciepła)	mln PLN/rok	3 418	3 541	2 986	2 485	2 124	1 856	1 794	1 707	1 621	1 236	743	350	128
- koszt jednostkowy kupowanego ciepła	PLN/MWh	389	475	428	382	351	330	346	360	377	386	372	350	320
- zużycie ciepła	TWh	9	7	7	7	6	6	5	5	4	3	2	1	0
Koszty PGNiG Termika	mln PLN/rok	5 962	6 664	5 859	5 123	4 580	4 207	4 320	4 394	4 470	4 266	3 145	2 211	1 650
- koszty stałe	mln PLN/rok	1 237	1 237	1 237	1 237	1 237	1 237	1 277	1 277	1 277	1 277	1 277	1 277	1 277
- koszty zmienne (w tym paliwo)	mln PLN/rok	4 726	5 427	4 622	3 886	3 344	2 970	3 043	3 118	3 193	2 989	1 868	934	374
- zakup węgla	mln PLN/rok	794	693	647	602	524	451	404	355	306	0	0	0	0
- zakup gazu	mln PLN/rok	1 838	2 835	2 127	1 486	1 142	958	1 108	1 262	1 418	1 950	1 219	609	244
- zakup pozostałych paliw	mln PLN/rok	49	45	45	45	43	41	42	42	43	37	23	12	5
- uprawnienia CO2	mln PLN/rok	2 044	1 853	1 803	1 753	1 635	1 520	1 490	1 459	1 426	1 002	626	313	125
wytwarzane ciepło	TWh	11,5	9,7	9,1	8,5	7,9	7,3	6,8	6,2	5,6	4,2	2,6	1,3	0,5
wytwarzana energia elektryczna	TWh	4,4	5,0	5,5	6,0	6,0	6,0	6,8	7,5	8,3	8,0	5,0	2,5	1,0
Struktura zużycia paliw PGNiG Termika:	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Biomasa	%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Węgiel kamienny	%	77%	73%	69%	64%	58%	52%	46%	40%	34%	0%	0%	0%	0%
Mazut	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Lekki olej opałowy	%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Gaz ziemny	%	17%	21%	26%	30%	36%	42%	48%	54%	60%	94%	94%	94%	94%
Struktura zużycia paliw PGNiG Termika:	TWh	18,1	16,8	16,7	16,5	15,9	15,2	15,4	15,6	15,8	13,8	8,6	4,3	1,7
Biomasa	TWh	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8	0,7	0,4	0,2	0,1
Węgiel kamienny	TWh	14,0	12,2	11,4	10,6	9,2	7,9	7,1	6,3	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Mazut	TWh	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lekki olej opałowy	TWh	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0
Gaz ziemny	TWh	3,0	3,5	4,3	5,0	5,7	6,4	7,4	8,4	9,5	13,0	8,1	4,1	1,6
Węgiel kamienny - ciepło	TWh	10,1	8,1	7,1	6,2	5,2	4,4	3,6	2,8	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Gaz ziemny - ciepło	TWh	2,2	2,3	2,7	2,9	3,2	3,5	3,7	3,8	3,8	4,5	2,8	1,4	0,6
Inne - ciepło	TWh	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,5	0,3	0,1



**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.


Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
95/477

Tabela 13.22 Koszty eksploatacji związane z dostawą energii elektrycznej dla m. st. Warszawy – model 3

Wyszczególnienie	Jedn.	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2040	2045	2050
Energia elektryczna:	mln PLN/rok	4 577	5 226	5 134	4 970	4 787	4 691	4 717	4 738	4 755	5 271	5 720	5 874	6 174
PV	mln PLN/rok	85	132	183	237	302	368	437	507	578	700	726	729	729
- koszt jednostkowy	PLN/MWh	267	267	267	267	267	267	267	267	267	267	267	267	267
- zużycie	TWh	0,32	0,49	0,68	0,89	1,13	1,38	1,63	1,89	2,16	2,62	2,71	2,72	2,73
μEW	mln PLN/rok	2	4	5	7	9	11	13	16	18	23	44	61	85
- koszt jednostkowy	PLN/MWh	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390
- zużycie	TWh	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	0,11	0,16	0,22
EWL	mln PLN/rok	20	31	43	55	65	75	85	95	106	180	300	410	500
- koszt jednostkowy	PLN/MWh	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229
- zużycie	TWh	0,09	0,13	0,19	0,24	0,28	0,33	0,37	0,41	0,46	0,79	1,31	1,79	2,18
EB	mln PLN/rok	8	13	18	23	24	24	24	25	25	102	155	195	213
- koszt jednostkowy	PLN/MWh	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390
- zużycie	TWh	0,02	0,03	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,26	0,40	0,50	0,55
GOZ	mln PLN/rok	5	8	11	14	33	53	73	93	115	193	212	216	226
- koszt jednostkowy	PLN/MWh	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415
- zużycie	TWh	0,01	0,02	0,03	0,03	0,08	0,13	0,18	0,23	0,28	0,47	0,51	0,52	0,55
EWM	mln PLN/rok	0	0	0	0	41	83	126	170	215	962	1 575	1 897	2 040
- koszt jednostkowy	PLN/MWh	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468
- zużycie	TWh	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,18	0,27	0,36	0,46	2,06	3,37	4,06	4,36
Rynek WEK, w tym:	mln PLN/rok	3 389	3 867	3 599	3 254	2 848	2 526	2 323	2 111	1 892	1 107	579	193	105
Źródła węglowe / biomasowe	mln PLN/rok	2 681	2 551	2 381	2 167	1 884	1 605	1 171	715	243	0	0	0	0
- koszt jednostkowy	PLN/MWh	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415
- zużycie	TWh	6,46	6,15	5,74	5,22	4,54	3,87	2,82	1,72	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00
Źródła gazowe	mln PLN/rok	708	1 316	1 218	1 086	964	921	1 152	1 396	1 649	1 107	579	193	105
- koszt jednostkowy	PLN/MWh	890	1 133	758	508	383	320	320	320	320	320	320	320	320
- zużycie	TWh	0,80	1,16	1,61	2,14	2,52	2,87	3,59	4,36	5,14	3,45	1,81	0,60	0,33
Elektrownie atomowe	mln PLN/rok	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- koszt jednostkowy	PLN/MWh	527	527	527	527	527	527	527	527	527	527	527	527	527
- zużycie	TWh	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Koszty dystrybucji	mln PLN/rok	984	1 046	1 108	1 171	1 196	1 221	1 246	1 271	1 296	1 400	1 504	1 546	1 650
- koszt jednostkowy: część stała	PLN/MWh	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
- koszt jednostkowy: część zmienna	PLN/MWh	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
- maksymalne roczne zapotrzebowanie na moc	MW	1 547	1 646	1 744	1 843	1 883	1 922	1 962	2 001	2 041	2 205	2 370	2 436	2 600
- zużycie	TWh	7,70	8,00	8,30	8,60	8,72	8,84	8,96	9,08	9,20	9,70	10,21	10,35	10,90
Koszty magazynowania energii z OZE (PV, EWL, μEW, EWM)	mln PLN/rok	84	125	167	209	269	330	390	450	511	604	627	627	627
- koszt jednostkowy	PLN/MWh	232 174	232 174	232 174	232 174	232 174	232 174	232 174	232 174	232 174	232 174	232 174	232 174	232 174
- udział energii wytwarzanej z PV, EWL, μEW, EWM w zużyciu energii	%	5%	8%	11%	13%	17%	22%	26%	30%	34%	57%	74%	84%	87%
- pojemność magazynów energii	GWh	0,4	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,7	1,9	2,2	2,6	2,7	2,7	2,7

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p>Strona/Stron 96/477</p>

13.6.6. Koszty społeczne, w tym analiza akceptowalności społecznej cen ciepła i energii elektrycznej

W analizie wyodrębniono dwie kategorie kosztów społecznych, tj. kosztów, które ze względu na wysokość nie mogą być pokryte jedynie przez użytkowników danej infrastruktury, lecz są przenoszone na szersze grono, np. poprzez podatki o zasięgu lokalnym lub krajowym, czy opłaty doliczane wszystkim odbiorcom energii elektrycznej:

- A. Koszty społeczne związane z malejącą liczbą odbiorców przyłączonych do warszawskiej sieci ciepłowniczej i coraz większym obciążeniem tych odbiorców kosztami utrzymania sieci.
- B. Koszty społeczne związane z ograniczeniem zapotrzebowania na ciepło sieciowe produkowane przez warszawskie elektrociepłownie w skojarzeniu z wytwarzaniem energii elektrycznej.

Ad. A. Ze względu na fakt, iż model 3 transformacji zakłada niemal całkowite odejście od ciepła systemowego na rzecz indywidualnych pomp ciepła uznano, że konieczne jest przetestowanie akceptowalności społecznej tego rozwiązania. Oczywiście jest bowiem, iż zmniejszanie liczby odbiorców ciepła sieciowego będzie stopniowo prowadziło do zwiększenia kosztów utrzymania systemu ciepłowniczego w przeliczeniu na przyłączonego do niego odbiorcę. Zjawisko to będzie występować nawet przy założeniu, że możliwe jest ograniczenie ilości kupowanego ciepła w źródłach bez zmiany jego ceny (w stosunku do modelu 0) ponieważ część kosztów systemu ciepłowniczego ma charakter stały.


W celu obliczenia poziomu akceptowalności społecznej dla analizowanych modeli transformacji energetycznej skorzystano z „Metodyki zastosowania kryterium dostępności cenowej w projektach inwestycyjnych z dofinansowaniem UE”³⁷ oraz zaleceń Urzędu Regulacji Energetyki dotyczących wskaźnika ubóstwa energetycznego³⁸.

Uznano, że koszt zaopatrzenia w ciepło i energię elektryczną przekraczający 10% dochodu rozporządzalnego stanowi koszt społeczny, który powinien podlegać refundacji (np. dotacja dla mieszkańców o niższych dochodach). Dochód rozporządzalny dla mieszkańca m. st. Warszawy wynosił w 2019 r. 2 531,44 zł/miesiąc. Zgodnie z ww. metodyką wartość dochodu rozporządzalnego sprowadzono do wartości roku 2022 rok po roku, indeksowano o połowę wskaźnika wzrostu płacy realnej oraz o stopę inflacji. w kolejnych latach (tj. 2023-2050) indeksowano wartość dochodu rozporządzalnego o ½ prognozowanego realnego wzrostu płac (inflacji nie uwzględniano ze względu na przyjętą metodykę cen stałych dla prognozy kosztów).

W tabelach poniżej przedstawiono wyliczenia maksymalnego poziomu akceptowalnych społecznie kosztów energii elektrycznej i ciepła oraz poziom potencjalnych dotacji dla mieszkańców Warszawy

³⁷ Opracowanie Departamentu Partnerstwa Publiczno-Prywatnego Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej, Warszawa, październik 2020.

³⁸ Ubóstwo energetyczne oznacza sytuację, gdy koszt paliw zasilających gospodarstwo domowe przekracza 10% dochodu, Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki, NR 5 (67), 1 września 2009, s. 4.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="right">Strona/Stron 97/477</p>

korzystających w latach 2023-2050 z ciepła sieciowego dla obydwu modeli transformacji. w obydwu modelach poziom kosztów zaopatrzenia w ciepło i energię elektryczną przekracza poziom akceptowalny społecznie, choć w modelu 0 stopień przekroczenia wartości granicznej (10%) stopniowo maleje, a od roku 2042 koszt ciepła i energii elektrycznej jest niższy niż 10% dochodu. W pierwszych latach prognozy ubóstwo energetyczne wywołane jest obecną sytuacją na rynku surowców energetycznych (wzrost ceny węgla i gazu ziemnego), natomiast utrzymywanie się tego zjawiska w modelu 3 jest związane z malejącą liczbą odbiorców ciepła sieciowego. Zgodnie z wyliczeniami, model 3 cechuje się wyższymi kwotami niezbędnych dopłat w okresie 2024-2050).

Ad. B. Możliwość ograniczania produkcji ciepła przez warszawskie elektrociepłownie w modelu 3 przy zachowaniu ceny ciepła na poziomie modelu 0 jest uzależniona od stopnia koordynacji planów inwestycyjnych spółek do których należą źródła ciepła oraz sieć ciepłownicza z zakładanym tempem transformacji energetycznej (tempem odłączania się klientów od sieci ciepłowniczej). w przypadku braku takiej koordynacji istnieje prawdopodobieństwo realizacji inwestycji niedostosowanej skalą lub technologicznie do przyszłych potrzeb, co będzie ograniczało możliwość minimalizacji kosztów ciepła. Pierwszym ograniczeniem jest wysoki udział kosztów stałych, np. udział kosztów stałych PGNiG TERMIKA SA w 2021 r. wyniósł ok. 42%. Oznacza to, że zmniejszenie skali produkcji nie powoduje proporcjonalnego ograniczenia kosztów (koszty spadają wolniej). Drugie ograniczenie związane jest z faktem, iż ok. 68% ciepła wprowadzonego do warszawskiej sieci ciepłowniczej wytwarzanych jest w skojarzeniu z produkcją energii elektrycznej. Stąd ograniczenie zużycia ciepła sieciowego (w modelu 3) może prowadzić do tego, że ciepło będzie traktowane jako odpad przy produkcji energii elektrycznej. To w konsekwencji spowoduje znaczące obniżenie przychodów po stronie źródeł wytwórczych (szczególnie PGNiG TERMIKA SA) i może doprowadzić do znaczącego pogorszenia sytuacji finansowej przedsiębiorstwa.

W obliczeniach przyjęto, że inwestycje realizowane w warszawskich ciepłowniach i elektrociepłowniach zostaną dostosowane do tempa transformacji i nie wystąpi nadmierny wzrost kosztów wytwarzania (koszt ciepła w modelu 3 jest taki sam jak w modelu 0).


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 98/477</p>

Tabela 13.23 Analiza akceptowalności cenowej dla kosztów energii elektrycznej i ciepła dla mieszkańców Warszawy przyłączonych do sieci ciepłowniczej – model 0

Wyszczególnienie	Jedn.	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2040	2045	2050
Koszt jednostkowy - ciepło (bez podatku VAT)	PLN/MWh	434	520	473	428	396	376	393	406	423	434	422	404	382
Koszt jednostkowy - energia elektryczna (bez podatku VAT)	PLN/MWh	573	619	576	530	501	481	474	466	457	454	460	462	462
Liczba mieszkańców Warszawy	mln os.	1,987	1,997	2,006	2,025	2,037	2,049	2,062	2,074	2,086	2,132	2,197	2,217	2,225
Liczba mieszkańców Warszawy zasilanych z sieci ciepłowniczej	mln os.	1,419	1,416	1,412	1,416	1,426	1,436	1,445	1,455	1,465	1,507	1,558	1,580	1,531
Przeciętny koszt na mieszkańca - ciepło sieciowe (bez podatku VAT)	PLN/rok	2 687	3 202	2 902	2 601	2 386	2 244	2 319	2 380	2 455	2 363	2 113	1 842	1 596
Przeciętny koszt na mieszkańca - energia elektryczna (bez podatku VAT)	PLN/rok	2 150	2 368	2 246	2 093	1 978	1 897	1 867	1 834	1 797	1 745	1 759	1 815	1 784
Stawka podatku VAT dla ciepła i energii elektrycznej	%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Przeciętny koszt na mieszkańca - łącznie (z podatkiem VAT)	PLN/mies.	423	487	450	411	382	362	366	369	372	359	339	320	296
Dochód rozporządzalny na mieszkańca	PLN /os./mies.	3 325	3 341	3 358	3 375	3 408	3 442	3 477	3 512	3 547	3 728	3 918	4 118	4 328
Próg akceptowalności cenowej dla ciepła i energii elektrycznej	%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Próg dostępności cenowej	PLN /os./mies.	332	334	336	337	341	344	348	351	355	373	392	412	433
Faktyczny udział kosztów ciepła i energii elektrycznej w dochodzie	%	13%	15%	13%	12%	11%	11%	11%	10%	10%	10%	9%	8%	7%
Koszt ciepła i energii elektrycznej przekraczający dostępność cenową	PLN/os./mies.	91	153	115	73	41	18	19	18	17	0	0	0	0
Koszt ciepła i energii elektrycznej przekraczający dostępność cenową - kwota dotacji dla mieszkańców	mln PLN/rok	129	217	162	104	58	26	27	25	25	0	0	0	0



	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 99/477</p>

Tabela 13.24 Analiza akceptowalności cenowej dla kosztów energii elektrycznej i ciepła dla mieszkańców Warszawy przyłączonych do sieci ciepłowniczej – model 3

Wyszczególnienie	Jedn.	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2040	2045	2050
Koszt jednostkowy - ciepło (bez podatku VAT)	PLN/MWh	434	528	484	443	416	400	423	443	469	509	569	744	1 306
Koszt jednostkowy - energia elektryczna (bez podatku VAT)	PLN/MWh	593	652	616	575	545	527	522	517	511	536	556	562	563
Liczba mieszkańców Warszawy	mln os.	1,987	1,997	2,006	2,025	2,037	2,049	2,062	2,074	2,086	2,132	2,197	2,217	2,225
Liczba mieszkańców Warszawy zasilanych z sieci ciepłowniczej	mln os.	1,419	1,211	1,138	1,070	1,007	0,943	0,877	0,810	0,741	0,588	0,399	0,220	0,096
Przeciętny koszt na mieszkańca - ciepło sieciowe (bez podatku VAT)	PLN/os./rok	2 687	3 249	2 969	2 691	2 501	2 388	2 496	2 596	2 718	2 771	2 847	3 388	5 458
Przeciętny koszt na mieszkańca - energia elektryczna (bez podatku VAT)	PLN/os./rok	2 299	2 611	2 550	2 442	2 334	2 271	2 268	2 262	2 255	2 439	2 579	2 637	2 756
Stawka podatku VAT dla ciepła i energii elektrycznej	%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Przeciętny koszt na mieszkańca - łącznie (z podatkiem VAT)	PLN/os./mies.	436	513	483	449	423	408	417	425	435	456	475	527	719
Dochód rozporządzalny na mieszkańca	PLN /os./mies.	3 325	3 341	3 358	3 375	3 408	3 442	3 477	3 512	3 547	3 728	3 918	4 118	4 328
Próg akceptowalności cenowej dla ciepła i energii elektrycznej	%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Próg dostępności cenowej	PLN /os./mies.	332	334	336	337	341	344	348	351	355	373	392	412	433
Faktyczny udział kosztów ciepła i energii elektrycznej w dochodzie	%	13%	15%	14%	13%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	13%	17%
Koszt ciepła i energii elektrycznej przekraczający dostępność cenową	PLN/os./mies.	104	179	147	112	82	63	69	74	80	83	83	115	286
Koszt ciepła i energii elektrycznej przekraczający dostępność cenową - kwota dotacji dla mieszkańców	mln PLN/rok	147	216	167	120	83	60	61	60	60	49	33	25	27

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Urząd Miasta Stołecznego Warszawy</p>	<p align="center">Strona/Stron 100/477</p>

13.6.7. Wyniki porównania kosztów

W poniższych tabelach zestawiono wyniki porównania kosztów transformacji w modelach 0 i 3. Do dyskontowania (w przypadku wyliczenia kosztów bieżących i kosztu jednostkowego DGC) przyjęto stopę dyskonta w wysokości 4,00%.

Do tabel przeniesiono opisane w poprzednich rozdziałach:

- a) koszty amortyzacji liczone od nakładów inwestycyjnych na pasywizację budownictwa oraz elektryfikację transportu,
- b) koszty ciepła, w tym:
 - koszt ciepła sieciowego, który należy utożsamiać z kosztami operacyjnymi Veolia Energia Warszawa SA,
 - koszt ciepła niesieciowego, tj. koszt paliw wykorzystywanych do celów grzewczych w obiektach położonych na terenie Warszawy, ale nieprzyłączonych do warszawskiej sieci ciepłowniczej. w koszcie tym uwzględniono również amortyzację od nakładów na pompy ciepła oraz wydatki na eksploatację pomp ciepła, natomiast koszt energii elektrycznej zasilającej pompy ciepła został wykazany zbiorczo w kosztach energii elektrycznej,
- c) koszty energii elektrycznej obliczone dla wielkości zużycia oraz miksu energetycznego prognozowanego dla każdego modelu transformacji,
- d) koszty paliw dla niezelektryfikowanego transportu.

Do tabeli z kosztami modelu 3 przeniesiono również opisane w poprzednim rozdziale (13.6.6) koszty społeczne transformacji, tj.: koszty przekraczające poziom akceptowalności cenowej dla odbiorców przyłączonych do warszawskiej sieci ciepłowniczej – koszty te powinny podlegać refundacji (np. poprzez dotację dla mieszkańców o niższych dochodach).


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 101/477

Tabela 13.25 Koszty transportu i zaopatrzenia mieszkańców Warszawy w energię elektryczną i ciepło – model 0

Wyszczególnienie	Jedn.	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2040	2045	2050
A. Koszty		17 561	16 299	15 304	14 731	14 436	14 731	14 996	15 274	16 227	16 542	16 528	16 298
Nakłady inwestycyjne (amortyzacja), w tym:	mIn PLN	232	350	469	609	692	776	861	948	1 075	1 331	1 457	1 545
- amortyzacja - pasytywizacja budownictwa: budynki mieszkalne	mIn PLN	68	103	138	174	211	248	286	324	525	740	831	885
- amortyzacja - pasytywizacja budownictwa: pozostałe budynki	mIn PLN	43	65	87	110	133	157	181	205	334	387	417	445
- amortyzacja - elektryfikacja pojazdów: osobowe, dostawcze, motocykle	mIn PLN	108	162	216	283	297	310	323	337	133	72	0	0
- amortyzacja - elektryfikacja pojazdów: autobusy, TIR	mIn PLN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- amortyzacja - stacje ładowania pojazdów: osobowe	mIn PLN	8	12	16	23	27	30	33	37	19	38	65	49
- amortyzacja - stacje ładowania pojazdów: TIR, autobusy	mIn PLN	1	1	1	2	2	3	3	4	4	6	9	10
- amortyzacja - dostosowanie sieci na potrzebę stacji ładowania pojazdów	mIn PLN	5	8	10	16	23	29	35	41	59	88	135	156
Koszty operacyjne, w tym:	mIn PLN	17 329	15 949	14 836	14 122	13 744	13 955	14 135	14 327	15 153	15 211	15 071	14 753
- ciepło sieciowe	mIn PLN	4 533	4 099	3 683	3 402	3 221	3 353	3 463	3 598	3 561	3 292	2 911	2 444
- ciepło niesieciowe, w tym:	mIn PLN	2 710	1 772	1 124	785	616	624	633	642	669	685	663	644
- pompy ciepła	mIn PLN	9	13	17	21	25	29	33	38	72	100	123	134
- energia elektryczna	mIn PLN	4 729	4 506	4 238	4 029	3 888	3 850	3 803	3 748	3 719	3 864	4 023	3 970
- paliwa dla transportu	mIn PLN	5 357	5 572	5 791	5 906	6 018	6 128	6 235	6 339	7 204	7 370	7 474	7 696
B. Efekt ilościowy		1,997	2,006	2,025	2,037	2,049	2,062	2,074	2,086	2,132	2,197	2,217	2,225
Liczba ludności Warszawy	mIn osób	1,997	2,006	2,025	2,037	2,049	2,062	2,074	2,086	2,132	2,197	2,217	2,225
Stopa dyskontowa		4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%
Okres dyskontowania		1	2	3	4	5	6	7	8	13	18	23	28
Wskaźnik dyskontujący		0,962	0,925	0,889	0,855	0,822	0,790	0,760	0,731	0,601	0,494	0,406	0,333
Zdyskontowane koszty (mIn PLN)	mIn PLN	16 886	15 069	13 605	12 592	11 865	11 642	11 396	11 161	9 746	8 166	6 706	5 435
Zdyskontowany efekt ilościowy (os.)	mIn osób	1,920	1,855	1,800	1,741	1,684	1,629	1,576	1,524	1,280	1,085	0,899	0,742
Koszty na mieszkańca	PLN / os. / rok	8 795	8 124	7 558	7 231	7 044	7 146	7 231	7 322	7 611	7 529	7 455	7 325

Wartość kosztów (mIn PLN)	449 237
Wartość bieżąca kosztów (mIn PLN)	265 498
DGC (zł/os./rok)	7 527

Z danych, które przedstawia Tabela 13.25 wynika, że w **modelu 0** łączna niezdykontowana wartość kosztów transportu oraz zaopatrzenia w ciepło i energię elektryczną m. st. Warszawy w latach 2023-2050 wyniesie **ok. 449 mld zł**, natomiast wartość bieżąca (zdyskontowana) to **ok. 265 mld zł**. Biorąc pod uwagę prognozowaną liczbę ludności m. st. Warszawy wskaźnik DGC wyniesie w modelu 0 **ok. 7,5 tys. zł/mieszkańca/rok**.


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 102/477

Tabela 13.26 Koszty transportu i zaopatrzenia mieszkańców Warszawy w energię elektryczną i ciepło – model 3

Wyszczególnienie	Jedn.	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2040	2045	2050
A. Koszty		17 360	16 311	15 554	15 111	14 859	15 059	15 226	15 385	15 782	15 064	13 304	12 210
Nakłady inwestycyjne (amortyzacja), w tym:	mIn PLN	627	945	1 267	1 640	1 870	2 103	2 340	2 579	3 630	4 602	4 716	5 102
- amortyzacja - pasywizacja budownictwa: budynki mieszkalne	mIn PLN	203	308	414	522	632	744	858	973	1 640	2 395	2 784	3 072
- amortyzacja - pasywizacja budownictwa: pozostałe budynki	mIn PLN	128	194	261	329	399	470	543	616	1 003	1 160	1 250	1 336
- amortyzacja - elektryfikacja pojazdów: osobowe, dostawcze, motocykle	mIn PLN	275	413	550	712	736	761	785	809	461	356	0	0
- amortyzacja - elektryfikacja pojazdów: autobusy, TIR	mIn PLN	0	0	0	7	14	20	27	33	133	103	28	2
- amortyzacja - stacje ładowania pojazdów: osobowe	mIn PLN	19	29	38	52	57	62	67	72	164	211	174	152
- amortyzacja - stacje ładowania pojazdów: TIR, autobusy	mIn PLN	1	2	3	4	4	5	6	7	19	28	30	28
- amortyzacja - dostosowanie sieci na potrzebę stacji ładowania pojazdów	mIn PLN	0	1	1	14	28	41	54	68	210	349	451	514
Koszty operacyjne	mIn PLN	16 733	15 366	14 288	13 471	12 988	12 955	12 886	12 806	12 153	10 462	8 588	7 108
- ciepło sieciowe	mIn PLN	3 935	3 380	2 880	2 518	2 250	2 189	2 102	2 015	1 630	1 137	744	522
- ciepło sieciowe (koszty utrzymania systemu ciepłowniczego)	mIn PLN	-1	6	16	24	34	34	34	34	49	33	25	27
- ciepło niesieciowe, w tym:	mIn PLN	2 432	1 555	980	677	533	527	521	515	499	427	295	173
- pompy ciepła	mIn PLN	32	54	76	95	115	135	154	174	199	232	190	128
- energia elektryczna	mIn PLN	5 213	5 115	4 945	4 756	4 654	4 675	4 691	4 704	5 201	5 666	5 845	6 132
- paliwa dla transportu	mIn PLN	5 154	5 310	5 467	5 496	5 517	5 531	5 538	5 538	4 774	3 199	1 678	253
B. Efekt ilościowy		1,997	2,006	2,025	2,037	2,049	2,062	2,074	2,086	2,132	2,197	2,217	2,225
Liczba ludności Warszawy	mIn osób	1,997	2,006	2,025	2,037	2,049	2,062	2,074	2,086	2,132	2,197	2,217	2,225
Stopa dyskontowa		4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%
Okres dyskontowania		1	2	3	4	5	6	7	8	13	18	23	28
Wskaźnik dyskontujący		0,962	0,925	0,889	0,855	0,822	0,790	0,760	0,731	0,601	0,494	0,406	0,333
Zdyskontowane koszty (mIn PLN)	mIn PLN	16 692	15 081	13 828	12 917	12 213	11 901	11 570	11 242	9 478	7 436	5 398	4 072
Zdyskontowany efekt ilościowy (os.)	mIn osób	1,920	1,855	1,800	1,741	1,684	1,629	1,576	1,524	1,280	1,085	0,899	0,742
Koszty na mieszkańca	PLN / os. / rok	8 694	8 130	7 681	7 418	7 250	7 304	7 342	7 375	7 403	6 856	6 001	5 488

Wartość kosztów (mIn PLN)	413 153
Wartość bieżąca kosztów (mIn PLN)	251 104
DGC (zł/os./rok)	7 119

Z danych, które przedstawia Tabela 13.26 wynika, że w **modelu 3** łączna niezdyktowana wartość kosztów transportu oraz zaopatrzenia w ciepło i energię elektryczną m. st. Warszawy w latach 2023-2050 wyniesie **ok. 413 mld zł**, natomiast wartość bieżąca (zdyskontowana) to ok. **251 mld zł**. Wskaźnik DGC wyniesie w modelu 3 ok. **7,1 tys. zł/mieszkańca/rok**. w modelu 3 w kosztach uwzględniono koszty społeczne utrzymania sieci ciepłowniczej (łącznie ok. 882 mln zł w analizowanym okresie). Koszty społeczne sieci ciepłowniczej mogą po 2050 r. spaść do zera (po odłączeniu od sieci ostatnich odbiorców).


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Urząd Miasta Stołecznego Warszawy	Strona/Stron 103/477

Tabela 13.27 zawiera zbiorcze zestawienie wyników przeprowadzonej analizy porównawczej kosztów oraz analizy metodą DGC dla obu modeli transformacji.

Tabela 13.27 Wyniki porównania kosztów

	Wyszczególnienie	Model 0	Model 3
Wyniki porównania pod kątem ekonomicznym			
A.	Łączna wartość kosztów (mln zł)	449 237 mln zł	413 153 mln zł
B.	Łączna zdyskontowana wartość kosztów (mln zł)	265 498 mln zł	251 104 mln zł
C.	Zdyskontowany efekt ilościowy (mln osób)	35,272 mln osób	35,272 mln osób
D.	DGC [zł/os./rok] (B/C)	7 527 zł/os./rok	7 119 zł/os./rok

W przypadku transformacji energetycznej m.st. Warszawy zostały zsumowane:

- zdyskontowane koszty dostaw ciepła i energii elektrycznej oraz transportu w okresie 2023-2050 oraz
- zdyskontowana liczba mieszkańców m.st. Warszawy w okresie 2023-2050.

Liczba 35,272 mln osób to zdyskontowana suma mieszkańców, którym w okresie 2023-2050 będzie trzeba zapewnić dostawy ciepła, energii elektrycznej i transport (1,920 mln w 2023 r. + 1,855 mln w 2024 r. + ... + 0,742 mln w 2050 r.).

Wskaźnik DGC wyliczono dzieląc zdyskontowane koszty związane z uzyskaniem pewnego efektu ilościowego przez tenże zdyskontowany efekt ilościowy.


DGC wylicza się dla pewnego horyzontu czasowego (dla konkretnej inwestycji jest to okres ekonomicznej użyteczności majątku wytworzonego w ramach inwestycji). w przypadku transformacji energetycznej Warszawy horyzont czasowy był ustalony zadaną datą końcową zakończenia transformacji tj. 2050 r.

Uzyskaną wartość wskaźnika DGC można więc zinterpretować jako roczny koszt zapewnienia dostaw ciepła i energii elektrycznej oraz transportu dla 1 mieszkańca m.st. Warszawy.

Porównanie wyników przeprowadzonej analizy kosztów pozwala stwierdzić, że analizowane modele transformacji różnią się nieznacznie poziomem kosztów. **Model 3 jest rozwiązaniem, przy którym łączny koszt uzyskania jednostki efektu ilościowego jest niższy niż w modelu 0.**

Interpretując powyższe wyniki należy wziąć pod uwagę przyjęte zastrzeżenia, tj.:

- w modelu 3 założono skoordynowanie planów inwestycyjnych warszawskich elektrociepłowni z planowanym tempem odłączeń od sieci ciepłowniczej. w przypadku braku takiej koordynacji prawdopodobne jest wystąpienie dodatkowych kosztów związanych z utrzymaniem źródeł ciepła,
- przyjęte założenie dla modelu 3 dotyczące pojemności magazynów energii (2,7 GWh) niezbędnych w celu osiągnięcia udziału źródeł OZE z produkcją wymuszaną na poziomie ok.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 104/477</p>

90% należy zweryfikować w ramach dalszych prac przygotowawczych. Ewentualne zwiększenie pojemności magazynów (ponad przyjętą wartość) wiązać się będzie z przyrostem kosztów funkcjonowania systemu elektroenergetycznego.

Wykonalność modelu 3 zależy w dużym stopniu od możliwości przeprowadzenia pasywizacji budynków na bardzo dużą skalę, a następnie zapewnienia zasilania dla indywidualnych pomp ciepła. Biorąc pod uwagę miks energetyczny brany pod uwagę w modelu 3 (ok. 90% energii pochodzić ma w 2050 r. ze źródeł OZE z produkcją wymuszoną) wymagać to będzie zapewnienia znaczących zdolności magazynowania energii.

Model 0 nie wymaga odejścia od dotychczasowego sposobu zasilania mieszkańców w ciepło, tj. głównie poprzez warszawską sieć ciepłowniczą. Oparcie się na dotychczasowym modelu zasilania umożliwiłoby łatwiejsze skoordynowanie działań służących transformacji. Zarówno po stronie źródeł ciepła, jak i sieci ciepłowniczej możliwe jest wdrożenie rozwiązań technicznych, które wpłyną na dalsze ograniczenie emisji, np. budowa modułowej elektrowni atomowej zamiast bloków gazowo-parowych³⁹, wielkoskalowe pompy ciepła⁴⁰ lub rozwiązania hybrydowe oparte na pompach ciepła, magazynach ciepła oraz źródła wytwarzania energii OZE⁴¹ nie powodując jednocześnie nadmiernego wzrostu cen ciepła i energii elektrycznej dla odbiorcy końcowego⁴². w modelu 0 istnieje możliwość sfinansowania transformacji w oparciu o istniejące modele finansowania i w dużym stopniu w oparciu o obecne rozwiązania prawne, tj. dług zaciągałyby firmy energetyczne, natomiast koszty finansowe byłby przenoszone w taryfach na odbiorców końcowych.

13.7. Aspekt podatkowo-bodźcowy (współuczestnictwo mieszkańców w finansowaniu transformacji energetycznej)

Obecnie funkcjonujące formy wspierania autoprodukcji energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych skategoryzować można w następujący sposób:


- 1) **systemy wsparcia wytwarzania energii z OZE *sensu stricto*** (w tym m.in. system aukcyjny przeznaczony dla instalacji na poziomie zawodowym/przemysłowym oraz system wsparcia prosumentów w oparciu o tzw. net-billing), stanowiące pomoc operacyjną,

³⁹ Tego typu rozwiązanie jest obecnie przedmiotem prac wdrożeniowych w fińskich systemach ciepłowniczych, <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Project-launched-to-develop-Finnish-SMR-for-district>, [dostęp: 23.09.2022r.]

⁴⁰ <https://wysokienapiecie.pl/75628-pompy-ciepła-maja-wielka-przyszlosc-takze-w-miejskich-sieciach/>, [dostęp: 23.09.2022r.]

⁴¹ Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, <https://www.gov.pl/web/ncbr/w-lidzbarku-warmińskim-powstanie-cieplownia-przyszłości>, [dostęp: 23.09.2022r.]

⁴² Przykładowo, jednostkowy koszt wytwarzania energii elektrycznej w modułowej elektrowni atomowej o mocy 600 MW wyniósłby ok. 507 zł/MWh (biorąc pod uwagę sprawność 35% i wytwarzanie wyłącznie energii elektrycznej), natomiast przy skojarzonym wytwarzaniu ciepła i energii elektrycznej (podniesienie sprawności elektrowni do 80%) koszt wytwarzania spadłby nawet do 231 zł/MWh.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 105/477</p>


- 2) **pomoc inwestycyjna w formie dotacji lub pożyczek preferencyjnych** (z opcją umorzenia) udzielanych ze środków krajowych (np. Program Priorytetowy Energia Plus, zarządzany przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Warszawie; Program Czyste Powietrze – Stop Smog⁴³; Program Czyste Powietrze Plus),
- 3) **pomoc finansowa w postaci premii termomodernizacyjnej lub premii remontowej** (polegająca na umorzeniu części zobowiązań kredytowych w przypadku przeznaczenia środków pochodzących z kredytu na termomodernizację nieruchomości objętych wsparciem)⁴⁴,
- 4) od 2019 r. – **ulga termomodernizacyjna**, o której mowa w art. 26h ustawy z dnia 26 lipca 1991 r. o podatku dochodowym od osób fizycznych (umożliwiająca odliczenie od podstawy opodatkowania maksymalnie do 53 tys. zł wydatków poniesionych w roku podatkowym na materiały budowlane, urządzenia i usługi, związane z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, obejmującego zarówno docieplenie budynku, jak i m.in. wymianę/installację nowych źródeł ciepła i energii elektrycznej).

Ponadto, dnia 30 czerwca 2022 r. ukończone zostały negocjacje tzw. Umowy Partnerstwa, stanowiącej istotny krok w kierunku uruchomienia perspektywy finansowej funduszy europejskich na lata 2021–2027. w ramach projektu **Programu Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat, Środowisko 2021-2027 (FEnIKS)** przyjęto Cel szczegółowy 2.2 Wspieranie energii odnawialnej z szacunkową alokacją w wysokości ok. 0,5 mld euro. Sumarycznie na sektor energetyczny w ramach FEnIKS przewiduje się dofinansowanie w wysokości ok. 4,7 mld euro.

Uzupełnieniem wsparcia na poziomie krajowym (w ramach FEnIKS) będą regionalne programy operacyjne, rozdzielone względem programu krajowego tzw. linią demarkacyjną. Dnia 8 marca 2022 r. Zarząd Województwa Mazowieckiego przyjął uchwałę w sprawie projektu **Programu Fundusze Europejskie dla Mazowsza 2021-2027**. Program ten stanowi obecnie przedmiot negocjacji z Komisją Europejską. w projekcie Programu ujęto m.in. cele szczegółowe związane z poprawą efektywności energetycznej budynków publicznych i mieszkalnych oraz budową i rozbudową instalacji/jednostek wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej ze źródeł odnawialnych wraz z infrastrukturą powiązaną. Już obecnie dostępne jest wsparcie ze środków tzw. **Funduszu Modernizacyjnego**, zarządzanego na poziomie krajowym przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Fundusz ten

⁴³ 11 sierpnia 2022 r. doszło do zawarcia porozumienia pomiędzy m.st. Warszawą a NFOŚiGW w zakresie udziału i współfinansowania programu Stop Smog. Zgodnie z jego założeniami, program umożliwi wymianę węglowych źródeł ciepła oraz termomodernizację 200 domów jednorodzinnych na terenie miasta. w ramach inwestycji możliwe jest sfinansowanie ocieplenia przegród, wymiana stolarki okiennej i drzwiowej oraz montaż instalacji odnawialnych źródeł energii. Dodatkowo w 160 z 200 wytypowanych budynków wymienione zostaną węglowe źródła ciepła (kotły i piece 3 i 4 klasy energetycznej oraz bezklasowe). Całkowita wartość podpisanego porozumienia wynosi 10,6 mln zł. 69 proc. tej kwoty dofinansowuje NFOŚiGW, pozostałe 31 proc. to wkład własny Miasta. Wszystkie inwestycje mają zostać zrealizowane do końca 2024 r. (Źródło: <https://um.warszawa.pl/-/warszawa-w-programie-stop-smog>). [dostęp: 23.09.2022r.]

⁴⁴ Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz o centralnej ewidencji emisyjności budynków.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 106/477

stanowi źródło finansowania ustanowione na mocy art. 10d dyrektywy 2003/87/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 13 października 2003 r. ustanawiającej system handlu przydziałami emisji gazów cieplarnianych. Fundusz finansowany jest ze środków stanowiących równowartość 2% uprawnień do emisji gazów cieplarnianych zbytych na aukcjach w latach 2021-2030. Stanowi on m.in. źródło finansowania Programu Priorytetowego Moje Ciepło (z budżetem 600 mln zł). Program ten umożliwi pozyskanie dotacji na zakup powietrznych, wodnych lub gruntowych pomp ciepła w jednorodzinym budownictwie mieszkalnym. Program realizowany będzie w latach 2022-2027.


Tabela 13.28 Program Priorytetowy Moje Ciepło – wysokość dofinansowania⁴⁵

Rodzaj pompy ciepła	Typ	Dofinansowanie w formie dotacji		
		procentowy udział w kosztach kwalifikowanych	procentowy udział w kosztach kwalifikowanych dla osób fizycznych posiadające kartę dużej rodziny*	nie więcej niż [zł]
Gruntowe	x	do 30%	do 45%	21 000
Powietrzne	typu powietrze - powietrze w systemie centralnym	do 30%	do 45%	7 000
	typu powietrze - woda	do 30%	do 45%	7 000

Do pozostałych programów priorytetowych funkcjonujących w ramach Funduszu Modernizacyjnego należą:

- 1) Elektroenergetyka – inteligentna infrastruktura energetyczna (w zakresie wsparcia instalacji inteligentnych liczników energii elektrycznej),
- 2) Rozwój infrastruktury elektroenergetycznej na potrzeby rozwoju stacji ładowania pojazdów elektrycznych (w zakresie projektów dotyczących rozbudowy lub modernizacji elektroenergetycznej sieci dystrybucyjnej skutkującej zwiększeniem przepustowości infrastruktury elektroenergetycznej na potrzeby rozwoju infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych),
- 3) Renowacja z gwarancją oszczędności EPC (Energy Performance Contract) Plus (w zakresie poprawy efektywności energetycznej budynków mieszkalnych wielorodzinnych oraz budynków użyteczności publicznej realizowanych w oparciu o umowę o poprawę efektywności energetycznej),

⁴⁵ Źródło: <https://www.gov.pl/web/funduszmodernizacyjny/Programy-Priorytetowe> [dostęp:07.11.2022]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 107/477</p>


- 4) Wykorzystanie paliw alternatywnych na cele energetyczne (w zakresie wsparcia projektów polegających na budowie instalacji termicznego przekształcania odpadów pochodzenia komunalnego oraz komunalnych osadów ściekowych),
- 5) Kogeneracja dla Energetyki i Przemysłu (w zakresie wsparcia wybranych przedsięwzięć w zakresie wytwarzania energii elektrycznej i ciepła w wysokosprawnej kogeneracji)⁴⁶.

Obecnie trwają prace legislacyjne w zakresie utworzenia najzasobniejszego źródła dofinansowania inwestycji z zakresu energetyki, tj. **Funduszu Transformacji Energetyki (FTE)**. w ramach Funduszu, dystrybuowane będą środki pozyskiwane przez budżet Państwa z tytułu sprzedaży uprawnień do emisji CO₂. Zgodnie z projektowanym art. 50r ust. 1-2 ustawy z dnia 12 czerwca 2015 r. o systemie handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych (projekt z dnia 21 marca 2022 r.):

„1. Środki zgromadzone na rachunku Funduszu Transformacji Energetyki są przeznaczane na dofinansowanie przedsięwzięć mających na celu modernizację, dywersyfikację lub zrównoważoną transformację sektora energetycznego, w obszarze:

- 1) energetyki jądrowej;
- 2) odnawialnych źródeł energii;
- 3) sieci przesyłowych i dystrybucyjnych;
- 4) wytwarzania ciepła, rozbudowy i modernizacji sieci ciepłowniczych oraz infrastruktury związanej z dostarczaniem ciepła systemowego oraz rozwoju systemów monitorowania i zarządzania systemami ciepłowniczymi;
- 5) jednostek termicznego przetwarzania odpadów, w tym na paliwo RDF, zasilających systemy ciepłownicze;
- 6) gazowych jednostek wytwórczych;
- 7) magazynów energii elektrycznej i ciepła;
- 8) rozwoju sieci służących do odbioru energii cieplnej odpadowej z zakładów przemysłowych i wykorzystania jej na cele ciepłownicze;
- 9) innowacyjnych technologii;
- 10) wytwarzania i wykorzystania wodoru;
- 11) poprawy efektywności energetycznej, w rozumieniu art. 2 pkt 12 ustawy z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej (Dz. U. z 2021 r. poz. 2166);
- 12) wychwytu, przetwarzania i składowania dwutlenku węgla;
- 13) wspierania sprawiedliwych przemian mających na celu ułatwienie pracownikom zmiany miejsca zatrudnienia, zdobywanie nowych i specjalistycznych umiejętności oraz wspierania edukacji w tym zakresie;
- 14) innych przedsięwzięć służących transformacji sektora energetycznego.

⁴⁶ Planowane jest ponadto uruchomienie Programu Priorytetowego Kogeneracja dla Ciepłownictwa.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 108/477</p>

2. Ze środków zgromadzonych na rachunku Funduszu Transformacji Energetyki nie dofinansowuje się przedsięwzięć bezpośrednio związanych z wykorzystaniem stałych paliw kopalnych”.


Za wdrażanie FTE odpowiedzialny będzie Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

W zależności od spełnienia przez Rzeczpospolitą Polską tzw. kamieni milowych (ustalonych decyzją wykonawczą Rady Unii Europejskiej z dnia 17 czerwca 2022 r. w sprawie zatwierdzenia oceny planu odbudowy i zwiększania odporności Polski), możliwe będzie również ubieganie się o środki **Krajowego Planu Odbudowy** w zakresie komponentu dotyczącego tzw. zielonej transformacji. Należy przyjąć, że jednym z wymagań dla wdrożenia transformacji energetycznej – poza finansowym wsparciem wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych – będzie stworzenie stabilnego źródła finansowania dla instalacji, na których usługi zapotrzebowanie będzie ograniczać się z uwagi na zmianę zapotrzebowania ze strony odbiorców. w szczególności dotyczy to sektora ciepłowniczego, w przypadku, którego rozwój rynku nowoczesnych rozwiązań, w tym zwiększenie udziału indywidualnych pomp ciepła, prowadzić może do rosnącej nierównowagi pomiędzy poziomem kosztów instalacji produkcyjnych i przesyłowych a przychodami uzyskiwanymi z rynku. Jako przykład zbliżonego rozwiązania wskazać należy tzw. **opłatę przejściową**, która uregulowana została ustawą z dnia 29 czerwca 2007 r. o zasadach pokrywania kosztów powstałych u wytwórców w związku z przedterminowym rozwiązaniem umów długoterminowych sprzedaży mocy i energii elektrycznej. Opłata ta – zgodnie z art. 2 pkt 9 ustawy – stanowi „wynagrodzenie za usługę udostępniania krajowego systemu elektroenergetycznego, należne operatorowi, przeznaczane na pokrycie kosztów osieroconych, kosztów, o których mowa w art. 44, oraz kosztów działalności Zarządcy Rozliczeń S.A.” Kosztami osieroconymi są natomiast „wydatki wytwórcy niepokryte przychodami uzyskanymi ze sprzedaży wytworzonej energii elektrycznej, rezerw mocy i usług systemowych na rynku konkurencyjnym po przedterminowym rozwiązaniu umowy długoterminowej, wynikające z nakładów poniesionych przez tego wytwórcę do dnia 1 maja 2004 r. na majątek związany z wytwarzaniem energii elektrycznej” (art. 2 pkt 12).

Jak wskazano w uzasadnieniu do rządowego projektu ustawy o zasadach pokrywania kosztów powstałych u wytwórców w związku z przedterminowym rozwiązaniem umów długoterminowych sprzedaży mocy i energii elektrycznej z dnia 11 stycznia 2007 r.:

„W latach 90-tych ubiegłego wieku, w sektorze wytwarzania energii elektrycznej istniało wysokie zapotrzebowanie na kapitał inwestycyjny. Inwestycje miały służyć unowocześnieniu istniejących oraz budowie nowych jednostek wytwórczych, w celu zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego kraju oraz ograniczenia negatywnego wpływu przestarzałych procesów wytwarzania energii elektrycznej na środowisko. Sytuacja finansowa wytwórców była jednak zbyt słaba, aby mogli oni samodzielnie, w oparciu o posiadany majątek, pozyskać tak duże finansowanie. w związku z tym zdecydowano o wprowadzeniu systemu umów długoterminowych, który miał umożliwić wytwórcom pozyskanie niezbędnych środków.

Wynikające z umów długoterminowych przyszłe wierzytelności wytwórców do PSE S.A. o zapłatę należności za dostarczaną energię elektryczną posłużyły do zabezpieczenia spłaty zadłużenia zaciągniętego przez wytwórców na realizację wspomnianych inwestycji. w większości przypadków

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 109/477</p>


zabezpieczenia te przybrały formę przelewu wierzytelności z umów długoterminowych na zabezpieczenie. System umów długoterminowych umożliwił wytwórcom pozyskanie znacznych środków bez konieczności bezpośredniego zaangażowania ich właściciela – Skarbu Państwa. Wytwórcy zaciągnęli kredyty na łączną kwotę ponad 20 mld zł. Do 2006 r. spłacona została już przez wytwórców ponad połowa zadłużenia.

W niektórych przypadkach kredytodawcy finansujący inwestycje nie posiadają na wierzytelnościach wytwórców wynikających z umów długoterminowych zabezpieczenia w ścisłym tego słowa znaczeniu. Jednakże umowy te nadal są przez kredytodawców traktowane jako zabezpieczenie w ekonomicznym rozumieniu tego słowa, tzn. przyszłe przychody z tytułu tej umowy stanowiły i stanowią dla kredytodawców ekonomiczną gwarancję spłaty zadłużenia. Takim sytuacjom zazwyczaj towarzyszyło ustanowienie na rzecz kredytodawców zabezpieczenia w sensie prawnym – gwarancji lub poręczenia Skarbu Państwa. Udział państwa w zapewnieniu wytwórcom finansowania dotyczył trzech wytwórców, w tym największa pozycja dotyczy elektrowni finansowanej od początku jako inwestycja centralna. Wierzycielom tych wytwórców Skarb Państwa udzielił wspomnianych gwarancji lub poręczeń.

Umowy długoterminowe były elementem stabilizującym sektor wytwarzania energii w czasie transformacji ustrojowej. Pozwoliły one na pozyskanie finansowania dla najlepszych projektów inwestycyjnych. w przeważającej liczbie przypadków wspomniane inwestycje zostały już zrealizowane, co spowodowało zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego kraju, oraz dzięki zastosowanym nowoczesnym technologiom, zmniejszenie emisji szkodliwych substancji do środowiska”.

Koncepcja pełnej realizacji kontraktów długoterminowych (KDT) nie była możliwa do utrzymania w realiach zliberalizowanego rynku energetycznego, funkcjonującego w oparciu o zasadę TPA. Stąd zaistniała konieczność stworzenia mechanizmu rozliczenia wskazanych powyżej kosztów osieroconych (nieznajdujących pokrycia w prognozowanych przychodach inwestorów-stron KDT). Opłata z tytułu rozwiązania KDT rozłożona została na odbiorców w ramach KSE, co miało na celu minimalizację obciążenia jednostkowego z tego tytułu. Płatnikiem opłaty przejściowej ustanowiono OSD, którego obowiązkiem stało się przekazywanie pobranych opłat na rzecz OSP, następnie dystrybuującego je do Zarządcy Rozliczeń S.A. Ostatecznie, według proporcji określonej w ustawie, środki z opłat przekazywane są wytwórcom przez Zarządcę Rozliczeń S.A.

Mechanizm naliczania oraz dystrybucji opłaty przejściowej stanowi rozwiązanie mogące stanowić **rozwiązanie referencyjne** w przypadku konieczności wdrożenia finansowania „pomostowego” operatorów instalacji rynku schodzącego. w rekomendowanym modelu 3 utrzymanie produkcji w źródłach gazowych może być zasadne jedynie w sytuacji, gdy będzie problem z zapewnieniem bezpieczeństwa miasta i po wykorzystaniu innych możliwości, w tym zastosowanie mechanizmów kształtowania profili. Należy jednak zaznaczyć, że tego typu wsparcie powinno odbywać się w oparciu o ściśle zdefiniowane ramy czasowe i przy założeniu, że wsparcie nie będzie trwało dłużej niż do 2050 roku. Ponadto wymagana jest cykliczna weryfikacja konieczności utrzymywania takiego wsparcia i wygaszenie energetyki gazowej w sytuacji, gdy bezpieczeństwo będzie możliwe do zapewnienia w inny sposób (w elektroprosumeryzmie).

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 110/477</p>

Ważnym aspektem w kontekście podatkowym, jest możliwość wsparcia za pomocą ulg podatkowych (w szczególności przedsiębiorców), w miejsce dofinansowania. Takie podejście zmienia formułę wsparcia z płatności na wykonanie inwestycji w ulgę podatkową po jej (inwestycji) wykonaniu. Tego typu zmiana formuły wsparcia wymusza znacznie efektywniejsze projektowanie trajektorii rozwojowych i lepiej sprawdza się na konkurencyjnych rynkach elektroprosumeryzmu. Nie bez znaczenia jest również to, że ulga podatkowa będzie możliwa jedynie do wysokości odprowadzanego podatku. Co również wpływa pozytywnie na racjonalizację inwestycji. Ważny jest również aspekt wynikający z efektu mnożnikowego, tzn. każda złotówka ulgi, przekłada się na realną inwestycję środków przedsiębiorcy w budowanie własnej odporności elektroprosumenckiej, a przez to zwiększającą bezpieczeństwo energetyczne całej osłony kontrolnej Warszawy.

Kalkulację potencjalnych kosztów osieroconych w tym zakresie zaprezentowano w ramach powyższych podrozdziałów.

13.8. Finansowanie na poziomie krajowym

Programy NFOŚiGW

Ciepłe mieszkanie


Program Ciepłe mieszkanie stworzono dla właścicieli lokali mieszkalnych w budynkach wielorodzinnych w celu poprawy jakości powietrza oraz zmniejszenia emisji pyłów i gazów cieplarnianych. Został uruchomiony 21.07.2022 r. i przewiduje dwa nabory: do 31.12.2022 r. oraz do 31.12.2023 r. Termin zakończenia realizacji przedsięwzięcia ustalono na 31.12.2025 r., zatem wtedy również następuje koniec okresu kwalifikowalności kosztów poniesionych przez końcowych beneficjentów. Wniosek powinien zostać złożony przez gminę, która w dalszej kolejności ogłasza nabór na swoim terenie. Budżet programu wynosi 1 400 mln zł i obejmuje demontaż wszystkich nieefektywnych źródeł ciepła na paliwa stałe służących do ogrzewania lokalu mieszkalnego oraz:

- a) zakup i montaż źródła ciepła do celów ogrzewania lub ogrzewania i ciepłej wody użytkowej, tj. pompa ciepła powietrze/woda, pompa ciepła powietrze/powietrze, kocioł gazowy kondensacyjny, kocioł na pellet drzewny, ogrzewanie elektryczne lub
- b) podłączenie lokalu do efektywnego źródła ciepła w budynku.

Dodatkowo mogą być wykonane:

- c) demontaż oraz zakup i montaż nowej instalacji centralnego ogrzewania i/lub cwu w lokalu, instalacji gazowej od przyłącza gazowego/zbiornika na gaz do kotła,
- d) zakup i montaż okien w lokalu mieszkalnym lub drzwi oddzielających lokal od przestrzeni nieogrzewanej lub środowiska zewnętrznego (zawiera również demontaż),
- e) zakup i montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła w lokalu mieszkalnym,
- f) dokumentacja projektowa dotycząca powyższego zakresu.

Jeden lokal mieszkalny może otrzymać dofinansowanie: do 30% kosztów, ale nie więcej niż 15 000 zł, do 60%, ale nie więcej niż 25 000 zł, do 90%, ale nie więcej niż 37 500 zł, w zależności od dochodów beneficjenta lub osób w gospodarstwie. Dodatkowo, jeżeli lokal mieści się w budynku położonym w miejscowości znajdującej się na liście najbardziej zanieczyszczonych gmin, intensywność dofinansowania podwyższona jest o 5 pkt procentowych.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 111/477</p>

Stop smog

Celem programu Stop smog jest ograniczenie emisji zanieczyszczeń do powietrza oraz poprawa efektywności energetycznej budynków. Wnioskodawcami mogą być gminy, które położone są na obszarze, gdzie obowiązuje tzw. uchwała antysmogowa. Okres wdrażania programu ustalono na lata 2019-2028, a budżet wynosi do 698 mln zł. Wsparcie obejmuje takie przedsięwzięcia jak:

- a) wymiana lub likwidacja wysokoemisyjnych źródeł ciepła na niskoemisyjne,
- b) termomodernizacja,
- c) podłączenia do sieci ciepłowniczej lub gazowej,
- d) zapewnienie budynkom dostępu do energii z instalacji OZE.

Wysokość dofinansowania zależna jest od liczby mieszkańców: gminy do 100 tys. mieszkańców mogą otrzymać do 70%, a gminy powyżej 100 tys. mieszkańców poniżej 70%, pod warunkiem, że średni koszt realizacji przedsięwzięcia nie przekroczy w jednym lokalu 53 000 zł. Nabór wniosków trwa do wyczerpania środków alokacji.

Czyste powietrze

Wsparcie w ramach programu Czyste powietrze, o budżecie 103 mld zł, mogą otrzymać osoby posiadające jednorodzinny budynek mieszkalny lub wydzielony w budynku jednorodzinny lokal mieszkalny. Okres wdrażania programu ustalono na lata 2018-2030, a umowy o dofinansowanie będą podpisywane do 31 grudnia 2027r. Głównym celem programu jest poprawa jakości powietrza oraz zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych, jednakże dofinansowanie podzielono na trzy poziomy:

Podstawowy poziom dofinansowania

Istnieją trzy opcje realizacji przedsięwzięcia:

- a) demontaż nieefektywnego źródła ciepła na paliwo stałe oraz zakup i montaż pompy ciepła typu powietrze-woda albo gruntowej pompy ciepła do celów ogrzewania lub ogrzewania i cwu,

Kwota maksymalnej dotacji: 25 000 zł, gdy przedsięwzięcie nie obejmuje mikroinstalacji fotowoltaicznej lub 30 000 zł dla przedsięwzięcia z mikroinstalacją fotowoltaiczną.


- b) demontaż nieefektywnego źródła ciepła na paliwo stałe oraz zakup i montaż innego źródła ciepła do celów ogrzewania lub ogrzewania i cwu albo zakup i montaż kotłowni gazowej,

Kwota maksymalnej dotacji: 20 000 zł - gdy przedsięwzięcie nie obejmuje mikroinstalacji fotowoltaicznej lub 30 000 zł dla przedsięwzięcia z instalacją fotowoltaiczną.

- c) zakup i montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, zakup i montaż ocieplenia przegród budowlanych, okien, drzwi zewnętrznych, bram/drzwi garażowych (zawiera również demontaż), wykonanie dokumentacji: audyt energetyczny, dokumentacja projektowa, ekspertyzy.

Kwota maksymalnej dotacji: 10 000 zł.

Dodatkowo dla opcji a) i b) mogą być wykonane:

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 112/477</p>

- demontaż oraz zakup i montaż nowej instalacji centralnego ogrzewania lub cwu (w tym kolektorów słonecznych),
- zakup i montaż mikroinstalacji fotowoltaicznej,
- zakup i montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła,
- zakup i montaż ocieplenia przegród budowlanych, okien, drzwi zewnętrznych, bram/drzwi garażowych (zawiera również demontaż),
- dokumentacja: audyt energetyczny, dokumentacja projektowa, ekspertyzy.

Podwyższony poziom dofinansowania

Istnieją dwie opcje realizacji przedsięwzięcia:

- a) demontaż nieefektywnego źródła ciepła na paliwo stałe oraz zakup i montaż źródła ciepła do celów ogrzewania lub ogrzewania i cwu albo zakup i montaż kotłowni gazowej, demontaż oraz zakup i montaż nowej instalacji centralnego ogrzewania lub cwu, zakup i montaż mikroinstalacji fotowoltaicznej; dodatkowo mogą być wykonane przedsięwzięcia z opcji c),

Kwota maksymalnej dotacji: 32 000 zł – gdy przedsięwzięcie nie obejmuje mikroinstalacji fotowoltaicznej lub 37 000 zł dla przedsięwzięcia z mikroinstalacją fotowoltaiczną.

Kwota maksymalnej dotacji z prefinansowaniem: 42 000 zł, gdy przedsięwzięcie nie obejmuje mikroinstalacji fotowoltaicznej lub 47 000 zł dla przedsięwzięcia z mikroinstalacją fotowoltaiczną.

- b) zakup i montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, zakup i montaż ocieplenia przegród budowlanych, okien, drzwi zewnętrznych, bram/drzwi garażowych (zawiera również demontaż), dokumentacja: audyt energetyczny, dokumentacja projektowa, ekspertyzy.

Kwota maksymalnej dotacji: 15 000 zł lub 25 000 zł dla dotacji z prefinansowaniem


Najwyższy poziom dofinansowania

- a) demontaż nieefektywnego źródła ciepła na paliwo stałe oraz zakup i montaż źródła ciepła do celów ogrzewania lub ogrzewania i cwu albo zakup i montaż kotłowni gazowej, demontaż oraz zakup i montaż nowej instalacji centralnego ogrzewania lub cwu, zakup i montaż mikroinstalacji fotowoltaicznej; dodatkowo mogą być wykonane przedsięwzięcia z opcji c),

Kwota maksymalnej dotacji: 60 000 zł, gdy przedsięwzięcie nie obejmuje mikroinstalacji fotowoltaicznej lub 69 000 zł – dla przedsięwzięcia z mikroinstalacją fotowoltaiczną.

Kwota maksymalnej dotacji z prefinansowaniem: 70 000 zł, gdy przedsięwzięcie nie obejmuje mikroinstalacji fotowoltaicznej lub 79 000 zł dla przedsięwzięcia z mikroinstalacją fotowoltaiczną.

- b) zakup i montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, zakup i montaż ocieplenia przegród budowlanych, okien, drzwi zewnętrznych, bram/drzwi garażowych (zawiera

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 113/477</p>

również demontaż), dokumentacja: audyt energetyczny, dokumentacja projektowa, ekspertyzy.

Kwota maksymalnej dotacji: 30 000 zł lub 40 000 zł dla dotacji z prefinansowaniem.

W przypadku podstawowego poziomu dofinansowania dochód roczny beneficjenta nie może przekroczyć kwoty 100 tys. zł. Dla podwyższonego poziomu dofinansowania ustalono maksymalny dochód na jednego członka rodziny, tj. 1564 zł w gospodarstwie wieloosobowym lub 2189 zł w gospodarstwie jednoosobowym. Beneficjentem najwyższego poziomu dofinansowania może zostać osoba, której przeciętny dochód na jednego członka nie przekracza 900 zł w gospodarstwie wieloosobowym lub 1260 zł w gospodarstwie jednoosobowym lub osoba posiadająca prawo do otrzymywania zasiłku stałego, okresowego, rodzinnego lub opiekuńczego.

Moje ciepło

Celem programu jest wsparcie rozwoju ogrzewnictwa indywidualnego i rozwoju energetyki prosumenckiej w obszarach powietrznych, wodnych i gruntowych pomp ciepła w nowych budynkach mieszkalnych jednorodzinnych. Beneficjentami mogą zostać właściciele lub współwłaściciele jednorodzinne budynku mieszkalnego. Wnioski można składać od 29 kwietnia 2022 r. do 31.12.2026 r. lub do wyczerpania dedykowanej puli środków z budżetu wynoszącego 600 mln zł.


Wysokość dofinansowania zależy od rodzaju przedsięwzięcia:

- a) gruntuwa pompa ciepła:
 - dofinansowanie do 30%, nie więcej niż 21 000 zł,
 - dofinansowanie do 45%, nie więcej niż 21 000 zł (dla osób posiadających kartę dużej rodziny),
- b) powietrzna pompa ciepła:
 - dofinansowanie do 30%, nie więcej niż 7 000 zł,
 - dofinansowanie do 45%, nie więcej niż 7 000 zł (dla osób posiadających kartę dużej rodziny).

Mój prąd

Program Mój prąd finansowany z Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko powstał na lata 2021-2023 w celu zwiększenia produkcji energii elektrycznej z mikroinstalacji fotowoltaicznych, wzrostu autokonsumpcji wytworzonej energii poprzez jej magazynowanie oraz w celu zwiększenia efektywności zarządzania energią. Kwota na bezwrotne formy dofinansowania wynosi 855 mln zł i mogą je otrzymać:

- a) osoby rozliczające się w systemie net-billing oraz net-metering, którzy nie skorzystali z dofinansowania do mikroinstalacji fotowoltaicznej, pod warunkiem przejścia na system rozliczenia net-billing; wysokość dofinansowania wynosi do 50% kosztów:
 - dla mikroinstalacji fotowoltaicznej bez zakupu i montażu dodatkowych elementów maksymalnie 4 tys. zł,
 - dla mikroinstalacji fotowoltaicznej, do której zakupiony i zamontowany zostanie co najmniej jeden dodatkowy element maksymalnie 5 tys. zł,
 - dla dodatkowych elementów zwiększających autokonsumpcję energii elektrycznej w zakresie: magazynowania ciepła (maksymalnie 5 tys. zł), magazynowania energii

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 114/477

(maksymalnie 7,5 tys. zł), systemu zarządzania energią HEMS/EMS (maksymalnie 3 tys. zł).

Dla wnioskodawców łączna maksymalna wysokość dofinansowania wynosi nie więcej niż 20,5 tys. zł na jedno przedsięwzięcie.

- b) osoby rozliczające się w systemie net-metering, którzy skorzystali z dofinansowania do mikroinstalacji fotowoltaicznej, pod warunkiem przejścia na system net-billing; wysokość dofinansowania wynosi do 50% kosztów:
- dla mikroinstalacji fotowoltaicznej, dla której zakupiony i zamontowany zostanie co najmniej jeden dodatkowy element maksymalnie 2 tys. zł,
 - dla dodatkowych elementów zwiększających autokonsumpcję energii elektrycznej: magazynowanie ciepła (maksymalnie 5 tys. zł), magazynowanie energii (maksymalnie 7,5 tys. zł), system zarządzania energią HEMS/EMS (maksymalnie 3 tys. zł).

Dla wnioskodawców łączna maksymalna wysokość dofinansowania wynosi nie więcej niż 17,5 tys. zł na jedno przedsięwzięcie.

Agroenergia

Program ma na celu zwiększenie produkcji energii ze źródeł odnawialnych w sektorze rolniczym, a budżet na wszystkie przedsięwzięcia wynosi 200 mln zł (w tym 153 400 tys. zł na bezzwrotne formy dofinansowania oraz 46 600 tys. zł na zwrotne formy dofinansowania). w latach 20219-2027 wnioski może składać:

- a) Osoba fizyczna będąca właścicielem lub dzierżawcą nieruchomości rolnych (łączna powierzchnia użytków rolnych zawiera się w przedziale od 1 do 300 ha) prowadząca osobiście gospodarstwo przez co najmniej rok przed złożeniem wniosku,
- b) Osoba prawna będąca właścicielem lub dzierżawcą nieruchomości rolnych (łączna powierzchnia użytków rolnych zawiera się w przedziale od 1 do 300 ha) prowadząca działalność rolniczą lub działalność w zakresie usług rolniczych.

Program Agroenergia został podzielony na dwie części:

I część

Dofinansowanie w formie dotacji można otrzymać na instalacje fotowoltaiczne, wiatrowe oraz pompy ciepła:

- O mocy powyżej 10 kW i nie większej niż 30 kW – do 20% kosztów, maksymalnie 15 tys. zł,
- O mocy powyżej 30 kW i nie większej niż 50 kW – do 13% kosztów, maksymalnie 25 tys. zł.


Dodatkowo przewidziano również dofinansowanie dla:

- a) Budowy instalacji hybrydowej (fotowoltaika z pompą ciepła lub elektrownia wiatrowa z pompą ciepła) – dodatek w wysokości 10 tys. zł,
- b) Towarzyszących magazynów energii – do 20% kosztów, pod warunkiem, że koszt nie wyniesie więcej niż 50% kosztów źródła wytwarzania energii.

II część

Dofinansowanie w formie dotacji można otrzymać na biogazownie rolnicze wraz z towarzyszącą instalacją wytwarzania biogazu rolniczego oraz elektrownie wodne:

- a) O mocy powyżej 0 kW i nie większej niż 150 kW – do 50% kosztów, maksymalnie 1 800 tys. zł,

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 115/477</p>

- b) O mocy powyżej 150 kW i nie większej niż 300 kW – do 50% kosztów, maksymalnie 2 200 tys. zł,
- c) O mocy powyżej 300 kW i nie większej niż 500 kW – do 50% kosztów, maksymalnie 2 500 tys. zł.

Dodatkowo przewidziano dotację do 20% kosztów dla towarzyszących magazynów energii oraz dofinansowanie w formie pożyczki do 100% kosztów.

Renowacja z gwarancją oszczędności EPC (Energy Performance Contract) Plus

Program skierowany został do spółdzielni/wspólnot mieszkaniowych oraz jednostek samorządu terytorialnego. Budżet na lata 2021-2026 wynosi 110 mln zł i obejmuje dofinansowanie w formie dotacji w wysokości:

- a) 10% kosztów na usprawnienie tylko instalacyjne lub połączone z przeprowadzeniem minimalnego zakresu prac termomodernizacyjnych,
- b) 20% kosztów na optymalny zakres modernizacji energetycznej – prace z dominującym udziałem prac termomodernizacyjnych,
- c) 30% kosztów na wysoki standard modernizacji energetycznej – prace z dominującym udziałem prac termomodernizacyjnych.


Zadania z zakresu ochrony powietrza

W ramach programu od 2022 r. można uzyskać dofinansowanie w formie pożyczki do 100% kosztów na przedsięwzięcia w zakresie m.in.:

- a) Termomodernizacji budynku,
- b) Zastosowania wentylacji z odzyskiem ciepła,
- c) Modernizacji źródła ciepła,
- d) Likwidacji istniejącego źródła z jednoczesnym podłączeniem obiektu do sieci ciepłowniczej,
- e) Wymiany starego taboru na tabor zeroemisyjny w transporcie publicznym,
- f) Zakupu i montażu punktów ładowania,
- g) Zakupu i montażu instalacji odnawialnych źródeł energii,
- h) Budowy elektrowni wiatrowych, wodnych, biogazowni,
- i) Wytwarzania energii elektrycznej lub ciepła z wykorzystaniem biogazu.

Wsparcie procesu transformacji transportu

W realizacji procesu transformacji transportu w kierunku elektryfikacji siły rynkowe nie pozostają same. Instytucje publiczne, m.in. Unia Europejska, budżet państwa polskiego oraz inne udostępniają środki na pokrycie części lub całości kosztów inwestycji i działań wdrażających transformację energetyczną. Jest to związane z faktem, że Unia Europejska planuje, że do 2030 roku na jej terenie


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 116/477</p>

będzie poruszało się 30 mln pojazdów zeroemisyjnych, a w 2050 roku będą to prawie wszystkie pojazdy⁴⁷. Polska natomiast zakłada w 2025 roku, że takich pojazdów będzie w Polsce milion⁴⁸. Poniżej przedstawiamy listę mechanizmów wsparcia dostępnych w Polsce według stanu na wrzesień 2022 roku:

1. Fundusz Niskoemisyjnego Transportu, który gromadzi środki na wsparcie różnych inwestycji związanych z niskoemisyjnym transportem. Funduszem zarządza Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, który organizuje konkursy na finansowanie: <https://www.gov.pl/web/klimat/fundusz-niskoemisyjnego-transportu>
2. Program „Mój elektryk” - dofinansowanie do zakupu lub leasingu pojazdu elektrycznego. Dofinansowanie w postaci dotacji mogą otrzymać osoby fizyczne, przedsiębiorcy i instytucje inne niż osoby fizyczne, a także firmy leasingujące pojazdy. Wielkość alokacji to 0,7 mld zł. Okres wdrażania zaplanowano na lata 2021 – 2026, w tym okres zawierania umów do 31.12.2025 i okres wydatkowania środków do 30.06.2026 r.: <https://www.gov.pl/web/elektromobilnosc/o-programie>
3. NFOŚiGW Infrastruktura ładowania, to program przeznaczony na dofinansowanie budowy i instalacji punktów ładowania o różnych mocach. Na program przeznaczono 0,87 mld zł. Okres wdrażania zaplanowano na lata 2021 – 2028, w tym okres zawierania umów do 31.12.2025 i okres wydatkowania środków do 15.12.2028 r. Beneficjentami programu mogą być różni odbiorcy, w zależności od konkursu. Dotychczasowe konkursy oferowały dotacje dla jednostek samorządu terytorialnego, przedsiębiorców, spółdzielni, wspólnot mieszkaniowych i rolników indywidualnych: <https://www.gov.pl/web/elektromobilnosc/aktualne-ogloszenia-o-naborach>
4. NFOŚiGW Zielony transport publiczny, to program przeznaczony na dofinansowanie zakupu pojazdów nisko- i bezemisyjnych transportu publicznego (autobusów, trolejbusów) wraz z infrastrukturą do ich utrzymania lub ładowania. Beneficjentami programu mogą być organizatorzy publicznego transportu zbiorowego w rozumieniu art. 4 ust. 1 pkt 9 ustawy o publicznym transporcie zbiorowym. Budżet programu wynosi 1,2 mld zł i jest przeznaczony na dotacje. Dotychczas ogłoszono jeden nabór, który zakończył się z końcem 2021 roku. Obecnie nie ma czynnego naboru: <https://www.gov.pl/web/elektromobilnosc/aktualne-ogloszenia-o-naborach2>
5. NFOŚiGW e-VAN, to program przekazujący dotacje do zakupu elektrycznych pojazdów dostawczych. Beneficjentami programu mogą być przedsiębiorcy. Budżet programu wynosił 70 mln zł w naborze, który został zakończony w 2020 roku. Obecnie nie są prowadzone

⁴⁷ EU Mobility Strategy 2050: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0789&from=EN> [dostęp: 14.09.2022]

⁴⁸ Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwia39X0vrn6AhUi_SoKHRF9DE0QFnoECAMQAw&url=https%3A%2F%2Fwww.gov.pl%2Fattachment%2F7cbc60f4-fec6-4dc1-b950-548cb0e52e9e&usq=AOvVaw19tkVKv3PS0cFyzIHOLoMA [dostęp: 14.09.2022]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 117/477</p>


czynne nabory: <https://www.gov.pl/web/nfosisgw/evan---dofinansowanie-zakupu-elektrycznego-samochodu-dostawczego-n1>

6. Fundusz Modernizacyjny, w ramach którego na program rozwój infrastruktury elektroenergetycznej na potrzeby rozwoju stacji ładowania pojazdów elektrycznych przeznaczono 1 mld zł. Program dedykowany jest dla operatorów systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego. Dotacje można uzyskiwać w okresie kwalifikowalności kosztów od 01.01.2021 r. do 31.12.2026 r. Realizowane inwestycje powinny polegać na budowie nowych/rozbudowie/modernizacji stacji transformatorowo-rozdzielczych (stacji elektroenergetycznych) na wszystkich poziomach napięcia, rozbudowie/modernizacji pól rozdzielni lub poprawa systemu nadzoru i sterowania (w tym monitoring) tych stacji transformatorowo-rozdzielczych, budowie/przebudowie linii elektroenergetycznych WN, SN, nN, zwiększeniu stopnia automatyzacji sieci, rozwoju systemów pomiarowych, systemów komunikacji i systemów IT umożliwiających lub poprawiających warunki monitoringu i wizualizacji stanu pracy sieci w celu dostosowania jej do wzrostu nasycenia źródłami generacji rozproszonej i stacjami ładowania pojazdów elektrycznych: <https://www.gov.pl/web/funduszmodernizacyjny/Programy-Priorytetowe>

W przyszłości środki na budowę infrastruktury ładowania pojazdów będą dostępne na terenie Warszawy w programach:

1. FEnKS 2021-2027, Priorytet Transport Miejski, 2000 mln EUR.
2. FE dla Mazowsza 2021-2027, Priorytet Transport Miejski, 245 mln EUR

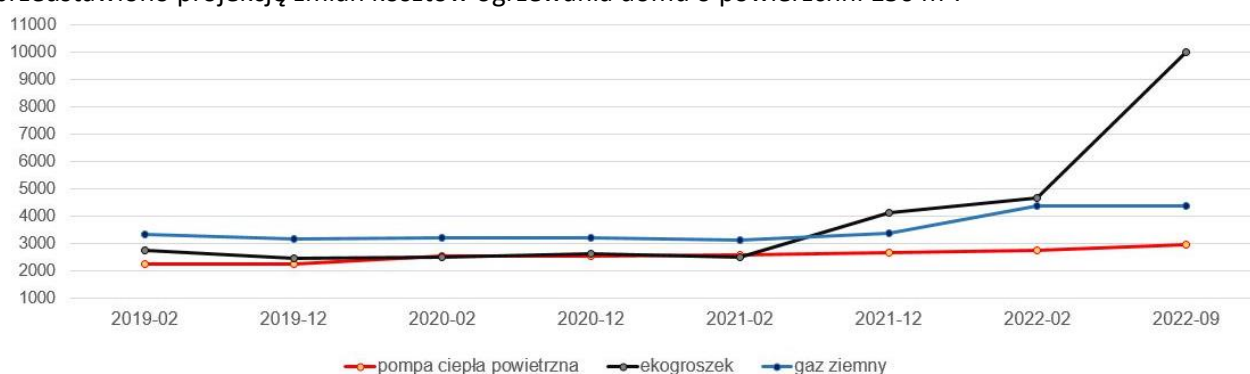
Szczegółowe wielkości alokacji, rodzaje inwestycji i beneficjenci zostaną określone w warunkach konkursów.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 118/477

14. Analiza wystarczalności sił rynkowych potrzebnych do realizacji transformacji energetycznej

14.1. Pompy ciepła

Począwszy od roku 2019 r w Polsce następuje bardzo dynamiczny wzrost na rynku pomp ciepła. Natomiast w ciągu ostatnich dwóch lat przyrost sprzedaży pomp ciepła na terenie Polski jest wręcz spektakularny. Główną przyczyną wzrostu sprzedaży pomp ciepła wynika z drastycznych podwyżek cen nośników energii i paliw głównie węgla i gazu ziemnego. Na rysunku zamieszczonym poniżej przedstawiono projekcję zmian kosztów ogrzewania domu o powierzchni 150 m².




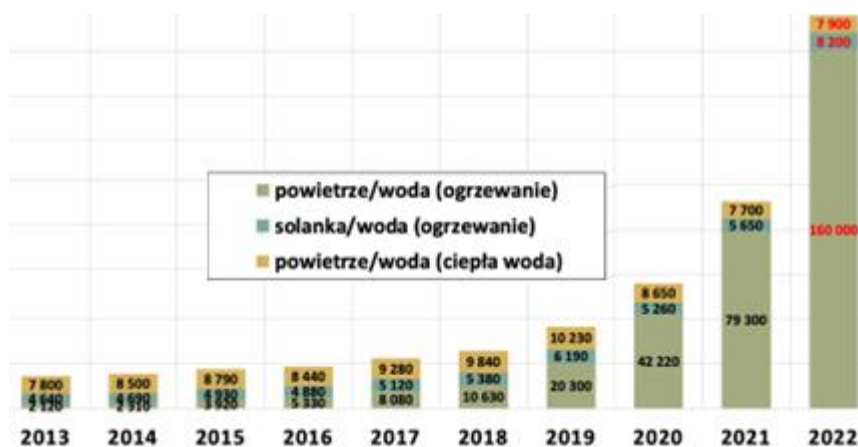
Rys. 14.1 Roczny koszt ogrzewania domu o powierzchni 150 m² (ocieplony, zapotrzebowanie na ciepło: 100 kWh/m²/rok), zł⁴⁹

Należy również podkreślić, że w aspekcie wykorzystania węgla do celów grzewczych problem nie tylko stanowi cena węgla, ale również jego dostępność oraz transport.

Zarówno aspekt finansowy, ekologiczny oraz polityczny przemawia za dynamicznym rozwojem rynku pomp ciepła co można zaobserwować na poniższym rysunku.

⁴⁹ <http://www.cena-pradu.pl/ogrzewanie.html> [dostęp: 15.09.2022]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p>Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 119/477</p>



Rys. 14.2 Sprzedaż pomp ciepła w Polsce w 2022 roku – prognoza PORT PC⁵⁰

W 2022 roku w Polsce prognozowana sprzedaż pomp ciepła wyniesie 176 100 sztuk z czego 160 000 sztuk będą stanowiły pompy ciepła typu powietrze/woda (ogrzewanie), 8 200 sztuk typu solanka/woda (ogrzewanie) oraz 7 900 sztuk powietrze/woda (ciepła woda).


W Polsce rynek pomp ciepła jest mocno rozbudowany zarówno w odniesieniu do ilości producentów oraz ze względu na dostępność typów pomp ciepła. Tabela 14.1 przedstawia marki pomp ciepła dostępne w Polsce w 2019 roku.

Tabela 14.1 Marki pomp ciepła dostępne w Polsce w 2019 r. dla poszczególnych typów pomp ciepła ⁵¹

<p>Pompy ciepła typu solanka/woda, woda/woda i bezpośrednio odparowanie w gruncie/woda</p>	<p>Alpha Innotec, Apic, Bosch, Buderus, Calor, Ciat, CTA, CTC, Daikin, De Dietrich, Dimplex, Ecoforest, Ecopower PPC, Ekontech, ExoTherm, Ferroli, Fonko, Galmet, GDH, Gebwell, Heliotherm, Hibernatus, IDM, IVT, Kita, Meeting, Neura, NIBE, Ochsner, Remko, Robur, Saunier Duval, Sofath, Silesia Term, Thermia, Vaillant, Vatra, Viessmann, Waterkotte, Weider, Winckler, Wolf.</p>
<p>Pompy ciepła typu powietrze/woda</p>	<p>Alpha Innotec, Apic, Ariston, Atlantic, Aurer, Bect, Biawar, Blaupunkt, Bosch, Broetje, Buderus, Calor, Ciat, Coolwex, CTA, CTC, Daikin, De Dietrich, Dimplex, Ekonair, Ekontech, Elektromet, Emmeti, ExoTherm, Ferroli, Flowair, Fonko, FUJITSU & CLINT, Galmet, GDH, Gejzer, Haier, Heliotherm, Hewalex, Hitachi, Hubomag, Hokkaido, IDM, Immergas, IVT, Junkers, Kaisai, Keller, Kita, Kołton Kospel, Lazar, LG, Maxa, Meeting, Midea, Mitsubishi, Neoheat, Neura, Nexus, NIBE, Nilan, Ochsner, Panasonic, Robur, Samsung, Saunier Duval, SAS, Silesia Term, Sinclair.</p>

⁵⁰ <https://portpc.pl/ponad-dwukrotny-wzrost-sprzedazy-powietrznych-pomp-ciepła-w-i-pol-2022-roku/> [dostęp: 15.09.2022]

⁵¹ Raport PORT PC „Scenariusze elektryfikacji ogrzewania w budynkach jednorodzinnych w Polsce do 2030 roku”

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 120/477

	Stiebel Eltron, Sunex, Remko, Templari, Termet, Thermia, Toshiba, Tweetop, Unical, Vaillant, Viessmann, Viteco, Waterkotte, Weider, Weishaupt, Winckler, Wolf
Pompy ciepła typu VRF	Bosch, Haier, Hitachi, Fuji Electric, Fujitsu, LG, Mitsubishi, Maxa, Neura, Panasonic, Samsung
Pompy ciepła gazowe (absorpcyjne i sprężarkowe)	Frapol, Panasonic, Robur, Yanmar, Aisin-Toyota
Polscy producenci pomp ciepła	Apic, Fonko, Frapol, Galmet, Hewalex, Hibernatus, Inverter, Kołton, Kospel, Lazar, Nibe-Biawar, SAS, Silesia Term, Termet, Vatra, Viessmann

Tabela 14.2 Prognozowana liczba budynków jednorodzinnych i wielorodzinnych w latach 2025-2050

Liczba budynków	Rok					
	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Wielorodzinnych, szt.	32 835	36 575	40 129	43 504	46 711	49 757
Jednorodzinnych, szt.	62 833	65 687	68 399	70 975	73 422	75 747
SUMA	95 668	102 262	108 528	114479	120 133	125 504

Aktualnie w Warszawie udział domków jednorodzinnych w odniesieniu do całkowitej liczby budynków wynosi około 65%, natomiast powierzchnia użytkowa tego rodzaju budynków stanowi jedynie około 15% całkowitej powierzchni mieszkalnej.


W związku z powyższym dominujące zużycie ciepła przez pompy ciepła wykorzystywane będzie w domach wielorodzinnych. Na podstawie powierzchni użytkowej mieszkalnej na terenie Warszawy, w niniejszej analizie założono, że 85% ciepła zostanie wytworzona w pompach ciepła zainstalowanych w budynkach wielorodzinnych.

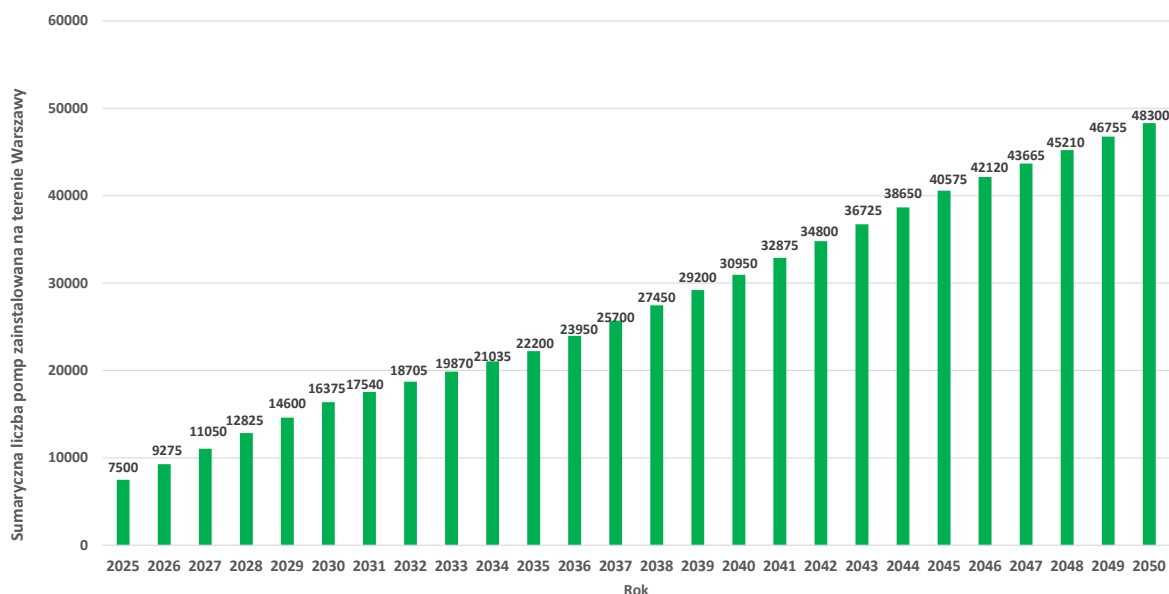
Udział pomp ciepła w pokryciu zapotrzebowania na ciepło będzie kształtował się następująco (Tabela 14.3):

Tabela 14.3 Udział pomp ciepła w pokryciu zapotrzebowania na ciepło

Rok	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Udział pomp ciepła w pokryciu zapotrzebowania na ciepło, %	20	40	50	65	80	90

Przy założeniu, że dynamika instalowania pomp ciepła będzie taka sama dla domków jednorodzinnych oraz domów wielorodzinnych można oszacować w pewnym przybliżeniu liczbę pomp ciepła jaka musiałaby zostać zainstalowana co roku przy znanej prognozie zmiany ilości budynków jednorodzinnych i wielorodzinnych do roku 2050.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 121/477</p>




Rys. 14.3 Wymagana liczba pomp ciepła konieczna do pokrycia zapotrzebowania na ciepło w Warszawie do 2050 roku

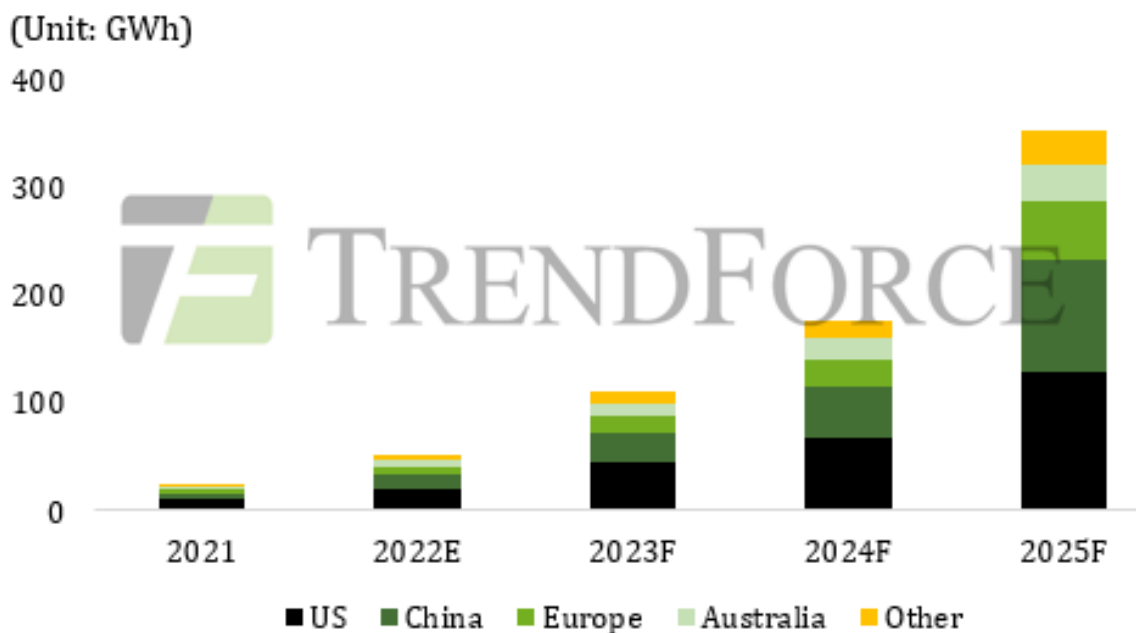
Z powyższego szacunku wynika, że dla pokrycia potrzeb energetycznych m.st. Warszawy przez pompy ciepła niezbędne jest zainstalowanie do 2050 roku około 50 tys. pomp ciepła. Rozkładając tę wartość równomiernie w czasie oraz przy znanym zapotrzebowaniu na ciepło pokryte w ramach tej technologii uzyskano informację o liczbie pomp ciepła zainstalowanych w ciągu roku. Z powyższego wyniku, że wymagana liczba pomp ciepła montowanych rocznie będzie wynosiła od ok. 1 100 do 2 000 sztuk. Biorąc pod uwagę, że w 2022 roku w Polsce zainstalowanych zostanie około 176 tys. sztuk pomp ciepła oraz dynamiczny rozwój tego rynku, należy stwierdzić, że nie ma zagrożenia w kontekście możliwości dostępu do urządzeń oraz usługi ich instalacji w Warszawie. Należy jednak wziąć pod uwagę, że zwiększony popyt na rynku wymaga dłuższego oczekiwania na montaż pomp ciepła. Przy aktualnych prognozach, czas oczekiwania na montaż pomp ciepła może wynosić rok.

14.2. Magazyny energii elektrycznej

W 2021 roku globalny rynek magazynów energii utrzymał wysokie tempo wzrostu. Nowo zainstalowana moc magazynowania wyniosła 29,6 GWh, co oznacza wzrost o 72,4% rok do roku. Przewiduje się, że w ciągu najbliższych 5-10 lat światowy rynek magazynowania energii będzie się szybko rozwijał, a nowo zainstalowana moc będzie wynosiła około 362 GWh. Natomiast globalna skumulowana moc zainstalowana w OZE w 2021 roku wynosiła 3034 GW. Na rysunku zaprezentowanym poniżej przedstawiono światową dynamikę zainstalowanej pojemności w bateryjnych magazynach energii⁵².

⁵² <https://www.trendforce.com/presscenter/news/20220616-11256.html> [dostęp: 15.09.2022]

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 122/477




Rys. 14.4 Progniza rozwoju globalnego rynku magazynów energii (w GWh) na lata 2021-2025⁵²

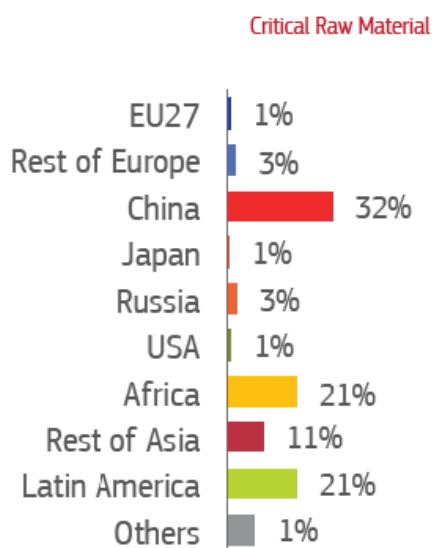
Z powyższego wynika, że największymi graczami jeżeli chodzi o potencjał zainstalowanych magazynów energii są USA oraz Chiny. w kontekście elektroprosumeryzmu istotne znaczenie odgrywają i będą odgrywać akumulatory litowo-jonowe. Najważniejszym pytaniem nie jest czy zasoby rynkowe są w stanie dostarczyć wymaganej liczby magazynów, ale czy zasoby naturalne poszczególnych pierwiastków są wystarczające dla potrzeb produkcyjnych.

Podobnie jak ma to miejsce w przypadku produkcji paneli fotowoltaicznych, tak i w tym przypadku produkowanie baterii litowo-jonowych opiera się na wykorzystaniu pierwiastków ziem rzadkich. Do budowy baterii litowo-jonowych wykorzystuje się: kobalt, lit, grafit, niob, nikiel, mangan, krzem, miedź, tytan, rudę żelaza, glin, fosfor, fluoryt oraz cynę. Do surowców krytycznych – określonych przez Komisję Europejską w postaci katalogu surowców o wysokim znaczeniu dla gospodarki europejskiej i wysokim ryzykiem związanym z ich podażą – potrzebnych do bateryjnych magazynów energii należy zaliczyć: grafit, krzem, tytan, niob, kobalt oraz lit⁵³.

Na rysunku zaprezentowanym poniżej (Rys. 14.5) przedstawiono pochodzenie poszczególnych pierwiastków, z których wytwarzane są bateryjne magazyny energii. Blisko 75% wydobycia pochodzi z Chin, Afryki oraz Ameryki Łacińskiej. Kraje europejskie są silnie uzależnione od surowców krytycznych pochodzących spoza Europy.

⁵³ Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU-A Foresight Study Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 123/477</p>



Rys. 14.5 Pochodzenie dostaw pierwiastków wykorzystywanych do budowy baterii akumulatorowych⁵⁴

We wrześniu 2020 r. Komisja Europejska przedstawiła plan działania w sprawie surowców krytycznych. Za surowce krytyczne uważa się te, które mają decydujące znaczenie w gospodarce, a nie można zapewnić ich wydobycia w UE, co za tym idzie muszą być w większości przypadków przywożone. Unia Europejska jest silnie uzależniona od importu surowców niezbędnych dla rozwoju cyfryzacji i przyszłości technologii. Plan działania na rzecz surowców krytycznych obejmuje aktywną rolę władz lokalnych i regionalnych w zwiększaniu wydobycia surowców w UE i w lepszym recyklingu⁵⁵.

14.3. Źródła wytwórcze OZE

14.3.1. Fotowoltaika

W Polsce moc zainstalowana w fotowoltaice na koniec 2021 roku wyniosła 7,7 GW, a przyrost nowych mocy w ciągu całego 2021 roku wyniósł ponad 3,7 GW (tempo wzrostu rynku przekroczyło 105%).⁵⁶ Agencja Rynku Energii S.A. w swoim raporcie z grudnia 2021 r. poinformowała, że pod koniec 2021 roku w Polsce działało 845 259 instalacji PV.⁵⁷

⁵⁴ Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU-A Foresight Study Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020

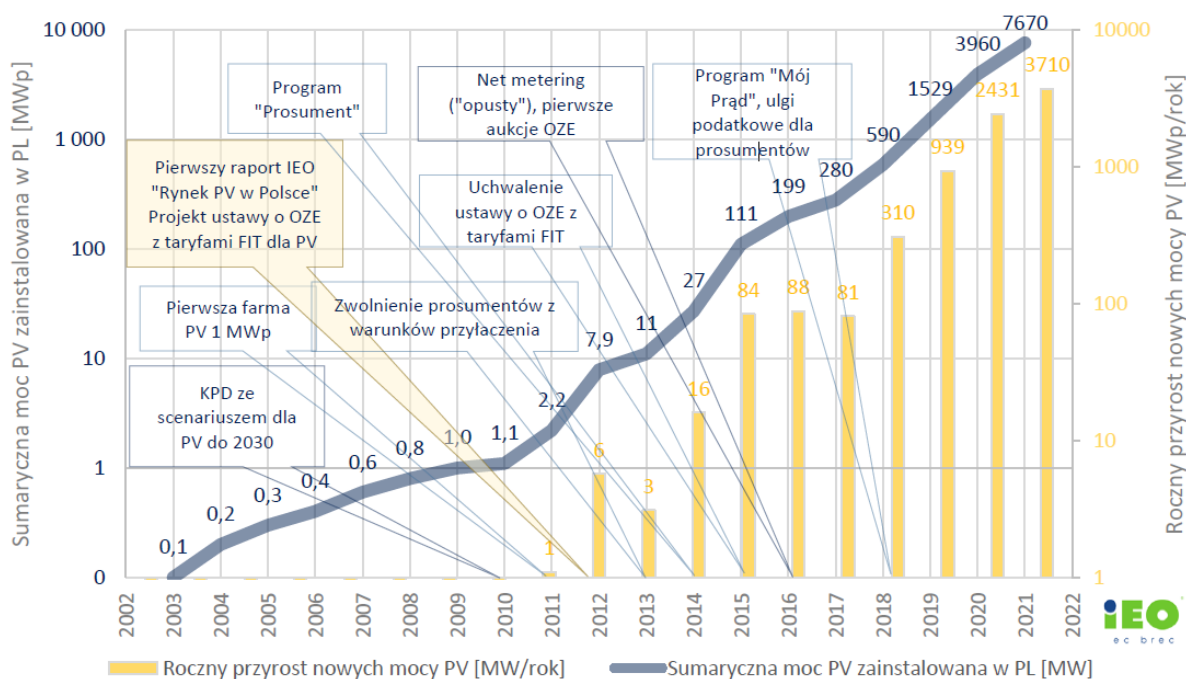
⁵⁵ <https://cor.europa.eu/pl/news/Pages/critical-raw-materials-role-future-of-europe.aspx> [dostęp: 15.09.2022]

⁵⁶ Rynek Fotowoltaiki w Polsce 2022, Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa maj 2022

⁵⁷ <https://top-oze.pl/prawie-850-tysiecy-prosumentow-na-koniec-2021-roku/> [dostęp: 15.09.2022]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 124/477</p>

Na koniec lipca 2022 r. moc zainstalowana fotowoltaiki w Polsce wyniosła już 10,6 GW. To o 87 proc. więcej niż w lipcu ubiegłego roku, kiedy zanotowano 5,6 GW.⁵⁸



Rys. 14.6 Przyrost mocy PV w Polsce w latach 2002- 2022⁵⁹

Instytut Energetyki Odnawialnej (IEO) ocenia, że ze względu na rosnące ceny prądu moc zainstalowana PV do 2025 roku w Polsce przekroczy 20 GW (wzrost o 14 GW w latach 2022-2025), a w 2030 roku skumulowana moc zainstalowana może wynieść nawet 28,5 GW.

Popyt na montaż instalacji PV napędzany cenami energii elektrycznej oraz zachętami w postaci programów pomocowych czy ulgi termomodernizacyjnej jest wysoki, pomimo ostatnich obaw związanych ze zmianami prawnymi wprowadzonymi w życie z dniem 1 kwietnia 2022 r. ustawą o OZE (sposób rozliczania prosumentów – przejście z net-metering na net-billing). w ciągu 12 miesięcy (lipiec 2021 – lipiec 2022) zainstalowano w kraju instalacje PV o mocy 5 GW. Wynik ten pokazuje, iż aktualnie moce rynkowe w zakresie liczby pracowników i dostępnych produktów (elementów instalacji PV) nadążają za potrzebami rynkowymi.

Według danych Międzynarodowej Agencji Źródeł Odnawialnych (IRENA), w Polsce w 2020 roku w branży energetyki słonecznej pracowało 29,4 tys. osób.⁶⁰

⁵⁸ <https://www.rynekelektryczny.pl/moc-zainstalowana-fotowoltaiki-w-polsce/> [dostęp 22.09.2022]

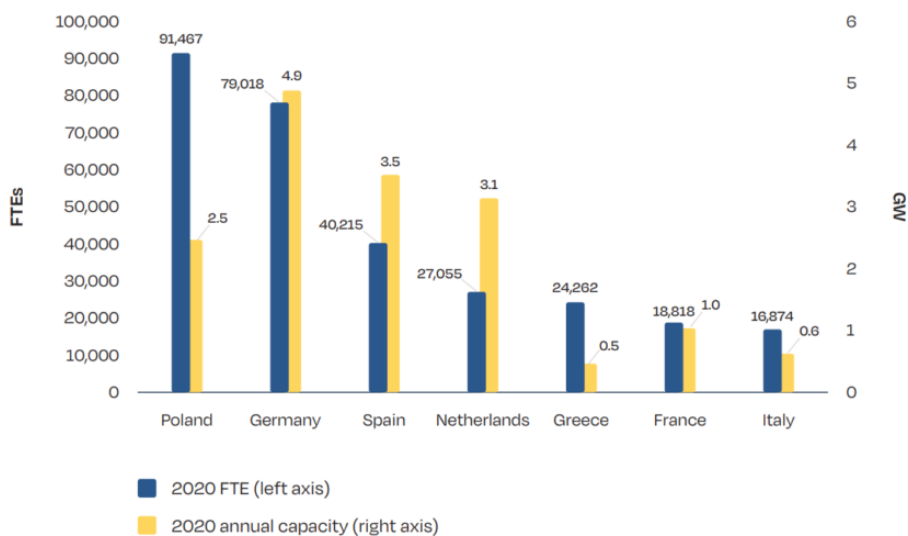
⁵⁹ Raport „Rynek forowoltaiki w Polsce 2022”, Instytut Energetyki Odnawialnej, maj 2022 r., Warszawa.

⁶⁰ <https://zielonagospodarka.pl/do-2050-roku-branza-oze-zatrudni-5-razy-wiecej-pracownikow-niz-obecnie-6416> [dostęp 22.09.2022]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 125/477</p>

Według analiz IEO w obszarze fotowoltaiki w 2020 roku liczba osób zatrudnionych na etacie mogła sięgnąć nawet 14,5 tys., natomiast liczba osób pracująca czasowo na innych formach zatrudnienia w branży PV mogła sięgnąć 21 tys. Łącznie jest to 35,5 tys. miejsc pracy w krajowym sektorze fotowoltaicznym.⁶¹ Dodatkowo IEO oszacował, że na 1 MW mocy zainstalowanej w Polsce przypadają 4 osoby zatrudnione na etacie i 7 osób z innymi formami zatrudnienia. Uwzględniając przyrost mocy zainstalowanej w fotowoltaice w 2021 roku, IEO oszacował, że w branży PV jest zatrudnionych na etacie 14,9 tys. osób, a w innych formach zatrudnienia jest to około 28,9 tys. pracowników. Daje to w sumie 43,8 tys. miejsc pracy w sektorze fotowoltaiki.⁶² Można zatem dostrzec tendencję wzrostową w zatrudnieniu w branży PV.

Znacznie większą liczbę osób zatrudnionych w firmach związanych z fotowoltaiką podaje europejskie stowarzyszenie branży energetyki słonecznej SolarPower Europe. Według danych stowarzyszenia w 2020 roku w naszym kraju było to ponad 91 tys. osób. Zgodnie z opracowaniem "EU Solar Jobs Report 2021", którego autorem jest SolarPower Europe, Polska w 2020 roku stała się największym pracodawcą w sektorze słonecznym w UE. Duży wzrost zatrudnienia wynikał z faktu, iż znaczącą liczbę zamontowanych instalacji stanowiły systemy fotowoltaiczne dla gospodarstw domowych, których instalacja tworzy więcej miejsc pracy niż większe systemy PV w segmencie dużych farm słonecznych.⁶³



Rys. 14.7 Kraje EU o największym zatrudnieniu w sektorze słonecznym w 2021 roku⁶³

⁶¹ Rynek Fotowoltaiki w Polsce 2021, Instytut Energetyki odnawialnej, Warszawa maj 2021

⁶² <https://www.gramzielone.pl/energia-sloneczna/108023/prawie-17-ml-d-zl-obrotu-w-polskiej-branzy-fotowoltaicznej> [dostęp: 27.05.2022]

⁶³ Raport „EU Solar Jobs Report 2021”, SolarPower Europe, listopad 2021 r.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 126/477

Tabela 14.4 Rozwój systemów PV na terenie Warszawy w latach 2020–2050 (model 3)

Rok	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Produkcja e.e. z PV w danym roku, TWh	0	0,9	2,2	2,6	2,7	2,7	2,7
Przyrost mocy PV w ciągu 5 lat, GWp*	0	0,9	1,3	0,4	0,1	0	0

* Zgodnie z założeniem przyjętym w Etapie II opracowania średni roczny uzysk energii z instalacji PV w warunkach warszawskich wyniesie ok. 1 TWh /1 GWp.

Zgodnie z powyższą tabelą (Tabela 14.4) największe tempo wzrostu liczby instalacji przypada w Warszawie na lata 2020–2030 i wynosi 2,2 GW, co oznacza konieczność montażu 220 MWp na rok. w skali całego kraju w okresie jednego roku – lipiec 2021 – lipiec 2022, zainstalowano aż 5 GWp. Biorąc pod uwagę prognozę IEO dot. rozwoju PV w Polsce można uznać, iż nie powinno być problemów z montażem na terenie Warszawy instalacji PV o mocy 2,2 GW do 2030 roku. w kolejnych 5-letnich okresach przyrost mocy instalacji PV w Warszawie jest już dużo mniejszy – 0,4 GWp (80 MWp rocznie) i 0,1 GWp (20 MWp rocznie).

Według stanu na 9 maja 2022 r. w województwie mazowieckim, w ramach programu Mój Prąd, zainstalowano 192 MWp (przyznano 33,5 tys. dotacji).⁶⁴


Należy jednak zwrócić uwagę na **czynniki mogące mieć wpływ na siły rynkowe** w obszarze rynku energetyki słonecznej:

1. Pracownicy

Zgodnie z danymi liczba pracowników zatrudnionych w branży PV wciąż rośnie. Wynika to z rosnącego zapotrzebowania na instalacje – duża liczba zleceń pozwala odnaleźć się na rynku większej liczbie firm. Dodatkowo należy zauważyć, iż na sytuację na rynku pracy w branży PV pozytywnie wpływa polityka Unii Europejskiej, która konsekwentnie stawia na rozwój mocy z fotowoltaiki. Przykładem może być ogłoszony w związku z agresją Rosji na Ukrainę plan REPowerEU, w którym zakłada się przyspieszenie rozwoju OZE (w stosunku do wprowadzonego w 2021 pakietu Fit for 55, którego celem jest przyspieszenie transformacji energetycznej UE), a w szczególności w obszarze wykorzystania energii słonecznej – do 2025 r. ma powstać ponad 320 GW nowych instalacji fotowoltaicznych, a do 2030 r. - prawie 600 GW w całej Unii. Aby pomóc w osiągnięciu celu Komisja Europejska przygotowała również „Strategię UE na rzecz energii słonecznej”⁶⁵. Stabilne otoczenie prawne i niezmienny od wielu lat kierunek wyznaczony przez Unię pozwala firmom na realizowanie długoterminowych strategii rozwoju związanych z produkcją i montażem instalacji fotowoltaicznych. Biorąc jednak pod uwagę prognozy tempa rozwoju rynku PV w kraju, należy położyć duży nacisk na kształcenie pracowników w zakresie OZE. Na poziomie szkoły średniej (szkoły zawodowe i technika)

⁶⁴ www.mojprad.gov.pl

⁶⁵ <https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/>

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 127/477</p>

powinny być organizowane kierunki, które wykształcą m.in. monterów czy elektryków. Taką ofertę wśród warszawskich szkół można znaleźć np. w Technikum nr 7 w Zespole Szkół im. inż. Stanisława Wysockiego d. "Kolejówka". Uczelnie wyższe powinny zaś kształcić specjalistów znających szczegółowo techniczne zagadnienia związane z właściwym doborem i pracą urządzeń OZE. Można zauważyć, że uczelnie wyższe już teraz wychodzą naprzeciw potrzebom rynku. w roku akademickim 2022/2023 studia na kierunku lub specjalności związanej z odnawialnymi źródłami energii można już podjąć na kilkunastu uczelniach publicznych i niepublicznych⁶⁶, w tym np. w woj. mazowieckim są to: Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie⁶⁷, Politechnika Warszawska⁶⁸ czy Szkoła Wyższa Gospodarstwa Wiejskiego⁶⁹. Liczba pracowników w branży OZE będzie się również zwiększać na skutek przepływu kapitału ludzkiego z sektorów związanych z paliwami kopalnymi. Według badania opublikowanego m.in. w czasopiśmie One Earth czy The Guardian, zatrudnienie w sektorze OZE w 50 krajach świata do 2050 r. ma wzrosnąć pięciokrotnie. 85% nowych pracowników znajdzie pracę w sektorze energetyki wiatrowej i fotowoltaiki^{70 71 72}. W tym samym czasie zatrudnienie w sektorze związanym z paliwami kopalnymi spadnie czterokrotnie (80% pracowników ze spółek związanych z ropą, gazem czy węglem straci pracę)⁷³. Z badań IEO przeprowadzonych wśród przedsiębiorców z branży PV wynika, że firmy planują rozwój działalności i zwiększenie zatrudnienia (93% firm EPC planuje zwiększenie zdolności wykonawczych)⁷⁴. Wzrost zatrudnienia lub usprawnienie procedur powinien również nastąpić u operatorów sieci dystrybucyjnych, które odpowiadają za przyłączenie instalacji do sieci (przyjmowanie i procedowanie wniosków, wymiana liczników). Aktualnie zgłaszane są opóźnienia leżące po stronie OSD, ponieważ nie przewidzieli oni, że instalacje fotowoltaiczne będą powstawać w Polsce w takim tempie⁷⁵.

⁶⁶ <https://wiecejnizenergia.pl/aktualnosci/gdzie-na-studia-zwiazane-z-oze/> [dostęp: 25.05.2022]

⁶⁷ <https://www.otouczelnie.pl/arttykul/3334/Odnawialne-zrodla-energii> [dostęp: 25.05.2022]

⁶⁸ <https://www.itc.pw.edu.pl/Studia/Studia-dzienne/Zrownowazona-Energetyka> [dostęp: 25.05.2022]

⁶⁹ <https://www.itc.pw.edu.pl/Studia/Studia-dzienne/Zrownowazona-Energetyka> [dostęp: 25.05.2022]

⁷⁰ <https://www.theguardian.com/environment/2021/jul/23/hitting-global-climate-target-could-create-8m-energy-jobs-study-says> [dostęp: 25.05.2022]


⁷¹ <https://www.oneearth.org/100-renewable-energy/> [dostęp: 25.05.2022]

⁷² <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S259033222100347X> [dostęp: 25.05.2022]

⁷³ Ibidem.

⁷⁴ Rynek Fotowoltaiki w Polsce 2022, Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa maj 2022

⁷⁵ <https://gadzetomania.pl/ile-czeka-sie-na-przylyczenie-fotowoltaiki-w-polsce-coraz-dluzej,6705086047622785a> [dostęp: 25.05.2022]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 128/477</p>

2. Dostępność materiałów

Kolejnym ważnym czynnikiem dla zapewnienia realizacji planów zwiększania mocy z OZE są stabilne dostawy komponentów, z których składa się instalacja. Problemy związane z zapewnieniem szerokiego dostępu do krajowych technologii oraz zakłóceniami dostaw i wzrostem cen urządzeń z importu można było zaobserwować chociażby podczas pandemii koronawirusa (problemy z frachtami z Azji, wyhamowanie produkcji w chińskich fabrykach), kiedy to światowe łańcuchy dostaw zostały mocno nadwyrężone, a czasem nawet zerwane. w 2020 roku udział przemysłu PV w UE wyniósł zaledwie 11% w przypadku polikrzemu, 2-3% w przypadku modułów, 1% w przypadku płytek słonecznych i 0,4% w przypadku ogniw słonecznych. Udział samych Chin w dostawach technologii PV na rynek UE stanowi 90% w przypadku płytek krzemowych, 77% w przypadku ogniw krzemowych i 70% w przypadku modułów PV. w latach 2020-2021 udział polskich producentów modułów spadł poniżej 10% na krajowym rynku, natomiast udział chińskich producentów wzrósł do 90%, przy czym zależność także polskich producentów modułów od chińskich dostawców ogniw wynosi już 100%⁷⁶.


Należy zatem nie tylko promować, a także podejmować działania prawne zwiększające tzw. local content, a więc udział europejskich (w tym polskich) firm w łańcuchu dostaw dla sektora PV. Jeżeli Polska chce włączyć się w światowy system dostaw technologii i skracać łańcuchy dostaw na rynek krajowy, musi rozwinąć zdolności produkcyjne. Udział producentów krajowych w dostawach komponentów i urządzeń dla instalacji fotowoltaicznych w 2020 roku wynosił 23%, ale już w 2025 roku, wg planów inwestycyjnych polskich firm przemysłowych, może wzrosnąć do niemal 40%.⁷⁷ w celu wzmocnienia pozycji polskich producentów oraz firm montażowych, w grudniu 2021 roku, pomiędzy administracją rządową i przedstawicielami sektora PV, zawarto „Porozumienie o współpracy na rzecz rozwoju sektora fotowoltaiki”⁷⁸. Jednym z czterech kluczowych obszarów działań jest właśnie rozwój krajowego przemysłu urządzeń fotowoltaicznych. w kwietniu 2022 roku Minister Klimatu i Środowiska powołał Radę Koordynacyjną, która będzie czuwać nad tym, aby działania zadeklarowane w porozumieniu były wypełniane.

W Polsce produkcją modułów PV zajmują się co najmniej 6 firm: Bruk Bet Solar, ML System, Selfa PV, Hanplast, X-disc oraz JBGPV. Posiadają one linie produkcyjne o mocach wytwórczych od 50 do 120 MW/rok, jednak stale zwiększają swoje moce produkcyjne. Polscy producenci mogą pochwalić się know-how różnych generacji modułów PV. Z polskich zakładów produkcyjnych nie tylko wychodzą standardowe moduły krzemowe poli- i monokrystaliczne, ale również moduły typu glass-glass, zintegrowane z budynkiem (ang. BIPV) w tym moduły dwustronne (ang. bifacial). Oprócz firm produkujących moduły PV

⁷⁶ Rynek Fotowoltaiki w Polsce 2022, Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa, maj 2022.

⁷⁷ Rynek Fotowoltaiki w Polsce 2021

⁷⁸ <https://www.gov.pl/attachment/e36fa4c2-cd33-4b1d-b81a-9f621e0a1a09> [dostęp: 14.09.2022]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 129/477</p>

w Polsce funkcjonują również firmy produkujące konstrukcje wsporcze, inwertery czy zabezpieczenia prądowe i okablowanie dedykowane do prądu stałego DC (ang. direct current). Wśród takich firm możemy wymienić m.in.: Corab, Megawaty, Spirvent, BMZ Poland, Ergom, Technokabel, ERKO.

W Polsce realizowana jest także koncepcja polskiej GigaFabryki PV, która ma 10-krotnie zwiększyć moce produkcyjne w zakresie ogniw fotowoltaicznych. Jej inicjatorem jest Instytut Energetyki Odnawialnej, który założył do realizacji tego celu spółkę celową GIGA PV S.A. Wartość inwestycji to blisko 1 miliard złotych. Fabryka ma zostać uruchomiona w 2024 roku i docelowo ma produkować ogniwa dla około 5% rocznych inwestycji fotowoltaicznych na terenie Unii Europejskiej. Fabryka ma zapewnić Polsce komponenty dla 50% rocznego przyrostu mocy z instalacji fotowoltaicznych.⁷⁹


Również instytucje na poziomie europejskim dostrzegły potrzebę wzmocnienia potencjału produkcyjnego OZE na kontynencie. 10 marca 2020 r. Komisja Europejska opublikowała komunikat pt. „Nowa strategia przemysłowa dla Europy”, w którym podkreśliła znaczenie wszystkich przemysłowych łańcuchów wartości w UE. Jako kluczowe działania do przeprowadzenia transformacji energetycznej wskazano zabezpieczenie dostaw czystej i przystępnej cenowo energii i surowców. Europejska Rada ds. Produkcji Przemysłowej dla Energetyki Słonecznej wystosowała postulat, aby 75% zainstalowanych mocy fotowoltaicznych w UE bazowało na europejskiej produkcji (35 GW/rok w 2025r. i 100 GW w 2030r.).⁸⁰ 11 marca 2022 r., w odpowiedzi na atak Rosji na Ukrainę, członkowie Rady Unii Europejskiej (głowy państw członkowskich i szefowie rządów) podpisali Deklarację Wersalską⁸¹, która wspiera inicjatywy przemysłowe, w tym dywersyfikację łańcuchów dostaw, wzmocnienie pozycji technologicznej i rozwój zdolności produkcyjnej UE w zakresie m.in. półprzewodników (krzem).

W maju 2022 roku Komisja Europejska poinformowała o inicjatywie 52 istotnych dla europejskiego przemysłu firm fotowoltaicznych z 12 krajów europejskich – program PV-IPCEI, która ma odbudować europejski przemysł PV. 11 października 2022 roku Komisja Europejska oficjalnie zatwierdziła nowy Sojusz na rzecz przemysłu fotowoltaicznego w celu zwiększenia skali technologii wytwarzania innowacyjnych produktów i komponentów fotowoltaicznych, który ma przyczynić się do przyspieszenia rozmieszczenia energetyki słonecznej w całej UE i poprawy odporności systemu energetycznego UE – jest to realizacja inicjatywy wskazanej w Strategii Energii Słonecznej UE, przyjętej w maju 2022 r. w ramach planu REPowerEU. Należy wziąć pod uwagę, iż panele fotowoltaiczne powstają z pierwiastków ziem rzadkich. Do budowy paneli wykorzystuje się: aluminium, żelazo, nikiel, cynk, ołów, kadm, srebro, bor,

⁷⁹ <https://swiatoze.pl/gigafabryka-ogniw-pv-powstanie-na-slasku/> [dostęp: 29.09.2022]

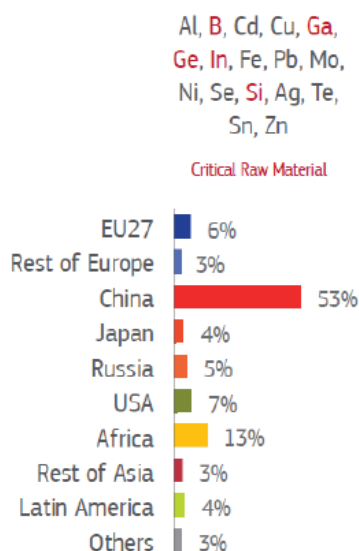
⁸⁰ <https://esmc.solar/news-european-solar-manufacturing-pv/solar-manufacturing-renaissance-in-europe-appeal-for-rrf-commitment/> [dostęp: 29.09.2022]

⁸¹ <https://www.consilium.europa.eu/media/54787/20220311-versailles-declaration-pl.pdf> [dostęp: 29.09.2022]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 130/477</p>

german, krzem, miedź, gal, ind, molibden, selen, cyna, tellur. Do surowców krytycznych – określonych przez Komisję Europejską w postaci katalogu surowców o wysokim znaczeniu dla gospodarki europejskiej i wysokim ryzykiem związanym z ich podażą – potrzebnych do budowy paneli fotowoltaicznych należy zaliczyć: bor, german, krzem, gal oraz ind. Na Rys. 14.8 można zauważyć, iż ponad 50% potrzebnych do produkcji PV pierwiastków pochodzi z Chin. We wrześniu 2020 roku opublikowano Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów „Odporność w zakresie surowców krytycznych: wytyczanie drogi do większego bezpieczeństwa i bardziej zrównoważonego rozwoju”⁸². Zgodnie z nim kraje UE powinny wzmocnić działania w kierunku recyklingu i odzysku surowców wtórnych, które mogą być ponownie wykorzystane do budowy źródeł OZE, oraz zdywersyfikować swoje stosunki handlowe, wspierając kraje rozwijające się posiadające potrzebne surowce.

Problem został także dostrzeżony przez Parlament Europejski, który przyjął 24 listopada 2021 roku rezolucję w sprawie europejskiej strategii na rzecz surowców krytycznych⁸³, w której wzywa Komisję Europejską do podjęcia działań mających na celu zdywersyfikowanie źródeł dostaw surowców krytycznych i zmniejszenie zależności od kilku krajów spoza UE.




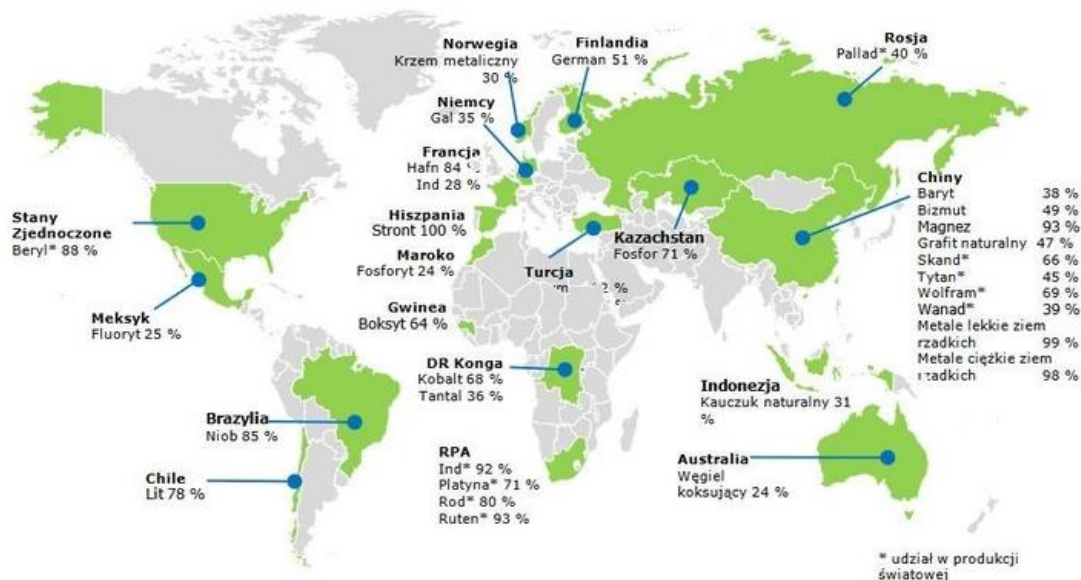
Rys. 14.8 Pochodzenie dostaw pierwiastków wykorzystywanych do budowy PV⁸⁴

⁸² <https://webapi2016.eesc.europa.eu/v1/documents/EESC-2020-05078-00-03-AC-TRA-PL.docx/content> [dostęp: 04.10.2022]

⁸³ <https://www.prawo.pl/akty/dz-u-ue-c-2022-224-22,69580101.html> [dostęp: 04.10.2022]

⁸⁴ Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU-A Foresight Study. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 131/477



Rys. 14.9 Najwięksi dostawcy surowców krytycznych do UE⁸⁵

14.3.2. Energetyka wiatrowa

Według informacji o zasobach wytwórczych KSE przedstawionych przez PSE (wg stanu na 1 stycznia 2022 roku) moc zainstalowana w energetyce wiatrowej w naszym kraju osiągnęła poziom 8,2 GW. Zgodnie z informacjami dotyczącymi JWCD będących w eksploatacji oraz których rozpoczęcie eksploatacji jest planowane w ciągu najbliższych 5 lat, do 2025 roku powstanie kolejnych 4,5 GW.⁸⁶

Tabela 14.5 Przewidywany przyrost mocy w lądowych farmach wiatrowych w Polsce do 2025 roku⁸⁶

Rok	XII 2021	XII 2022	XII 2023	XII 2024	XII 2025
Moc zainstalowana elektrowni wiatrowych, MW	8 212	9 745	10 003	10 199	12 726

W modelu 3 przewidywany wolumen energii do wytworzenia w 2050 roku w technologii EWL w otulinie wynosi 2,2 TWh. Przewidywany wolumen energii do wytworzenia w 2050 roku

⁸⁵ Komunikat Komisji Europejskiej do Parlamentu europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów: Odporność w zakresie surowców krytycznych: wytyczanie drogi do większego bezpieczeństwa i bardziej zrównoważonego rozwoju, Bruksela dnia 03.09.2020 r., COM(2020) 474 final.

⁸⁶ <https://www.pse.pl/documents/20182/ba7ecd4d-f5fc-4aae-abb2-dc916e928812?safeargs=646f776e6c6f61643d74727565> [dostęp:04.10.2022]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 132/477</p>

w technologii EWM na Morzu Bałtyckim wynosi zaś 4,7 TWh (szacowany dla Polski w roku 2050 potencjał produkcji energii elektrycznej z technologii EWM wynosi 144,7 TWh⁸⁷). Zgodnie z poniższą tabelą (Tabela 14.6), tempo wzrostu ilości energii elektrycznej pochodzącej z lądowych farm wiatrowych zainstalowanych w otulinie Warszawy w latach 2020–2050 przebiega w miarę stabilnie – maksymalnie 0,5 TWh na 5 lat (około 0,1 TWh na rok). w przypadku morskich farm wiatrowych największe tempo przyrostu ilości energii przypada na lata 2030–2040 – około 1,5 TWh na 5 lat (ok. 0,3 TWh na rok).

Tabela 14.6 Trajektoria produkcji energii elektrycznej z lądowych (otulina Warszawy) i morskich elektrowni wiatrowych na potrzeby Warszawy w latach 2020–2050

Rok	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Produkcja e.e. z EWL w danym roku, TWh	0	0,2	0,5	0,8	1,3	1,8	2,2
Produkcja e.e. z EWM w danym roku, TWh	0	0,0	0,6	2,2	3,7	4,4	4,7

Według szacunków stowarzyszenia WindEurope czas realizacji inwestycji, od podjęcia ostatecznej decyzji inwestycyjnej (FID) do daty oddania farmy wiatrowej do eksploatacji, wynosi do jednego roku dla lądowej energetyki wiatrowej i 2–3 lata w przypadku morskiej energetyki wiatrowej.⁸⁸

1. Pracownicy


Organizacje Global Wind Energy Council (GWEC) i Global Wind Organisation (GWO) szacują, że szybki rozwój lądowych i morskich projektów energetyki wiatrowej na całym świecie wygeneruje ogromne zapotrzebowanie na wykwalifikowaną siłę roboczą. Według organizacji globalna moc lądowej i morskiej energetyki wiatrowej do 2026 roku zwiększy się o 67 proc. – z 837 GW w 2021 roku do 1 394 GW w 2026 roku. Zgodnie z prognozami do 2026 będzie potrzebnych w sektorze energetyki wiatrowej 569 tys. pracowników.⁸⁹

Polskie firmy posiadają kompetencje i od wielu lat dostarczają niezbędne komponenty do energetyki wiatrowej, w szczególności w zakresie konstrukcji stalowych, kompozytowych, wszelkiego rodzaju odlewów oraz wyspecjalizowanej obróbki termicznej i mechanicznej oraz komponentów elektrycznych. Wszystkie prace związane bezpośrednio z budową farm wiatrowych – cała faza przygotowawcza, transport i montaż turbiny, faza budowy i podłączenia elektrycznego, mogą być wykonywane przez doświadczonych krajowych

⁸⁷ Raport Polskiego Stowarzyszenia Energetyki Wiatrowej pt: *„Wizja dla Bałtyku. Wizja dla Polski. Rozwój morskiej energetyki wiatrowej w basenie Morza Bałtyckiego”*. Wrzesień 2020.

⁸⁸ <https://www.gramzielone.pl/energia-wiatrowa/107840/nizsze-inwestycje-w-energetyce-wiatrowa> [dostęp: 10.10.2022]

⁸⁹ Global Wind Workforce Outlook 2022–2026

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 133/477</p>

przedsiębiorstwa budowlano-montażowe, które od wielu lat świadczą usługi w kraju oraz poza jego granicami.


Instytut Jagielloński, w opracowaniu przygotowanym wspólnie z PSEW, zakłada, że w perspektywie do 2030 roku rozwój lądowej energetyki wiatrowej w Polsce w oparciu o krajowych dostawców może przyczynić się do powstania od 50 000 do 97 000 nowych miejsc pracy⁹⁰.

W ślad za ambitnymi planami rozwojowymi w zakresie energetyki wiatrowej (zarówno lądowej, jak i morskiej) podąża wzrost zapotrzebowania na pracowników dla sektora energetyki wiatrowej. Strategie spółek energetycznych dotyczące budowy farm wiatrowych opierają się również na ścieżkach rozwoju opracowanych przez międzynarodowe instytucje. w Unii Europejskiej przyjęty przez Komisję Europejską program Fit For 55 przewiduje zwiększenie ogólnounijnego celu w zakresie OZE z 32% do 40% do roku 2030 – oznacza to, że w UE będziemy instalować 30 GW nowych farm wiatrowych do 2030 roku, tak aby osiągnąć 451 GW mocy w energetyce wiatrowej, wobec obecnych 180 GW. Co więcej, według strategii REPowerEU (projekt nieobowiązujący) nowy cel unijny dla energetyki wiatrowej to 480 GW mocy zainstalowanej do roku 2030. Wymaga to jednak instalowania w latach 2022–2030 na obszarze UE 32 GW rocznie w energetyce wiatrowej (ok. 25 GW na lądzie, 7 GW na morzu).⁹¹ Idąc dalej, Unia Europejska chce, aby do 2050 roku energetyka wiatrowa zapewniała 50 proc. energii elektrycznej w Europie. Oznacza to rozwój energetyki wiatrowej na lądzie do poziomu 1 000 GW, a morskiej energetyki wiatrowej do 300 GW.

W Polsce można zauważyć stopniowe zmiany zachodzące w systemie edukacji i szkoleń w zakresie energetyki odnawialnej – pojawiają się nowe propozycje dla osób chętnych do rozwoju zawodowego w tym obszarze. Oprócz dedykowanych kierunków na szczeblu szkoły średniej czy studiów na wyższych uczelniach, w Polsce funkcjonuje wiele centrów szkoleniowych, pozwalających uzyskać niezbędne uprawnienia i kompetencje, często potwierdzane wymaganymi certyfikatami, obejmujące m.in. prace wysokościowe czy zasady bezpieczeństwa przeciwpożarowego. Coraz więcej uczelni wyższych otwiera kierunki studiów pierwszego i drugiego stopnia oraz studia podyplomowe, np. Wydział Oceanotechniki i Okrętownictwa Politechniki Gdańskiej proponuje studia podyplomowe „Morska energetyka wiatrowa”. Natomiast Akademia Morska w Szczecinie uruchamia 3,5-letnie studia pierwszego stopnia na kierunku „Inżynieria przemysłowa i morskie elektrownie wiatrowe”. Także dla branży onshore można znaleźć kierunki związane z zarządzaniem zieloną energią, np. w Szkole Głównej Handlowej w Warszawie, czy organizowane przez Instytut Energetyki Odnawialnej i Politechnikę Warszawską studia podyplomowe „Energetyka odnawialna dla

⁹⁰ Diagnoza obecnej sytuacji i potencjału krajowego łańcucha dostaw dla lądowej energetyki wiatrowej w Polsce, Instytut Jagielloński, Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej, 2021.

⁹¹ <https://www.gramzielone.pl/energia-wiatrowa/107840/nizsze-inwestycje-w-energetyce-wiatrowa> [dostęp: 10.10.2022]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 134/477</p>

biznesu: technologie, ekonomia, wdrożenia”. Również na poziomie szkół średnich, w technikach i szkołach zawodowych powstają specjalizacje związane z energetyką wiatrową, np. „Technik urządzeń i systemów energetyki odnawialnej” w Zespole Szkół Ekologiczno-Transportowych w Gdyni.

Kolejnym elementem zaspokajania potrzeb branży jest przebranżawianie osób zatrudnionych w innych sektorach przemysłu. Nowe kadry dla sektora wiatrowego powinny przejść przede wszystkim szkolenia z zakresu bezpieczeństwa pracy. Światowy przemysł wiatrowy pracuje nad ustanowieniem globalnych standardów bezpieczeństwa – opracowane normy są uznawane i stosowane w ponad 50 krajach. Szkolenia i certyfikację prowadzą ośrodki upoważnione przez GWO. w 2021 roku globalnie ponad 80 tys. osób ukończyło szkolenie zgodne ze standardem GWO. w Polsce szkolenia Basic Safety Training oraz Basic Technical Training zgodne ze standardami GWO prowadzi między innymi European Wind Academy, Global Wind Consulting i Windhunter Academy. Uzyskaniem certyfikatów GWO kończą się także szkolenia organizowane wspólnie przez dewelopera farm wiatrowych OX2, Windhunter Academy i Spółkę Restrukturyzacji Kopalń. Jego celem jest przekwalifikowanie górników odchodzących z branży wydobywczej do pracy w charakterze technika i instalatora turbin wiatrowych.⁹²

Wojna w Ukrainie odcisnęła swoje piętno również w tym obszarze – powszechna mobilizacja obywateli Ukrainy spowodowała problemy organizacyjne i opóźnienia w realizowanych inwestycjach budowanych farm wiatrowych.

2. Dostępność materiałów

Zgodnie z raportem przedstawionym przez Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej (PSEW) poziom local content w krajowym łańcuchu dostaw dla lądowych farm wiatrowych kształtuje się obecnie na poziomie 55–60%, jednak szacunki pokazują, że w ciągu najbliższych 10 lat możliwe jest osiągnięcie 75%. Zakładany wzrost udziału krajowego przemysłu i branży usługowo-instalacyjnej ma być wynikiem „odblokowania” lądowej energetyki wiatrowej (zniesienie lub ograniczenie zasady 10 H).⁹³

Podstawowymi materiałami do produkcji i instalacji farmy wiatrowej są: beton, stal, kompozyty (włókno szklane, węglowe, polimery i inne) oraz miedź i aluminium. Większość materiałów potrzebnych do budowy farm wiatrowych jest wytwarzana w Polsce. Dla przykładu polski sektor stalowy i metalurgiczny jest bardzo dobrze rozwinięty i zaawansowany technologicznie – polskie huty mogą dostarczyć stal w ilości od około 800 tysięcy do nawet blisko 1,5 miliona ton. w kwestii produkcji betonu krajowy rynek betonu towarowego zajął w 2021 roku czwarte miejsce w Unii Europejskiej, produkując 26,6 mln m³

⁹² <https://gramwzielone.pl/energia-wiatrowa/109103/tylu-pracownikow-zatrudni-sektor-wiatrowy> [dostęp: 11.10.2022]

⁹³ Raport „Polska energetyka wiatrowa 4.0”, Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej, 2022.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 135/477</p>

betonu⁹⁴. Miedź i aluminium są wydobywane przez krajowego potentata, tj. KGHM Polska Miedź.

Poniżej (Tabela 14.7) przedstawiono ilości materiałów potrzebne do uruchomienia farmy wiatrowej o mocy 50 MW.

Tabela 14.7 Ilość materiałów potrzebna do uruchomienia farmy wiatrowej o mocy 50 MW⁹⁵

Materiały	Ton materiałów
<p>Beton (wykorzystywany np. do produkcji fundamentów, dróg technicznych)</p>	22 836
<p>Stal (wykorzystywana np. do produkcji wież wiatrowych, kołnierzy, obudowy gondoli, elementów konstrukcyjnych, odlewów komponentów gondoli i wirnika)</p>	6 687
<p>Kompozyty (wykorzystywane np. do produkcji łopaty wirnika, obudowy piasty, obudowy gondoli, osłony kabli)</p>	1 051
<p>Aluminium i miedź (komponenty elektryczne, kable, elementy wyposażenia)</p>	301

Polskie firmy nie dysponują własną technologią turbin wiatrowych, a w kraju nie działa aktualnie żaden producent tych elementów, co oznacza, że obecnie Polska byłaby skazana na import turbin. Najwięksi producenci turbin wiatrowych: Vestas z Danii, Goldwind z Chin, General Electric ze Stanów Zjednoczonych, Siemens Gamesa z Hiszpanii, Enercon, Nordex, Mingyanga z Chin)⁹⁶. Sytuacja ta może jednak ulec zmianie, ponieważ Vestas zapowiedziała budowę fabryki w Szczecinie, gdzie będzie produkować części (gondole) do największych na rynku turbin wiatrowych (wykorzystywane w morskiej energetyce wiatrowej).⁹⁷

Morska energetyka wiatrowa (offshore)

Zgodnie z zapisami Polityki energetycznej Polski do 2040 roku moc zainstalowana morskich farm wiatrowych na Bałtyku w perspektywie 2030 r. może sięgnąć 5,9 GW, a w 2040 roku potencjał oceniany jest na ok. 11 GW. Pierwsze prace instalacyjne mają się rozpocząć w 2024 roku, zaś pierwsze przyłączenia do sieci zaplanowano dwa lata później, na 2026 rok.

W przypadku tego typu instalacji potrzebny jest port spełniający wymogi portu instalacyjnego dla EWM. w marcu 2022 roku Rada Ministrów zdecydowała o lokalizacji terminalu instalacyjnego dla morskich farm wiatrowych w porcie zewnętrznym w Gdańsku. Inwestycja

⁹⁴ <https://inwestycje.pl/biznes/produkcja-betonu-towarowego-w-polsce-wzrosła-o-28-r-r-w-2021/> [dostęp: 12.10.2022]

⁹⁵ źródło: IRENA

⁹⁶ <https://swiatoze.pl/top-5-producentow-turbin-wiatrowych/> [dostęp: 12.10.2022]

⁹⁷ <https://www.money.pl/gospodarka/dunski-gigant-stawia-na-polske-praca-dla-700-osob-w-fabryce-w-szczecinie-6824268298746720a.html> [dostęp: 20.10.2022]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 136/477</p>


ma zostać wykonana do 1 czerwca 2025 roku. w październiku 2022 roku PKN Orlen i Zarząd Morskich Portów Szczecin i Świnoujście podpisały umowę dotyczącą terminala instalacyjnego dla farmy wiatrowej Baltic Power. Konieczne jest również przeprowadzenie inwestycji w zakresie portów O&M. Porty na etapie eksploatacji świadczą na rzecz farmy wiatrowej usługi wsparcia w zakresie obsługi i serwisu. Pierwsze działania w tym zakresie zostały już poczynione przez spółki zainteresowane budową farm wiatrowych na Bałtyku - spółka PGE Baltica, która realizuje program offshore Grupy PGE, w październiku 2022 roku przedstawiła plany budowy portu serwisowego w Ustce, natomiast spółka Equinor, która ma budować farmy wiatrowe wspólnie z Polenergią, zakupiła w Łebie działki, na których ma powstać port serwisowy dla projektów MFW Bałtyk II i MFW Bałtyk III. Na obszarze portu we Władysławowie powstanie baza operacyjno-konserwacyjna dla utrzymania morskiej farmy wiatrowej BC-Wind, realizowanej przez Ocean Winds.

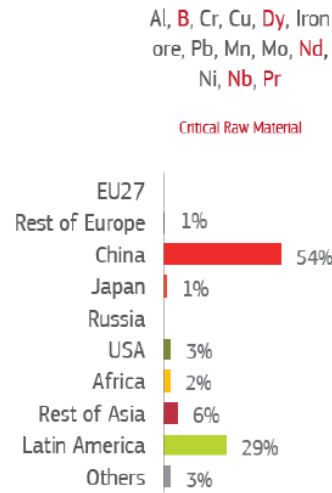
Ministerstwo Klimatu i Środowiska szacuje, że polski łańcuch dostaw dla branży offshore obejmuje dziś ponad 400 przedsiębiorstw, a specjaliści zajmujący się tą branżą oceniają, że udział krajowych firm w projektach pierwszej fazy rozwoju morskich farm wiatrowych będzie sięgał 20–25 proc., choć potencjał krajowego przemysłu w tym sektorze jest nawet dwukrotnie większy. Według ministerstwa, w Polsce do 2040 roku ma powstać od 60 do nawet 77 tys. nowych miejsc pracy związanych bezpośrednio i pośrednio z programem budowy morskich farm wiatrowych na Bałtyku.⁹⁸

W przypadku budowy farm wiatrowych na Bałtyku należy odnotować ogromne zainteresowanie. Ze strony krajowych koncernów energetycznych – wnioski o wydanie pozwoleń na wznoszenie lub wykorzystywanie sztucznych wysp, konstrukcji i urządzeń w polskich obszarach morskich złożyli m.in.: PGE, Tauron, Enea, ZE PAK, Polenergia, PKN Orlen, KGHM – spółki te występują często w konsorcjum z doświadczonymi w tym zakresie spółkami międzynarodowymi, jak np.: Orsted, Total czy Equinor. O wnioski o lokalizację na Morzu Bałtyckim ubiegają się również inni światowi inwestorzy. Wśród aplikujących wymienia się, oprócz wspomnianych powyżej spółek, brytyjski Shell, szwedzkie Eolus i OX2, hiszpańską Iberdrolę, EDF Renewables (Francja), RWE (Niemcy), Engie (Francja), EDP (Portugalia) oraz konsorcjum SSE Renewables i Acciona Energia. Zapewni to maksymalne wykorzystanie potencjału Morza Bałtyckiego, zastosowanie najlepszych dostępnych technologii oraz sprawną realizację inwestycji.

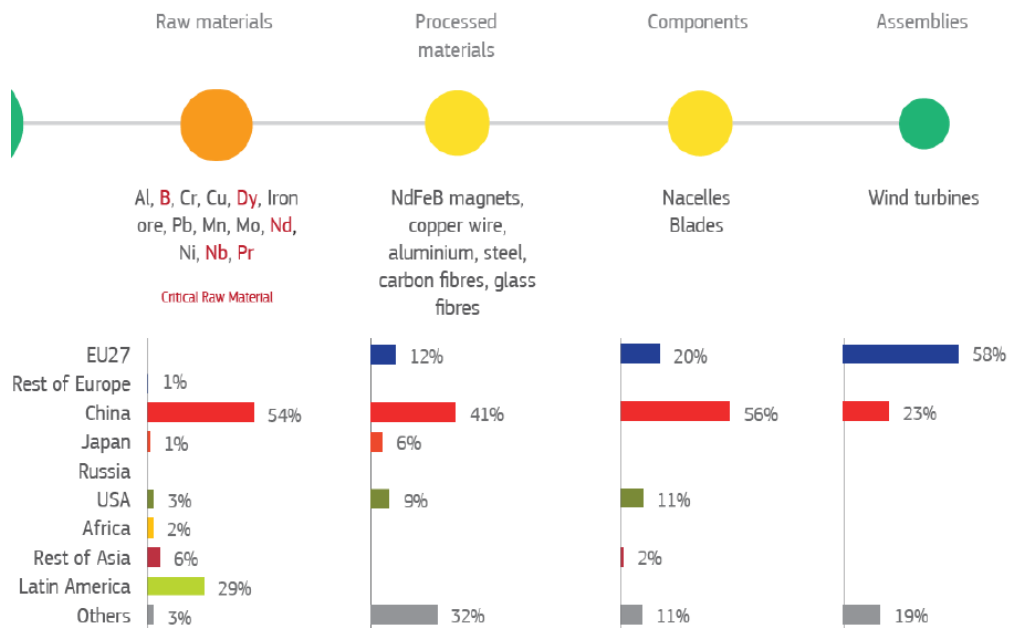
Należy wziąć również pod uwagę, dostępność surowców, z których powstają elementy farm wiatrowych, a w szczególności pierwiastki ziem rzadkich. Do budowy elektrowni wiatrowych wykorzystuje się: żelazo, chrom, magnez, molibden, nikiel, niob, aluminium, miedź, ołów, bor, dysproz, neodym, prazeodym. Do surowców krytycznych w tym przypadku należy zaliczyć: niob, bor, dysproz, neodym, prazeodym. Na Rys. 14.10 można zauważyć, iż ponad 50% potrzebnych do produkcji turbin wiatrowych pierwiastków pochodzi z Chin.

⁹⁸ <https://zielonagospodarka.pl/polska-branza-offshore-liczy-juz-okolo-400-firm-3063> [dostęp: 20.10.2022]

	<p>Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p>Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p>Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 137/477</p>



Rys. 14.10 Pochodzenie dostaw pierwiastków wykorzystywanych do budowy farm wiatrowych⁹⁹



Rys. 14.11 Pochodzenie dostaw na różnym etapie produkcji turbin wiatrowych⁹⁹

99 Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU-A Foresight Study. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="right">Strona/Stron 138/477</p>

14.3.3. Biogazownie

Według rejestru wytwórców biogazu rolniczego, prowadzonego przez Dyrektora Krajowego Ośrodka Wsparcia Rolnictwa (KOWR), w Polsce działa 117 biogazowni, które dysponują łącznie mocą 137,4 MW (stan na 14.10.2022 roku).

Zgodnie z poniższą tabelą (Tabela 14.8) w otulinie Warszawy do 2050 roku mają powstać 204 biogazownie o łącznej mocy 91,9 MW. Największy przyrost nowych inwestycji przypada na lata 2030–2035 – 36,35 MW (81 instalacji). w Polsce w latach 2020–2022, zgodnie z danymi KOWR, rocznie powstaje ok. 11 instalacji.

Całkowity czas realizacji inwestycji – od planowania do rozpoczęcia eksploatacji – wynosi średnio 20–24 miesiące, natomiast sama budowa biogazowni trwa kilka miesięcy. Na polskim rynku istnieje wiele firm zajmujących się budową tego typu instalacji. Silniki gazowe, które są sercem inwestycji, dostarcza wiele wyspecjalizowanych firm: GE, Jenbacher, MWM, Caterpillar.

Tabela 14.8 Trajektoria rozwoju biogazowni w otulinie Warszawy w latach 2020–2050 (model 3)

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Wolumen energii elektrycznej pokrywany przez technologie biogazowe, TWh	0,1	0,1	0,3	0,4	0,5	0,5
Moc zainstalowana w biogazowniach, MW	18,2	18,2	54,55	73,7	91,9	91,9
Liczba biogazowni o mocy 1 MW, szt.	17	17	51	69	86	86
Liczba biogazowni o mocy 50 kW, szt.	24	24	71	94	118	118


Należy odnotować, iż w listopadzie 2021 roku zostało podpisane „Porozumienie o współpracy na rzecz rozwoju sektora biogazu i biometanu”, którego celem jest wspieranie rozwoju sektora biogazu i biometanu w Polsce. Podpisany przez stronę rządową oraz interesariuszy sektora biogazu i biometanu dokument ma pomóc w maksymalizacji udziału polskich przedsiębiorców oraz technologii w łańcuchu dostaw na potrzeby budowy i eksploatacji krajowych biogazowni oraz rozwoju krajowego rynku.

Spółki realizujące inwestycje w biogazowniach nie dostrzegają problemów z popytem rynku w tym obszarze. Zgłaszane bariery dotyczą protestów społecznych, problemów formalno-prawnych na etapie przygotowania inwestycji oraz kwestii zagospodarowania wytworzonej energii.

14.4. Transport

14.4.1. Sieć ładowania pojazdów elektrycznych

Sieć ładowania pojazdów elektrycznych będzie bardziej różnorodna niż sieć tankowania pojazdów spalinowych. Przede wszystkim ze względu na znacznie większą dostępność energii elektrycznej niż paliw kopalnych w postaci płynnej, pojazdy elektryczne będzie można ładować zarówno prywatnie, jak i w punktach ogólnodostępnych. Ładowarki będą dostępne w domach mieszkalnych, parkingach przy osiedlach, sklepach, miejscach pracy, a także na publicznych stacjach ładowania przy drogach. Ładowarki będą miały różne zdolności ładowania, od powolnych o niskich mocach, do szybkich

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 139/477</p>

o dużych mocach. Dziś tankowanie pojazdów spalinowych jest możliwe głównie w punktach ogólnodostępnych (stacje benzynowe) przy drogach.

Dostępne dla Europy studia na temat możliwości rozwoju sieci ładowania pojazdów do 2030 roku wskazują na potrzebę znacznego przyspieszenia prędkości rozbudowy sieci. Takie przyspieszenie w stosunku do obecnego stanu będzie musiało się dokonać, aby zrealizować założenia modelu 3 transformacji energetycznej. Dostrzegane są jednak ograniczenia w możliwości osiągnięcia takiego przyspieszenia związane przede wszystkim z¹⁰⁰:


1. Przewlekłością procedur administracyjnych związanych z otrzymaniem pozwolenia na budowę stacji ładowania, co dotyczy głównie ładowarek o większej mocy (>150kW) oraz rozbudowy sieci elektroenergetycznej na potrzeby budowy stacji ładowania. Obydwie procedury mogą trwać łącznie nawet ponad 2 lata.
2. Przewlekłością procedury podłączania ładowarek do sieci elektroenergetycznej. Procedura ta może trwać nawet dłużej niż 1,5 roku.
3. Niewystarczającą liczbą elektryków, którzy mają uprawnienia i doświadczenie w montowaniu stacji ładowania. Brak rąk do pracy może opóźnić montaż ładowarki o około 1 miesiąc.
4. Niewystarczającą liczbą fabryk produkujących ładowarki (głównie dużej mocy >150kW), co powoduje, że czas oczekiwania na dostawę urządzenia wynosi 6-8 miesięcy.
5. Niewystarczającą jakością utrzymania sieci elektroenergetycznej, aby podłączyć konieczną do użytku liczbę ładowarek. Co ciekawe, Polska jest wymieniana w tym przypadku jako przykład kraju, gdzie sytuacja w tym zakresie jest najgorsza.

Warto jednak zauważyć, że już dziś obowiązujące przepisy powodują, że sieć ładowania pojazdów elektrycznych będzie bardzo szybko rozwijała się w postaci punktów ładowania domowego i osiedlowego (budynkowego) o niskiej mocy. Od 2018 roku wprowadzono na poziomie Unii Europejskiej, a w 2021 roku w Polsce, obowiązek instalowania infrastruktury umożliwiającej zainstalowanie punktów ładowania pojazdów elektrycznych w każdym nowym budynku w ilości docelowo co najmniej 1 punktu ładowania na 5 stanowisk postojowych¹⁰¹. Dzięki tym przepisom infrastruktura ładowania pojazdów będzie powstawała integralnie z budową nowych budynków i w ramach kosztów ich powstania. w praktyce spowoduje to, że koszty powstania tej prywatnej sieci będą bardzo niskie, niemal niezauważalne, dla nabywców w budynkach wielorodzinnych lub przemysłowych.

Jednocześnie w istniejących budynkach o 20 i więcej miejscach parkingowych, do 2025 roku musi powstać co najmniej jeden punkt ładowania pojazdów elektrycznych oraz infrastruktura umożliwiająca montaż kolejnych punktów ładowania. Koszt ten zwykle będzie musiał być poniesiony przez właściciela/i budynku. w budynkach wielorodzinnych koszt ten rozłoży się na wielu właścicieli i wyniesie prawdopodobnie ok. 500 zł (przy założeniu ceny do 10 000 zł za ładowarkę o niskiej mocy

¹⁰⁰ European EV Charging Infrastructure Masterplan, ACEA: <https://www.acea.auto/files/Research-Whitepaper-A-European-EV-Charging-Infrastructure-Masterplan.pdf> [dostęp: 12.10.2022]

¹⁰¹ <https://ceo.com.pl/obowiazek-instalacji-punktow-ladowania-pojazdow-elektrycznych-20033> [dostęp: 12.10.2022]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 140/477</p>

z wyposażeniem) na jeden punkt ładowania pojazdów, co w horyzoncie 10 lat jest kosztem niskim i osiągalnym w każdym takim budynku.

W sieci publicznych punktów ładowania będą znajdowały się głównie ładowarki o średniej i dużej mocy, których koszty instalacji wynoszą od 60 tys. zł (25kW) do nawet 1 mln zł (1MW). Szacowane koszty powstania takiej sieci w Polsce wydają się być duże w skali wszystkich kosztów transformacji (47%) oraz miasta Warszawy (5,5 mld zł). Jednak warto zwrócić uwagę, że rozłożą się one na 30 lat, dając jedynie 155 mln zł rocznie. Tylko w latach 2018-2020 Warszawa dysponowała budżetem na inwestycje rzędu 1,7 mld złotych¹⁰², a więc wydatki na punkty ładowania mogłyby wynieść ok. 8% takiego budżetu inwestycyjnego. To relatywnie dużo, jeśli weźmiemy pod uwagę szacunki, iż w skali Europy wydatki na budowę publicznych punktów ładowania wyniosą prawdopodobnie ok. 3% budżetu na same tylko inwestycje transportowe¹⁰³.

Jednak znaczna część publicznych punktów ładowania powstanie poza budżetem samorządu czy w ogóle poza budżetem publicznym – będą to wydatki prywatne właścicieli stacji obsługi pojazdów. Właściciele Ci będą inwestować w tego typu punkty ładowania, ponieważ prawdopodobnie będzie to przedsięwzięcie komercyjne o interesującej dla nich stopie zwrotu z inwestycji. Tym samym oczekuje się, że mechanizm rynkowy będzie odpowiedzialny za powstanie większości publicznych punktów ładowania. Środki na ten cel będą zatem pochodzić z obecnych lub przyszłych zysków właścicieli stacji tankowania. Jeśli weźmiemy pod uwagę, że z 1 stacji paliw w 2020 roku Grupa Orlen wypracowała ok. 1,2 mln zł zysku, a 3,5 mld zł na całej swojej sieci stacji paliw w Polsce¹⁰⁴, to w Warszawie było w 2020 roku ok. 200 stacji paliw, z których łączny zysk rocznie mógł wynieść ok. 241 mln zł, a w perspektywie 30 lat może wynieść 7,2 mld zł. Są to wystarczające środki, aby do 2050 roku wydatkować nawet 5,5 mld zł na zakup stacji ładowania o średniej i wysokiej mocy na potrzeby pojazdów elektrycznych w Warszawie. Siły rynkowe mogą zatem podołać realizacji modelu 3 transformacji energetycznej w transporcie w zakresie budowy sieci ładowania pojazdów.

14.4.2. Przemysł motoryzacyjny


W przemyśle motoryzacyjnym nie jest przewidywany wzrost produkcji pojazdów osobowych czy ciężarowych. Zmiany nastąpią jedynie w strukturze produkcji pojazdów, na rzecz produkcji wyłącznie pojazdów elektrycznych lub wodorowych i odchodzenia od produkcji pojazdów spalinowych. w związku z tym czynniki związane z liczbą pracowników czy zdolnością fabryk do produkcji pojazdów nie będą ograniczały możliwości produkcji pojazdów.

Natomiast ograniczeniem mogą być zasoby potrzebne do wyprodukowania nowych aut elektrycznych. w stosunku do samochodów spalinowych pojazdy elektryczne potrzebują bowiem

¹⁰² https://wspolnota.org.pl/fileadmin/news/Ranking_nr_20_2021_Inwestycje.pdf [dostęp: 20.10.2022]

¹⁰³ <https://www.virta.global/blog/ev-charging-infrastructure-development-statistics> [dostęp: 20.10.2022]

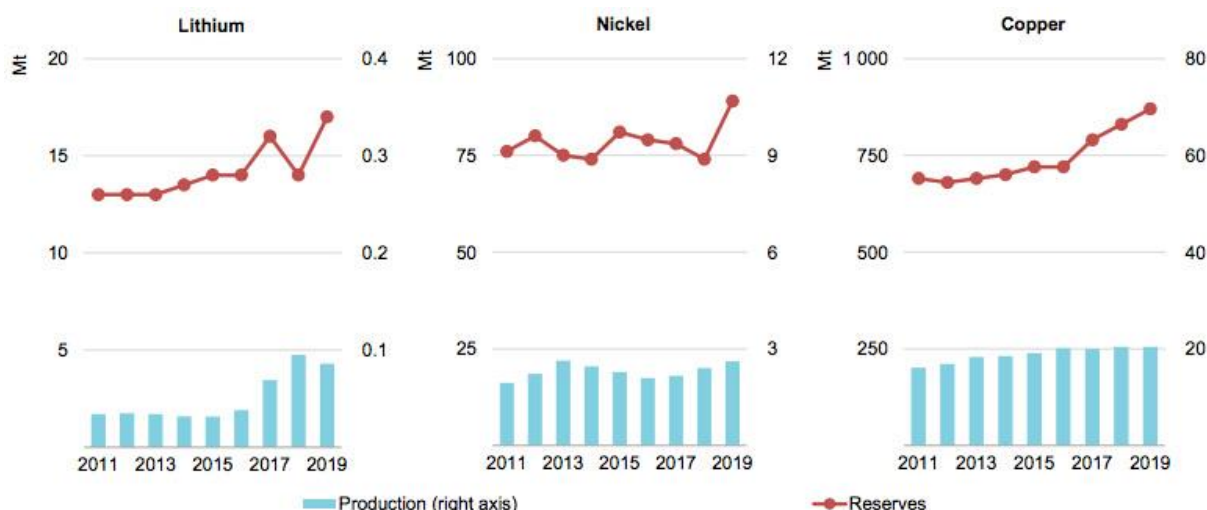
¹⁰⁴ <https://www.parkiet.com/parkiet-plus/art19511921-biznes-stacji-paliw-nadal-posiada-duzy-potencjal-do-zwyzek> [dostęp: 20.10.2022]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 141/477</p>

innego rodzaju materiałów do produkcji, co jest związane przede wszystkim z produkcją baterii. w tym zakresie mogą wystąpić przede wszystkim dwa ograniczenia:

1. Dostępność do pierwiastków potrzebnych do produkcji baterii, głównie: litu, niklu, kobaltu, miedzi.
2. Zdolności produkcyjne przemysłu w zakresie produkcji baterii.


W analizach międzynarodowych zwykle ocenia się, że potrzebne do produkcji prognozowanej liczby aut elektrycznych do roku 2050 pierwiastki są dostępne na Ziemi i są możliwe do wydobycia. Zwraca się także uwagę na fakt, że w ostatnich latach odkrywano nowe zasoby tych pierwiastków. Poniżej (Rys. 14.12) reprodukuje wykresy Międzynarodowej Agencji Energetycznej w tym zakresie, z których wynika, że aktualne zasoby są kilkudziesięciokrotnie wyższe niż aktualna produkcja. Jednocześnie MAE stwierdziła, że dla pełnej transformacji energetycznej potrzeba co najmniej czterokrotnie zwiększyć produkcję roczną analizowanych rodzajów minerałów i że jest to możliwe¹⁰⁵.



Rys. 14.12 Dostępność pierwiastków metali ziem rzadkich (lit, nikiel, miedź) oraz ich wydobycie [wykres słupkowy – produkcja (oś prawa); wykres liniowy – dostępność zasobów (oś lewa)]¹⁰⁵

W przyszłości, w celu odtworzenia kolejnych generacji pojazdów elektrycznych postuluje się całkowity recykling starych baterii. Problemy stanowią jednak inne czynniki związane z występowaniem zasobów do produkcji baterii, a mianowicie: wrażliwość polityczna rejonów ich wydobycia (Kongo, Belize, Filipiny) oraz wrażliwość ekologiczna (Australia, Chile), monopol na wydobycie lub sprzedaż tych pierwiastków (Chiny), konieczność rozpoczęcia wydobycia w nowych złożach (Kanada, Australia). Czynniki te zdaniem analityków MAE mogą jedynie zwiększyć cenę zasobów, a w konsekwencji baterii i samochodów, natomiast nie spowodują braku dostępności zasobów do produkcji baterii w przewidywanej ilości.

¹⁰⁵ <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 142/477</p>


Drugim krytycznym czynnikiem są niewystarczające do przyszłych potrzeb moce produkcyjne w zakresie produkcji baterii. Problem dotyczy przede wszystkim Europy oraz USA, gdzie popyt jest największy i jak dotychczas w dużej mierze jest on zależny od dostępu do baterii produkowanych w Azji. Zarówno w USA, jak i w Europie zapowiedziano już uruchomienie fabryk (tzw.: gigafabryki) produkujących baterie na potrzeby przemysłu motoryzacyjnego. w USA taka fabryka funkcjonuje już w stanie Newada. w Europie rozpoczęto budowę pierwszej takiej fabryki w Niemczech w okolicach Salzgitter w lipcu 2022 roku. Analizujący rynek produkcji baterii instytut Fraunhofer ISI szacuje, że w Europie do 2030 roku może powstać nawet 40 fabryk baterii o zdolnościach produkcyjnych 1,5TWh¹⁰⁶ rocznie. Te zdolności mogą wystarczyć do zaopatrzenia w baterie nawet 25 mln samochodów, podczas gdy w Warszawie w modelu 3 do 2030 roku ma jeździć jedynie 357 tys. samochodów elektrycznych rocznie. Wydaje się zatem, że od strony zdolności produkcyjnych nie ma zagrożenia dla realizacji modelu 3.

14.5. Infrastruktura elektroenergetyczna

Modernizacja sieci elektroenergetycznych, która będzie prowadzona zgodnie z założeniami modelu 3 wymaga zastosowania dedykowanych rozwiązań technicznych, funkcjonalnych oraz organizacyjnych i z założenia musi być ściśle skorelowana z planowanym dużym przyrostem mocy w obszarze OZE:

- efektywne wykorzystanie dużych wolumenów energii pochodzących z OZE oraz realizacja bezpiecznych, ekonomicznie uzasadnionych dwukierunkowych przepływów posiadającej odpowiednio dobre parametry jakościowe energii elektrycznej wymaga sukcesywnego zastępowania w sieci dystrybucyjnej SN/nN tradycyjnych transformatorów w tym zwłaszcza 15/0,4 kV na jednostki przystosowane konstrukcyjnie do współpracy z OZE. Wymiana starych transformatorów sieciowych na nowe spełniające wymagania techniczne jednostki oraz instalacja w zależności od zdiagnozowanych potrzeb kolejnych urządzeń muszą być wykonywane sukcesywnie w ramach kompleksowych zadań inwestycyjnych precyzyjnie zaplanowanych i powiązanych z innymi szeroko zakrojonymi inwestycjami oraz przyrostem mocy w obszarze OZE. Należy zająć jednoznaczne stanowisko, że jednostki transformatorowe przystosowane konstrukcyjnie do współpracy z OZE są aktualnie dostępne na rynku i podczas prac modernizacyjnych realizowanych zgodnie z rekomendowanym modelem 3 ich zastosowanie w sieci dystrybucyjnej powinno być obligatoryjnie wymuszone. Pomimo dużego zakresu działań tematycznych nie przewiduje się zasadniczych problemów z zapewnieniem, w założonej perspektywie czasu, wystarczających ilości zasobów realizacyjnych, niemniej należy zwrócić uwagę na konieczność podjęcia wymaganych działań organizacyjnych dla realizacji ambitnych i skomplikowanych inżyniersko zadań,
- po wykonaniu szczegółowych analiz rozptylowych, predykcji możliwych do wystąpienia warunków pracy układów sieciowych oraz analizie jakości dostarczanej energii elektrycznej


¹⁰⁶ <https://biznes.interia.pl/gospodarka/news-niemcy-rosnaca-potega-w-produkcji-baterii,nld,6178155>
[dostęp: 23.10.2022]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 143/477</p>

w wybranych lokalizacjach sieci dystrybucyjnej konieczne będzie również zastosowanie nowatorskich transformatorów sieciowych z automatyką regulacyjną oraz układów energoelektronicznych zapewniających konwersje napięć DC/AC na różnych poziomach użytkowania. Omawianym obszarem zagadnień zajmuje się aktualnie w Polsce kilka Przedsiębiorców Pretendentów Innowatorów, którzy dostrzegli konieczność działań tematycznych, precyzyjnie zdiagnozowali problem, znaleźli szansę rynkową i z całą pewnością dostarczą w wymaganym okresie czasu oczekiwane przez elektroprosumentów efektywne oraz atrakcyjne ekonomicznie rozwiązania techniczne,

- wielkoskalowe magazyny energii oraz rozproszone elektroprosumenckie jednostki magazynowania energii (ME) wymagają zastosowania wyrafinowanych technologii energoelektronicznych rozwijanych w bardzo szerokim zakresie w różnych częściach świata. Docelowe rozwiązania techniczne dopasowane do lokalnych wymagań technicznych i funkcjonalnych mogą być natomiast, co pokazuje dotychczasowa praktyka światowa, ale również w mniejszej skali w Polsce, z powodzeniem dostarczone dla Miasta Stołecznego Warszawy przez kompetentnych dostawców krajowych i zagranicznych. Na dzień dzisiejszy wielkoskalowa produkcja dużej liczby elementów składowych niezbędnych do budowy magazynów energii wymaga uruchomienia ogromnych mocy produkcyjnych co zostało już na szczęście we wcześniejszej perspektywie czasu dostrzeżone przez rynek i teraz warto z satysfakcją skonstatować, że aktualnie inwestycje tematyczne są na etapie zaawansowanym, wystarczająco zdywersyfikowane w ramach całego Świata, usytuowane w wielu lokalizacjach w tym w Polsce (np. działająca już ogromna Gigafabryka LG pod Wrocławiem). Póki co szczególny popyt jest generowany ze strony przemysłu samochodów elektrycznych ale z pewnością rynek rozwinie się równie mocno w innych kierunkach i bardzo szybko wykreuje potrzebę funkcjonalną popartą argumentami ekonomicznymi szerokiego stosowania magazynów energii w rozproszonych rozwiązaniach elektroprosumenckich. Należy uzupełniająco stwierdzić, że pojedyncze moduły stosowane w samochodach są takie same jak w magazynach energii. „Do 2030 r. w Europie ma powstać 40 gigafabryk akumulatorów do samochodów, co pozwoli stworzyć dodatkowe 130 tys. miejsc pracy. Wartość rynku osiągnie nawet 900 mld dol., a tylko w tej dekadzie przyniesie to 150 mld euro w nowych inwestycjach - zapowiada w swoim raporcie Goldman Sachs. Tak UE ma przygotować się na zakaz sprzedaży aut spalinowych od 2035 r.”¹⁰⁷. Należy również jednoznacznie zauważyć, że potrzeby magazynowania energii w samochodach elektrycznych oraz instalacjach elektroprosumenckich są komplementarne i funkcjonalnie na wielu płaszczyznach wzajemnie się uzupełniają, co stwarza nowe perspektywy w zakresie podejścia do sposobu magazynowania energii elektrycznej, w tym również na potrzeby Miasta Stołecznego Warszawa. Natomiast z punktu widzenia dostępności surowców do produkcji


¹⁰⁷ <https://www.money.pl/gospodarka/gigafabryki-i-tysiace-miejsc-pracy-ue-szykuje-sie-na-auta-elektryczne-6781897874905984a.html> [dostęp:22.10.2022]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p>Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 144/477</p>

magazynów energii warto zacytować głos z branży samochodowej: „Zgodnie z badaniami amerykańskiej agencji naukowo-badawczej USGS w roku **2019 światowe zasoby litu wyniosły 80 milionów ton**, urosły w stosunku do roku poprzedniego ze względu na wysokie zainteresowanie tym pierwiastkiem ([źródło](#), akapit World Resources). 80 000 000 ton to 80 000 000 000 kilogramów, 80 miliardów kilogramów. Jeśli w każdym samochodzie elektrycznym wykorzystuje się 11 kilogramów litu, to światowe zasoby tego pierwiastka wystarczą na wprowadzenie na drogi około 7 300 000 000 samochodów, 7,3 miliarda samochodów. To znaczy, że **światowe zasoby litu wystarczą na obdarowanie samochodem elektrycznym z zasięgiem zbliżonym do zasięgu Tesli niemal każdego mieszkańca Ziemi. Aktualna liczba samochodów na Ziemi to około 1,5-1,6 miliarda.**”¹⁰⁸, a zatem stwierdzić, że pomimo pojawiających się w wielu miejscach przestrzeni publicznej informacjach nie ma obaw co do przyszłej dostępności zasobów surowców niezbędnych do budowy magazynów energii,

- sieciowe terminale dostępne STD wymagają zastosowania nowoczesnych i kompleksowo sprawdzonych przemysłowych rozwiązań sprzętowych oraz w zakresie oprogramowania. Dostępne komponenty sprzętowe STD, oprogramowanie systemowe i fragmenty aplikacji można już aktualnie uznać jako rozwiązania dojrzałe technicznie, które są bardzo dobrą bazą startową do budowy docelowych rozwiązań elektroprosumenckich. Przyszłe kompleksowe rozwiązania STD współpracujące ze sobą w ramach większej złożonej całości układu elektroenergetycznego w tym Miasta Stołecznego Warszawa mogą być z całą pewnością zrealizowane i dostarczone przez posiadające udowodnione dotychczasowymi konkretnymi działaniami techniczno-organizacyjnymi wystarczająco kompetentne firmy krajowe Przedsiębiorców Pretendentów Innowatorów, którzy dostrzegli konieczność działań tematycznych, precyzyjnie zdiagnozowali problem, znaleźli szansę rynkową i z całą pewnością dostarczą (w okresie czasu wymaganym dla realizacji określonego ogromnego przedsięwzięcia techniczno-organizacyjnego) oczekiwane przez elektroprosumentów efektywne oraz atrakcyjne ekonomicznie rozwiązania techniczne. Aktywne i praktyczne działania techniczno-organizacyjne w szeroko rozumianym obszarze sieciowych terminali dostępnych STD prowadzi Stowarzyszenie Założycielskie Elektroprosumeryzmu oraz SEP Gliwice w Sekcji Nowych Koncepcji i Technologii Energetycznych,
- dostępne aktualnie na rynku układy elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej EAZ, automatyki systemowej oraz regulacyjnej muszą być uzupełnione o nowe urządzenia i oprogramowanie oraz zaadoptowane i skonfigurowane do współpracy z rozwiązaniami elektroprosumenckimi. Są to zadania, które z powodzeniem będą podjęte i wspólnym wysiłkiem z sukcesem zrealizowane przez dotychczasowe kadry techniczne uzupełnione

¹⁰⁸ <https://elektrowoz.pl/magazyny-energii/czy-na-swiecie-wystarczy-litu-do-zastapienia-samochodow-spalinowych-autami-elektrycznymi-liczymy/>
[Dostęp: 23.10.2022]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 145/477</p>

o wymagane kompetencje w zakresie elektroprosumeryzmu wraz z nowo kreowanymi firmami Przedsiębiorców Pretendentów Innowatorów.

14.6. Pasywizacja budownictwa

Poprawa charakterystyki energetycznej istniejących budynków (termomodernizacja) w Polsce jest obecnie realizowana najczęściej na poziomie „lekkiej termomodernizacji”. Dotyczy to 70–80% budynków, natomiast jedynie 5–15% budynków modernizowanych jest kompleksowo do poziomu NZEB (niemal zeroenergetyczny).

Podstawowym dokumentem pokazującym poziom ambicji Polski w zakresie modernizacji energetycznej budownictwa w perspektywie 2050 roku jest Długoterminowa Strategia Renowacji Budynków (DSR)¹⁰⁹. Dokument prezentuje całościowe podejście do poprawy efektywności energetycznej sektora budowlanego, pokazując ścieżkę osiągnięcia wielkoskalowej i głębokiej renowacji budynków w Polsce w perspektywie lat 2030, 2040 i 2050.

W latach 2020–2030 zakładane jest tempo termomodernizacji na poziomie ok. 236 tys. budynków rocznie, w latach 2030–2040 – 271 tys. budynków rocznie, w latach 2040–2050 – 244 tys. budynków rocznie, by w latach 2021–2050 – osiągnąć łącznie liczbę 7,5 mln termomodernizacji. Zgodnie z DSR szacuje się, że do 2050 roku z ok. 7,5 mln inwestycji termomodernizacyjnych 4,7 mln inwestycji będzie zrealizowane jako głęboka termomodernizacja, uwzględniając także rozłożoną w czasie termomodernizację etapową.

Zakładane jest średnie roczne tempo termomodernizacji na poziomie ok. 3,8% (obecnie ok. 1%), przy założeniu, że do 2050 roku 65% budynków osiągnie wskaźnik EP¹¹⁰ nie większy niż 50 kWh/m²·rok. Aktualnie nowe budynki powinny być wznoszone w standardzie NZEB, zgodnie z wymaganiami przepisów WT¹¹¹. Okresowe analizy rozwoju rynku i kosztów pasywizacji budynków (do standardu NZEB), prowadzone na potrzeby określenia minimalnych wymagań w zakresie ochrony cieplnej budynków WT, w oparciu o metodologię kosztu optymalnego (Cost-Optimal Methodology), prowadzą jedynie do nieznacznego zaostrzenia wymagań. Na podstawie analizy¹¹² w 2020 roku średni europejski poziom energochłonności, optymalny pod względem kosztów to 80 kWh/m²·rok dla budynków nowych i 130 kWh/m²·rok dla istniejących budynków mieszkalnych oraz 140 kWh/m²·rok dla nowych i 180 kWh/m²·rok dla istniejących budynków w sektorze niemieszkalnym. Wymogi przepisów krajowych państw członkowskich UE są stosunkowo zbieżne z tymi oszacowaniami

¹⁰⁹ Długoterminowa strategia renowacji budynków Wspieranie renowacji krajowego zasobu budowlanego, Załącznik do uchwały nr 23/2022 Rady Ministrów z dnia 9 lutego 2022 r.(DSR)

¹¹⁰ Wskaźnik zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną (EP) uwzględniający potrzeby ogrzewania, wentylacji przygotowania ciepłej wody użytkowej, chłodzenia oraz oświetlenia

¹¹¹ WT – Warunki Techniczne, na podstawie rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

¹¹² Zangheri, P.; D’Agostino, D.; Armani, R.; Bertoldi, P. Review of the Cost-Optimal Methodology Implementation in Member States in Compliance with the Energy Performance of Buildings Directive. Buildings 2022, 12, 1482. <https://doi.org/10.3390/buildings12091482>

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 146/477</p>

(w większości państw różnica nie jest większa niż 15%). W przypadku Polski poziom energochłonności budynków dla kosztu optymalnego to:

- nowe i istniejące budynki jednorodzinne - 89 kWh/m²rok
- nowe i istniejące budynki wielorodzinne - 83 kWh/m²rok
- nowe i istniejące budynki biurowe – 97 kWh/m²rok

Najważniejsze czynniki mogące mieć wpływ na siły rynkowe w obszarze pasywizacji budownictwa to wykwalifikowani pracownicy oraz dostępność materiałów i technologii.

Rynek pracy ma duży wpływ na siły rynkowe w obszarze pasywizacji budownictwa. Dzieje się tak za sprawą problemów branży budowanej w znalezieniu wykwalifikowanych pracowników. Wskazują na to chociażby raporty publikowane przez Stowarzyszenie Wykonawców Elewacji¹¹³.

Wdrażanie opracowanej w ubiegłej dekadzie strategii podnoszenia kwalifikacji pracowników budowlanych w zakresie technologii odnawialnych źródeł energii (OZE) i działań zwiększających efektywność energetyczną budynków tak, aby w 2020 roku mogły być w pełni zrealizowane cele pakietu, a obecnie celów Krajowego planu na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030 i Długoterminowej Strategii Renowacji, wciąż pozostawia wiele do życzenia.

Aktualnie systemy kształcenia pracowników budowlanych, instalatorów OZE oraz audytorów certyfikujących budynki nie są dostatecznie spójne i nie odpowiadają na potrzeby współczesnego rynku pracy. Zwłaszcza w dziedzinach względnie nowych, takich jak odnawialne źródła energii i efektywność energetyczna, system szkolny nie nadąża za rozwojem technologii w zmianach programowych. Natomiast system pozaszkolny nie jest dostatecznie uporządkowany i nie daje gwarancji jakości kształcenia. Wynika to między innymi z braku opracowanych i przyjętych standardów dla kursów specjalistycznych, które ze względu na atrakcyjny dla pracodawców i ich pracowników stosunek czasu i kosztu włożonego w zdobycie wiedzy w wybranym obszarze wydaje się najbardziej optymalną formą podnoszenia kompetencji.

Jak wskazały wyniki oceny ex-ante inicjatywy BuildupSkills, kwalifikacje pracowników sektora budowlanego będą miały ogromny wpływ na możliwość wywiązania się przez UE z celów klimatycznych, które przyjęła. To poziom kwalifikacji kadry zadecyduje o rzeczywistym wykorzystaniu potencjału wynikającego z zastosowania energooszczędnych materiałów budowlanych i innowacyjnych rozwiązań dostępnych na rynku.

Rynek materiałów (styropian, wełna mineralna, stal, cement, chemia budowlana, pianki, folie, taśmy itd.) nadąża za popytem i nie widać na nim trwałych ograniczeń.

Istotnym aspektem jest zdolność dostosowywania się producentów do oczekiwań rynku, który nie zawsze stawia na produkty najwyższej jakości. Przykładem może być rynek stolarki okiennej (PCV, drewno, aluminium), który pokazuje wystarczający potencjał wytwórczy zarówno w zakresie ilości, jak i jakości proponowanych rozwiązań, jednak szczegółowy przegląd rynku, robiony przy okazji

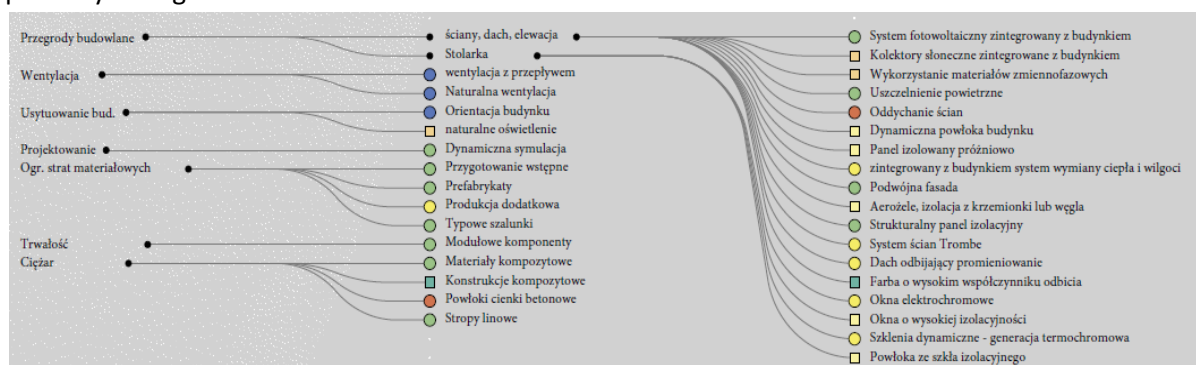
¹¹³ <https://www.swe.org.pl/budowac-czy-czekac-branza-budowlana-nadal-chwiejna/>

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 147/477</p>

konkursów TopTen¹¹⁴, pokazuje, że produkty o najwyższych parametrach (rozwiązania dla budynków pasywnych) są wypierane przez produkty o gorszych parametrach, ale jednocześnie o znacznie niższych cenach.

Technologie potrzebne w pasywizacji budownictwa podlegają stałemu dynamicznemu rozwojowi. Proces ten monitorowany jest przez Międzynarodową Agencję Energii (IEA).¹¹⁵

Poziom rozwoju technologii niezbędnych do pasywizacji budownictwa (wg IEA) przedstawiono na poniższym diagramie:



- Wczesny prototyp
- Prototyp
- Prototyp pełnej skali
- Wdrożenia eksperymentalne
- Demonstracyjne wdrożenia pełnej skali
- Komercyjnie zastosowania w szczególnych przypadkach
- Rozwiązanie dojrzałe, wymaga wsparcia
- Potwierdzona stabilność, oczekiwany wzrost

Dla rynku europejskiego i krajowego poziom gotowości technologicznej w zakresie wybranych technologii pasywizacji budynków wskazuje na pełną dostępność podstawowych technologii (ogólnego przeznaczenia), a ograniczenia występują w zakresie technologii zaawansowanych, których rozwój wymaga czytelnich sygnałów ze strony rynku (mały popyt na drogie, zaawansowane technologie).

¹¹⁴ <https://daeis.pl/topten-okna/>, <https://topten.info.pl/private/products/windows>

¹¹⁵ <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/etp-clean-energy-technology-guide?selectedSector=Buildings+construction+and+renovation>


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 148/477

Poniższa tabela przedstawia stan zaawansowania poszczególnych technologii w skali kraju oraz obszaru Unii Europejskiej¹¹⁶.

Tabela 14.9 Stan zaawansowania poszczególnych technologii w Polsce i w krajach UE

Dostępne technologie	Kraje UE	Polska
Okna dwuszybowe, niskoemisyjne szyby	dojrzały	dojrzały
Folie okienne	wzrastający	wzrastający
Rolety okienne, okiennice	dojrzały	dojrzały
Okna o wysokiej izolacyjności (niskim parametrze U)	wzrastający	wzrastający
Typowe izolacje	dojrzały	dojrzały
Zewnętrzne izolacje	dojrzały	dojrzały
Zaawansowane technologicznie izolacje (próżniowa, aerożel, panel izolacyjny)	początkujący	nieistniejący
Uszczelnienia powietrzne	dojrzały	nieistniejący
Tzn. chłodne dachy	wzrastający	początkujący
Fotowoltaika zintegrowana z dachem (BIPV)	początkujący	nieistniejący
Przegrody prefabrykowane	początkujący	nieistniejący

¹¹⁶ Firląg S., Rynek termomodernizacji w Polsce, Rynek Instalacyjny 2016, nr 7–8.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 149/477</p>

15. Wytyczne do określenia zasad współpracy Miasta z energetyką WEK-PK

Jak wskazano w ramach opracowania *Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu – Część I*, płaszczyzną do współpracy Miasta z przedsiębiorstwami energetycznymi jest procedura przyjmowania założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe. Dokument ten, przyjmowany na mocy uchwały rady gminy (art. 19 ust. 8 PE), sporządzany jest dla obszaru gminy co najmniej na okres 15 lat i aktualizowany co najmniej raz na 3 lata (art. 19 ust. 1 i 2 PE).

W myśl art. 19 ust. 3 PE, „projekt założeń powinien określać:


- 1) ocenę stanu aktualnego i przewidywanych zmian zapotrzebowania na ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe;
- 2) przedsięwzięcia racjonalizujące użytkowanie ciepła, energii elektrycznej i paliw gazowych;
- 3) możliwości wykorzystania istniejących nadwyżek i lokalnych zasobów paliw i energii, z uwzględnieniem energii elektrycznej i ciepła wytwarzanych w instalacjach odnawialnego źródła energii, energii elektrycznej i ciepła użytkowego wytwarzanych w kogeneracji oraz zagospodarowania ciepła odpadowego z instalacji przemysłowych;
- 3a) możliwości stosowania środków poprawy efektywności energetycznej w rozumieniu art. 6 ust. 2 ustawy z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej;
- 4) zakres współpracy z innymi gminami”.

Na potrzeby jego opracowania, przedsiębiorstwa energetyczne udostępniają organowi wykonawczemu plany, o których mowa w art. 16 ust. 1 PE (plany rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na paliwa gazowe lub energię), w zakresie dotyczącym terenu tej gminy oraz propozycje niezbędne do opracowania projektu założeń (art. 19 ust. 4 PE).

Osoby i jednostki organizacyjne zainteresowane zaopatrzeniem w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe na obszarze gminy mają prawo składać wnioski, zastrzeżenia i uwagi do projektu założeń (art. 19 ust. 7 PE).

O ile PE nie zapewnia samorządowi gminnemu instrumentów administracyjnych do wyegzekwowania współpracy ze strony przedsiębiorstw energetycznych na etapie tworzenia projektu założeń, o tyle w świetle transformacji energetycznej współpraca ta wydaje się naturalna. w procesie opracowywania obecnie obowiązującej uchwały Nr XXXV/1074/2020 Rady Miasta Stołecznego Warszawy z dnia 27 sierpnia 2020 r. w sprawie uchwalenia „Założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla m.st. Warszawy” wyrażała się ona szeroką listą propozycji zmian projektu uchwały m.in. ze strony PGNiG Termika S.A. (załącznik nr 5 do uchwały- Wykaz uwag do projektu z dnia 19.11.2018 r. założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla m.st. Warszawy). Złożone uwagi dotyczyły m.in. aktualizacji danych na temat planowanych inwestycji w źródła wytwórcze.

Należy przyjąć, że niezależnie od procedury opracowywania założeń do planu zaopatrzenia, celowe jest wdrażanie wyspecjalizowanych narzędzi współpracy i koordynacji działań Miasta oraz przedsiębiorstw energetycznych. Szczególną formą tego rodzaju działań jest realizowana przez Biuro Infrastruktury Urzędu m.st. Warszawy „koordynacja działań w zakresie inwestycji i remontów realizowanych w pasie drogowym na obszarze m.st. Warszawy w celu ich usprawnienia i racjonalizacji” (§ 13 ust. 1 pkt 25 Regulaminu Organizacyjnego), do 2019 r. realizowana przez Biuro


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 150/477</p>

Koordinacji Inwestycji i Remontów w Pasie Drogowym Urzędu m.st. Warszawy. O ile koordynacja przedsięwzięć liniowych z natury rzeczy dotyczy w szczególności uspoźnienia terminu realizacji prowadzonych zadań (tak aby skumulować zakres ingerencji w teren w tym samym czasie), o tyle koordynacja dotycząca działań w zakresie transformacji energetycznej wymagałaby również innych narzędzi współpracy. w szczególności powinna ona polegać na konsultowaniu planów inwestycyjnych w ich wczesnej fazie, tak aby uwzględnić w nich trendy wynikające z występujących zmian uwarunkowań (np. w zakresie rozwoju miasta, strukturalnych zmian w zakresie zagospodarowania przestrzennego, polityk Miasta w zakresie promowania modeli gospodarowania energią itp.). W przypadku wystąpienia przez Miasto do przedsiębiorstw energetycznych o dostęp do danych planistycznych poza procedurą opisaną w PE (dotyczącą tworzenia projektu założeń do planu zaopatrzenia) istnieje ryzyko ograniczonej otwartości na przekazywanie tego rodzaju danych ze względu na specyficzną sytuację informacji pozostających w dyspozycji administracji publicznej, co do zasady podlegających udostępnieniu w trybie ustawy z dnia 6 września 2001 r. o dostępie do informacji publicznej. Należy przy tym zaznaczyć, iż zgodnie z art. 5 ust. 2 przedmiotowej ustawy, „prawo do informacji publicznej podlega ograniczeniu ze względu na (...) tajemnicę przedsiębiorcy”. w myśl art. 11 ust. 2 ustawy z dnia 16 kwietnia 1993 r. o zwalczaniu nieuczciwej konkurencji, „przez tajemnicę przedsiębiorstwa rozumie się informacje techniczne, technologiczne, organizacyjne przedsiębiorstwa lub inne informacje posiadające wartość gospodarczą, które jako całość lub w szczególnym zestawieniu i zbiorze ich elementów nie są powszechnie znane osobom zwykle zajmującym się tym rodzajem informacji albo nie są łatwo dostępne dla takich osób, o ile uprawniony do korzystania z informacji lub rozporządzania nimi podjął, przy zachowaniu należytej staranności, działania w celu utrzymania ich w poufności”.

Należy dążyć do wprowadzenia wymogu dzielenia się informacją m.in. o rzeczywistych mocach przyłączeniowych i/lub koniecznej modernizacji sieci i jej kosztach, w celu niedopuszczenia do monopolizowania przez WEK-PK obszaru dystrybucji - patrz ustawa o dostępie do informacji - Prawo elektryczne. Takie podejście mogłoby być zrealizowane np. na wzór brytyjskiej platformy ConnectNow¹¹⁷, która w realny sposób wpływa na możliwości przyłączenia dodatkowych źródeł OZE. Pozwala również na oszacowanie czy poniesienie koniecznych do przyłączenia mocy dodatkowych kosztów ze strony elektroprosumenta (wytwórcy) będzie uzasadnione.

Niezależnie od kontaktów roboczych dotyczących wstępnego konsultowania planów inwestycyjnych, Miasto uprawnione jest do uzyskania dostępu do informacji na temat konkretnych przedsięwzięć w zakresie, w jakim ich opis jest niezbędny w celu pozyskania decyzji administracyjnych w ramach procesu inwestycyjno-budowlanego. Z uwagi na właściwość rzeczową Prezydenta m.st. Warszawy jako organu wyposażonego w kompetencję do wydawania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, decyzji o warunkach zabudowy (o ustaleniu lokalizacji inwestycji celu publicznego) oraz pozwolenia na budowę, właściwe komórki organizacyjne Urzędu m.st. Warszawy

¹¹⁷ <https://customer.nationalgridet.com/s/login/>

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 151/477</p>

(Urzędów Dzielnic) dysponują szeroką informacją na temat zakresu rzeczowego i charakterystyki danej inwestycji, gdy wchodzi ona w fazę przygotowawczą¹¹⁸.

Ponadto wymagane są takie zmiany prawne, żeby prawo miejscowe miało realną siłę sprawczą (rozporządzenia). w tym kontekście wymagane jest, aby samorząd nie pełnił jedynie roli doradczej, ale również stanowił stronę w uzgodnieniach.

Podstawą do tego jest to, że akty prawa miejscowego w Polsce są aktami organów samorządowych i lokalnych z natury swojej mające zastosowanie do części terytorium RP. Upoważnienie do wydania prawa miejscowego musi wynikać wprost z ustawy. Organy te ustanawiają prawo miejscowe najczęściej w kwestiach dotyczących własnego funkcjonowania. Tak jak napisano, prawem miejscowym o największym znaczeniu są miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego, a ostatnio uchwały krajobrazowe i antysmogowe. Jeżeli więc dane zagadnienia mają ograniczony zakres terytorialny, mogą zgodnie z Konstytucją być regulowane na szczeblu lokalnej administracji rządowej lub samorządowej. w energetyce prawo miejscowe występuje w szczątkowym zakresie w formie prawa gmin do sporządzenia założeń do planów (a nawet samych planów) zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i gaz (art. 19 i 20 prawa energetycznego) i następnie do wprowadzenia go do obowiązkowego stosowania (art. 20 ust. 6 prawa energetycznego). Zastosowanie tego przepisu z uwagi na jego konstrukcyjną ułomność (brak środków egzekucji tego rodzaju prawa) jest marginalne i nie ma obecnie w praktyce większego znaczenia. Czynnikiem wpływającym na prawidłowe i skuteczne wdrożenie prawa lokalnego są: 1° - wybranie właściwego szczebla samorządu do realizacji danego zadania; 2° - zapewnienie nadzoru nad uchwalanym prawem lokalnym; 3° - zapewnienie organom uchwalającym prawo miejscowe instrumentów prawnych egzekucji prawa miejscowego na szczeblu ustawy.¹¹⁹

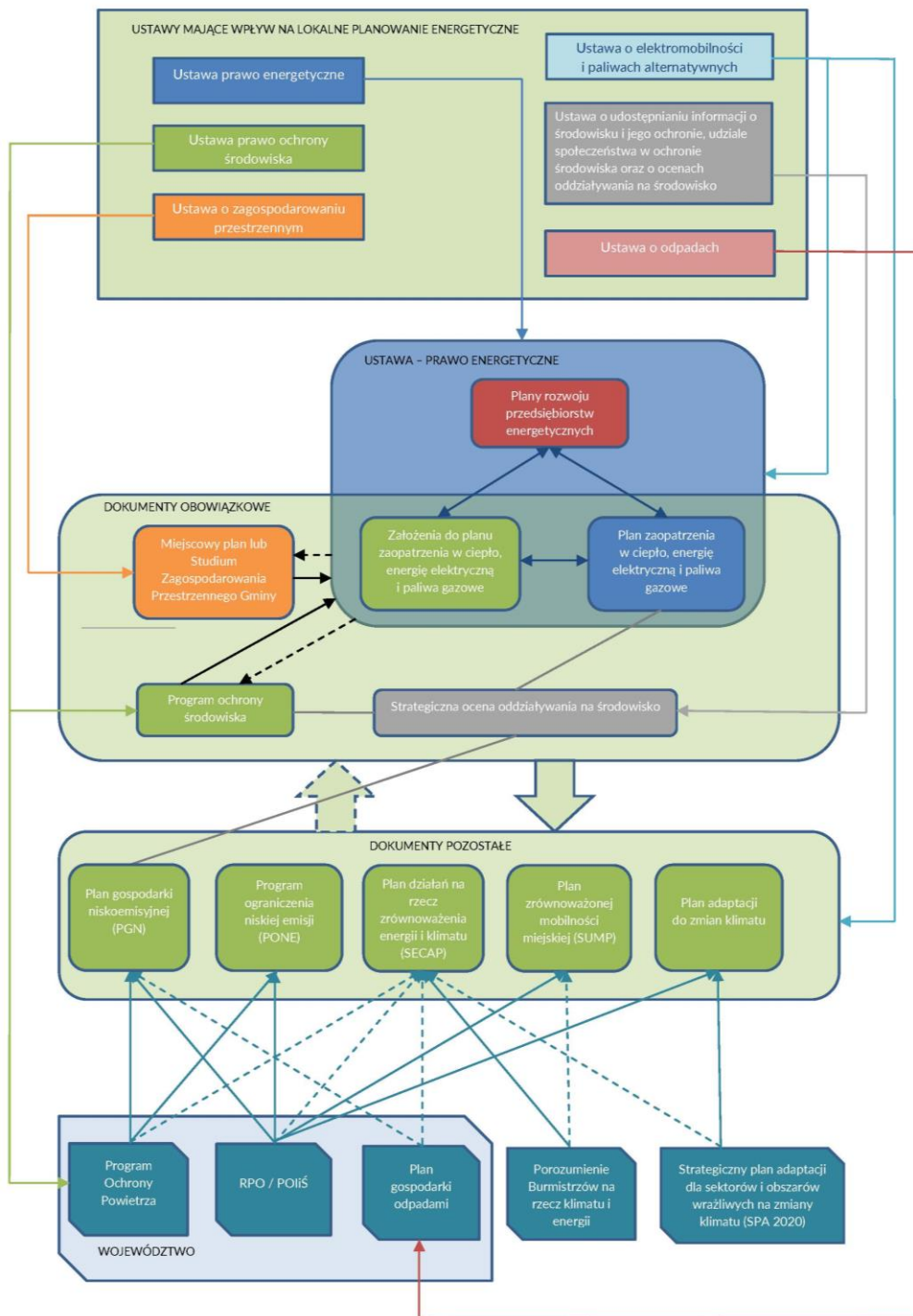
Pomimo tego, można już znaleźć przykłady prawa miejscowego, które mają realną siłę sprawczą. Dla przykładu odrzucanie wszystkich składanych wniosków o dodatek węglowy w Krakowie ze względów formalnych, tj. istniejącego od dnia 01.09.2019 r. na terenie Krakowa bezwzględnego zakazu stosowania paliw stałych.¹²⁰

Powiązania pomiędzy poszczególnymi dokumentami planistycznymi gminy przedstawiono schematycznie na Rys. 15.1.

¹¹⁸ W związku z prowadzonym procesem inwestycyjnym przedsiębiorstwa energetyczne prowadzą ponadto z własnej inicjatywy działania informacyjne skierowane do lokalnej społeczności oraz przedstawicieli samorządu. Jako przykład należy wskazać np. kampanię dotyczącą inwestycji pn. „Budowa jednostki wielopaliwowej w Elektrociepłowni Siekierki” (od realizacji której odstąpiono w czerwca 2022 r.) <https://www.termika.pgnig.pl/sites/default/files/2021-12/Prezentacja%20-Jednostka%20wielopaliwowa%20%E2%80%93%20Elektrociep%C5%82ownia%20Siekierki%20-%20pytania%20i%20odpowiedzi.pdf> [dostęp: 14.09.2022]

¹¹⁹ Na podstawie wystąpienia mecenasa Igora Muszyńskiego: Waga prawa miejscowego w oddolnej transformacji energetycznej TETIP do elektroprosumeryzmu. Konwersatorium IE 23 lutego 2021 r.

¹²⁰ Uchwała Nr XVIII/243/16 Sejmiku Województwa Małopolskiego z dnia 15 stycznia 2016 r. w sprawie wprowadzenia na obszarze Gminy Miejskiej Kraków ograniczeń w zakresie eksploatacji instalacji, w których następuje spalanie paliw (tzw. uchwała antysmogowa).



Rys. 15.1 Schemat powiązań dokumentacji planistycznej gminy¹²¹

¹²¹ Źródło: analizy Fundacji na Rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii

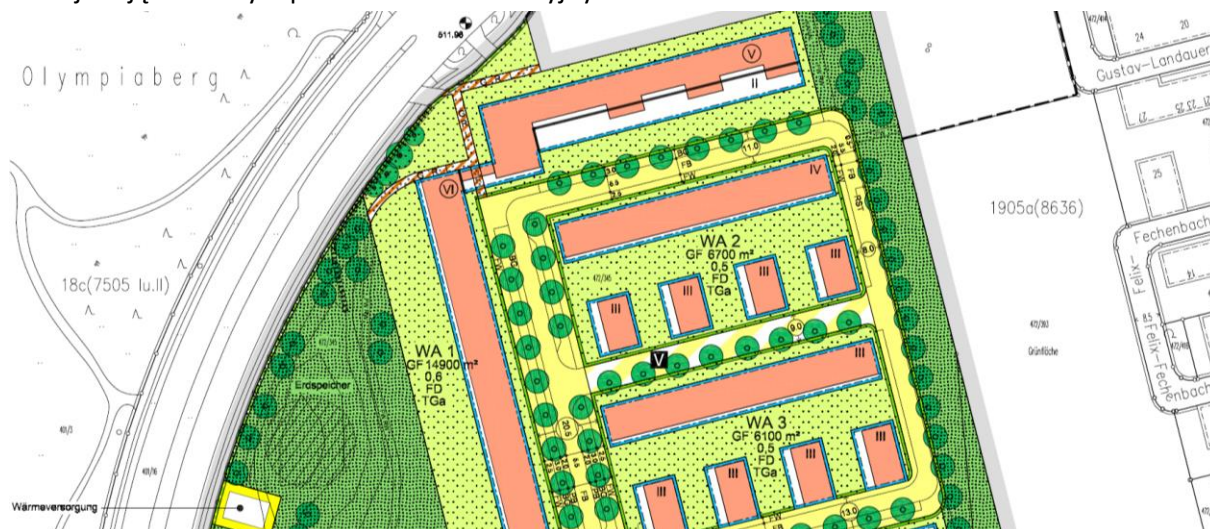


15.1. Wykorzystanie planów zagospodarowania przestrzennego do zarządzania wygaszaniem rynków końcowych przedsiębiorstw EPK.

Na 21. konferencji klimatycznej ONZ w Paryżu w 2015 r. w przeważającej większości państwa ONZ po raz pierwszy były w stanie uzgodnić wspólne cele w zakresie przeciwdziałania zmianom klimatycznym. Najwyższym priorytetem określono ograniczenie globalnego ocieplenia do znacznie poniżej 2 °C, a najlepiej do 1,5 °C. Koniecznym było podjęcie zdecydowanych kroków w stronę dekarbonizacji i rozwoju odnawialnych źródeł energii. Już wcześniej jednak zainteresowanie przestrzennym planowaniem energetycznym rozwijało się inaczej w krajach niemieckojęzycznych i skandynawskich, w których system planowania przestrzennego jest bardziej rozwinięty, a procesy związane z regulowaniem prawa własności dla celów dobra wspólnego uproszczone.

NIEMCY – MONACHIUM

Ze względu na silne kompetencje ramowe Federalnego Urzędu Budownictwa i Planowania Regionalnego regularnie opracowywane są modele i strategie działania dla planowania regionalnego. Obejmują one liczne programy planowania przestrzeni energetycznej. Wysoko rozwiniętym obszarem w zakresie planowania energetycznego jest kraj związkowy Bawaria, której stolicą jest miasto Monachium. Instrumenty regulujące i strategiczne w zakresie planowania energetycznego funkcjonują na każdym poziomie administracyjnym.



Rys. 15.2 Fragment planu zagospodarowania z zielenią Monachium nr 1905 d¹²²

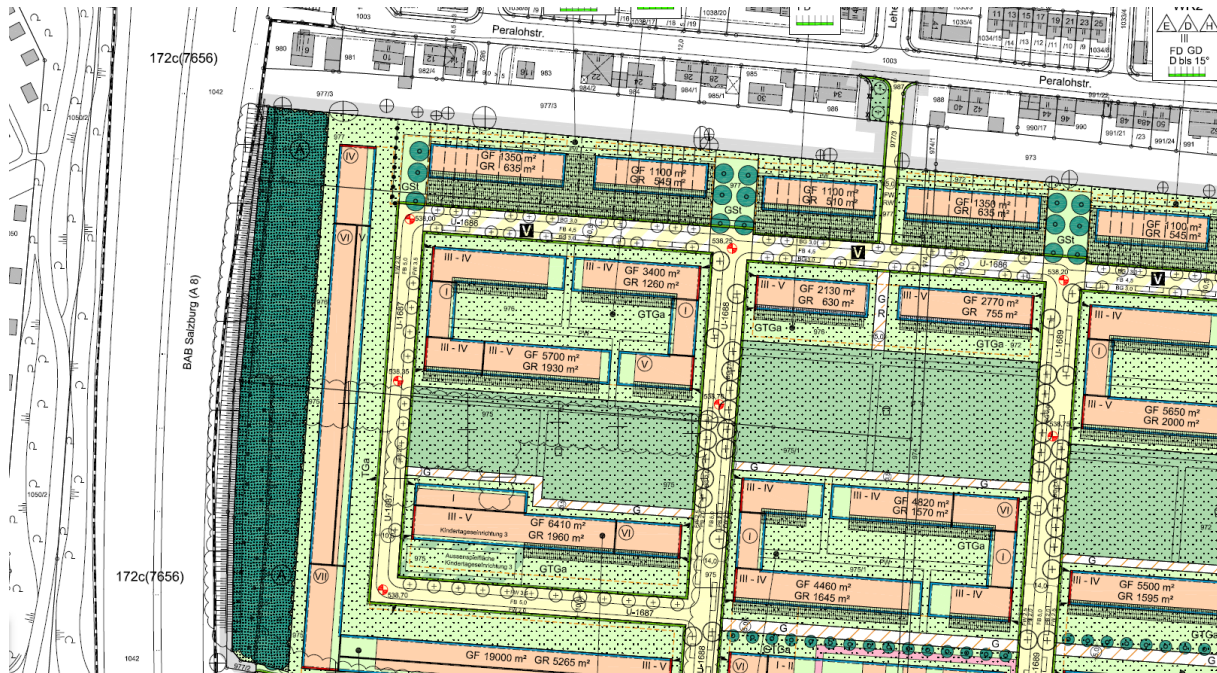
Zapisy w planie zagospodarowania dot. OZE i adaptacji do zmian klimatu:

- W podobszarach WA 1, WA 2 i WA 3 ogólnego obszaru mieszkalnego dopuszczalne są również dachy jednospadowe o nachyleniu co najmniej 20° i maksymalnie 25° dla konstrukcji niezbędnych do lokalnego ogrzewania słonecznego.

¹²² Źródło: geoportal.muenchen.de



- *Dachy płaskie i dachy o łagodnym nachyleniu (do 10°) do wysokości budynku do 5 pełnych kondygnacji muszą być intensywnie zazielenione (minimalna całkowita grubość warstwy, przez którą korzenie mogą przeniknąć 10 cm). Zastrzeżenie to nie dotyczy aranżacji instalacji technicznych, tarasów na dachach lub instalacji do wykorzystania energii słonecznej.*




Rys. 15.3 Fragment planu zagospodarowania z zielenią Monachium nr 2045¹²³

Zapisy w planie dot. OZE i adaptacji do zmian klimatu:

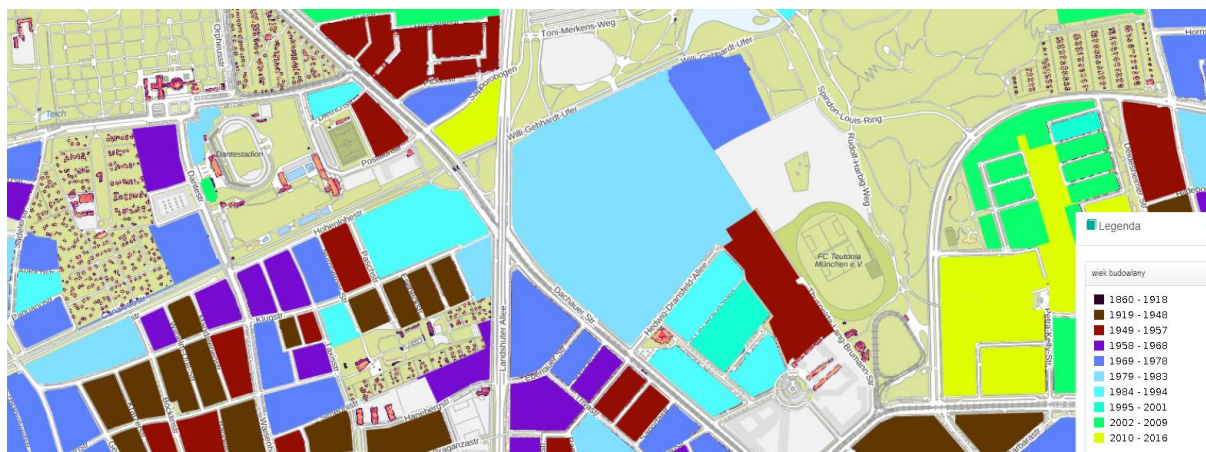
- *Systemy techniczne do aktywnego wykorzystania energii słonecznej (ogniwa słoneczne itp.) są dozwolone bez ograniczenia obszaru określonego w pkt 6. Ich wysokość ograniczona jest maksymalnie do 1 m powyżej górnej krawędzi attyki. Po północnej stronie budynku są cofnięte o 2,5-krotność ich wysokości od zewnętrznej krawędzi połaci dachowej, a po pozostałych stronach o jednolitą wielkość. Systemy można łączyć z zielonym dachem. w przypadku stosowania horyzontalnych systemów solarnych, których nie można łączyć z zielonymi dachami, można wykorzystać maksymalnie 50% zazielenionej powierzchni dachu.*

Przepisy w planowaniu przestrzennym są zastępowane nowszymi, skutecznymi środkami w kontekście transformacji energetycznej, planowanie zużycia energii ma na celu powiązanie urbanistyki z ochroną klimatu. Centralnym narzędziem planowania w Monachium jest plan zużycia energii, który ma charakter strategiczny, a określone w nim założenia horyzont czasowy do 2050 r. Opiera się on o szczegółowe analizy i badania, które mają przyczynić się w zakresie

¹²³ Źródło: geoportal.muenchen.de

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p>Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 155/477</p>

zoptymalizowanego procesu planowania m.in. do utworzenia jednej ogólnej koncepcji z lokalizacją przestrzenną wymagań, potencjału i środków, utworzenie jednego systemu monitorującego o stanie energetycznym zasobów budowlanych, efektywnego wykorzystania funduszy i ich odzyskiwania. Miasto Monachium posiada już różne koncepcje i indywidualne instrumenty planowania, które dotyczą ochrony klimatu i planowania energetycznego, brakuje jednak centralnego uspoźnienia. Plan wykorzystania energii pełni tę funkcję w celu umożliwienia zrównoważonego planowania energetycznego, które integruje wszystkie interesy na poziomie całego miasta. W celu uzyskania lepszych podstawowych informacji do stworzenia planu wykorzystania energii, podjęto decyzję o utworzeniu systemu otwartych danych przestrzennych. W pierwszym etapie wszystkie budynki w Monachium zostały sklasyfikowane według typu i wieku budynku, aby obliczyć zapotrzebowanie na ciepło (ogrzewanie i przygotowanie ciepłej wody). Podstawą klasyfikacji była „niemiecka typologia budowlana” Instytutu Mieszkalnictwa i Środowiska w Darmstadt.




Rys. 15.4 Fragment mapy klasy wieku budynków mieszkalnych¹²⁴

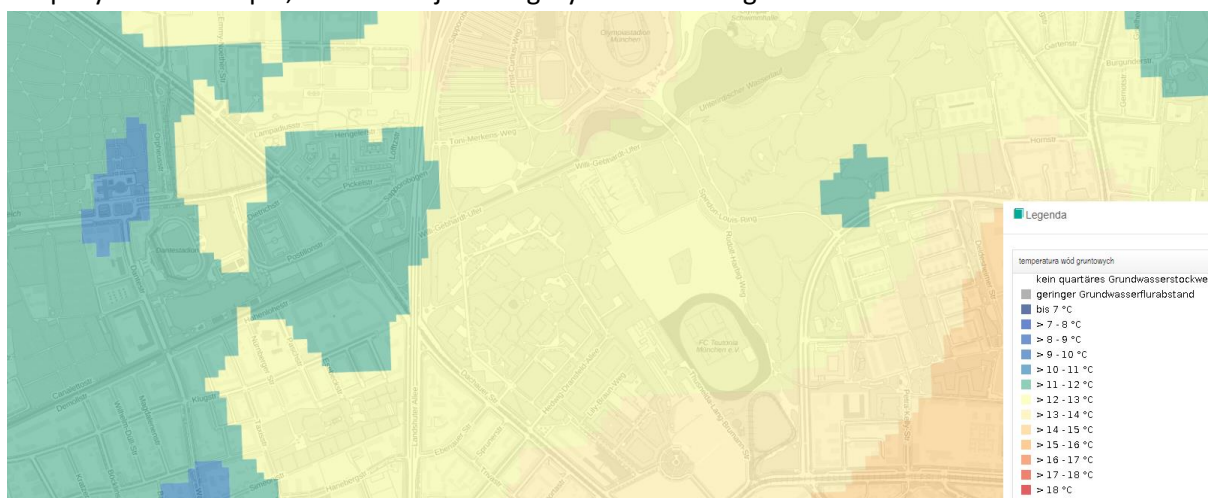
Na podstawie wskaźników energetycznych budynku opracowano algorytm wyznaczania zapotrzebowania na ciepło (ogrzewanie i ciepła woda) dla różnych typów powierzchni i zastosowano go do analizy typu konstrukcji Departamentu Środowiska i Zdrowia. w ramach analizy zapotrzebowania na ciepło, można było utworzyć sumaryczne wartości zapotrzebowania na ciepło wszystkich budynków w Monachium oraz średnie parametry energetyczne, które odnoszą się do powierzchni brutto. Uwzględniono zarówno budynki mieszkalne, jak i niemieszkalne. w rezultacie zmapowano zapotrzebowanie na ciepło.

Udostępniono także zestaw map dający wstępny przegląd warunków wód gruntowych w Monachium oraz możliwych zastosowań przypowierzchniowej energii geotermalnej przy użyciu pomp ciepła wód gruntowych. Oprócz podstawowych danych dotyczących wód gruntowych mapa pokazuje, ile wody

¹²⁴ Źródło: geoportals.muenchen.de

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 156/477</p>

gruntowej można prawdopodobnie przepompować w parze studni o określonej odległości między studniami oraz jaka moc i ilość energii jest dostępna do obsługi pompy ciepła typu woda-ziemia. Geotermia przypowierzchniowa już teraz odgrywa ważną rolę jako odnawialne źródło energii w obszarze wytwarzania ciepła i chłodu, ponieważ istniejący potencjał geotermii przypowierzchniowej (do maksymalnej głębokości 100 metrów) jest już wykorzystywany szeroko w Monachium. Dzieje się tak w zależności od odpowiednich warunków hydrogeologicznych i termicznych w podłożu (temperatura i wysokość wód gruntowych, przepływ objętościowy, kierunek przepływu, warunki glebowe itp.). Rozwój systemów geotermalnych ma istotne znaczenie zarówno dla pozyskiwania ciepła, chłodzenia jak i magazynowania energii.



Rys. 15.5 Fragment mapy potencjału przypowierzchniowej energii geotermalnej¹²⁵

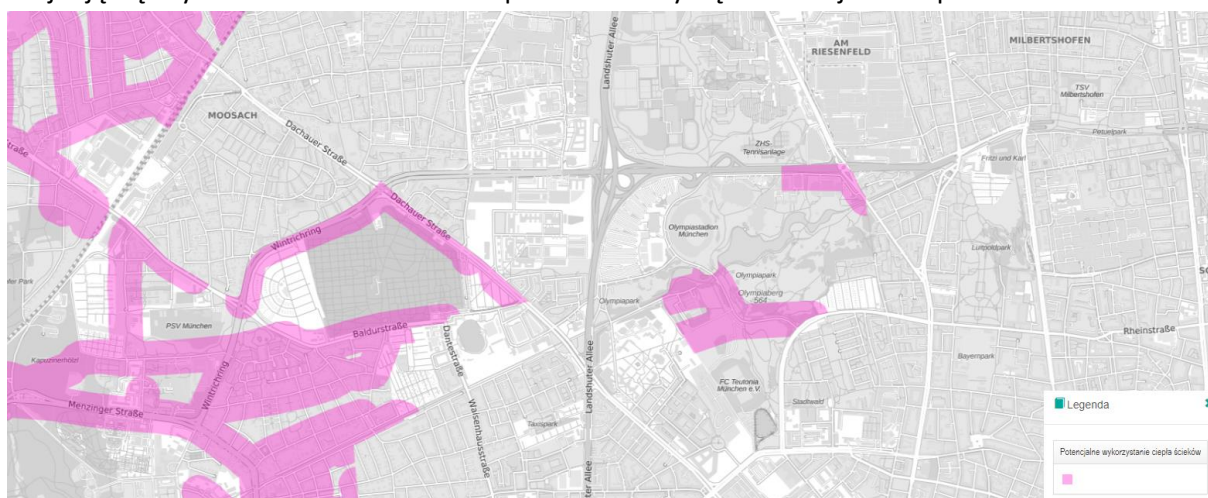
Mapa potencjału słonecznego pokazuje powierzchnie dachów użytkowych dla energii słonecznej i słonecznych systemów grzewczych (fotowoltaicznych i słonecznych ciepłych) oraz zawiera obliczenia potencjału energii słonecznej i ciepła dla każdego budynku na terenie miasta. w analizie potencjału układów słonecznych wykorzystuje się czynniki nachylenia, orientacji, zacienienia w związku z promieniowaniem słonecznym. Mapa potencjału słonecznego służy jako informacja wstępna, zapewnia obliczenie teoretycznie możliwej wydajności i podaje odpowiednie kluczowe liczby.

¹²⁵ Źródło: geoportals.muenchen.de



Rys. 15.6 Fragment mapy budowy potencjału fotowoltaiki¹²⁶

Mapa potencjalnego wykorzystania ciepła ścieków, uwzględnia tylko te odcinki kanałów, które mają wystarczający przekrój kanału, nie znajdują się w sieci ciepłowniczej Stadtwerke München i nie znajdują się zbyt daleko od kanału. Na mapie nie znalazły się informacje o temperaturze ścieków.



Rys. 15.7 Mapa potencjalnego wykorzystania ciepła ścieków ¹²⁶

W oparciu o analizy i badania przestrzenne powstał pilotażowy projekt dla przestrzennego planowania energetycznego jakim jest master plan energetyczny Neuaubing-Westkreuz. Uwzględnia on aspekty oszczędności energii, zwiększenia efektywności energetycznej, wykorzystania energii odnawialnej i innowacyjnych koncepcji dostaw dla zasobów budowlanych w Neuaubing-Westkreuz, obszar ma stać się bardziej wydajny energetycznie i mniej zależny od paliw kopalnych.

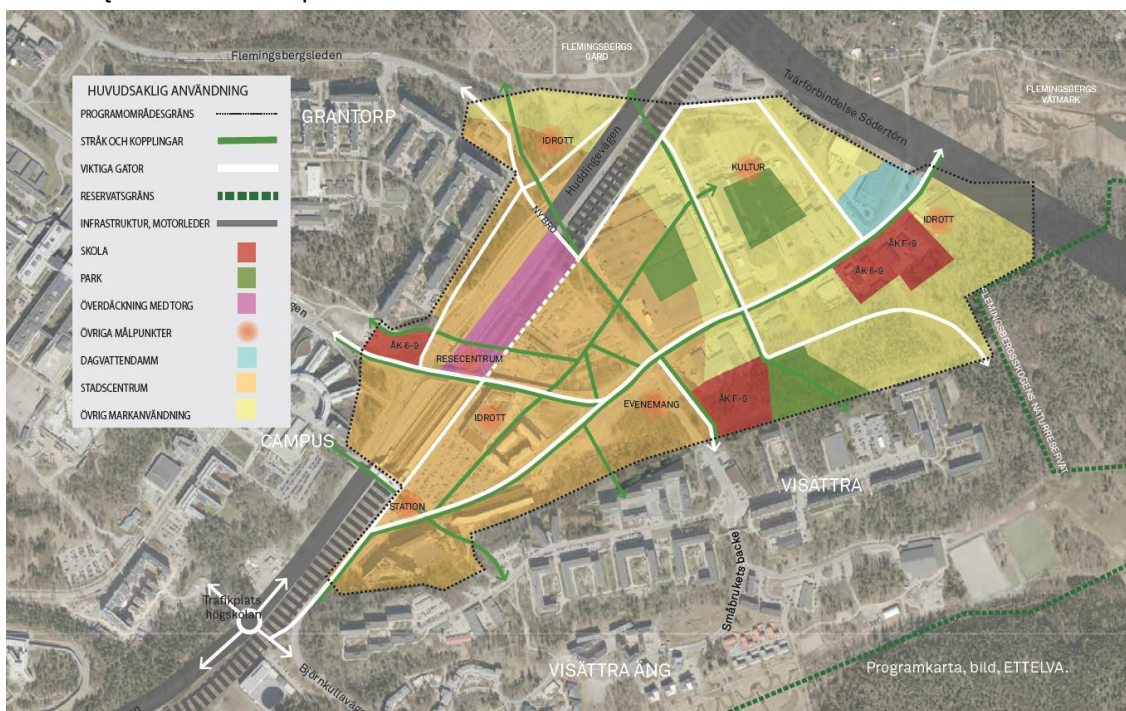
¹²⁶ Źródło: geoportal.muenchen.de



SZWECJA – FLEMINGSBERG

Szwecja jako kraj bez własnych paliw kopalnych z surowym klientem oraz o rygorystycznych prawach ekologicznych, aby móc uzyskać niezależność energetyczną i przestać obawiać się kryzysów, które odbijały się na cenach paliw, co z kolei znacząco wpływało na jakość życia, szansę widziała w przejściu w maksymalnym stopniu na energetykę rozproszoną. Sytuacja ta przyczyniła się do najbardziej na świecie rozwiniętego mixu energetycznego przy redukcji energii kopalnej (95% w roku 1980 do 41% w roku 2019), a rozwoju energii odnawialnej i nuklearnej.


Program planowania (se. planprogrammet), a następnie plan szczegółowy (se. detaljplan) można w Szwedzkim systemie planowania przestrzennego porównać do obecnie funkcjonujących SUIKZP¹²⁷, a nawet bliżej do wchodzących w 2023 r. planów ogólnych, masterplanów oraz miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego. Program planowania jest pierwszym krokiem w procesie szczegółowego planowania zgodnie z ustawą o planowaniu i budownictwie (PBL), są one wytyczną dla tworzenia i zmiany planów szczegółowych, jednak w przeciwieństwie do polskiego systemu planowania nie obejmują całego obszaru jednostek osadniczych, a np. obszary dzielnic lub tylko ich części. Plany regulują prawo budownictwa w różnym stopniu, a ze względu na swoją szczegółowość tworzone są dla niewielkich przestrzeni.



Rys. 15.8 Mapa Programu dla Flemingsberg w Szwecji¹²⁸

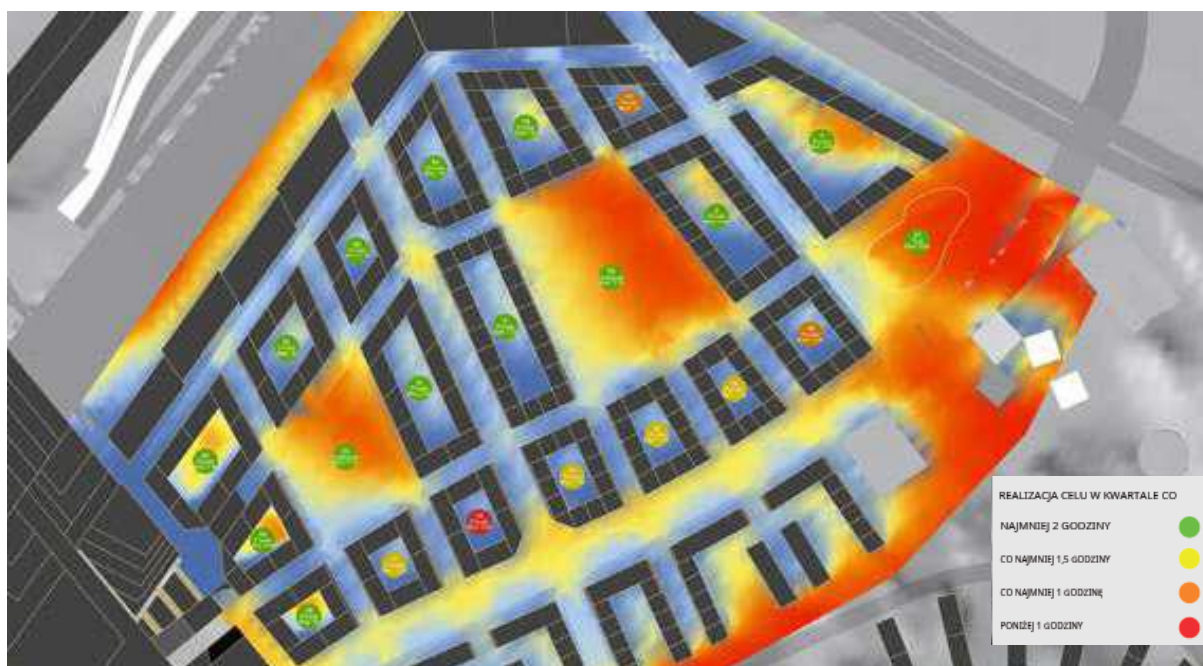
¹²⁷ SUIKZP - Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego

¹²⁸ Planprogram för Flemingsbergsdalen, KS-2018/1281, HUDDINGE KOMMUN, April 2020

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p>Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 159/477</p>

Program planowania dla Flemingsberg¹²⁹ opracowany został w okresie jesień 2018 r. – wiosna 2020 r., opisuje on punkty wyjścia i cele odnowy Flemingsbergsdalen. Jego głównym celem jest stworzenie warunków do rozwoju zintegrowanej dzielnicy o wysokich walorach urbanistycznych, która może przyczynić się do tworzenia nowych miejsc pracy, usług, rozrywki, kultury, mieszkalnictwa, prac społecznych i miejsca studiów w szkolnictwie wyższym.

Programy zagospodarowania zawierają analizę warunków słonecznych, jednak nie ze względu na możliwość lokalizacji PV, a zapewnienia światła słonecznego, które jest znacznym deficytem w Szwecji szczególnie pod kątem dbałości o zdrowie.

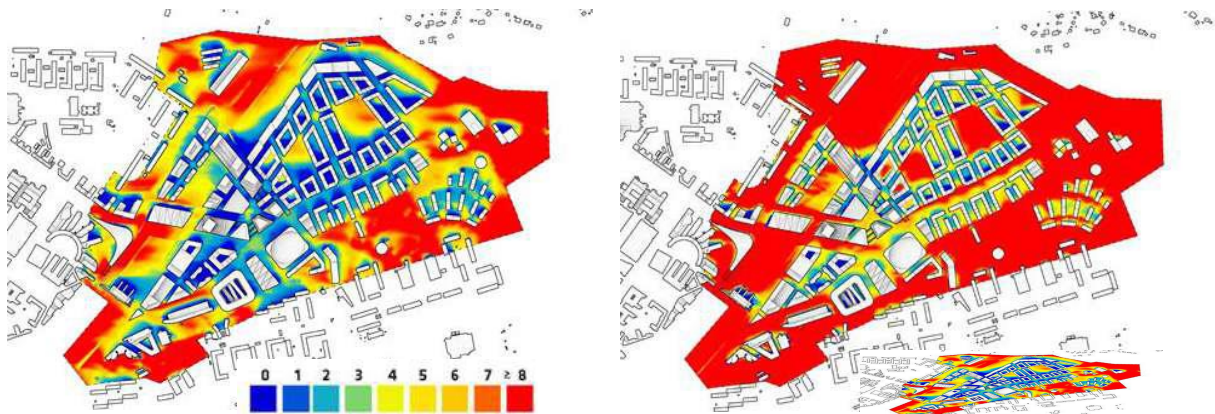


Rys. 15.9 Warunki słoneczne, realizacja celu na blok (równonoc wiosenna, 21 marca)¹³⁰

W ramach określania warunków nasłonecznienia w programach prezentowana jest także liczba godzin nasłonecznienia dla równonocy wiosennej 21 marca oraz przesilenia letniego 21 czerwca (Rys. 15.10).

¹²⁹ Flemingsberg - południowe przedmieście Sztokholmu, gmina Huddinge.

¹³⁰ Planprogram för Flemingsbergsdalen, KS-2018/1281, HUDDINGE KOMMUN, April 2020



Rys. 15.10 Liczba godzin nasłonecznienia, dla 21 marca (lewy plan) oraz 21 czerwca (prawy plan)¹³¹


Plany szczegółowe z kolei zawierają mapy geologiczne, aby można było ocenić warunki podłoża oraz m.in. możliwości zastosowania pomp ciepła, które mogą stanowić uzupełnienie funkcji grzewczych i chłodzenia.



Rys. 15.11 Przegląd strukturalna mapa geologiczna gminy Huddinge. Red-Berg, szaro-morena, Gullera¹³²

¹³¹ Planprogram för Flemingsbergsdalen, KS-2018/1281, HUDDINGE KOMMUN, April 2020

¹³² Detaljplan för område vid Hälsövägen i Flemingsberg

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 161/477</p>

AUSTRIA – WIEDEŃ

Austria jako jeden z pierwszych krajów w Europie zaczęła stawiać na odnawialne źródła energii, w szczególności hydroenergię, wykorzystując w ten sposób szczególną topografię kraju, dzięki czemu pod względem udziału odnawialnych źródeł energii w całkowitej produkcji energii elektrycznej w kraju należy do pionierów energetyki odnawialnej na starym kontynencie. Podobnie jak w Szwecji jednym z motorów napędowych rozwoju energii odnawialnej był brak własnych złóż surowców energetycznych.

Poza planami zagospodarowania przestrzennego i uogólnionego zagospodarowania przestrzennego, Wiedeń dysponuje planami energetycznymi oraz koncepcją techniczną przestrzennego planowania energetycznego - STEP 2025, które łączą planowanie energetyczne i urbanistyczne, umożliwiają synergię i jak najlepsze wykorzystanie istniejących zasobów.

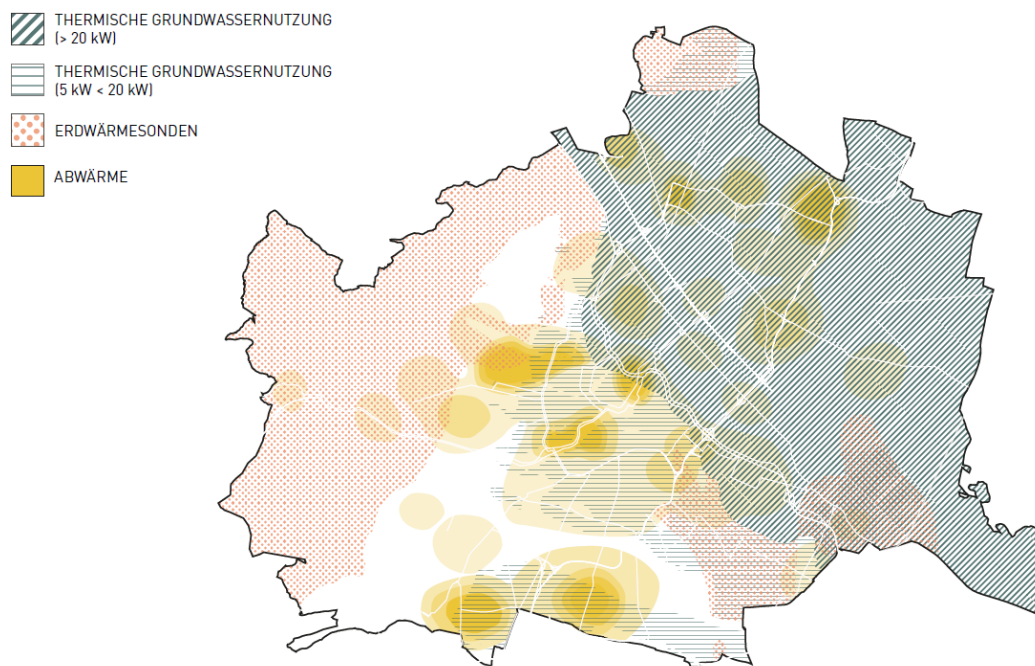
Koncepcja techniczna przestrzennego planowania energetycznego - STEP 2025 stawia kwestie energetyczne w centrum planowania urbanistycznego i przestrzennego oraz nadaje temu tematowi większe znaczenie, tak aby zaopatrzenie budynków i dzielnic w energię mogło być brane pod uwagę i planowane od samego początku. Promowanie zwartych struktur oraz rozmieszczenie i orientacja budynków są również ściśle związane z kwestiami planowania przestrzeni energetycznej: im bardziej zwarte formy, tym mniejsze straty ciepła. **Gęstość zabudowy** ma niebagatelny wpływ na zaopatrzenie w energię i wybór źródeł energii, jest także czynnikiem przy ocenie, czy źródło energii może być eksploatowane ekonomicznie. To, które rozwiązanie zaopatrzenia w energię jest odpowiednie dla konkretnego obszaru miejskiego, jest zatem w dużej mierze determinowane przez planowanie przestrzenne.¹³³ **Orientacja i projekt budynku** może decydować o tym, czy zdecentralizowane wykorzystanie energii słonecznej jest możliwe, czy też jest utrudnione przez efekty zacienienia.¹³⁴ Należy zwrócić uwagę na umiarkowane zagęszczenie przy jednoczesnej wysokiej jakości otwartej przestrzeni, aby osiągnąć oczekiwaną przez mieszkańców wysoką jakość życia. Projektowanie struktur przestrzennych ma istotny wpływ na zapotrzebowanie energetyczne miasta. **Miasto krótkich odległości**, w którym funkcje życia, pracy i wypoczynku mieszkają się, a zatem są blisko siebie, może zminimalizować odległości do pokonania z jednej strony poprawia to jakość życia, a z drugiej zmniejsza zapotrzebowanie na energię konieczną do przemieszczaniem się. Ponadto bliskość różnych zastosowań umożliwia optymalny podział między zapotrzebowaniem, magazynowaniem i produkcją energii, na przykład poprzez wykorzystanie operacyjnego ciepła odpadowego do produkcji ciepła. Podobnie jak w przykładzie programów planistycznych w Szwecji, tak i STEP 2025 w dużo szerszym zakresie wskazuje nowe spojrzenie na urbanistykę, która może znacząco pogłębić jej roszczenia w obszarze zrównoważonego rozwoju w obszarach energetyki i ochrony klimatu. w przyszłości podstawą do tego będą: z jednej strony dane o potencjale energetycznym i infrastrukturze energetycznej dostępnej na terenie całego miasta, z drugiej zaś profile zapotrzebowania. Na podstawie tego podejścia oraz projektu EU HORIZON 2020 SMARTER

¹³³ Energieraumplanung in Wien, Aufbereitung rechtlicher Aspekte, 2016, s. 16

¹³⁴ Energieraumplanung in Wien, Aufbereitung rechtlicher Aspekte, 2016, s. 16

	<p>Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p>Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p>Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 162/477</p>

TOgether, w Wiedniu przeprowadzono badania w celu stworzenia wstępnej **bazy danych** jako podstawy do dalszych prac. **Przetwarzanie kartograficzne podstaw** (np. wiek budynku), strony popytowej (np. zapotrzebowanie na ogrzewanie) i strony podażowej (potencjał energii odnawialnych, poziom zabudowy i potencjał przebudowy) wzbudziły duże zainteresowanie. Na tej podstawie oszacowano potencjał energii odnawialnej w Wiedniu.



Rys. 15.12 Przegląd potencjału energii odnawialnej w Wiedniu (tłumaczenia: thermische grundwassernutzung - termiczne wykorzystanie wód podziemnych; erdwärmesonden - sonda geotermalna; abwärme - ciepło odpadowe.)¹³⁵

Najsilniejszym instrumentem egzekwowania energetycznego planowania przestrzennego w Wiedniu jest kodeks budowlany, będący jednocześnie ustawą o planowaniu przestrzennym kraju związkowego. Nowelizacja wiedeńskiego kodeksu budowlanego z 2018 r. (LGBl. nr 37/2018) umożliwiła zdefiniowanie planów przestrzeni energetycznej (WrBO § 2b).

Plany przestrzeni energetycznej mogą być wydawane dla obszaru, nawet jeśli już istnieje na nim infrastruktura ciepłownicza jako wysokosprawny system alternatywny (§ 118 ust. 3) lub dostępna jest wystarczająca zdolność techniczna do rozbudowy infrastruktury ciepłowniczej i co najmniej jednego innego wysokosprawnego systemu alternatywnego, z uwzględnieniem wymagań określonych w § 1.

¹³⁵ Fachkonzept Energieraumplanung - STEP 2025, s. 92

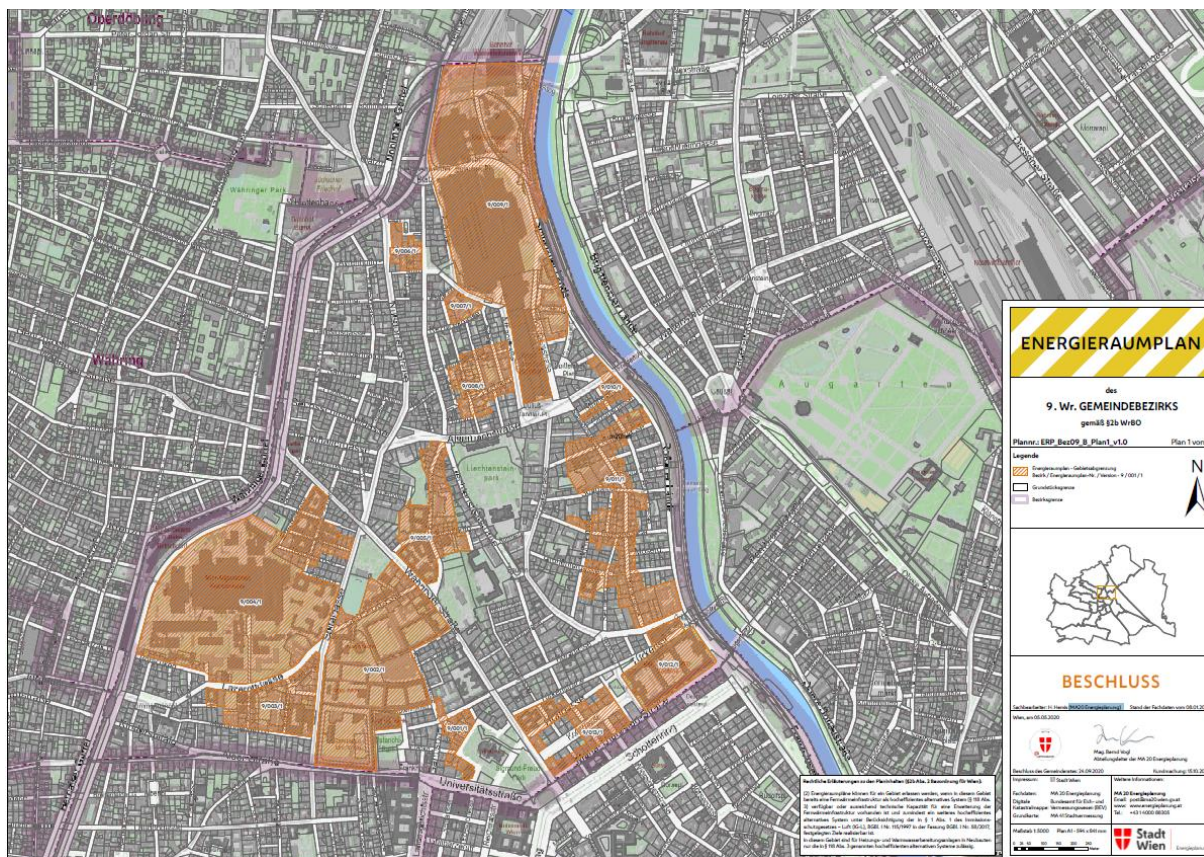


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
163/477




Rys. 15.13 Załącznik do Zarządzenia Rady Miejskiej Miasta Wiednia, z pomocą którego ustalany jest plan energetyczny dla 09. Dzielnicy¹³⁶

W tym obszarze dozwolone są tylko wysokosprawne systemy alternatywne określone w § 118 ust. 3 dla systemów ogrzewania i ciepłej wody w nowych budynkach.¹³⁷

Plany pomieszczeń energetycznych służą uporządkowanemu, perspektywicznemu i zrównoważonemu projektowaniu, rozwojowi dostaw energii dla systemów ogrzewania oraz ciepłej wody w Wiedniu, wykorzystania tego zaopatrzenia w energię, w szczególności z przyjaznych dla klimatu źródeł energii (odnawialne źródła energii, wykorzystanie ciepła odpadowego i ciepłownictwo). Rada gminy decyduje o ich ustaleniu i zmianie. Każda uchwała ma zostać ogłoszona w Dzienniku Urzędowym Miasta Wiednia. Zgodnie z tym każdy może żądać wydania uchwał i związanych z nimi załączników do planu.

¹³⁶ Verordnung des Gemeinderats der Stadt Wien, mit der ein Energeraumplan für den 09. Bezirk festgesetzt wird, Planbeilage Nr. Bez09_B_Plan1_v1.0

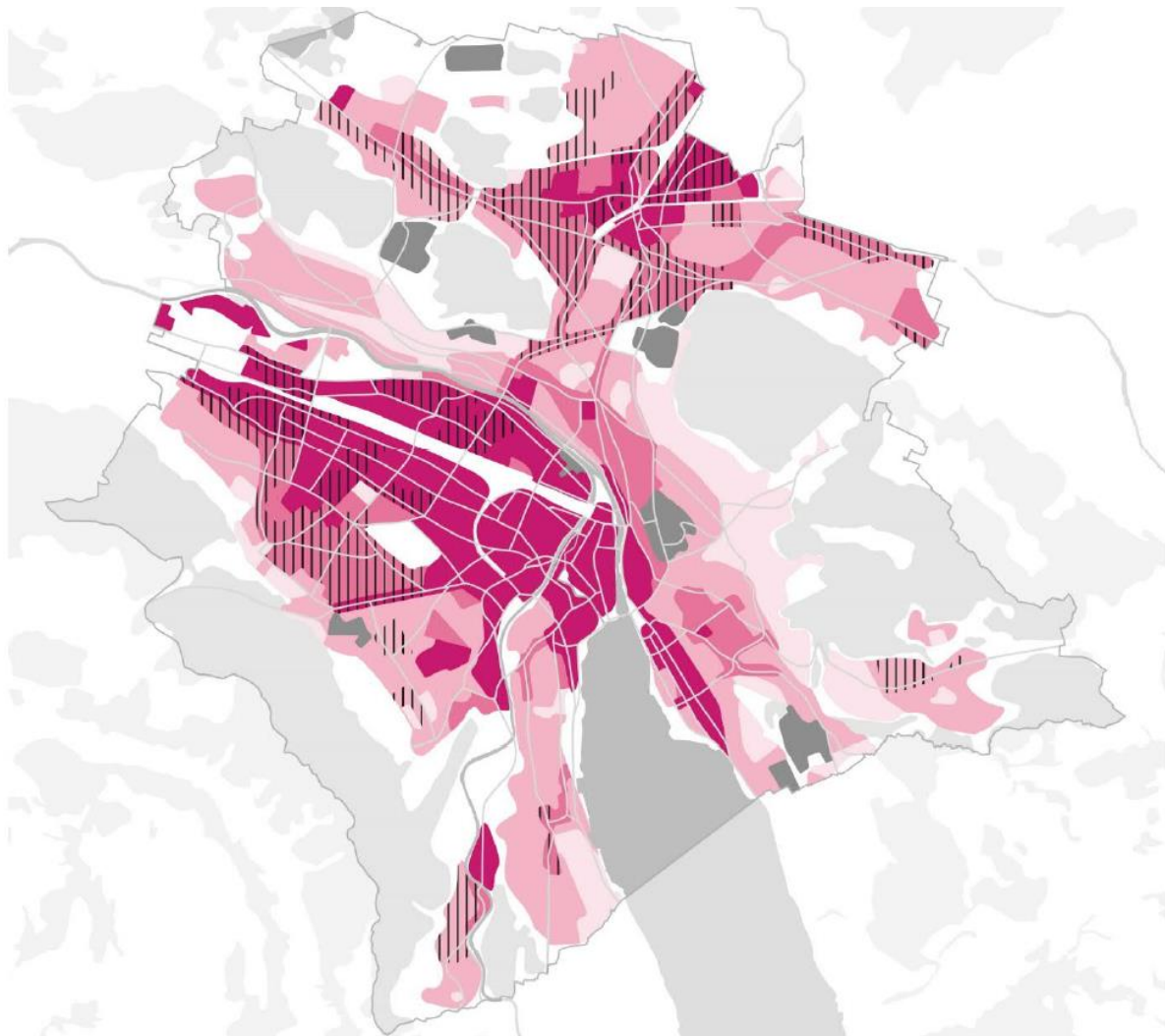
¹³⁷ Wiener Stadtentwicklungs-, Stadtplanungs- und Baugesetzbuch (Bauordnung für Wien – BO für Wien), LGBl. für Wien Nr.11/1930, zuletzt geändert durch das Gesetz LGBl. für Wien Nr. 70/2021 (tłum.: Kodeks urbanistyczny, urbanistyczny i budowlany Wiednia (kodeks budowlany dla Wiednia – BO dla Wiednia).

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 164/477</p>

SZWAJCARIA – ZURYCH

Na podstawie założeń nowelizacji ustawy o planowaniu przestrzennym (RPG) obowiązującej od 1 maja 2014 r., która obliuguje do promowania zwartej zabudowy osiedli, aby spowolnić niekontrolowany rozwój miast w Szwajcarii oraz przekierować rozwój na istniejące już ośrodki, Rada Miasta przyjęła Plan struktury miasta¹³⁸. Jest on również instrumentem koordynacyjnym dla rozwoju miast zgodnego ze środowiskiem, przyrodą i społeczeństwem. Planowanie jest skoordynowane z planowaniem ruchu i dostaw energii oraz analizami klimatu miasta. Struktura miejskiego planu strukturalnego, podobnie jak kantonalnego lub regionalnego planu strukturalnego, opiera się na ustaleniach i warunkach prawa planistycznego i budowlanego. Jest to nadrzędny dokument planistyczny, który w synergii z planem użytkowania terenu, planami regulacji zabudowy i dokumentem zbliżonym do kodeksu urbanistycznego w Wiedniu, pozwala określić rozwój przestrzenny jednostki w perspektywie 20 - 25 lat. Trzon obecnego planu struktury opiera się na celach zrównoważonego rozwoju. w zamyśle zagęszczenie strukturalne odbywać powinno się w koordynacji z planowaniem energetycznym. Dodatkowe zagęszczenie strukturalne powinno mieć miejsce przede wszystkim tam, gdzie jest wystarczająca podaż lub może zostać wytworzone w celu zaopatrywania osiedla w dużej mierze w ciepło odpadowe i niskoemisyjną energię odnawialną. Należy unikać dodatkowego obciążenia lokalnego klimatu ciepłem odpadowym z systemów klimatyzacyjnych. Jeśli to możliwe, latem należy zapewnić ochronę cieplną budynków bez aktywnego chłodzenia powietrzem zewnętrznym. Ponadto w ramach dodatkowego dogęszczenia strukturalnego ma zostać zwiększona produkcja energii słonecznej na terenie miasta.

¹³⁸ Kommunaler Richtplan Siedlung, Landschaft, öffentliche Bauten und Anlagen



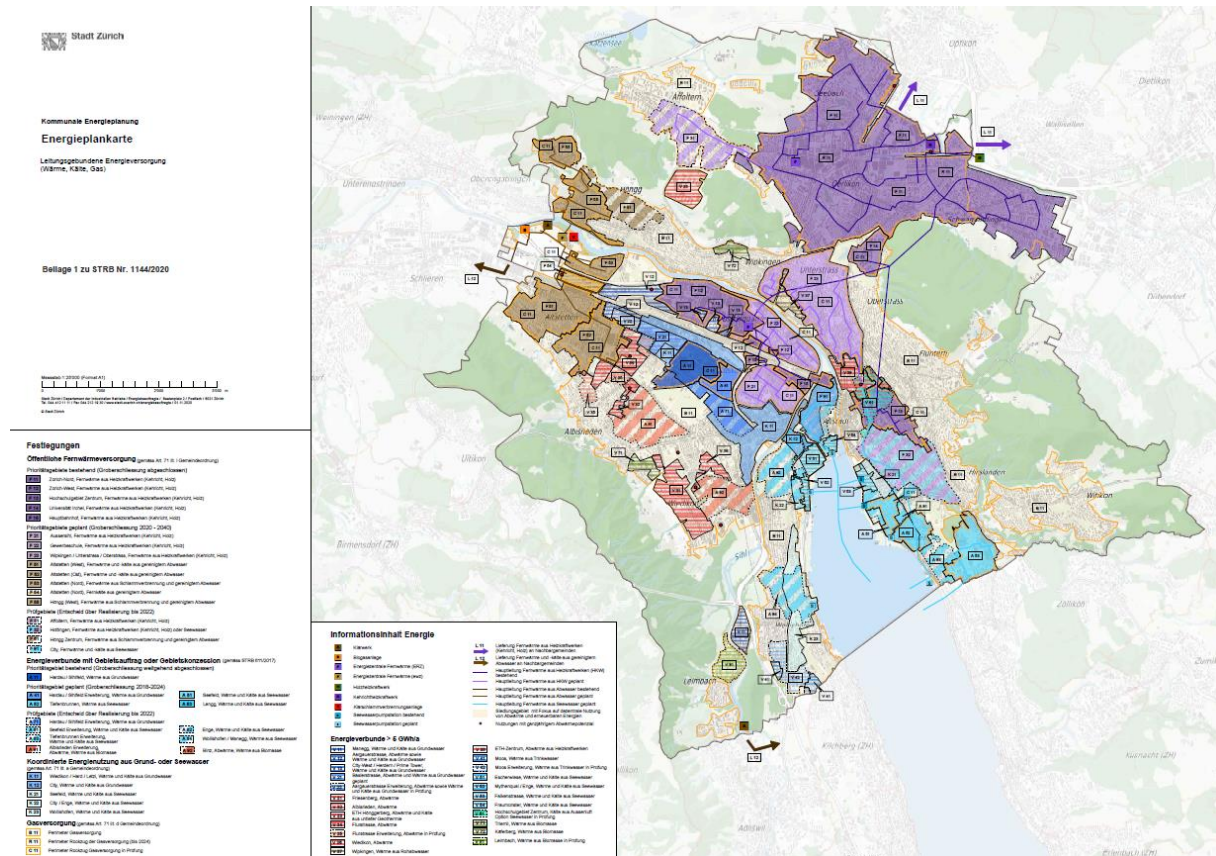
Rys. 15.14 Mapa koncepcyjna gęstości strukturalnej¹³⁹

Polityka transformacji i przekształceń energetycznych podobnie jak w Wiedniu regulowana jest planem energetycznym dla miasta. Planowanie dostaw energii określonych w Planie Energetycznym 2020 dla miasta Zurych ma na celu określenie pożądanego rozwoju zaopatrzenia i wykorzystania energii. Zawiera ono wytyczne dotyczące efektywnego wykorzystania energii, obejmuje ocenę przyszłego popytu i podaży energii oraz służy jako podstawa do podejmowania decyzji w działaniach planowania przestrzennego. Plan Energetyczny w swoim zakresie obejmuje analizę podaży i zapotrzebowania na energię (raport planistyczny), oficjalnie obowiązujące specyfikacje przestrzenne dla dostaw energii cieplnej z sieci (mapa planu energetycznego), katalog środków zaopatrzenia

¹³⁹ Kommunaler Richtplan Siedlung, Landschaft, öffentliche Bauten und Anlagen




w energię (wiążący dla władz) oraz informacje o możliwościach dostaw energii cieplnej (karty tematyczne).



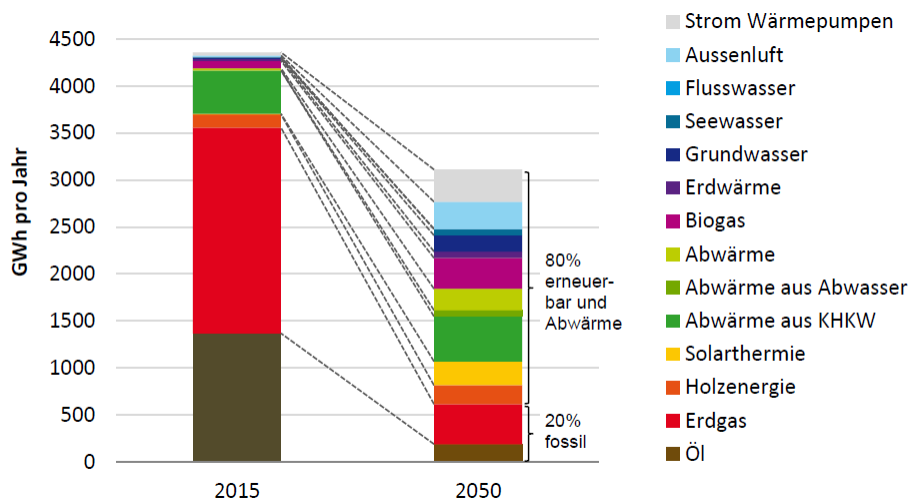
Rys. 15.15 Mapa planu energetycznego Zurychu¹⁴⁰

Rada Miejska Zurychu postrzega planowanie dostaw energii jako plan ewoluujący, który reaguje na zmieniające się warunki i jest w razie potrzeby dostosowywany. Niemniej jednak planowanie odbywa się w perspektywie długoterminowej do roku 2050. Definicje obszarów dla dostaw energii z sieci obowiązują przez co najmniej 15 lat. Stwarza to bezpieczeństwo planowania. Planowane są realistyczne okresy czasu na rozbudowę dostaw energii z sieci. Stwarza to warunek, że realizacja może odbywać się wszędzie tam, gdzie jest to możliwe i sensowne w ramach skoordynowanej konstrukcji. Ponadto uwzględnia długą żywotność oraz amortyzację systemów linii ciepłowniczych i gazowych, a także wszystkich innych branż pod ziemią, na które ma wpływ rozbudowa. Zgodnie z generalnym planem energetycznym do 2050 r. 80% zużycia energii pierwotnej powinno być

¹⁴⁰ Energieplankarte, Leitungsgebundene Energieversorgung (Wärme , Kälte , Gas)

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 167/477</p>

pokrywane z ciepła odpadowego i energii odnawialnej, do czego dostosowano scenariusz efektywności w palnie energetycznym.



Rys. 15.16 Końcowe zużycie energii na ciepło w Zurychu, scenariusz efektywności¹⁴¹


Podobnie jak w innych przykładach, także w Zurychu zwrócono uwagę na możliwości magazynowania energii w gruncie oraz możliwości wykorzystania energii geotermalnej. Hydrotermalne i petrotermiczne wykorzystanie głębokiej energii geotermalnej jest rozważane jako długoterminowa opcja dla Zurychu. Wykorzystanie płytkiej energii geotermalnej (rejestr ziemi, sondy geotermalne) wspierane jest przez międzyobszarowe sieci energetyczne.¹⁴²

REKOMENDACJE DLA M.ST. WARSZAWY:

- Oparcie procesów planistycznych o szczegółowe badania potencjału energetycznego zasobów odnawialnych.
- Należy prowadzić bieżącą analizę potencjału magazynowania ciepła, energii i chłodu z wykorzystaniem gruntu.
- Utworzenie planów energetycznych jako instrumentów uzupełniających dla narzędzi planowania przestrzennego.
- Powołanie rady eksperckiej do spraw transformacji energetycznej.
- Wyznaczenie stref predestynowanych do zagęszczania struktury tkanki miejskiej oraz organicznie eksurbanizacji.
- Utworzenie zamkniętego katalogu odnawialnych źródeł energii dopuszczającego zastosowanie dla terenu objętego planem.

¹⁴¹ Kommunale Energieplanung der Stadt Zürich Überarbeitung 2020.

¹⁴² Regionlaler Richtplan Stadt Zürich.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 168/477</p>

- Ustanowienie obowiązku sytuowania odnawialnych źródeł energii w celu zasilania co najmniej części wspólnych budynków wielorodzinnych oraz poziomu procentowego udziału dla pozostałych funkcji nieruchomości i nieruchomości niemieszkalnych.
- Energia wytwarzana w budynkach użyteczności publicznej powinna stanowić wsparcie w walce z ubóstwem energetycznym.
- Wprowadzenie współczynnika ładowarek samochodów elektrycznych na ilość miejsc parkingowych w nowym budownictwie.
- Wykorzystanie zmiany uwarunkowań prawnych w celu szczegółowego uregulowania sytuowania OZE, gęstości zabudowy, tworzenia zwartych struktur miejskich oraz uregulowania rozmieszczenia i orientacji budynków.
- Zaostrzenie warunków technicznych dla nowo budowanych budynków (obecnie standard WT2021) – najlepiej w celu uzyskania zeroemisyjności.
- Ustalenie współczynników stosowania instalacji BIPV (Building Integrated Photovoltaics) w nowopowstających oraz remontowanych budynkach ze szklanymi elewacjami.
- Przeprowadzenie badań w celu ustalenia współczynników dla termomodernizacji budynków w zależności od funkcji, materiału budowlanego oraz roku powstania.
- Wsparcie procesów transformacji energetycznej obiektów zabytkowych poprzez zobowiązanie konserwatora zabytków do współpracy z radą ekspercką do spraw transformacji energetycznej w celu wypracowania katalogu odnawialnych źródeł energii dopuszczającego zastosowanie w obiektach zabytkowych.

15.2. Standard Lokalnego Planu Energetycznego na potrzeby przeprowadzenia transformacji energetycznej miasta.


Plan Energetyczny Miasta powinien obejmować kompleks zagadnień energetycznych z uwzględnieniem aspektów klimatycznych gospodarowania energią. Powinien opierać się na zasadach Zintegrowanego Planowania Zasobami Energetycznymi IRP (Integrated Resource Planning) w oparciu o metodę planowania LCP (Least Cost Planning).

Potrzeby zmian w obowiązujących standardach dokumentów planistycznych powinny dotyczyć następujących zagadnień:

Bilans energetyczny i emisyjny miasta – taki bilans powinien w całościowy i domknięty sposób określać m.in.:¹⁴³

- wpływ zużycia wszystkich paliw i energii na środowisko lokalne, np. który z producentów/użytkowników energii w gminie ma największy wpływ na jakość powietrza,
- możliwe działania w zakresie poprawy efektywności energetycznej wytwarzania energii,
- poziom bezpieczeństwa energetycznego i sposoby jego zwiększenia,

¹⁴³ Źródło - planowanie energetyczne - Poradnik dla gmin, Urząd Marszałkowski Województwa Śląskiego, Katowice, Grudzień 2018 r.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 169/477</p>

- możliwości zwiększenia efektywności wykorzystania energii na obszarze gminy, w tym możliwości w zakresie okresowego ograniczenia zapotrzebowania na energię,
- możliwość dywersyfikacji oraz wzajemnej zastępowalności nośników energii, w tym wykorzystania lokalnych konwencjonalnych i odnawialnych zasobów energii,
- możliwości w zakresie magazynowania energii,
- realnych kosztów zaspakajania lokalnych potrzeb energetycznych,
- możliwe działania redukujące emisję gazów cieplarnianych w gminie,
- liczbę eksploatowanych źródeł grzewczych danego typu (szacowaną lub dokładną),
- możliwość zmniejszenia emisji zanieczyszczeń, w tym niskiej emisji, poprzez działania naprawcze.

W zakresie bilansu emisji istotna jest optymalizacja miksów energetycznych paliw i nośników wykorzystywanych w celach grzewczych i technologicznych. w tym celu konieczna jest inwentaryzacja źródeł emisji zlokalizowanych na terenie miasta pod kątem emisji CO, SO₂, NO_x, pyłów, w tym PM 10, PM 2,5 i B(a)P, w stanie istniejącym i prognozowanym.


W zakresie emisji CO₂ celowe może być wykorzystanie metodologii inwentaryzacji gazów cieplarnianych (np. Global Protocol for Community Scale GHG Emissions Inventories GPC, Baseline Emissions Inventory / Monitoring Emissions Inventory Methodology) wymagającej przeprowadzenia bilansu energetycznego gminy w odpowiedni sposób, w tym z wykorzystaniem odpowiednich wskaźników emisji.

Transport - konieczność wykonywania określonych analiz związanych z wykorzystaniem pojazdów elektrycznych istnieje już teraz. Infrastruktura do zasilania pojazdów powinna mieć zapewnioną odpowiednie pokrycie zapotrzebowania na moc z uwzględnieniem szybkiego ładowania. Wszystkie te elementy powinny być uwzględnione w dokumentach planistycznych w możliwie szerokim zakresie zwłaszcza przy określaniu scenariuszy rozwoju gminy.

Horyzont czasowy - zaleca się, aby horyzont prognoz energetycznych i emisyjnych zawartych w dokumencie był dalszy niż 15 lat. Powinien obejmować okres do roku 2050 pozwalając na wariantowe projekcje zasilania w energię oraz wykorzystania jej w najbardziej racjonalny sposób w horyzoncie długookresowym. Należy również uwzględnić perspektywę zawartą w Polityce energetycznej Polski.

Ochrona klimatu Ziemi / adaptacja do zmian klimatu – istotne jest, aby w założeniach do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe poddane analizie były następujące aspekty:

- działania powinny uwzględniać wpływ na środowisko w tym na klimat czy w szczególności na emisję gazów cieplarnianych,
- zapewnienie funkcjonowania awaryjnych źródeł energii oraz przesyłu energii,
- ocena wpływu burz, intensywnych opadów, podnoszenia poziomu rzek, suszy, fale upałów oraz fal zimna na system zaopatrzenia w ciepło sieciowe, energię elektryczną i paliwa gazowe.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="right">Strona/Stron 170/477</p>


15.3. Monitorowanie kondycji finansowej przedsiębiorstw energetycznych

Na rynku Warszawy świadczą swe usługi następujące spółki energetyczne:

- 1) Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo SA (PGNiG S.A.), Centrala Spółki, Warszawa, ul. M. Kasprzaka 25, (akcje spółki są notowane na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie)
- 2) PGNiG Termika S.A. Warszawa, Modlińska 15, (100% akcji spółki są własnością PGNiG S.A., spółka ta pokrywa 70% zapotrzebowania Warszawy i 60% Pruszkowa, Piastowa i Michałowic na ogrzewanie i ciepłą wodę użytkową oraz do 65% całkowitego zapotrzebowania Warszawy na energię elektryczną. Produkcja odbywa się w: Elektrociepłowni Siekierki, Elektrociepłowni Żerań, Elektrociepłowni Pruszków, Ciepłowni Wola, Ciepłowni Kawęczyn, Ciepłowni Regaty).
- 3) PKN ORLEN S.A. Płock, ul. Chemików 7 (Obecnie trwa proces połączenia spółki Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A. ze spółką PKN ORLEN S.A. z siedzibą w Płocku (połączenie przez przejęcie PGNiG przez PKN ORLEN S.A. zgodnie z art. 492 § 1 pkt 1 Kodeksu spółek handlowych – dalej jako „KSH”), w ramach tzw. sukcesji uniwersalnej (zgodnie z art. 494 ust. 1 KSH) nastąpi przejście wszelkich praw i obowiązków, w tym ewentualnych zobowiązań finansowych wynikających z zawartych umów, na spółkę PKN ORLEN S.A. Z dniem rejestracji wspomnianego połączenia PGNiG zostanie wykreślona z rejestru przedsiębiorców Krajowego Rejestru Sądowego),
- 4) PGE Obrót S.A. z siedzibą w Rzeszowie, ul. 8-go Marca 6 (Podstawowym przedmiotem działalności PGE Obrót S.A. jest obrót energią elektryczną na obszarze całego kraju.),
- 5) Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A., Konstancin-Jeziorna, ul. Warszawska 165, (Przedmiotem działania jest świadczenie usług przesyłania energii elektrycznej),
- 6) E.ON Polska S.A. (dawniej INNOGY), sprzedaje energię elektryczną do ponad 1 mln klientów indywidualnych, głównie ze stolicy, spółka obrotu energią, w Warszawie posiada ponad 16,5 tys. km sieci elektroenergetycznej (Głównym akcjonariuszem E.ON Polska jest niemiecka grupa E.ON.),
- 7) Veolia Energia Warszawa S.A., Stefana Batorego 2, od października 2011 r. jest częścią międzynarodowej grupy Veolia (Veolia Energia Warszawa S.A. zarządza największą w Unii Europejskiej siecią ciepłowniczą, dostarczającą ciepło systemowe i ciepłą wodę do 80% budynków w Warszawie).

Akcje spółek PGNiG, PKN ORLEN, PGE są notowane na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie. w związku z tym dane finansowe na temat tych spółek oraz spółek z tych grup kapitałowych są dostępne na stronach GPW oraz na stronach tych spółek w związku z obowiązkami informacyjnymi wynikającymi z:

- a) Dyrektywy 2003/71/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 4 listopada 2003 r. w sprawie prospektu emisyjnego publikowanego w związku z publiczną ofertą lub dopuszczeniem do obrotu papierów wartościowych i zmieniająca dyrektywę 2001/34/WE, z późn. zm. („Dyrektywa 2003/71/WE” lub „Dyrektywa w sprawie prospektu emisyjnego”) oraz Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2017/1129 z dnia 14 czerwca 2017 r. w sprawie prospektu, który ma być publikowany w związku z ofertą publiczną papierów wartościowych lub dopuszczeniem ich do obrotu na rynku regulowanym oraz

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 171/477</p>

- uchylenia dyrektywy 2003/71/WE („Rozporządzenie UE 2017/1129” lub „Rozporządzenie w sprawie prospektu emisyjnego”);
- b) Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) NR 596/2014 z dnia 16 kwietnia 2014 r. w sprawie nadużyć na rynku (rozporządzenie w sprawie nadużyć na rynku) oraz uchylające dyrektywę 2003/6/WE Parlamentu Europejskiego i Rady i dyrektywy Komisji 2003/124/WE, 2003/125/WE i 2004/72/WE, z późn. zm. („Rozporządzenie UE 596/2014” lub „Rozporządzenie MAR”); 3. Dyrektywy 2004/109/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 15 grudnia 2014 r. w sprawie harmonizacji wymogów dotyczących przejrzystości informacji o emitentach, których papiery wartościowe dopuszczane są do obrotu na rynku regulowanym oraz zmieniającej dyrektywę 2001/34/WE, z późn. zm., w tym zmianami wynikającymi z Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2013/50/UE z 22 października 2013 r. („Dyrektywa Transparency”);
- c) Ustawy z dnia z dnia 29 lipca 2005 r. o ofercie publicznej i warunkach wprowadzania instrumentów finansowych do zorganizowanego systemu obrotu oraz o spółkach publicznych, z późn. zm. (dalej: „Ustawa o ofercie”);
- d) Rozporządzenie Ministra Finansów z dnia 19 lutego 2009 r. w sprawie informacji bieżących i okresowych przekazywanych przez emitentów papierów wartościowych oraz warunków uznawania za równoważne informacji wymaganych przepisami prawa państwa niebędącego państwem członkowskim, z późn. zm. (dalej: „Rozporządzenie w sprawie informacji bieżących i okresowych”);
- e) Regulaminu Giełdy, w zakresie odnoszącym się do obowiązków emitentów, których papiery wartościowe zostały dopuszczone do obrotu na rynku równoległym prowadzonym przez GPW.

W przypadku pozostałych powyższych spółek podstawowym źródłem danych finansowych są sprawozdania finansowe publikowane w krajowym rejestrze sądowym.

Innym istotnym źródłem danych o spółkach energetycznych są publikowane przez nie raporty ESG oraz raporty zintegrowane ESG (skrót oznaczający czynniki w oparciu, o które tworzone są ratingi i oceny pozafinansowe przedsiębiorstw, państw i innych organizacji). Składają się one z trzech elementów: E – Środowisko (z ang. environmental), S – Społeczna odpowiedzialność (z ang. social responsibility) i G – Ład korporacyjny (z ang. corporate governance).

Dodatkowym źródłem danych mogą być publikowane raporty oddziaływania na środowisko.

Poniżej przedstawiono wskaźniki finansowe, które warto śledzić w ramach monitorowania kondycji finansowej spółek energetycznych.



	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 172/477

Tabela 15.1 Wskaźniki rentowności


Nazwa wskaźnika	Konstrukcja wskaźnika	Charakterystyka wskaźnika
ROA – wskaźnik rentowności aktywów	Zysk netto	Stanowi jedną z najczęściej wykorzystywanych miar rentowności przedsiębiorstwa. Wskaźnik ten ukazuje stosunek osiągniętego przez przedsiębiorstwo zysku netto do wartości aktywów ogółem, czyli sumy bilansowej. Wskaźnik ten odzwierciedla jak efektywnie, w przedsiębiorstwie, wykorzystywany jest majątek do generowania zysku netto. Im wartość wskaźnika ROA jest wyższa, tym lepsza jest kondycja finansowa przedsiębiorstwa.
	Aktywa ogółem	
ROE – wskaźnik rentowności kapitału	Zysk netto	Wskaźnik ten obrazuje stosunek wygenerowanego zysku netto do posiadanych kapitałów własnych. Jego poziom informuje o tym, jaka część zainwestowanych środków zwróciła się po upływie danego okresu. Innymi słowy, miara tego wskaźnika ukazuje, jaką część kapitału własnego stanowi zysk netto. Im wyższa jest jego wartość, tym bardziej korzystna jest sytuacja przedsiębiorstwa.
	Kapitały własne	
ROS – wskaźnik rentowności przychodów	Zysk netto	Wskaźnik ten nazywany jest również marżą zysku netto (lub wskaźnikiem rentowności sprzedaży netto). Im wyższe wartości przyjmują wskaźniki rentowności sprzedaży, tym bardziej korzystna jest kondycja finansowa przedsiębiorstwa. w literaturze nie określono optymalnego przedziału dla tego wskaźnika.
	Przychody ze sprzedaży	

Tabela 15.2 Wskaźniki płynności

Nazwa wskaźnika	Konstrukcja wskaźnika	Charakterystyka wskaźnika
Wskaźnik bieżącej płynności finansowej	Aktywa obrotowe	Jest podstawowym wskaźnikiem wykorzystywanym podczas analizy płynności finansowej przedsiębiorstwa. Obrazuje on zdolność przedsiębiorstwa do regulowania bieżących, czyli krótkoterminowych jego zobowiązań za pomocą upłynnienia posiadanych przez niego aktywów obrotowych, do których zaliczane są zapasy, należności krótkoterminowe oraz inwestycje krótkoterminowe. Optymalna wartość wskaźnika powinna znajdować się w przedziale od 1,5 do 2,0.
	Zobowiązania bieżące	

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 173/477</p>


		<p>Wysoki poziom wskaźnika świadczy o niskim udziale zobowiązań bieżących w aktywach obrotowych. Należy pamiętać, iż wskaźniki powinny być porównywane z tymi osiągniętymi w przedsiębiorstwie w poprzednich okresach. Niezmiernie istotne jest również porównywanie ich z wskaźnikami uzyskiwanymi przez przedsiębiorstwa z tej samej branży. Przyczynić się to może do identyfikacji przyczyn różnic w poziomie wskaźników oraz podjęcia odpowiednich działań, które je wyeliminują.</p> <p>Wskaźnik osiągnięty na poziomie niższym niż 1,0 świadczy o kłopotach przedsiębiorstwa w regulowaniu bieżących zobowiązań w terminie.</p>
<p>Wskaźnik płynności przyspieszonej (szybkiej)</p>	<p>Aktywa obrotowe – Zapasy</p>	<p>Umożliwia określenie możliwości przedsiębiorstwa do regulowania jego zobowiązań bieżących aktywami o wyższym stopniu płynności, czyli za pomocą należności krótkoterminowych i inwestycji krótkoterminowych. Konieczne jest więc wyłączenie ogólnej wartości zapasów z aktywów obrotowych. Uptynienie zapasów jest bowiem procesem bardziej czasochłonnym.</p> <p>Wartość tego wskaźnika powinna znajdować się na poziomie wyższym bądź równym 1,0. Jeśli poziom wskaźnika znajduje się na niższym poziomie świadczy to o tym, iż przedsiębiorstwo ma problem z regulowaniem bieżących zobowiązań – utraciło płynność finansową. Zbyt wysoki poziom wskaźnika świadczy natomiast o gromadzeniu środków pieniężnych i utrzymywaniu wysokiego poziomu należności. w perspektywie długoterminowej świadczy to o braku podejmowania przez przedsiębiorstwo nowych inwestycji.</p> <p>Warto zwrócić również uwagę na to, iż jeśli poziom wskaźnika bieżącej płynności jest</p>
	<p>Zobowiązania bieżące</p>	

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 174/477</p>

		<p>wysoki, natomiast poziom wskaźnika płynności przyspieszonej znajduje się na niskim poziomie to przedsiębiorstwo utrzymuje wysoki stan zapasów. Należy pamiętać, iż utrzymywanie zapasów na wysokim poziomie jest procesem generującym dodatkowe koszty.</p>
<p>Wskaźnik płynności natychmiastowej</p>	<p>Środki pieniężne</p>	<p>Określa, jaka jest zdolność przedsiębiorstwa do regulowania bieżących zobowiązań posiadanymi przez przedsiębiorstwo środkami pieniężnymi, które są najbardziej płynnymi aktywami finansowymi.</p> <p>Wskaźnik płynności natychmiastowej powinien mieścić się w przedziale od 1,0 do 2,0. Brak środków pieniężnych na rachunku bankowym i w kasie jest jednoznaczny z utratą przez przedsiębiorstwo płynności finansowej. Istotne jest zatem prawidłowe ściąganie należności kontrahentów przedsiębiorstwa. Należy również pamiętać, iż nadmierna płynność finansowa ma negatywny wpływ na poziom rentowności przedsiębiorstwa. Wygenerowane środki powinny być zagospodarowane w odpowiedni sposób.</p>
	<p>Zobowiązania bieżące</p>	

Tabela 15.3 Wskaźniki zadłużenia

Nazwa wskaźnika	Konstrukcja wskaźnika	Charakterystyka wskaźnika
<p>Wskaźnik ogólnego zadłużenia</p>	<p>Zobowiązania ogółem (Kapitały obecne)</p>	<p>Wskaźnik ogólnego zadłużenia ukazuje, w jaki sposób aktywa jednostki finansowej są zobowiązaniami. Wskaźnik powinien oscylować w przedziale 0,57 – 0,67. Zbyt wysoki jego poziom świadczy o znacznym zadłużeniu przedsiębiorstwa. Należy zwrócić uwagę, iż znaczny wzrost poziomu zadłużenia przedsiębiorstwa, czyli wzrost wartości kapitałów obcych w ogólnej strukturze finansowania ściśle związany jest ze wzrostem kosztów obsługi tego zadłużenia. Wzrost poziomu zadłużenia przedsiębiorstwa jest akceptowany jedynie w przypadku, gdy stopa zwrotu z aktywów przedsiębiorstwa jest wyższa od przeciętnego oprocentowania kredytów oraz pożyczek zaciągniętych przez przedsiębiorstwo. Istotne jest</p>
	<p>Aktywa ogółem</p>	

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 175/477</p>

		więc zachowanie optymalnego poziomu zadłużenia oraz utrzymanie zdolności przedsiębiorstwa do pokrycia kosztów związanych z obsługą zadłużenia.
Wskaźnik udziału kapitałów własnych w finansowaniu majątku	Kapitały własne	Wskaźnik ten ukazuje stopień samofinansowania działalności przez przedsiębiorstwo. Jego wysoki poziom świadczy o dużym zaangażowaniu środków własnych. Przedsiębiorstwo jest więc niezależne finansowo i nie ma problemów z wypłacalnością wobec swoich wierzycieli. Zgodnie ze złotą regułą finansową kapitał własny powinien finansować w całości aktywa trwałe. Należy jednak zwrócić uwagę, iż w niektórych przedsiębiorstwach dominującą rolę stanowią aktywa trwałe, a w niektórych aktywa obrotowe. Podkreślić również należy, iż w praktyce gospodarczej o wiele łatwiej można pozyskać kapitał obcy niż kapitał własny. Przyjmuje się, iż wskaźnik udziału kapitałów własnych w aktywach ogółem powinien znajdować się w przedziale 0,33 – 0,43.
	Aktywa ogółem	
Wskaźnik zadłużenia kapitału własnego	Zobowiązania ogółem	Uzyskuje stopień pokrycia zobowiązań źródłami własnymi. Poziom wskaźnika informuje, ile razy zobowiązania ogółem przewyższają wartość kapitału własnego, czyli jaka kwota zobowiązań przypada na 1 złotówkę kapitału własnego. Wartość wskaźnika powyżej 1 świadczy o dużym obciążeniu kapitałów własnych zobowiązaniami.
	Kapitały własne	
Wskaźnik udziału zobowiązań długoterminowych w zobowiązaniach ogółem	Zobowiązania długoterminowe	Informuje o strukturze wewnętrznej zobowiązań – jaką część zobowiązań stanowią te o charakterze długoterminowym. Jeśli zobowiązania długoterminowe przewyższają zobowiązania o charakterze krótkoterminowym to sytuacja dla przedsiębiorstwa jest korzystniejsza. Im większy udział zobowiązań długoterminowych, tym większa płynność bieżąca przedsiębiorstwa.
	Zobowiązania ogółem	
Wskaźnik zadłużenia długoterminowego	Zobowiązania długoterminowe	Wskaźnik ten obrazuje jaka wielkość kapitałów własnych przedsiębiorstwa jest finansowana przez zobowiązania długoterminowe. Optymalny poziom tego wskaźnika przyjmuje się na poziomie od 0,5 do 1,0 (poziom 1,0 oznacza, że przedsiębiorstwo zaangażowało tyle samo kapitałów własnych, co zobowiązań długoterminowych). Wskaźnik przekraczający poziom 1,0 sygnalizuje zwiększone ryzyko niewypłacalności przedsiębiorstwa, oznacza, że wartość zobowiązań długoterminowych jest większa od wartości kapitałów własnych przedsiębiorstwa.
	Kapitały własne	
Wskaźnik poziomu zadłużenia	Rzeczowe aktywa trwałe	Ukazuje stopień zabezpieczenia zobowiązań długoterminowych rzeczowymi aktywami trwałymi. Wartość

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 176/477

rzeczowych aktywów trwałych	Zobowiązania długoterminowe	tego wskaźnika w granicach 1,0 może świadczyć o istotnym zagrożeniu finansowym, które może doprowadzić nawet do upadku przedsiębiorstwa.
-----------------------------	-----------------------------	--

Tabela 15.4 Wskaźniki zdolności do obsługi długu

Nazwa wskaźnika	Konstrukcja wskaźnika	Charakterystyka wskaźnika
Wskaźnik pokrycia obsługi długu	Zysk brutto + odsetki	Wskaźnik pokrycia obsługi długu ukazuje, ile razy zysk z działalności przedsiębiorstwa pokrywa roczne spłaty zaciągniętych przez przedsiębiorstwo kredytów wraz z odsetkami. Należy do najczęściej wykorzystywanych wskaźników w ocenie wiarygodności kredytowej. Jego minimalny poziom powinien być większy od 1, przyjmuje się zazwyczaj 1,2 – 1,3. w świetle przepisów Banku Światowego jego poziom powinien oscylować w granicach 1,3 – 2,5. Jako optymalny uznaje się poziom 2,5. Wartość wskaźnika na poziomie 2 oznacza, że nawet dwukrotny spadek zysku brutto nie spowoduje utraty zdolności jednostki do obsługi zadłużenia i jego zwrotu.
	Raty kapitałowe + odsetki	
Wskaźnik pokrycia zobowiązań odsetkowych	Zysk brutto + odsetki	Informuje z kolei o zdolności jednostki do spłaty odsetek. Jego poziomem zainteresowani są przede wszystkim pożyczkodawcy. Im wyższą wartość przyjmuje wskaźnik, tym korzystniej oceniania jest kondycja jednostki z punktu widzenia oceny kredytobiorcy. Informuje o zdolności przedsiębiorstwa do terminowej spłaty należnych odsetek. Im wyższy poziom wskaźnika, tym przedsiębiorstwo w mniejszym stopniu odczuwa uciążliwość związaną z płaceniem odsetek. Wartość wskaźnika poniżej 2 świadczy o ryzyku kredytowym. Niemniej jednak wielu kredytodawców uznaje ryzyko przy udzielaniu kredytów za dopuszczalne w przypadku, gdy wysokość wskaźnika wynosi 4 – 5.
	Odsetki	
Wskaźnik pokrycia obsługi długu z nadwyżki finansowej	Zysk netto + amortyzacja	Jest najbardziej przydatnym wskaźnikiem do badania zdolności kredytowej podmiotów. Dostarcza informacji o tym, ile razy nadwyżka finansowa, czyli zysk netto i amortyzacja, są w stanie pokryć spłatę rat kapitałowych oraz odsetek. Uznaje się, iż wskaźnik jest na optymalnym poziomie, gdy jego wartość wynosi 2,5.
	Raty kapitałowe + odsetki	


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 177/477


Tabela 15.5 Wskaźniki sprawności działania – wskaźniki cyklu obrotowego

Nazwa wskaźnika	Konstrukcja wskaźnika	Charakterystyka wskaźnika
Wskaźnik cyklu zapasów	Średni stan zapasów *	Informuje, co ile dni jednostka odnawia swoje zapasy dla zrealizowania określonej sprzedaży.
	$\frac{\text{Przychody ze sprzedaży}}{365}$	
Wskaźnik cyklu należności	Średni stan należności *	Informuje w jakim terminie jednostka dokonuje inkasa należności na zrealizowaną sprzedaż.
	$\frac{\text{Przychody ze sprzedaży}}{365}$	
Wskaźnik cyklu regulowania zobowiązań	Średni stan zobowiązań *	Informuje, co ile dni średnio regulowane są zobowiązania (odroczone płatności) w jednostce.
	$\frac{\text{Przychody ze sprzedaży}}{365}$	

Tabela 15.6 Wskaźniki sprawności działania – wskaźniki rotacji

Nazwa wskaźnika	Konstrukcja wskaźnika
Wskaźnik rotacji aktywów ogółem	Przychody netto ze sprzedaży
	Średni stan aktywów ogółem
Wskaźnik rotacji aktywów stałych	Przychody netto ze sprzedaży
	Średni stan aktywów stałych
Wskaźnik rotacji aktywów bieżących	Przychody netto ze sprzedaży
	Średni stan aktywów bieżących
Wskaźnik rotacji zapasów	Przychody netto ze sprzedaży
	Średni stan zapasów
Wskaźnik rotacji należności	Przychody netto ze sprzedaży
	Średni stan należności
Wskaźnik rotacji kapitałów stałych	Przychody netto ze sprzedaży
	Średni stan kapitałów stałych
Wskaźnik rotacji zobowiązań ogółem	Przychody netto ze sprzedaży
	Średni stan kapitałów obcych

Kolejnym źródłem informacji o powyższych spółkach są publikowane przez nie strategie. Spółki te w swych strategiach przewidują projekty inwestycyjne związane z transformacją energetyczną. Np. Grupa E.ON dąży do całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla z zasobów należących do firmy i przez nią kontrolowanych do roku 2040. Redukcja ma być przeprowadzana stopniowo, do 2030 roku planowana jest na poziomie 75 proc. Do 2050 Grupa zamierza także znacząco zredukować emisje pośrednie, występujące w łańcuchu dostaw przedsiębiorstwa.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 178/477</p>


16. Edukacja na rzecz elektroprosumeryzmu – wytyczne

Skuteczne przeprowadzenie transformacji energetycznej w kierunku elektroprosumeryzmu wymaga podjęcia działań w obszarze rozwoju kompetencji niezbędnych do realizacji zadań na nowo kreowanych rynkach z nowymi usługami dotychczas nieobecnyymi w krajowym krajobrazie energetyki. W tym zakresie istotne są również zmiany w obszarze szkolnictwa, których celem jest wykształcenie kadr zdolnych do podjęcia funkcji definiowanych przez elektroprosumeryzm. Realizacja tego zadania już się rozpoczęła, czego przykładem są nowe kierunki nauczania podejmowane na szczeblu szkolnictwa wyższego. Elementy koncepcji elektroprosumeryzmu są ujęte w ramach programowych przedmiotu Energetyka na Wydziale Elektrycznym Politechniki Śląskiej. Tematyka wykładów obejmuje zagadnienia związane z transformacją energetyczną, wykorzystaniem technologii OZE i magazynów energii w lokalnym bilansowaniu, a także techniczne zagadnienia związane z wpływem źródeł na sieć i jego ograniczeniu, rolą przekształtników w elektroprosumeryzmie, a także zagadnienia związane z kosztem termoeologicznym i elektroekologicznym oraz wykorzystania metody kosztów krańcowych do budowy odporności elektroprosumenckiej.

Zagadnienie odporności kryzysowej poruszane są w dedykowanym dla przedstawicieli samorządów szkoleniu organizowanym przez Śląski Związek Gmin i Powiatów we współpracy z platformą PPE2050, Politechniką Śląską oraz Stowarzyszeniem Założycielskim Elektroprosumeryzmu. Tytuł szkolenia to: Przygotowanie specjalistów ds. bezpieczeństwa transformacji energetycznej JST/odporności elektroprosumenckiej JST i obejmuje 60 godzin o tematyce związanej z podstawami teoretycznymi elektroprosumeryzmu, bilansów energetycznych JST, wykorzystaniu źródeł i magazynów energii do budowy odporności elektroprosumenckiej, wdrażanie rozwiązań w postaci platformy techniczno-handlowej wirtualnego rynku energii elektrycznej, a także z przedstawieniem produktów możliwych do zastosowania w obecnych warunkach prawnych, ale również takich, które wymagają zmiany prawa. W ramach szkolenia poruszane są również zagadnienia socjologiczne i prawne.

Kolejnym działaniem są wykłady realizowane w ramach Akademii Transformacji Energetyczno-Klimatycznej w Krajowej Szkole Administracji Publicznej w Warszawie. Zagadnienia elektroprosumeryzmu poruszane są w ramach przedmiotu Energetyka prosumencka i rozproszona, a zakres dedykowany jest dla praktycznego charakteru zajęć, uczestników odbywających staże w ministerstwach. Zakres obejmuje charakterystykę energetyki WEK-PK, transformację energetyczno-klimatyczną, wraz z podstawami teoretycznymi elektroprosumeryzmu, a także właściwości źródeł OZE w kontekście produkcji, możliwości bilansowania oraz dodatkowych funkcjonalności. Podejmowany jest także temat modelowania mikśów energetycznych w warunkach elektroprosumeryzmu uwzględniających warunki techniczne i ekonomiczne oraz modelowanie korzyści mikro- i makroekonomicznych w wymiarach społecznym, gospodarczym i środowiskowym, a wszystko to ma służyć budowaniu kryzysowej odporności transformacji TETIP.

Prezentowane zakresy przykładowych zajęć są dopasowane i ukierunkowane na tworzenie odpowiednich kompetencji dla inżyniera elektryka, doradcy ministrów czy wójtów i prezydentów miast w jednostkach JST.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 179/477</p>

Warszawa - stan obecny

Obecnie edukacja mieszkańców m.st. Warszawy w obszarze ekologii i energii odbywa się na wielu płaszczyznach. Spośród nich można wskazać Klimatyczną Ścieżkę Edukacyjną w Dolinie Służewieckiej wraz z dedykowaną aplikacją mobilną do rozwiązywania quizu o tematyce ekologicznej i geograficznej. We współpracy z Urzędem m. st. Warszawy, w ramach projektu ADAPTCITY, Fundacja Sendzimira przygotowała ścieżkę edukacyjną na temat adaptacji miasta do zmian klimatu. Jest ona skierowana do mieszkańców Warszawy w każdym wieku – od przedszkolaków, przez dzieci w wieku szkolnym i młodzież po dorosłych, w tym seniorów. Ścieżka umożliwia też przeprowadzenie zajęć lekcyjnych w terenie, poświęconych adaptacji do zmian klimatu.

Miasto stołeczne Warszawa od lipca 2014 r. realizuje projekt pod nazwą „Przygotowanie strategii adaptacji do zmian klimatu miasta metropolitalnego przy wykorzystaniu mapy klimatycznej i partycypacji społecznej”, w skrócie ADAPTCITY. W ramach projektu zostały przygotowane m.in.:


- Strategia adaptacji do zmian klimatu dla m.st. Warszawy do roku 2030 z perspektywą do roku 2050. Miejski Plan Adaptacji;
- Mapa zagrożeń klimatycznych;
- Broszura o ogrodach deszczowych;
- Broszura „Spotkanie z klimatem”;
- Film o adaptacji do zmian klimatu w mieście dostępny na platformie YouTube.

Edukacja mieszkańców w obszarze ekologii i energii odbywa się także poprzez promowanie wiedzy o OZE. Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie zostanie wyposażona w Centrum Edukacji Ekologicznej OZE, które ma służyć studentom i pracownikom naukowym uczelni, a także pozwoli na uzyskanie samowystarczalności energetycznej budynkowi Centrum. Także w Zespole Szkół nr 113 w Warszawie działa Edukacyjne Centrum Odnawialnych Źródeł Energii, które służy uczniom w zakresie poznawania technologii energetyki odnawialnej. Centrum to powstało we współpracy z firmą Viessmann.

Proponowane rozwiązania


Nowa strategia energetyczna m.st. Warszawy z racji istotności wpływu na funkcjonowanie miasta jak i mieszkańców, jest ważnym obszarem i wymaga stworzenia przejrzystej i efektywnej komunikacji z interesariuszami. Działania związane z edukacją interesariuszy w zakresie ekologii i energii powinny zostać rozszerzone tak, by jak największy odsetek mieszkańców był wyeksponowany na informacje na temat nowej strategii energetycznej Warszawy. Z tego względu proponowane jest podjęcie następujących działań:

1. Przeprowadzenie kampanii medialnej na temat nowej strategii energetycznej m.st. Warszawy z wykorzystaniem:
 - reklam internetowych, social mediów oraz platform streamingowych, zawierających grafiki, infografiki oraz krótkie reklamy video i krótkie filmy edukacyjne.
 - Billboardów, reklam na przystankach komunikacji miejskiej prezentujących grafiki oraz infografiki.
 - Nośników elektronicznych (wyświetlacze elektroniczne w komunikacji miejskiej) prezentujących grafiki oraz infografiki.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 180/477</p>


- Mediów lokalnych, także tych finansowanych ze środków m.st. Warszawy w postaci grafik, infografik, wywiadów czy artykułów publicystycznych oraz popularnonaukowych.
 - Mediów ogólnopolskich, zarówno w formie tradycyjnej (prasa, radio, telewizja) jak i internetowych w celu propagowania wiedzy o transformacji energetycznej w Warszawie i wpływania na postrzeganie miasta.
2. Wprowadzenie edukacji ekologicznej dla uczniów warszawskich szkół podstawowych i ponadpodstawowych, której celem będzie propagowanie wiedzy o warszawskiej transformacji ekologicznej, a także kształtowanie obywatelskich postaw proekologicznych. Program edukacyjny w zakresie elektroprosumeryzmu powinien obejmować wszystkie etapy edukacji – począwszy od szkół podstawowych aż do uczelni wyższych. Uczniowie szkół podstawowych i ponadpodstawowych mogą dowiadywać się o elektroprosumeryzmie w ramach lekcji wychowawczych, specjalnych wycieczek szkolnych do dedykowanych ścieżek edukacyjnych i innych obiektów promujących tematykę elektroprosumeryzmu, spotkań z naukowcami, ekspertami lub aktywistami z organizacji pozarządowych. Dobrą praktyką byłoby także sfinansowanie przez miasto stołeczne Warszawa specjalnych zajęć, odbywających się cyklicznie w ciągu semestru, których celem byłoby przybliżenie uczniom tematyki ekologicznej, energetycznej i nauk o klimacie w celu kształtowania postaw proekologicznych. Takie zajęcia pozwoliłyby także na zdobycie wiedzy z zakresu technologii energetycznych, podstaw fizyki czy geografii, co niewątpliwie byłoby przydatną wiedzą dla uczniów. Z kolei na uczelniach wyższych edukacja w zakresie elektroprosumeryzmu powinna się odbywać w ramach prowadzenia planowych oraz dodatkowych zajęć dla studentów, organizacji wydarzeń dla społeczności akademickiej czy poprzez podejmowanie długofalowej współpracy z kołami naukowymi zajmującymi się tematyką energetyki, ekologii czy klimatu.
 3. Budowa ścieżek edukacyjnych wyposażonych w tablice informujące o działaniach m.st. Warszawy na rzecz ekologii i klimatu na terenie istniejących parków miejskich bądź parków kieszonkowych.
 4. Budowa demonstracyjnych wiat przystankowych z drewna wraz z montażem tablic informacyjnych na temat nowej strategii energetycznej Warszawy w celu zwrócenia uwagi na problematykę ekologii i klimatu. Wiaty takie musiałyby być zlokalizowane na ruchliwych przystankach w celu oddziaływania na jak największe grono odbiorców. Podobne wiaty powstały w Otwocku¹⁴⁴.
 5. Podjęcie współpracy z parafiami w celu propagowania informacji na temat nowej strategii energetycznej Warszawy w postaci kolportażu plakatów i folderów informacyjnych w celu dotarcia do jak najszerszego grona odbiorców.

¹⁴⁴ <https://enjoiner.pl/portfolio/obiekty-edukacji-ekologicznej/> [dostęp: 20.10.2022]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 181/477</p>

6. Podjęcie współpracy z organizacjami pozarządowymi (NGO), uczelniami i kołami naukowymi w celu propagowania wiedzy na temat nowej strategii energetycznej Warszawy poprzez organizację spotkań, wykładów, dni otwartych, wydarzeń ogólnodostępnych dla ogółu mieszkańców czy kampanii informacyjnych.

W celu uzyskania jak największego wpływu na odbiorcę i dodarcia do jak najszerszego grona mieszkańców, wskazane jest podjęcie działań podobnych do kampanii medialnych związanych z przeciwdziałaniem smogu i promowaniem ekologicznych źródeł energii cieplnej, która w Polsce odniosła sukces. w tym celu konieczne jest podejmowanie działań związanych z marketingiem internetowym i w masowych mediach, a także w przestrzeni publicznej czy komunikacji miejskiej. Zasadne jest także propagowanie idei elektroprosumeryzmu wśród młodego pokolenia z wykorzystaniem systemu edukacji – począwszy od szkół podstawowych aż do uczelni wyższych.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 182/477

17. Perspektywy rozwoju podsektorów energetycznych w Mieście

Poniżej przedstawiono opis możliwości, perspektywy i celowość/brak rozwoju poszczególnych podsektorów energetycznych w Mieście.

17.1. Podsektor ciepłowniczy

Zgodnie z założeniami modelu 3, pomimo prognozowanego rozwoju Miasta (przyrostu liczby mieszkańców oraz liczby budynków), zapotrzebowanie na ciepło sieciowe wytworzone w lokalnych źródłach WEK będzie stopniowo malało. Wpływ na ten proces będą miały dwa kluczowe czynniki – pasywizacja budownictwa oraz postępująca elektryfikacja ciepłownictwa, czyli montaż pomp ciepła, które będą zastępować ciepło systemowe na terenie Miasta. w Warszawie w 2050 roku udział pomp ciepła w pokryciu zapotrzebowania na ciepło w 2050 roku wyniesie 90%, natomiast udział ciepła sieciowego spadnie do poziomu 6,1%. Pozostałe 3,9% będą stanowić indywidualne źródła konwencjonalne.

Tabela 17.1 Pokrycie zapotrzebowania na ciepło w latach 2020–2050

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Łączne zapotrzebowanie na ciepło końcowe (c.o. + c.w.u.), TWh	12,6	11,7	10,4	9,6	8,6	7,6	7,2
Ciepło wytwarzane w PC, TWh	0,3	2,3	4,2	4,8	5,6	6,1	6,5
Ciepło (c.o. + c.w.u.) z innych źródeł niż PC, TWh	12,3	9,4	6,2	4,8	3,0	1,5	0,7
Ciepło sieciowe ze źródeł konwencjonalnych, TWh	8,9	6,5	4,3	3,2	2,0	1,0	0,4
Ciepło niesieciowe wytwarzane w źródłach konwencjonalnych, TWh	3,4	2,9	2,0	1,6	1,1	0,6	0,3

W związku ze spadkiem zapotrzebowania na ciepło sieciowe infrastruktura ciepłownicza nie będzie w dalszym ciągu rozwijana. Działania operatorów sieci ciepłowniczych funkcjonujących na terenie Warszawy (przede wszystkim dotyczy to spółki Veolia Energia Warszawa) będą ograniczały się wyłącznie do utrzymania właściwego stanu technicznego sieci (remonty występujące na skutek awarii lub podejmowane w celu ich zapobiegnięcia). w wyniku wzrostu liczby zainstalowanych pomp ciepła zapotrzebowanie na ciepło sieciowe będzie systematycznie spadać w kolejnych obszarach Miasta, co doprowadzi do wyłączenia węzłów cieplnych. Biorąc więc pod uwagę czynniki ekonomiczne, utrzymywanie sieci w obszarach, gdzie ciepło będzie zapewniane w znaczącym udziale przez pompy ciepła, będzie nieuzasadnione – dystrybutorzy ciepła sieciowego, aby utrzymać rentowność, musieliby znacząco podnosić ceny odbiorcom, którzy nie odłączyli się od sieci, co spowoduje, że odbiorcy ci również zdecydują się, ze względów ekonomicznych, na montaż pompy ciepła. Z tego też względu kolejne odcinki sieci będą wygaszane. Proces ten musi jednak następować w oparciu o komunikację pomiędzy dystrybutorem sieci ciepłowniczej, mieszkańcami i przedstawicielami Miasta, tak aby nie doszło do pozostawienia odbiorców końcowych bez dostępu do ciepła. Do monitorowania rozwoju mocy pomp ciepła, kształtowania się zapotrzebowania na ciepło systemowe oraz planów inwestycyjnych/modernizacyjnych producentów i dostawców ciepła sieciowego mogą



**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

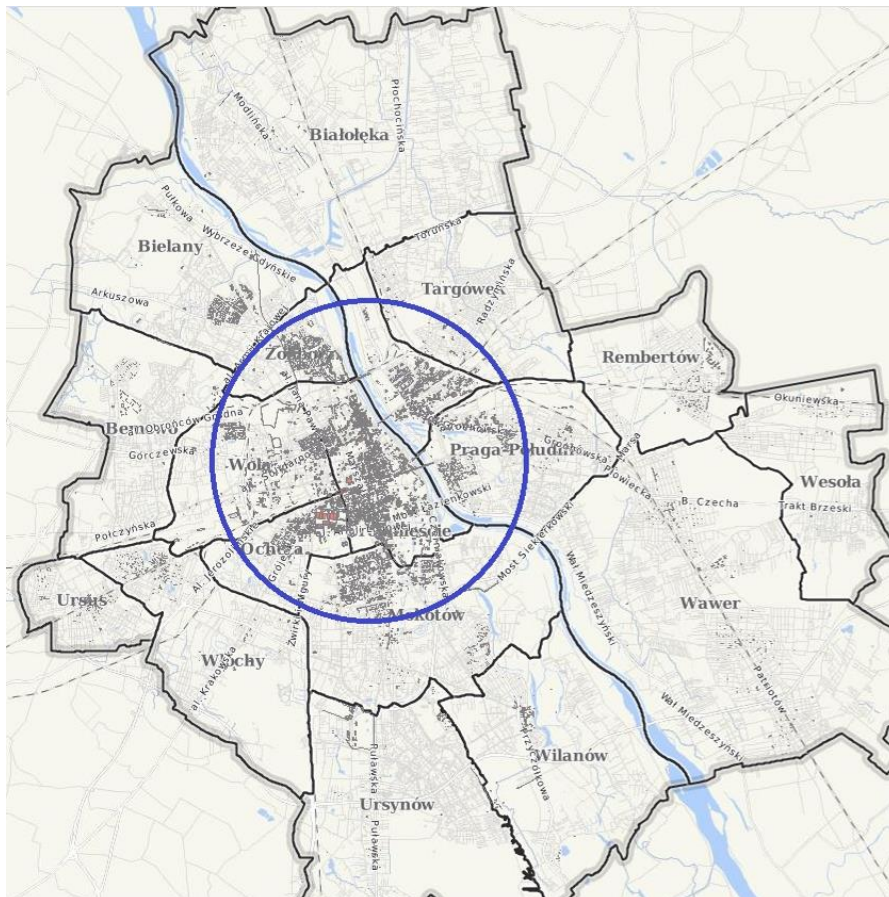
Nr ewidencyjny
189/TE/2022


Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
183/477

być wykorzystane wykonywane co 3 lata aktualizacje założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe oraz inne formy współpracy pomiędzy miastem oraz przedsiębiorstwami energetycznymi, przedstawione w pkt. 15 „Wytyczne do określenia zasad współpracy Miasta z energetyką WEK-PK”.

Sieć ciepłownicza w 2050 roku będzie funkcjonować wyłącznie na obszarze występowania dużej liczby budynków zabytkowych (Śródmieście, Praga Północ, Praga Południe, Ochota, Wola, Mokotów, Żoliborz), które zgodnie z Katalogiem zmian modernizacyjnych, powstałym jako rekomendacja Warszawskiego Panelu Klimatycznego, nie mogą zostać poddane działaniom pasywizacyjnym oraz nie mogą posiadać widocznych (zaburzających ekspozycję elewacji i architektury budynku) pomp ciepła. Na Rys. 17.1 zaznaczono obszar, na którym występuje największe skupisko budynków wpisanych do rejestru zabytków oraz gminnej ewidencji zabytków. Część zabytkowych budynków będzie posiadać indywidualne konwencjonalne źródło ciepła (piec gazowy dwufunkcyjny) lub pompę ciepła (w niewidocznym miejscu, np. od strony podwórza), więc nie będzie wymagało ciepła sieciowego. Docelowy obszar zasilania ciepłem sieciowym należy określić po dokonaniu przeglądu budynków (zabytki niepodlegające pasywizacji, nieposiadające źródeł gazowych i pomp ciepła) oraz wykonując szczegółową analizę pracy sieci ciepłowniczej.



	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 184/477</p>

Rys. 17.1 Występowanie obiektów zabytkowych na terenie Warszawy¹⁴⁵

Planowany spadek zapotrzebowania na ciepło sieciowe muszą wziąć pod uwagę funkcjonujący na terenie Miasta producenci ciepła systemowego, w tym przede wszystkim spółka PGNiG Termika, która pokrywa zapotrzebowanie na ciepło około 70% mieszkańców Warszawy. Nowe źródła, które PGNiG Termika już wybudowała lub odda do eksploatacji w najbliższych miesiącach: kotłownię gazowe KG1 i KG2 w EC Żerań (3 x 130 MW_t i 2 x 130 MW_t), kotłownia gazowo-olejowa w Ciepłowni Kawęczyn (220 MW_t), czy planowana kotłownia gazowa w EC Siekierki, będą stopniowo wygaszane, proporcjonalnie do spadającego zapotrzebowania na ciepło sieciowe. Zgodnie z modelem 3 w eksploatacji pozostaną wyłącznie dwa bloki gazowo-parowe (funkcjonujący już EC Żerań i bliźniaczy blok w EC Siekierki, który ma rozpocząć pracę w 2028 roku), których maksymalna moc cieplna wyniesie sumarycznie 652 MW_t. Jednostki te zapewnią bezpieczeństwo dostaw ciepła dla Warszawy. Niemniej jednak zarządca tych źródeł, ze względu na znacząco mniejsze zapotrzebowanie Miasta na ciepło sieciowe w stosunku do możliwości technicznych bloków, będzie w kolejnych latach generował coraz większe straty cieplne podczas produkcji (wzrost kosztów osieroconych), co będzie musiało być zapewne zrekomensowane. Ewentualnym rozwiązaniem może być przebudowa sieci ciepłowniczej, tak aby zasilac w ciepło miasta z otuliny Warszawy. Takie przedsięwzięcie wymaga jednak nie tylko dokładnych analiz techniczno-ekonomicznych, ale przede wszystkim wiąże się z zapotrzebowaniem na ciepło sieciowe z gmin ościennych.

Należy wziąć również pod uwagę możliwość produkcji w przyszłości ciepła i energii elektrycznej z WEK w oparciu o zielone paliwa. Od kilku lat dostawcy technologii prowadzą badania nad spalaniem wodoru w istniejących turbinach gazowych. Na rynku jest już wiele turbin, które mogą pracować na mieszance gazu ziemnego i wodoru. Celem badań jest modernizacja turbiny, tak aby mogła ona spalać 100% wodoru.¹⁴⁶

17.2. Podsektor gazowy

W 2020 roku na terenie całego Miasta z sieci gazowej skorzystało 72,3% mieszkańców (ponad 540 tys. odbiorców miało podpisane umowy na dystrybucję paliwa gazowego). w skali całego 2020 roku odbiorcy zużyli 4,8 TWh gazu. Łączna długość gazociągów dystrybucyjnych (średnie i niskie ciśnienie) w 2020 roku wynosiła 2 898 km.

W następstwie transformacji energetycznej, zgodnej z modelem 3, podsektor gazu aż do 2050 roku będzie ulegał zmniejszeniu, co jest wynikiem redukcji potrzeb związanych z zasilaniem kuchенок gazowych (zastąpienie kuchenkami elektrycznymi), redukcji potrzeb związanych z gazowymi podgrzewaczami wody (zastąpienie ich podgrzewaczami elektrycznymi lub pompami ciepła) oraz redukcji związanej z zastąpieniem kotłów gazowych (ciepło z pomp ciepła).

¹⁴⁵ <https://mapa.um.warszawa.pl/mapaApp1/mapa?service=zabytki#>

¹⁴⁶ R. Czekalski, Możliwości spalania wodoru w turbinach gazowych, „Energetyka” nr 5/2021.


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="right">Strona/Stron 185/477</p>


Tabela 17.2 Prognoza zapotrzebowania na energię użytkową gazu ziemnego w modelu 3

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Zapotrzebowanie na gaz ziemny sieciowy - energia końcowa, TWh	4,8	4,6	3,9	3,5	2,7	2,0	1,7
Zużycie gazu na wytwarzanie ciepła w źródłach indywidualnych, TWh	2,8	2,8	2,2	2,0	1,3	0,7	0,3
Zużycie gazu na przygotowanie posiłków, TWh	0,7	0,5	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0
Zużycie pozostałe, TWh	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3

Ponieważ sieć gazowa wysokiego ciśnienia zasilająca Warszawę (operator – OSP GAZ-System) dostarcza również gaz ziemny do gmin sąsiadujących z Warszawą, należy przyjąć, iż nie zostanie ona wyłączona z eksploatacji. Wyłączeniem będą jednak podlegać sieci średniego oraz niskiego ciśnienia, znajdujące się na terenie Miasta (operator – Polska Spółka Gazownictwa). Gaz ziemny będzie musiał być w dalszym ciągu dostarczany do źródeł wytwórczych WEK, aby zapewnić dostawy ciepła i energii elektrycznej. Biorąc jednak pod uwagę trajektorię produkcji ciepła, źródła te będą sukcesywnie wygaszane – docelowo gaz będzie dostarczany tylko do bloków gazowo-parowych w EC Żerań i EC Siekierki (praca nowego bloku gazowo-parowego w EC Siekierki wiąże się z koniecznością budowy gazociągu do EC Siekierki wraz z infrastrukturą niezbędną do jego obsługi, łączącego jednostki wytwórcze w EC Siekierki z siecią przesyłową Operatora Gazociągów Przesyłowych GAZ-SYSTEM). Z biegiem lat i spadkiem zapotrzebowania na gaz w gospodarstwach domowych kolejne odcinki istniejących sieci będzie można wycofywać z eksploatacji. Sieć gazowa będzie musiała być utrzymywana w rejonie, na którym występują niepodłączone do sieci ciepłowniczej (również bez pomp ciepła) zabytki (patrz Rys. 17.1). Proces ten musi odbywać się, podobnie jak w przypadku ciepła systemowego, w oparciu o komunikację i współpracę na linii odbiorcy – operator sieci – przedstawiciele Miasta. Polska Spółka Gazownictwa ograniczy swoje działania do utrzymania w dobrym stanie technicznym istniejących sieci na terenie Miasta.

Należy wziąć pod uwagę ciągły rozwój technologii w zakresie zielonych gazów - biometan, zielony wodór. Niewykluczone jest wykorzystanie w przyszłości istniejących gazociągów do transportu tego typu paliw, szczególnie w kontekście jego wykorzystania w elektrociepłowniach. w przypadku wodoru, który ma inne właściwości fizyczne niż metan, istniejąca infrastruktura (gazociągi, stacje kompresorowe i redukcyjno-pomiarowe) będzie jednak wymagała pewnych dostosowań (modernizacje)¹⁴⁷.

¹⁴⁷ <https://300gospodarka.pl/news/zielony-wodor-zamiast-gazu-w-jamale-tak-jesli-polska-dobrze-wykorzysta-swe-szanse>
[dostęp: 16.09.2022]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 186/477</p>


17.3. Podsektor elektroenergetyczny

W 2020 roku energia elektryczna wykorzystywana przez Warszawę pochodziła ze źródeł WEK. Łączna moc zainstalowana w warszawskich elektrociepłowniach wynosiła 1036 MW_e (największe to EC Siekierki i EC Żerań), przy czym zdolności wytwórcze jednostek zlokalizowanych na terenie m.st. Warszawy w zimie wynosiły 891 MW_e, z kolei w lecie – 252 MW. w 2021 roku oddano do eksploatacji nowy blok gazowo-parowy w EC Żerań o znamionowej mocy elektrycznej bloku około 490 MW_e. Bliźniaczy blok ma powstać w 2028 roku na terenie EC Siekierki i to te dwa źródła mają przez najbliższe lata zapewniać dostawy energii elektrycznej z WEK. Moc wszystkich PV zainstalowana w Warszawie wg stanu na koniec sierpnia 2022 roku wynosiła 98 MW (dot. obszaru, na którym OSD jest Stoen Operator).

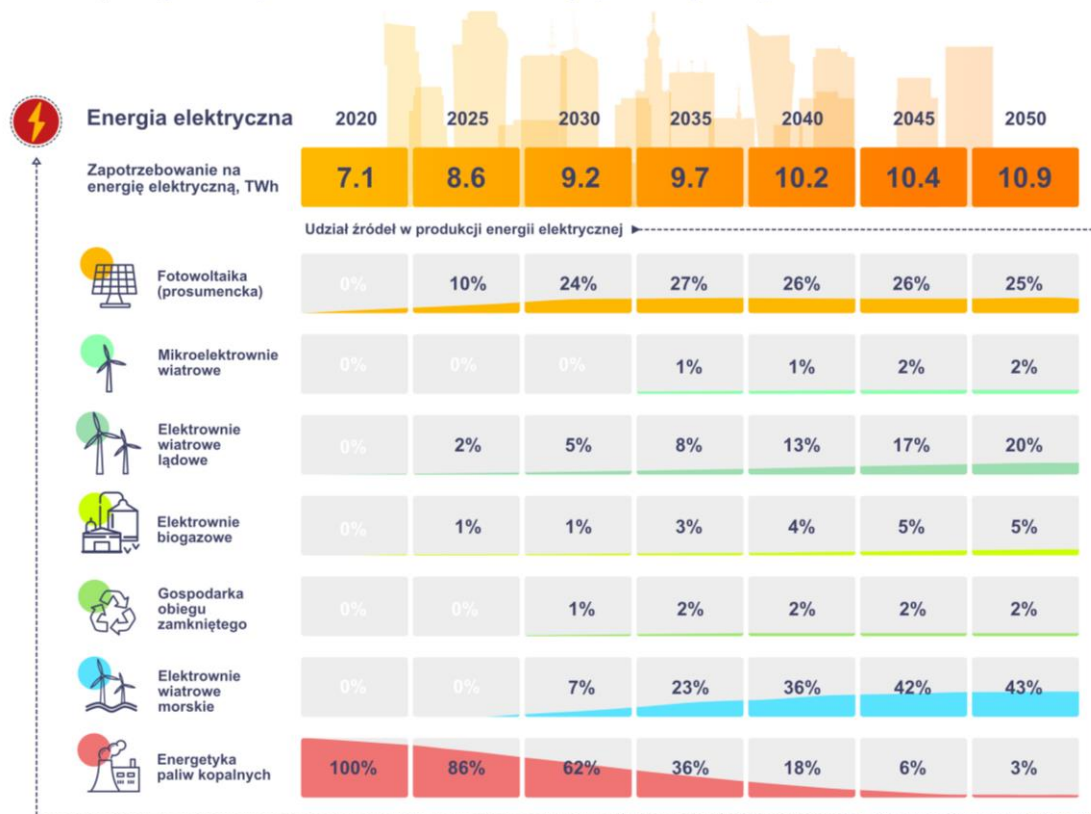
Maksymalny pobór mocy elektrycznej w 2020 roku w okresie zimowym wyniósł 1 337 MW, z kolei w okresie letnim – 1 158 MW. Transformacja energetyczna Warszawy w oparciu o idee elektroprosumeryzmu zakłada jednak zwiększenie zużycia energii elektrycznej, która stanowi energię napędową na trzech rynkach końcowych: energii elektrycznej, ciepła, paliw transportowych. w 2050 roku zapotrzebowanie na energię elektryczną ma wynieść 10,9 TWh, co stanowi wzrost w stosunku do 2020 roku o 54% (patrz rys. 17.2). Maksymalny pobór mocy w roku 2050 (energia elektryczna): wzrost do 2 100 MW zimą (wzrost o 50% względem roku 2020) oraz do 2 000 MW latem (wzrost o 75%).

Szacując trajektorię zmian zapotrzebowania na energię elektryczną uwzględniono szereg czynników, w tym związanych z:

- potencjałem zwiększenia efektywności wykorzystania energii elektrycznej w poszczególnych segmentach rynku (oświetlenie, napędy, procesy, AGD, ICT),
- zapotrzebowaniem na energię elektryczną wynikającym z rozwoju dwóch obszarów monizmu elektrycznego (i docelowo elektroprosumeryzmu), którymi są elektryfikacja ciepłownictwa oraz elektryfikacja transportu,
- zwiększeniem potrzeb energetycznych dla segmentu klimatyzacji, elektrotechnologii,
- rozwojem miasta i wynikającą z niego zmianą liczbą mieszkańców.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 187/477</p>


Struktura pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną Miasta w latach 2020–2050



Rys. 17.2 Struktura pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną w latach 2020–2050

Do zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego niezbędny jest funkcjonalny obszar zarówno wytwarzania, jak i dystrybucji energii elektrycznej. Biorąc pod uwagę rozwiązania modelu 3, infrastruktura techniczna służąca do przesyłu i dystrybucji energii będzie wymagała przemodelowania, tak aby umożliwiała efektywną z punktu widzenia techniki i ekonomii oraz dobrą jakościową realizację zasady współużytkowania zasobów KSE. w elektroprosumeryzmie zasadnicze znaczenie ma pełne wykorzystanie możliwości produkcyjnych oraz dopracowana i maksymalnie efektywna współpraca z rozproszonymi i zróżnicowanymi technicznie instalacjami OZE, dlatego modernizacja infrastruktury przesyłowej ma zapewnić:

- warunki dla realizacji optymalnych technicznie i ekonomicznie dla użytkowników i KSE wolumenów i kierunków przepływów energii elektrycznej w poszczególnych punktach poboru energii PPE,
- możliwość pracy autonomicznej dla szerokiego zakresu osłon kontrolnych,
- zasadniczą poprawę parametrów jakościowych oraz efektywności dostaw energii elektrycznej przez rozproszone instalacje OZE,
- ograniczenie strat przesyłu energii elektrycznej realizowane w sposób automatyczny,
- uzyskanie uzasadnionych i akceptowanych przez elektroprosumentów automatycznych oddziaływań proefektywnościowych zapewniających racjonalizację współpracy szeroko

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 188/477</p>

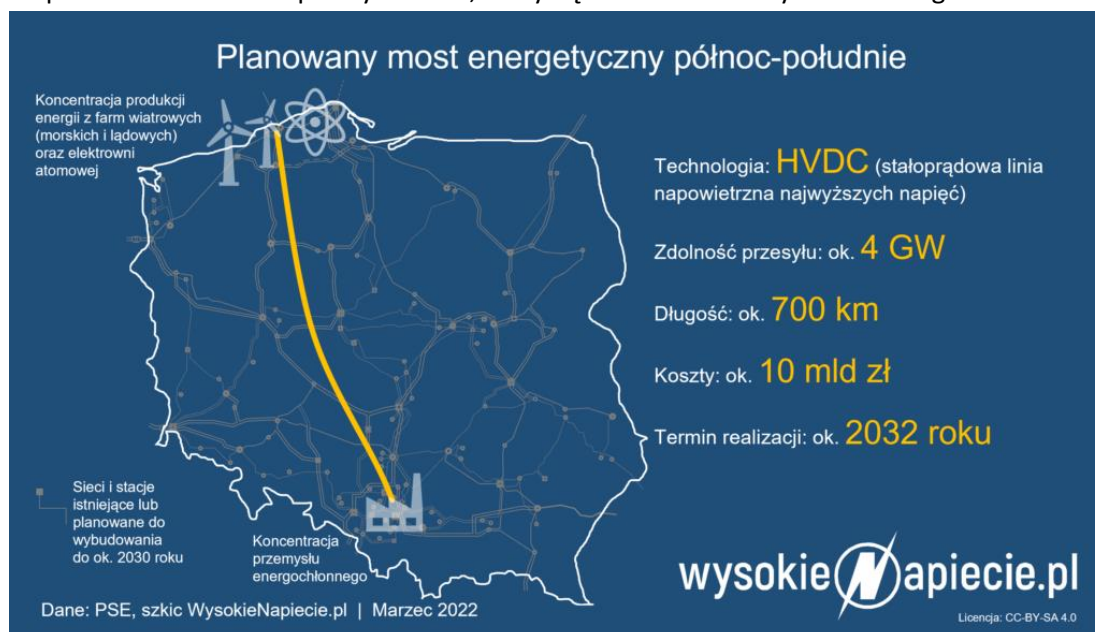
rozumianych instalacji technicznych użytkowników energii elektrycznej i ciepłej z instalacjami OZE.


Ze względu na charakter pracy odnawialnych źródeł energii (szczyt zapotrzebowania nie pokrywa się ze szczytem generacji oraz odbioru energii z instalacji w czasie generacji), które będą stanowić główne źródło zasilania dla Miasta, należy dokonać przebudowy infrastruktury sieciowej i stacji elektroenergetycznych Miasta, obejmującej:

- modernizację sieci (kablów i napowietrznych) w celu umożliwienia bezproblemowego przyłączenia generacji rozproszonej,
- budowę rozproszonych terytorialnie małych oraz wielkoskalowych magazynów energii,
- wymianę transformatorów sieciowych na przystosowane konstrukcyjnie do współpracy z OZE,
- montaż nowatorskich transformatorów sieciowych z automatyką regulacyjną,
- instalację układów energoelektronicznych, zapewniających konwersje napięć DC/AC na różnych poziomach użytkownika,
- budowę sieciowych terminali dostępowych STD,
- instalację układów elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej EAZ, automatyki systemowej oraz regulacyjnej, zaadoptowane i skonfigurowane do współpracy z rozwiązaniami elektroprosumenckimi.

Modernizacja infrastruktury sieciowej oraz zastosowanie rozwiązań z zakresu automatyki i digitalizacji procesów mają pozwolić na sprawne i bezpieczne zarządzanie przepływem energii elektrycznej.

Należy dodać, iż operator sieci przesyłowych będzie musiał podjąć działania związane z budową linii przesyłowej na odcinku Bałtyk – Warszawa, aby zapewnić możliwość przesyłu energii pochodzącej z farm wiatrowych. Ze względu na wolumeny energii przesyłanej z EWM oraz możliwość pełnego sterowania poziomami transmisji można wykorzystać linie wykonane w technologii HVDC. Na rysunku (Rys. 17.3) przedstawiono założenia planowanego przez PSE S.A. mostu energetycznego północ-południe o zdolności przesyłu 4 GW, który będzie zrealizowany w technologii HVDC.



	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 189/477

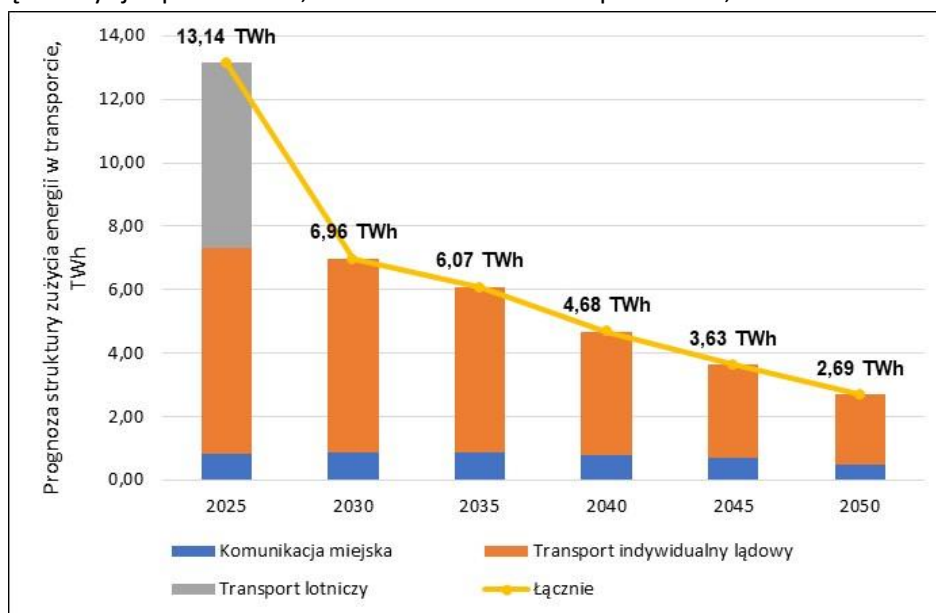
Rys. 17.3 Planowana linia energetyczna HVDC z północy na południe kraju¹⁴⁸

Energia może być również przestana za pomocą tradycyjnej linii AC (400 kV), która nie będzie jednak sterowalna w takim stopniu jak most przesyłowy HVDC.

Zgodnie z założeniami "Polityki energetycznej Polski do 2040 roku" moc zainstalowana w offshore do 2040 roku ma wynosić nawet 11 GW. Biorąc pod uwagę dodatkową moc z planowanej elektrowni jądrowej (początkowo ok. 1-1,6 GW), której budowa będzie realizowana w m. Lubiatowo-Kopalino (województwo pomorskie, gmina Choczewo), konieczne będzie zbudowanie sieci przesyłowych, które wyprowadzą w kilku kierunkach energię z północy Polski.

17.4. Podsektor paliw płynnych w transporcie

Bazując na raporcie z Etapu II, w podrozdziale 10.1.4 dotyczącym paliw płynnych w transporcie należy stwierdzić, że w perspektywie roku 2050 zapotrzebowanie na energię w podsektorze transportu znacząco się obniży tj. z poziomu 13,14 TWh w 2025 roku do poziomu 2,69 TWh w roku 2050.



Rys. 17.4 Wielkości i struktury zużycia energii w transporcie w Warszawie – prognoza do roku 2050 dla modelu 3

Szczegółowe prognozy zużycia energii przez transport przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 17.3 Zużycie energii przez transport w perspektywie 2050 r.

Transport, TWh	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Elektryczność	0,53	0,74	1,17	1,64	2,09	2,37
Diesel	2,74	2,19	1,66	0,87	0,37	0,00


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 190/477

Benzyna	3,02	2,71	1,99	1,26	0,56	0,03
LPG	0,46	0,33	0,25	0,14	0,08	0,00
CNG	0,59	0,99	1,00	0,76	0,53	0,29
SUMA	7,33	6,96	6,07	4,68	3,63	2,69
Paliwo lotnicze	5,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TRANSPORT - SUMA	13,14	6,96	6,07	4,68	3,63	2,69

W Warszawie największy udział w zużyciu energii paliw (około 44%) dotyczył podsektora paliwa lotniczego. w 2027 roku planowane jest zamknięcie Lotniska im. Fryderyka Chopina, a w zamian, w tym samym roku, planowane jest oddanie do użytku obiektu Centralny Port Komunikacyjny znajdującego w gminie Baranów w odległości około 37 km od centrum Warszawy.

Paliwa płynne wykorzystywane w podsektorze transportu zostaną znacząco ograniczone na rzecz elektryczności. Prognozuje się, że w roku 2050 całkowicie zostanie wyeliminowany diesel oraz LPG, natomiast benzyna będzie miała marginalny udział w strukturze zużycia energii w tym podsektorze. 27 października Parlament Europejski oraz Rada UE zawarły porozumienie w sprawie nowelizacji rozporządzenia 2019/31. Przepisy będą wymagały, aby wszystkie nowe samochody osobowe i dostawcze sprzedawane w UE były zeroemisyjne do 2035 r. Jako cel pośredni, który ma być osiągnięty w 2030 r., przyjęto, że redukcja emisji CO₂ ma wynieść 55 proc. dla aut osobowych i 50 proc. redukcji w przypadku pojazdów dostawczych, w stosunku do emisji z 2021 r.¹⁴⁹ Decyzja jest potwierdzeniem, że w zakresie paliw płynnych dominującą rolę w transformacji transportu odegra energia elektrycznym przy niewielkim udziale wodoru.

¹⁴⁹ <https://www.auto-swiat.pl/wiadomosci/aktualnosci/to-juz-koniec-aut-z-silnikami-spalinowymi-w-unii-europejskiej-znamy-date/2wc8zxb> [dostęp:28.10.2022]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 191/477</p>

18.Aspekty prawne funkcjonowania modelu w warunkach elektroprosumeryzmu

18.1. Aspekt prawny - stan na dzień 30.06.2022

18.1.1. Prawodawstwo na poziomie europejskim

W obliczu istotnych przekształceń sytuacji międzynarodowej wywołanych agresją Federacji Rosyjskiej w Ukrainie, unijne prawodawstwo energetyczne stanowi obecnie obszar bardzo intensywnych prac. Jest to spowodowane potrzebą dostosowania się do ryzyka niedoborów w zakresie paliw pochodzących dotychczas w dużej mierze z importu z kierunku wschodniego.

Przykładem szczególnej regulacji w tym obszarze jest rozporządzenie Rady (UE) 2022/1369 z dnia 5 sierpnia 2022 r. w sprawie skoordynowanych środków zmniejszających zapotrzebowanie na gaz, na mocy którego upoważniono Radę Unii Europejskiej (na wniosek Komisji Europejskiej) do ogłoszenia stanu alarmowego w zakresie zaopatrzenia w gaz, skutkującego obligatoryjnym ograniczeniem zużycia przez wszystkie państwa członkowskie. Jak wynika z art. 5 ust. 2 rozporządzenia:


„Do celów obowiązkowego zmniejszenia zapotrzebowania, przez cały okres obowiązywania unijnego stanu alarmowego, zużycie gazu w każdym państwie członkowskim w okresie od dnia 1 sierpnia 2022 r. do dnia 31 marca 2023 r. („okres zmniejszenia”) ma być o 15 % niższe od referencyjnego zużycia gazu. Wszelkie zmniejszenia zapotrzebowania osiągnięte przez państwa członkowskie w okresie przed ogłoszeniem unijnego stanu alarmowego uwzględnia się do celów obowiązkowego zmniejszenia zapotrzebowania”.

Przedmiotowy akt prawny ma charakter epizodyczny, jako że okres jego obowiązywania wyznaczono na czas jednego roku. Jednakże, w rozporządzeniu zasygnalizowano dopuszczalność jego przedłużenia.

Wyrażony w rozporządzeniu zamiar oszczędnego gospodarowania gazem w ramach Unii Europejskiej skorelowano ze zmianą wymagań w zakresie obowiązkowego poziomu napełnienia podziemnych magazynów gazu (80% w 2022 r. i 90% od 2023 r.)¹⁵⁰.

Powyższe regulacje stanowią elementy realizacji planu działań REPowerEU, ogłoszonego w maju 2022 r. przez Komisję Europejską. Plan ten obejmuje szereg propozycji strategicznych zmian polityki europejskiej, w tym dalsze podwyższenie wymagań w zakresie udziału OZE w miksie energetycznym. O ile ogłoszony w lipcu 2021 r. projekt zmiany dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych przewidywał ustanowienie wymaganego udziału OZE w wysokości 40% w 2030 r., o tyle plan REPowerUE wskazuje już poziom 45%. Oznacza to, że wdrożenie planu skutkowałoby stworzeniem mocy wytwórczych OZE

¹⁵⁰ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2022/1032 z dnia 29 czerwca 2022 r. w sprawie zmiany rozporządzeń (UE) 2017/1938 i (WE) nr 715/2009 w odniesieniu do magazynowania gazu

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="right">Strona/Stron 192/477</p>

do 1236 GW do 2030 r., w porównaniu z 1067 GW do 2030 r. przewidzianych w Fit for 55 na 2030 r.¹⁵¹

Negocjacje pakietu Fit for 55 zostały istotnie spowolnione przez międzynarodowy kryzys energetyczny. Ambitne cele, w tym znaczny rozwój zakresu zastosowania europejskiego systemu handlu emisjami (EU ETS), podlegają obecnie rewizji w związku z niepewnością wywołaną radykalnymi zmianami otoczenia społeczno-gospodarczego¹⁵².


Tym niemniej należy wskazać, iż pakiet ten wyznacza trendy regulacyjne, które będą pociągać za sobą istotne znaczenie dla transformacji energetycznej. w kontekście sytuacji prawnej podsektora ciepłowniczego, istotne konsekwencje posiadać będą np. regulacje wynikające z ostatecznego kształtu rewizji dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001. Zgodnie z brzmieniem wniosku legislacyjnego KE, art. 24 ust. 4 dyrektywy powinien przyjąć następujące brzmienie: „Państwa członkowskie dążą do zwiększenia udziału energii ze źródeł odnawialnych oraz z ciepła odpadowego i chłodu odpadowego w systemach ciepłowniczych i chłodniczych o co najmniej 2,1 punktów procentowych jako roczna średnia obliczona dla okresu 2021–2025 i dla okresu 2026–2030, zaczynając od udziału energii ze źródeł odnawialnych i z ciepła odpadowego i chłodu odpadowego w systemach ciepłowniczych i chłodniczych osiągniętego w 2020 r., i ustanawiają środki konieczne do osiągnięcia tego celu. Udział energii ze źródeł odnawialnych wyraża się w postaci udziału w końcowym zużyciu energii brutto w systemach ciepłowniczych i chłodniczych dostosowanego do normalnych średnich warunków klimatycznych.

Państwa członkowskie, w których udział energii ze źródeł odnawialnych i z ciepła odpadowego i chłodu odpadowego w systemach ciepłowniczych i chłodniczych przekracza 60 %, mogą liczyć każdy taki udział jako spełniający średnie roczne zwiększenie, o którym mowa w akapicie pierwszym. Państwa członkowskie ustanawiają środki konieczne do wdrożenia średniego rocznego zwiększenia określonego w akapicie pierwszym w swoich zintegrowanych krajowych planach w dziedzinie energii i klimatu zgodnie z załącznikiem I do rozporządzenia (UE) 2018/1999”.

Warto wskazać, iż w ramach stanowiska negocjacyjnego Rady Unii Europejskiej z dnia 24 czerwca 2022 r. sformułowano propozycję uzupełnienia ww. postanowienia m.in. o następujący fragment:

¹⁵¹ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_22_3138 ; Jednocześnie, dnia 27 czerwca 2022 r. przyjęte zostało stanowisko negocjacyjne Rady Unii Europejskiej w zakresie rewizji dyrektywy w sprawie odnawialnych źródeł energii, w ramach którego przyjęto kompromis progę 40% jako celu wyznaczonego na 2030 r. (<https://www.consilium.europa.eu/pl/press/press-releases/2022/06/27/fit-for-55-council-agrees-on-higher-targets-for-renewables-and-energy-efficiency/>). [dostęp: 10.09.2022]

¹⁵² Przykładowo – sprawozdanie Komisji Ochrony Środowiska Naturalnego, Zdrowia Publicznego i Bezpieczeństwa Żywności (ENVI) Parlamentu Europejskiego z dnia 24 maja 2022 r. stanowiące rozbudowaną propozycję zmian wniosku legislacyjnego dotyczącego rewizji dyrektywy w sprawie EU ETS zostało odrzucone przez PE w czerwcu 2022 r., w celu powtórnego rozpatrzenia. Na uwagę zwraca fakt, iż konsensus polityczny długo wypracowywany na poziomie ENVI nie został odzwierciedlony na posiedzeniu plenarnym, co może sugerować długotrwałą konieczność poszukiwania kompromisu w zakresie kierunku zmian dyrektywy. Przyjęcie rewizji dyrektywy w bieżącym roku uznawane jest za mało prawdopodobne.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 193/477</p>

„Państwa członkowskie mogą zaliczać energię elektryczną ze źródeł odnawialnych wykorzystywaną w systemach centralnego ogrzewania i chłodzenia za pomocą pomp ciepła do średniego rocznego wzrostu określonego w akapicie pierwszym”.


Wskazuje to na dostrzeżenie na poziomie UE rosnącego znaczenia pomp ciepła dla zaopatrzenia w ciepło jako pożądanej alternatywy dla rozwiązań tradycyjnych. Podkreślono to również w proponowanym motywie (26a) dyrektywy, stanowiącym, iż:

„Systemy ciepłownicze i chłodnicze w coraz większym stopniu przyczyniają się do bilansowania sieci elektroenergetycznej, zapewniając dodatkowy popyt na energię elektryczną ze źródeł odnawialnych o nieprzewidywalnej charakterystyce produkcji, taką jak energia wiatrowa i słoneczna, gdy taka energia elektryczna ze źródeł odnawialnych jest obfita, tania i w przeciwnym razie została ograniczona, dzięki wykorzystaniu dużych elektrycznych pomp ciepła, zwłaszcza gdy te pompy ciepła są połączone z dużymi magazynami energii cieplnej. Korzyści płynące z pomp ciepła są dwojakie, ponieważ znacznie zwiększają efektywność energetyczną, pozwalają na znaczne oszczędności energii i kosztów dla konsumentów oraz integrację odnawialnych źródeł energii poprzez umożliwienie większego wykorzystania energii geotermalnej i pochodzącej z otoczenia. Aby nadal zachęcać do wdrażania pomp ciepła, w szczególności dużych pomp ciepła w systemach ciepłowniczych i chłodniczych, należy zezwolić państwom członkowskim na zaliczanie energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych napędzającej te pompy ciepła do wiążącego i orientacyjnego rocznego zwiększenia energii ze źródeł odnawialnych w ogrzewaniu i chłodzeniu i w systemach ciepłowniczych i chłodniczych”.

Istotne zmiany w zakresie warunków funkcjonowania systemów ciepłowniczych i chłodniczych powinny w przynieść również zmiany dotyczące sposobu kwalifikacji takich systemów jako efektywnych w rozumieniu dyrektywy w sprawie efektywności energetycznej. Zgodnie z projektem Komisji Europejskiej zgłoszonym w ramach pakietu Fit for 55, art. 24 ust. 1-3 przedmiotowej dyrektywy powinny przyjąć następujące brzmienie:

„1. By zwiększyć efektywność energetyczną w zakresie energii pierwotnej oraz udział energii ze źródeł odnawialnych w zaopatrzeniu w energię cieplną i chłodniczą, efektywny system ciepłowniczy i chłodniczy jest systemem, który spełnia następujące kryteria:

- a) do dnia 31 grudnia 2025 r. – system, w którym wykorzystuje się w co najmniej 50% energię ze źródeł odnawialnych, lub w co najmniej 50 % ciepło odpadowe, lub w co najmniej 75% ciepło pochodzące z kogeneracji, lub w co najmniej 50 % wykorzystuje się połączenie takiej energii i ciepła;
- b) od dnia 1 stycznia 2026 r. – system, w którym wykorzystuje się w co najmniej 50% energię ze źródeł odnawialnych, lub w co najmniej 50 % ciepło odpadowe, lub w co najmniej 80% ciepło pochodzące z wysokosprawnej kogeneracji, lub co najmniej połączenie takiej energii cieplnej wprowadzanej do sieci, w którym udział energii ze źródeł odnawialnych wynosi co najmniej 5%, a całkowity udział energii ze źródeł odnawialnych, ciepła odpadowego lub ciepła pochodzącego z wysokosprawnej kogeneracji wynosi co najmniej 50%;
- c) od dnia 1 stycznia 2035 r. – system, w którym wykorzystuje się w co najmniej 50% energię ze źródeł odnawialnych i ciepło odpadowe, w którym udział energii ze źródeł odnawialnych wynosi co najmniej 20 %;

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 194/477</p>

- d) od dnia 1 stycznia 2045 r. – system, w którym wykorzystuje się w co najmniej 75% energię ze źródeł odnawialnych i ciepło odpadowe, w którym udział energii ze źródeł odnawialnych wynosi co najmniej 40 %;
- e) od dnia 1 stycznia 2050 r. – system, w którym wykorzystuje się wyłącznie energię ze źródeł odnawialnych i ciepło odpadowe, w którym udział energii ze źródeł odnawialnych wynosi co najmniej 60 %;


2. Państwa członkowskie zapewniają, aby w przypadku budowy lub znacznej modernizacji systemu ciepłowniczego i chłodniczego system ten spełniał kryteria określone w ust. 1 mające zastosowanie w momencie, gdy system ten rozpoczyna lub kontynuuje eksploatację po modernizacji. Ponadto państwa członkowskie zapewniają, aby w przypadku budowy lub znacznej modernizacji systemu ciepłowniczego i chłodniczego nie nastąpił wzrost wykorzystania paliw kopalnych innych niż gaz ziemny w istniejących źródłach energii w porównaniu z rocznym zużyciem uśrednionym dla poprzednich trzech lat kalendarzowych pełnej eksploatacji przed modernizacją oraz aby żadne nowe źródła energii w tym systemie nie wykorzystywały paliw kopalnych innych niż gaz ziemny.

3. Państwa członkowskie zapewniają, aby od dnia 1 stycznia 2025 r., a następnie co pięć lat, operatorzy wszystkich istniejących systemów ciepłowniczych i chłodniczych o całkowitej mocy energii wyprodukowanej przekraczającej 5 MW, które nie spełniają kryteriów określonych w ust. 1 lit. b)–e), przygotowali plan zwiększenia efektywności energetycznej w zakresie energii pierwotnej oraz zwiększenia udziału energii ze źródeł odnawialnych. Plan ten musi obejmować środki mające na celu spełnienie kryteriów określonych w ust. 1 lit. b)– e) i jest zatwierdzany przez właściwy organ”. Status „efektywności” systemu ciepłowniczego i chłodniczego przyczynia się w obecnym stanie prawnym do możliwości ubiegania się o udzielenie pomocy publicznej na nierentowne finansowo przedsięwzięcia z zakresu budowy/modernizacji sieci (art. 46 rozporządzenia Komisji (UE) nr 651/2014 z dnia 17 czerwca 2014 r. uznające niektóre rodzaje pomocy za zgodne z rynkiem wewnętrznym w zastosowaniu art. 107 i 108 Traktatu). Dotychczasowy sposób rozumienia efektywności systemu ciepłowniczego umożliwił Veolii Warszawa S.A. skuteczne ubieganie się o dofinansowanie ze środków unijnych na tego rodzaju przedsięwzięcia (ze względu na próg min. 75% ciepła wytwarzanego w procesie wysokosprawnej kogeneracji). Przy wdrożeniu ww. zmian prawnych, warszawski system ciepłowniczy straciłby status efektywnego w 2035 r.

18.1.2. Prawodawstwo na poziomie krajowym

Niniejsza analiza obejmuje weryfikację zmian stanu prawnego na poziomie krajowym od dnia złożenia raportu w ramach Etapu I w stosunku do stanu obecnego.

W ciągu ostatniego roku **istotnym przekształceniom uległ system wsparcia wytwarzania energii elektrycznej przez prosumentów**. Spośród szeregu rozwiązań analizowanych w toku prac legislacyjnych, ostatecznie w ramach ustawy z dnia 29 października 2021 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw przyjęto model oparty na formule **net-billingu**. O ile dotychczasowy system wsparcia (tzw. system opustów) bazował na **porównaniu ilości energii elektrycznej** dostarczonej do KSE i przyjętej z sieci przez prosumenta (w okresach braku pokrycia jego zapotrzebowania przez instalację OZE), o tyle aktualnie obowiązujące rozwiązanie oparte jest na **porównaniu wartości** przedmiotowych strumieni energii.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 195/477</p>

Podstawą prawną net-billingu jest **art. 4b UOZE**, zgodnie z którym:

„1. w przypadku gdy prosument energii odnawialnej lub prosument zbiorowy energii odnawialnej wytworzył energię elektryczną w odnawialnym źródle energii i wprowadził ją do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej w okresie od 1 lipca 2022 r. do 30 czerwca 2024 r., wartość energii elektrycznej, o której mowa w art. 4 ust. 1a pkt 2, jest wyznaczana dla każdego miesiąca kalendarzowego i stanowi iloczyn:

- 1) sumy ilości energii elektrycznej wprowadzonej do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej przez prosumenta energii odnawialnej lub prosumenta zbiorowego energii odnawialnej w poszczególnych okresach rozliczania niezbilansowania (t) składających się na dany miesiąc kalendarzowy, oznaczonej w art. 4 ust. 2b symbolem Eb (t) przyjmującym wartości ujemne;
- 2) rynkowej miesięcznej ceny energii elektrycznej, o której mowa w ust. 5, wyznaczonej dla danego miesiąca kalendarzowego.

2. w przypadku gdy prosument energii odnawialnej, prosument zbiorowy energii odnawialnej lub prosument wirtualny energii odnawialnej wytworzył energię elektryczną w odnawialnym źródle energii i wprowadził ją do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej od 1 lipca 2024 r., wartość energii elektrycznej, o której mowa w art. 4 ust. 1a pkt 2, jest wyznaczana dla każdego miesiąca kalendarzowego i stanowi sumę następujących iloczynów wyznaczonych dla poszczególnych okresów rozliczania niezbilansowania (t) w tym miesiącu:


- 1) ilości energii elektrycznej wprowadzonej do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej przez prosumenta energii odnawialnej, prosumenta zbiorowego energii odnawialnej lub prosumenta wirtualnego energii odnawialnej oznaczonej w art. 4 ust. 2b symbolem Eb (t) przyjmującym wartość ujemną;
- 2) rynkowej ceny energii elektrycznej, o której mowa w ust. 4, przy czym jeżeli wartość tej ceny jest ujemna dla danego okresu rozliczania niezbilansowania (t), to w celu wyznaczenia wartości energii elektrycznej wprowadzonej do sieci w okresie t przez prosumenta energii odnawialnej niebędącego równocześnie prosumentem zbiorowym energii odnawialnej lub prosumentem wirtualnym energii odnawialnej przyjmuje się cenę równą zero, z zastrzeżeniem ust. 17 i 18.

3. Uprawnienie do rozliczenia, o którym mowa w art. 4 ust. 1a, powstaje od daty wytworzenia po raz pierwszy energii elektrycznej z odnawialnego źródła energii i wprowadzenia jej do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej i trwa przez okres kolejnych 15 lat.

4. Rynkowa cena energii elektrycznej ustalana jest dla każdego okresu rozliczania niezbilansowania, w rozumieniu art. 2 pkt 15 rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/943 z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie rynku wewnętrznego energii elektrycznej (Dz. Urz. UE L 158 z 14.6.2019, str. 54), zwanego dalej "rozporządzeniem 2019/943", jako ważona wolumenem obrotu średnia z cen energii elektrycznej określonych dla polskiego obszaru rynkowego dla wszystkich sesji notowań danej doby w systemie kursu jednolitego na rynkach dnia następnego, prowadzonych:

- 1) przez giełdę towarową w rozumieniu art. 2 pkt 1 ustawy z dnia 26 października 2000 r. o giełdach towarowych (Dz. U. z 2022 r. poz. 170) oraz
- 2) w ramach jednolitego łączenia rynków dnia następnego prowadzonego przez wyznaczonych operatorów rynku energii elektrycznej.

5. Rynkowa cena energii elektrycznej, o której mowa w ust. 4, jest obliczana według wzoru:

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 196/477</p>

$$RCE = \frac{\sum_{s \in S} CG_s \cdot EG_s}{\sum_{s \in S} EG_s}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

CGs - cenę energii elektrycznej określoną w systemie kursu jednolitego na sesji notowań s rynku dnia następnego [zł/MWh],

EGs - ilość energii elektrycznej stanowiącą wolumen obrotu na sesji notowań s rynku dnia następnego z określaniem ceny energii w systemie kursu jednolitego [MWh],

S - zbiór sesji notowań rynku dnia następnego z określaniem ceny energii w systemie kursu jednolitego prowadzonych przez giełdę towarową lub w ramach jednolitego łączenia rynków dnia następnego prowadzonych przez wyznaczonych operatorów rynku energii elektrycznej.

6. Rynkowa miesięczna cena energii elektrycznej ustalana jest dla każdego miesiąca kalendarzowego jako ważona wolumenem energii elektrycznej wprowadzanej do sieci elektroenergetycznej przez prosumentów energii odnawialnej lub prosumentów zbiorowych energii odnawialnej wytwarzających energię elektryczną w mikroinstalacjach lub małych instalacjach, średnia z rynkowych cen energii elektrycznej, o których mowa w ust. 4.

7. Rynkowa miesięczna cena energii elektrycznej, o której mowa w ust. 6, jest obliczana według wzoru:

$$RCEm = \frac{\sum_{t \in T} (E_t \cdot RCE_t)}{\sum_{t \in T} E_t}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:


Et - sumaryczny wolumen energii elektrycznej wprowadzanej do sieci elektroenergetycznej w okresie rozliczania niezbilansowania t przez prosumentów energii odnawialnej oraz prosumentów zbiorowych energii odnawialnej wytwarzających energię elektryczną w mikroinstalacjach lub małych instalacjach, przyłączonych do sieci operatorów systemów dystrybucyjnych elektroenergetycznych, posiadających bezpośrednie połączenia z siecią przesyłową oraz posiadających zawartą umowę na świadczenie usług dystrybucyjnych z co najmniej 200 000 odbiorcami końcowymi [MWh],

RCEt - rynkową cenę energii elektrycznej, o której mowa w ust. 4, w okresie rozliczania niezbilansowania t, przy czym jeżeli RCEt ma wartość ujemną dla danego okresu t, to dla tego okresu t przyjmuje się RCEt równą zero [zł/MWh],

T - zbiór okresów rozliczania niezbilansowania w miesiącu.

8. w przypadku, gdy notowania na rynku dnia następnego są prowadzone dla okresów dłuższych niż okres rozliczania niezbilansowania, to za rynkową cenę energii dla danego okresu rozliczania niezbilansowania przyjmuje się cenę rozliczeniową określaną w systemie kursu jednolitego dla rynku dnia następnego, wyznaczoną dla okresu obejmującego dany okres rozliczania niezbilansowania.

9. w przypadku, gdy cena energii elektrycznej określona w systemie kursu jednolitego na sesji notowań rynku dnia następnego wyrażona jest w walucie obcej, przeliczenia tej ceny dla każdego okresu rozliczania niezbilansowania na złote dokonuje się według opublikowanego średniego kursu Narodowego Banku Polskiego z dnia, w którym odbywała się sesja notowań, a jeżeli kurs dla tego dnia nie został opublikowany, to kursu opublikowanego w najbliższym dniu poprzedzającym.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 197/477</p>

10. w przypadku, gdy dla okresu rozliczania niezbilansowania t nie jest możliwe wyznaczenie rynkowej ceny energii elektrycznej, o której mowa w ust. 4, to dla tego okresu rozliczania niezbilansowania jako obowiązującą wartość tej ceny przyjmuje się wartość rynkowej ceny energii elektrycznej wyznaczonej dla okresu rozliczania niezbilansowania t w najbliższym dniu poprzedzającym, dla którego cena ta została wyznaczona.

11. w przypadku gdy rozliczenia pomiędzy sprzedawcą, o którym mowa w art. 40 ust. 1a, i prosumentem energii odnawialnej, prosumentem zbiorowym energii odnawialnej lub prosumentem wirtualnym energii odnawialnej są prowadzone z wykorzystaniem danych pomiarowych wyznaczanych dla okresów dłuższych niż okres rozliczania niezbilansowania lub gdy dla prosumenta wirtualnego nie jest możliwe ustalenie ilości energii elektrycznej wprowadzanej do sieci w okresie rozliczania niezbilansowania, to ustalenie ilości energii elektrycznej dla danego okresu rozliczania niezbilansowania, przyjmowanej do wyznaczenia wartości energii elektrycznej, o której mowa w ust. 2, oraz zobowiązań, o których mowa w art. 4c ust. 3, dokonuje się na podstawie ilości energii elektrycznej odpowiednio wprowadzonej do sieci i pobranej z sieci, wyznaczonych dla okresu, dla którego prowadzone są rozliczenia, dzieląc tę ilość energii elektrycznej po równo na zawierające się w tym okresie okresy rozliczania niezbilansowania.

12. Prosument energii odnawialnej niebędący równocześnie prosumentem zbiorowym energii odnawialnej lub prosumentem wirtualnym energii odnawialnej, wytwarzający energię elektryczną w mikroinstalacji i podlegający z tego tytułu rozliczeniom, o których mowa w art. 4 ust. 1a, może upoważnić w umowie kompleksowej albo w umowie sprzedaży sprzedawcę, o którym mowa w art. 40 ust. 1, do:

1) wyłączania tej mikroinstalacji lub ograniczania ilości wytwarzanej energii elektrycznej w tej mikroinstalacji, tak by nie następowało wprowadzanie tej energii do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej w okresie, gdy cena energii elektrycznej, o której mowa w ust. 4, jest ujemna, oraz

2) zainstalowania, utrzymywania w sprawności oraz użytkowania urządzeń sterujących tą mikroinstalacją w celu, o którym mowa w pkt 1.


13. w przypadku udzielenia upoważnienia, o którym mowa w ust. 12, prosument energii odnawialnej obowiązany jest do pokrycia 50% kosztu zakupu urządzeń służących do sterowania mikroinstalacją, o których mowa w ust. 12 pkt 2, w terminie 3 miesięcy od daty zainstalowania tych urządzeń, przy czym:

1) koszt związany z instalacją tych urządzeń ponosi sprzedawca, o którym mowa w ust. 12, a urządzenia te pozostają własnością sprzedawcy;

2) sprzedawca, o którym mowa w ust. 12, ma obowiązek zdemontowania tych urządzeń nie później niż z dniem zakończenia realizacji umowy kompleksowej albo umowy sprzedaży z tym prosumentem energii odnawialnej, chyba że postanowienia tej umowy stanowią inaczej albo prosument energii odnawialnej skorzysta z prawa zakupu, o którym mowa w pkt 3;

3) prosument energii odnawialnej może zawrzeć ze sprzedawcą, o którym mowa w art. 40 ust. 1, umowę sprzedaży należących do tego sprzedawcy urządzeń służących do sterowania mikroinstalacją, o których mowa w ust. 12 pkt 2, za cenę nie wyższą niż pozostałe 50% kosztu zakupu tych urządzeń;

4) sprzedawca nie może odmówić sprzedaży, o której mowa w pkt 3.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 198/477</p>

14. Sprzedawcy, o którym mowa w art. 40 ust. 1, realizującemu postanowienia umowy, o których mowa w ust. 12, nie przysługuje od prosumenta energii odnawialnej wynagrodzenie za realizację tych postanowień.


15. Prosumentowi energii odnawialnej, o którym mowa w ust. 12, nie przysługuje odszkodowanie lub rekompensata za zmniejszoną ilość wytwarzanej energii elektrycznej w mikroinstalacji w następstwie wykonania postanowień umowy, o których mowa w ust. 12.

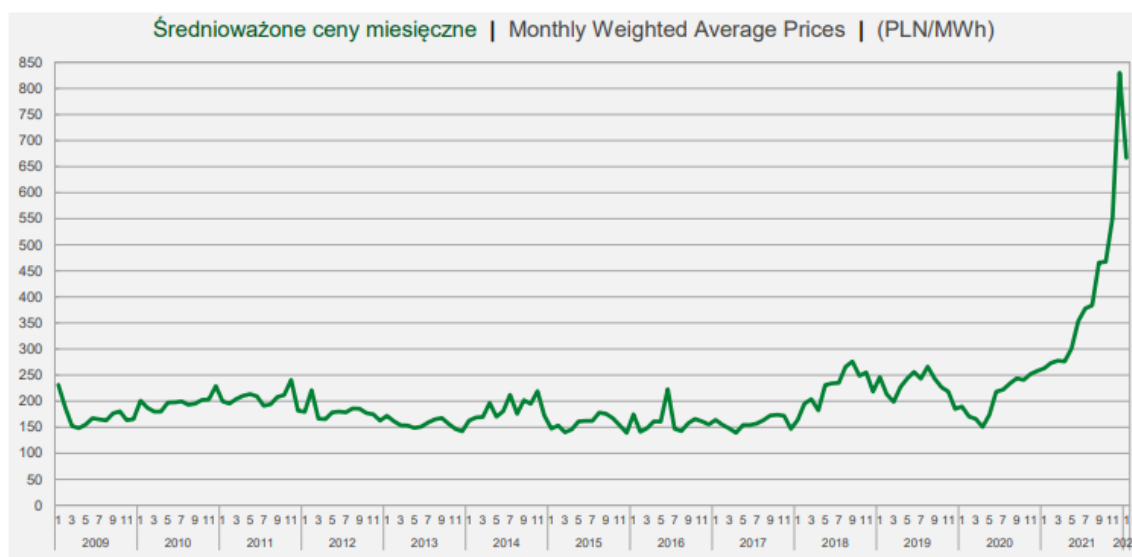
16. Operator systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego, do którego sieci jest przyłączona mikroinstalacja, o której mowa w ust. 12, ma obowiązek współpracować z prosumentem energii odnawialnej oraz sprzedawcą, o którym mowa w art. 40 ust. 1, przy realizacji postanowień umowy, o których mowa w ust. 12.

17. Sprzedawca, o którym mowa w art. 40 ust. 1, może wystąpić do prosumenta energii odnawialnej, o którym mowa w ust. 12, o zmianę albo zawarcie umowy kompleksowej albo umowy sprzedaży zawierającej postanowienia, o których mowa w ust. 12 pkt 1 i 2. w przypadku gdy prosument energii odnawialnej nie wyrazi zgody na zmianę albo zawarcie umowy, o której mowa w zdaniu pierwszym, to sprzedawca, o którym mowa w art. 40 ust. 1, może stosować rynkową cenę energii elektrycznej, o której mowa w ust. 2 pkt 2, dla tego prosumenta energii odnawialnej bez uwzględniania reguły zastępowania ujemnych wartości tej ceny wartością równą zero, w celu wyznaczenia wartości energii elektrycznej wprowadzonej do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej.

18. w przypadku gdy prosument energii odnawialnej wystąpił do Koordynatora do spraw negocjacji, o którym mowa w art. 31a ustawy - Prawo energetyczne, z wnioskiem o rozwiązanie sporu dotyczącego stosowania rynkowej ceny energii elektrycznej z uwzględnieniem ust. 17, wówczas do czasu rozwiązania sporu przez tego Koordynatora przy stosowaniu rynkowej ceny energii elektrycznej, o której mowa w ust. 2 pkt 2, dla tego prosumenta energii odnawialnej uwzględnia się regułę zastępowania ujemnych wartości tej ceny wartością równą zero, w celu wyznaczenia wartości energii elektrycznej wprowadzonej do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej”.

Powyższy mechanizm powoduje, że opłacalność realizacji instalacji OZE uzależniona jest od bieżącej relacji ceny sprzedaży energii elektrycznej (do połowy 2024 r. – obliczanej według średniej ceny rynkowej energii elektrycznej (RDN) z poprzedniego miesiąca kalendarzowego) do ceny zakupu energii elektrycznej wynikającej z taryfy sprzedawcy. w obecnym stanie, z uwagi na ponadnormatywnie wysoką cenę energii na rynku wytwórczym i brak przeniesienia tego wzrostu na poziom taryfowy, inwestycja w indywidualne źródło OZE posiada sens ekonomiczny. Poniższy wykres wskazuje, jak kształtowały się ceny energii na rynku konkurencyjnym od 2009 r.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 199/477</p>



Rys. 18.1 Średnioważone ceny miesięczne energii elektrycznej¹⁵³

Jeśli chodzi o bieżącą sytuację rynkową, średnia ważona wolumenem obrotu cena na RDN ukształtowała się w czerwcu 2022 r. na poziomie **884,68 zł/MWh** i jest to wzrost o 222,28 zł/MWh w porównaniu do poprzedniego miesiąca¹⁵⁴.

Opisane powyżej uwarunkowania prawne wpływają w praktyce na atrakcyjność instalowania paneli fotowoltaicznych na budynkach mieszkalnych. Jeśli natomiast chodzi o lądowe farmy wiatrowe, rozwój przedmiotowego rynku w znacznej mierze uzależniony będzie od zmian ustawy z dnia 20 maja 2016 r. o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych, których projekt został złożony w Sejmie RP dnia 14 lipca 2022 r.

Projekt zakłada liberalizacją tzw. **zasady 10H**, zgodnie z którą w obecnym stanie prawnym (art. 4 ust. 1 ustawy):

„Odległość, w której mogą być lokalizowane i budowane:


1) elektrownia wiatrowa - od budynku mieszkalnego albo budynku o funkcji mieszanej, w skład której wchodzi funkcja mieszkaniowa, oraz

2) budynek mieszkalny albo budynek o funkcji mieszanej, w skład której wchodzi funkcja mieszkaniowa - od elektrowni wiatrowej

- jest równa lub większa od dziesięciokrotności wysokości elektrowni wiatrowej mierzonej od poziomu gruntu do najwyższego punktu budowli, wliczając elementy techniczne, w szczególności wirnik wraz z łopatkami (całkowita wysokość elektrowni wiatrowej)”.

¹⁵³ <https://heatdecor.com/net-biling-jak-policzyc-oplalnosc-fotowoltaiki/> [dostęp: 10.10.2022]

¹⁵⁴ <https://vosti.pl/aktualnosc/net-billing-cena-rdn-rynek-dnia-nastepnego-energii-elektrycznej-tge/> [dostęp: 10.10.2022]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 200/477</p>

W myśl projektu ustawy, przepis ten ma przyjąć następujące brzmienie:

„W przypadku lokalizowania, budowy lub przebudowy elektrowni wiatrowej odległość tej elektrowni od budynku mieszkalnego albo budynku o funkcji mieszanej jest równa lub większa od dziesięciokrotności całkowitej wysokości elektrowni wiatrowej, chyba że plan miejscowy określa inną odległość, wyrażoną w metrach, jednak nie mniejszą niż 500 metrów”.

W projekcie nie zrezygnowano co prawda z lokalizowania lądowych elektrowni wiatrowych wyłącznie w oparciu o miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego, jednakże zaproponowano mechanizm współfinansowania realizacji planu przez inwestora zainteresowanego budową farmy wiatrowej (nowy art. 6g ustawy). Może to zdynamizować przedsięwzięcia inwestycyjne w tym zakresie, obecnie objęte licznymi ograniczeniami obniżającymi ich atrakcyjność.

W zakresie rozwoju elektromobilności jako istotną należy wskazać nowelizację ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych dokonaną ustawą z dnia 2 grudnia 2021 r. o zmianie ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych oraz niektórych innych ustaw. Wśród przyjętych zmian należy wyróżnić art. 12a, wprowadzony w następującym brzmieniu:

„1. Budynek niemieszkalny, z którymi związanych jest więcej niż 10 stanowisk postojowych, należy zaprojektować i wybudować co najmniej jeden punkt ładowania oraz kanały na przewody i kable umożliwiające w przyszłości zainstalowanie co najmniej jednego punktu ładowania na pięć stanowisk postojowych, jeżeli te stanowiska postojowe:

- 1) znajdują się wewnątrz budynku lub
- 2) przylegają do budynku.

2. w budynkach mieszkalnych, w których przewidziano więcej niż 10 stanowisk postojowych, należy zapewnić kanały na przewody i kable elektryczne umożliwiające zainstalowanie punktów ładowania na każdym stanowisku postojowym, jeżeli te stanowiska postojowe:


- 1) znajdują się wewnątrz budynku lub
- 2) przylegają do budynku.

3. Wymagania, o których mowa w ust. 1 i 2, mają również zastosowanie w przypadku budynków poddawanych przebudowie albo remontowi, w ramach których koszt wykonywanych prac związanych z przegrodami zewnętrznymi lub systemami technicznymi budynku wynosi więcej niż 25% wartości budynku, nie wliczając wartości gruntu, na którym usytuowane są budynek i parking, oraz gdy koszty instalacji punktów ładowania i infrastruktury kanałowej nie przekraczają 7% całkowitego kosztu przebudowy albo remontu, jeżeli stanowiska postojowe:

- 1) znajdują się wewnątrz budynku, a przebudowa albo remont obejmuje parking lub infrastrukturę elektryczną budynku, lub
- 2) przylegają do budynku, a przebudowa albo remont obejmuje parking lub infrastrukturę elektryczną parkingu.

4. Przez przyleganie do budynku, o którym mowa w ust. 1 pkt 2, ust. 2 pkt 2 i ust. 3 pkt 2, rozumie się powiązanie z tym budynkiem, pod względem własności lub używania na podstawie innego tytułu prawnego, parking, który:

- 1) bezpośrednio przylega do tego budynku lub

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 201/477</p>

2) nie przylega bezpośrednio do tego budynku.

5. w przypadku budynków, o których mowa w ust. 3, będących zabytkiem nieruchomym w rozumieniu art. 3 pkt 2 ustawy z dnia 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami (Dz. U. z 2021 r. poz. 710 i 954), wpisanych do rejestru zabytków lub gminnej ewidencji zabytków, instalacja punktu ładowania oraz kanałów na przewody i kable elektryczne wymaga uzyskania zgody wojewódzkiego konserwatora zabytków właściwego dla lokalizacji tego zabytku, udzielonej w drodze decyzji.

6. w przypadku budynków będących własnością małych i średnich przedsiębiorców, o których mowa w ustawie z dnia 6 marca 2018 r. - Prawo przedsiębiorców (Dz. U. z 2021 r. poz. 162 i 2105 oraz z 2022 r. poz. 24), przepisów ust. 1 i 3 w zakresie budynków niemieszkalnych nie stosuje się”.

Dodatkowo, w ramach implementacji art. 8 ust. 3 dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków, zgodnie z przyjętym brzmieniem art. 26 ustawy z dnia 2 grudnia 2021 r. o zmianie ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych oraz niektórych innych ustaw:

„1. w budynkach niemieszkalnych, z którymi związanych jest więcej niż 20 stanowisk postojowych, właściciel lub zarządca budynku, w terminie do dnia 1 stycznia 2025 r., instaluje co najmniej jeden punkt ładowania oraz kanały na przewody i kable elektryczne, aby umożliwić zainstalowanie punktów ładowania na co najmniej 1 na 5 stanowisk postojowych, jeżeli te stanowiska postojowe:

1) znajdują się wewnątrz budynku lub

2) przylegają do budynku.

2. Przez przyleganie do budynku, o którym mowa w ust. 1 pkt 2, rozumie się powiązanie z tym budynkiem, pod względem własności lub używania na podstawie innego tytułu prawnego, parkingu, który:


1) bezpośrednio przylega do tego budynku lub

2) nie przylega bezpośrednio do tego budynku.

3. Do budynków niemieszkalnych, o których mowa w ust. 1, przepisy art. 12a ust. 5 i 6 ustawy zmienianej w art. 1 stosuje się odpowiednio”.

Powyższe uwarunkowania prawne powinny wpłynąć na upowszechnienie się infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych, która obecnie stanowi istotną barierę rozwoju elektromobilności.

Na marginesie należy wskazać, że dla rozwoju autoprodukcji energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych niekorzystne wydaje się usunięcie z projektu ustawy o zmianie ustawy – Prawo energetyczne i ustawy o odnawialnych źródłach energii (UC74) początkowo zawartych w nim postanowień odnoszących się do **linii bezpośrednich**. Projekt w wersji z 30 kwietnia 2021 r. zawierał postanowienia dotyczące przypadków, w których bezpośrednio połączenie źródła wytwórczego z odbiorcą (bez udziału KSE) nie wymagałoby zgody Prezesa URE w formie decyzji administracyjnej (obecnie koniecznej dla takiego rozwiązania technicznego). Perspektywa „uwolnienia” układów wyspowych z obowiązku ubiegania się o przedmiotową decyzję postrzegana była przez inwestorów z branży OZE jako zapowiedź znacznego ułatwienia procesu inwestycyjnego w tym zakresie. Jednakże, wersja projektu z dnia 10 czerwca 2022 r. nie zawiera już przedmiotowych zwolnień, co

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 202/477</p>


motywowane jest potrzebą dbałości o interes branży dystrybucyjnej (która byłaby bezpośrednio poszkodowana szeroką dopuszczalnością tworzenia bezpośrednich przyłączy).

18.1.3. Prawodawstwo na poziomie lokalnym

Prawo lokalne- zagospodarowanie przestrzenne

Analiza w zakresie zagospodarowania przestrzennego obejmująca zmiany pomiędzy etapem I a etapem III prac nad modelem, która została wykonana zgodnie z przyjętymi datami kontrolnymi, dla etapu I – 30.09.2021 r. oraz 30.06.2022 r. nie wykazała zmian w zakresie przyjętych przez m.st. Warszawa dokumentach przestrzennych obejmujących obszar całej jednostki urbanistycznej. W okresie pomiędzy 30.09.2021 r., a 30.06.2022 Rada Miasta przyjęła 12 miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego:

- Uchwała nr LV/1697/2021 RADY MIASTA STOŁECZNEGO WARSZAWY z 14 października 2021 r. w sprawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego w rejonie skweru „Orszy”
- Uchwała nr LV/1698/2021 RADY MIASTA STOŁECZNEGO WARSZAWY z 14 października 2021 r. w sprawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego obszaru Nowy Rembertów
- Uchwała nr LV/1699/2021 RADY MIASTA STOŁECZNEGO WARSZAWY z 14 października 2021 r. w sprawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego rejonu ulicy Krupniczej
- Uchwała nr LVI/1753/2021 RADY MIASTA STOŁECZNEGO WARSZAWY z 18 listopada 2021 r. w sprawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego obszaru Sielc – część Ia
- Uchwała nr LVI/1754/2021 RADY MIASTA STOŁECZNEGO WARSZAWY z 18 listopada 2021 r. w sprawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego obszaru Centrum Rembertowa
- Uchwała nr LVII/1795/2021 RADY MIASTA STOŁECZNEGO WARSZAWY z 9 grudnia 2021 r. w sprawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego rejonu Parku Skaryszewskiego
- Uchwała nr LVII/1796/2021 RADY MIASTA STOŁECZNEGO WARSZAWY z 9 grudnia 2021 r. w sprawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego obszaru Jelonki część III – rejon Placu Kasztelańskiego
- Uchwała nr LVII/1797/2021 RADY MIASTA STOŁECZNEGO WARSZAWY z 9 grudnia 2021 r. w sprawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego osiedla Słodowiec
- Uchwała nr LVII/1798/2021 RADY MIASTA STOŁECZNEGO WARSZAWY z 9 grudnia 2021 r. w sprawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego Michałowa i Szmulowizny w rejonie Alei Solidarności
- Uchwała nr LIX/1858/2022 RADY MIASTA STOŁECZNEGO WARSZAWY z 20 stycznia 2022 r. w sprawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego rejonu Czyste – rejon ulicy Towarowej
- Uchwała nr LXII/1987/2022 RADY MIASTA STOŁECZNEGO WARSZAWY z 17 marca 2022 r. w sprawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego dla terenu ograniczonego ulicami Puławską, Mysikrólika, Bocianią, Grzywaczy

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 203/477</p>

- Uchwała nr LXIV/2081/2022 RADY MIASTA STOŁECZNEGO WARSZAWY z 12 maja 2022 r. w sprawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego rejonu ulicy Pałacowej w części wschodniej C

Akty prawa miejscowego, jakimi są miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego, a których obecnie w Warszawie obowiązuje łącznie 315¹⁵⁵, pokrywając niewiele ponad 40% powierzchni miasta, jako główne źródła zaopatrzenia w energię i ciepło wskazują istniejące sieci. Energia i ciepło pozyskiwana z odnawialnych źródeł energii takich jak instalacje fotowoltaiczne, kolektory słoneczne, pompy ciepła i inne alternatywne źródła energii odnawialnej wskazywane są jako instalacje dopuszczalne lub uzupełniające, ale nie jako podstawowe źródła zasilania, co za tym idzie ich przyjęcie nie rzutuje na rozwój lub ograniczenie odnawialnych źródeł energii.



Rys. 18.2 Mapa obowiązujących miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego¹⁵⁶

Plany, które zostały przyjęte do 25 września 2010 r. przed nowelizacją ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, a których obowiązuje 155, takich zapisów dotyczących OZE nie uwzględniają, bo nie było ku temu podstaw prawnych.

¹⁵⁵ Strona internetowa Urzędu m.st. Warszawy: architektura.um.warszawa.pl

¹⁵⁶ Opracowanie własne na podstawie danych Urząd m.st. Warszawy



Rys. 18.3 Miejsowe plany zagospodarowania przestrzennego przyjęte przed reformą ustawy na tle obowiązujących dokumentów

Elementem ograniczającym prawnie rozwój odnawialnych źródeł energii są obiekty wpisane do rejestru zabytków, a w których przystąpienie do robót wymaga co najmniej zgłoszenia i uzyskania pozwolenia konserwatora zabytków. Obiektów wpisanych do rejestru zabytków na dzień 30.06.2022 r. w Warszawie figuruje: 2394¹⁵⁷. w badanym okresie do rejestru wpisano 13 zabytków, z czego 11 kubaturowych wymienionych w poniższej tabeli.

¹⁵⁷ Źródłem pozyskania danych dostępnych w publikowanym zbiorze są decyzje administracyjne wydawane przez Wojewódzkich Konserwatorów Zabytków wpisujące obiekt do rejestru zabytków lub modyfikujące przedmiot lub zakres ochrony wpisu do rejestru zabytków, których odpisy zostały przekazane do Narodowego Instytutu Dziedzictwa w związku z Ustawą z dnia 4 marca 2010 r. o infrastrukturze informacji przestrzennej (Dz.U. 2010 nr 76 poz. 489, z późn. zm.)



	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 205/477

Tabela 18.1 Zabytki nieruchome wpisane do rejestru zabytków w badanym okresie¹⁵⁸

Nazwa	CHRONOLOGIA	Data wpisu	Dzielnica	Ulica	Nr adresowy
willa z oficyną	1924 r.	2022-05-20	Mokotów	Ludwika Narbutta	30
budynek d. Koszar Gołędzinowskich	pocz. XX w.	2022-05-11	Praga-Północ	Jagiellońska	47
willa	II poł. lat 30. XX w.	2022-04-07	Mokotów	Zawrat	1
wnętrza d. baru mlecznego Złota Kurka	1952 r.	2022-03-10	Śródmieście	Marszałkowska	55/73
willa Zborskich	1932 - 1934	2022-02-21	Mokotów	Podchorążych	69A
oficyna	1904 - 1905	2022-01-31	Praga-Północ	Konopacka	12
budynek d. Pierwszej Polskiej Wytwórni Łańcuchów Rolkowych Stanisława Kubiaka	1923 r.	2022-01-28	Wola	Hrubieszowska	9
budynek handlowo-usługowy	1948 - 1951	2022-01-24	Śródmieście	Nowy Świat	15/17
wnętrza centralnego czworoboku gmachu Ministerstwa Finansów	1953 - 1957	2021-11-26	Śródmieście	Świętokrzyska	12
kamienica frontowa wraz z oficynami	1911 - 1912	2021-11-24	Praga-Północ	Inżynierska	9
kamienica	1878 r.	2021-11-22	Praga-Północ	Środkowa	18

¹⁵⁸ Opracowanie własne na podstawie dane.gov.pl

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 206/477</p>

18.2. Aspekt prawny elektroprosumeryzmu – ogólne wytyczne i kierunek zmian.

W nawiązaniu do prac koncepcyjnych prowadzonych w ramach Powszechnej Platformy Transformacyjnej Energetyki (POTE) pod przewodnictwem prof. dr. hab. Inż. Jana Popczyka, dnia 15 grudnia 2021 r. doszło do powołania Parlamentarnego Zespołu ds. Prawa Elektrycznego. Jak wskazano w ramach protokołu pierwszego posiedzenia Zespołu, jego podstawowym obszarem działania będzie „analiza zagadnień związanych z rozwojem elektroprosumeryzmu sieci energii rozproszonej”¹⁵⁹.

Podstawą merytoryczną prac Zespołu jest zestawienie kluczowych założeń tzw. Prawa Elektrycznego według założeń przedstawionych w ramach publikacji prof. dr. hab. inż. Jana Popczyka¹⁶⁰. Wśród kluczowych założeń wskazać należy:

- 1) wyrażenie w ramach regulacji Prawa Elektrycznego zasady pomocniczości, polegającej na zmianie rozkładu odpowiedzialności za zaopatrzenie w energię elektryczną w ten sposób, aby wsparcie elektroprosumenta w tym zakresie przez jednostki publiczne (w pierwszej kolejności administrację samorządową, w dalszej kolejności rządową) następowało dopiero w przypadku braku możliwości zaopatrzenia we własnym zakresie;
- 2) wprowadzenie Zasady Współużytkowania Zasobów KSE (ZWZ-KSE), określającej warunki dostępu elektroprosumentów, systemów(WSE) oraz JST do zasobów KSE wraz z realizowanym przez UREP systemem gwarancji dostępu oraz procedurami określania opłat za ten dostęp;
- 3) zwiększenie aktywności odbiorców energii elektrycznej poprzez implementację taryf dynamicznych, w przypadku których cena energii jest uzależniona od aktualnych kosztów jej wytworzenia;
- 4) wdrożenie elastycznych mechanizmów rozliczeniowych umożliwiających pełne wykorzystanie potencjału tzw. terminali STD, służących równoważeniu popytu i podaży z zastosowaniem zaawansowanych układów automatyki.

W ramach protokołu trzeciego posiedzenia Parlamentarnego Zespołu ds. Prawa Elektrycznego wskazano, iż w ramach prac Zespołu przewidziane jest podejmowanie działań legislacyjnych w obszarze:

- 1) transformacji energetyki w trybie innowacji przełomowych,
- 2) wygaszania energetyki paliw kopalnych i jej korporacyjnego modelu biznesowego,
- 3) nowego Prawa elektrycznego i trzech ustaw pilotażowych, tj. o dostępie do informacji, o rynku technicznym wirtualnych systemów elektrycznych, o zasadzie współużytkowania zasobów Krajowego Systemu Elektroenergetycznego.

¹⁵⁹ https://www.senat.gov.pl/gfx/senat/userfiles/_public/k10/senat/zespoly/prawo_elektryczne/protokol_1_p_el.pdf
[dostęp: 10.10.2022]

¹⁶⁰ J. Popczyk, *Prawo elektryczne – mapa prac rozwojowych i proponowana struktura (rozdziały) ustawy*, Energetyka, nr 7, 2021, s. 509--528.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 207/477</p>

Podczas posiedzenia Parlamentarnego Zespołu ds. Prawa elektrycznego w dniu 5 października 2022 r. zaprezentowano propozycje do przedstawienia. Zawierają one następujące obszary¹⁶¹:

- A. Usytuowanie Prawa elektrycznego w Kodeksie transformacji energetycznej** (transformacji TETIP) – proponowane (hipotetyczne) środowisko prawne realizacji prac rozwojowych dotyczących Prawa elektrycznego realizowanych przez Parlamentarny Zespół ds. Prawa elektrycznego.

Kodeks Transformacji Energetycznej

(projekty ustaw nowego Prawa elektrycznego, Prawo energetyczne¹⁶² (projekty nowych ustaw)

Prawo elektryczne (istniejąca¹⁶³ i nowe ustawy potrzebne do ukształtowania rynków wschodzących)

- Ustawa o promowaniu wytwarzania energii elektrycznej w morskich farmach wiatrowych (istniejąca)
- Ustawa o dostępie do informacji
- Ustawa o rynkach technicznych wirtualnych systemów elektrycznych
- Ustawa o współużytkowaniu zasobów KSE
- Ustawa o elektroprosumeryźmie

Prawo energetyczne (nowe ustawy potrzebne dla ukształtowania rynków schodzących))

- Ustawa o reformie rynku energii elektrycznej
- Ustawa o reformie rynku ciepła
- Ustawa o reformie rynku paliw transportowych
- Ustawa o restrukturyzacji elektroenergetyki
- Ustawa o restrukturyzacji ciepłownictwa
- Ustawa o restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego
- Ustawa o restrukturyzacji gazownictwa
- Ustawa o restrukturyzacji sektora paliw ropopochodnych

B. Słownik Prawa elektrycznego

Kanoniczna postać słownika ustawy Prawo elektryczne


Wykaz nazw (i skrótów) podstawowych i związanych

1. Elektroprosument (EP)
 - elektroprosumencka osłona kontrolna (OK-EP)
 - elektroprosumencka (kryzysowa) odporność
 - elektroprosumencka trajektoria transformacyjna (trajektoria TETIP-EP)

¹⁶¹<https://ppte2050.pl/platfoman/bzpppte/static/uploads/Prawo%20elektryczne%20w%20Kodeksie%20transformacji%20energetycznej.pdf> [dostęp: 10.10.2022]

¹⁶² Wraz z istniejącymi ustawami: Ustawa o odnawialnych źródłach energii, Ustawa o rynku mocy, Ustawa o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych (poza obszarami morskimi).

¹⁶³ Ustawa z 17 grudnia 2020 r.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 208/477</p>

2. Samorząd realizujący transformację energetyczną JST do elektroprosumeryzmu
 - osłona kontrolna JST (OK-JST)
 - trajektoria transformacyjna JST (trajektoria TETIP-JST)
3. Certyfikator transformacji elektroprosumenckiej (CTEP)
4. Inżynier transformacji elektroprosumenckiej (ITEP)
5. Elektroprosumencka platforma handlowa (EPH)
6. Wirtualny system elektryczny (WSE)
 - osłona kontrolna WSE (OK-WSE)
 - trajektoria transformacyjna JST (trajektoria TETIP-WSE)
7. Operator wirtualnego systemu elektrycznego (OWSE)
8. Zasada współużytkowania zasobów KSE (ZWZ-KSE)
9. Urząd Rozwoju Elektroprosumeryzmu (UREP)
10. Rada Odporności Elektroprosumeryzmu (ROEP)
11. Koszt elektroekologiczny (KEE)

C. Słownik tripletu paradygmatycznego monizmu elektrycznego


- a. Bifurkacja transformacji energetycznej
- b. Egzergia
- c. Elektroprosumeryzm
- d. Entropia
- e. Redukcjonizm elektroprosumencki transformacji TETIP
- f. Społeczna gospodarka rynkowa

D. Uzasadnienie potrzeby uchwalenia Prawa elektrycznego

- Konieczność uchwalenia nowej umowy społecznej dotyczącej transformacji energetycznej dla zachowania równowagi społecznej - nadania priorytetu Prawa elektrycznego nad Prawem energetycznym.
- Dwa porządki prawne muszą być skoordynowane w sposób uwzględniający złożoność uwarunkowań transformacji energetycznej.
- Pierwotny wzór dla Prawa elektrycznego.
- Konsolidacja tripletu paradygmatycznego tj. przejście od kosztu termoeekologicznego do kosztu elektroekologicznego.
- Wprowadzenie heurystyk gospodarczych zamiast tradycyjnego oszacowania skutków ukierunkowanych na koszty i korzyści dla budżetu.

E. Ocena skutków ekonomicznych (heurystyki ekonomiczne transformacji TETIP)

Informacje zamieszczone w tym rozdziale nie wskazują jednoznacznego podziału na poziom prawodawstwa lokalnego oraz krajowego skupiając się na opisie ogólnych założeń, które muszą być zrealizowane w celu umożliwienia implementacji elektroprosumeryzmu.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 209/477</p>

19. Trendy Społeczne

Informacja o badaniach społecznych zrealizowanych w ramach projektu


19.1. Świadomość ekologiczna warszawiaków a model energetyczny m. st. Warszawy w perspektywie 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu

Badanie zostało przeprowadzone przez Urząd Miasta st. Warszawy w listopadzie i grudniu 2021 (realizacja ARC Rynek i Opinia Sp. z o.o.). Były to badania jakościowe. Przeprowadzono 20 zogniskowanych wywiadów grupowych, które objęły wybrane kategorie społeczno-zawodowe mieszkańców Warszawy. Przyjęto hipotezę, że w świadomości społeczności Warszawy występują dwie rozbieżne orientacje, dotyczące transformacji energetycznej:

- a) **orientacja proekologiczna**, popierająca działania ograniczające emisję gazów cieplarnianych, w tym rozwój OZE, domagająca się szybkiej dekarbonizacji gospodarki; zorientowana na ochronę klimatu i środowiska naturalnego;
- b) **orientacja sceptyczna** krytycznie odnosząca się do koncepcji ograniczania emisji gazów cieplarnianych, popierająca działania utrzymujące konwencjonalne źródła energii jako podstawę systemu energetycznego, negatywnie oceniająca perspektywy rozwoju OZE, sceptycznie traktująca politykę ochrony klimatu i środowiska naturalnego.

Główne wnioski:

1. Obydwie orientacje występują w świadomości większości badanych kategorii społecznych. Orientacja proekologiczna nie występuje jedynie w przypadku kategorii osób o niskich kwalifikacjach. Również w przypadku klasy robotników mamy do czynienia z wypowiedziami, które są krytyczne wobec rządu czy klasy politycznej, natomiast do kwestii energetycznych odnoszą się jedynie pośrednio. Orientacja sceptyczna w wypowiedziach robotników dotyczy przede wszystkim zagrożeń miejsc pracy wielu środowisk m.in. górników i kolejarzy. Ta narracja sprowadza się do konstatacji: mamy węgiel i związane z nim miejsca pracy – i niech tak zostanie.
2. Wyraźna narracja proekologiczna występuje w wypowiedziach wyższych specjalistów, uczniów i studentów oraz emerytów. Nastawienie proekologiczne młodzieży nie jest zaskoczeniem. Niemniej konieczne jest zaprojektowanie działań popularyzacyjnych adresowanych do młodzieży szkół średnich oraz wyższych. Natomiast narracja emerytów jest z jednej strony krytyczna wobec węgla, z drugiej zaś podkreśla brak polityki energetycznej państwa. Proekologiczna postawa emerytów jest zaskakująca, gdyż w innych obszarach życia społecznego zajmują oni stanowisko konserwatywne. Wstępnie dostrzega się dwie hipotezy wyjaśniające tę postawę: po pierwsze emeryci jako ludzie doświadczeni życiowo w dużym stopniu biorą pod uwagę interesy przyszłych pokoleń, swoich dzieci i wnuków; po drugie są to ludzie, którzy w socjalizmie przyzwyczaili się do różnego typu ograniczeń i regulacji, stąd łatwiej im dostosować się np. do wymogów segregacji śmieci czy wyłączenia zbędnego oświetlenia.
3. W przypadku pozostałych struktur społecznych obserwujemy wewnętrzną polaryzację, tj. obecność w ich świadomości zarówno orientacji proekologicznej, jak i sceptycznej. Dotyczy

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 210/477</p>

to: klasy niższych specjalistów, klasy pracowników handlu i usług, warstwy profesjonalistów z wyższym wykształceniem oraz warstwy szeregowych urzędników publicznych.

4. Zaprezentowane zróżnicowanie opinii pomiędzy poszczególnymi klasami i warstwami społecznymi wskazuje, że podstawowy dylemat transformacji energetycznej „ile węgla, ile OZE?” pozostaje na poziomie świadomości społecznej nie rozstrzygnięty.

19.2. Transformacja energetyczna Warszawy w perspektywie przedstawicieli podmiotów gospodarczych

Badanie zostało przeprowadzone we wrześniu 2022 r. Objęło członków zarządów firm reprezentujących różne typy odbiorców energii elektrycznej: a) firmy przemysłowe b) firmy handlowo-usługowe (nieruchomości, biurowce, itp.), c) spółdzielnie mieszkaniowe, d) małe i średnie firmy przemysłowe/usługowe.

Pytanie badawcze Nr 1: Jaka jest orientacja badanych w kwestii odchodzenia w wytwarzaniu energii elektrycznej od węgla w kierunku OZE: jak jest postrzegane właściwe tempo tego przejścia oraz jaka jest preferowana struktura miksu energetycznego w roku 2050?

Pytanie badawcze Nr 2: Jakie są orientacje badanych dotyczące przyszłego kształtu systemu energetycznego. Czy powinien się on opierać się na scentralizowanym systemie korporacyjnym (Wielkoskalowa Energetyka Korporacyjna), czy też na rozproszonym systemie elektroprosumeryzmu?

Pytanie badawcze Nr 3: Jakie rozwiązania legislacyjne powinny znaleźć się w przygotowywanej ustawie „Prawo elektryczne”?


Zastosowano metodę wywiadu pogłębionego (IDI), z pewną modyfikacją, wynikającą ze złożoności problematyki, stanowiącej przedmiot badania. Badani przed wywiadem otrzymali obszerny materiał informacyjny, dotyczący transformacji energetycznej oraz podstawowych założeń koncepcji elektroprosumeryzmu.

Hipotezy badawcze

- a) **orientacja proekologiczna**, popierająca działania ograniczające emisję gazów cieplarnianych, w tym rozwój OZE, domagająca się szybkiej dekarbonizacji gospodarki; zorientowana na ochronę klimatu i środowiska naturalnego;
- b) **orientacja sceptyczna** krytycznie odnosząca się do koncepcji ograniczania emisji gazów cieplarnianych, popierająca działania utrzymujące konwencjonalne źródła energii jako podstawę systemu energetycznego, negatywnie oceniająca perspektywy rozwoju OZE, sceptycznie traktująca politykę ochrony klimatu i środowiska naturalnego.

Główne wnioski


1. Analiza wykazała, że zdecydowana orientacja proekologiczna występuje w przypadku badanego F1, który reprezentuje dużą międzynarodową firmę przemysłową. Z kolei zdecydowaną orientację sceptyczną reprezentuje przedstawiciel sektora MSP. Jest to firma przemysłowa, zatrudniająca ok. 100 osób, czyli jest to firma średniej wielkości. **Pozostali**

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 211/477</p>

badani reprezentują orientację mieszaną, to znaczy dostrzegają wagę kwestii odchodzenia systemu energetycznego od węgla w kierunku OZE, ale zarazem sceptycznie oceniają realne działania w tej kwestii.

- Badanie wykazało istnienie dwojakiego typu uwarunkowań, wpływających na stosunek badanych do transformacji energetycznej. Pierwszy typ uwarunkowania – to obiektywna sytuacja biznesowa. Uwarunkowanie to prowadzi do orientacji proekologicznej. Drugi typ uwarunkowania - to zbiór czynników subiektywnych, takich jak: niechęć do podejmowania ryzyka, nieufność wobec otoczenia, brak wiedzy techniczno-ekonomicznej, sprzeczne przekazy medialne, polaryzacja opinii publicznej. Mamy tu do czynienia ze zjawiskiem błędów poznawczych, określanym też jako stan fałszywej świadomości. Uwarunkowanie to prowadzi do orientacji sceptycznej. w świadomości badanych pojawia się tendencja do poszukiwania rozwiązań kompromisowych, pozwalających zachować dystans do pojawiających się dylematów, dających komfort neutralności oraz możliwość uniknięcia jednoznacznego opowiedzenia się po jednej ze stron sytuacji konfliktowej.


Szczegółowy opis wykonanych badań zamieszczono w załączniku nr 1.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 212/477</p>

20. Wpływ modelu na funkcjonowanie miasta

Środowisko przyrodnicze


Silne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> Wymiana całej floty samochodów osobowych na samochody elektryczne do 2050r, dzięki likwidacji emisji produktów spalania paliw płynnych poprawi jakość powietrza w mieście. Pojazdy elektryczne charakteryzują się znacznie niższą emisją hałasu. Docelowy model transformacji charakteryzuje się najniższym kosztem termoeologicznym. Ograniczenie wykorzystania scentralizowanych systemów, a przez poprawa jakości życia w miejscu ich obecnego usytuowania. Zwiększenie wykorzystania odpadów na cele produkcji energii elektrycznej i ciepła prowadzące do gospodarki GOZ. Poprawa warunków bytowych poprzez ograniczenie niskiej emisji, zwłaszcza na terenach o małej urbanizacji. Ograniczenie konieczności wykorzystania paliw kopalnych, w tym ich transportu, co potencjalnie wpływa na zmniejszenie ruchu kołowego. 	<ul style="list-style-type: none"> Emisja CO₂ w modelu docelowym nie została zupełnie wyeliminowana, ale ograniczona (o 95%) do minimalnego poziomu związanego z koniecznością utrzymania części konwencjonalnych źródeł ciepła m.in. dla budynków zabytkowych. Pompy ciepła jako urządzenia dedykowane każdemu budynkowi oraz źródła OZE (mikroturbiny wiatrowe, panele PV) mogą swą obecnością wywrzeć negatywny wpływ na ogólną architekturę budynków. Konieczność intensyfikacji wykorzystania dachów na instalacje OZE, a przez to ograniczenie potencjalnego miejsca na tzw. zielone ogrody dachowe. Konkurencja o miejsce na instalacje pomp ciepła i źródeł OZE na terenach potencjalnie mogących służyć jako tereny rekreacyjne. Konieczność stosowania wymienników, a przez to zwiększenie lokalnej generacji ciepła, często w bliskim sąsiedztwie terenów mieszkalnych i rekreacyjnych.
Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> Rozwój technologii pojazdów elektrycznych o niskich emisjach zanieczyszczeń i niższym zapotrzebowaniu na energię. Spadek liczby mieszkańców korzystających z samochodów indywidualnych na rzecz komunikacji zbiorowej dzięki zwiększeniu środków na rozwój komunikacji zbiorowej. Zwiększenie świadomości mieszkańców z zakresu szeroko rozumianej efektywności energetycznej prowadzące 	<ul style="list-style-type: none"> Utrzymanie intensywnego importu używanych samochodów spalinowych może być przyczyną negatywnego wpływu na emisję zanieczyszczeń oraz CO₂. Ograniczenie środków na rozwój sieci drogowej w okresie przejściowym spowoduje korki i zatłoczenie w komunikacji miejskiej i w konsekwencji doprowadzi do wzrostu emisji zanieczyszczeń oraz CO₂. Intensywnie zelektryfikowane ciepłownictwo w okresach niskich temperatur może wywołać zwiększoną emisję hałasu pochodzącą ze

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 213/477</p>

<p>do ograniczenia wykorzystania surowców i paliw kopalnych.</p>	<p>sprężarek pomp ciepła pracujących ze zwiększoną mocą.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Niekontrolowany rozwój i niedostosowanie do lokalnych warunków może prowadzić do przeinwestowania, a przez to do nadmiernego wykorzystania surowców. • Realizacja dynamicznego rozwoju źródeł OZE, bez zmiany sposobu użytkowania energii, negatywnie wpływa na środowisko poprzez konieczność utrzymania systemów wykorzystujących paliwa kopalne w celu zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego rozumianego jak obecnie.
--	--

Infrastruktura społeczna, koszty społeczne i bezpieczeństwo socjalne mieszkańców


Silne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> • Poprawa warunków środowiskowych skutkująca zmniejszoną zachorowalnością mieszkańców Miasta. • Wykorzystanie nowoczesnych rozwiązań w zakresie kontrolowania i zarządzania energią przyczyni się do zwiększenia poziomu komfortu użytkowania infrastruktury krytycznej w tym systemów bezpieczeństwa. • Możliwość wykorzystania powstającej infrastruktury do tworzenia nowych usług z zakresu zarządzania budynkami w zakresie zapewnienia komfortu i bezpieczeństwa. • Wykorzystanie zaawansowanych narzędzi prognostycznych do prognozowania pogody i przewidywania zdarzeń, a przez to zwiększenie bezpieczeństwa. • Usługi lokalizacyjne i geograficzne w czasie rzeczywistym pozwalają na predykcję awarii. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ograniczenie terenu. • W modelu konieczny jest udział społeczeństwa w zmianach, a to wymaga aktywnego uczestnictwa i zaangażowania się w pierwszej kolejności w zapewnienie własnych potrzeb, a to wymaga nakładów inwestycyjnych, niedostępnych dla części społeczeństwa, co może zmniejszyć bezpieczeństwo socjalne. • Zmiana funkcjonalności części infrastruktury socjalnej poprzez dopasowanie jej do potrzeb związanych m.in. z kształtowaniem profili prowadzi do zmiany zachowań i może być trudno osiągalne dla części społeczeństwa.
Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> • Obniżenie cen energii. • Ograniczenie hałasu. 	<ul style="list-style-type: none"> • Wysokie nakłady inwestycyjne. • Zwiększenie ubóstwa energetycznego.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 214/477</p>

<ul style="list-style-type: none"> Silny wpływ na edukację, ze względu na konieczność zwiększenia kompetencji w zakresie szeroko rozumianej ochrony środowiska, źródeł OZE, efektywności energetycznej itd. 	
--	--

Prestiż i konkurencyjność Miasta

Silne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> Wzrost innowacyjności Miasta. Zwiększenie poziomu zaufania mieszkańców poprzez realne wdrożenie światowych rozwiązań. Możliwość pozyskania dofinansowania z wielu programów na rozwój infrastruktury technicznej zwiększa konkurencyjność miasta. Ograniczenie śladu węglowego postrzegane jest jako kluczowe w wielu aspektach i stanowi o prestiżu miasta. 	<ul style="list-style-type: none"> Możliwe jest zmniejszenie nakładów inwestycyjnych na działania spoza elektroprosumeryzmu (chodniki, tereny zielone, rekreacja, ...), co może wpłynąć negatywnie na wizerunek miasta. Konieczność wprowadzenia zmiany sposobu życia może wpłynąć na postrzeganie miasta jako miejsca mniej atrakcyjnego dla mieszkańców (opór przed zmianą).
Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> Zapotrzebowanie na nowe rozwiązania techniczne i ich nieodzowna obecność w przypadku kształtowania profili, tworzy środowisko wysoko wyspecjalizowanych fachowców. Rozwój nowoczesnych technologii i ich wdrażanie zwiększa konkurencyjność miasta poprzez łatwy dostęp do technologii. Z rozwojem inteligentnej struktury zwiększają się możliwości wykorzystania jej do realizacji działań wspomagających transformację, np. systemy autonomiczne, handel energią itd. 	<ul style="list-style-type: none"> Każda rewolucja w sposobie funkcjonowania miasta rodzi sprzeciw, co może wpłynąć negatywnie na mieszkańców. Konieczność dostosowania się lokalnych uwarunkowań może obniżyć przejściowo konkurencyjność w sektorach spoza działań na rzecz elektroprosumeryzmu. Sprzeciw energetyki WEK dla zmian może być przyczyną konfliktów.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 215/477</p>

21. Warunki konieczne dla dokonania transformacji sektora energetycznego w kierunku pełnej jego dekarbonizacji

Agresja Rosji na Ukrainę potwierdziła słuszność transformacji i zarazem zwiększyła dynamikę tego procesu w Polsce i w krajach Unii Europejskiej, których energetyka oparta jest na paliwach kopalnych oraz surowcach energetycznych sprowadzanych z Rosji. Konflikt ten zarazem ujawnił pełne uzależnienie i słabość wielu krajów od surowców energetycznych które w istocie rzeczy stały się przedmiotem szantażu i gry politycznej. Wojna na Ukrainie wywołała ogólnoświatowy kryzys zarówno polityczny jaki i gospodarczy wywołując ograniczenie dostępu do surowców energetycznych w wyniku podjętych sankcji. Dodatkowo należy wspomnieć o kryzysie społeczno- gospodarczym wywołanym przez pandemię COVID-19, która wpłynęła na światową gospodarkę oraz zakłócenia wielu łańcuchów dostaw.


O ile wojna na Ukrainie przyspieszyła transformację energetyczną to pandemia COVID-19 przyspieszyła transformację cyfrową.

W kontekście prowadzonej polityki klimatycznej Unii Europejskiej w Polsce transformacja energetyczna i tak została przeprowadzona, jednak na warunkach narzuconych przez UE, czyli Warszawa byłaby skazana na odtwórcze działania, a to ogranicza konkurencyjność i zmniejsza prestiż miasta.


Pomimo faktu, że wiele bloków konwencjonalnych spełnia surowe wymagania w zakresie Konkluzji BAT, to bloki te charakteryzują się wysoką emisyjnością CO₂. Z uwagi na emisję CO₂ jednostki te obciążone są wysokimi kosztami systemu EU ETS. Cena zakupu uprawnień do emisji CO₂ potrafiła wzrosnąć od kilku do blisko 100 €/Mg CO₂; na chwilę obecną (03.11.2022) wynosi 76,57€/Mg CO₂. Pełna dekarbonizacja sektora energetycznego Warszawy wymaga realizacji szeregu działań oraz spełnienia wielu wymagań, których skuteczność wprowadzenia w dużej części będzie zależeć od zmian legislacyjnych. Pełna dekarbonizacja (redukcja CO₂ o 95%) możliwa jest do osiągnięcia w rekomendowanym modelu 3.

Realizacja pełnej dekarbonizacji wymaga:

1. Przeprowadzenia inwestycji na terenie m.st. Warszawy (obejmujące pięć obszarów elektroprosumeryzmu, mianowicie: pasywyzację budownictwa, elektryfikację transportu, elektryfikację ciepłownictwa, wprowadzenie elektrotechnologii oraz reelektryfikację OZE) - ekonomicznie uzasadnione inwestycje w dużej części realizowane ze środków własnych elektroprosumentów oraz sektora MMSP, w celu osiągnięcia wymaganej mocy zainstalowanej.
2. Uruchomienie wsparcia dla mieszkańców Warszawy oraz przedsiębiorców działających na terenie Warszawy w postaci częściowego dofinansowania w pierwszym etapie wdrażania technologii obecnie nieopłacalnych ekonomicznie (np. chemicznych magazynów energii). Docelowo model wspomaganie na podstawie ulg podatkowych.
3. Uruchomienie programu termomodernizacji budynków, realizowanego w ramach działań własnych m.st. Warszawy, ale również koordynowanie i wspieranie innych przedsięwzięć prowadzonych na terenie miasta przez mieszkańców i firmy. Powołana przez m.st. Warszawę komórka wspierałaby również działania w tworzeniu audytów energetycznych oraz udzielała pomocy przy składaniu wniosków

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 216/477</p>

4. Dostępu do preferencyjnych kredytów i innych metod finansowania (np. crowdfunding), dostosowany do specyfiki inwestycji w OZE.
5. Realizacji kampanii informacyjnych, pozwalających na zwiększenie świadomości, zwłaszcza w zakresie kształtowania profilu (dopasowania poboru energii do zmieniającej się dostępności w źródłach z produkcją wymuszoną).
6. Realizacji inwestycji w energetykę offshore.
7. Możliwości zawarcia kontraktów PPA lub innych, zapewniających wymagany wolumen energii z energetyki offshore.
8. Dostępu do zdolności przesyłowych sieci, zapewniający dosył energii z offshore.
9. Realizacji inwestycji w otulinie w energetyce wiatrowej.
10. Zawarcia odpowiedniej liczby kontraktów na dostawę energii z otuliny.
11. Zapewnienia odpowiednich zdolności przesyłowych sieci 110 kV, pozwalających na dosył energii z otuliny.
12. Transformacji sektora ciepłowniczego i gazowego w podmioty świadczące usługi w elektroprosumeryzmie (rezygnacja z paliw kopalnych).
13. Zapewnienia odpowiedniej liczby osób i firm, pozwalających na przeprowadzenie transformacji.
14. Wprowadzenia ustawy o dostępie do informacji, w celu ograniczenia ryzyka inwestycyjnego związanego z niedostosowaniem infrastruktury.
15. Wprowadzenia ustawy umożliwiającej wykorzystanie zasobów KSE (ZWZ-KSE).
16. Wprowadzenia ustaw uwalniających rynki elektroprosumeryzmu (Prawo elektryczne), w celu maksymalizacji wykorzystania zasobów własnych i udostępnienia możliwości bezpośredniego handlu energią.
17. Zwiększenia kompetencji w zakresie funkcjonowania rynków elektroprosumeryzmu, w tym opracowanie i wdrożenie nowych metod analizy, zarządzania i finansowania inwestycji.
18. Dostęp do technologii przekształtników, źródeł OZE, magazynów itd., w stopniu zapewniającym pokrycie potrzeb elektroprosumeryzmu.
19. Wdrożenia modelu 3 wymaga zapewnienie dostępu zgodnego z założeniami wolumenu technologii oraz firm produkcyjnych, instalacyjnych oraz serwisujących.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 217/477</p>

22. Wnioski z oceny sektora energetycznego m. st. Warszawy pod kątem jego możliwej transformacji w kierunku elektroprosumeryzmu

1. Wykonawca podtrzymuje rekomendację dążenia dla wdrożenia modelu 3.

Na podstawie oceny potencjału i weryfikacji zaproponowanych poszczególnych technologii wytwórczych OZE (PV, EWL, EWM, EB, GOZ) w rekomendowanym modelu 3, stwierdza się, że technologie mogą zostać w pełni zaimplementowane w ramach OZE dla miasta Warszawa i z dużym prawdopodobieństwem zagwarantują produkcję wymaganych wolumenów energii elektrycznej.

W roku 2050 prognozowane zapotrzebowanie na energię elektryczną może wynosić 10,9 TWh i będzie ona wytwarzana w następujących technologiach: PV - 2,7 TWh (24,8%), μ EW - 0,2 TWh (1,8%), EWL – 2,2 TWh (20,2%), EB – 0,5 TWh (4,6%), GOZ – 0,2 TWh (1,8%), EWM – 4,7 TWh (43,1%).

Prognozowane zapotrzebowanie na ciepło w 2050 roku w ilości 7,2 TWh miałyby być zabezpieczone przez pompy ciepła (6,5 TWh; 90,3%), ciepło sieciowe ze źródeł konwencjonalnych (0,4 TWh; 5,5%), ciepło końcowe nie sieciowe ze źródeł konwencjonalnych (0,3 TWh; 4,2%).

Prognozowane zapotrzebowanie na gaz ziemny obniży się do 1,7 TWh (z obecnych 4,8 TWh).

W zakresie sektora transportu zapotrzebowanie na energię może wynosić 2,7 TWh, z czego blisko 85% będzie przypadać na energię elektryczną (ta ilość energii elektrycznej jest już uwzględniona w wolumenie 10,9 TWh.)


2. Wykonawca podtrzymuje wniosek z poprzednich etapów. Transformacja sektora energetyki w Warszawie w kierunku elektroprosumeryzmu nie może obyć się bez pierwszego kroku w postaci pasywizacji budownictwa. Jedynym odstępstwem w tym zakresie będzie segment budynków objętych ochroną konserwatorską.

Na podstawie konsultacji z przedstawicielami Stołecznego Biura Konserwatora Zabytków Wykonawca ocenia, że możliwości pasywizacji tego rodzaju obiektów będą bardzo mocno ograniczone i będą wymagały każdorazowo indywidualnego podejścia.

Na podstawie doświadczenia Wykonawcy (przeprowadzonych audytów energetycznych budynków zabytkowych) stwierdza się, że potencjalne możliwe obniżenie zużycia energii końcowej w tych budynkach kształtuje się na poziomie do 35% w przypadku modernizacji przegród zewnętrznych oraz do 60% przy modernizacji przegród oraz systemów wykorzystywanych w budynku (ogrzewanie, wentylacja, przygotowywanie ciepłej wody). Jeśli do tych działań dołączone byłyby te mające na celu wykorzystanie odnawialnych źródeł energii szacuje się osiągnięcie zmniejszenia zużycia energii na poziomie 60-80%. Zestawiając powyższe liczby z praktyką i ograniczeniami w zakresie modernizacji zabytków, Wykonawca szacuje realne oszczędności energii w tego typu budynkach na poziomie 10-20%.

3. Wykonawca podtrzymuje wniosek z poprzednich etapów w zakresie dalszego funkcjonowania sieci ciepłowniczej.

Ze względu na duży potencjał w zakresie dostępu mieszkańców do sieci ciepłowniczej, która wciąż się rozwija i jest modernizowana, uznaje się, że będzie ona funkcjonowała w perspektywie kolejnych

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 218/477</p>

dekad, choć z tendencją do stopniowego wyłączania z eksploatacji kosztownych w utrzymaniu i remoncie odcinków sieci, które nie będą niezbędne do funkcjonowania całości układu. Zmiany w jej zakresie mogą zostać ukierunkowane w stronę inwestycji polegających na stopniowej redukcji udziału źródeł WEK w wytwarzaniu ciepła sieciowego na rzecz instalacji wielkoskalowych pomp ciepła współpracujących z siecią ciepłowniczą. w tym kontekście Wykonawca rekomenduje monitorowanie w zakresie możliwości zastosowania wielkoskalowych pomp ciepła w oparciu o ciepło odpadowe np. z Wisły, wody oczyszczonej z oczyszczalni ścieków, serwerowni, metra jako rozwiązanie alternatywne dla rozproszonych pomp ciepła dedykowanych budynkom.


4. Pompy ciepła podstawą zabezpieczenia potrzeb cieplnych mieszkańców Warszawy.

Wykonawca podtrzymuje kolejny wniosek z pierwszego etapu, że podstawą zabezpieczenia potrzeb cieplnych mieszkańców Warszawy będą stawały się pompy ciepła, jednak nie zapewnią one całkowicie bezpieczeństwa energetycznego w tym zakresie. Wykonawca zwraca uwagę, iż obecny problem nierównoczesności występowania energii ze źródeł odnawialnych (maksimum latem) z zapotrzebowaniem na energię elektryczną do napędu pomp ciepła (maksimum zimą) zostanie w perspektywie kilkunastu lat zlikwidowany poprzez zwiększenie dostępności magazynów energii elektrycznej jak i ciepła.


5. Silne uzależnienie miasta od zewnętrznych dostaw energii elektrycznej.

Wykonawca ponownie podkreśla silne uzależnienie miasta od zewnętrznych dostaw energii elektrycznej. Uzależnienie to narasta szczególnie w okresie letnim, co w połączeniu z nasilającym się ryzykiem wystąpienia niedoborów mocy w KSE po 2025 roku nakazuje na pilne zintensyfikowanie działań w celu zwiększenia poziomu bezpieczeństwa dostaw poprzez wdrożenie mechanizmów zachęcających do wprowadzania rozwiązań z zakresu rozproszonego wytwarzania energii w źródłach małej mocy. Bezpieczeństwo dostaw energii elektrycznej z KSE będzie ulegać nieustannemu obniżaniu, o czym mogą świadczyć szacunki PSE S.A.¹⁶⁴ w zakresie wartości wskaźnika LOLE (patrz słowniczek), który od roku 2029 może osiągnąć wartość ponad 1120 h/rok by do roku 2040 sięgnąć wartości ponad 6441 h/rok (około 73,5% trwania roku kalendarzowego). Skutkuje to tym, iż w celu zapewnienia w przyszłości standardu bezpieczeństwa (3h/rok), PSE określa konieczność podjęcia pilnych działań zwiększających dostępne moce dyspozycyjne w skali kraju o 17,5 GW w perspektywie roku 2040. Biorąc pod uwagę możliwości wystąpienia zakłóceń/opóźnień w procesie planowania i budowy nowych mocy wytwórczych, Wykonawca stoi na stanowisku, iż bezpieczeństwo energetyczne zapewniane przez KSE może ulegać pogorszeniu.

¹⁶⁴ PSE Operator, *Plan rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2023-2032*. Projekt, marzec 2022 r.


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p>Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 219/477</p>

- 6.** Wykonawca podtrzymuje, iż struktura źródeł wytwórczych OZE przewidziana do zastosowania w modelu 3 jest wystarczająca dla zaspokojenia potrzeb energetycznych w zakresie energii elektrycznej i możliwa do wdrożenia na terenie miasta oraz otuliny warszawskiej z uwzględnieniem EWM, przy marginalnym (ok. 3% w 2050 roku) udziale WEK.
- 7.** Miks źródeł OZE proponowany w modelu 3 (PV, EWL, μ EW, EB, GOZ) pozwala na zaspokojenie w 2050 roku niezbędnej mocy elektrycznej przez około 1 300 godzin w ciągu roku (14%). Występujące niedobory mocy będą musiały być zbilansowane w pierwszej kolejności dostawami zewnętrznymi (EWM) oraz w dalszej kolejności z JREE. Maksymalny niedobór w skali roku wynosić może ok. 1 700 MW. Wartość ta dotyczy chwilowego niedoboru mocy, który wystąpił podczas analizy zmienności zapotrzebowania na energię elektryczną (bilans energetyczny).
- 8.** Przy obecnym sposobie przyłączania instalacji źródeł OZE do sieci elektroenergetycznych, istniejąca infrastruktura (m.in. stacje transformatorowe, linie kablowe, ...) nie pozwala na przyłączenie planowanych mocy. Konieczne byłoby zatem zwiększenie mocy przyłączeniowych do poziomu 2,7 GW (wzrost wynikający z przyrostu mocy zainstalowanej w źródłach PV), co oznaczałoby wzrost o ok. 200%. Gdyby uwzględnić pozostałe rodzaje OZE na terenie miasta (μ EW, GOZ) konieczne byłoby dalsze zwiększenie mocy przyłączeniowych o kolejne 0,7 GW. Natomiast na potrzeby źródeł zlokalizowanych na terenie otuliny warszawskiej (EWL, EB) kolejny przyrost musiałby wynosić 2,7 GW.
- 9.** Przeprowadzona analiza z wykorzystaniem szacowanych profili zmienności zapotrzebowania na energię elektryczną w elektroprosumeryzmie oraz profili produkcji w źródłach odnawialnych (składających się na proponowany mikś energetyczny), ukierunkowana na ograniczenia potrzeby rozbudowy sieci (tj. maksymalizująca energię elektryczną wytworzoną lokalnie (PV, μ EW), a dopiero później energię wymagającą przesłania do Miasta z otuliny oraz EWM) pokazała, że zwiększenie stopnia wykorzystania infrastruktury energetycznej przyczyni się do zmniejszenia koniecznych inwestycji w rozbudowę sieci. Jest to związane ze zmianą sposobu obliczenia mocy przyłączeniowej, która dla obecnego sposobu realizacji inwestycji, wymagałaby zwiększenia przepustowości sieci aż do wartości 2,7 GW jedynie ze względu na moc zainstalowaną w źródłach OZE (liczoną po stronie DC przekształtnika). Zwiększenie stopnia wykorzystania sieci poprzez wykorzystanie m.in. niejednoczesności produkcji w źródłach PV i elektrowniach wiatrowych, dopuszczenie chwilowego ograniczenia produkcji w źródłach z produkcją wymuszoną, uwzględnienie mocy, która faktycznie może być wprowadzona przez przekształtniki do sieci, a także dynamiczną kontrolę przepływu poprzez terminal dostępowy, pozwoli na ograniczenie mocy przyłączeniowej, z co najmniej 2,7 GW, do 1,7 GW. Obecnie (rok 2020) maksymalne zapotrzebowanie wynosiło w Warszawie trochę ponad 1,3 GW, a dostępne zdolności przyłączeniowe 1,7 GW (na podstawie danych E.ON).
- 10.** Wykonawca przeprowadził analizę dla wariantu testowego z blokiem jądrowym typu SMR (Small Modular Reactor). Wyniki obliczeń wykazały, że zastosowanie modułowych reaktorów w liczbie 10 sztuk zapewni rocznie 5,9 TWh energii elektrycznej. Jednocześnie dla takiego wariantu wartość TEC wynosiłaby około 174 TWh* (symbol *- wskazuje na skumulowany nakład nieodnawialnej energii


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 220/477</p>

pierwotnej wyznaczony dla globalnej osłony bilansowej). Biorąc pod uwagę bardzo wysoką wartość TEC, Wykonawca nie rekomenduje wariantu, w którym SMR stanowiłby podstawowe źródło energii elektrycznej. Dla porównania wartość TEC w modelu 3 w roku 2050 wynosiłaby 4,7 TWh*.

- 11.** W zakresie zastosowania technologii wodorowych dla wytwarzania jako głównego źródła energii elektrycznej i ciepła Wykonawca alternatywnie dostrzega możliwość zastosowania tego rodzaju paliwa jako źródła domykające bilans energetyczny. Wykonawca dostrzega natomiast szanse dla wodoru do zastosowania w transporcie długodystansowym (towarowym).
- 12.** Konieczne jest wprowadzenie zmian legislacyjnych w zakresie sposobu przyłączania instalacji wytwórczych OZE, w tym dopuszczenie terminali STD do reagowania w sposób dynamiczny na zmiany zachodzące w sieci elektroenergetycznej w celu aktywnego zarządzania elementami składowymi nadzorowanego układu i poszczególnymi instalacjami OZE (np. sterowanie profilem mocy) przy jednoczesnej automatycznej współpracy z systemami pomiarowymi operatorów systemu elektroenergetycznego.
- 13.** Realizacja postulatów transformacji energetycznej wymaga zmiany w programie nauczania szkolnego i ukierunkowanie go na potrzeby rynków elektroprosumeryzmu (ryнку wschodzącego energii elektrycznej, rynku offshore, a także dwóch bezsieciowych rynków urządzeń i usług).
- 14.** Konieczne jest opracowanie programu dojścia do elektroprosumeryzmu w trzech segmentach napięć sieciowych nN, SN i 110 kV, w tym opracowanie modelu pozwalającego korzystać podmiotom z zasobów sieciowych KSE na zasadzie współużytkowania sieci elektroenergetycznej (współodpowiedzialności za jej bezpieczeństwo i udział w kosztach proporcjonalnych do wykorzystywania sieci).
- 15.** Nie jest możliwe wyznaczenie wskaźnika wyburzeń zabudowy miejskiej w oparciu o sam rok wybudowania oraz zużycie energii końcowej, który określałby czy wyburzenie istniejącego budynku i budowa nowego budynku w standardzie pasywnym doprowadzi do mniejszej skumulowanej emisji CO₂ niż pasywizacja istniejącego budynku. Nawet dwa budynki wybudowane w tym samym standardzie energetycznym, ze względu na zróżnicowany stan techniczny, mogą mieć inny czas przewidywanej dalszej eksploatacji, co może skutkować odmiennymi decyzjami dotyczącymi pasywizacji/wyburzenia, tak samo jak wybór roku, w którym przeprowadza się inwestycje. Dlatego ewentualne decyzje o wyburzeniach powinny być podejmowana dla każdego budynku z osobna i podyktowane złym stanem techniczny budynku lub względami ekonomicznymi.
- 16.** W zakresie podsektorów energetycznych można sformułować następujące wnioski:
 - Zapotrzebowanie na ciepło sieciowe wytworzone w lokalnych źródłach WEK będzie stopniowo malało ze względu na pasywizację budownictwa oraz elektryfikację ciepłownictwa.
 - Podsektor gazowy zostanie znacząco zredukowany.
 - Podsektor energii elektrycznej będzie odgrywał kluczową rolę w podsektorach energetycznych.
 - Podsektor paliw płynnych zostanie znacząco zredukowany.
- 17.** Analiza ekonomiczna wykazała, że:

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 221/477</p>


- W modelu 0 łączna niezdykontowana wartość kosztów transportu oraz zaopatrzenia w ciepło i energię elektryczną m. st. Warszawy w latach 2023-2050 wyniesie ok. 449 mld zł, natomiast wartość bieżąca (zdyskontowana) to ok. 265 mld zł. Biorąc pod uwagę prognozowaną liczbę ludności m. st. Warszawy wskaźnik DGC wyniesie w modelu 0 ok. 7,5 tys. zł/mieszkańca/rok
- W modelu 3 łączna niezdykontowana wartość kosztów transportu oraz zaopatrzenia w ciepło i energię elektryczną m. st. Warszawy w latach 2023-2050 wyniesie ok. 413 mld zł, natomiast wartość bieżąca (zdyskontowana) to ok. 251 mld zł. Wskaźnik DGC wyniesie w modelu 3 ok. 7,1 tys. zł/mieszkańca/rok.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 222/477</p>


23. Wnioski i rekomendacje dla m.st. Warszawy odnośnie charakteru i zakresu działań wspierających transformację sektora energetycznego

- Wykonawca* rekomenduje konieczność zacieśnienia współpracy z przedsiębiorstwami energetycznymi działającymi na terenie miasta w celu bieżącej wymiany informacji dotyczących planów rozwojowych tych spółek, co pozwoli miastu skoordynować swoje działania w zakresie transformacji energetycznej uwzględniając plany tych przedsiębiorstw.

W tym względzie proponujemy wydzielenie/utworzenie w Urzędzie Miasta dedykowanej komórki odpowiedzialnej za to zadanie. Rekomenduje się także włączenie lokalnych podmiotów w ustalenie jednolitej strategii energetycznej miasta, w tym przedsiębiorców z sektora MMSP, firm z sektora energetycznego, ale także organizacji pozarządowych.
- Wykonawca* rekomenduje rozważenie zasadności powołania osobnej komórki w strukturze UM m.st. Warszawy zajmującej się **rozwojem kompetencji własnych** w zakresie elektroprosumeryzmu oraz dalszym propagowaniem nowych rozwiązań wśród mieszkańców (kampanie promocyjne).
- Wykonawca* podtrzymuje rekomendacje z etapu I oraz II wskazujące na konieczność zaangażowania wszystkich komórek Urzędu Miasta. Za wizję transformacji sektora jest odpowiedzialny cały Urząd, w którym musi nastąpić zrozumienie i przekonanie dla konieczności wdrożenia rozwiązań bazujących na elektroprosumeryzmie tak, aby ze strony władz miejskich po opracowaniu modelu funkcjonowania sektora energetycznego wyłynął do mieszkańców spójny komunikat o znaczeniu i potrzebie przeprowadzenia zmian.
- Konieczne jest wypracowanie w ramach możliwości samorządu mechanizmów wzmacniających nacisk na tempo zmian w zakresie pasywizacji zasobów budynkowych. Przyspieszenie procesu pasywizacji budynków jest priorytetem. Odrębną kwestią jest pasywizacja budynków objętych ochroną konserwatorską. Budynki te wymagają indywidualnego podejścia.
- Wykonawca* rekomenduje, aby w zakresie zabezpieczenia potrzeb ciepłych mieszkańców postawić na upowszechnianie pomp ciepła. Dla miasta oznaczałoby to wdrożenie programów promujących tą technologię. Zalecane jest przeprowadzenie pogłębionej analizy możliwości zintensyfikowania wykorzystania sieci dystrybucyjnych na terenie miasta, zwłaszcza w powiązaniu z potencjalnymi planami elektryfikacji ciepłownictwa.
- Zdaniem *Wykonawcy* należy promować pompy ciepła jako źródło pierwszego wyboru do zabezpieczenia potrzeb ciepłych nowobudowanych obiektów, nawet w sytuacji, gdy obiekty te znajdują się w zasięgu sieci ciepłowniczej. Sieć ciepłownicza powinna być, jeśli to możliwe, źródłem drugiego wyboru. Z technicznego punktu widzenia *Wykonawca* nie dostrzega przeszkód w ogrzewaniu nowych budynków z zastosowaniem pomp ciepła. w załączniku 5 przedstawiono przykładowe analizy różnego rodzaju zabudowy mieszkaniowej wraz z doбором pomp ciepła, których moce nie wykraczają poza dostępną na rynku technologię.
- Przedsiębiorstwa ciepłownicze winny zmienić model funkcjonowania (proces długofalowy) i odejść od maksymalizacji sprzedaży ciepła na rzecz świadczenia usługi zapewnienia komfortu cieplnego dla użytkownika końcowego, co powinno być realizowane przy jednoczesnym spełnieniu (zaostrożających się) wymagań stawianych efektywnym systemom ciepłowniczym. Spełnienie wymagań stawianych takim systemom będzie oznaczało korzyści po obu stronach


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 223/477</p>

- (wytwórca, dystrybutor ciepła) w zakresie możliwości pozyskiwania źródeł finansowania dla modernizacji źródeł wytwórczych i sieci ciepłowniczych. Bez osiągnięcia kompromisu, obydwie strony (wytwórca i sprzedawca) zostaną pozbawione możliwości sięgnięcia po środki zewnętrzne. w tym celu *Wykonawca* jeszcze raz podkreśla wielką wagę dla powołania w Urzędzie Miasta dedykowanej komórki, której rolą miałyby być pomoc w osiągnięciu porozumienia oraz w procesie opracowania nowych rozwiązań w zakresie rozliczeń za ciepło.
8. *Wykonawca* zwraca uwagę na istotne zmiany zachodzące w zakresie rozumienia pojęcia bezpieczeństwa energetycznego w obszarze elektroprosumeryzmu. Dzisiejsza odpowiedzialność jednostek samorządowych za planowanie i zorganizowanie zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe i tym samym zapewnienie bezpieczeństwa dostaw energii, w myśl idei elektroprosumeryzmu powinna zostać zdefiniowana na nowo jako zapewnienie mechanizmów prawa miejscowego i pełnienie roli pomocniczości w ich realizacji dla końcowych użytkowników energii, którzy przejmą częściową (zależną od własnych możliwości) odpowiedzialność za zapewnienie własnych potrzeb energetycznych, np. za pośrednictwem Inżyniera Transformacji Elektroprosumenckiej (ITEP). Rekomenduje się wypracowanie mechanizmów promujących stosowanie adekwatnych rozwiązań technicznych (źródła odnawialne, pompy ciepła, systemy zarządzania energią w budynkach,...) zapewniających możliwie dużą samowystarczalność elektroprosumentów.
 9. *Wykonawca* rekomenduje współpracę przedstawicieli miasta z operatorami OSD i OSP oraz zainteresowanymi firmami z sektora MSP, w celu opracowania strategii zwiększającej wykorzystanie zasobów własnych. Bardzo istotne w tym zakresie jest opracowanie komunikatu do społeczeństwa zachęcającego do zmiany swoich zachowań.
 10. Rekomenduje się monitorowanie możliwości wykorzystania rozwiązań technicznych rynków elektroprosumeryzmu do realizacji działań miasta w zakresie zwiększenia bezpieczeństwa funkcjonowania krytycznej infrastruktury technicznej oraz zapewnienia komfortu mieszkańcom.
 11. Rekomenduje się wdrożenie rozwiązań technicznych w postaci terminali STD w obiektach użyteczności publicznej, oraz udział w rynkach elektroprosumeryzmu tak szybko jak to możliwe. Spowoduje to wzrost zaufania mieszkańców do nowych technologii, a także przyczyni się do ich promocji.
 12. *Wykonawca* podkreśla, że transformacja energetyczna do elektroprosumeryzmu jest procesem długofalowym wymagającym budowania kompetencji nie tylko własnych Urzędu, ale również kompetencji podmiotów, które mają stanowić wsparcie dla przyszłych elektroprosumentów oraz JST. Te podmioty doradcze w przyszłości przejmą rolę Inżyniera Transformacji Elektroprosumenckiej (ITEP). ITEP doradzając elektroprosumentom (oraz w szczególności Jednostkom Samorządu Terytorialnego) nowe rozwiązania w zakresie wytwarzania energii, winien być zaznajomiony z podstawami analizy ekonomicznej. *Wykonawca* rekomenduje rozwój kompetencji w Urzędzie z uwzględnieniem powyższego. Rekomenduje się wprowadzenie wskaźników np. w postaci kosztu termo-ekologicznego i elektro-ekologicznego jako narzędzi służących do weryfikacji rozwiązań modernizacyjnych w zakresie wytwarzania energii proponowanych elektroprosumentom. Konieczne jest także uwzględnienie skumulowanej emisji

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 224/477</p>


CO₂ w tworzeniu rankingu działań modernizacyjnych w miejsce emisji bezpośredniej (zgodnie z ISO 14067-scope 3).

13. Wyciszenie sieci elektroenergetycznej na terenie Warszawy instalacjami OZE z produkcją wymuszaną (głównie źródła PV), wymaga wykorzystania wielu rozwiązań technicznych w celu maksymalizacji współczynnika autokonsumpcji. Najbardziej efektywne w tym zakresie jest dopasowanie profilu zużycia do energii generowanej w źródłach OZE. Do wdrożenia tego typu mechanizmów na dużą skalę potrzeba zmian legislacyjnych umożliwiających łatwiejszą implementację rozwiązań, zwłaszcza, że w dużej mierze będą to rozwiązania zmieniające obecnie funkcjonujące rynki energii.
14. Konieczna jest bardzo szybka identyfikacja obiektów krytycznych dla bezpieczeństwa miasta (infrastruktury i personalnego) w celu zweryfikowania ich odporności elektroprosumenckiej, zwłaszcza w zakresie ich funkcjonowania w przypadku chwilowego braku dostępu do energii. Ważna jest również możliwość wspierania transformacji przez tego typu obiekty poprzez udostępnienie zasobów własnych np. w postaci układów gwarantowanego zasilania (UGZ). Zasoby tego typu znacznie zwiększają bezpieczeństwo transformacji.
15. Wartością dodaną dla miasta jest możliwość wykorzystania rozwiązań technicznych służących do zarządzania energią w ramach usług na rynkach elektroprosumeryzmu, do identyfikacji funkcjonowania miasta w zakresie bieżącego zużycia energii, weryfikacji założeń planistycznych (takich jak Plan zaopatrzenia w energię elektryczną, ciepło i paliwa gazowe) na bieżąco, a także identyfikacji krytycznych obszarów/budynków w celu poprawy ich funkcjonowania w aspekcie komfortu i bezpieczeństwa.
16. Specyfika monizmu elektrycznego (wykorzystanie jedynie energii elektrycznej do zaspokojenia wszystkich potrzeb energetycznych) wymaga zmiany podejścia do zapewnienia bezpieczeństwa dostaw energii oraz jej dywersyfikacji. Bezpieczeństwo dostaw w elektroprosumeryzmie zastąpione jest adekwatnością dostaw (patrz słowniczek pojęć oraz spis nazw i akronimów) i realizowane poprzez dedykowane rynki elektroprosumeryzmu. Rynki te obejmują zapewnienie urządzeń (przekształtników, terminali STD, ...) oraz odpowiednie ich funkcjonowanie poprzez usługi takie jak lokalne bilansowanie, dynamiczna kontrola ograniczeń sieciowych czy zapewnienie lokalnych platform handlu energią (np. poprzez handel pakietowy z wykorzystaniem technologii *blockchain*). Dywersyfikacja osiągnięta jest natomiast poprzez jednoczesny dostęp do wielu instalacji (źródeł, magazynów) różnego typu (źródła PV, EWL, EWM, ...), zarówno własnych jak i lokalnych, czy w końcu rynku offshore i JREE.
17. W systemach(WSE) równie ważna co produkcja energii jest platforma pozwalająca na wirtualne (ponad siecią) bilansowanie energii elektrycznej, a w szczególności mechanizmy kształtujące profil zapotrzebowania w reakcji na zmienny koszt wytwarzania energii (zgodny z dynamicznie zmieniającym się miksem źródeł, charakteryzujących się różnym kosztem produkcji energii). Pozwala to na uniknięcie przeinwestowania, zwłaszcza w magazyny energii i wpisuje się w trendy efektywności energetycznej.
18. W elektroprosumeryzmie wielkie jednostki wytwórcze zastępowane są przez rozproszoną generację, która powinna być dopasowana do lokalnych potrzeb. Takie podejście maksymalizuje efektywność systemów elektrycznych, ale wymaga wprowadzenia lokalnych usług,


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 225/477</p>

realizowanych przez przekształtniki. Usługi te związane są ze sterowaniem przepływem mocy, kondycjonowaniem energii oraz łączeniem (sprzęganiem) systemów. Wykorzystanie pełnej funkcjonalności wymaga zastosowania sieciowego terminala dostępowego wyposażonego w zasoby komunikacyjne, które pozwalają komunikować się pomiędzy elementami systemu(WSE) i w konsekwencji zapewnić bezpieczeństwo techniczne.


19. Mając na względzie rosnący udział OZE przyłączanych do sieci niskiego oraz średniego napięcia, rekomenduje się zacieśniania współpracy z przedsiębiorstwami działającymi na terenie Stolicy celem opracowania optymalnego programu modernizacji infrastruktury sieci elektroenergetycznych.
20. *Wykonawca* rekomenduje podjęcie z operatorem systemu przesyłowego (PSE) rozmów w zakresie zapewnienia zdolności przesyłowych energii elektrycznej z morskich farm wiatrowych do Warszawy.
21. *Wykonawca* podtrzymuje rekomendację z etapu I i II w zakresie pilnego ukierunkowania szkolenia zawodowego i wyższego na potrzeby rynków elektroprosumeryzmu. Potrzeba jest kształcenia Inżynierów Transformacji (ITEP) zdolnych przejąć odpowiedzialność za transformację.
22. Postuluje się intensyfikację działań zmierzających do obniżenia dotychczasowej wysokiej zależności mieszkańców Warszawy od komunikacji indywidualnej i zwiększenie roli komunikacji zbiorowej. Potrzebny jest zwłaszcza rozwój szybkich połączeń z terenami podmiejskimi.
23. ***Wykonawca na podstawie dotychczasowych doświadczeń wynikających z przygotowania do przeprowadzenia badań społecznych w obrębie projektu oraz z badań społecznych przeprowadzonych przez Miasto (badania fokusowe) podtrzymuje, iż bardzo trudnym zadaniem będzie uzyskanie społecznej akceptacji dla planowanych działań.*** Zmiana zachowań mieszkańców oraz zrozumienie idei elektroprosumeryzmu skutkujące wzrostem ich świadomości w tym zakresie będzie wymagało uruchomienia programów informacyjno-edukacyjnych. *Wykonawca* rekomenduje pilne uruchomienie kampanii społecznych informujących o potrzebie przeprowadzenia zmian w zakresie funkcjonowania sektora energetycznego w mieście.
24. Na podstawie weryfikacji sił rynkowych w zakresie planowanych technologii i rozwiązań, dostępności materiałów oraz sił wytwórczych, potwierdzono wystarczający potencjał dla możliwości wdrożenia modelu 3.
25. Konieczność wywierania nacisku na ustawodawcę w celu zwiększenia możliwości wprowadzenia prawa lokalnego i mechanizmów skutecznego jego egzekwowania.
26. Rekomendacje w zakresie wykorzystanie planów zagospodarowania przestrzennego
 - Oparcie procesów planistycznych o szczegółowe badania potencjału energetycznego zasobów odnawialnych.
 - Należy prowadzić bieżącą analizę potencjału magazynowania ciepła, energii i chłodu z wykorzystaniem gruntu.
 - Utworzenie planów energetycznych jako instrumentów uzupełniających dla narzędzi planowania przestrzennego.
 - Powołanie rady eksperckiej do spraw transformacji energetycznej.
 - Wyznaczenie stref predestynowanych do zagęszczania struktury tkanki miejskiej oraz organicznie eksurbanizacji.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 226/477</p>

- Utworzenie zamkniętego katalogu odnawialnych źródeł energii dopuszczającego zastosowanie dla terenu objętego planem.
 - Ustanowienie obowiązku sytuowania odnawialnych źródeł energii w celu zasilania co najmniej części wspólnych budynków wielorodzinnych oraz poziomu procentowego udziału dla pozostałych funkcji nieruchomości i nieruchomości niemieszkalnych.
 - Energia wytwarzana w budynkach użyteczności publicznej powinna stanowić wsparcie w walce z ubóstwem energetycznym.
 - Wprowadzenie współczynnika ładowarek samochodów elektrycznych na ilość miejsc parkingowych w nowym budownictwie.
 - Wykorzystanie zmiany uwarunkowań prawnych w celu szczegółowego uregulowania sytuowania OZE, gęstości zabudowy, tworzenia zwartych struktur miejskich oraz uregulowania rozmieszczenia i orientacji budynków.
 - Zaostrzenie warunków technicznych dla nowo budowanych budynków (obecnie standard WT2021) – najlepiej w celu uzyskania zeroemisyjności.
 - Uregulowanie form chłodzenia i klimatyzowania budynków (przy czym chłodzenie budynku może odbywać się bez udziału klimatyzacji).
 - Ustalenie współczynników stosowania instalacji BIPV (Building Integrated Photovoltaics) w nowopowstających oraz remontowanych budynkach ze szklanymi elewacjami.
 - Przeprowadzenie badań w celu ustalenia współczynników dla termomodernizacji budynków w zależności od funkcji, materiału budowlanego oraz roku powstania.
 - Wsparcie procesów transformacji energetycznej obiektów zabytkowych poprzez zobowiązanie konserwatora zabytków do współpracy z radą ekspercką do spraw transformacji energetycznej w celu wypracowania katalogu odnawialnych źródeł energii dopuszczającego zastosowanie w obiektach zabytkowych.
27. Rekomendujemy podjęcie współpracy z Parlamentarnym Zespołem ds. Prawa Elektrycznego ze względu na możliwość oddziaływania na tworzące się zmiany legislacyjne w kierunku wprowadzenia kluczowych założeń wymaganych do skutecznego wdrożenia elektroprosumeryzmu w m. st. Warszawie w aspekcie lokalnego prawodawstwa.
28. Wnioski z analizy SWOT w kontekście silnych stron oraz szans wdrożonego modelu 3 dla Warszawy są następujące:
- Poprawa jakości życia i poprawa stanu zdrowia mieszkańców wynikająca z likwidacji emisji produktów spalania oraz redukcji emisji hałasu związane z elektryfikacją transportu kołowego.
 - Wpisanie się w trendy Gospodarki Obiegu Zamkniętego w wykorzystaniu odpadów komunalnych.
 - Zastosowanie nowoczesnych technologii w zakresie zarządzania energią oraz poprawą bezpieczeństwa energetycznego.
 - Postrzeganie miasta jako innowacyjnego i zrównoważone.
 - Poprawa konkurencyjności miasta w takim zakresie jak: innowacyjność, zwiększenie poziomu zaufania, możliwość pozyskania dofinansowania.


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 227/477</p>

- Zwiększenie konkurencyjności miasta ze względu na zapotrzebowanie na wysoko wykwalifikowanych pracowników.
29. Standardem języka komunikacji będzie zaproponowany słownik, ale wymagane jest jego rozszerzenie w zależności od interesariuszy. Rekomenduje się współpracę z przedstawicielami szkolnictwa, firm energetycznych i biur urzędu miasta (Biuro Infrastruktury) w celu dopasowania i poprawienia jasności przekazu. w tworzeniu standardu komunikacji należy uwzględnić prace parlamentarnego zespołu ds. Prawa elektrycznego.


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 228/477</p>

24. Wnioski w kontekście badań społecznych

1. W kontekście badań społecznych warszawiaków do oceny wniosków konieczne było przyjęcie dwóch odmiennych orientacji tj. proekologiczna oraz sceptyczna.
2. Obydwie orientacje występują w świadomości większości badanych kategorii społecznych. Orientacja proekologiczna nie występuje jedynie w przypadku kategorii osób o niskich kwalifikacjach. Również w przypadku klasy robotników mamy do czynienia z wypowiedziami, które są krytyczne wobec rządu czy klasy politycznej, natomiast do kwestii energetycznych odnoszą się jedynie pośrednio. Orientacja sceptyczna w wypowiedziach robotników dotyczy przede wszystkim zagrożeń miejsc pracy wielu środowisk m.in. górników i kolejarzy. Ta narracja sprowadza się do konstatacji: mamy węgiel i związane z nim miejsca pracy - i niech tak zostanie.
3. Wyrażna narracja proekologiczna występuje w wypowiedziach wyższych specjalistów, uczniów i studentów oraz emerytów. Nastawienie proekologiczne młodzieży nie jest zaskoczeniem. Niemniej konieczne jest zaprojektowanie działań popularyzacyjnych adresowanych do młodzieży szkół średnich oraz wyższych. Natomiast narracja emerytów jest z jednej strony krytyczna wobec węgla, z drugiej zaś podkreśla brak polityki energetycznej państwa. Proekologiczna postawa emerytów jest zaskakująca, gdyż w innych obszarach życia społecznego zajmują oni stanowisko konserwatywne. Wstępnie dostrzega się dwie hipotezy wyjaśniające tę postawę: po pierwsze emeryci jako ludzie doświadczeni życiowo w dużym stopniu biorą pod uwagę interesy przyszłych pokoleń, swoich dzieci i wnuków; po drugie są to ludzie, którzy pragmatycznie podchodzą do różnego typu ograniczeń i regulacji, stąd łatwiej im dostosować się np. do wymogów segregacji śmieci czy wyłączenia zbędnego oświetlenia.
4. W przypadku pozostałych kategorii społecznych obserwujemy wewnętrzną polaryzację, tj. obecność w ich świadomości zarówno orientacji proekologicznej, jak i sceptycznej. Dotyczy to: klasy niższych specjalistów, klasy pracowników handlu i usług, warstwy profesjonalistów z wyższym wykształceniem oraz warstwy szeregowych urzędników publicznych.
5. Zaprezentowane zróżnicowanie opinii wskazuje, że podstawowy dylemat transformacji energetycznej "ile węgla, ile OZE?" pozostaje na poziomie świadomości społecznej nierozstrzygnięty.
6. Analiza wykazała, że zdecydowana orientacja proekologiczna występuje w przypadku dużej międzynarodowej firmy przemysłowej. Z kolei zdecydowaną orientację sceptyczną (nie podejmują działań ukierunkowanych na OZE) reprezentuje przedstawiciel sektora MSP. Jest to firma przemysłowa, zatrudniająca ok. 100 osób, czyli jest to firma średniej wielkości. Pozostali badani reprezentują orientację mieszaną, to znaczy dostrzegają wagę kwestii odchodzenia systemu energetycznego od węgla w kierunku OZE, ale zarazem sceptycznie oceniają realne działania w tej kwestii.
7. Badanie wykazało istnienie dwojakiego typu uwarunkowań, wpływających na stosunek badanych do transformacji energetycznej. Pierwszy typ uwarunkowania - to obiektywna sytuacja biznesowa. Uwarunkowanie to prowadzi do orientacji proekologicznej. Drugi typ uwarunkowania - to zbiór czynników subiektywnych, takich jak: niechęć do podejmowania


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 229/477</p>

ryzyka, nieufność wobec otoczenia, brak wiedzy techniczno-ekonomicznej, sprzeczne przekazy medialne, polaryzacja opinii publicznej. Mamy tu do czynienia ze zjawiskiem błędów poznawczych, określanym też jako stan fałszywej świadomości. Uwarunkowanie to prowadzi do orientacji sceptycznej. w świadomości badanych pojawia się tendencja do poszukiwania rozwiązań kompromisowych, pozwalających zachować dystans do pojawiających się dylematów, dających komfort neutralności oraz możliwość uniknięcia jednoznacznego opowiedzenia się po jednej ze stron sytuacji konfliktowej.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 230/477</p>

25. Bibliografia

- [1] WYTYCZNE do opracowania (do budowy) „Modelu energetycznego dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniającego warunki elektroprosumeryzmu”
- [2] Polityka energetyczna m.st. Warszawy do 2020 r. (uchwała nr LXIX/2063/2006 Rady m.st. Warszawy z dnia 27.02.2006 r.)
- [3] Warszawski Panel Klimatyczny
- [4] Strategia rozwoju miasta stołecznego Warszawy do 2030 roku #Warszawa2030 – uchwała nr LXVI/1800/2018 Rady m.st. WARSZAWY z dnia 10 maja 2018 r.;
- [5] Analiza procesu wdrażania „Polityki energetycznej m.st. Warszawy do 2020 r.”
ZRÓWNOWAŻONA KARTA WYNIKÓW. Wykonanie za rok 2019; Warszawa, grudzień 2020 roku;
- [6] Założenia do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla m.st. Warszawy – uchwała nr XXXV/1074/2020 Rady m.st. Warszawy z dnia 27 sierpnia 2020 r.;
- [7] Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego m.st. Warszawy – aktualna wersja tekstu i rysunków studium dostępna jest w Biuletynie Informacji Publicznej. Tekst stanowi załącznik nr 1, a rysunki - załącznik nr 2 do uchwały nr LXII/1667/2018 Rady m.st. Warszawy z dnia 1 marca 2018 r. oraz wyniki bieżących prac prowadzonych w ramach przygotowywanej nowelizacji Studium przez Miejską Pracownię Planowania Przestrzennego i Strategii Rozwoju;
- [8] Strategia adaptacji do zmian klimatu dla m.st. Warszawy do roku 2030 z perspektywą do roku 2050, przyjęta Uchwała rady m.st. Warszawy - Uchwała nr XV/339/2019 z dnia 4 lipca 2019 r.;
- [9] Wieloletnia Prognoza Finansowa m.st. Warszawy na lata 2021-2050 - uchwała Rady m.st. Warszawy nr XXXVII/1129/2020 z dn. 24.09.2020 r.;
- [10] Plan budowy ogólnodostępnych stacji ładowania pojazdów elektrycznych na obszarze m.st. Warszawy – uchwała nr XLI/1264/2020 z dnia 3 grudnia 2020 r.;
- [11] Wieloletni Plan Rozwoju i Modernizacji Urzędzeń Wodociągowych i Urzędzeń Kanalizacyjnych Miejskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji w m.st. Warszawie S.A. na lata 2021-2028 dotyczący miasta stołecznego Warszawy, gmin: Michałowice, Nieporęt, Raszyn, Serock, Wieliszew oraz miast Piastów i Pruszków – uchwała nr XLIII/1309/2021 Rady m.st. Warszawy z dnia 14 stycznia 2021 r.;
- [12] Program ochrony środowiska dla m.st. Warszawy na lata 2021-2024 – projekt; Warszawa 2021;
- [13] Mapa drogowa wdrażania rekomendacji Warszawskiego Panelu Klimatycznego;
- [14] Projekt Zielonej wizji Warszawy/Green City Action Plan (GCAP) lub też wyniki prac nad tym dokumentem dostępne w trakcie realizacji Przedmiotu Umowy.
- [15] Ustawa z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym (Dz.U.2020.713 j.t. ze zmianami);
- [16] Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U.2020.293 j.t. ze zmianami);
- [17] Polityka energetyczna Polski do 2040 r. – przyjęta przez Radę Ministrów w dniu 2 lutego 2021 r. wraz z ewentualnymi zmianami;
- [18] Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz.U.2020.833 j.t. ze zmianami);
- [19] Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych (Dz.U.2020.981 j.t. ze zmianami);

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 231/477</p>

- [20] Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz.U.2020.261 j.t. ze zmianami);
- [21] Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej (Dz.U.2020.264 j.t. ze zmianami);
- [22] Ustawa z dnia 8 grudnia 2017 r. o rynku mocy (Dz.U.2020.247 j.t. ze zmianami);
- [23] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U.2020.1333 j.t. ze zmianami);
- [24] Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz o centralnej ewidencji emisyjności budynków (Dz.U.2020.22 j.t. ze zmianami);
- [25] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U.2020.1219 j.t. ze zmianami);
- [26] Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U.2020.797 j.t. ze zmianami);
- [27] Ustawa z dnia z dnia 17 grudnia 2020 r. o promowaniu wytwarzania energii elektrycznej w morskich farmach wiatrowych (Dz.U. 2021 poz. 234);
- [28] Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych (Dz.U.2020.1233 j.t. ze zmianami);
- [29] Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. 2021.110 j.t. ze zmianami);
- [30] Plany rozwoju przedsiębiorstw energetycznych funkcjonujących na terenie i na rzecz m.st. Warszawy, w zakresie produkcji, dystrybucji i przesyłu energii i paliw m.in. pod kątem zaspokojenia potrzeb energetycznych wynikających z Założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla m.st. Warszawy – uchwała nr XXXV/1074/2020 Rady m.st. Warszawy z dnia 27.08.2020 r.;
- [31] Verordnung des Gemeinderats der Stadt Wien, mit der ein Energieraumplan für den 09. Bezirk festgesetzt wird, Planbeilage Nr. Bez09_B_Plan1_v1.0.
- [32] Wiener Stadtentwicklungs-, Stadtplanungs- und Baugesetzbuch (Bauordnung für Wien – BO für Wien), LGBl. für Wien Nr.11/1930, zuletzt geändert durch das Gesetz LGBl. für Wien Nr. 70/2021.
- [33] Kommunale Energieplanung der Stadt Zürich Überarbeitung 2020.
- [34] Regionaler Richtplan Stadt Zürich.
- [35] Kommunaler Richtplan Siedlung, Landschaft, öffentliche Bauten und Anlagen.
- [36] Energieraumplanung in Wien, Aufbereitung rechtlicher Aspekte, 2016.
- [37] Detaljplan för område vid Hälsovägen.
- [38] Planprogram för Flemingsbergsdalen, KS-2018/1281, HUDDINGE KOMMUN, April 2020.
- [39] geoportal.muenchen.de
- [40] dane.gov.pl
- [41] architektura.um.warszawa.pl

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 232/477

Załącznik 1 – Trendy społeczne

ŚWIADOMOŚĆ EKOLOGICZNA WARSZAWIAKÓW A MODEL ENERGETYCZNY DLA M. ST. WARSZAWY w PERSPEKTYWIE 2050 r. UWZGLĘDNIAJĄCY WARUNKI ELEKTROPROSUMERYZMU

Część I. Uwagi wprowadzające

1. Uwarunkowania systemowe transformacji energetycznej

W Polsce poczynając od roku 1989 trwa cykl zmian transformacyjnych, które dokonują głębokich przeobrażeń w całym systemie społecznym. Zmiany te dotyczą również energetyki, a w szczególności sektora elektroenergetycznego. w ustalaniu strategii transformacji energetycznej dla polskiej gospodarki istotną rolę odgrywają następujące uwarunkowania:

- a) wysokie ceny surowców energetycznych oraz ich niska dostępność (sankcje blokujące import nośników energetycznych z Rosji);
- b) trajektoria neutralności klimatycznej 2050, wyznaczona przez Komisję Europejską („Zielony Ład”);
- c) polityka energetyczno-klimatyczna rządu (PEP 2040).


Są to przede wszystkim czynniki ekonomiczne i polityczne. w ograniczonym zakresie brane są pod uwagę czynniki społeczne, w szczególności stan świadomości społecznej w odniesieniu do kwestii energetyczno-klimatycznych.

W modelu energetycznym dla m. st. Warszawy przyjęto założenie, że uwarunkowania społeczne mają znaczenie równie istotne jak kwestie technologiczne czy finansowe. Z tego względu badania socjologiczne stały się istotnym elementem tworzenia merytorycznych podstaw projektu.

Pogłębione analizy socjologiczne wskazują, że ważnym skutkiem transformacji ustrojowej jest podział na beneficjentów oraz przegranych przeprowadzonej w latach 90. modernizacji gospodarki. Towarzyszy temu zjawisko polaryzacji światopoglądowej społeczeństwa polskiego, obejmujące podział na zwolenników światopoglądu konserwatywnego oraz liberalnego. **Ten podział w dalszym ciągu wpływa na stosunek Polaków do zachodzących zmian, a szczególności na ich stosunek do transformacji energetycznej.**

Stosunek do zagrożeń środowiskowych i zmian klimatu staje się ważnym czynnikiem tożsamości światopoglądowej jednostek oraz kryterium oceny przez otoczenie społeczne słuszności/niesłuszności zachowań danego podmiotu. Inaczej mówiąc, gra o przyszły kształt systemu energetycznego dotyczy zarówno obszaru doraźnych materialnych korzyści („dodatek węglowy czy energetyczny?”), jak też sfery wartości, czyli przekonania o słuszności określonej formuły zasilania systemu energetycznego („ile węgla, ile OZE?”).

Kwestia priorytetów strategii transformacji energetycznej była głównie przedmiotem debat ekspertów oraz dyskursu medialnego. Jednakże wraz z już występującym poczuciem zagrożenia

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 233/477</p>

bezpieczeństwa energetycznego (skokowy wzrost cen węgla i jego ograniczona dostępność) kwestie energetyczne staną się ważnym obszarem społecznego zainteresowania oraz źródłem konfliktów. **Należy zdawać sobie sprawę, że wprowadzanie zmian o charakterze innowacyjnym w warunkach ograniczonej stabilności sytuacji gospodarczej i politycznej wymaga poświęcenia szczególnej uwagi zjawiskom zachodzącym w obszarze społecznej świadomości.**

2. Założenia modelu energetycznego dla m. st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu


W dokumencie Strategia #Warszawa 2030, z dnia 10 maja 2018 określona została wizja m.st. Warszawy, akcentująca trzy aspekty budowania przyszłości miasta: aktywni mieszkańcy, przyjazne miejsce, otwarta metropolia. Aktywizacja lokalnych społeczności miejskich stanowi też istotną przesłankę tworzenia koncepcji transformacji energetycznej miasta.

W roku 2020 m.st. Warszawa przystąpiło do programu Europejskiego Banku Odbudowy i Rozwoju o nazwie „Zielone Miasta” (GCAP). Na potrzeby Warszawy program ten został poszerzony o komponent klimatyczny, realizowany we współpracy z organizacją C40 (CAP – Climate Action Plan) obejmuje dążenie do neutralności klimatycznej. Projekt nazwany został „Zielona wizja Warszawy”.

Przesłanki projektu transformacji energetycznej Warszawy wynikają bezpośrednio z dyrektyw KE. Istotne znaczenie ma tu pakiet legislacyjny Fit for 55. Zapisy tego pakietu wskazują na kierunki działań mających służyć dostosowaniu polityki UE w obszarze m.in. klimatu oraz energii w sposób umożliwiający obniżenie do 2030r. emisji CO₂ w UE o 55% w stosunku do 1990r. Pakiet Fit for 55 wprowadza też Mechanizm dostosowania cen na granicach z uwzględnieniem emisji CO₂ (Carbon Border Adjustment Mechanism -CBAM) ma być narzędziem wprowadzającym cenę za emisję dwutlenku węgla w przypadku importu produktów z sektorów cementowego, energii elektrycznej, nawozów, żelaza i stali oraz aluminium sprowadzanych na teren UE. Mechanizm ten ma blokować działania polegające na przenoszeniu produkcji poza UE, czy też importowaniu produktów z krajów prowadzących mniej restrykcyjną politykę energetyczną. Mechanizm ten zacznie generować koszty dla importerów począwszy od 2026r. (po upływie bezkosztowego okresu przejściowego).

W określeniu technologicznej i ekonomicznej formuły transformacji energetycznej Warszawy istotne znaczenie ma pojęcie „elektroprosumeryzmu”. Elektroprosumeryzm to nowy sektor gospodarki, zastępujący całą współczesną energetykę paliw kopalnych (Wielkoskalową Energetykę Korporacyjną WEK). Elektroprosumeryzm w ujęciu modelowym zakłada, że system energetyczny danego podmiotu (gminy, miasta, regionu, państwa) opiera się na zastosowaniu wyłącznie energii elektrycznej wytworzonej w źródłach OZE, jako energii napędowej na trzech rynkach końcowych: energii elektrycznej, ciepła, paliw transportowych.

Punktem wyjścia koncepcji elektroprosumeryzmu jest przekonanie, że użytkowanie energii elektrycznej nie ogranicza się jedynie do jej poboru (odbiorcy) i produkcji (wytwórcy). Konieczne jest wykorzystanie zdolności lokalnego bilansowania energii i mocy (np. w klastrach czy spółdzielniach energetycznych), co wymaga rozwiniętych rynków specjalistycznych urządzeń (np. przekształtników energoelektronicznych) i usług (np. zapewnienie zrównoważonej jakości energii, jej magazynowanie, nowe zasady wykorzystywania sieci). Efekt współdziałania tych wielu rozwiązań pozwoli na łatwiejsze

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 234/477</p>

bilansowanie i tolerowanie zmienności produkcji z odnawialnych źródeł energii (OZE) z wymuszoną (pogodowo) produkcją. Wykorzystanie zasobów własnych prowadzi do maksymalizacji efektywności.


(Popczyk J., 2021, Transformacja energetyki w trybie innowacji przełomowej (TETIP) do elektroprosumeryzmu wehikułem do przyszłości tu i teraz, Energetyka Społeczeństwo Polityka, Nr 01(9)2021.)

W pierwszej fazie realizacji projektu (2021-2022) przeprowadzonych zostało kilka spotkań konsultacyjnych z firmami z branży energetycznej, działającymi na stołecznym rynku energii oraz z firmami odbiorcami energii. Przeprowadzona została szczegółowa diagnoza stanu sektora energetycznego m. st. Warszawy, obejmująca podsektory: ciepłowniczy, gazowniczy oraz elektroenergetyczny. Wykonane na tej podstawie symulacje ekonomiczne wykazały, że koszt termo-ekologiczny¹⁶⁵ zaspokojenia potrzeb energetycznych mieszkańców Warszawy jest znacznie wyższy przy zastosowaniu konwencjonalnych źródeł energii, niż w przypadku zastosowania OZE (elektrownie wiatrowe i fotowoltaiczne).

(Raport Model energetyczny dla m. st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu, Część I, Sektor energetyczny wg. koncepcji „business as usual”, opracowanie Energopomiar Gliwice sp. z o.o., czerwiec 2022.)

W końcu roku 2021 rozpoczęto w ramach projektu realizację socjologicznych badań świadomości ekologicznej warszawiaków. Wyniki tych badań stanowiąc będą podstawę dla zdefiniowania działań edukacyjnych oraz konsultacyjnych adresowanych do mieszkańców Warszawy w związku z planowaną koncepcją transformacji energetycznej. Przeprowadzona diagnoza stanu świadomości społecznej warszawiaków, szczegółowo charakteryzuje stosunek poszczególnych klas i warstw społecznych do głównych kwestii energetyczno-klimatycznych, ważnych dla akceptacji lub negacji proponowanego dla Warszawy modelu energetycznego.

¹⁶⁵ Thermo-Ecological Cost; koszt termo-ekologiczny – miernik wyczerpywania nieodnawialnych zasobów naturalnych. Jest to miara wpływu danego produktu na wyczerpywanie się nieodnawialnych bogactw naturalnych. Im niższa wartość tym mniejszy wpływ na wyczerpywanie zasobów nieodnawialnych.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 235/477</p>

Część II. Orientacja proekologiczna versus orientacja sceptyczna wobec transformacji energetycznej

1. Hipotezy badawcze

Dane empiryczne, które prezentuję, stanowią fragment badania przeprowadzonego przez Urząd Miasta st. Warszawy w listopadzie i grudniu 2021 (realizacja ARC Rynek i Opinia Sp. z o.o.). Były to badania jakościowe. Przeprowadzono 20 zogniskowanych wywiadów grupowych, które objęły wybrane kategorie społeczno-zawodowe mieszkańców Warszawy¹⁶⁶. Klasy i warstwy społeczne zostały zdefiniowane na podstawie autorskiego modelu struktury społecznej.

(Ruszkowski Paweł, Przystański Andrzej, Maranowski Paweł (2020), *Polaryzacja światopoglądowa społeczeństwa polskiego a klasy i warstwy społeczne*, Warszawa: Collegium Civitas).


Przyjmuję hipotezę, że w świadomości społeczności Warszawy występują dwie rozbieżne orientacje, dotyczące transformacji energetycznej:

a) **orientacja proekologiczna**, popierająca działania ograniczające emisję gazów cieplarnianych, w tym rozwój OZE, domagająca się szybkiej dekarbonizacji gospodarki; zorientowana na ochronę klimatu i środowiska naturalnego;

b) **orientacja sceptyczna**, krytycznie odnosząca się do koncepcji ograniczania emisji gazów cieplarnianych, popierająca działania utrzymujące konwencjonalne źródła energii jako podstawę systemu energetycznego, negatywnie oceniająca perspektywy rozwoju OZE, sceptycznie traktująca politykę ochrony klimatu i środowiska naturalnego.

Ze względu duży zakres materiału empirycznego zestawienia cytatów wypowiedzi badanych, ilustrujących poszczególne orientacje znajdują się w załączniku niniejszego opracowania. Dla potrzeb niniejszego opracowania przygotowałem streszczenie poglądów badanych zaliczonych do orientacji proekologicznej oraz sceptycznej. w streszczeniu tym posługuję się kategoriami używanymi przez badanych.


¹⁶⁶ Badanie nie objęło następujących kategorii społecznych: klasy właścicieli firm, klasy właścicieli gospodarstw rolnych oraz klasy menadżerów. Z tego względu dane z tego badania nie mogą być traktowane jako reprezentatywne dla struktury polskiego społeczeństwa.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 236/477</p>


2. Orientacje klas i warstw społecznych Warszawy wobec transformacji energetycznej – systematyzacja danych empirycznych

Z1_Tabela 1. Orientacje klas i warstw społecznych Warszawy wobec transformacji energetycznej – systematyzacja danych empirycznych

Klasy i warstwy społeczne	Orientacja proekologiczna	Orientacja sceptyczna
<p><i><u>Klasa wyższych specjalistów:</u></i> <i>zawody twórcze i specjaliści z wyższym wykształceniem, inżynierowie, lekarze, prawnicy, nauczyciele, zatrudnieni w sektorze prywatnym</i></p>	<p>Badani podkreślali nieefektywność technologii węglowych oraz wielość zastosowań nowoczesnych technologii energooszczędnych. Wskazywali też na archaiczność polskiego systemu energetycznego, co przemawia za koniecznością jego zmiany.</p>	<p>Wobec zacofania energetycznego Polski zmiany są w początkowej fazie. Bariery zmian jest obawa o miejsca pracy w górnictwie, o los górników i ich rodzin. Dalszy los energetyki zależy właśnie od decyzji wielkich korporacji.</p>
<p><i><u>Klasa niższych specjalistów biurowych:</u></i> <i>pracownicy biurowi w sektorze prywatnym, sekretarki, asystentki, recepcjoniści, telefoniści</i></p>	<p>Polska mentalność nie akceptuje nowości. Jest duża nieufność społeczeństwa, co wiąże się z niechęcią do zmian. Dlatego jest poparcie dla węgla. Ważną zaletą OZE jest niezależność od dostawcy, co w konsekwencji prowadzi do niższych rachunków.</p>	<p>Świadomość ludzi jest taka, że mamy dużo węgla i chcemy z niego korzystać. Węgiel wymaga on mniej nakładów niż OZE. Energetyka węglowa daje pracę tysiącom ludzi na Śląsku. Energetyka wiatrowa jest uzależniona od warunków atmosferycznych.</p>
<p><i><u>Klasa pracowników handlu i usług:</u></i> <i>pracownicy sklepów, punktów usługowych, konduktorzy, opiekunki dziecięce, pracownicy ochrony, kierowcy</i></p>	<p>Wielkie korporacje zanieczyszczają planetę, a my nie mamy na to wpływu. Konieczna jest zmiana mentalności pokoleniowej, aby syn górnika nie został kolejnym górnikiem. Państwo powinno zająć się transformacją energetyczną, tymczasem ustawy latami leżą w Sejmie. Trzeba sprawy energetyki nagłaśniać, aby zmienić nastawienie ludzi.</p>	<p>Są trudności z magazynowaniem energii wytwarzanej przez OZE. Nie stać nas na OZE, bo ten kierunek wymaga wysokich inwestycji. Dziesiątki tysięcy miejsc pracy na Śląsku to kolejny argument za węglem.</p>
<p><i><u>Klasa robotników:</u></i> <i>robotnicy wykwalifikowani i brygadziści zatrudnieni poza rolnictwem i leśnictwem,</i></p>	<p>Badani wypowiadają się krytycznie wobec roli państwa i polityków w odniesieniu do działalności socjalnej (500+).</p>	<p>Węgiel jest to surowiec, którego zasoby mamy u siebie. Jego eksploatacja zapewnia miejsca pracy dla górników, kolejarzy oraz</p>

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p>Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 237/477</p>

<p><i>pracownicy wykonujący prace proste zatrudnieni poza rolnictwem i leśnictwem, sprzętaczką, dozorcami, robotnicy pomocniczy; robotnicy najemni i brygadzisci zatrudnieni w rolnictwie, rybacy</i></p>	<p>Wskazują na zjawiska walki politycznej oraz braku porozumienia między politykami różnych orientacji. Nie wypowiadają się bezpośrednio na temat transformacji energetycznej.</p>	<p>dla osób pracujących w składach węgla.</p>
<p><u>Warstwa profesjonalistów z wyższym wykształceniem:</u> <i>zawody twórcze i specjaliści z wyższym wykształceniem, inżynierowie, lekarze, prawnicy, nauczyciele, zatrudnieni w sektorze publicznym</i></p>	<p>Badani wskazują na konieczność zmiany mentalności ludzi, aby zrozumieli, że te zmiany są dla nich korzystne. Edukacja w tym zakresie powinna rozpoczynać się już w przedszkolu. OZE dają niezależność od infrastruktury energetyki węglowej. Duże nadzieje wiążą się z rozwojem technologii wodorowej.</p>	<p>Rezygnacja z kopalni powinna być powolna i stopniowa, żeby górnicy mieli pracę, bo inaczej będą strajkować. Ważne znaczenie ma fakt, że energetyka węglowa zapewnia bezpieczeństwo energetyczne oraz dużą liczbę miejsc pracy. Przeciw zmianom przemawia fakt, że ich wprowadzenie jest mało realne, ze względu na ich blokowanie przez potężne grupy producentów węgla i ropy oraz wielkie koncerny związane z energetyką konwencjonalną.</p>
<p><u>Warstwa szeregowych urzędników publicznych:</u> <i>urzędnicy administracji państwowej i samorządowej, sekretarki, pracownicy poczty, recepcjoniści, telefoniści</i></p>	<p>Mocne strony OZE: niskie koszty energii; możliwość magazynowania energii, innowacyjność technologiczna. Wiodącą rolę we wprowadzaniu OZE powinien odgrywać samorząd terytorialny.</p>	<p>Słabe strony OZE: wysokie koszty inwestycji; te inwestycje nie powinny korzystać z kieszeni podatnika; konieczne jest utrzymanie miejsc pracy dla górników; koncerny nie zaakceptują przejścia na źródła inne niż tradycyjne.</p>
<p><u>Osoby o niskich kwalifikacjach</u> <i>Renciści, bezrobotni, zajmujący się domem, gospodynie domowe, niepracujący z innych powodów</i></p>	<p>Nie występuje</p>	<p>Odejście od węgla wymaga programu konsultacji z górnikami. Elektrownie wiatrowe niszczą krajobraz i stanowią zagrożenie dla różnych zwierząt.</p>
<p><u>Warstwa emerytów:</u> <i>osoby, których głównym źródłem utrzymania jest emerytura</i></p>	<p>Energię odnawialną można produkować indywidualnie, nie jest potrzebna wielka elektrownia; węgiel jest przestarzałą, nieoptymalną technologią w efekcie rośnie import węgla z Rosji; rząd nie ma programu modernizacji polskiej energetyki;</p>	<p>Odejście od węgla jest niemożliwe ze względu na protesty górników, bo każda władza się ich boi; wprowadzenie OZE spowoduje spadek zatrudnienia; wystarczy modernizacja istniejącej infrastruktury</p>

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 238/477</p>


	nie ma strategii energetycznej państwa; powinni zająć się tym ludzie kompetentni;	
<i>Uczniowie i studenci</i>	<p>Konieczne jest wprowadzenie OZE albo atomu. Trzeba zaufać naukowcom odnośnie globalnego ocieplenia. Należy wprowadzić OZE najpóźniej w okresie 10 lat.; Będziemy organizować strajki klimatyczne i akcje protestacyjne, bo docierają one do dużej liczny osób. Konieczna jest decentralizacja gospodarki i zwiększenie uprawnień samorządów</p>	<p>Wydobycie węgla daje pracę wielu osobom. Ekonomia jest ważniejsza niż ekologia. Duże wpływy ma lobby górniczo-węglowe. Wiatraki są mało opłacalne i szybko się zużywają; są problemy z utylizacją paneli.</p>

3. Wnioski i rekomendacje do cz. II

- Obydwie orientacje występują w świadomości większości badanych kategorii społecznych. Orientacja proekologiczna nie występuje jedynie w przypadku kategorii osób o niskich kwalifikacjach. Również w przypadku klasy robotników mamy do czynienia z wypowiedziami, które są krytyczne wobec rządu czy klasy politycznej, natomiast do kwestii energetycznych odnoszą się jedynie pośrednio. Orientacja sceptyczna w wypowiedziach robotników dotyczy przede wszystkim zagrożeń miejsc pracy wielu środowisk m.in. górników i kolejarzy. Ta narracja sprowadza się do konstatacji: mamy węgiel i związane z nim miejsca pracy – i niech tak zostanie. Dominacja orientacji sceptycznej w tych dwóch środowiskach ma określoną wagę polityczną. Klasa robotników stanowi 18,1% dorosłych Polaków, a osoby o niskich kwalifikacjach – 17,8%. w praktyce oznacza to, że partie polityczne, które będą opowiadać się za programem ewolucyjnej adaptacji technologicznej energetyki konwencjonalnej, znajdą w tych środowiskach swoich zwolenników.

Warto podkreślić, że w badaniach dotyczących polaryzacji światopoglądowej Polaków zarówno przedstawiciele klasy robotników, jak też osoby należące do kategorii osób o niskich kwalifikacjach reprezentują zdecydowanie światopogląd konserwatywny. Można zatem przypuszczać, że ich orientacja sceptyczna w odniesieniu do transformacji energetycznej jest uwarunkowana przez kwestie światopoglądowe, a więc przez system wartości. w tym kontekście postawa konserwatywna wiąże się z akceptacją status quo, przywiązaniem do tradycyjnych zachowań oraz istniejących rozwiązań systemowych, przy równoczesnym krytycznym podejściu do zmian, innowacji, nowych standardów.

W przypadku klasy robotników trzeba mieć na uwadze fakt, że klasa ta ukształtowała się w socjalizmie, miała swój udział w upadku tego ustroju, a następnie w warunkach gospodarki kapitalistycznej przeszła proces głębokiej dekompozycji. Najsilniejszy segment tej klasy – wielkoprzemysłowa klasa robotnicza – został zmarginalizowany: ostatnie bastiony to górnicy

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 239/477</p>

i energetycy – zatrudnieni w sektorze publicznym. Wpływ robotników na warunki pracy i płacy w sektorze prywatnym jest niewielki ze względu na niski poziom uzwiązkowienia ((5%). Stąd krytyczny stosunek robotników do liberalnego typu gospodarki oraz poparcie dla koncepcji państwa socjalnego, wprowadzanej w Polsce od roku 2016.

Trzeba też zdawać sobie sprawę, że pozycja zawodowa robotnika wiąże się z niskim poziomem wykształcenia – dominuje tu wykształcenie zasadnicze zawodowe. Podobnie jest w środowisku osób o niskich kwalifikacjach. **w tych realiach środowiskowych standardowe metody oddziaływania na świadomość społeczną poprzez techniki edukacyjne i promocyjne są mało skuteczne. Konieczne będzie zastosowanie bardziej złożonych rozwiązań, jak np. warsztaty czy konsultacje środowiskowe.**

Wyraźna narracja proekologiczna występuje w wypowiedziach wyższych specjalistów, uczniów i studentów oraz emerytów. Nastawienie proekologiczne młodzieży nie jest zaskoczeniem.

Niemniej konieczne jest zaprojektowanie działań popularyzacyjnych adresowanych do młodzieży szkół średnich oraz wyższych.

Natomiast narracja emerytów jest z jednej strony krytyczna wobec węgla, z drugiej zaś podkreśla brak polityki energetycznej państwa. Proekologiczna postawa emerytów jest zaskakująca, gdyż w innych obszarach życia społecznego zajmują oni stanowisko konserwatywne. Wstępnie dostrzegam dwie hipotezy wyjaśniające tę postawę: po pierwsze emeryci jako ludzie doświadczeni życiowo w dużym stopniu biorą pod uwagę interesy przyszłych pokoleń, swoich dzieci i wnuków; po drugie są to ludzie, którzy w socjalizmie przyzwyczaili się do różnego typu ograniczeń i regulacji, stąd łatwiej im dostosować się np. do wymogów segregacji śmieci czy wyłączenia zbędnego oświetlenia.


W kontekście wdrożenia programu transformacji energetycznej Warszawy należy mieć na uwadze przychylną postawę emerytów i przygotować działania angażujące tę warstwę społeczną w upowszechnianiu programu transformacji.

Zdecydowaną proekologiczną orientację prezentuje również klasa wyższych specjalistów.

Koncentrują się oni na kwestiach technologicznych, wskazując archaiczność technologii węglowych oraz innowacyjność nowoczesnych technologii energooszczędnych. **w odniesieniu do środowiska wyższych specjalistów konieczna jest osobna narracja popularyzująca projekt transformacji, uwzględniająca wyższy poziom wykształcenia i kompetencje techniczne/technologiczne.**


Potencjał polityczny tych trzech środowisk jest dość znaczny: emeryci – 22,2%, uczniowie i studenci 4,5%, wyżsi specjaliści 3,2%, co w sumie daje 30% społeczeństwa.

2. W przypadku pozostałych struktur społecznych obserwujemy wewnętrzną polaryzację, tj. obecność w ich świadomości zarówno orientacji proekologicznej, jak i sceptycznej. Dotyczy to: klasy niższych specjalistów, klasy pracowników handlu i usług, warstwy profesjonalistów z wyższym wykształceniem oraz warstwy szeregowych urzędników publicznych. Klasy te stanowią 17, 6% społeczeństwa.
3. Zaprezentowane zróżnicowanie opinii pomiędzy poszczególnymi klasami i warstwami społecznymi wskazuje, że podstawowy dylemat transformacji energetycznej „ile węgla, ile OZE?” pozostaje na poziomie świadomości społecznej nie rozstrzygnięty. Należy brać pod uwagę fakt, że

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 240/477</p>

kwestie energetyczno-klimatyczne są powiązane z istniejącym w polskim społeczeństwie podziałem światopoglądowym na konserwatystów i liberałów. w związku z tym kwestie te są i będą postrzegane w perspektywie uznawanych wartości uznawanych przez poszczególne środowiska społeczne. Należy liczyć się z tym, że obszar energetyki może stać się w najbliższych miesiącach źródłem poważnych konfliktów.

4. Równocześnie jednak stwierdzamy, że w świadomości społecznej obecne są różne opcje dotyczące strategii transformacji energetycznej. Brak wyraźnie dominującej narracji. Moim zdaniem, wskazuje to na istnienie otwartej przestrzeni komunikacyjnej, w której może i powinien odbywać się dyskurs publiczny, debaty, konsultacje. **w dyskusji środowiskowej oraz między środowiskowej tkwi szansa na wyjście z pułapki polaryzacji, podziału Polaków na zwalczające się plemiona.**
5. W tej dyskusji wiele uwagi poświęcić należy rozwiązaniu problemu zatrudnienia w górnictwie. Sprawa Śląska, losu górników i ich rodzin, jest poruszana przez wszystkie kategorie badanych. **Jest to ten element „śladu węglowego”, który zyskał znaczenie symboliczne.** Należy zdać sobie sprawę, że „węgiel” symbolizuje nie tylko uznanie dla ciężkiej pracy górników, lecz także stosunek do rzeczywistości, polegający na akceptacji status quo, na zaufaniu do znanych rozwiązań, na poczuciu stabilności, poczuciu bezpieczeństwa związanego z tym co „swoje” oraz na poczuciu zagrożenia związanego z tym co „obce”. **Z tego powodu sytuacja braku węgla na rynku oraz jego wysokich cen wywołuje zjawisko frustracji społecznej.** Siłą napędową tej frustracji jest mechanizm dysonansu poznawczego: ludzie nie mogą zrozumieć, dlaczego nie ma węgla, skoro zawsze był. Przecież miało go starczyć na 200 lat. **Należy liczyć się z tym, że w warunkach zimowych stan społecznej frustracji może uruchomić nastroje społecznej agresji.**
6. Uwagi dotyczące domniemanego potencjału politycznego poszczególnych orientacji mają charakter czysto heurystyczny. Istotnym czynnikiem ograniczającym możliwość uogólniania wyników badania wynika z faktu, że badaniami objęto jedynie mieszkańców aglomeracji warszawskiej. Oznacza to, że badanie nie jest reprezentatywne w odniesieniu do mieszkańców wsi, którzy (co wiadomo z innych badań) mają w wielu kwestiach poglądy bardziej konserwatywne niż mieszkańcy miast.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 241/477</p>

Część III. Społeczne postrzeganie kosztów transformacji energetycznej w kierunku OZE

1. Hipotezy badawcze

Jak stwierdzono w uwagach wstępnych do niniejszego raportu - mamy aktualnie do czynienia z kryzysem energetycznym, czego przejawem jest znaczny wzrost kosztów nośników energii. Badania empiryczne, których wyniki analizujemy, zostały przeprowadzone w listopadzie i grudniu 2021, czyli w okresie poprzedzającym napaść Rosji na Ukrainę. Badani nie byli wówczas świadomi zagrożeń bezpieczeństwa energetycznego, jakie pojawiły się w wyniku wprowadzenia sankcji energetycznych wobec Rosji. Niemniej, na podstawie analizy przedstawionej w części II raportu, stwierdzam, że postrzeganie zjawiska kryzysu energetycznego było wówczas obecne w świadomości warszawiaków.

Badania wykazały, że ważnym czynnikiem stosunku warszawiaków do transformacji energetycznej w kierunku OZE są kwestie dotyczące kosztów finansowych tej transformacji. Wstępna analiza wypowiedzi badanych dotyczących tego obszaru pozwoliła na sformułowanie następujących hipotez badawczych:

- H1. Ważnym czynnikiem określającym stosunek warszawiaków do transformacji energetycznej jest przekonanie, że wprowadzenie OZE spowoduje wzrost rachunków za energię elektryczną.
- H2. Stosunek warszawiaków do transformacji energetycznej określa przekonanie, że wprowadzenie OZE wymaga poniesienia wysokich kosztów inwestycyjnych, które zwrócą się dopiero po wielu latach.

Analiza obejmuje zróżnicowanie opinii badanych zarówno wewnątrz poszczególnych kategorii społecznych, jak i pomiędzy nimi.

2. Weryfikacja hipotez


H1. Ważnym czynnikiem określającym stosunek warszawiaków do transformacji energetycznej jest przekonanie, że wprowadzenie OZE spowoduje wzrost rachunków za energię elektryczną.

Poniżej prezentuję wypowiedzi badanych (cytaty), które odnoszą się do testowanej hipotezy.

Klasa wyższych specjalistów

Natomiast tutaj też mogłabym płacić 50% więcej za te odnawialne źródła energii w momencie, gdybym nie robiła tylko ja tego, tak, gdyby to faktycznie miało jakiś impact w kraju i na świecie, więcej ludzi by się na to przeczuciło. Bo mogę płacić więcej w momencie, kiedy wszyscy staramy się coś poprawić, a nie kiedy tylko jednostki... [TE_03]

Bałbym się tego, że za chwilę się okaże, że było fajnie, ale teraz jest ekologicznie, będzie dwa razy drożej. [TE_03]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 242/477</p>

Klasa niższych specjalistów.

A wady, inwestowanie w nowe źródła, co daje nam droższą energię. [TE_05]

Więc jakby była jakaś dotacja, to chętnie bym wzięła i była bardziej eko. [TE_05]

Klasa pracowników handlu i usług

Właśnie żeby osiągnąć największą zmianę, moim zdaniem cena powinna być lub nieznaczco wyższa, bądź nawet i taka sama, czy niższa, bo nie oszukujemy się, ludzi najczęściej przekonuje cena po prostu, więc jeśli ktoś widzi, że, pomimo tego, że coś jest lepsze dla środowiska, ale kosztuje dwa razy więcej, to siłą rzeczy nie podejmie tej zmiany szczególnie przy zarobkach, które obecnie są w Polsce. [TE_04]

Mnie interesuje w tej chwili, żeby były jak najmniejsze koszty. Natomiast druga, już drugorzędne, że tak powiem, jest, czy to będzie z odnawialnych, czy nie z odnawialnych. [TE_04]

Klasa robotników

Im więcej zarabiasz, tym więcej płacisz, w sensie, jeśli są podwyżki dla ludzi, to koszty życia też są większe, to idzie w parze. [TE_01]

Ale przez to właśnie też jest ta inflacja i wszystko idzie w górę. Za wszystko musimy zapłacić my [TE_01]

Ważne, żeby działało, ale żeby nie było za drogo, bo jak już będzie za drogo, no to wtedy zaczną doszukiwać się, kto to mnie aż tak bardzo okrada [TE_01]

R3 – Bo jeżeli to samo, no to myślę, że każdy jednak na tą cenę patrzy. R1 – Tak jak mówiłem od razu, cena przede wszystkim się liczy. R3 – Podstawowy Polak, który pracuje jak my pracujemy, to myślę, że każdy przelicza jednak przelicza [TE_01]

Bo szczerze mówiąc to prędzej człowiek patrzy na rachunki. Aczkolwiek, no chciałoby się chronić to środowisko jakoś. Ale czy my mamy wpływ tak na dobrą sprawę na to, co oni gdzieś tam będą robić. [TE_01]


To zależy, czy by się opłacało, od tego zacznijmy ...bo można wziąć coś, co jest nieopłacalne, a można wziąć coś, co dałoby dwa razy większy zysk. [TE_01]

Warstwa profesjonalistów

Znaczy ja nie ukrywam, że jak mieszkam sama dla mnie najważniejsza jest, mimo że jestem proekologiczna i tak dalej jednak kwestie finansowe są najważniejsze. [TE_02]

Powiedzmy jestem trochę za ekologią, trochę może nie za ekologią. Już myślę, że bardziej, że jestem za moim portfelem ewentualnie, niż powiedzmy za tym, że Ziemia jest na złej drodze, jeśli chodzi o środowisko. [TE_02]

Powiedzmy sobie, wytwarzanie energii jest tanie, ale wytworzenie urządzeń, też nie jest wcale takie czyste. [TE_02]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 243/477</p>

Ja napisałam, zalety, że jest o wiele tańsza, jeśli chodzi o to. Jest taka dostępność, coraz więcej się widzi w Polsce tych elektrowni wiatrowych, coraz więcej jest na domach tej fotowoltaiki. [TE_02]

Osoby o niskich kwalifikacjach

Jak każdy chce zarobić, to się trochę prawo zmieni. Żebyśmy tylko mogli zarobić, to się na coś przymknie oko. [TE_07]

No na pewno do tego wszystkiego się przyłoży bardzo żądza pieniądza. No mówmy szczerze. No pieniądz zawsze wygra nad ekologiem. [TE_07]

Jeśli chodzi o zalety, no to na pewno wpływ na nasze zdrowie, ekologię, zwierzęta, ludzi, przyrodę, no i oszczędność, koszty. Dużo mniejsze, myślę, koszty. [TE_07]

Napisałam z zalet to oszczędności rachunków i świeże środowisko [TE_07]

Warstwa emerytów

A w wadach napisałam, to będzie zwiększenie kosztów i zmniejszenie zatrudnienia ludzi wtedy. Czyli z pracą by było gorzej. [TE_08]

No za wszystko my płacimy, no bo nie ktoś, tylko my. I teraz tak, w zależności od tempa, jeśli ma być to szybciej te zmiany wprowadzone, to wiadomo, że i koszty będą dużo większe. Jeśli później, to te koszty rozłożą się na tą liczbę lat tą większą. Więc będzie łatwiej. [TE_08]

Uczniowie i studenci


No to w wadach mam duże koszty płacenia za taką energię i też zależność od środowiska [TE_10]

Jako zalety napisałem wykorzystywanie nieskończonych energii ze słońca czy wiatru, mniejsze rachunki za prąd czy wodę [TE_10]

No na początku trochę by to kosztowało, ale później zdecydowanie by obniżyło koszty na przykład czynszu. [TE_10]

Konkluzje

1. W wypowiedziach niemal wszystkich badanych kategorii pojawia się przekonanie, że wprowadzeniu OZE towarzyszyć będzie wzrost cen energii, co znajdzie odzwierciedlenie w wyższych rachunkach płaconych przez mieszkańców. Wyjątkiem jest warstwa szeregowych urzędników publicznych, którzy nie podnosili tej kwestii.
2. W wypowiedziach profesjonalistów, uczniów i studentów oraz osób o niskich kwalifikacjach pojawia się opinia, że energia elektryczna wytwarzana z OZE jest tańsza od innych źródeł.
3. Wśród wyższych specjalistów wystąpiło postrzeganie OZE jako preferencji nielicznych jednostek. Wśród niższych specjalistów pojawiło się oczekiwanie dotacji dla osób instalujących OZE.
4. Dla robotników i pracowników handlu i usług koszty energii są ważniejsze niż wymogi ochrony środowiska. Robotnicy wskazują też na brak wpływu na to co robią decydenci.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 244/477</p>

W tym kontekście hipotezę H1 **uznają za zweryfikowaną pozytywnie**, z zastrzeżeniem, że w kilku środowiskach społecznych pojawiają się opinie, że wprowadzenie OZE powoduje obniżenie kosztów energii elektrycznej.

H2. Stosunek warszawiaków do transformacji energetycznej określa przekonanie, że wprowadzenie OZE wymaga poniesienia wysokich kosztów inwestycyjnych, które zwrócą się dopiero po wielu latach.

Klasa wyższych specjalistów

Znaczy do wad zaliczyłbym przede wszystkim koszty. Nie znamy całkowicie jak będzie wyglądała ta technologia, ani nie wiemy na dzień dzisiejszy jaki będzie proces potem odnawialnych tych źródeł. [TE_03]

Mamy tutaj przykład woltaiki. Fajna rzecz. Miała przynieść oszczędności, a się okazuje, że finał jest taki, każdy do tego interesu jeszcze będzie dopłacał. Więc mając takie doświadczenie, podchodzimy już ostrożnie do jakichś nowości kolejnych. [TE_03]

Natomiast jako wady napisałem, że jest to mimo wszystko kosztowny proces, który wymaga bardzo dokładnego planu i organizacji. [TE_03]

Wada, no to duży koszt takiej inwestycji. [TE_03]

Klasa niższych specjalistów.

No to ja mam coś takiego, jeżeli chodzi o wady, no to są wysokie koszty, jeżeli chodzi o na przykład instalację takich paneli, czy tym podobnych. No i długi okres zwrotu kosztów takiej inwestycji. No bo jest to stosunkowo drogie, a różnica w rachunku jest tam, no jest mniejsza, ale nie na tyle, żeby tam się zwróciło w założony rok, dwa, tylko to jest bardziej na przestrzeni 5-10 lat. [TE_05]


Nie wiem, no po prostu ogólnie to niby wszystko dobrze, ale ludzi nie stać, no po prostu. To trzeba zainwestować, kupić, to naprawdę są duże pieniądze, o tak, no. A ludzie jak grosze zarabiają, czy emerytury, to ich nie stać. [TE_05]

Ja 20-30-latek, kupię sobie tą fotowoltaikę, postawię ten wiatrak, kosztą są, on mi się po 40 latach na bank zwróci. Ale ludzie po 60, 70 żyją samotni, to oni nie dożyją, kiedy to im się zacznie nawet w pół procentach zwracać. [TE_05]

Przede wszystkim, no utrzymanie, przede wszystkim zwiększenie dofinansowań dla przedsiębiorstw i ludzi prywatnych na, no na różnego rodzaju instalacje OZE. Indywidualne dla ludzi, żeby mogli to instalować w swoich domach, czy firmach. [TE_05]

Klasa pracowników handlu i usług

Koszty założenia tej instalacji typu fotowoltaiki z pompami ciepła. Pompy ciepła na tą chwilę nie są takie tanie i to w porównaniu do źródeł konwencjonalnych musimy założyć, że ten wydatek rozłoży się nam na kilkanaście lat, nie mamy zwrotu po kilku latach, tylko po kilkunastu. Więc ta strata będzie polegała na tym, że musimy jednak to rozłożyć na jakiś czas i wtedy dopiero zobaczymy, czy jak najbardziej to nam się opłacało. [TE_04]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 245/477</p>

Też samo zapoczątkowanie OZE wymaga dużej inwestycji, więc przebranzowienie całego kraju nagle z elektrowni konwekcyjnych na odnawialne źródła energii jest to bardzo duży koszt, więc nie wiem, czy mamy na to pieniądze [TE_04]

Ja mam znajomego, który po prostu fotowoltaiką się zajmował i to są koszty naprawdę przy jakiejś dużej, większej inwestycji nawet na budynku jednorodzinym, to są naprawdę wysokie koszty, które trzeba przynajmniej na początek wyłożyć. [TE_04]

Myślę, że cała ta infrastruktura bardzo kosztowna i nie wiem, czy w tym momencie, kiedy jakby finansowo stoimy tak jak stoimy, czy to teraz jest najodpowiedniejszy moment na takie wydatki [TE_04]

Zalety, no to mamy tą czystość, tak, wydobyć, w cudzysłowie, surowca, no i przyszłościowo patrząc, jeśli już te całe projekty zwróciłyby się, bo na początku są kosztowne, więc wtedy może ta energia byłaby tańsza. [TE_04]

Zalety to są zdrowe dla środowiska, ludzi, planety, również jako zaleta to jest dobry biznes i pieniądze, bo myślę, że to nie jest tania sprawa [TE_04]

No bo ja na przykład nie skorzystam sobie w bloku, póki co będzie możliwe to na przykład, chyba że będzie to jakaś inwestycja dla danego, nie wiem, regionu zrobionego i będzie możliwość w jakiejś dzielnicy skorzystania, tak? [TE_04]

Klasa robotników

Tak na przykładzie mojej spółdzielni, na pewno by spółdzielnia nie założyła takich paneli, nie mieliby pieniędzy (...) nie widzę, żeby spółdzielnia coś osiągnęła. Byłby to wydatek, musieli być lokatorzy odciążeni finansowo, a tak to... Taki emeryt, czy ktoś, kto ma niewielkie dochody, a już w tych starych mieszkańców, nie widzę powodzenia tego. [TE_01]

Z tego, że hajsu nie mają. Państwo nie ma hajsu. [TE_01]

Tak mi się wydaje, że oni, ci bogaci, ci co mają, oni powinni dawać pieniądze na to, żeby świat się zmienił na lepsze, bo są ludzie, którzy mają za dużo tych pieniędzy i nimi przysłowiowo srają [TE_01]

Warstwa profesjonalistów


Kiedyś widziałem taki film właśnie jakby o budowie jakiejś tam elektrowni wiatrowej, wiatraka dużego, właśnie jakby koszt tego wiatraka jest, powiedzmy, bardzo ogromny, to są ogromne koszty tam idące chyba w setki albo nawet miliony złotych, budowa jednego wiatraka, więc to są duże koszty [TE_02]

Warstwa szeregowych urzędników publicznych

Drogie właśnie są te panele, bo tak jak właśnie do jakiegoś domu, żeby zasilić, no to trzeba kupić panele za jakieś 50 tysięcy. Długo czekać też na zwrot, żeby to się w ogóle zwróciło to 50 tysięcy. [TE_06]

Ja myślę, że koszty technologii, koszty właśnie budowy jakichś elektrowni, to tu jest przeszkoda [TE_06]

Niskie zarobki. Większość osób, no nie mogą sobie pozwolić na taką inwestycję. [TE_06]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 246/477</p>

To powinny być dopłaty 50% do takiej inwestycji, żeby ludzi faktycznie było na stać, żeby to mogło założyć więcej osób i żeby to faktycznie jakiś wpływ na to powietrze, które nas otacza, my wdychamy, dzieci nasze wdychają [TE_06]

A z wad mam to, że koszt inwestycji jest bardzo duży, więc to przełoży się na pewno na nasze rachunki, więc będziemy płacić więcej. Mała też świadomość korzyści, takich większości społeczeństwa [TE_06]

Trzeba zainwestować w coś, co po latach się zwróci. [TE_06]

Jest za darmo, bo za słońce jak świeci to nie musimy płacić, za wiatr jak wieje też.....i jest neutralna dla zdrowia i dla klimatu. [TE_06]

I te alternatywne źródła energii będą coraz łatwiej dostępne, coraz tańsze. Koszt wybudowania paneli spada z roku na rok, a ich efektywność rośnie. Przynajmniej tak mi się wydaje. [TE_06]

Warstwa emerytów

Ja napisałam, że to są olbrzymie koszty właśnie budowy takiej infrastruktury, bo przecież to by trzeba było zgromadzić jakiś kapitał... ..żeby to... No niestety wada i dlatego tutaj światelka w tunelu nie widzę w dzisiejszych czasach, kiedy mamy tyle problemów w ogóle. [TE_08]

Początkowo na pewno będzie to droga inwestycja, dlatego że zawsze jak coś się zaczyna, to trzeba nową infrastrukturę zrobić do tego, że to będzie na pewno kosztowało. w przyszłości jest zaleta, że będzie to funkcjonowało długo i później już nie będą ponoszone takie koszty. [TE_08]

Ekonomiczna stopa zwrotu tu jest kosztów tak duża, że tu nie ma o czym dyskutować. Brak negatywnych skutków [TE_08]


Właśnie tani koszt, uważam, że dostarczenie surowca za darmo, bo wiaterek sobie wieje, słońeczko świeci, to, prawda, koszty są zerowe. Czyli koszt, ekonomiczność jest bardzo dobra. Nowoczesność, dostępność, ekologiczność. [TE_08]

Uczniowie i studenci

A w wadach jest to, że jej koszty budowy są dość drogie jak na ilość prądu, który wytwarza, bo z tego co słyszałem, też różnie z tym bywa, ale mogą wytwarzać mniej prądu niż węglowe. [TE_10]

No to na pewno jest to ilość tej energii, jeśli chodzi o zalety, to jest to na pewno ilość tej energii. Jest to dosyć duża ilość za niewielki koszt tego, jeśli się dobrze orientuję [TE_10]

Ja właśnie również słyszałam tego typu opinie, że panele słoneczne zwracają się w tym momencie, kiedy ich sprawność jest, po prostu na tyle spada, że ta inwestycja przestaje być korzystna. Później jeszcze utylizacja we własnym zakresie paneli słonecznych, to również [TE_09]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 247/477</p>


Konkluzje

1. W wypowiedziach wszystkich badanych kategorii pojawia się przekonanie, że wprowadzenie OZE wymaga poniesienia wysokich kosztów inwestycyjnych, które zwrócą się dopiero po wielu latach.
2. Przekonanie, że koszty inwestycji w OZE są niskie występuje wśród pracowników handlu i usług, niższych urzędników publicznych, emerytów oraz uczniów i studentów.
3. Wśród niższych urzędników publicznych pojawiło się oczekiwanie na dofinansowanie osób i firm instalujących OZE.
4. Wśród pracowników handlu i usług wystąpiło przekonanie, że inwestycje w OZE powinny być realizowane dla danego regionu czy dzielnicy.
5. Wśród emerytów dominuje przekonanie, że warto inwestować w przyszłość i że inwestycje w OZE są opłacalne.

W tym kontekście hipotezę H2 **uznają za zweryfikowaną pozytywnie**, z zastrzeżeniem, że w kilku środowiskach społecznych pojawiają się opinie, że wprowadzenie OZE nie wiąże się z wysokimi nakładami inwestycyjnymi.

Rekomendacje dotyczące Cz. III

1. Wypowiedzi badanych jednoznacznie wskazują, że cena energii jest podstawowym kryterium oceny danego typu źródeł energii. Dominujące przekonanie, że wytwarzanie energii elektrycznej z OZE jest droższe niż w energetyce konwencjonalnej jest sprzeczne z aktualną wiedzą ekonomiczną. Mamy zatem do czynienia z fałszywą świadomością energetyczną, która kształtuje opinię społeczną i wpływa na zachowania ludzi. Konieczne są działania informacyjne, edukacyjne oraz promocyjne. Trzeba sobie jednak zdawać sprawę, że zmiana społecznego nastawienia do OZE ze sceptycznego na akceptujące wymaga kilku lat intensywnych zabiegów. Nie bez znaczenia jest fakt, że zwolennicy energetyki konwencjonalnej docierają do opinii publicznej ze swoimi poglądami, krytycznymi wobec OZE. **Z tego względu należy liczyć się ze zjawiskiem polaryzacji opinii Polaków w analizowanych kwestiach.**
2. Wśród warszawiaków nie widać gotowości do podejmowania indywidualnych przedsięwzięć inwestycyjnych w zakresie instalacji OZE. Jako czynniki sprzyjające tego typu inwestycjom wymieniane są dotacje oraz programy organizowane dla dużych społeczności: regionu, miasta, dzielnicy. Moim zdaniem przekonanie społeczeństwa o wysokich kosztach inwestycji w OZE oraz o długim okresie zwrotu kapitału będzie znacznie trudniej zmienić, niż opinię o wysokich kosztach energii wytwarzanej z OZE. Mieszkańcy będą w związku z projektem transformacji energetycznej Warszawy oczekiwać konkretnych przykładów udanych inwestycji. Nie z Niemiec czy z Francji, ale z Polski. Takich studiów przypadków, odpowiadających realiom aglomeracji warszawskiej nie ma zbyt wiele. **Moim zdaniem jednym z możliwych rozwiązań jest szybkie uruchomienie w Warszawie kilku projektów pilotażowych.**

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 248/477

3. Badania wskazują, że koncepcja finansowania transformacji energetycznej w kierunku OZE ma kluczowe znaczenie dla społecznej akceptacji procesu zmian systemowych w energetyce. Oczekiwania społeczne zacierają wyraźnie w kierunku rozwiązań łączących dotacje z tanimi, minimalnie oprocentowanymi kredytami. Można przypuszczać, że skokowy wzrost cen konwencjonalnych nośników energii spowoduje po pewnym czasie wzrost zainteresowania OZE. **Niemniej uważam, że programy transformacyjne, adresowane do masowego odbiorcy muszą przyjmować za podstawę proponowanych rozwiązań potencjał adaptacyjny mieszkańców o niskim i średnim statusie materialnym. Pewne rozwiązania mogą być fakultatywnie oferowane osobom dobrze sytuowanym, ale podstawowy standard powinien traktować poważnie zjawisko nierówności społecznych.**

ZAŁĄCZNIK 1A


Załącznik zawiera zbiór cytatów – dosłownych wypowiedzi badanych, zaliczonych do orientacji proekologicznej oraz do orientacji sceptycznej.

Z1_Tabela 2. Wypowiedzi badanych zaliczane do orientacji proekologicznej

Klasy i warstwy społeczne Warszawy	Orientacja proekologiczna
Klasa wyższych specjalistów	<p><i>To znaczy, ja bym chciała, żeby produkcja energii, jaką zużywam, była maksymalnie ekologiczna i nie przyczyniała się do kryzysu klimatycznego jeszcze bardziej niż trzeba, bo i tak jest sytuacja bardzo poważna [TE_03]</i></p> <p><i>To ja miałam pierwotnie chęć powiedzenia, że w tym momencie wydaje mi się najważniejsze właśnie odejście od nieefektywnych technologii i sposobów wytwarzania, czyli na przykład od węgla [TE_03]</i></p> <p><i>My sami musimy działać, żeby spowodować tą równowagę w środowisku. Czyli tak naprawdę powinniśmy zmienić całkowicie nastawienie, myślenie. Od tego by trzeba było zacząć. [TE_03]</i></p> <p><i>Mamy w tej chwili na przykład nowe rozwiązania, a są chociażby domy energooszczędne, mamy systemy, tak zwane smart, które mogą być sterowane z poziomu chociażby aplikacji, mamy żarówki energooszczędne, mamy też między innymi możliwość włączenia, zaprogramowania sobie pewnych czynności z domu w tej chwili. [TE_03]</i></p> <p><i>To po prostu archaiczność naszego systemu energetycznego. Począwszy od kopalni, poprzez sieci przesyłowe. [TE_03]</i></p> <p><i>Ale też wiadomo, że nie może zostać tak jak jest, bo węgiel to jest zero przyszłości, on się kiedyś skończy, więc nie będzie tak jak jest nigdy już. [TE_03]</i></p> <p><i>Ale oczywiście głównie duże korporacje. Bo oni, ich działanie, to jest gigantyczna skala w dużej mierze. I oni podejmując... Oni w sensie, nie wiem, producenci napojów</i></p>

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 249/477</p>


	<p><i>choćby, czy żywności. Ich decyzje o zmianie, nie wiem, składu opakowań na swoje produktu, to to jest ta skala, która jest widoczna i może być ważna dla środowiska. [TE_03]</i></p> <p><i>I tutaj przede wszystkim edukacja poprzez jak największe też organizowanie takich akcji społecznych nawet na poziomie lokalnym, w miastach i tak dalej, i pokazanie, jak to może faktycznie wpłynąć. To nie może być taka sucha opowieść, jak mamy zmieniać świat, tylko co dzięki temu zyskamy, a co możemy stracić jeśli tego nie zrobimy. Czyli wychodzimy od stanu obecnego po to jak może być piękniej i lepiej. [TE_03]</i></p> <p><i>Transformacja energetyczna w Polsce, się nie do końca udało, nie wiem, czy to prawda, bo to taka gazetowa wiedza, że, no po prostu jesteśmy wszyscy na węglu, że tak powiem, nie na zielonej energii, nie na energii atomowej, no i po prostu też, no cały chyba system jest jakoś przestarzały i nie wiem... [TE_03]</i></p>
<p>Klasa niższych specjalistów biurowych</p>	<p><i>A zalety to jest to, że, no jest ekologiczna, odnawialna energia, no i jak już się zwrócą, no to są tanie w eksploatacji raczej. No bo nie trzeba zatrudniać rzeszy górników na przykład jak to jest przy kopalniach węglowych. [TE_05]</i></p> <p><i>A jeżeli chodzi o zalety, no to na pewno jest ta niezależność od dostawcy, bo sami jesteśmy sobie dostawcą, a pozwalają zmniejszyć, no te rachunki. No i ekologia. [TE_05]</i></p> <p><i>Tak że myślę, że te wielkie firmy, jeżeli zobaczą, że jest na co innego popyt, jeżeli będzie edukacja lepsza, to też zaczną zmieniać to co robią. No tylko, no musi być z tego, musi być mnóstwo nas, którzy chcą to zmienić. [TE_05]</i></p> <p><i>Czyli po prostu potrzebne jest uświadamianie i edukacja, a potem zachęta. Bo większość ludzi co kupi, bo ja kupię sobie telewizor i lodówkę, bo mi mniej prądu zużyje, bo patrzy na swój portfel. To 2 na 10 może pomyśli o ekologii. [TE_05]</i></p> <p><i>No i też jakaś bardziej, żeby państwo zachęcało ludzi do bycia ekologicznym. [TE_05]</i></p> <p><i>Mi się wydaje, że tylko rządy. Bo koncerny zawsze będą działać dla zysku, a ludzie zawsze wybierają też rozwiązania... Więc myślę, że to tylko rządy mogą przeciwdziałać temu. [TE_05]</i></p>
<p>Klasa pracowników handlu i usług</p>	<p><i>Tak się zastanawiam, że chyba największym zagrożeniem dla planety to są korporacje. Tak mi się wydaje, że tyle dochodów co idzie od korporacji, to jest chyba najwięcej. Te korporacje, te wielkie firmy, które zanieczyszczają planetę i my nie mamy na to wpływu. [TE_04]</i></p> <p><i>Zmiana mentalności pokoleniowej, żeby właśnie ten syn tego górnik nie został kolejnym górnikiem, no i trochę rozbicie tej kasty, bo dla mnie to jest takie, ta związkowość górników jest dla mnie trochę porażająca i nie powinno czegoś takiego być. Są grupą nietykalnych osób, a nie powinno wcale tak być, chociaż pochodzą ze Śląska, sam wiem jak to wygląda. [TE_04]</i></p>

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p>Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 250/477</p>

	<p><i>Im więcej z odnawialnymi tym lepiej, wydaje mi się, no ale cała infrastruktura, prawda, i cały Śląsk, to też jest bardzo długoletni etap, żeby tych ludzi jakoś, nie wiem, przebrnąć też. [TE_04]</i></p> <p><i>Widzimy co się dzieje w Sejmie, niektóre ustawy są, że tak powiem, z dnia na dzień ustanawiane, a niektóre niestety trwają, trwają, leżą, i to latami, więc... [TE_04]</i></p> <p><i>To znaczy, że politycy na przykład deklarują przed wyborami wszystko co tylko podatnicy by chcieli usłyszeć, żeby po prostu ich wybrać, natomiast później mają to, że tak powiem, w głębokim poważaniu. [TE_04]</i></p> <p><i>To musi pójść zmiana psychiki, nastawień ludzkich. [TE_04]</i></p> <p><i>No trzeba mówić o tym coraz więcej, nagłaśniać to. [TE_04]</i></p>
Klasa robotników	<p><i>No właśnie, że ludzie w kopalniach nie wiedzą, czy wrócą do domu, to jest brudna robota, to jest fizyczna robota... Nienawidzę fizycznej roboty, ja jestem zdania, że trzeba odchodzić od tego, bo sobie popsułem kręgosłup przez fizyczną robotę. [TE_01]</i></p> <p><i>Nie, na pewno też przez to, co oni odwalali, w sensie, politycy, z tymi 500+ i innymi różnymi. Bo oni uznali, że będą zabierać tym, co mają i będą dawać tym, co nie mają. Czyli taki Robin Hood. [TE_01]</i></p> <p><i>To pokazanie, jak właśnie zmanipulować szerzej społeczeństwo i że mogą sobie zrobić z nami co chcą, no bo tylko dali jakieś hasło i wszyscy poszli do Biedronki, kupowali papier toaletowy i mąkę [TE_01]</i></p> <p><i>No jak po prostu gospodarują tymi funduszami tak, że zamiast właśnie wykorzystać to, żeby rozwinąć to środowisko, to biorą to, co jest łatwiejsze, przeznaczają na rzeczy, które nic nie dają tak naprawdę [TE_01]</i></p> <p><i>To są grupy interesów, to też jest głupota, tak, bo można się nie lubić, a można stworzyć coś dobrego, tak. A na przykład tak ludzie podchodzą, tak, bo ty zrobiłeś kiedyś coś, ja teraz mogę to, a razem stworzyć coś dobrego. To też tak jest trochę moim zdaniem głupota, ludzie powinni się jakoś ze sobą porozumieć, prawda, bo bez tego nic nie będzie, co by nie patrzeć [TE_01]</i></p>
Warstwa profesjonalistów z wyższym wykształceniem	<p><i>Słyszałem też o różnych projektach wodorowych, na przykład wodór, który można wytwarzać w ramach OZE i tak jakby trochę tą sieć przebudować. Tak że myślę, że w przyszłości będą różne ciekawe rozwiązania, a ekologia pójdzie też tak jakby za całością procesu [TE_02]</i></p> <p><i>To znaczy, że jesteśmy niezależni od tej infrastruktury, która występuje właśnie przy elektrowniach węglowych [TE_02]</i></p> <p><i>A jeżeli chodzi o źródła, no to nie ma to dla mnie większego znaczenia, tak czy siak chciałbym, żeby po prostu były jakieś bardziej sprzyjające środowisku. A czy to jest z energii słonecznej czy wiatrowej czy coś w tym stylu, no to już jakby nie ma to dla mnie większego znaczenia. [TE_02]</i></p>

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p>Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p>Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 251/477</p>

	<p><i>No i pierwszym tym krokiem chyba jest znaczne odejście od paliw kopalnych i widzę tu dużą perspektywę chociażby w prostym zastąpieniu energią atomową, która jest sprawdzona na tą chwilę i dalszym badaniom, rozwojowi. [TE_02]</i></p> <p><i>Mówię też, wydaje mi się, że oczywiście dużą rolę powinny odgrywać przedszkola, bo oczywiście od najmłodszych to powinno iść. Potem te szkoły, bo to jednak edukacja nie tylko powinna być w sferze naukowej, ale też świadomościowej [TE_02]</i></p> <p><i>Myślę, że druga wada akurat jest taka, że ta zmiana mentalności ludzi, podejścia jakby do tego, że to jest jakby coś dobrego, co, powiedzmy, przyniesie korzyści w dłuższej perspektywie, może nie od razu, może właśnie w dłuższej perspektywie to przyniesie jakby korzyści, więc, powiedzmy, może jednak trzeba ludzi przekonać do tego typu źródeł pozyskiwania jakby przetworzenia energii, bo to jest jakby dobre dla nich, że im to się przysłuży. [TE_02]</i></p>
Warstwa szeregowych urzędników publicznych	<p><i>Wydaje mi się, no ja bym stawiała na tą świadomość społeczną i odpowiedzialność zbiorową jednak, żeby to jak, myślę, że jak to zrozumiemy wszyscy, to każdy jak będzie nawet taką małą cząstkę od siebie czegoś dawał, to już to jakoś uda się do przodu pchnąć. [TE_06]</i></p> <p><i>Myślę, że to rząd w dużym stopniu i on powinien jakieś właśnie tutaj kroki podjąć, i prawne, i tak dalej. [TE_06]</i></p>
Warstwa emerytów	<p><i>No najważniejsze to, jak dla mnie, to jest ten węgiel, no odejście od węgla. Boże, co z tym węglem. No ale jakby, myślę, odejść od węgla, to już widzę górników, co jadą pociągami do Warszawy protestować. No i w sumie, no nie wiem, to człowiek ręce rozkłada z bezsilności. [TE_08]</i></p> <p><i>Natomiast zaletą co do tej wady nawet, tu wracamy teraz do zalety, że można to instalować, takie wiatraki, fotowoltaikę, przy indywidualnych wszędzie budynkach, nie musi to być zrobiona wielka elektrownia.....że może to na małą skalę i każdy może to w jakiś sposób na swoje gospodarstwo zrobić. No i zdrowa, no przede wszystkim jest to zdrowe, bo to korzystamy z tego, co daje przyroda. [TE_08]</i></p> <p><i>No ja, zalety przede wszystkim oszczędność ze źródeł odnawialnych, bo produkcja, na przykład prądu jest droższa z węgla niż z paneli słonecznych. [TE_08]</i></p> <p><i>Tania energia, ekologiczna, nieograniczona ilość tej energii. No i wytwarzanie tej energii nie powoduje dewastacji środowiska. [TE_08]</i></p> <p><i>Że pękają budynki, zapada się jezdnia, że góry, doły, których nie było nagle się... I jest nierówno, kiedyś była równa droga. Emisja CO2, wysokie koszty wydobycia, bo jest coraz droższy ten nasz węgiel i jest nieopłacalny zupełnie do innych państw, które go wydobywają. Stara technologia, ponieważ na węglu to już nikt prawie w Europie, oprócz nas i Bułgarii, nie ma [TE_08]</i></p> <p><i>Ja napisałem problem z jakiego kraju jest węgiel, ponieważ większość węgla, który jest u nas używany nie jest z Polski. Dlaczego? Dlatego że nasze kopalnie nie są mocno wyeksploatowane i węgiel jest bardzo głębokich pokładów. I żeby go wydobyć to są bardzo duże koszty. Dlatego nasz węgiel jest ekonomicznie nie opłacalny. Dlatego z Mozambiku, z Rosji... [TE_08]</i></p>

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 252/477</p>

	<p><i>Są takie państwa, które na przykład oczyszczalnie ścieków robią dla wioski, która ma 5 tysięcy mieszkańców, czy 200 mieszkańców. I oni mają elektrownie własne, gdzieś jakiś panel słoneczny, gdzieś rzeka prąd odzyskuje. To wszystko się łączy i działa, a u nas jest wszystko na takiej zasadzie, wybudujemy w centrum Polski mega elektrownię atomową, która zasili pół Europy. No po co to? [TE_08]</i></p> <p><i>Tak jak mówiłem, że po prostu uważam, że nasze rządy od wielu lat są takie, że nie ma szans, żeby to takie rzeczy przeforsować i zrobić. [TE_08]</i></p> <p><i>Ja na przykład nie słyszę, żeby rząd ogłosił na przykład program modernizacji polskiej energetyki. Jesteśmy w XXI wieku, ja myślę, że właśnie brak pieniędzy, rząd nie przeznaczają tych pieniędzy na modernizację energetyki i później mamy tego skutki, bo te zakłady są przestarzałe, linie przesyłowe są przestarzałe, ulegają wielu awariom, a awarie, łatanie tych dziur jest najbardziej kosztowne. [TE_08]</i></p> <p><i>Pierwsze to ja uważam powinna być jakaś strategia państwa. Mam na myśli Polskę, gdzie nie ma żadnej. To jest tak robione montowane akcje, oszczędzamy i kupujemy. No nie ma. Co dalej zrobić, jak wybrnąć z problemu, kiedy nie będzie można węgla używać. Powinna być przyjęta jakaś strategia i realizowana. A nie na zasadzie, kończą się wybory, robimy co innego [TE_08]</i></p> <p><i>Mi chodzi o to, żeby był człowiek, który jest kompetentny, żeby się tym zajął i to po prostu realizować ten plan. No ludzie, żeby... żeby po prostu się posługiwać ludźmi kompetentnymi. No ja pojęcia nie mam, jak to wykonać, no czuję, że to powinno się zacząć o wiele wcześniej nade mną. [TE_08]</i></p>
Osoby o niskich kwalifikacjach	<p><i>Ja nie mówię, że węgiel nam jest potrzebny, bo węgiel w końcu nas zabije. Tylko trzeba jakoś to mądrze zrobić. Nie metodą, niekaraniem, tylko, no jakąś świadomością, czy też pracą nad zmianą [TE_07]</i></p> <p><i>Podstawowa sprawa, myślę, to jest odejście od węgla, gdzie wydobyć i tak nie ma przyszłości, ale nie jestem zwolennikiem wyrzucania ludzi i idźcie sobie, róbta sobie co chcecie, tylko to musi być program z konsultacjami z pracownikami, z rodzinami, którzy mają dzieci i tak dalej. [TE_07]</i></p> <p><i>Niestety u nas w kraju jest tak, że się mówi co innego, co innego się robi, gdzie prezydent wychodzi i mówi, że węgiel jest złotem. [TE_07]</i></p>
Uczniowie i studenci	<p><i>Myślę, że jeżeli jesteśmy ludźmi, którzy są samodzielni, myślę, że zaufać temu co naukowcy mówią, to wiemy doskonale, że to globalne ocieplenie i zmiany to jest serio, też istnieje. [TE_09]</i></p> <p><i>To tak, zalety. Odnawialne źródła energii. Dwa, mniejsza emisja gazów cieplarnianych CO2 do atmosfery. Trzy, wykorzystanie surowców wtórnych, typu śmieci, jako nadprodukcyjnych, wykorzystywanych potem. [TE_09]</i></p> <p><i>Wolałbym, żeby jednak był (prąd) z jakichś czystszych źródeł energii, bardziej właśnie odnawialnych chociażby, albo właśnie energia atomowa, niż z węgla [TE_09]</i></p> <p><i>No też jestem świadoma, że sama na przykład dużo nie zmienię, dlatego staram się swoją rodzinę, swoich znajomych, jak mogę, edukować w tym temacie, z taką wiedzą,</i></p>



**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
253/477

jaką mam, ale to przydałaby się zmiana całego społeczeństwa, nie tylko jednej osoby, albo paru osób. [TE_09]

Po prostu powinniśmy te działania podjąć już. Tylko jak szybko uda się wprowadzić, to zobaczymy. Natomiast powinniśmy to wprowadzać jak najszybciej, perspektywa 10 lat, to myślę w ogóle maks. Powinniśmy rzucić wszystko i olać to, że górnictwo, tylko po prostu wziąć się w garść i wprowadzić te wszystkie działania. [TE_09]

Myślę, że ludzie powinni zostać postawieni przed pewną decyzją, pewną sprawczością [TE_09]

Uważam, że to bardzo ważny temat, dawniej śledziłem bardzo mocno te kwestie, natomiast w pewnym momencie zdałem sobie sprawę, że ja osobiście jako pojedyncza osoba, plus ewentualnie te osoby, które przekonam, mogę zrobić bardzo niewiele, w porównaniu z tym, co robią dla klimatu wielkie korporacje, wielkie fabryki i tak dalej. I po prostu ja się tym bardziej stresuję i czytam i się tylko wkurzam, że oni robią tak źle, chociaż ja robię wszystko dobrze, żeby było jak najlepiej dla klimatu, to cały czas ten węgiel i tak dalej. Po prostu staram się teraz ograniczać to, żeby żyć spokojniej, bo zwyczajnie za dużo stresu z tego miałem. [TE_09]

Natomiast jako tacy indywidualni odbiorcy, my mamy na to po części znikomy wpływ, bo sami możemy coś czynić, zmieniać nasze nawyki i to się przekłada na większą skalę, niemniej największymi producentami emisji, to nadal są fabryki, elektrownie, czyli ci dostawcy, od których my czerpiemy źródła. Więc pierwsze zmiany powinny jednak tam zajść, jakieś inne technologie. [TE_09]

Wydaje mi się, że chciałbym, żeby ten prąd był z albo turbin wiatrowych, albo z paneli słonecznych. [TE_10]

Mi się na pewno kojarzy to z przyszłością naszą. Wydaje mi się, że to nasza przyszłość. I zielenią też mi się kojarzy (OZE). [TE_10]

Kojarzą mi się z dobrem dla ludzi i środowiska, z odnawialnością (OZE) [TE_10]

No to w zaletach mam niski wpływ na środowisko, wiele nowych miejsc pracy i opracowanie technologii, która będzie dobra do końca świata [TE_10]

Oszczędzać wszystko we własnym zakresie. Możemy też projekty obywatelskie, które pomogłyby to ograniczyć. I możemy rozsądnie konsumować. [TE_10]

No właśnie ograniczać zużyciu wody czy prądu, ale też propagować to na przykład na jakieś strajki klimatyczne chodzić albo chociaż w szkole o tym rozmawiać. [TE_10]

Myślę, że powinniśmy zacząć od siebie od własnych małych kroków. Oszczędzanie źródeł energii, wody, prądu, a także zastępowanie na przykład plastiku papierem lub czymś, co może być biodegradowalne. I powinniśmy też wspierać małe firmy na przykład ekologiczne, których jesteśmy pewni, że zgodnie ze środowiskiem produkują swoje produkty. [TE_10]

Moglibyśmy też nie kupować w sieciówkach, czyli nie popierać produkcji nowych ubrań, a kupować te używane [TE_10]



**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
254/477

Przez różne organizacje, przez protesty, które, myślę, że dużo dają. w tamtym roku w Warszawie był jeden na pewno, w sumie chyba w całej Polsce, z tego co mi się wydaje, organizowany przez młodzież i myślę, że one dotarły do dużej ilości osób. [TE_10]

Pieniądze, więcej pieniędzy i lobby górniczo-węglowe. Po prostu mamy lobby górniczo-węglowe i nic z tym nie zrobimy, ponieważ jeszcze ma zbyt dużo do powiedzenia. [TE_10]

Też mi się wydaje, że te wielkie koncerny zagrażają nam i mogą kontrolować rynek bardzo [TE_10]

Myślę, że największym problem są koncerny, konsumpcjonizm, a także nieświadomość ludzi. [TE_10]

To są działania, które według mnie też przynajmniej, powinny zostać już podjęte wcześniej, tylko może nie mieliśmy takiej świadomości [TE_09]

Tak naprawdę takimi sprawami już powinniśmy się, my jako społeczeństwo, zająć już nawet 20 czy nawet 30 lat temu [TE_09]

Myślę, że w Polsce ta energia opiera się głównie na węglu i to musi bardzo dużo zmian zająć, żebyśmy odeszli od tego węgla, więc koszty tego też będą na pewno bardzo duże [TE_09]


W sensie myślę, że największy problem mógłby być na wsiach, ponieważ tam ludzie mniej zarabiają i trzymają się tego, co znają a nowe jest dla nich wrogię i obce i nie chcą po prostu zmian, nie przyjmują ich do siebie. Dla ludzi z miasta też koszty, to też może być. Przede wszystkim problemy, ale myślę, że właśnie bardziej chodzi o otwartość umysłu i pogodzenie się z tym, żeby zmienić coś trzeba jakby właśnie przyjąć pewne, nie wiem, czy mogą nazwać straty, ale jakby pewne zamienniki tego, co mamy teraz na coś, co jest inne i po prostu się przyzwyczaić. [TE_09]

A ja bym miał do tego dygresję, to bardziej zależy od polityki państwa, a nie od samorządu, ponieważ mamy w Polsce tak ułożone prawo, że ono odziera samorządy z ich pieniędzy, w sensie dosłownie samorządy są rabowane, wspaniałe janosikowe i te sprawy (...) Ale ogólnie bym bardziej zdecentralizował gospodarkę w Polsce, w sensie tak, przez co można byłoby lokalnie prowadzić, wprowadzać jakieś zmiany ekologiczne, bo lokalnie i tak wiedzą co jak działa lepiej niż ludzie z ministerstwa jakiegoś. A w Polsce jesteśmy bardzo zcentralizowani. [TE_10]

I jakby teraz tak przynajmniej załóżmy dziewięć dziesiątych ludzi się tym zainteresowało, zaczęło dbać o to środowisko, no to byśmy myślę odczuli jakiś efekt tego. [TE_10]

Myślę, że należy przede wszystkim uświadamiać ludzi, ale nie tylko mówić o problemie, ale podawać konkretne przykłady przeciwdziałania [TE_10]


Ale też wydaje mi się, że ludzie w Polsce nie mają tak dużej wiedzy na temat tych paneli i tego jak to jest dobre i nie znają się za bardzo na OZE. Bo też w innych krajach może to jest bardziej popularny temat, my mieliśmy jeszcze za sobą przecież całą tą transformację i nie było czasu po prostu rozmawiania na takie tematy jak energia. I

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 255/477

<p><i>dużo osób też jest nieświadomych tego, jak zły jest węgiel, a jak dobre jest OZE.</i> [TE_10]</p> <p><i>Myślę właśnie, że świadomość ludzi i to, że za bardzo opieramy wszystko na węglu.</i> [TE_10]</p>

Z1_Tabela 3. Wypowiedzi badanych zaliczane do orientacji sceptycznej


Klasy i warstwy społeczne Warszawy	Orientacja sceptyczna
Klasa wyższych specjalistów	<p><i>No ale rzeczywiście jest tak, że na poziomie indywidualnej decyzji, nie mam za wiele do powiedzenia, znaczy musiałabym mieszkać sama w domu, żeby na przykład sobie jakiś system, nie wiem, energii właśnie jakiejś zamkniętej, jakiegoś zamkniętego obiegu sobie zrobić. No a mieszkam w mieście, mieszkam w Śródmieściu, tak za bardzo na poziomie mojej indywidualnej decyzji, nie zależy ode mnie zbyt wiele. [TE_03]</i></p> <p><i>W szybkie zmiany na świecie to ja w ogóle nie wierzę, w taką pewną solidarność. No w Polsce, no to tak jak tutaj podkreślaliśmy, jesteśmy troszeczkę cofnięci, więc tu też się szybko nie zadzieje, więc akurat, no tutaj pesymistycznie podchodzę do tego tematu, nie widzę tego. [TE_03]</i></p> <p><i>Temat myślę, że jest poważny, ale w takim codziennym życiu, raczej się nad tym nie zastanawiam, nie interesuje mnie za bardzo (zmiany klimatyczne). [TE_03]</i></p> <p><i>Tak naprawdę ekologię nie wierzę za bardzo. To są po prostu proste chwyt marketingowe, które gdzieś tam docierają do naszej podświadomości i jeszcze potrzeba wielu lat, żeby to wszystko zostało ustabilizowane. Dzisiaj jesteśmy na etapie raczkującym, dopiero to zaczyna być wdrażane. [TE_03]</i></p> <p><i>Moja chata z kraja, jest mi dobrze, mam prąd, stać mnie na niego i nie interesuje mnie, czy może świat przypadkiem ginie i zostanie unicestwiony za chwilę, bylebym miała prąd. [TE_03]</i></p> <p><i>Poza tym to nie będzie takie proste, żeby odejść nawet od węgla, jeżeli chodzi o tych ludzi, o górników, o ich rodziny, o miejsca pracy. Jeżeli ktoś by chciał odejść, to już nie przyjmowałby nowych górników, tych ludzi jakoś częściowo można by było przekwalifikować. To się nie dzieje i oni, to jest tak wszystko ze sobą powiązane, oni nigdy nie dadzą pozamykać kopalni, tak? [TE_03]</i></p> <p><i>Wydaje mi się, że to jest lepsze rozwiązanie właśnie w domach jednorodzinnych, na jakichś małych wsiach, ludzie mają zasoby węgla i, no nie stać też na założenie na przykład ogrzewania gazowego. [TE_03]</i></p> <p><i>A za to politycy, kto by nie był, z górnikami musi się liczyć, tak, bo wiadomo, musi się liczyć, tam jest bardzo dużo górników, rodziny, ludzi żyjących z węgla, no to jest taka</i></p>

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 256/477</p>


	<p><i>grupa społeczna, z którą trzeba się liczyć, więc to jest taki krąg zamknięty, gdzie nie ma tak naprawdę z tego wyjścia. [TE_03]</i></p> <p><i>Brak finansowania, to jest pierwszy, drugi to jest właśnie uzależnienie górników od polityków i na odwrót. [TE_03]</i></p> <p><i>Sceptycyzm społeczeństwa jest główną przeszkodą. [TE_03]</i></p>
<p>Klasa niższych specjalistów biurowych</p>	<p><i>Więc uważam, że jakby ludzie byli bardziej świadomi, to by wyglądało wszystko trochę inaczej. Ale jeszcze nie każdy do tego podchodzi odpowiedzialnie i dba o to wszystko. Więc wygląda to na ten moment jak wygląda. [TE_05]</i></p> <p><i>Jeśli jest możliwość, żebyśmy wykorzystywali OZE, to wykorzystujemy. No ale jak nas na to nie stać, czy nie mamy do tego infrastruktury, no to co zrobimy? To musi być wykorzystywany węgiel wtedy. [TE_05]</i></p> <p><i>Więc dla mnie alternatywą jest węgiel i koniec, no. Jest mniej szkodliwy niż te wszystkie odpady po tych cudach. [TE_05]</i></p> <p><i>Natomiast zaczęły się pojawiać teraz w świadomości ludzi, to co tutaj też Państwo wspominali, owszem, nie ma emisji gazów cieplarnianych, natomiast gdzie składować odpady, ogromną ilość odpadów właśnie paneli słonecznych, [TE_05]</i></p> <p><i>Jeżeli chodzi o wiatraki, zawsze jest problem, od lat jest walka też między firmami, kto ma gdzie jakie wiatraki postawić, dwa, to uzależnione jest od warunków atmosferycznych, trzy, do tej pory nie wiedzą, co mają zrobić z nadwyżką tego prądu, który te wiatraki robią. [TE_05]</i></p> <p><i>Praca dla ludzi na Śląsku, dokładnie, no bo to też trzeba wziąć pod uwagę, że czy zdrowe, czy niezdrowe, no to ileś tam tysięcy osób pracuje i też, no chcieliby tą pracę zachować, prawda, bo utrzymują swoje rodziny. [TE_05]</i></p> <p><i>No ale kwestia tego też, że nasz rząd, no jednak jest najpierw rząd do wymiany. Jeżeli chcemy cokolwiek zmienić, bo nasza mentalność polska, jest taka, że wszystko co nowe jest be, a wszystko co polskie jest dobre. Więc dlatego za tym węglem tak ludzie są. [TE_05]</i></p> <p><i>No myślę, że świadomość taka jeszcze nie do końca. No niestety w Polsce mamy dużo tego węgla i dalej ludzie będą z niego korzystać, bo to jest nasze. [TE_05]</i></p> <p><i>Ogromna nieufność społeczeństwa. Tak jak tutaj pan powiedział, społeczeństwo się starzeje, a im człowiek starszy, tym trudniej mu się na coś przestawić. [TE_05]</i></p>
<p>Klasa pracowników handlu i usług</p>	<p><i>Mnie interesuje w tej chwili, żeby były jak najmniejsze koszty. Natomiast druga, już drugorzędne, że tak powiem, jest, czy to będzie z odnawialnych, czy nie z odnawialnych. [TE_04]</i></p> <p><i>Jeżeli tak, to panele jeszcze utylizacja i żeby nie było coś takiego, że zamienił stryjek siekierkę na kijek, w sensie, że nasze panele bardziej by zagrażały środowisku i nam, niż na przykład węgiel. I cóż, trzecia rzecz, to jest zmagazynowanie energii. [TE_04]</i></p> <p><i>Zawsze się klimat zmieniał cyklicznie, co ileś tam, tak że to nie jest coś, uważam... Faktycznie może jest to troszkę bardziej odczuwalny i jesteśmy w stanie przy dzisiejszej</i></p>

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p>Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p>Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 257/477</p>


	<p><i>nauce zarejestrować łatwiej, ale te zmiany według mnie przynajmniej one zawsze były. [TE_04]</i></p> <p><i>Myślę, że całe to zagłębie śląskie, czyli tysiące, dziesiątki tysięcy miejsc pracy, ludzie tam się utrzymują w zasadzie z tego, więc jeśli byśmy odeszli całkowicie od węgla, no to na pewno to, co teraz rząd chce wprowadzić, czyli zakaz, ale żadnego pomysłu na tych ludzi, no to ja jednak w tych aspektach bym jeszcze został przy węglu. [TE_04]</i></p> <p><i>Też samo zapoczątkowanie OZE wymaga dużej inwestycji, więc przebrązowienie całego kraju nagle z elektrowni konwekcyjnych na odnawialne źródła energii jest to bardzo duży koszt, więc nie wiem, czy mamy na to pieniądze [TE_04]</i></p>
<p>Klasa robotników</p>	<p><i>No właśnie chciałbym mieć na to czas, żeby się zajmować ekologią. Ja bym chciał mieć czas, ja nie wiem skąd mają czas ci ludzie, co gdzieś tam się ustawiają pod sejmem, rozstawiają namioty, strajkują i w ogóle, czy ktoś im za to płaci? Skąd oni mają takie życie, że mają na to czas? Ja wstaję 4:30, ja ich mijam, ja im mówię, gościu skąd ty masz na to czas? [TE_04]</i></p> <p><i>Przy węglu bym została. Już przyzwyczajona jestem, że te ciepło, te ogrzewanie jest właśnie z węgla, więc zostałabym przy tym. [TE_01]</i></p> <p><i>Tylko że zawsze te zmiany klimatu były. A za tym stoją pieniądze, żeby straszyć ludzi, że ta zmiana klimatu jest, żeby wprowadzić takie, a nie inne rozwiązania. [TE_01]</i></p> <p><i>Tak, że właśnie praca dla górników jest, to jest zaleta. Że gospodarka większość stoi na węglu, no ludzie piece mają. No i też praca dla ludzi, którzy no przecież w tych składach węgla, ktoś musi przywieźć ten węgiel, czy, prawda, kolejarze przewieźć, to trochę ludzi tam pracuje, no to też jest zaleta [TE_01]</i></p> <p><i>No zalety też, że mamy ten węgiel u siebie, nie musimy go sprowadzać, praca dla ludzi. [TE_01]</i></p>
<p>Warstwa profesjonalistów z wyższym wykształceniem</p>	<p><i>Powiedzmy jestem trochę za ekologią, trochę może nie za ekologią. Już myślę, że bardziej, że jestem za moim portfelem ewentualnie, niż powiedzmy za tym, że Ziemia jest na złej drodze, jeśli chodzi o środowisko. [TE_02]</i></p> <p><i>Nie sądzę, żebyśmy kiedykolwiek byli zeroemisyjni, żeby świat był idealny. [TE_02]</i></p> <p><i>Znaczący powiem tak, ciężko powiedzieć ponieważ, to po pierwsze, ja jestem za tym, żeby powoli rezygnować z kopalni, ale to trzeba zrobić rozsądnie i tak żeby ludzie mieli pracę. Nie da się jednego dnia zamknąć wszystkie kopalnie i postawić samo to, bo to jest niemożliwe, do tego dodatkowa inwestycja, bo to też są duże inwestycje w tym momencie. [TE_02]</i></p> <p><i>A właśnie jeszcze chciałem powiedzieć, że to jest właśnie uzależnione bardzo mocno od takich politycznych spraw, bo tak naprawdę okej, my chcemy jakby zmienić, żeby było bardziej życie jakby pod kątem jakby ochrony planety, ale ktoś zarabia na tym ogromne, potężne pieniądze, mam na myśli wydobywanie węgla, ropy i tak dalej, i oni tak łatwo nie pozwolą na to, żeby teraz to zmienić, bo dla nich to jest jakby śmierć, mówiąc w jakimś już takim turbo skrócie. [TE_02]</i></p>

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 258/477</p>

	<p><i>Pytanie jest takie, czy jesteśmy na to przygotowani? Bo na pewno, w tym momencie się okazało, że ilość, na przykład energii elektrycznej z fotowoltaiki jest tak duża, że my nie jesteśmy na to w ogóle przygotowani, co z tego, że będzie... [TE_02]</i></p> <p><i>Do zalet mam, zwłaszcza w Polsce, dużą stabilność i zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego dla kraju w porównaniu do OZE aktualnie. Jest to sektor, który generuje dużo miejsc pracy i jakąś część PKB i bardziej mam na myśli węgiel brunatny, na przykład w Bełchatowie [TE_02]</i></p> <p><i>Druga sprawa jest taka, że przykładowo ten przemysł jest rozwinięty, mamy górników, którzy będą strajkować, że będziemy, znaczy będziemy, państwo będzie zabierało miejsca pracy, więc to trzeba przereorganizować. To jest związane z pieniędzmi, z polityką i po prostu nie jest to takie proste. [TE_02]</i></p> <p><i>No drugą wadą, moim zdaniem, też jest to, że jest jeszcze mała wiedza na ten temat, nie każdy się może zgodzić na taką inwestycję, bo nie każdy ma wiedzę, czy to jest w ogóle fajne. [TE_02]</i></p>
Warstwa szeregowych urzędników publicznych	<p><i>No i wydaje mi się też, no kwestia polityczno-finansowa, tak. O tutaj też są pewne koncerny, które nie pozwolą sobie w jakiś sposób na przejście na inne źródła energii. No będą wykorzystywały to, co jest tańsze, to co jest wygodniejsze, to do czego mają dostęp. No i tutaj te rozgrywki... [TE_06]</i></p> <p><i>Korporacje, bo teraz korporacje są, wyżej stoją niż rządy państw według mnie, bo to są międzynarodowe organizacje. [TE_06]</i></p> <p><i>Ale patrzę pod tym względem ile mają lat ci robotnicy, którzy obecnie pracują przy tym całym węglu. Bo to chodzi też mi o to, żeby nie stracili nagle pracę. No ale już nie będą zatrudnieni kolejny akurat do tej pracy. Żeby mieli też czas na przekwalifikowanie się do czegoś tam innego, albo żeby inne studia kończyli. [TE_06]</i></p>
Warstwa emerytów	<p><i>No myślę, że to też nie jest możliwe i, no z wielu powodów, że będzie to wydobywanie właśnie węgla i dalej, że będzie tak jak było, podobnie, no może w mniejszym zakresie, pewnie tak. [TE_08]</i></p> <p><i>A w wadach napisałam, to będzie zwiększenie kosztów i zmniejszenie zatrudnienia ludzi wtedy. Czyli z pracą by było gorzej. [TE_08]</i></p> <p><i>Ja zapisałam do zalet, że już mamy tą jakość infrastruktury przemysłową zbudowaną, prawda, że tego nie trzeba od nowa, tylko modernizować. [TE_08]</i></p> <p><i>No zalety, no daje ciepło, daje prąd elektryczny i jest tradycyjne, nie? Mam na myśli to, że jest łatwe w wykorzystaniu, no bo jest ta struktura już zbudowana, żeby nie budować nowej, a to niech sobie powoli umiera, a przecież szkoda tego. [TE_08]</i></p> <p><i>Zaleta, że jest cicho na Śląsku, bo to jest polityka. Obojętnie kto jest u władzy, to się boi strajku górników...i dlatego nie ruszają. To jest pierwsza rzecz. [TE_08]</i></p>
Osoby o niskich kwalifikacjach	<p><i>Trzeba patrzeć całościowo, holistycznie, bo oszczędzę środowisko, ale ile jest firm, które pseudo oszczędzają, a tak naprawdę niszczą środowisko i co, ja będę kroplą w morzu. [TE_07]</i></p>

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 259/477</p>

	<p><i>Może to jest bardziej złożone i o to trzeba by było zadbać, żeby tych ludzi zacząć przekwalifikowywać jak najwcześniej, no bo nie wiadomo jak oni sobie poradzą później, za te 20, 30 lat. Jeżeli on jest przystosowany założył do danej specyfiki pracy, no to ja znałem taką osobę, która pracowała całe życie w jednym zakładzie i ona później przyszła do takiej pracy jak moja i ona tak jakby przyszła do innego świata. To już była masakra. [TE_07]</i></p> <p><i>Niszczenie krajobrazu przede wszystkim głównie przez elektrownie wiatrowe, ale także wodne. Zagrożenia dla różnych zwierząt, na przykład bardzo dużym problemem jest ptactwo wszelkiego rodzaju przy budowie elektrowni wiatrowych. No i nie każde miejsce na ziemi nadaje się na budowę takich elektrowni i są próbną pomiary robione, gdzie w ogóle można elektrownie wiatrowe budować najlepiej, to wiadomo, na morzu. [TE_07]</i></p>
<p>Uczniowie i studenci</p>	<p><i>To na pewno mamy, teraz już nie aż tak, ale mieliśmy dosyć duże złoża w Polsce, ale też wydobywanie węgla dawało pracę wielu osobom właśnie w kopalniach i tak dalej. Mamy bardzo dużo osób, które właśnie tym zarabiają [TE_09]</i></p> <p><i>To jest duży problem z wiatrakami. Nie są tak bardzo opłacalne dla... Po prostu dość szybko się zużywają. [TE_09]</i></p> <p><i>Ja właśnie również słyszałam tego typu opinie, że panele słoneczne zwracają się w tym momencie, kiedy ich sprawność jest, po prostu na tyle spada, że ta inwestycja przestaje być korzystna. Później jeszcze utylizacja we własnym zakresie paneli słonecznych, to również [TE_09]</i></p> <p><i>I druga wada (OZE), że wymaga zmian też w ludziach, na które nie wszyscy są jeszcze gotowi, nie wszyscy chcą tej energii, więc to też może być ciężkie do wprowadzenia. [TE_09]</i></p>

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 260/477</p>

**TRANSFORMACJA ENERGETYCZNA WARSZAWY w PERSPEKTYWIE PRZEDSTAWICIELI PODMIOTÓW
GOSPODARCZYCH**

Rozdział I

**Przedmiot badania, problematyka badawcza, hipotezy badawcze,
metodologia.**

Przedmiot badania

Badanie objęło członków zarządów firm reprezentujących różne typy odbiorców energii elektrycznej:

- a) firmy przemysłowe
- b) firmy handlowo-usługowe (nieruchomości, biurowce, itp.)
- c) spółdzielnie mieszkaniowe
- d) małe i średnie firmy przemysłowe/usługowe


We wstępnej części wywiadu pytaliśmy o wielkość i strukturę zapotrzebowania na energię. w rezultacie udało się uzyskać informacje dotyczące profili energetycznych badanych podmiotów. Profile te mają charakter schematyczny, gdyż ze względu na gwarancje anonimowości nie ujawniamy wszystkich uzyskanych danych.

Profil energetyczny firmy F1

Podstawowym surowcem energetycznym wykorzystywanym w firmie jest energia elektryczna. Do tego celu wykorzystywane są linie wysokiego napięcia. Szacowane roczne zużycie energii elektrycznej wynosi 460 GWh. Dodatkowo w firmie w celu wytwarzania produktu końcowego wykorzystywany jest gaz ziemny w ilości około 350-400 GWh. Gaz ziemny wykorzystywany jest również w kotłowni gazowej do produkcji pary wodnej o odpowiednich parametrach. Para wodna wykorzystywana jest w procesie technologicznym. Poza parą technologiczną w firmie wykorzystuje się gazy techniczne jak tlen, azot, argon.

Profil energetyczny firmy F2

Zakład podzielony jest na cztery lokalizacje o różnej specyfice pracy. Podstawowym surowcem energetycznym wykorzystywanym w firmie jest energia elektryczna. Priorytetem jest bezpieczeństwo jej dostawy i zapewnienie ciągłości energii elektrycznej. Szacowane roczne zużycie energii elektrycznej wynosi 33 GWh. Optymalizacja kosztów zakupu energii elektrycznej polega na korzystaniu z zasady TPA. Drugim medium energetycznym wykorzystywanym w firmie jest para technologiczna kupowana od pobliskiego dostawcy. Szacowana ilość energii zakupionej w parze technologicznej wynosi 38 GWh. Kupowane jest ciepło systemowe w ilości poniżej 1 GWh. Trwają konsultacje wewnętrzne na temat koncepcji zainstalowania instalacji PV i solarów. Ze względu na ograniczoną powierzchnię dachu (z przyczyn technicznych) wielkość instalacji PV czy solarnych jest ograniczona. Ponadto ograniczenia niektórych budynków w kontekście montażu PV wynikają z ich

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 261/477</p>

zabytkowego charakteru. Rozpatrywana jest również możliwość produkcji pary technologicznej wewnątrz zakładu, dotyczy to sytuacji awaryjnych.

Profil energetyczny firmy F3


Podstawowe media konsumowane w firmie to energia elektryczna, ciepło miejskie oraz gaz ziemny. Roczne zużycie energii elektrycznej wynosi około 120 GWh. Energia elektryczna kupowana jest poprzez organizowanie przetargu. Podpisane umowy są rozdzielone tj. osobna na dystrybucję oraz osobna na sprzedaż energii. Do 2021 roku umowa na sprzedaż energii elektrycznej oparta była o stałą cenę na cały rok. Na przełomie roku 2021/2022 podjęto decyzję o podpisaniu umowy bardziej elastycznej (wybór rynku spot albo usztywnienie na miesiąc, kwartał- kontrakt BASE z TGE). Aktualnie firma funkcjonuje w oparciu o zakup energii na rynku spot. w kontekście możliwości zainstalowania OZE w firmie nie ma aktualnie zaplanowanej strategii.

Profil energetyczny spółdzielni mieszkaniowej SM1

Spółdzielnia mieszkaniowa składa się z ponad trzydziestu budynków mieszkalnych wielorodzinnych. Do spółdzielni należy ponad dwa tysiące lokali mieszkalnych, ponad sto lokali usługowych. Wszystkie lokale są zarządzane przez spółdzielnię. Lokale mieszkalne i usługowe mają podpisane indywidualne umowy ze sprzedawcami energii elektrycznej w zakresie dostawy tej energii do ich lokali. Spółdzielnia miała podpisaną umowę na lata 2020-2022 na stałą cenę energii elektrycznej wynoszącą nieznacznie powyżej 300 zł /MWh. Zapotrzebowanie na energię elektryczną spółdzielni wynosi nieznacznie poniżej 1 GWh. Latem tego roku przeprowadzono przetarg na energię elektryczną, w którym najniższa oferta obejmowała cenę na blisko 1600 zł/MWh. Część budynków wyposażona jest w indywidualne liczniki gazu przypisane do lokali, natomiast pewną część budynków ma tzw. liczniki budynkowe, to znaczy, że lokale rozliczane są ryczałtowo. Koszty wynikające z wykorzystania gazu są niewielkie w porównaniu do całości i ma znaczenia dla funkcjonowania spółdzielni w aspekcie kosztowym. Wynika to z faktu, że nie jest wykorzystywany do ogrzewania budynków. Największy koszt w portfolio mediów stanowi ciepło systemowe, którego roczny koszt wynosi średnio 5 mln zł.

Profil energetyczny spółdzielni mieszkaniowej SM2

Spółdzielnia mieszkaniowa ma około 220 budynków. Budynki zlokalizowane są w trzech dzielnicach, gdzie w całości zasilane są z miejskiej sieci ciepłowniczej. Spółdzielnia wyposażona jest w pojedyncze węzły ciepłownicze. Pozostałe siedem budynków w Markach zasilane jest z indywidualnej kotłowni gazowej. Koszty ciepła (za Gigadżul) z kotłowni gazowych jest trzykrotnie wyższy w porównaniu do ceny ciepła (za Gigadżul) z sieci ciepłowniczej. w ostatnim czasie spółdzielnia otrzymała wypowiedzenie umowy na energię elektryczną. Aktualnie dostawca proponuje dwukrotnie wyższą cenę. w zakresie instalacji solarnych spółdzielnia ma negatywne doświadczenia, w opinii spółdzielni wpływ instalacji solarnej na cenę ciepła jest marginalny. w przypadku PV spółdzielnia zainstalowała i testuje jej działanie na dwóch budynkach. Uzyski na początkowym etapie są obiecujące. Spółdzielnia ma w planie montaż PV na kolejnych trzech budynkach. w spółdzielni bardzo dużo nakładów przeznaczono na docieplanie budynków, instalacje centralnego ogrzewania, zawory termostatyczne oraz częściowo zainstalowane podzielniki ciepła.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 262/477</p>

Profil energetyczny firmy MSP

Średnie przedsiębiorstwo będące prywatną własnością. Firma zatrudnia około 160 osób. Podstawowym surowcem energetycznym wykorzystywanym w firmie jest energia elektryczna. Do tego celu wykorzystywane są trzy transformatory. Szacowane roczne zużycie energii elektrycznej wynosi 1500 MWh. Ze względu na obecne bardzo wysokie ceny energii elektrycznej na krajowym rynku, zakup energii elektrycznej odbywa się na rynkach zagranicznych. Największy udział w zużyciu energii elektrycznej stanowi zasilanie urządzeń energetycznych. Szczytowe zapotrzebowanie na moc elektryczną wynosi około 2 MW. Dodatkowym surowcem zużywanym w firmie jest gaz ziemny w ilości około 78 000 m³ rocznie. Gaz ziemny wykorzystywany jest do celów grzewczych poprzez spalanie w piecach gazowych. w firmie na cele grzewcze zainstalowane są również solary o szacunkowej rocznej produkcji ciepła około 20 MWh. w firmie na cele transportu wewnętrznego wykorzystywane są również paliwa płynne (ropa, gaz LPG). w przyszłości na terenie firmy planowane jest zainstalowanie źródeł PV w ilości około 500 kWp.

Problematyka badawcza

Pytanie badawcze Nr 1: Jaka jest orientacja badanych w kwestii odchodzenia w wytwarzaniu energii elektrycznej od węgla w kierunku OZE: jak jest postrzegane właściwe tempo tego przejścia oraz jaka jest preferowana struktura miksu energetycznego w roku 2050?

Komentarz:

Od roku 2020 Komisja Europejska realizuje strategię Zielonego Ładu. Jest to plan doprowadzenia gospodarki europejskiej do stanu neutralności klimatycznej w roku 2050, co w praktyce oznacza osiągnięcie zerowego poziomu emisji gazów cieplarnianych netto. Ograniczenie emisji tych gazów jest jednym z głównych mechanizmów osiągnięcia neutralności klimatycznej.


W środowiskach biznesowych dyskutowane są dwa główne scenariusze realizacji strategii Zielonego Ładu w polskiej gospodarce. Dominuje przekonanie o konieczności szybkiego odejścia od produkcji energii elektrycznej ze źródeł kopalnych (z węgla, gazu, ropy) oraz z energii jądrowej w kierunku odnawialnych źródeł energii (OZE). Zwolennicy drugiego scenariusza opowiadają się za stopniowym zastępowaniem węgla przez OZE, przy równoczesnym przejściowym utrzymywaniu energetyki gazowej i budowie od podstaw energetyki jądrowej.

Treść pytania skierowanego do respondentów:

Jak Pana (i) środowisko zawodowe odnosi się do kwestii określenia optymalnego kierunku transformacji polskiej energetyki? w szczególności istotne znaczenie ma preferowana struktura miksu energetycznego w roku 2050 oraz zdefiniowanie właściwego tempa odchodzenia od paliw kopalnych.

Pytanie badawcze Nr 2: Jakie są orientacje badanych dotyczące przyszłego kształtu systemu energetycznego. Czy powinien się on opierać się na scentralizowanym systemie korporacyjnym (Wielkoskalowa Energetyka Korporacyjna), czy też na rozproszonym systemie elektroprosumeryzmu?

Komentarz

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 263/477</p>

Obecnie w Polsce funkcjonuje system określany jako WEK – Wielkoskalowa Energetyka Korporacyjna.

W elektroenergetyce obejmuje on:

- 4 koncerny energetyczne: Polska Grupa Energetyczna, Tauron, Enea, Energa (wytworzenie i dystrybucja energii);
- Zespół Elektrowni PAK (wytworzenie energii);
- Stoen Operator (grupa E. ON – dystrybucja energii);
- PKP Energetyka (dystrybucja energii);

Poza elektroenergetyką do systemu WEK zaliczamy:

- w sektorze węgla kamiennego: Polska Grupa Górnicza, Lubelski Węgiel Bogdanka, Jastrzębska Spółka Węglowa;
- w sektorze paliw transportowych: PKN Orlen, Lotos;
- w sektorze gazowym: PGNiG,
- w ciepłownictwie sieciowym (ok. 50% całego ciepłownictwa) są to spółki korporacyjne, takie jak PGNiG Termika, Veolia, Fortum.

System przesyłu energii elektrycznej stanowią sieci najwyższych napięć, które należą do Polskich Sieci Elektroenergetycznych.


Eksperti propagują wprowadzenie **systemu energetyki rozproszonej OZE**. Koncepcja ta obejmuje: całkowite wygaszenie paliw kopalnych, pasywizację budownictwa, elektryfikację ciepłownictwa, elektryfikację transportu, zmiany sposobu użytkowania energii elektrycznej i ponownej elektryfikacji z wykorzystaniem źródeł OZE. Jest to koncepcja zaspokojenia potrzeb energetycznych społeczności lokalnych zorganizowanych w granicach jednostek samorządu terytorialnego (JST).

Ta koncepcja, określana jako **elektroprosumeryzm**, jest konkurencyjna wobec scentralizowanego systemu (WEK bazującego na paliwach kopalnych). Elektroprosumeryzm opiera się w szczególności na tworzonych lokalnie małych elektrowniach wykorzystujących OZE oraz na indywidualnych mikroinstalacjach budynkowych (domy jednorodzinne, budownictwo wielorodzinne)

Istotą elektroprosumeryzmu, jako strategii transformacji energetyki, jest wytworzenie nowych rynków, które zastąpią stare rynki schodzące, tj. końcowe energii elektrycznej, ciepła i paliw transportowych, działające na mocy koncesji URE, czyli rządowych.

Nowymi rynkami są wschodzące rynki elektroprosumeryzmu. w Polsce są to cztery główne rynki: zdecentralizowany rynek energii elektrycznej NR 1 funkcjonujący na lokalnej infrastrukturze sieciowej nN-SN-110kV; bezsieciowy rynek urządzeń, elektrotechnologii, materiałów (produkcja i usługi); bezsieciowy rynek usług elektroprosumenckich; rynek energii elektrycznej NR 2 - morskiej energetyki wiatrowej i Jednolity Rynek Europejski Energii Elektrycznej) z połączeniami transgranicznymi).

Treść pytań skierowanych do respondentów:

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 264/477</p>

Pytanie A. Aktualnie mamy do czynienia z sytuacją znaczących podwyżek cen nośników energii: prądu, gazu, węgla, ropy (benzyny). Wiąże się to zarówno z brakiem reform po roku 2000, z kryzysem gospodarczym wynikającym z pandemii, jak również z wojną prowadzoną przez Rosję w Ukrainie. Jak Pana (i) środowisko zawodowe odnosi się do rozwiązań systemowych, mających na celu zapobieganie tego typu kryzysom w przyszłości: czy opowiada się za oparciem energetyki na scentralizowanym systemie korporacyjnym (WEK), czy też za rozproszonym systemem elektroprosumeryzmu? Proszę uzasadnić swoją opinię.

Pytanie B. Jakie działania zamierza podjąć zarząd Waszej firmy celem obniżenia kosztów energii? Czy w planach strategicznych firmy rozważacie Państwo rezygnację z kopalnych źródeł energii oraz podjęcie inwestycji w odnawialne źródła energii?

Pytanie badawcze Nr 3: Jakie rozwiązania legislacyjne powinny znaleźć się w przygotowywanej ustawie „Prawo elektryczne”?

Komentarz


Funkcjonowanie systemu energetycznego w Polsce reguluje „Prawo energetyczne” uchwalone w roku 1997 i obejmujące m.in. podsektory elektroenergetyczny, ciepłowniczy i paliwowy. Jest to jedna z najczęściej zmienianych ustaw w Polsce.

Od czasu jej ustanowienia opublikowanych zostało ponad 100 nowelizacji, które w efekcie skutkują m.in. brakiem spójności z innymi regulacjami prawnymi w zakresie stosowanej terminologii, a także nadmiernym uregulowaniem pewnych obszarów. Dla efektywnego wprowadzenia decentralizacji energetyki konieczne są nowe rozwiązania legislacyjne, w tym m.in. opracowanie ustawy sektorowej w postaci Prawa elektrycznego, w której powinny zostać zawarte regulacje właściwe dla nowopowstającego sektora gospodarki, jakim jest elektroprosumeryzm.

Zadaniem Prawa elektrycznego jest stworzenie środowiska prawnego pobudzającego efektywniejsze (przy bardzo małych nakładach inwestycyjnych) wykorzystanie istniejących zasobów (sieci elektroenergetycznych, agregatów awaryjnego zasilania, innych). Dalej pobudzających innowacyjność technologiczną oraz biznesową dla rozproszonej energetyki odnawialnej (o niskiej jednostkowych nakładach inwestycyjnych). Równie ważne znaczenie ma przebudowa struktury odpowiedzialności za zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego zarówno na poziomie samorządowym, jak i w odniesieniu samych elektroprosumentów. Tworzenie nowego prawa wymaga zastosowania nowego rodzaju słownictwa, opisującego we właściwy sposób elektroprosumeryzm. Konieczne jest również powołanie nowych struktur (instytucji) oraz określenie nowych ról podmiotów gospodarczych, dla których nie ma odpowiednika stosowanego w obecnych regulacjach, dotyczących schodzących rynków.

Treść pytania skierowanego do respondentów:

Projekt ustawy „Prawo elektryczne” jest przygotowywany przez Parlamentarny Zespół ds. Prawa Elektrycznego. Generalną zasadą prac legislacyjnych Zespołu jest dążenie do uzyskania rekomendacji środowisk biznesowych, dotyczących ich oczekiwań w zakresie prawa elektrycznego. Proszę określić,

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 265/477</p>

czy proponowane poniżej rozwiązania powinny zostać wprowadzone do praktyki gospodarczej?
Proszę uzasadnić swoją opinię.

A. Regulacja o dostępie (samorządów, elektroprosumentów, niezależnych wytwórców) do rynku bilansującego. Regulacja ta ma za zadanie uregulowanie zasad dostępu do rynku bilansującego. Podmiot może być reprezentowany przez ITEP (patrz definicje wyżej), czego celem jest zapewnienie dostępu do zakupu/sprzedaży energii elektrycznej bezpośrednio na lokalnym rynku bilansującym (lub na giełdzie energii - Towarowa Giełda Energii - lub w innych transakcjach pomiędzy zainteresowanymi stronami), co potencjalnie zwiększy opłacalność inwestowania we własne odnawialne źródła energii.

B. Przepis wprowadzający dodatkową pozycję w fakturze spółdzielni mieszkaniowej za energię elektryczną, w miejsce obecnej indywidualnej umowy (pomiędzy dystrybutorem energii elektrycznej a gospodarstwem domowym) o dostawę energii elektrycznej. Celem jest ograniczenie kosztów energii elektrycznej, zwłaszcza wynikające ze zmiany taryfy na energię elektryczną (niższy poziom cen na wyższym poziomie napięć) oraz wyeliminowanie opłaty dystrybucyjnej za sieci, które nie istnieją (to odnosi się do budynków wielorodzinnych, w których są instalacje wewnętrzne budynkowe należące do spółdzielni mieszkaniowej bądź do wspólnoty mieszkaniowej).

C. Regulacja o dostępie wielkiego przemysłu, zasilanego z GPZ-ów (stacji transformatorowych) do rynków offshore i JRE (europejski jednolity rynek energii elektrycznej).

Metoda


Zastosowano metodę wywiadu pogłębionego (IDI), z pewną modyfikacją, wynikającą ze złożoności problematyki, stanowiącej przedmiot badania. Badani przed wywiadem otrzymali obszerny materiał informacyjny, dotyczący transformacji energetycznej oraz podstawowych założeń koncepcji elektroprosumeryzmu.

Formułę wywiadu określono jako „wywiad ekspercki”, co oznaczało, że badani byli proszeni o przedstawienie opinii charakterystycznych dla ich środowiska biznesowego. Wywiad był prowadzony przez socjologa przy udziale eksperta w zakresie kwestii technicznych i technologicznych, co pozwalało na bieżąco wyjaśniać kwestie jakie pojawiały się w interakcji pomiędzy badanym a badaczami. Respondentom gwarantowano całkowitą anonimowość wypowiedzi.

Wywiady zostały przeprowadzone we wrześniu 2022 r. Podstawą niniejszej analizy jest transkrypcja wywiadów, które zostały następnie usystematyzowane według problemów badawczych. Wypowiedzi zostały zakodowane wg następującego klucza: firmy przemysłowe – F1, F2; firma handlowo-usługowa – F3; spółdzielnie mieszkaniowe – SM1, SM2; mała/średnia firma – MSP.

Hipotezy badawcze

Podobnie jak w raporcie „Świadomość ekologiczna warszawiaków” przyjmuję hipotezę, że w świadomości środowisk biznesowych Warszawy występują dwie rozbieżne orientacje, dotyczące transformacji energetycznej:

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 266/477</p>

a) orientacja proekologiczna, popierająca działania ograniczające emisję gazów cieplarnianych, w tym rozwój OZE, domagająca się szybkiej dekarbonizacji gospodarki; zorientowana na ochronę klimatu i środowiska naturalnego;

b) orientacja sceptyczna, krytycznie odnosząca się do koncepcji ograniczania emisji gazów cieplarnianych, popierająca działania utrzymujące konwencjonalne źródła energii jako podstawę systemu energetycznego, negatywnie oceniająca perspektywy rozwoju OZE, sceptycznie traktująca politykę ochrony klimatu i środowiska naturalnego.

Powyższe hipotezy odnoszą się do wszystkich trzech pytań badawczych. Oczywiście każde z pytań badawczych dotyczy osobnego, wydzielonego aspektu transformacji energetycznej.

Rozdział II

Analiza jakościowa treści wywiadów eksperckich

Temat 1

Preferowana struktura miksu energetycznego w roku 2050 oraz określenie właściwego tempa odchodzenia od węgla, a także od gazu i paliw płynnych (transportowych)


Orientacja proekologiczna

Pozytywne nastawienie do transformacji energetycznej w kierunku OZE

Jeśli chodzi o cały koncern to ogłosił, że do dwa tysiące dwudziestego trzeciego, przynajmniej ta część europejska, dzieli się na longi i flaty. Mówię tutaj o longach. Zredukuje emisje CO₂ pośrednie i bezpośrednie do poziomu, o trzydzieści pięć procent, a w dwa tysiące pięćdziesiątym chcemy być neutralni klimatycznie. To oznacza, że, mamy ułatwione zadanie, bo możemy kupić po prostu zieloną energię. Albo, i też o tym oczywiście myślimy, i dość zaawansowani w tym jesteśmy, wybudować farmę fotowoltaiczną chociażby na naszym terenie. [F1]

Mamy tak zwaną road mapę, po której idziemy, no to zazielenienie tych dostaw energii jest jakby jak najbardziej, jak najbardziej bliskie i praktycznie rozmawiamy z firmami, bo mamy już oferty na zakup tych gwarancji. [F1]

Czy ja widzę ryzyko? Oczywiście, no źródła odnawialne są niestabilne. Nawet umowa PPA nie zagwarantuje, że będziemy mieli cały czas... Jeśli chodzi o fotowoltaikę, nawet tę, którą postawimy na naszym terenie, to oczywiście ona będzie pracowała w tych, w bazie. Czyli będzie dawała tyle, co możemy zużyć zawsze, prawda? Natomiast jeśli chodzi o zazielenienie całej energii, to jest ten problem, że no niestety, musimy wtedy podpisać umowę PPA czy, gwarancję pochodzenia jeszcze, ale gwarancje pochodzenia no jeszcze w miarę są tanie, ale już na dwa tysiące dwudziesty drugi, bo teraz kupujemy na dwa tysiące dwudziesty pierwszy, prawda, się kupuje gwarancje jeszcze. Na dwa tysiące dwudziesty drugi już będą dużo, dużo droższe. I niestety one będą drożały. To jeśli o umowy PPA, no to jest zużycie tego, ci wyprodukuje kontrahent. Chociażby z wiatraków. No a kontrahent poda

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p>Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 267/477</p>

energię wtedy, kiedy wieje. Czyli będziemy musieli uzupełniać swoje zapotrzebowanie z rynku normalnie chociażby ze spotów właśnie, no co już nie będzie zieloną energią. [F1]

Wie pan co, myślę, że w dwa tysiące pięćdziesiątym to już węgla powinno nie być praktycznie wcale, jeśli chcemy być neutralni. Musi być jądrowka, innego wyjścia, no, wydaje mi się, że innego wyjścia nie ma. No, jądrowka jest zeroemisyjna, prawda? Czyli jakby, jakby kupowanie energii, oczywiście, to jeszcze zależy od podejścia Komisji Europejskiej, wszystkich osób, od których zależą te programy i kwalifikacja danej energii, czy to jest energia zielona, czy to nie jest energia zielona, czy to jest emisyjna energia, czy nie, ale jeśli nadal zostanie to utrzymane tak, jak teraz producenci z Francji mają dużo niższe emisje pośrednie ze względu na to, że produkują z jądrowek po prostu, prawda? Automatycznie, jeśli w Polsce pojawią się elektrownie jądrowe, to również obniży naszą emisyjność, prawda? Tak że jeśli więcej, w ogólnym miksie energetycznym będzie więcej energii ze źródeł bezemisyjnych, takich, jak elektrownie jądrowe, automatycznie będziemy potrzebowali mniej energii zielonej, prawda? [F1]

Gaz nie jest źródłem bezemisyjnym, trzeba pamiętać, prawda? Czyli jeśli w dwa tysiące pięćdziesiątym roku chcemy być bezemisyjni, to też gaz odpada, moim zdaniem. Musimy balansować pomiędzy elektrowniami jądrowymi a odnawialnymi źródłami energii, takimi, jak wiatrak. [F1]

Dużo w tej sytuacji pomogłyby magazyny energii, których generalnie teraz nie ma. Ale gdyby można było rzeczywiście wyprodukować czy nabyć tanie magazyny energii, które by zmagazynowały duże ilości energii tak, żeby zabezpieczyć dostawę nie nawet dzień i noc. Bo na razie to może, okay, tak to działać, ale nawet tydzień, dwa, czy miesiąc. To wtedy będzie łatwiej, wtedy będzie łatwiej. [F1]

Jeśli my przeciętnie na tonę emitujemy siedemset pięćdziesiąt, powiedzmy, kilogramów CO₂, to chcemy w tym przypadku zredukować tę emisję do, powiedzmy, trzystu pięćdziesięciu kilogramów. I wielu klientów, szczególnie klientów, my dużo produkujemy na eksport, prawda, też, szczególnie klientów ze Skandynawii pyta o ślad węglowy i chce, żeby był on jak najniższy. Czyli generalnie tę transformację, to nie jest tylko nasza dobra wola, tego od nas oczekują też klienci. I to się będzie działo, to chyba jest nie do zatrzymania. No chyba że jakaś wojna, to świat jest, świat się też zmienia i to trzeba brać pod uwagę, prawda? Ale jeśli się utrzyma ten trend, który jest teraz w Europie, no to tak czy siak, żeby sprzedawać swój produkt, trzeba się będzie zazielenić, że tak powiem. [F1]

Znaczy, sądzę, że oczywiście kierunek OZE jest kierunkiem, który będzie realizowany i powinien być realizowany, tak? Czyli w jakiś sposób, odejście od tych paliw kopalnych, które i tak i tak kiedyś się muszą skończyć, nadejdzie. Uważamy, że, no raczej nie należy tego okresu dosyć mocno skracać. [F2]

No ale tak żyjemy, w ciągle zmieniającym się świecie. Tak naprawdę nie wiemy, co będzie za chwilę. Więc dwa tysiące pięćdziesiąty rok wydaje się takim rokiem rozsądnym, co do tego, że, no dopiero wtedy pewnie odejdziemy od tego węgla, na tyle rozwiną się te technologie. No i skończą żywot te technologie, które dzisiaj są. [F2]

Nie jesteśmy na etapie projektu dzisiaj, ale prowadzimy takie rozmowy. Czyli oczekujemy na oferty. Mamy, pracujemy z wybranymi podmiotami, które przygotowują nam koncepcję posadowienia w dwóch lokalizacjach, źródeł fotowoltaicznych. Traktujemy to jako wsparcie. No tak, myślimy tylko i wyłącznie o dachach i w tej części, która jest oczywiście niewykorzystana, ponieważ, no jest to

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 268/477</p>

fabryka. w związku z tym, dosyć dużo instalacji technicznych jest na dachach. No główna nasza lokalizacja to jest Starówka. w związku z tym działa konserwator zabytków i tu pewne ograniczenia mamy, Dzisiaj robimy koncepcję, ile tej fotowoltaiki, na jakie potrzeby możemy tutaj zbudować. Ale oczywiście, no myślę, że fotowoltaika będzie w stanie nam zapewnić około dziesięciu procent, ewentualnie, zapotrzebowania na energię elektryczną. w tych dwóch lokalizacjach oczywiście, tak? Absorbując od tych dwóch pozostałych lokalizacji, gdzie takiej możliwości nie ma absolutnie. No ale to jest źródło, które oczywiście będzie dawało tylko w określonych godzinach. [F2]

Ze względu na to, że mamy tyle pracowników, to jest w dużej części produkcja, oni się kąpią codziennie, więc mamy od lat, już w tej chwili mamy solary, które wodę grzeją, i faktycznie w tym tygodniu właśnie sprawdzałem, że przez te ostatnie, nie pamiętam, ile to jest lat, ale w granicach pięć–sześć lat, te małe solary w gruncie rzeczy, tylko one, no nie powiem, że wyprodukowały, ale przekazały sto megawatów energii, więc to będziemy, chcemy zwiększać fotowoltaikę, [MSP]

Komentarz


Badani sformułowali następujące poglądy, uzasadniające ich proekologiczne podejście do transformacji energetycznej w kierunku OZE.

1. Dążenie do neutralności klimatycznej jest słusznym kierunkiem działań gospodarczych i politycznych.
2. Firmy, którymi kierują badani mają własne plany inwestycyjne w zakresie fotowoltaiki.
3. Technologicznym ograniczeniem rozwoju odnawialnych źródeł energii jest ich niestabilność.
4. W tym kontekście istotne znaczenie ma szybkie wdrażanie nowych technologii w zakresie magazynowania energii.
5. Preferowana struktura miksu energetycznego obejmuje OZE oraz energię jądrową, bez udziału węgla (F1, F2).
6. Ważnym czynnikiem działającym na rzecz transformacji energetycznej są oczekiwania klientów firm przemysłowych (np. ze Skandynawii), dotyczące niskiego poziomu śladu węglowego.

Orientacja sceptyczna

Przekonanie o niskim poziomie zainteresowania społeczeństwa problematyką ekologii i środowiska, czemu towarzyszy koncentracja na cenach energii elektrycznej i ciepłej.

Ja bym powiedział tak, że świadomość społeczeństwa spółdzielni, skąd bierze się energia u nich w lokalach jest bardzo ograniczona. Tę świadomość to ja bym określał na trzy czy pięć procent tej społeczności, kiedykolwiek się nad tym zastanawiała i ma o tym głębszą wiedzę. Ja bym powiedział, że w spółdzielni kluczowy jest wymiar opłat czynszowych za lokal. I mieszkańcy będą opowiadali się za tym rozwiązaniem, które pozwoli im ograniczyć koszty związane z utrzymaniem mieszkań, i ta ilość osób, które mają na sercu ekologię i długoterminowe dbanie o środowisko, bym powiedział, że jest bardzo minimalny ten odsetek osób, które poruszają takie kwestie, jest, bym powiedział, marginalny. [SM1]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 269/477</p>

Jako spółdzielnia no to nie jesteśmy w ogóle jakby kompetentni, tak? Musimy przyjmować to, co będzie. Natomiast cokolwiek by było, musi być w cenie dostępnej dla naszych mieszkańców, i to jest, jakby aspekt finansowy końcowej ceny, jest podstawowym kryterium, które, bo można wymyśleć cuda, ale jeżeli to będzie droga energia, to i tak ludzie nie zapłacą, tak? To nie rozwiąże sytuacji, i powiem brutalnie, jeżeli węgiel będzie najtańszy, to jakby cała, jeszcze w tej sytuacji. [SM2]

Ludzie nie będą brali pod uwagę aspektu ekologicznego, no niestety, tylko aspekt finansowy. Więc oczywiście no ja uważam, że powinno być no OZE, prawda? Powinny być... i w fotowoltaikę powinno iść, no i w farmy wiatrowe, tak? No, które zostały, przepraszam za słowo, uwalone. [SM2]

Naszym zadaniem jest edukować, ale naszym zadaniem jest również no po prostu negocjować te kontrakty tak, żeby dla ludzi było jak najtaniej, o na tej zasadzie. I niech mi panowie wierzą, nie będzie ich obchodziło kto, skąd pochodzi ta energia, byle była tańsza. Czy ona jest zielona, czy ona jest obciążona wysoką emisją, byle ten rachunek był niższy. No niestety tak jest. [SM2]

Jak panowie sobie pooglądają dziennik, tak? No to tyle jest złych wiadomości, jest zła wiadomość za złą wiadomością, że generalnie no to też jest pewna wytrzymałość na to, tak? Więc się martwią jakby bezpośrednio tylko tym, co ich w danej chwili dotyczy, czyli tym wydrukiem czynszowym, który przyjdzie w danym miesiącu, [SM2]


Zawsze na tym walnym jest parę osób, które „A czy będziecie robić?” „Dobrze by było”. Natomiast, no przykro mi to powiedzieć, ale generalnie jest, tak w masie, to jest bardzo małe zainteresowanie czymkolwiek poza rachunkiem. [SM2]

Komentarz

Badani reprezentujący spółdzielnie mieszkaniowe wyrazili przekonanie, że indywidualni odbiorcy energii elektrycznej czy ciepłej (mieszkańcy spółdzielni) są nastawieni przede wszystkim utrzymanie niskich kosztów rachunków za energię. Natomiast kwestia źródeł energii oraz ochrona środowiska mają mniejsze znaczenie. Takie nastawienie jest tłumaczone sytuacją kryzysową, powstałą w związku z sankcjami wobec Rosji. Wzrost cen węgla, gazu oraz energii elektrycznej jest traktowany czynnikiem zagrażający poczuciu bezpieczeństwa obywateli. Nie zmienia to faktu, że poziom zainteresowania Polaków ochroną środowiska oraz zmianami klimatycznymi był i pozostaje niewielki.

Warto podkreślić, że zjawisko koncentracji Polaków na aspektach kosztowo-finansowych transformacji energetycznej zostało uchwycone w badaniu świadomości ekologicznej warszawiaków (2021 r.). Okazało się, że w wypowiedziach niemal wszystkich badanych kategorii pojawiają się następujące przekonania: a) że wprowadzeniu OZE towarzyszyć będzie wzrost cen energii, co znajdzie odzwierciedlenie w wyższych rachunkach płaconych przez mieszkańców; b) że wprowadzenie OZE wymaga poniesienia wysokich kosztów inwestycyjnych, które zwrócą się dopiero po wielu latach.

1. Ogólnie sceptyczne nastawienie do OZE i idei neutralności klimatycznej

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 270/477</p>

Powiedziałbym wprost, że jak o tym dyskutujemy, no to czujemy, że nie jesteśmy przygotowani do całej tej transformacji, to znaczy nierealne jest przejście na samochody elektryczne, bo nie mamy na to infrastruktury do ładowania tych pojazdów, nie mamy systemu i technologii do magazynowania energii z OZE czy to z turbin wiatrowych, czy z fotowoltaiki. I teraz myślę, że na tym etapie rozwoju technologicznego nie jest to dla nas dobre rozwiązanie. OZE działa nam w tym momencie, kiedy tej energii nie potrzebujemy tak dużo, natomiast nie działa nam wtedy, kiedy tej energii potrzebujemy bardzo dużo. [SM1]

Myślę, że OZE nie jest dla nas długofalowym rozwiązaniem, i mam takie poczucie, że walczymy o ekologię. Ale nie wiem, czy założeniem nie jest to, żeby Chiny wyprzedziły Europę, bo przecież Chiny w ogóle nie patrzą na zużycie węgla, zanieczyszczają świat okrutnie, i teraz dlaczego Europa ma być tu prowodyrem, w moim poczuciu staje się przez to ekonomicznie nieopłacalna. [SM1]


Myślę, że atom to też jest element, który już dawno powinien być brany pod uwagę, ale to mam wrażenie, że w Polsce powracamy do tego tematu wiele razy, ale nie znajduje to jakby finału i nie mamy konkretnych instalacji tych atomowych, które mogłyby nam generować energię. [SM1]

To OZE nie zadziała nam, nie jest rozwiązaniem na nasze potrzeby, bo nie umiemy magazynować tej energii. Potrzebujemy ją jakby zdobyć ją w lato, a wykorzystać w zimę, a nie ma teraz na to rozwiązań technicznych, które by nam to zaproponowały. Rozumiem, że jedyne rozwiązanie to jest móc zgromadzić energię w dzień, a wykorzystać ją w nocy, ale to też nie jest tanie rozwiązanie, bo akumulatory trzeba wymieniać co cztery, pięć lat. Myślę, że obecna technologia nie daje nam jeszcze szansy oparcia się tylko i wyłącznie na OZE. [SM1]

Tu jak dyskutujemy z prezesem, to uważamy, że należałoby zostać przy tym węglu. [SM1]

Czyli wiatr w Warszawie jest, ale jest za słaby, żeby turbina generowała tą wydajność odpowiednią. I teraz myślę, że w zależności od tego, który region Polski dotykamy, to takie rozwiązanie techniczne należy brać pod uwagę, bo przecież mamy możliwość pozyskiwania energii z geotermii, ale tylko w pewnych lokalizacjach. [SM1]

Bezpieczeństwo dostaw energii elektrycznych, tak? Więc te, które dzisiaj są rozwiązaniami, wykorzystywanymi albo te, które miały być projektowane, no muszą w jakiś sposób, to bezpieczeństwo, ciągłość zasilania zapewniać, tak? Jeżeli mówimy o Warszawie, to takie moje przemyślenia może, którymi się z panami podzielę, no mamy tutaj niestety też ograniczony zasób obszarowy. w związku z tym, tak, to też nas ogranicza, co do wyboru, no bo, jakby, bierzemy jedną technologię, no to, generalnie, ona będzie miała te same parametry, tak? w sensie takim, że będzie pracowała, jeżeli fotowoltaika w Warszawie, no to ona będzie pracowała między siódmą, a siódmą, powiedzmy, tak? Czy da się uzupełnić to innymi, mówię, odnawialnymi źródłami energii, no tego nie wiem. Raczej chyba jest to dosyć wątpliwe, czyli trzeba szukać pewnie jakichś rozwiązań, które będą mogły zabezpieczyć tą dostawę energii, również w nocy, ponieważ, no my, jako fabryka, no pracujemy dwadzieścia cztery h, siedem dni w tygodniu, a przynajmniej tak to próbujemy robić. w związku z tym, te wszystkie rozwiązania, no muszą też uwzględniać ten element, tej ciągłości. [F2]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p>Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 271/477</p>

Żadne przedsięwzięcia nie przyniosą efektu, jeżeli nie będzie można założyć jakichś niezmiennych warunków przez parę lat, tak? Licząc opłacalność. Bo jeżeli ktoś zainwestuje na, powiedzmy, w źródła odnawialne, a za lata przyjdzie nowa ekipa, już mamy abstrahować od polityki, ale niestety się nie da, i zmieni, tak? Bo zmieni sposoby, nie wiem, umorzeń, dofinansowań, czegokolwiek, no to nagle się okaże, że ludzie pobankrutują, i to w ogóle wszystko nie ma sensu, tak? Ale się zrażą, wymiksują się jakby z tej całej sytuacji, no żeby coś osiągnąć musi być długofalowa polityka, i to taka spójna. [SM2]

Brakuje tej stabilizacji, więc myślę, że po pierwsze, dzisiejsze podmioty nie zrezygnują ze swoich biznesów. Muszą mieć pomysł na siebie i na razie tego pomysłu nie ma. w związku z tym, te pieniądze i ten strumień będzie też musiał być przekazywany, nawet jak będzie ten elektroprosumeryzm. [F2]


Trudno sobie wyobrazić, naprawdę, kilka dyskusji mieliśmy tutaj, tak? Czy to powinno być oparte tylko na OZE, czy powinny być jednak jakieś inne źródła. Wydaje się, że powinny być. To jest kwestia tylko tych poziomów zabezpieczeń, tak? Czy to ma być rzeczywiście sto, czy sto pięćdziesiąt procent, bo mamy taką tendencję, że zabezpieczamy się nie dwukrotnie, tylko przekraczamy tą barierę. [F2]

Sam mix energetyczny jest pewnie jednym z elementów macierzy, tak? I oczywiście on powinien być oparty na najbardziej dostępnych źródłach, według mnie, tak? Co wcale nie oznacza, że mamy utrzymywać kopalnie węgla i moce węglowe w takim trybie ciągłym. Natomiast, no pewnie... znaczy, ja mam wątpliwości, co do energetyki jądrowej, w sensie takim, że pobudujemy, a nie będziemy mieli dostępu do paliw, tak? Czyli do materiału, na którym będziemy produkowali. Sześćdziesiąt kilka procent jest w Rosji, jest w Iranie i w kilku innych państwach, tak? Na które nie ma, które są poza, powiedzmy, strefą, nie wiem, czy to ładnie zabrzmiało, wpływów tego, powiedzmy, świata demokratycznego. [F2]

Przychodzi mi do głowy taki podział, trzydzieści procent OZE, siedemdziesiąt procent, jednak, jednak jakaś konwencjonalna produkcja. Trzydzieści procent. Ale to tak jak mówię, nie prowadzimy analiz, nie prowadzę jednak swoich prywatnych dużych rozważań, prawda? Tak, no jakieś takie wyczucie po prostu, no człowieka, który... No akurat inżynierem elektrykiem jestem, tak się składa. I, i no tak mogę podać taką wartość. [F3]

Wybudowanie tych wszystkich źródeł energii, no, skąd? Bo gdzie, no miejsca niby są, ale to są ogromne ilości, ogromne inwestycje, które trzeba poczynić, a jednocześnie przechodzenie w taki sposób, no, nie jestem do końca pewny. Mnie się wydaje, że ekstremalnie ciężko jest ten miks zrobić tak, jak co najmniej niektórym politykom się wydaje, i... To znaczy, ten miks, ten miks w postaci przejścia na całkowitą elektryfikację. Nie jestem pewny, czy jesteśmy w stanie po prostu w takim czasie, jeżeli nagle ktoś nie wyskoczy z technologią jakąś cudowną nowych źródeł energii. No, bardzo ciężko. Chciałbym, żeby oczywiście ten miks przechodził jak najbardziej w rzeczy ekologiczne bardziej, i zmiany, przy czym mam wątpliwości co do realizacji tego wszystkiego patrząc, ile czasu jest potrzebne na podjęcie jakiegokolwiek decyzji, a tutaj nagle mówimy o zbudowaniu ogromnych ilości. [MSP]

Moim zdaniem całkowite odchodzenie od węgla jest na dzień dzisiejszy błędem i niewykonalne. Odchodzenie od węgla na potrzeby domowe, jeżeli będzie odpowiednie, odpowiednie ceny będą

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 272/477</p>

energii pozostałych, czyli na przykład czy to gazu, czy prądu, jest w miarę jeszcze wykonalne. Ale my skądś jako naród potrzebujemy ten prąd jednak mieć. Elektrownie, które w tej chwili mamy, czy to na węgiel kamienny, czy na węgiel brunatny, na dzień dzisiejszy funkcjonują, jest w Bełchatowie, jest Turów, Turów nie wiem, czy informacje mam prawidłowe, ale tam do czterdziestego czwartego mają funkcjonować. [MSP]

Węgiel dwadzieścia procent, OZE dwadzieścia pięć procent, gaz, ropa trzydzieści procent, to mamy pięćdziesiąt, siedemdziesiąt pięć, no to dwadzieścia pięć procent to będzie atom. [MSP]

Fajnie by było, żeby więcej atomu było i więcej OZE, ale realnie nie wydaje mi się, że w Polsce jest to możliwe. Jeżeli chodzi o węgiel, na zasadzie może i jak najmniej, ale nie widzę po prostu opcji, żebyśmy tak szybko odeszli. My nie mamy, skąd mamy wziąć tyle prądu? [MSP]


Braliśmy udział w dwa tysiące dziesiątym roku, w programie unijnym (ENSURE), i mamy na jednym budynku kolektory słoneczne zamontowane. Przez te dziesięć lat, mogę powiedzieć, że to się totalnie nie sprawdziło na budynku wielorodzinnym, że jakby impakt, wynik wpływu kolektorów na cenę wody jest groszowy, jest groszowy, jest, po prostu absolutnie nakłady poniesione na kolektory słoneczne, no to nie jesteśmy gdzieś tam w ciepłych krajach, gdzie wannę z ciepłą wodą postawią na dachu, i mają ciepłą wodę, tak? Tutaj nakłady, właściwie ta instalacja za chwileczkę się będzie, będzie już wyeksploatowana natomiast nie... czas zwrotu mamy dwadzieścia pięć lat. Tak że nie poszliśmy w kolektory słoneczne, nie poszliśmy dalej, bo to się okazało zupełnie, jeżeli chodzi o budynki wielorodzinne, zupełnie nieopłacalne. [SM2]

Jeden obiekt był rozważany jeżeli chodzi o fotowoltaikę. Był plan, aby zbudować panele, nadbudować je nad parkingiem wielopoziomowym. Jednakże koszt podkonstrukcji, jaką trzeba wybudować nad parkingiem był tak duży. Okres zwrotu był bodajże dwadzieścia czy dwadzieścia kilka lat. Nie weszliśmy w to. (...) w innych budynkach na razie nie są prowadzone analizy. Firma nie buduje strategii związanej z OZE. [F3]

Komentarz

Badani sformułowali następujące poglądy, uzasadniające ich sceptyczne podejście do transformacji energetycznej w kierunku OZE.

1. Transformacja nie jest dobrze przygotowana w odniesieniu do stanu infrastruktury technicznej oraz magazynowania energii.
2. Transformacja energetyczna wymaga ogromnych inwestycji, na które nas nie stać.
3. Są przykłady, że źródła odnawialne nie są efektywne.
4. Przekonanie, że sama Europa nie zmieni sytuacji klimatycznej planety.
5. Brak decyzji dotyczących rozwoju energetyki jądrowej.
6. Przekonanie, że bezpieczniej jest zostać przy węglu.
7. Całkowite odchodzenie od węgla jest na dzień dzisiejszy błędem i niewykonalne.
8. Znaczącym utrudnieniem dla decyzji biznesowych jest duża zmienność warunków inwestowania.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 273/477</p>

9. Podmioty gospodarcze działające w oparciu o źródła konwencjonalne nie zrezygnują ze swych interesów.
10. Słabą stroną energetyki jądrowej jest uzależnienie od surowców z Rosji oraz Iranu.
11. Preferowana struktura miksu energetycznego została explicite określona przez dwóch z badanych: 30% OZE, 70% źródła konwencjonalne (F3); 25% OZE, 30% gaz, węgiel 20%, atom 25% (MSP).

Temat 2

Czy energetyka przyszłości powinna opierać się na scentralizowanym systemie korporacyjnym (WEK), czy też za rozproszonym systemie elektroprosumeryzmu?

Orientacja proekologiczna


Wypowiedzi wspierające systemy rozproszone, zdecentralizowane

*Rozumiem, że to znowu zależy. Bo rozumiem, że jeżeli przechodzimy we wszystkich tych zagadnieniach na prąd, no to pytanie, czy nasze sieci przesyłowe są do tego przystosowane. Mam takie poczucie, że niekoniecznie, że już potrafią być problemy z tym przesyłem, że już te lokalne instalacje fotowoltaiczne są wyłączane, i teraz, nasza infrastruktura nie jest dostosowana do tego, żeby jakby operować tylko prądem, który, tak jak pan wspomniał, jest efektywniejszy niż pozostałe rodzaje energii. **[SM1]***

*Ja ogólnie jestem zdania, że najgorszy dla spółdzielni jest monopol. Czyli jeżeli mamy negocjować z dużymi potentatami to nasza pozycja negocjacyjna jest bardzo słaba i musimy zdawać się na ich łaskę czy nie łaskę. I teraz, czy rozmawialiśmy o tych śmieciach, i tym, że to jesteśmy uzależnieni od miasta i nie mamy na to wpływu, czy rozmawiamy o energii elektrycznej i możliwości jej zakupu, kiedyś ta możliwość była ograniczona, potem tych sprzedawców było sześćdziesięciu, mam takie poczucie, że im większa możliwość różnych rozwiązań i wyboru tego rozwiązania, które dla spółdzielni jest najlepsze, tym każdy przez pryzmat biznesu, i wyników ekonomicznych, podejmie najlepszą decyzję dla jego rozwiązania. Czyli ja jestem zwolennikiem, żeby nie było dużej... Jakby dużych firm, i ograniczonej ich liczby, trzy, pięć, ileś, tylko żeby tych rozwiązań było bardzo wiele i żeby można było elastycznie wybrać spośród nich rozwiązanie dla siebie. **[SM1]***

*To są duże koncerny, które bardziej patrzą przez pryzmat wyników, tak? Bo muszą generować, jako spółki skarbu, znaczy, spółki podlegające KSH, wyniki, no i oczywiście zarządy odpowiadają, nie tylko przed akcjonariuszami, znaczy, wspólnikami, ale również przed prokuratorem, że tak się brzydko wyrażę, tak? Co powoduje oczywiście ograniczenie możliwych rozwiązań czy rozważania wielu rozwiązań. Patrzą bardziej na swój interes, niż na interes, powiedzmy, społeczeństwa, firm, tak? Bo ta dyskusja między firmami, a energetyką, tą dużą, trwa od wielu, wielu, wielu lat, tak? Jak to powinno być zabezpieczone. Więc to na pewno nie jest rozwiązanie, które się sprawdza dzisiaj. Pewnie, tak, trzeba od tego... A generuje coraz większe też nakłady i środki. **[F2]***

Dzisiaj, jak powstanie energetyka wiatrowa i energetyka jądrowa, która będzie zlokalizowana akurat na północy, będziemy budowali w drugą stronę, czyli dublowali też pewne zasoby. Znaczą, nie ma

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 274/477</p>

chyba takiego też spojrzenia globalnego, jak to powinno wyglądać. Wszystko, w dwa tysiące pięćdziesiątym roku, skupiamy się na tych poszczególnych elementach, typu właśnie mix energetyczny, natomiast jak to będzie rozłokowane, tak, czy wiemy, czy dopiero będziemy badali, tak? [F2]

Uważam, że dzisiaj, system zdecentralizowany, bardziej się sprawdzi. Zresztą, odbiorcy w tym kierunku idą, no. Spółdzielnie energetyczne, klastry energii też są tego przykładem. Być może nie jest to sensu, stricte ta koncepcja profesora Popczyka, ale w części jest to już wdrażane, bo widzą z tego interes. [F2]

Im więcej tych podmiotów będzie, im większe będzie zróżnicowanie krzywej poboru, tym łatwiej będzie to utrzymać w całości, tak? I zaprojektować jakiś system. Więc na pewno kierunek decentralizacji jest kierunkiem, według nas, słuszny. [F2]

No, żeby wymuszać tę konkurencję na nich, no bo w tej chwili no działają jednak na zdecydowanie, no co by nie nazwać, jednak na warunkach bezkonkurencyjnych. [SM2]

Komentarz

Badani sformułowali następujące poglądy, uzasadniające ich poparcie dla wprowadzenia rozproszonych systemów energetycznych.


1. Aktualnie występują ograniczenia w przyłączaniu instalacji OZE do sieci przesyłowych.
2. Małe podmioty mają bardzo słabą pozycję negocjacyjną wobec potentatów i monopolistów.
3. Istnieje potrzeba wielu elastycznych rozwiązań, aby można było wybrać odpowiedni.
4. Koncerny generują coraz wyższe koszty swego funkcjonowania.
5. Między koncernami nie ma konkurencji.
6. Jest wyraźna tendencja na rynku w kierunku tworzenia systemów zdecentralizowanych. Są one stopniowo wdrażane.

Orientacja sceptyczna

Wypowiedzi wspierające systemy scentralizowane, korporacyjne

Czy małe przedsiębiorstwo będzie konkurencyjne? Jakby w systemie przetargowym, ponieważ do tej pory, na przykład, energię elektryczną myśmy zakupywali w systemie przetargów, i brali też udział mniejsi dostawcy, nie byli w stanie utrzymać ceny. Nie byli w stanie zaoferować, no nas obowiązuje tutaj regulamin przetargów spółdzielni, no i bezpieczeństwo zapewnienia dostawy. w tym momencie, jeżeli chodzi, na przykład, o energię elektryczną, no jednak duże przedsiębiorstwo mogło zdecydowanie lepsze warunki nam zapewnić, a drugie, system dystrybucji. Kto miałby wtedy opiekować się no jakby całym systemem dostawy? w czyjej gestii byłyby remonty, utrzymanie sieci, i tak dalej, tak? Bo jeżeli wtedy jest małe przedsiębiorstwo, to ono znowu, ono nie ma środków. [SM2]

Myślę, że optymalne byłyby dwie, trzy duże firmy. Właśnie nie małe, bo małe źródła no to to, co mieliśmy w Markach, one bankrutują, i zostajemy z problemem. One są niestabilne. Natomiast

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 275/477</p>

duże, duże firmy, ale nie jedna jak Veolia, Tylko jednak, no fajnie byłoby, żeby były dwie, trzy, żeby ten system był taki no łatwiejszy. [SM2]

Jeśli chodzi o energię elektryczną, jest dużo lepiej w gazie, prawda? Tak naprawdę teraz, po dwóch, trzech latach, to na rynku gazu został tylko jeden gracz, taki, który może zapewnić zasilanie takiej firmie jak nasza, która zużywa cztery razy więcej czy pięć razy więcej gazu niż ja. Niż tutaj my w Warszawie. Natomiast, jeśli chodzi o energię, jeśli ona będzie przechodziła przez giełdę, jeśli będą to interkonektory, to... Czy nam grozi ten monopol? Nie wiem, powiem szczerze. Ja na razie tego nie odczuwam. [F1]


Powiem tak: my jako firma, która zużywa bardzo dużo energii, to nie ma szans, żebyśmy kupili energię od małego dostawcy. Bo wystarczy, nie wiem, że nagle jakiś poślizg mamy, nie zapłacimy jednej faktury i on już idzie pod wodę, niestety. My musimy kupować energię od takiego dostawcy, który nam zapewni pewność zasilania i pewność sprzedaży tej energii. Że nie przejdziemy z dostawami na dostawcę rezerwowego czy elektrycznego, czy coś takiego. [F1]

Wie pan co, no trudno mi powiedzieć. Nie prowadziłem jakby tu rozmyślań nad tym zupełnie. I powiem szczerze, że nawet... Znaczący zbyt dużo nie czytam w tej tematyce. Nie wiedziałem o tym, że są takie rozważania, aby w ogóle rozproszyć taki ogólnopolski system, tak? Na mniejsze systemy. No wydaje mi się być to raczej trudne do realizacji. Bo to byłaby nowa sieć dystrybucyjna. Na przykład w Warszawie nie mielibyśmy już Stoen Operator, tak? Tylko byłby, byłby drugi jakiś. [F3]

Także nie do końca rozumiem, jakby to miało funkcjonować, bo domyślam się, że tej zielonej energii, powiedzmy OZE, tak nie starczyłoby na pełne nasze zapotrzebowanie. Czy magazyny energii rozwiną się na tyle, że będzie możliwe magazynowanie, jakby sto procent konsumpcji będzie pochodziło z OZE? Nie wydaje mi się czy dwadzieścia lat robi taką różnicę, dwadzieścia, dwadzieścia osiem lat, tak? Także nie jestem do końca przekonany jakby to miało funkcjonować i nie wydaje mi się, żeby przez dwadzieścia osiem lat to, to miało jakby zadziałać. [F3]

Bo my jako sami, nie bylibyśmy myślę w stanie, aby, aby tym się zajmować. Przynajmniej na tą chwilę nie widzę tego, tak? Mamy w tej chwili umowę na sprzedaż energii, i w tej umowie mam wszystko, tak? Mam bilansowanie pełne, czy to dobowe, czy roczne nawet, bo też zawsze tego pilnujemy, że, że jeżeli skonsumujemy mniej niż zadeklarujemy w umowie, nie chcemy mieć żadnych kar. Jeżeli kupimy tej energii więcej niż zadeklarujemy w umowie, też nie chcemy być obciążeni żadnymi opłatami dodatkowymi. To jest wszystko wykonywane, bilansowane przez sprzedawcę, prawda? Mamy jedną opłatę, tam jest all inclusive i nas nic nie interesuje w zakresie bilansowania. A tu pojawia się jak rozumiem nowy czynnik, nowa, nowa jakby działalność, aktywność, którą trzeba uruchomić. Czy my byśmy chcieli to prowadzić samodzielnie? Pewnie nie. Na pewno ktoś musiałby nam w tym pomóc. Na tą chwilę nie wiem jakby to miało wyglądać. [F3]

Dobrze by było, żeby w granicach, powiedzmy, pięćdziesiąt–siedemdziesiąt procent nawet to były koncerny, a reszta, żeby były to właśnie zdecentralizowane. Też z tego względu, że w tym momencie same straty przesyłu drastycznie mogłyby po prostu spaść. Wielkie zakłady, ciężko zasilac tylko jakimiś lokalnymi, bo to to zwykle są jednak ogromne ilości energii, aczkolwiek miasta małe, średnie jak najbardziej, albo no mocno wspierać tymi dodatkowymi właśnie, tymi elektrowniami, które, jeżeli

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 276/477</p>

będzie potencjał finansowy, na pewno firmy się znajdą, które w to zainwestują. (...) Żeby takie inwestycje poczynić, to musi być długofalowe, stabilne przewidywanie, jak to po prostu wszystko ma wyglądać. I to nie tylko na platformie polskiej, tylko już na całej, na europejskiej też powinno to być. Nie tylko Polska, bo to, system działa wspólnie, to jest wszystko połączone. [MSP]

Komentarz

Badani sformułowali następujące poglądy, uzasadniające ich poparcie dla utrzymania scentralizowanych systemów energetycznych.

1. Małe firmy nie będą konkurencyjne. Mniejsi dostawcy przegrywają przetargi.
2. W systemie zdecentralizowanym nie ma kto zająć się dystrybucją, utrzymaniem sieci itp.
3. Duże firmy są stabilne.
4. Duża firma nie kupi energii od małego dostawcy, bo jest to zbyt ryzykowne. Musimy mieć pewność zasilania.
5. Rozproszone systemy wydają się trudne do realizacji.
6. Przy braku magazynów energii system rozproszony nie zapewni zasilania.
7. Aktualny system odpowiada naszym potrzebom.

Temat 3

Jakie rozwiązania legislacyjne powinny się znaleźć w przygotowywanej ustawie „Prawo elektryczne”?


Badanych zapytano o następujące propozycje zmian ustawowych: a) o dostępie podmiotów gospodarczych do rynku bilansującego; b) wprowadzenie dodatkowej pozycji w fakturze spółdzielni mieszkaniowej za energię elektryczną; c) o dostępie podmiotów wielkiego przemysłu, zasilanego z GPZ do rynków offshore i europejskiego jednolitego rynku energii elektrycznej.

Orientacja proekologiczna

Poparcie dla rozwiązań legislacyjnych w ustawie „Prawo elektryczne”.

Jako duży odbiorca energii i gazu nie mieliśmy takich umów, jak tradycyjne firmy, które kupują energię w umowie, stała cena na cały rok. Od wielu lat większość energii, którą kupujemy, jest kupowana na tak zwanych spotach. Czyli na towarowej giełdzie, na spotach, gdzie ta zmienność tych cen była, może nie aż taka, jak teraz, prawda, ale odczuwaliśmy tę zmienność. [F1]

Kupowanie energii w spotach, czyli na każdą godzinę doby, było dla nas, i jest, wydaje się nadal, korzystne. Chociaż akurat teraz te spoty już odczuwamy, ponieważ te spoty są dosyć wysokie, prawda? Natomiast też to daje nam szansę, i z tego korzystamy, że na przykład w godzinach pikowych, czyli na przykład, tak jak ostatnio, lipiec, sierpień, początek września, chociaż teraz już się troszeczkę zmienia, najwyższe ceny energii były od godziny osiemnastej, do dwudziestej trzeciej, prawda? Czyli w zależności, codziennie obserwujemy, obserwujemy ceny spotowe i ewentualnie po prostu się wyłączamy na... i nie kupujemy tej energii. [F1]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 277/477</p>

Generalnie to jest tak, że jeżeli jesteśmy w stanie sprzedać produkt za cenę taką, która pokryje nam koszty energii, to to nie stanowi ryzyka. Na razie wynik finansowy za pierwsze dwa kwartały jest całkiem niezły, powiem szczerze. [F1]

W związku z tym, przejęcie, przez spółdzielnię mieszkaniową, tego zarządzania tą energią i optymalizacji kosztów, z punktu widzenia uczestników tej spółdzielni, uważam, że to jest dobry pomysł, tak? Żeby to w tym kierunku szło. Tym bardziej, że one realizują wiele takich elementów, chociaż nie do końca, według mnie, dobrze. Ale to są tylko moje osobiste doświadczenia w tych spółdzielniach, gdzie ja jestem członkiem, oczywiście nie w całej Polsce. [F2]

Co do rynku bilansującego, to pewnie nie, ale z punktu widzenia zarządzania i grupowania zakupami, i rozliczania, to jak najbardziej tak. [F2]

Kierunek, żeby taka była większa samodzielność tych podmiotów gospodarczych, jeśli chodzi o zaopatrzenie w energię, jest słusznym kierunkiem. [MSP]

To jest dosyć pytanie w gruncie rzeczy podchwytliwe. To zależy od tego po prostu, jaka by była cena. Prawda jest taka, że w firmie istotny jest koszt wytworzenia produktu, jesteśmy firmą produkcyjną, więc dla nas jest koszt wytworzenia istotny. Więc na to zwracamy uwagę, jakie te koszty są. Jeżeli byłaby możliwość uzyskania kosztów w taki sposób niższych ten energii, to oczywiście byśmy w ten sposób próbowali korzystać czy korzystali. w tej chwili też staramy się regularnie te przeglądy nasze robić i ewentualnie dostawcę zmieniać w zależności, kto ma jaką ofertę, kto ma lepszą ofertę, z takiej korzystamy, więc czy byśmy korzystali, czy tak jak dotychczas zmieniamy, czy byśmy robili to na bieżąco, to prawda jest taka, że to zależy po prostu od kosztów. Więc będziemy szukać po prostu tańszego źródła tego prądu czy tej energii. [MSP]


Komentarz

1. Część badanych (F1, MSP) wypowiadała się z akceptacją w kwestii dostępu podmiotów gospodarczych do rynku bilansującego. Przedstawiciel przemysłu (F1) wskazywał na aktualną praktykę firmy, polegającą na nie zawieraniu umów długoterminowych o stałej cenie, lecz kupowaniu energii na giełdzie towarowej w formie spotów. Przedstawiciel MSP podkreślał, że dla niego kluczowe znaczenie ma obniżka kosztów, co może zostać osiągnięte przez zmianę dostawcy.
2. Badany F2 wyraził opinię, że przejęcie przez spółdzielnie mieszkaniowe zarządzania energią byłoby korzystne z punktu widzenia członków spółdzielni. Przedstawiciele zarządów spółdzielni nie podzielali tej opinii.

Orientacja sceptyczna

Brak poparcia dla rozwiązań legislacyjnych w ustawie „Prawo elektryczne”.

Myślę, że gdybyśmy rozmawiali jeszcze rok temu albo dwa, to powiedziałbym, że warunki uzyskane przez spółdzielnię mogą być znacząco lepsze od warunków, jakie mogą wypracować sobie mieszkańcy

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 278/477</p>

indywidualnie. I teraz, gdybyśmy rozmawiali dwa lata temu, powiedziałbym, że celowym jest, żeby spółdzielnia reprezentowała w tym zakresie mieszkańców, bo można byłoby te koszty dla mieszkańców znacząco obniżyć. Problemem spółdzielni jest rozliczenie indywidualnego zużycia z każdym z tych mieszkańców, no i problem jest jeszcze koncesja, my nie mamy koncesji na pośrednictwo w sprzedaży energii, jako spółdzielnia, i tu dotykamy aspektów prawnych, które, z którymi nie możemy powalczyć. No i teraz przez pryzmat naszych jakby doświadczeń z rozliczeniem wody, rozliczeniem gazu, no to rozliczenie tej energii elektrycznej też byłoby gigantycznym wyzwaniem, w szczególności, gdybyśmy nie mieli urządzenia, które radiowo odczytuje nam wskazania tych urządzeń pomiarowych, i przekazuje nam tą informację do spółdzielni. [SM1]

Chciałbym zwrócić uwagę, że teraz klient indywidualny, czyli mieszkaniec, jest chroniony przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki. I rozumiem, że oni są chronieni, że oni nie zapłacą tak wysokiej stawki jak zapłaci w chwili obecnej spółdzielnia. Czyli gdybyśmy to o czym Panowie tu wspominają, wykonali dwa lata temu, to przez dwa lata byłoby dobrze, ale teraz ponieśliśmy, ci mieszkańcy ponieśliby znacząco wyższy koszt, no z racji tego, że spółdzielnia w obecnych warunkach tę energię kupi na pewno drożej niż pozyskają ją mieszkańcy indywidualni, ponieważ oni są chronieni, jest to, myślę, decyzja polityczna. [SM1]


Na chwilę obecną dostrzegam, że to byłoby bardzo trudne przejście na ten proces. Mimo, że wyniki tutaj ekonomiczne wskazują, że to jest słuszny kierunek, no bo lepiej płacić o połowę mniej, to, to tak na szybko gdy o tym sobie myślę, to dostrzegam, że byłoby to prawdziwe wyzwanie. [SM1]

Przy dwóch tysiącach czterystu pięćdziesięciu lokalach mieszkalnych ważny jest aspekt zmiany właściciela lokalu. No i teraz, każda zmiana właściciela lokalu to jest rozliczenie z poprzednim właścicielem, i to mamy taki case na przykład, jakby okres rozliczeniowy ciepła jest cały rok, ale w trakcie sezonu nagle zmieniają się właściciele, i trzeba wykonywać dla tej sytuacji indywidualne rozliczenie, czyli wychodzimy poza schematy. Jeżeli ktoś był przygotowany i zrobił protokół przekazania lokalu, spisał im wszystkie liczniki, to nie ma z tym problemu, gorzej jest w sytuacji, kiedy ktoś nie dopełni tego obowiązku, nie zadbał o swoje interesy, no i wtedy pytanie, kto powinien pokryć koszty ciepła już zużytego, a na kim powinno spoczywać to rozliczenie nowego ciepła. [SM1]

Na pewno jest to, to byłaby potężna zmiana, i myślę, że patrząc na trudność wprowadzenia zmian w spółdzielniach mieszkaniowych, taką niechęć do zmian przez mieszkańców, niechęć do nowinek technicznych, takie wprowadzenie byłoby naprawdę trudne. [SM1]

Można się przebić przez ten opór, ale naprawdę potrzeba zarządu, który w spółdzielni będzie wiedział, jak zmiany należy wdrożyć i przeprowadzić, że należy znaleźć osobę, która będzie w tym społeczeństwie zachęcała, takiego lidera zmiany, żeby od środka próbować to wdrożyć, które przedyskutować to, poinformować o tej zmianie odpowiednio wcześniej. [SM1]

Wykonaliśmy jedną instalację fotowoltaiczną, na dachu budynku mieszkalnego wielorodzinnego. Przepraszam. Która jest poniżej pięćdziesięciu kilowatów, czyli czterdzieści sześć kilowatopików. Bo to jest na kilowatopiki. I to też przejście przez proces znowu wiąże się z tym, że część mieszkańców ma takie poczucie, że wydajemy ich pieniądze, i na pewno zarząd na tym ma jakieś korzyści majątkowe, ludzie doszukują się z założenia jakiegoś interesu pobocznego, a nie tego, że kierujemy się ich

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 279/477</p>

interesem. Część mieszkańców, bo to nie można generalizować, że wszyscy, ale część osób dopatruje się, że taka inwestycja, która jest wysokim, związana z wysokim nakładem, powiedzmy dwieście tysięcy złotych, no na pewno wiązała się z jakimiś ukrytymi profitami dla zarządu. [SM1]

Ale ja bym powiedział, że w jednostkach biznesowych. w takich organizacjach, czy firmach, gdzie dana osoba kieruje się tylko i wyłącznie interesem tego biznesu, uzyskaniem jak najlepszego wyniku ekonomicznego, jest dużo prostsze, niż w spółdzielni mieszkaniowo budowlanej, czy w spółdzielniach, gdzie mamy do czynienia z różnymi interesami. Inne interesy mają poszczególni członkowie rady nadzorczej. Innym interesem kieruje się zarząd spółdzielni. A jeszcze przez inny pryzmat oceniają to poszczególni mieszkańcy, część ma zaufanie do tych zmian, a część uważa te zmiany za bardzo niekorzystne. I teraz, zbiorowisko tak dużej społeczności ludzi o różnych interesach i różnym punkcie widzenia, bardzo często nie zdających sobie sprawy z ogromu tego otoczenia i uwarunkowań przy podejmowaniu pewnych decyzji, no powoduje, że w takiej organizacji wdrożenie zmian jest bardzo trudne. [SM1]

No to jest, jak my tu mamy dwieście dwadzieścia budynków, no w tej chwili, my już, na przykład w tym roku, nie podwyższamy funduszu remontowego, bo za chwilę i tak ludzie przestaną płacić czynsze. (...) Bo my i tak robimy bardzo duże remonty, my mamy wszystkie budynki docieplone, my mamy wszędzie wymienione instalacje centralnego ogrzewania, mamy wszędzie zawory termostatyczne, mamy w dwudziestu procentach podzielniki. Natomiast to wszystko się wiąże z ogromnymi nakładami. [SM2]


To jest przykre, że ja tak mówię, ale generalnie, generalnie my od lat pracujemy nad edukacją energetyczną, nad, właśnie, wprowadzaniem podzielników, podzielniki stanęły nam, myśmy zaczęli montować chyba też w dziesiątym roku, tak, i przez parę lat zamontowaliśmy w około pięćdziesięciu budynkach, i koniec, dalej nie poszło. Wszystkie ankiety są na nie „Nie będzie nam nikt mówił, że ja mam przykręcać zawór termostatyczny czy krótszą firankę”. [SM2]

Z naszego punktu widzenia to nie jest najlepszy pomysł, dlatego że jest zawsze druga strona, windykacja zadłużeń, wtedy spółdzielnia odpowiada całym majątkiem za zadłużenia. [SM2]

Generalnie byłabym tutaj ostrożna z przrzucaniem rzeczy na spółdzielnię, tak? Bo wszystko się wiąże, bo fajnie jest, to znaczy, wzięlibyśmy coś, ale to za to bierzemy odpowiedzialność w tym momencie, tak? Za utrzymanie, prowadzenie, optymalizację, co wymaga dodatkowych etatów, to wymaga kadry specjalistów. [SM2]

To, że elektroenergetyka będzie w odrębnym akcie prawnym, to według mnie ma swoje uzasadnienie, ponieważ każdy z tych rynków ma pewną specyfikę. A, no prawo energetyczne próbowało sprowadzić to do jednego poziomu, czego się też nie da. I w związku z tym, ono tyle razy było nowelizowane i cały czas są to pewnego rodzaju nakładki. Natomiast, jeżeli chodzi o dostęp do rynku bilansującego, to tu mam takie mieszane uczucia, ponieważ, no generalnie, rynek bilansujący powinien być tym, tylko takim rynkiem technicznym. [F2]

Udział w rynku bilansującym, jednostce samorządu, odbiorców, no to jest budowanie kompetencji, tak naprawdę tych samych, które mają dzisiaj sprzedawcy energii, wytwórcy, tak? Czyli całego tego tradingowego zasobu, który nie jest wcale mały, tak? No bo jeżeli przyjmę, że wydaję za

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 280/477</p>

megawatogodzinę nawet dwa i pół tysiąca złotych, tak? I mógłbym zaoszczędzić tam, nie wiem, milion złotych, to i tak muszę zapłacić czterem traderom milion złotych. Co najmniej, tak? w związku z tym, to jest kwestia też odniesienia do tych takich korzyści ekonomicznych. Wiem, że mogą powstać podmioty, które będą świadczyć tą pracę, tylko że one przejmą część obowiązków sprzedawców. Z tego tytułu nie spadną ceny energii, tak? Ani na rynku, ani na rynku bilansującym, bo będzie dalej ta sama metoda. Więc mówię, mam takie mieszane uczucia, co do uczestnictwa, w ogóle, odbiorców energii w rynku bilansującym jako takim. [F2]

Komentarz

1. Przedstawiciele zarządów spółdzielni mieszkaniowych wyrazili sceptycyzm w kwestii możliwości rozliczania przez SM energii elektrycznej. Jako bariery w zastosowaniu takiego rozwiązania badani wskazali następujące czynniki:
 - a) Trudności w uzyskaniu akceptacji ze strony mieszkańców (niechęć do zmian);
 - b) Nieufność wobec innowacji;
 - c) Oskarżanie zarządów o korupcję;
 - d) Trudności techniczne (brak urządzeń pomiarowych);
 - e) Trudności ze ściąganiem należności, co dotyczy 10-15% mieszkańców (windykacja zadłużenia);
 - f) Trudności z rozliczeniami w przypadku zmiany właściciela mieszkania;
 - g) Różne interesy poszczególnych typów interesariuszy: zarządu, rady nadzorczej, grup mieszkańców.


Podmiot przemysłowy (F2) deklaruje sceptyczne podejście do udziału w rynku bilansującym. Przytacza dwa argumenty: po pierwsze – że rynek bilansujący powinien być rynkiem technicznym; po drugie – że ma wątpliwości czy odbiorcy energii powinni uczestniczyć w rynku bilansującym.

Rozdział III

Podsumowanie i wnioski

Niniejszy raport zawiera obszerny materiał empiryczny, uporządkowany tematycznie, odpowiednio do sformułowanych pytań badawczych. w ramach każdego tematu dane empiryczne zostały usystematyzowane zgodnie z przyjętymi hipotezami, jako wypowiedzi o orientacji proekologicznej oraz o orientacji sceptycznej.

Rozdział III składa się z dwóch części. Pierwsza (podsumowanie), zawiera zestawienie wszystkich komentarzy, sformułowanych w ramach analizy treści wypowiedzi badanych, jaka została dokonana w rozdziale II. Druga część zawiera wnioski ogólne, odnoszące się postaw badanych wobec transformacji energetycznej

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 281/477</p>

Podsumowanie

Temat 1

Preferowana struktura miksu energetycznego w roku 2050 oraz określenie właściwego tempa odchodzenia od węgla, a także od gazu i paliw płynnych (transportowych)

Orientacja proekologiczna

Pozytywne nastawienie do transformacji energetycznej w kierunku OZE

Komentarz

Badani sformułowali następujące poglądy, uzasadniające ich proekologiczne podejście do transformacji energetycznej w kierunku OZE.

1. Dążenie do neutralności klimatycznej jest słusznym kierunkiem działań gospodarczych i politycznych.
2. Firmy, którymi kierują badani mają własne plany inwestycyjne w zakresie fotowoltaiki.
3. Technologicznym ograniczeniem rozwoju odnawialnych źródeł energii jest ich niestabilność.
4. W tym kontekście istotne znaczenie ma szybkie wdrażanie nowych technologii w zakresie magazynowania energii.
5. Preferowana struktura miksu energetycznego obejmuje OZE oraz energię jądrową, bez udziału węgla (F1, F2).
6. Ważnym czynnikiem działającym na rzecz transformacji energetycznej są oczekiwania klientów firm przemysłowych (np. ze Skandynawii), dotyczące niskiego poziomu śladu węglowego.


Orientacja sceptyczna

- A. Przekonanie o niskim poziomie zainteresowania społeczeństwa problematyką ekologii i środowiska, czemu towarzyszy koncentracja na cenach energii elektrycznej i ciepłej.

Komentarz

Badani reprezentujący spółdzielnie mieszkaniowe wyrazili przekonanie, że indywidualni odbiorcy energii elektrycznej czy ciepłej (mieszkańcy spółdzielni) są nastawieni przede wszystkim utrzymanie niskich kosztów rachunków za energię. Natomiast kwestia źródeł energii oraz ochrona środowiska mają mniejsze znaczenie. Takie nastawienie jest tłumaczone sytuacją kryzysową, powstałą w związku z sankcjami wobec Rosji. Wzrost cen węgla, gazu oraz energii elektrycznej jest traktowany czynnikiem zagrażającym poczuciu bezpieczeństwa obywateli. Nie zmienia to faktu, że poziom zainteresowania Polaków ochroną środowiska oraz zmianami klimatycznymi był i pozostaje niewielki.

Warto podkreślić, że zjawisko koncentracji Polaków na aspektach kosztowo-finansowych transformacji energetycznej zostało uchwycone w badaniu świadomości ekologicznej warszawiaków (2021 r.). Okazało się, że w wypowiedziach niemal wszystkich badanych kategorii

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 282/477</p>

pojawiają się następujące przekonania: a) że wprowadzeniu OZE towarzyszyć będzie wzrost cen energii, co znajdzie odzwierciedlenie w wyższych rachunkach płaconych przez mieszkańców; b) że wprowadzenie OZE wymaga poniesienia wysokich kosztów inwestycyjnych, które zwrócą się dopiero po wielu latach

B. Ogólnie sceptyczne nastawienie do OZE i idei neutralności klimatycznej

Komentarz

Badani sformułowali następujące poglądy, uzasadniające ich sceptyczne podejście do transformacji energetycznej w kierunku OZE.

1. Transformacja nie jest dobrze przygotowana w odniesieniu do stanu infrastruktury technicznej oraz magazynowania energii.
2. Transformacja energetyczna wymaga ogromnych inwestycji, na które nas nie stać.
3. Są przykłady, że źródła odnawialne nie są efektywne.
4. Przekonanie, że sama Europa nie zmieni sytuacji klimatycznej planety.
5. Brak decyzji dotyczących rozwoju energetyki jądrowej.
6. Przekonanie, że bezpieczniej jest zostać przy węglu.
7. Całkowite odchodzenie od węgla jest na dzień dzisiejszy błędem i niewykonalne.
8. Znaczącym utrudnieniem dla decyzji biznesowych jest duża zmienność warunków inwestowania.
9. Podmioty gospodarcze działające w oparciu o źródła konwencjonalne nie zrezygnują ze swych interesów.
10. Słabą stroną energetyki jądrowej jest uzależnienie od surowców z Rosji oraz Iranu.
11. Preferowana struktura miksu energetycznego została explicite określona przez dwóch z badanych: 30% OZE, 70% źródła konwencjonalne (F3); 25% OZE, 30% gaz, węgiel 20%, atom 25% (MSP).

Temat 2


Czy energetyka przyszłości powinna opierać się na scentralizowanym systemie korporacyjnym (WEK), czy też za rozproszonym systemie elektroprosumeryzmu?

Orientacja proekologiczna

Poparcie badanych dla wprowadzenia rozproszonych systemów energetycznych.

Komentarz

1. Aktualnie występują ograniczenia w przyłączaniu instalacji OZE do sieci przesyłowych.
2. Małe podmioty mają bardzo słabą pozycję negocjacyjną wobec potentatów i monopolistów.
3. Istnieje potrzeba wielu elastycznych rozwiązań, aby można było wybrać odpowiedni.
4. Koncerny generują coraz wyższe koszty swego funkcjonowania.
5. Między koncernami nie ma konkurencji.
6. Jest wyraźna tendencja na rynku w kierunku tworzenia systemów zdecentralizowanych. Są one stopniowo wdrażane.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 283/477</p>

Orientacja sceptyczna

Poparcie badanych dla utrzymania scentralizowanych systemów energetycznych.

Komentarz

1. Małe firmy nie będą konkurencyjne. Mniejsi dostawcy przegrywają przetargi.
2. W systemie zdecentralizowanym nie ma kto zająć się dystrybucją, utrzymaniem sieci itp.
3. Duże firmy są stabilne.
4. Duża firma nie kupi energii od małego dostawcy, bo jest to zbyt ryzykowne. Musimy mieć pewność zasilania.
5. Rozproszone systemy wydają się trudne do realizacji.
6. Przy braku magazynów energii system rozproszony nie zapewni zasilania.
7. Aktualny system odpowiada naszym potrzebom.

Temat 3

Jakie rozwiązania legislacyjne powinny się znaleźć w przygotowywanej ustawie „Prawo elektryczne”?

Orientacja proekologiczna

Poparcie dla rozwiązań legislacyjnych proponowanych w ustawie „Prawo elektryczne”.

Komentarz


1. Część badanych (F1, MSP) wypowiedziała się z akceptacją w kwestii dostępu podmiotów gospodarczych do rynku bilansującego. Przedstawiciel przemysłu (F1) wskazywał na aktualną praktykę firmy, polegającą na nie zawieraniu umów długoterminowych o stałej cenie, lecz kupowaniu energii na giełdzie towarowej w formie spotów. Przedstawiciel MSP podkreślał, że dla niego kluczowe znaczenie ma obniżka kosztów, co może zostać osiągnięte przez zmianę dostawcy.
2. Badany F2 wyraził opinię, że przejęcie przez spółdzielnie mieszkaniowe zarządzania energią byłoby korzystne z punktu widzenia członków spółdzielni. Przedstawiciele zarządów spółdzielni nie podzielali tej opinii.

Orientacja sceptyczna

Brak poparcia dla rozwiązań legislacyjnych w ustawie „Prawo elektryczne”.

Komentarz

1. Przedstawiciele zarządów spółdzielni mieszkaniowych wyrazili sceptycyzm w kwestii możliwości rozliczania przez SM energii elektrycznej. Jako bariery w zastosowaniu takiego rozwiązania badani wskazali następujące czynniki:
 - a) Trudności w uzyskaniu akceptacji ze strony mieszkańców (niechęć do zmian);

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 284/477</p>

- b) Nieufność wobec innowacji;
 - c) Oskarżanie zarządów o korupcję;
 - d) Trudności techniczne (brak urządzeń pomiarowych);
 - e) Trudności ze ściąganiem należności, co dotyczy 10-15% mieszkańców (windykacja zadłużenia);
 - f) Trudności z rozliczeniami w przypadku zmiany właściciela mieszkania;
 - g) Różne interesy poszczególnych typów interesariuszy: zarządu, rady nadzorczej, grup mieszkańców.
2. Podmiot przemysłowy (F2) deklaruje sceptyczne podejście do udziału w rynku bilansującym. Przytacza dwa argumenty: po pierwsze – że rynek bilansujący powinien być rynkiem technicznym; po drugie – że ma wątpliwości czy odbiorcy energii powinni uczestniczyć w rynku bilansującym.

Wnioski

I.

Wyniki badań jakościowych nie mogą stanowić podstawy do ogólnych konstatacji odnoszących się do środowisk biznesowych Warszawy. Natomiast dane te można potraktować jako wskaźniki określonych tendencji, charakterystycznych dla stanu świadomości tych środowisk w odniesieniu do transformacji energetycznej.

Zestawienie Nr 1


Orientacje podmiotów w badanych tematach

Podmiot	Temat 1		Temat 2		Temat 3	
	P	S	P	S	P	S
F 1	+				+	
F 2	+	+	+		+	+
F 3		+		+	+	
SM 1		+	+			+
SM 2		+	+	+		+
MSP		+		+		

P – orientacja proekologiczna; S – orientacja sceptyczna

Dane zebrane w Zestawieniu Nr 1 pozwalają na pokazanie orientacji badanych w trzech obszarach: (1) tempa odchodzenia od węgla, (2) energetyka rozproszona czy korporacyjna, (3) Prawo elektryczne. Okazuje się, że obserwujemy duże zróżnicowanie tych orientacji.

F1 – deklaruje orientację proekologiczną w temacie 1 i 3; w żadnej kwestii nie przyjmuje orientacji sceptycznej.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 285/477</p>

F2 - deklaruje orientację proekologiczną w temacie 1, 2 i 3; Równocześnie jednak w temacie 1 i 3 przyjmuje orientację sceptyczną.

F3 - deklaruje orientację proekologiczną w temacie 3; w temacie 1 i 2 przyjmuje orientację sceptyczną.

SM1 - deklaruje orientację proekologiczną w temacie 2; w temacie 1 i 3 przyjmuje orientację sceptyczną.

SM2 - deklaruje orientację proekologiczną w temacie 2 (ale też sceptyczną); w temacie 1 i 3 przyjmuje orientację sceptyczną.

MSP - deklaruje orientację sceptyczną w temacie 1 i 2.

Analiza wskazuje zatem, że zdecydowana orientacja proekologiczna występuje w przypadku badanego F1, który reprezentuje dużą międzynarodową firmę przemysłową.

Z kolei zdecydowaną orientację sceptyczną reprezentuje przedstawiciel MSP. Jest to firma przemysłowa, zatrudniająca ok. 100 osób, czyli jest to firma średniej wielkości.

Pozostali badani reprezentują orientację mieszaną, to znaczy dostrzegają wagę kwestii odchodzenia systemu energetycznego od węgla w kierunku OZE, ale zarazem sceptycznie oceniają realne działania w tej kwestii.


Warto zwrócić uwagę na stanowisko przedstawicieli spółdzielni mieszkaniowych deklarujących poparcie dla rozproszonych, zdecentralizowanych systemów energetycznych. Badany SM2 opowiada się za rozwiązaniem o charakterze oligopolu, co wskazuje na swego rodzaju przywiązanie do struktur scentralizowanych.

*Myślę, że **optymalne byłyby dwie, trzy duże firmy**. Właśnie nie małe, bo małe źródła no to to, co mieliśmy w Markach, one bankrutują, i zostajemy z problemem. One są niestabilne. Natomiast duże, duże firmy, ale nie jedna jak Veolia, Tylko jednak, no fajnie byłoby, żeby były dwie, trzy, żeby ten system był taki no łatwiejszy. [SM2]*

II.

W odniesieniu do szczegółowych komentarzy zawartych w „Podsumowaniu” należy następujące kwestie, które pojawiają się w dyskursie publicznym w ramach narracji prowęglowej i są adoptowane przez badanych do ich sposobu postrzegania rzeczywistości.

1. OZE są to źródła niestabilne ze względu na warunki atmosferyczne.
2. Technologie w zakresie magazynowania energii są mało efektywne.
3. W preferowanej strukturze miksu energetycznego obok OZE występuje energia jądrowa.
4. Indywidualni odbiorcy energii elektrycznej czy ciepłej są nastawieni przede wszystkim utrzymanie niskich kosztów rachunków za energię.
5. Transformacja energetyczna wymaga ogromnych inwestycji, na które nas nie stać.
6. Przekonanie, że bezpieczniej jest zostać przy węglu.
7. Duże firmy są stabilne.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 286/477</p>

III.

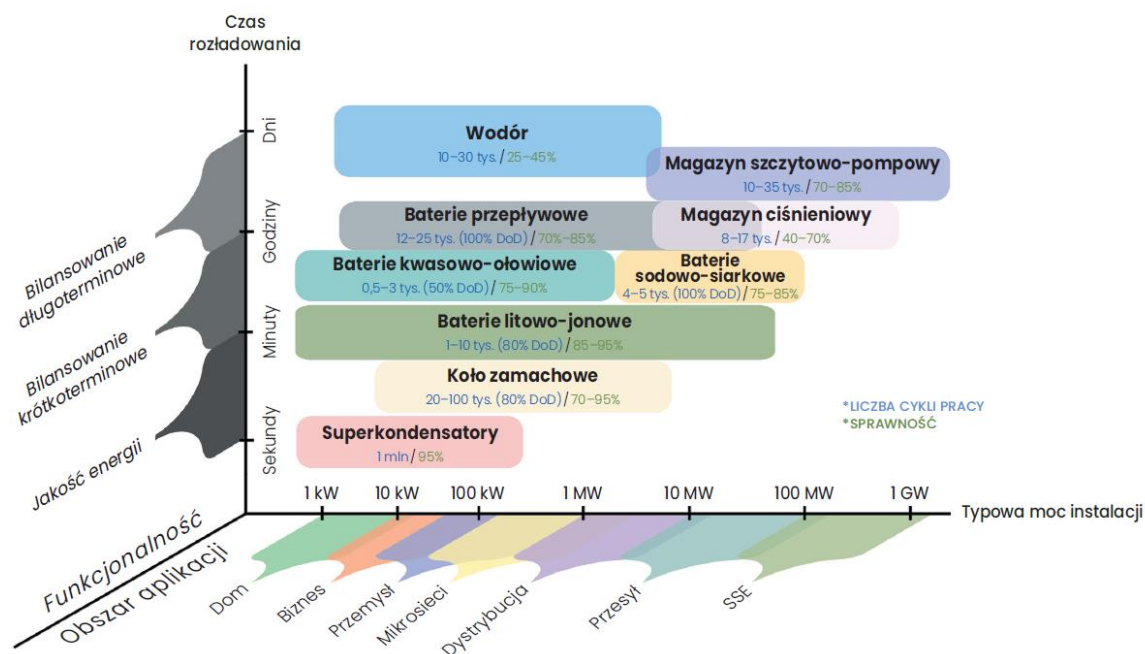
Badanie wykazało istnienie dwojakiego typu uwarunkowań, wpływających na stosunek badanych do transformacji energetycznej. Pierwsze uwarunkowanie – to obiektywna sytuacja biznesowa: przedstawiciel firmy F1 widzi oczekiwania klientów dotyczące obniżenia śladu węglowego w produktach oraz zna proekologiczną strategię kierownictwa koncernu europejskiego, którego jest F1 jest częścią. w efekcie oddziaływania tych czynników jego orientacja jest zdecydowanie proekologiczna. Pozostałe podmioty objęte badaniem mają niejasną sytuację biznesową, która nie wymusza w danym momencie określonych decyzji strategicznych, typu węgiel czy OZE. Z tego względu ich sposób myślenia jest kształtowany przez czynniki nie związane bezpośrednio z sytuacją biznesową. Ten drugi typ uwarunkowań - to zbiór czynników subiektywnych, takich jak: niechęć do podejmowania ryzyka, nieufność wobec otoczenia, brak wiedzy techniczno-ekonomicznej, spreczne przekazy medialne, polaryzacja opinii publicznej. Mamy tu do czynienia ze zjawiskiem błędów poznawczych, określanym też jako stan fałszywej świadomości. Dotyczy to takich wypowiedzi jak: *źródła odnawialne nie są efektywne, bezpieczniej jest zostać przy węglu, rozproszone systemy wydają się trudne do realizacji*. Wypowiedzi tego typu są artykułowane wtedy, gdy w świadomości badanych pojawia się tendencja do poszukiwania rozwiązań kompromisowych, pozwalających zachować dystans do pojawiających się dylematów, dających komfort neutralności oraz możliwość uniknięcia jednoznacznego opowiedzenia się po jednej ze stron sytuacji konfliktowej.

Warto podkreślić, że podobna tendencja w podejściu do transformacji energetycznej występuje w świadomości odbiorców energii, co zostało stwierdzone w badaniu świadomości ekologicznej warszawiaków, zrealizowanym w roku 2021.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 287/477

Załącznik 2 – Technologie magazynowania energii dedykowane elektroprosumantom - stan obecny i perspektywy


Generacja energii elektrycznej z OZE w zakresie technologii PV oraz wiatrowych uzależniona jest przede wszystkim od warunków atmosferycznych oraz nasłonecznienia. Konsekwencją takiego stanu rzeczy jest fakt, że w danej chwili dysponujemy nadmiarem energii elektrycznej lub jego deficytem. Dlatego istotnym wyzwaniem w tym obszarze jest zagadnienie zapewnienia autobilansowania. Jednym z narzędzi umożliwiających osiągnięcie tego celu i tym samym kompensowanie niesterowalnych źródeł OZE jest zastosowanie magazynów energii. Na poniższym rysunku (Z2_Rys.1) dokonano porównania poszczególnych technologii magazynowania energii w funkcji czasu rozładowywania do funkcji mocy.



Z2_Rys.1 Zestawienie porównawcze technologii magazynowania energii w funkcji czasu rozładowania i typowej mocy instalacji¹⁶⁷

W kontekście dążenia do elektroprosumeryzmu magazyny energii elektrycznej w układach rozproszonych źródłach energii będą stanowiły jej podstawowe wyposażenie wpływając z jednej strony na efektywne wykorzystanie zasobów lokalnych, zwiększenie autokonsumpcji oraz zwiększenie możliwości bilansowania. Szczególnie duże nadzieje pokładane są w magazynach typu

¹⁶⁷ Krzysztof Rafał, Paweł Grabowski, Magazynowanie energii ACADEMIA - magazyn Polskiej Akademii Nauk, 2021, Nr 1 (65) Energetyka, 34-40, DOI: 10.24425/academiaPAN.2021.136844

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 288/477</p>

elektrochemicznego. Najbardziej popularne akumulatory tego typu, które mogą zostać wykorzystane w magazynie energii to:

- kwasowo-ołowiowe,
- litowe -jonowe,
- wodorkowe,
- niklowo-kadmowe.

Podstawowe parametry użytkowe takiego magazynu to:

- moc ładowania/rozładowania,
- pojemność użytkowa,
- sprawność cyklu.

Szczególnie popularne do współpracy z odnawialnymi źródłami energii są akumulatory litowo-jonowe. Cechują się one bardzo wysoką sprawnością wynoszącą 85÷95%, liczbą cykli do 10 tys. Dodatkowo zakres mocy instalacji w zakresie od 1 kW do kilkuset megawatów. Obecnie największy działający baterijny magazyn energii to Moss Landing Energy Storage Facility zlokalizowany w Kalifornii o mocy 400 MW oraz pojemności 1 600 MWh¹⁶⁸.

W Polsce firma Columbus Energy planuje wybudować na południu Polski wielkoskalowy magazyn energii. Planowana moc to 202 MW, a pojemność 810 MWh. Całkowita wartość inwestycji szacowana jest na ok. 1,6 mld zł¹⁶⁹.

Najbardziej powszechne magazyny energii elektrycznej dedykowane dla przydomowych instalacji OZE to magazyny o pojemności użytkowej około 10 kWh. Cena za magazyn energii o takiej pojemności waha się w przedziale od ok. 26 000 zł do ok. 48 000 zł, liczba cykli od 5 000 do 8 000.

Z2_Tabela 1. Porównanie bateryjnych magazynów ciepła o mocy około 10 kWh różnych producentów ^{170 171}


Magazyn energii	Cena	Poj. nominalna / użytkowa	Technologia	Liczba cykli
Fronius Solar Battery 10.5	48 000 zł	10.5 kWh / 8.4 kWh	LiFePO4	8 000
BYD HVS Premium 10.2	ok. 40 000 zł	10.2 kWh / 10.24 kWh	LiFePO4	6 000
PylonTech Force L2 10.65	ok. 33 000 zł	10.65 kWh / 9.59 kWh	Li-Ion	6 000
LG Chem RESU 10H	ok. 27 000 zł	9.8 kWh / 9.3 kWh	Li-Ion	6 000
BMZ ESS X 10.06	ok. 26 000 zł	10.06 kWh / 8.05 kWh	Li-Ion	5 000

¹⁶⁸ <https://www.nsenergybusiness.com/projects/moss-landing/>

¹⁶⁹ <https://columbusenergy.pl/relacje-inwestorskie/trzeci-wielkoskalowy-magazyn-energii-od-columbusa-to-juz-400-mw-mocy-i-1600-mwh-pojemnosci/>


¹⁷⁰ <https://enerad.pl/aktualnosci/magazyn-energii-10-kwh-cena-i-najwazniejsze-parametry/>

¹⁷¹ <https://sunsol.pl/assets/Uploads/Fronius-Solar-Battery-PL.pdf>

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 289/477</p>

Oprócz technologii stacjonarnych magazynów energii przewidywane są rozwiązania w postaci użycia części pojemności baterii samochodów elektrycznych jako sieciowych magazynów energii (ang. Vehicle-to-grid, V2G). Przy ok. 1,5 mln samochodów osobowych w roku 2050, przekłada się to na sumaryczną pojemność baterii samochodowych na poziomie 75÷150 GWh (zakładając pojemność baterii pojedynczego samochodu na poziomie 50÷100 kWh). Tylko niewielki ułamek tej pojemności będzie dostępny na potrzeby sieciowe ze względu na:

- znacznie mniejszą liczbę ładowarek (przyłączy) niż samochodów elektrycznych,
- niechęć do udziału w przedsięwzięciu ze względu na:
 - zużycie baterii,
 - obawy o brak energii w baterii w momencie, gdy samochód będzie potrzebny.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 290/477</p>

Załącznik 3 – Testowy wariant z blokiem jądrowym

Jednym z dodatkowych źródeł wytwarzania energii elektrycznej i ciepła oprócz OZE, który mógłby stanowić zabezpieczenie bilansu energetycznego m. st. Warszawy to zastosowanie technologii małych reaktorów jądrowych tzw. SMR (Small Modular Reactors). Za reaktor typu SMR uznaje się reaktor o mocy elektrycznej do 300 MW.

W zależności od zastosowania technologii do SMR-ów zalicza się reaktory¹⁷²:

- Lekkwodne (LWR - Light Water Reactor).
- Ciśnieniowe (PWR - Pressurized Water Reactor).
- Wysokotemperaturowe (HTR - High Temperature Reactor).
- Wrzące (BWR - Boiling Water Reactor).
- Na reaktory prędkie (FNR - Fast Neutron Reactor).
- Na stopione sole (MSR - Molten Salt Reactor).

W Polsce SMR najszybciej mógłby zostać wdrożony z reaktorem lekkowodnym (LWR). Wynika to z wysokiego poziomu gotowości technologicznej oraz możliwość komercyjnego zastosowania zwłaszcza w przemyśle górniczo – hutniczym oraz rafineryjnym. w 2021 roku KGHM podpisał zobowiązanie do rozwoju SMR z NuScale Power w kontekście przygotowania do realizacji inwestycji. Pierwszy miałby zostać uruchomiony w 2029 roku. w tym samym roku PKN Orlen planuje uruchomienie reaktora BWRX-300 od GE Hitachi Nuclear Energy.


Dlatego dla zabezpieczenia potrzeb energetycznych m. st. Warszawy w zakresie technologii jądrowych należy rozpatrywać reaktory SMR, które są najbardziej zaawansowane pod względem komercyjnego zastosowania w naszym kraju tj.:

- 1) VOYGR od firmy NuScale z USA
- 2) BWRX-300 od GE Hitachi Nuclear Energy

1) NuScale

Projekt elektrowni jądrowej oparty jest na technologii lekkowodnego reaktora o mocy elektrycznej brutto 77 MW_e. Podstawowa wersja obejmuje instalację 12 modułową po 77 MW_e (12 x 77 MW_e=924 MW_e). Dostępne są również mniejsze jednostki odpowiednio czteromodułowa VOYGR -4 o mocy 308 MW_e oraz sześciomodułowa o mocy 462 MW_e. Możliwe są również inne warianty.


¹⁷² Małe Reaktory Modułowe SMR, Narodowe Centrum badań Jądrowych, Świerk 2013

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 291/477

Z3_Tabela 1. Podstawowe dane techniczne¹⁷³

Parametry bloku	Opis
4-modułowy/6-modułowy/12-modułowy MW(e) brutto	308/462/924
Powierzchnia bloku 12 -modułowego (m2)	140
Parametry reaktora	Opis
Typ reaktora	PWR
Żywotność projektowa (lata)	60
Zbiornik ciśnieniowy reaktora wysokość/średnica (m)	17,7/2,7
Moc termiczna/Moc elektryczna MW(t)/MW(e) brutto	250/77
Czynnik chłodzący/moderator	Lekka woda / Lekka woda
Obieg pierwotny	Cyrkulacja naturalna
Jądrowy system dostarczania pary wodnej -Ciśnienie pary po stronie pierwotnej, (MPa)	13,8
Paliwo typ/układ	UO2 granulak/17x17 układ kwadratowy
Materiał okładziny paliwowej	M5 (Framatome)
Liczba zespołów paliwowych w rdzeniu	37
Wzbogacenie paliwa (%)	< 4.95
Cykl paliwowy, (miesiące)	18
Mechanizm kontroli reakcyjności	Regulacja położenia prętów sterujących, roztwór kwasu borowego
Wymagania dotyczące cyklu paliwowego	Trzy częściowy cykl paliwowy
Dodatkowe układy i systemy Elektrowniane	Opis
Konwersja pary wodnej	Obieg Rankine'a z podgrzewaczami wody zasilającej
Ciśnienie pary po stronie wtórnej, MPa	4,3
Wytwornica pary	Dwie wytwornice pary wyposażone w sekcje spiralne do przegrzania pary
Główne cechy bezpieczeństwa	Opis
Awaryjny system chłodzenia rdzenia	Nieograniczony czas chłodzenia rdzenia bez ingerencji operatora nawet w przypadku utraty zasilania AC lub DC lub dodatkowej wody. NRC (Nuclear Regulatory

¹⁷³<https://www.nationalacademies.org/documents/embed/link/LF2255DA3DD1C41C0A42D3BEF0989ACAEC3053A6A9B/file/D1E0FF59357EA7F7248CC17703A20611465DCE8FCE65> [dostęp: 10.10.2022]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p>Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 292/477</p>

	Commission) dopuściła brak zasilania 1-E dla zasilania systemów bezpieczeństwa.
Anticipated Transients Without Scram (ATWS)- stany przejściowe bez wyłączenia reaktora	Duży współczynnik ujemnego sprzężenia zwrotnego reaktywności
Core Damage Frequency (CDF) - Częstotliwość uszkodzeń rdzenia	3E-10/rok reaktora (przyczyny wewnętrzne)
Large Release Frequency- Częstotliwość znaczącego uwolnienia produktów rozszczepienia do otoczenia	(LRF) 2E-11/ rok reaktora (przyczyny wewnętrzne)
(SSE) Seismic Design - Projektowanie sejsmiczne	0,5 g ZPA

Każdy SMR jest zaprojektowany do pracy niezależnie od tego, czy pracuje jako pojedyncza jednostka, czy też w złożonej konfiguracji. Efektem tego jest dynamiczna praca reaktora w dużym zakresie mocy: wzrost mocy z 20% do 100% w ciągu 27 min. lub redukcja mocy ze 100% do 20% w ciągu 10 min¹⁷⁴. Na poniższym rysunku przedstawiono przekrój budynku reaktora.



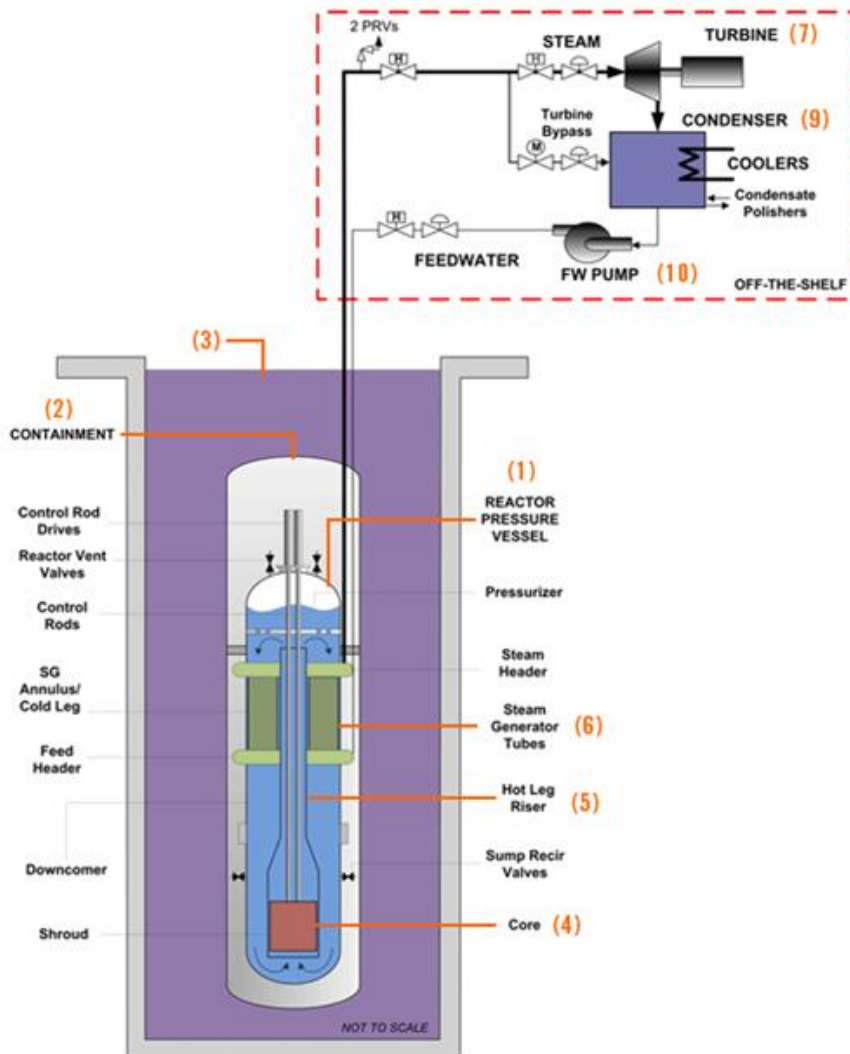
Z3_Rys.1 Przekrój budynku reaktora¹⁷⁵

¹⁷⁴ Anna Przybyszewska, Filip Seredyński (Współpraca), Małe modułowe reaktory (SMR) dla Polski, Instytut Sobieskiego, Grudzień 2019

¹⁷⁵ <https://www.forbes.com/sites/jamesconca/2018/06/22/nuscales-small-modular-nuclear-reactor-reliable-resilient-and-flexible/?sh=4b2209ba1139> [dostęp: 10.10.2022]




Natomiast na kolejnym rysunku przedstawiono schemat połączenia reaktora z częścią konwencjonalną (parową).



Z3_Rys.2 Schemat reaktora NuScale oraz część konwencjonalna¹⁷⁶: 1 – zbiornik ciśnieniowy reaktora, 2 – obudowa bezpieczeństwa, 3 – basen wypełniony wodą, 4 – rdzeń reaktora, 5 – pion gorącej części wytwornicy pary, 6 – rury wytwornicy pary, 7 – turbina parowa, 8 – brak na rysunku, 9 – skraplacz, 10 – pompa wody zasilającej.

¹⁷⁶ https://nuclearstreet.com/nuclear-power-plants/w/nuclear_power_plants/nuscale-power

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="right">Strona/Stron 294/477</p>

Do opracowania modelu testowego z blokiem jądrowym przyjęto następujące założenia:

- Roczny czas pracy $t=8\ 000$ h
- Wskaźnik potrzeb własnych $w_{pw}=5\%$
- Liczba modułów: $m=10$
- Moc modułu brutto $Nel_{EJ}=77$ MW
- SMR rozpocznie pracę w 2035 roku


Roczna produkcja netto z 10 modułowej elektrowni jądrowej NuScale:

$$AB_{EJ} = m \cdot Nel_{EJ} \cdot (1 - w_{pw}) \cdot t = 5\ 852\ 000\ MWh$$

Można w przybliżeniu przyjąć, że elektrownia Nuscale w ciągu roku wyprodukuje netto energię elektryczną w ilości około 5,9 TWh. w roku 2050 zgodnie z modelem 3 zapotrzebowanie na energię elektryczną wyniesie 10,9 TWh, z tego wynika, że blok NuScale dostarczałby ponad połowę rocznego zapotrzebowania dla miasta Warszawy. w związku z tym konieczna jest modyfikacja poszczególnych udziałów źródeł wytwórczych OZE dla zbilansowania energii elektrycznej w modelu testowym. w związku z powyższym konieczna jest rezygnacja oraz organicznie niektórych źródeł wytwórczych OZE. w analizie przyjęto zasadę, że w pierwszej kolejności rezygnuje się ze źródeł najbardziej oddalonych od Warszawy. Spowodowało to, że w pierwszej kolejności w całości zrezygnowano ze źródeł offshore (EWM) oraz w znacznym stopniu ograniczona została produkcja z lądowych farm wiatrowych (EWL) oraz rynku WEK. w przypadku Rynku WEK - od 2040 roku został on zupełnie wygaszony. w tabeli zamieszczonej poniżej zaprezentowano wyniki dla modelu testowego uwzględniającego współpracę źródeł wytwórczych OZE z blokiem jądrowym (SMR).

Z3_Tabela 2. Zestawienie miksu energetycznego dla wariantu testowego z blokiem jądrowym NuScale.

ROK	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
ENERGIA ELEKTRYCZNA							
Zapotrzebowanie, TWh	7,1	8,6	9,2	9,7	10,2	10,4	10,9
PV	-	0,9	2,2	2,6	2,7	2,7	2,7
μEW	-	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2
EWL	-	0,2	0,5	0,5	0,9	0,9	1,4
SMR	-	-	-	5,9	5,9	5,9	5,9
EB	-	0,1	0,1	0,3	0,4	0,5	0,5
GOZ	-	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
EWM	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Suma	-	1,2	2,9	9,6	10,2	10,4	10,9
Rynek WEK	-	7,4	6,3	0,1	0,0	0,0	0,0
CIEPŁO							
Zapotrzebowanie, TWh	12,6	11,7	10,4	9,6	8,6	7,6	7,2
PC	0,3	2,3	4,2	4,8	5,6	6,1	6,5
Źródła inne niż PC	12,3	9,4	6,2	4,8	3,0	1,5	0,7
GAZ SIECIOWY							
Zapotrzebowanie, TWh	4,8	4,6	3,9	3,5	2,7	2,0	1,7

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 295/477</p>

Koszt zakupu 6 reaktorów firmy NuScale KGHM określił na 1,5-2 mld USD¹⁷⁷. Szacunkowo koszt jednego reaktora wynosi zatem około 0,3 mld USD. w ramach prowadzonych analiz dla wariantu testowego całkowity koszt elektrowni z 10 reaktorami NuScale o mocy 770 MW wynosiłby 3 mld USD (około 15 mld zł). Tym samym szacowany koszt jednostkowy dla SMR -NuScale wynosi około 3 900 USD/kW.

Odnośnie potencjalnej lokalizacji należy oczekiwać braku akceptacji na lokalizację na terenie Warszawy np. w miejsce wygaszanych Elektrociepłowni. Najbardziej prawdopodobna lokalizacja to taka, gdzie istnieje odpowiednia infrastruktura energetyczna w zakresie przesyłu dużych mocy.

Potencjalne lokalizacje, które mogłyby być brane pod uwagę to:


- Elektrownia Bełchatów,
- Elektrownia Ostrołęka,
- Elektrownia Kozienice.

Dla rozważanej struktury wytwórczej OZE wraz z reaktorem typu NuScale wyznaczono sumaryczny TEC dla produkcji energii elektrycznej. Wyniki obliczeń wykazały wartość TEC na poziomie 174 TWh*. Biorąc pod uwagę bardzo wysoką wartość TEC, Wykonawca nie rekomenduje wariantu, w którym SMR stanowiłby podstawowe źródło energii elektrycznej. w tabeli zamieszczonej poniżej przedstawiono bezwzględny koszt termo-ekologiczny uwzględniający wariant testowy z reaktorem SMR.

Z3_tabela 3. Wariant testowy z SMR- koszt termo-ekologiczny (TWh*)

ROK	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
PV	-	0,2646	0,6468	0,7644	0,7938	0,7938	0,7938
μEW	-	0	0	0,017	0,017	0,034	0,034
EWL	-	0,0058	0,0145	0,0145	0,0261	0,0261	0,0406
SMR	-	0	0	172,514	172,514	172,514	172,514
EB	-	0,0082	0,0082	0,0246	0,0328	0,041	0,041
GOZ	-	0	0,0082	0,0164	0,0164	0,0164	0,0164
EWM	-	0	0	0	0	0	0
Suma Warszawa	-	0,28	0,68	173,35	173,40	173,43	173,44
Rynek WEK	-	15,07	11,56	0,47	0,00	0,00	0,00
Suma	-	15,35	12,24	173,82	173,40	173,43	173,44

¹⁷⁷ <https://www.bankier.pl/wiadomosc/KGHM-zlozyl-do-PAA-wniosek-ws-technologie-SMR-szacuje-koszt-budowy-elektrowni-na-1-5-2-mln-USD-8372227.html> [dostęp: 17.08.2022]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 296/477</p>

Załącznik 4 – Zmiana sposobu użytkowania energii elektrycznej

Podstawą do modelowania jest struktura miksu wytwórczego dobrana za pomocą modelu kaskadowego, w którym wykorzystuje się 15-minutowe profile zapotrzebowania i produkcji w źródłach z produkcją wymuszoną, a bilansowanie uwzględnia właściwości poszczególnych technologii. Założenia wykorzystane w modelowaniu są następujące:

1. Bilansowanie na podstawie 15-minutowych profili zapotrzebowania i produkcji w źródłach z produkcją wymuszoną.
2. Deficyt energii elektrycznej nie przekracza 1 %.
3. Energia, w celu unifikacji i łatwego skalowania jest przedstawiona w jednostkach względnych, %:

$$E^* = \frac{E}{\max(E)|_{\sum E_P=0}} \cdot 100\% \quad (1)$$

4. Moc znormalizowano według formuły:

$$P^* = \frac{P}{\max(P)|_{\sum E_P=0}} \quad (2)$$

5. Elektrownie i mikroelektrownie biogazowe wyposażone są w zasobniki biogazu.
6. Profile kształtowane są za pomocą sygnału z Rynku Czasu Rzeczywistego (RCR) z podatnością 20 %. Dodatkowym założeniem jest ograniczenie przesuwania obciążenia w horyzoncie 24 godzin, tzn. pobór energii można przesunąć, ale nie dłużej niż o 24 godziny.
7. Zakłada się, że uczestnictwo w RCR nie jest dodatkowo wynagradzane. Zysk uczestnika rynku wynika z różnicy cen.
8. Pojemność akumulatorów dobrano zgodnie z zależnością: 1 kW w źródłach PV odpowiada 1 kWh pojemności akumulatora.
9. Koszt energii akumulatora uwzględnia tylko rzeczywiste wykorzystanie (wynikające z bilansu energii) i uwzględnia sprawność magazynowania wynoszącą 90 % zarówno dla procesu ładowania jak i rozładowania.


Udział źródeł OZE z produkcją wymuszoną (źródła PV, elektrownie wiatrowe lądowe i morskie) jest bardzo duży, dlatego tak istotne staje się wprowadzenie mechanizmów użytkowania energii elektrycznej, które pomogą zmaksymalizować wykorzystanie energii w chwilach, gdy jest ona dostępna i ograniczyć, gdy występują deficyty. Dodatkowo koncentracja mikroinstalacji powoduje, że instalacje te nie mogą być dysponowane przez operatora OSD, ale zarządzane lokalnie i to w sposób zautomatyzowany. w ogólnym przypadku bilans dla każdej osłony kontrolnej można opisać za pomocą równania (3):

$$E_{OK}|_{t(s,min,h,d,m,r)} = \sum E_P|_{t(s,min,h,d,m,r)} \pm \sum E_M|_{t(s,min,h,d,m,r)} + \sum E_O|_{t(s,min,h,d,m,r)} \quad (3)$$

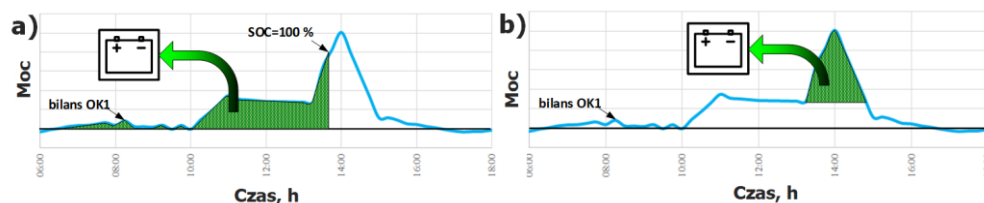
gdzie: $\sum E_P$ to energia generowana w źródłach, $\sum E_M$ to energia magazynowana (pobierana lub oddawana) a $\sum E_O$ to energia odbiorów/odbiorników.

Bilans może być modelowany w różnych okresach w zależności od potrzeb. Dla przykładu, okres sekundowy (milisekundowy) konieczny jest dla stabilizowania napięcia i częstotliwości, minutowy (5-minutowy lub 15-minutowy) dla handlu energią pomiędzy podmiotami, a roczny w zagadnieniach związanych z analizą kosztów funkcjonowania.

Jednym ze sposobów kształtowania profilu jest wykorzystanie akumulatory jako wirtualny magazyn (Z4_Rys.1b) – w którym rozproszone akumulatory sterowane są na podstawie prognozy bilansu

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p>Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 297/477</p>

w systemie(WSE). Tryb ten wymaga prognozowania podaży natomiast pełne wykorzystanie wirtualnego magazynu możliwe jest dla prognozy zarówno podaży jak i popytu (bilansu).



Z4_Rys. 1. Sposób pracy akumulatorów a) indywidualny magazyn – gromadzenie energii w przypadku nadwyżki, b) wirtualny magazyn – sterowanie przez operatora(WSE) w celu wyeliminowania deficytu osłony kontrolnej (na podstawie prognozy bilansu)


Tryb ten, wymaga wprowadzenia operatora(WSE), który na podstawie pomiarów oraz modeli matematycznych będzie mógł zarządzać wirtualnym magazynem. w przeprowadzonej analizie zakłada się, że profil produkcji źródeł jest możliwy do prognozowania z dużą dokładnością w okresie 24 h (mniej dokładnie nawet w okresie 2, 3 dni). Do prognozowania użyto heurystycznych metod wykorzystujących bazowe profile. Wynikiem metody jest godzinowy wektor energii pobieranej:

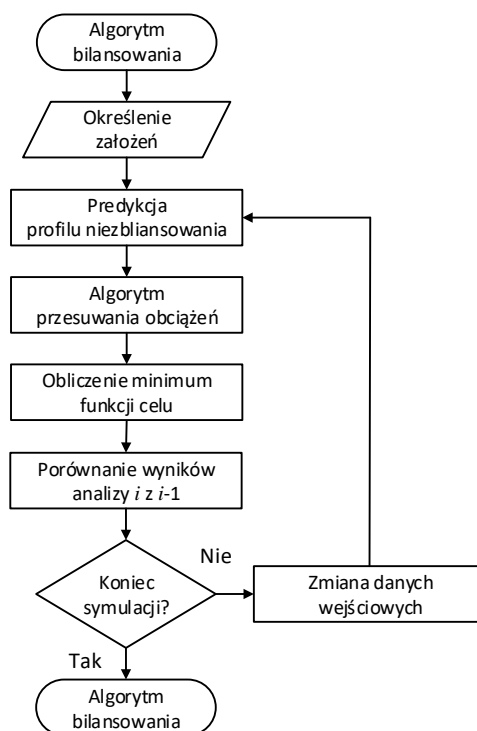
$$E_O |_h = [E_O^1, E_O^2, \dots, E_O^{24}] \quad (4)$$

w którym dla każdej godziny obliczane są wartości obciążenia na podstawie profili bazowych osłon:

$$E_O^{T_h} = \sum_{h=1}^{T_h} O_i^{(h)}, T_h = [1, 2, \dots, 24] \quad (5)$$

W modelu BAU profil obciążenia nie zmienia się, wykorzystano technologie do pokrycia zapotrzebowania, jednak założono, że podmioty nie reagują na profil niezbilansowania (cena energii jest stała niezależnie od zmiennego kosztu produkcji uzależnionego od chwilowej struktury produkcji w źródłach. w modelu 3 wprowadza się operatora(WSE), który wykorzystuje technologie wymiany informacji pomiędzy poszczególnymi podmiotami, (operatora informacji rynku energii OIRE) kompatybilnego z systemem SCADA. Wymiana informacja, ale również reakcja na zmianę ceny energii, musi być realizowana w sposób zautomatyzowany za pomocą sieciowych terminali dostępowych.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p>Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 298/477</p>



Z4_Rys. 2 Algorytm kształtowania profilu

Do analizy wykorzystano prognozowane profile produkcji oraz zapotrzebowania w Ostonie OK4. Na podstawie równań (3) do (5) można napisać równanie pozwalające obliczyć dzienne saldo energii:

$$E_d^* = \sum_{t=1}^{T^h} \sum_{i=1}^n (t, E_{OKi}^*) \quad (6)$$

Dla funkcji tej przeprowadza się procedurę optymalizacji uwzględniającą algorytm przesuwania obciążeń z ograniczeniami wynikającymi z podatności na zmianę energii wynoszącą 20 % oraz maksymalnym horyzontem redukcji obciążenia 24 h. Uwzględniając ograniczenia, sformułowano funkcję celu minimalizującą występujące deficyty energii.

$$f(E_d^*) = f(t, E_{OKi}^*) = \min (D) \quad (7)$$

Do minimalizacji funkcji celu wykorzystano heurystyczną procedurę optymalizacyjną przeszukiwania siatki.

Adekwatność dostaw

Budowanie odporności elektroprosumenckiej, należy realizować stosując efektywność krańcową oraz koszt krańcowy, zwłaszcza, że jest to proces trwający kilka a nawet kilkadziesiąt lat. Dlatego w pierwszej kolejności powinny być realizowane te inwestycje, które przynoszą najszybciej największe efekty. Analizę kosztu krańcowego budowania odporności elektroprosumenckiej przedstawiono na przykładzie osłony OK1, dla której średnie dzienne zużycie wynosi 1 kWh, a energia pokrywana jest za pomocą źródła PV oraz akumulatora, jednak w ogólnym przypadku taką analizę można przeprowadzić analogicznie dla każdej osłony. Do analizy wykorzystano informacje o profilu produkcji źródła PV, a także przyjęto koszt instalacji źródła PV wynoszący 4 tys. PLN/kW oraz koszt akumulatora na poziomie 3 tys. PLN/kWh. Analizę przeprowadzono na podstawie profili z funkcją



celu minimalizującą deficyty energii. Do analizy wykorzystano heurystyczną metodę optymalizacji, której efektem jest liczba dni z pełnym pokryciem zapotrzebowania oraz nakłady inwestycyjne pozwalające na osiągnięcie takiego stanu, zakładając liniowy wzrost kosztów inwestycyjnych w funkcji mocy źródeł PV oraz pojemności akumulatora. w rzeczywistości wraz ze zwiększeniem mocy instalacji PV oraz pojemności akumulatora, jednostkowe nakłady inwestycyjne malałyby. Jednak przeprowadzona analiza ma na celu pokazanie tendencji zmian, a nie być podstawą do projektowania instalacji, dlatego założenia takie nie wpływają znacząco na uzyskane wyniki, a znacznie ułatwiają prowadzoną analizę.

a)

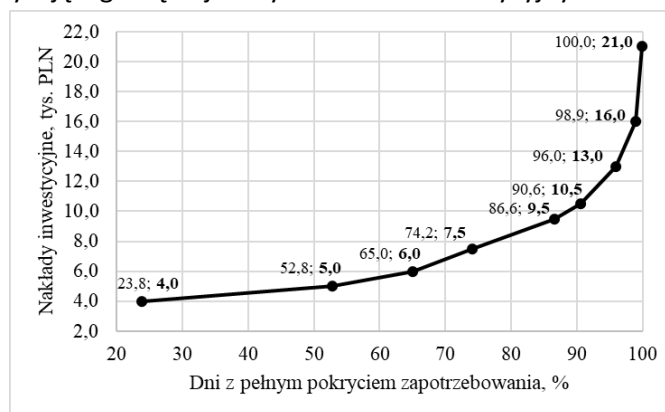
		Pojemność akumulatora, kWh					
		0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Moc źródeł PV, kW	0,25	0,0	23,8	28,6	29,8	30,8	31,6
	0,50	0,0	52,8	61,8	65,6	67,1	68,5
	0,75	0,0	65,0	74,2	77,9	80,5	81,9
	1,00	0,0	72,6	81,2	85,5	88,1	89,6
	1,25	0,0	78,0	86,6	90,7	92,7	94,2
	1,50	0,0	82,4	90,6	93,9	95,6	96,8
	1,75	0,0	86,1	93,2	96,0	97,2	97,8
	2,00	0,0	89,0	95,4	97,3	98,2	98,7
	2,25	0,0	91,5	97,0	98,4	99,0	99,3
	2,50	0,0	93,6	98,0	98,9	99,4	99,6
2,75	0,0	94,7	98,5	99,3	99,6	99,9	
3,00	0,0	96,0	99,0	99,6	99,8	100,0	

b)

		Pojemność akumulatora, kWh					
		0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Moc źródeł PV, kW	0,25	2,5	4,0	5,5	7,0	8,5	10,0
	0,50	3,5	5,0	6,5	8,0	9,5	11,0
	0,75	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5	12,0
	1,00	5,5	7,0	8,5	10,0	11,5	13,0
	1,25	6,5	8,0	9,5	11,0	12,5	14,0
	1,50	7,5	9,0	10,5	12,0	13,5	15,0
	1,75	8,5	10,0	11,5	13,0	14,5	16,0
	2,00	9,5	11,0	12,5	14,0	15,5	17,0
	2,25	10,5	12,0	13,5	15,0	16,5	18,0
	2,50	11,5	13,0	14,5	16,0	17,5	19,0
2,75	12,5	14,0	15,5	17,0	18,5	20,0	
3,00	13,5	15,0	16,5	18,0	19,5	21,0	


Z4_Rys. 3 Wynik analizy doboru źródeł PV oraz akumulatora a) liczba dni z pełnym pokryciem zapotrzebowania; b) nakłady inwestycyjne instalacji (w tys. PLN)

Wyniki analizy zamieszczono na Z4_Rys. 4. Można zauważyć, że budowa systemu zapewniająca pokrycie potrzeb energetycznych w 90 % kosztuje tyle samo, co pokrycie pozostałych 10 %. Jest to szczególnie widoczne na krzywej kosztu krańcowego (Z4_Rys. 4). Krzywa ta powstała poprzez wybór rozwiązania zapewniającego pełne pokrycie potrzeb energetycznych dla określonej liczby dni (w procentach), charakteryzującego się najniższym kosztem inwestycyjnym.



Z4_Rys. 4. Koszt krańcowy pokrycia potrzeb energetycznych (dni z pełnym pokryciem zapotrzebowania, w %) w funkcji nakładów inwestycyjnych dla instalacji ze źródłem PV oraz akumulatorem.

Koszt krańcowy jest podstawą do odejścia od pełnego pokrycia zapotrzebowania realizowanego jedynie za pomocą rozwiązań technicznych, w kierunku wykorzystania możliwości reakcji „każdego” elektroprosumenta na dynamicznie zmieniającą się sytuację (reakcja ta, ze względu na dynamikę zmian musi być realizowana automatycznie np. za pomocą terminala STD). w przypadku

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 300/477</p>

wykorzystania do bilansowania jedynie magazynów energii konieczne jest bardzo duże ich przewymiarowanie, jeżeli dąży się do pełnego lokalnego zbilansowania. Oprócz rachunku ekonomicznego w tym kontekście istotne staje się rozważanie gospodarki surowcowej. Przewymiarowanie nie tylko pogarsza rachunek ekonomiczny, ale również bardzo istotnie zwiększa koszt elektroekologiczny, a nie o to chodzi w dążeniu do neutralności klimatycznej.

Analiza adekwatności dostaw energii uwzględnia możliwość wykorzystania odbiorów i odbiorników, przy czym będzie ściśle zależęć od rodzaju analizowanej osłony, mianowicie dla osłony jednostek samorządowych analizuje się odbiory, natomiast w transformacji gospodarstwa domowego będą to odbiorniki. Takie podejście pozwala dla gospodarstwa domowego przeanalizować możliwość osiągnięcia odporności elektroprosumenckiej, w tym przypadku znaczenie mają poszczególne odbiorniki, ale już na etapie analizy osłony samorządowej, gospodarstwo traktowane jest jako odbiór o zdefiniowanych parametrach. w ogólnym przypadku, każdy odbiornik można traktować jako odbiór, dlatego, w celu uproszczenia, w dalszej części odbiorem będzie określany również odbiornik (grupa odbiorników).

W sytuacjach deficytu energii, zwłaszcza w kontekście budowania odporności elektroprosumenckiej, istotną rolę pełnią odbiory krytyczne związane z bezpieczeństwem ludzi oraz bezpieczeństwem technicznym budynków i instalacji technologicznych. Odbiory te muszą mieć zapewnioną ciągłość zasilania, która obecnie bardzo często realizowana jest za pomocą układów gwarantowanego zasilania (UGZ). Do odbiorów krytycznych zalicza się te obiekty i urządzenia, które muszą być zasilane przez cały czas, przy czym odbiorem krytycznym jest np. szpital, ale w sytuacji deficytu energii istnieje możliwość ograniczenia jego poboru, realizowane dla przykładu poprzez wyłączenie urządzeń, które nie są związane z ratowaniem życia i zdrowia.

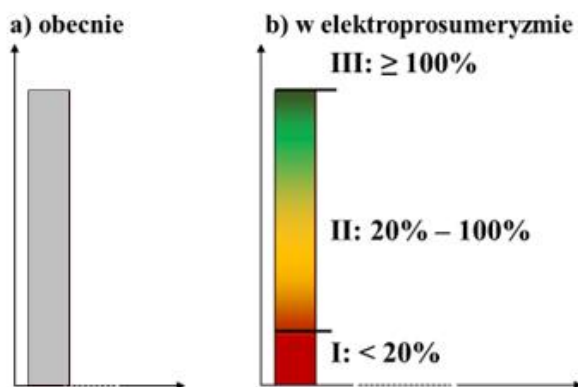
Zmiana sposobu użytkowania energii elektrycznej związana jest z możliwością wykorzystania zarządzania odbiorów w sposób zapewniający odporność odbiorów krytycznych, a także gwarantujące możliwie wysokie zbilansowanie jednocześnie minimalizując koszty inwestycyjne. w elektroprosumeryzmie sposób przedstawienia bilansu energii uwzględnia klasyfikację odbiorów. Wyróżniono 3 poziomy zasilania (bilansu), na podstawie których określa się działanie poszczególnych grup odbiorów mianowicie:

- **I: <20% (poziom bezpieczeństwa elektroprosumenckiego)** – stan krytyczny (deficyt powyżej 80%), dostępna energia poniżej 20%. (deficyt powyżej 80%). Jest to w stan, w którym zasilane są jedynie odbiorniki krytyczne zapewniające bezpieczeństwo ludzi oraz bezpieczeństwo techniczne budynków i instalacji technologicznych.
- **II: 20%-100% (poziom zarządzania ryzyka ekonomicznego)** – stan deficytu, dostępna energia od 20% do 100%. w miarę wzrostu dostępnej energii, mogą zostać załączane kolejne odbiory priorytetowe. Jest to stan bardzo wymagający ze względu na strategię zarządzania odbiorami, ponieważ oprócz możliwości ich załączenia, należy zapewnić równomierny dostępny (w różnym czasie) w szczególności odbiorom zapewniającym komfort cieplny, w taki sposób, żeby nie dopuścić do sytuacji w którym warunki bytowe pogorszą się w istotny sposób. Temperatura w stanach deficytu może być niższa, ale poprawne zarządzanie ma zapewnić równomierne obniżenie temperatury w całym systemie(WSE), a nie całkowite wyłączenie ogrzewania u pojedynczych

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 301/477</p>

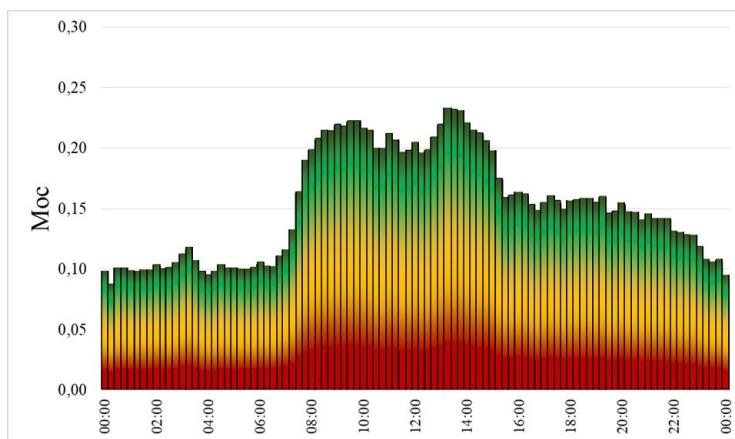
elektroprosumentów. Czym deficyt energii jest wyższy, tym podjęte środki do jego wykorzystania będą większe, co przekłada się np. na wysoką cenę energii w przypadku CCR.

- **III: $\geq 100\%$ (poziom bezpieczeństwa środowiskowego)** – stan komfortu, zapewnione pełne pokrycie potrzeb energetycznych. Brak ograniczeń.




Z4_Rys. 5 Bilans energii a) obecnie – bez klasyfikacji odbiorów; b) w elektroprosumeryzmie – z podziałem na odbiory krytyczne, priorytetowe i standardowe

Przedstawiając zapotrzebowanie w sposób określający udział poszczególnych grup odbiorów, można przeanalizować profil zapotrzebowania dla zakładu przemysłowego pracującego na dwie zmiany, w którym krytyczne procesy ciągłe realizowane są w zwłaszcza w ramach zmiany dziennej (Z4_Rys. 6).



Z4_Rys. 6 Przykład 15-minutowego profilu obciążenia zakładu przemysłowego z podziałem na odbiory krytyczne, priorytetowe i standardowe

Należy podkreślić, że w takiej sytuacji udział odbiorów krytycznych zmienia się w zależności od pory dnia. Ich udział w profilu zapotrzebowania zwiększa się zwłaszcza w okresach realizacji krytycznych procesów ciągłych. Z tego powodu, w przedstawianych poziomach zasilania nie ma ostrego podziału, a poziomy zostały wybrane dla typowej struktury odbiorów. Poziom 20% wynika z tego, że procesy ciągłe mogą być (w pewnym stopniu) realizowane z uwzględnieniem prognoz bilansu energetycznego (prognoz produkcji energii, a właściwie jej ceny).

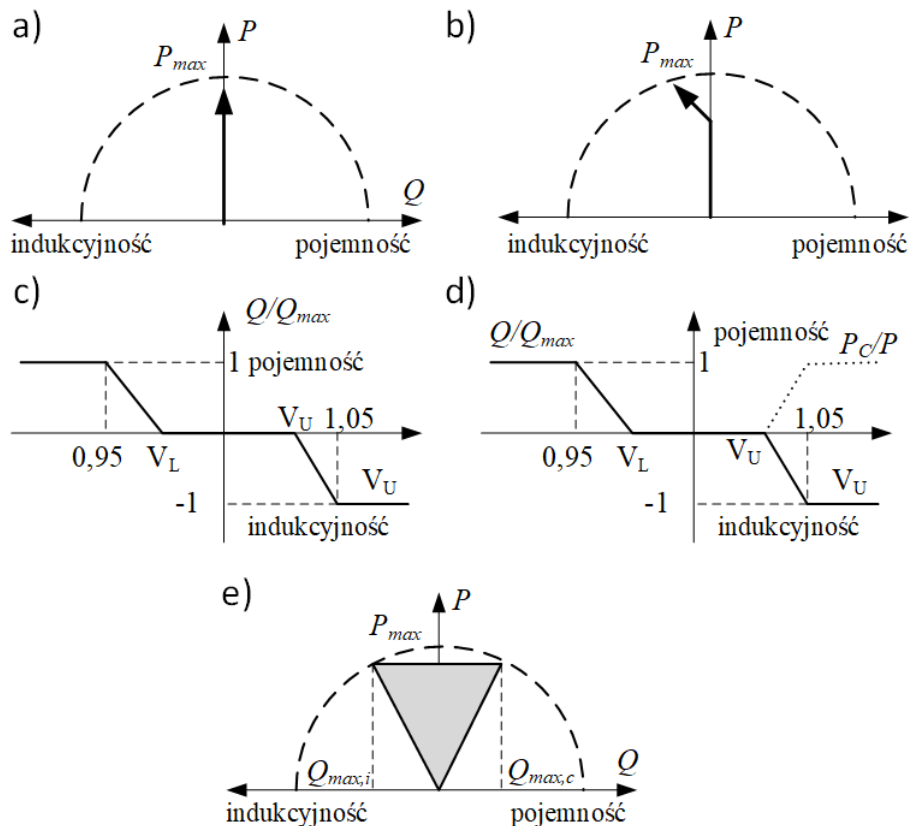
	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 302/477</p>

Rola przekształtników w rynkach elektroprosumeryzmu

Wykorzystanie źródeł OZE na masową skalę wpłynęło na całą branżę związaną z przekształtnikami, a to spowodowało, że powstały zupełnie nowe funkcjonalności oraz sposoby ich wykorzystania, udostępniając dla każdego poziomu napięć funkcjonalności zarezerwowane do tej pory jedynie dla energetyki WEK. Wybrane możliwości przekształtników zostały opisane w sposób syntetyczny.

Kontrola przepływu. w ogólnym przypadku kontrola przepływu realizowana jest za pomocą dwóch podstawowych technologii, mianowicie z przetwarzaniem na prąd stały oraz bezpośredniej. Zaletą układów z przetwarzaniem na prąd stały jest możliwość nie tylko kontroli przepływu, ale również przesyłu energii pomiędzy systemami o różnych częstotliwościach. Do wad należy konieczność przekształcenia całej przesyłanej mocy pomiędzy systemami. Natomiast w przekształtnikach z przetwarzaniem bezpośrednim takich jak, kompensatory równoległe i szeregowo czy przesuwniki mocy tylko część mocy przepływa przez przekształtniki. Podstawowym ograniczeniem ich stosowania jest możliwość sterowania przepływem mocy tylko pomiędzy systemami AC o jednakowej częstotliwości.

Kompensacja mocy biernej. Istnieje wiele metod pozwalających na kompensację mocy biernej. Do podstawowych możemy zaliczyć metodę stałego współczynnika mocy (Z4_Rys. 7a), w której w całym zakresie mocy na osłonie kontrolnej elektroprosumenta wymuszany jest pobór tylko mocy czynnej. Niedogodnością tej metody jest to, że może ona doprowadzić do obniżenia mocy czynnej w źródłach w sytuacji generacji mocy bliskiej mocy znamionowej, w celu zapewnienia odpowiedniego poziomu skompensowania oraz faktu, że metoda ta może doprowadzić do wystąpienia przepięć w sieciach dystrybucyjnych. Rozwinięciem tej metody jest metoda zależna od produkowanej energii czynnej (Z4_Rys. 7b), w której kompensacja prowadzona jest dopiero po przekroczeniu pewnej mocy granicznej. Obecnie znacznie częściej stosowane są metody wykorzystujące dynamiczne sterowanie mocą w oparciu o nieciągłą charakterystykę (ze strefą nieczułości) $Q(V)$ (Z4_Rys. 7c) lub $Q(V)/P(V)$ (Z4_Rys. 7d), a także 2-kwadrantowa metoda P-Q (Z4_Rys.7e) dla której zakres dopuszczalnego współczynnika mocy determinowany jest aktualną produkcją oraz napięciem. Metoda ta umożliwia pracę zarówno z mocą bierną pojemnościową jak i indukcyjną.




Z4_Rys. 7 Schematy działania kompensacji mocy biernej w przekształtnikach: a) stały współczynnik mocy; b) kompensacja zależna od mocy czynnej; c) w oparciu o charakterystykę $Q(V)$, d) w oparciu o charakterystyki $Q(V)$, $P(V)$; e) 2-kwadrantowa P-Q

Metody te wymagają generacji energii czynnej w celu zapewnienia kompensacji, jednak obecnie dostępne są rozszerzone metody kompensacji, które pozwalają wykorzystać obecność przekształtnika (np. solarnego) w systemie(WSE) nawet wtedy, kiedy on normalnie nie pracuje. Metoda taka pozwala wykorzystać przekształtnik solarny w nocy (stąd nazwa z ang. *Reactive Power Control at Night*) jako statyczny kompensator mocy biernej.

Filtracja wyższych harmoniczych. Wykorzystanie odpowiedniej topologii przekształtników, a w wielu przypadkach nawet zmiana sposobu sterowania przekształtnikiem może znacznie obniżyć zawartość wyższych harmoniczych w prądzie i napięciu. Funkcje takie mogą pełnić z powodzeniem przekształtniki solarne.

Istnieją również dedykowane przekształtniki (filtry aktywne) z których bardzo popularny jest przekształtnik wielorezonansowy. Spotyka się również inne rozwiązania takie jak kontrolery bazujące na eliminacji poszczególnych harmoniczych z kompensatorem fazy itd. Obecnie coraz większe znaczenie mają metody wykorzystujące wirtualną impedancję, czyli optymalizację stosunku indukcyjności do rezystancji za pomocą równoważnej impedancji wyjściowej falownika.

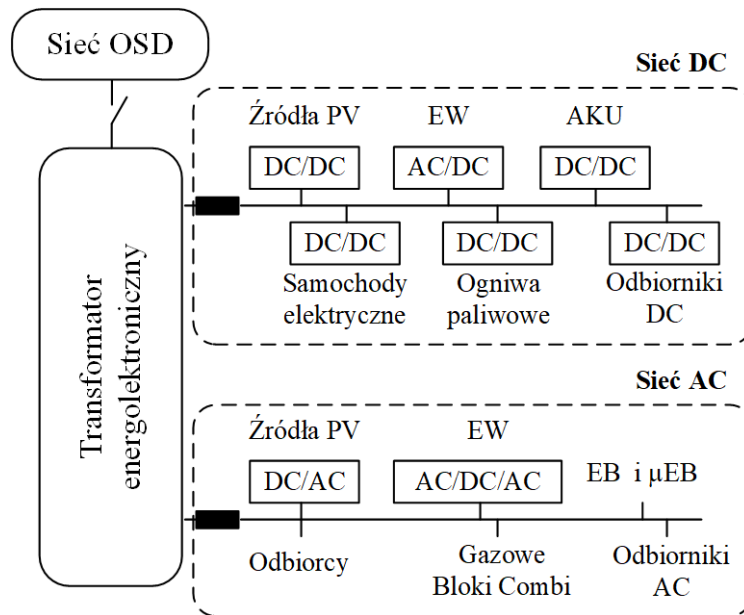
Kontrola napięcia. Obecność dużej liczby źródeł rozproszonych w systemach(WSE) wymaga od przekształtników funkcjonalności zapewniającej odłączenie falownika od sieci w sytuacjach awaryjnych, takich jak zwarcie, czy przerwanie przewodów sieciowych. Ze względu na generację własną wymagane są zaawansowane systemy antywyspowe, zapewniające skuteczne odłączenie od

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p>Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 304/477</p>

sieci. Powszechnie stosowane są dwie metody wykorzystujące techniki pętli fazowej, a mianowicie ulepszona metoda PLL (EPLL), oraz metoda oparta na uogólnionym integratorze drugiego rzędu (SOGI-PLL).


Kontrola częstotliwości. Jest to zabezpieczenie przed nadmiernym wzrostem częstotliwości, w szczególności w systemach *off grid*, poprzez kontrolę generowanej mocy. Zastosowanie tej funkcjonalności jest znacznie prostsze niż kontroli napięcia, głównie ze względu na brak istotnego wpływu krótkotrwałych przepięć na częstotliwość. Podobnie jak przy kontroli napięcia, wykrycie niepoprawnej częstotliwości realizowane jest za pomocą technik pętli fazowej (PLL).

Łączenie (sprzęganie) sieci. Realizowane może być za pomocą transformatorów energoelektronicznych. Transformatory te, w przeciwieństwie do transformatorów klasycznych, których jedyną funkcją jest możliwość dopasowania poziomu napięć, pełnią oprócz funkcji integracji sieci o różnych poziomach napięcia również funkcje sterowania przepływem czy kondycjonowania energii, zwłaszcza w zakresie podobciążeniowej regulacji napięcia. Transformatory energoelektroniczne pozwalają dodatkowo na integrację sieci AC i DC. Struktura hybrydowego systemu z transformatorem energoelektronicznym, wraz z zaznaczonymi przekształtnikami została przedstawiona na rysunku Z4_Rys. 8. w sieci hybrydowej, źródła rozproszone zintegrowane są zarówno z sieciami DC jak i AC. Przy czym miejsce przyłączenia oraz rodzaj zastosowanych przekształtników zależy od odległości, kosztu a także innych czynników.



Z4_Rys. 8 Przekształtniki w strukturze hybrydowego systemu z transformatorem energoelektronicznym

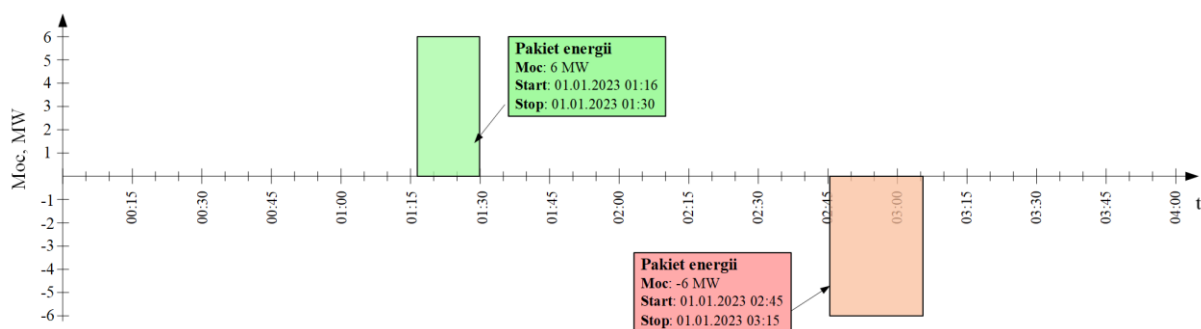
Black Start. Usługa Black Startu, czyli przywrócenia systemu zasilania po awarii sieci, realizowana jest obecnie w systemie KSE, głównie za pomocą elektrowni wodnych. Wyposażone w przekształtniki energoelektroniczne systemy dostosowane do pracy wyspowej (*off grid*), mogą realizować funkcję Black Startu. Przekształtnik lub grupa przekształtników, w takim scenariuszu działa w trybie kontroli napięcia, generując poprawne napięcie odniesienia w przypadku braku napięcia sieciowego i ułatwia synchronizację a w konsekwencji płynne przełączenie się z pracy wyspowej do pracy on grid.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 305/477

Sposób wystawiania ofert pakietowych

Sposób wystawianie ofert zostanie pokazany na przykładzie oferty sprzedaży i zakupu pakietów energii (Z4_Rys. 9). w przedstawionych przykładach nie pokazuje się aktu zawarcia kontraktów a jedynie sam mechanizm wystawiania ofert.

W pierwszym przykładzie do sprzedaży dostępna jest nadwyżka energii w pakiecie o parametrach: moc – 6 MW, start – 01.01.2023 godz. 01:16, stop 01.01.2023 godz. 01:30, niepodzielny. Natomiast deficyt, z którym wiąże się oferta zakupowa, występuje w godzinach 02:24 do 03:15 i wynosi -6 MW.



Z4_Rys. 9 Przykładowe oferty sprzedaży i zakupu pakietów energii

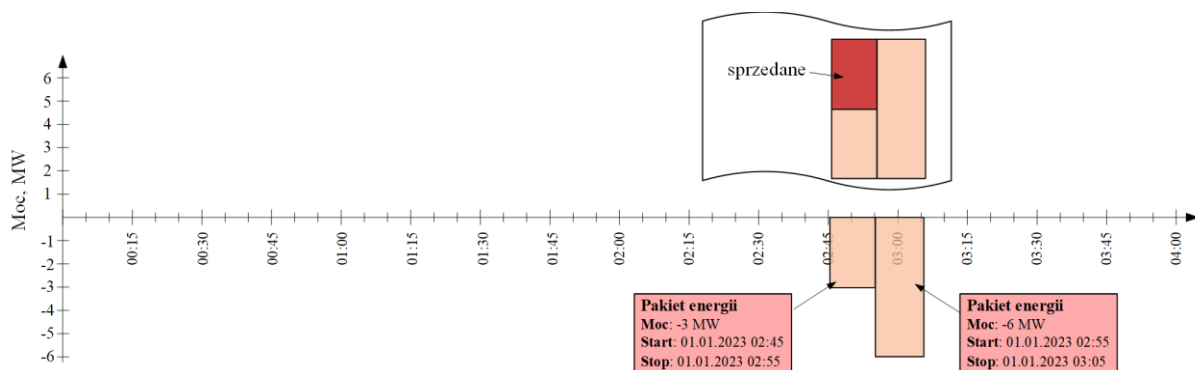
Oferta sprzedaży pakietu energii ma następującą dynamikę: Oferta została wystawiona o godz. 0:00 z ceną 500 PLN/MWh na 30 minut (Z4_Tabela 1), a ponieważ nie było zainteresowania ze strony kupujących, cena energii została obniżona do 300 PLN/MWh i ponownie, z niższą ceną, oferta została wystawiona na rynku. Oferta druga znalazła nabywcę. Przykład ten ilustruje uzgadnianie ceny za zakup pakietu.

Z4_Tabela 1. Ramka oferty sprzedaży energii

ID	Numer transakcji	Moc, kW	Start	Stop	Podział	Koniec oferty	Cena, PLN/MWh
1	1	6000	01.01.2023 01:16	01.01.2023 01:30	0	01.01.2023 00:30	500
brak oferty ponowne wystawieni z niższą ceną							
1	2	6000	01.01.2023 01:16	01.01.2023 01:30	0	01.01.2023 01:15	300

Oferta zakupu pakietu energii ma z kolei postać: Oferta została wystawiona i znalazł się dostawca, który mógł zaoferować tylko część energii. Po otrzymaniu potwierdzenia zawarcia kontraktu na zakup części energii, sieciowy terminal dostępowy wystawił oferty na dwa pozostałe pakiety, które były już niepodzielne (Z4_Rys. 10). Realizacja wystawiania ofert została zamieszczona w tabeli Z4_Tabela 2.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 306/477




Z4_Rys. 10. Przykład ponownego wystawienia pakietów energii po częściowym zakupie

Z4_Tabela 2. Ramka oferty zakupu energii

ID	Numer transakcji	Moc, kW	Start	Stop	Podział	Koniec oferty	Cena, PLN/MWh
1	3	-6000	01.01.2023 02:45	01.01.2023 03:05	1	01.01.2023 02:45	450
oferta częściowa (3MW od 2:45 do 2:55), wystawienie dwóch pozostałych pakietów							
1	4	-3000	01.01.2023 02:45	01.01.2023 02:55	0	01.01.2023 02:45	450
1	5	-6000	01.01.2023 02:55	01.01.2023 03:05	0	01.01.2023 02:45	450

Przedstawiony sposób wystawiania ofert można wykorzystać na rynkach elektroprosumeryzmu, wykorzystując różne profile, a co za tym idzie energię dostępną w różnym czasie u różnych elektroprosumenów.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 307/477</p>

Załącznik 5 – Identyfikacja 10 reprezentatywnych osłon kontrolnych OKW do badań modelowych

Zastosowane kryteria identyfikacji

Metodyka podejścia, kryteria wyboru osłon oraz zakres rozwiązań poddanych analizie

Dane w zakresie struktur źródeł wytwórczych mających zabezpieczyć miejskie potrzeby energetyczne w poszczególnych obszarach wykorzystania energii końcowej (energia elektryczna, ciepło, transport) przedstawione w rozdziale 7 „Model energetyczny Warszawy w roku 2050” są punktem wyjścia do sprawdzenia możliwości ich zapewnienia w warunkach m.st. Warszawy. Powyższe zrealizowano przy założeniu, że w pierwszej kolejności potrzeby energetyczne winny być zaspokajane lokalnie (w ramach wydzielonych fragmentów miasta – osłon OKW), a dopiero w przypadku braku zbilansowania konieczne będzie skorzystanie z rozwiązań uzupełniających, które stanowią (w kolejności ich wykorzystania):


1. źródła wytwórcze zlokalizowane w otulinie warszawskiej (gminy sąsiadujące bezpośrednio z Miastem),
2. energetyka wiatrowa morska (EWM) - morskie farmy wiatrowe,
3. Jednolity Rynek Energii Elektrycznej (obecnie - Krajowy System Elektroenergetyczny).

W celu przeanalizowania możliwości zastosowania rozwiązań elektroprosumenckich w różnego rodzaju obiektach (głównie budynkach) występujących na terenie Miasta wytypowano osłony kontrolne (OKW). Dla tych osłon przeprowadzono analizy zapotrzebowania na media energetyczne (stan początkowy na podstawie danych rzeczywistych), a następnie przeanalizowano możliwości realizacji działań mających służyć zaspokajaniu ich potrzeb energetycznych z uwzględnieniem poniższej kolejności:

1. pasywizacja budownictwa,
2. elektryfikacja ciepłownictwa,
3. elektryfikacja transportu,
4. użytkowanie energii elektrycznej i elektrotechnologie w środowisku cyfrowym i gospodarka GOZ,
5. reelektryfikacja OZE.

W przypadku każdej osłony kontrolnej OKW indywidualnie przeanalizowano możliwości zastosowania m.in. paneli fotowoltaicznych, w tym na ścianach bocznych budynków, przyjmując założenie, że będą one montowane na poziomych pasach międzyokiennych na elewacjach wschodniej, zachodniej oraz południowej. Założono również, że dla wysokich budynków montaż paneli na elewacjach następuje powyżej piątej kondygnacji budynku, co ma zapobiec ewentualnym problemom związanym z zacienianiem instalacji PV poprzez obiekty zlokalizowane wokół budynków.

Istotną rolę w procesie bilansowania osłon OKW będą stanowiły źródła wytwórcze zlokalizowane na terenie otuliny warszawskiej i z tego powodu przeprowadzono analizę jej potencjału pod kątem wykorzystania do zaspokajania potrzeb energetycznych.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 308/477</p>


Modelowanie zapotrzebowania na energię końcową (ciepło, energia elektryczna, gaz) dla osłon kontrolnych OKW zostało zrealizowane na podstawie:

- trajektorii zmian w zakresie zapotrzebowania na energię końcową dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 właściwych dla Modeli 1-3, które zostały wypracowane w ramach realizacji Etapu 1 projektu – tabela Z5_Tabela 1,
- danych rzeczywistych pozyskanych od zarządców lub właścicieli obiektów wchodzących w skład osłon OKW,
- wskaźników charakteryzujących zużycie energii w gospodarstwach domowych (w przypadku zasobów budynkowych) w m.st. Warszawie w roku 2020 (na podstawie Etapu 1) – tabela Z5_Tabela 2.

Z5_Tabela 1. Trajektorie zmian zapotrzebowania na energię końcową dla m.st. Warszawy do roku 2050 (zestawienie danych uzyskanych na podstawie Etapu 1)

Parametr	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Zmiana zapotrzebowania na energię elektryczną względem roku 2020, %	21,0	30,0	36,0	44,0	47,0	54,0
Zmiana zapotrzebowania na ciepło na potrzeby c.o. względem roku 2020, %	-10,0	-23,0	-32,0	-42,0	-52,0	-57,0
Zmiana zapotrzebowania na ciepło na potrzeby c.w.u. względem roku 2020 ¹⁷⁸ , %	3,8	3,8	7,7	7,7	7,7	11,5
Zmiana zapotrzebowania na gaz ziemny względem roku 2020, %	-28,6	-42,9	-57,1	-100,0	-100,0	-100,0

¹⁷⁸ Trajektorie zmian zapotrzebowania na c.w.u. wynika wyłącznie ze zmiany liczby ludności w Warszawie, podczas gdy pozostałe trajektorie są kombinacją większej liczby zmian (np. zmiana liczby ludności, intensyfikacja procesu pasywizacji budownictwa, wymiana urządzeń wytwarzających energię – elektryfikacja ciepłownictwa itp.). Dla obszaru całego miasta, zmienność zapotrzebowania na ciepło na potrzeby wytwarzania ciepłej wody użytkowej uwzględniająca jego rozwój jest poprawna, gdyż ujmuje zmiany wynikające ze zmiany liczby ludności. Natomiast w przypadku analizy pojedynczych osłon kontrolnych (ograniczonych np. liczbą budynków/mieszkań) może prowadzić do niepoprawnych wniosków o wzroście zużycia wody przez mieszkańców w obszarze np. kilku budynków. Z tego względu analizując pojedyncze osłony kontrolne, na które składają się istniejące budynki mieszkalne przyjęto, że zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby przygotowania c.w.u. nie wzrośnie, podczas gdy w skali całego miasta jest to możliwe. Należy mieć to na względzie analizując pojedyncze osłony kontrolne.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 309/477

**Z5_Tabela 2. Wskaźniki zapotrzebowania na energię końcową w gospodarstwach domowych – stan na rok 2020
(zestawienie danych uzyskanych na podstawie Etapu 1)**


Parametr	Wartość
Wskaźnik zużycia gazu na przygotowanie posiłków ¹⁷⁹ , kWh/gosp./rok	500
Wskaźnik zużycia energii elektrycznej w gospodarstwie domowym, kWh/gosp./rok	1 888
Średnie zużycie energii chemicznej paliwa w pojazdach z silnikiem spalinowym, kWh/100 km	60

Kwestią wymagającą odrębnego omówienia są zasady przyjęte w procesie określania punktu wyjścia (roku) do dalszych analiz. Dane dotyczące zużycia mediów w osłonach kontrolnych OKW powinny dotyczyć tego samego roku, jednak fakt, iż rok 2020 (który stanowił punkt wyjścia do określania potrzeb energetycznych Miasta w 1 Etapie) był rokiem pandemicznym, ze szczególnymi ograniczeniami w zakresie zachowań społecznych w pierwszej fazie pandemii, *Wykonawca* uznaje za zasadne zastosowanie pewnej elastyczności w przyjmowaniu punktu startowego dla kilku rodzaju osłon kontrolnych. Dotyczy to szczególnie osłon stanowiących obszary usługowo-handlowe, które podlegały istotnym ograniczeniom funkcjonowania, co na pewno przełożyło się na nietypowe charakterystyki ich zapotrzebowania na energię. Dodatkowo, pandemia zostawiła wyraźny – być może trwały – ślad w postaci zmian w zakresie wynajmu powierzchni handlowych. Ze względu na powyższe, *Wykonawca* stoi na stanowisku, że analizując tego typu osłony zasadne jest przyjęcie roku 2019 jako typowego i dla tego roku pozyskano dane od zarządców obiektów. w trakcie rozmów z administratorami obiektów biurowych oraz handlowo-usługowych uzyskano również informacje odnośnie roku 2021, który okazuje się być również niereprezentatywny w porównaniu do lat ubiegłych, choć odbicie względem roku 2020 jest już widoczne. Dodatkowo obecna napięta sytuacja polityczna może – ale nie musi – spowodować napływ podmiotów zainteresowanych ulokowaniem swoich biznesów w Polsce, co przyspieszy powrót branży usługowo-handlowej do sytuacji sprzed 2020 roku.

Ze względu na powyższe zdecydowano się przyjąć rok 2019 jako bazowy przy określaniu zapotrzebowania na energię końcową dla tego typu osłon kontrolnych.

Nie uległo zmianie natomiast założenie odnośnie sektora transportu. Podobnie jak w Etapie 1, modelowanie potrzeb sektora zrealizowano dla roku 2019 przyjmując uzyskane wyniki jako reprezentatywne.

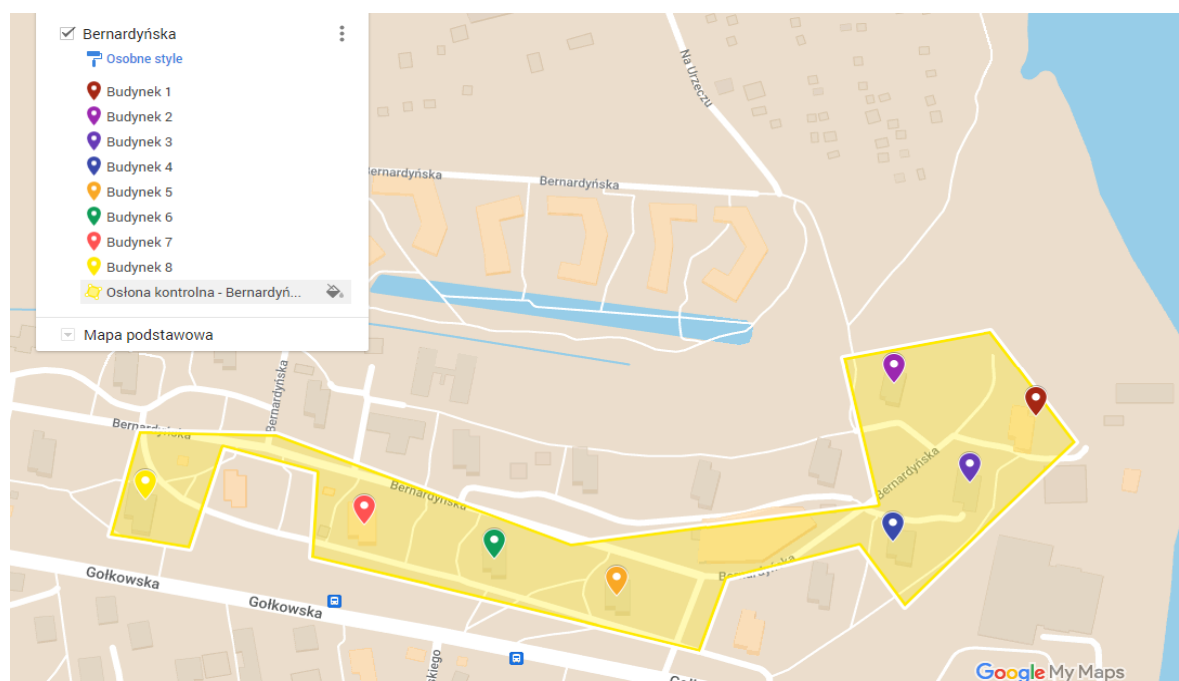
¹⁷⁹ Dane dotyczące wartości tego wskaźnika podczas realizacji Etapu 1 przyjęto na poziomie 940 kWh/gosp./rok. w toku prac w ramach kolejnego etapu pozyskano rzeczywiste dane ze zbiorczych liczników gazu dla dwóch budynków zamieszkania wielorodzinnego (obejmujących łącznie 145 mieszkań), które pozwalają określić tą wartość na poziomie ok. 500 kWh/gosp./rok. Taką wartość przyjęto do dalszych analiz.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p>Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 310/477</p>

1. OSŁONA KONTROLNA OKW2 – OSIEDLE MIESZKANIOWE – ZABUDOWA WIELORODZINNA WYSOKA STAREGO TYPU (WIELKA PŁYTA)


OPIS OSŁONY I ZUŻYCIE ENERGII

Osłona kontrolna OKW2 obejmuje 8 budynków 13-kondygnacyjnych, zlokalizowanych w obrębie jednego osiedla mieszkaniowego Dzielnicy Mokotów, zarządzanych przez administrację osiedla w ramach spółdzielni mieszkaniowej. Wszystkie budynki są zbudowane w technologii wielkiej płyty i zostały oddane do użytkowania w latach 70. ubiegłego wieku. Obecnie budynki są zaizolowane termicznie z wykorzystaniem styropianu o grubości warstwy 10-12 cm, a zaopatrzenie w ciepło (zarówno na potrzeby c.o. jak i c.w.u.) następuje z miejskiej sieci ciepłowniczej. w trzech z nich znajduje się wydzielona część handlowo-usługowa. Obszar całej osłony OKW2 pokazano na Z5_Rys. 1. Podstawowe dane opisujące analizowane budynki, w tym dane dotyczące zużycia ciepła w rozbiciu na poszczególne miesiące w roku 2019 przedstawia tabela Z5_Tabela 3, a zbiorczo dla całej osłony kontrolnej dane zawiera Z5_Tabela 4.



Z5_Rys. 1. Osłona kontrolna OKW2¹⁸⁰


¹⁸⁰ Opracowanie własne na podstawie Map Google.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 311/477

Z5_Tabela 3. Osłona kontrolna OKW2 – podstawowe informacje oraz zużycie ciepła. Stan na rok 2019

	Budynek 1		Budynek 2		Budynek 3		Budynek 4		Budynek 5		Budynek 6		Budynek 7		Budynek 8	
Przybliżony rok budowy	lata 70. XX w.		lata 70. XX w.		lata 70. XX w.		lata 70. XX w.		lata 70. XX w.		lata 70. XX w.		lata 70. XX w.		lata 70. XX w.	
Rodzaj i grubość izolacji	styropian 10...12 cm		styropian 10...12 cm		styropian 10...12 cm		styropian 10...12 cm		styropian 10...12 cm		styropian 10...12 cm		styropian 10...12 cm		styropian 10...12 cm	
Mieszkania																
Liczba	72		81		73		72		77		78		77		77	
Powierzchnia użytkowa, m ²	3 430		3 897		3 472		3 412		3 939		4 002		3 829		3 837	
Roczne zużycie gazu, MWh	34,9671		-		32,2609		-		-		-		-		-	
Roczne zużycie en. elektr., MWh	b/d		b/d		b/d		b/d		b/d		b/d		b/d		b/d	
Roczne zużycie en. elektr. w częściach wspólnych, MWh	17,552		20,601		17,882		22,337		23,441		16,965		19,143		18,927	
Liczba mieszkańców	128		174		131		134		153		141		129		126	
Źródło ciepła dla budynku	m.s.c.		m.s.c.		m.s.c.		m.s.c.		m.s.c.		m.s.c.		m.s.c.		m.s.c.	
Roczne zużycie ciepła, GJ	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.
styczeń	348,7	105,3	300,0	114,6	344,3	92,7	326,5	102,8	314,2	119,2	326,1	108,1	323,9	101,9	352,4	113,1
luty	231,5	75,0	196,8	81,1	226,4	65,9	214,7	73,4	206,1	82,4	209,3	74,0	217,6	74,7	222,5	77,7
marzec	187,4	77,0	148,3	80,8	177,9	66,4	164,3	73,4	161,1	79,8	162,9	77,5	170,3	75,9	181,7	74,7
kwiecień	129,8	65,8	91,9	72,6	113,3	58,1	100,0	63,3	101,1	68,5	101,8	64,8	107,4	65,9	128,5	64,1
maj	89,9	85,5	52,5	93,6	77,2	76,0	58,2	83,3	58,6	87,0	59,5	84,1	62,4	85,2	81,8	80,4
czerwiec	-	57,4	-	57,7	-	50,3	-	53,7	-	57,0	-	54,3	-	56,8	-	52,4
lipiec	-	58,5	-	59,9	-	53,6	-	55,4	-	55,5	-	55,5	-	56,9	-	54,6
sierpień	-	60,5	-	64,0	-	56,9	-	56,6	-	57,6	-	57,7	-	60,7	-	56,8
wrzesień	-	51,8	-	54,0	-	47,6	-	47,3	-	49,9	-	48,6	-	51,5	2,3	48,3
październik	103,0	77,0	53,9	77,0	87,5	69,6	70,3	71,1	73,1	75,8	71,0	73,4	73,6	74,3	106,2	71,1
listopad	131,3	67,2	90,8	65,8	123,3	60,3	111,7	62,4	118,2	66,2	116,0	62,1	123,4	62,8	138,9	60,3
grudzień	172,3	58,6	139,8	57,5	161,0	52,2	162,7	56,8	158,1	60,6	157,4	56,3	171,1	56,7	173,7	55,5
Moc zamówiona, kW	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.
	267,8	71,2	277,3	69,4	267,8	68,5	267,8	71,2	267,8	68,5	267,8	68,5	275,4	65,0	268,4	66,7
Powierzchnia usługowa, m²	406,3		-		306,1		392,8		-		-		-		-	
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową (c.o. i c.w.u.), kWh/m²/rok	161,7		139,2		151,5		146,6		144,6		140,2		150,4		159,1	

m.s.c. – miejska sieć ciepłownicza

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 312/477

Z5_Tabela 4. Osłona kontrolna OKW2 – zbiorcze podsumowanie rocznego zużycia energii. Stan na rok 2019

Osłona kontrolna OKW2	
Mieszkania	
Liczba	607
Powierzchnia użytkowa, m ²	29 818,0
Zużycie energii elektrycznej, MWh	1 302,8
W mieszkaniach ¹⁸¹	1 146,0
W częściach wspólnych	156,8
Zużycie ciepła, GJ	16 594,9
c.o.	10 019,4
c.w.u.	6 575,5
Moc zamówiona, kW	2 709,1
c.o.	2 160,1
c.w.u.	549,0
Zużycie gazu ziemnego¹⁸², MWh	303,5
Powierzchnia usługowa, m²	1 105,2

¹⁸¹ Oszacowanie na podstawie wartości jednostkowego zapotrzebowania na energię elektryczną dla gospodarstw domowych w Warszawie w 2020 roku wynoszącego 1 888 kWh/gosp./rok.

¹⁸² Oszacowanie na podstawie wartości jednostkowego zapotrzebowania na gaz do przygotowania posiłków dla gospodarstw domowych w Warszawie wynoszącego 500 kWh/gosp./rok.




Z5_Rys. 2. Wykresy zmienności zużycia ciepła w budynkach oraz wartość wskaźnika zapotrzebowania na energię końcową (B1...B8 – numery budynków) – osłona OKW2

MOŻLIWOŚCI W ZAKRESIE PASYWIZACJI BUDOWNICTWA


W ramach analizy przyjęto realizację przedsięwzięć zmniejszających zapotrzebowanie na energię końcową budynków mieszkalnych zlokalizowanych w osłonie kontrolnej. Ze względu na fakt, iż w skład osłony wchodzi budynki zbliżone do siebie zarówno pod względem technologii konstrukcji, pełniących funkcji, a także podobnych wolumenów zużycia energii przyjęto za zasadne zamodelowanie jednego budynku, a następnie przeskalowanie uzyskanych wyników na całą osłonę OKW2 składającą się z ośmiu takich budynków.

Działania przyjęte do realizacji dla pojedynczego budynku wielorodzinnego znajdującego się w osłonie kontrolnej OKW2 podzielono na dwa etapy. w I etapie planowane jest docieplenie budynku oraz wymiana stolarki okiennej i drzwiowej. w etapie II planowana jest zmiana źródła ciepła i c.w.u. z ciepła systemowego na pompę ciepła, montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, wymiana okien na okna z powłoką kwantową i montaż systemów OZE na dachu i elewacji. Założono, że panele fotowoltaiczne na elewacjach południowej, wschodniej i zachodniej zamontowane zostaną na poziomych pasach międzyokiennej.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 314/477

Z5_Tabela 5. Zestawienie działań pasywizacyjnych oraz działań w zakresie wytwarzania energii odnawialnej – budynek w osłonie kontrolnej OKW2

Przegroda /system /komponent	Stan obecny	Etap I 2023-2035	Etap II 2036-2050
Ściany zewnętrzne	Żelbet, docieplenie 10-12 cm $U = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$	docieplenie do poziomu $U = 0,10^* \text{ W/m}^2\text{K}$	-
Ściany zewnętrzne przy gruncie	Żelbet, brak docieplenia $U = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$	docieplenie do poziomu $U = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$	-
Stropodach	Żelbet, docieplenie $U = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$	docieplenie do poziomu $U = 0,10^* \text{ W/m}^2\text{K}$	
Strop nad piwnicą	Żelbet, brak izolacji termicznej $U = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	docieplenie do poziomu $U = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Okna zewnętrzne	Częściowo wymieniono: $U = 2,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g = 0,7$	Wymiana na okna: $U = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g = 0,5$	
	Brak urządzeń zacinających Stopień zacinania wynikający z usytuowania budynku oraz warunków pogodowych – 30% latem, 20% zimą.	Brak urządzeń zacinających Stopień zacinania wynikający z usytuowania budynku oraz warunków pogodowych – 30% latem, 20% zimą.	
	Brak OZE	-	Szyby z powłoką kwantową (wszystkie) w oknach powyżej V kondygnacji. Moc zainstalowana PV: W – moc 5,62 kW na powierzchni 141 m ² , produkcja 2,8 MWh. S – 4,55 kW na powierzchni 114 m ² , produkcja 3,03 MWh. E – 6,48 kW na powierzchni 162 m ² , produkcja 3,61 MWh. łącznie produkcja z PV na powierzchni okien – 9,44 MWh
Drzwi zewnętrzne	Wymieniono na nowe, $U = 2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$	Wymiana na drzwi: $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$	-
Źródło ciepła	Węzeł ciepłowniczy sprawność $\eta_g = 0,93$	-	Pompa ciepła COP = 3,00


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 315/477

Przegroda /system /komponent	Stan obecny	Etap I 2023-2035	Etap II 2036-2050
System ogrzewania	Sprawność przesyłu $\eta_d = 0,96$ wykorzystania $\eta_e = 0,93$	-	Sprawność przesyłu $\eta_d = 1,00$ wykorzystania $\eta_e = 0,93$
Wentylacja	Grawitacyjna	-	Mechaniczna z odzyskiem ciepła, sprawność odzysku $\eta = 0,65$
Wytwarzanie c.w.u.	Węzeł ciepłowniczy sprawność $\eta_w = 0,65$	Redukcja zużycia wody o 20%. **	Pompa ciepła COP = 1,85
Układ chłodzenia	Brak	-	Pompa ciepła współczynnik efektywności chłodzenia 3,5
Fotowoltaika na dachu	Brak	-	Moc – 20 kW, powierzchnia 80,00m ² łączna produkcja z PV na dachu – 20 MWh
Fotowoltaika na ścianach	Brak	-	Przyjęto panele na elewacji powyżej V kondygnacji. E – moc 78,00 kW na powierzchni 312 m ² ; produkcja 43,5 MWh S – moc 30,00 kW na powierzchni 120 m ² ; produkcja 19,96 MWh W – moc 78,00 kW na powierzchni 312 m ² ; produkcja 38,9 MWh łączna produkcja z PV na powierzchni ścian – 102,36 MWh
Turbiny wiatrowe na dachu	Brak	-	Liczba – 3 szt. Moc 2,0 kW/szt.; produkcja 7,5 MWh

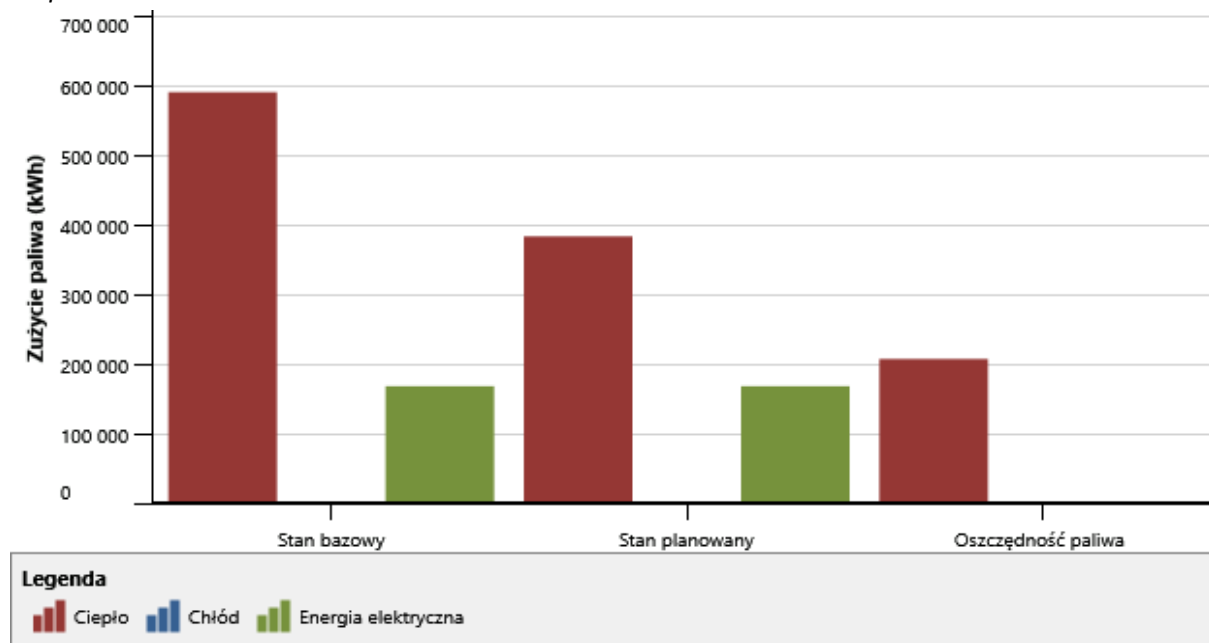
*Wartości wynikające z WT2021

**zastosowanie perlatorów, obniżenie ciśnienia, regulacja obiegów.

Wyniki obliczeń przeprowadzonych w modelu RetScreen Expert dla poszczególnych etapów przedstawiono w poniższych tabelach oraz na poniższych rysunkach:

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 316/477


Etap I



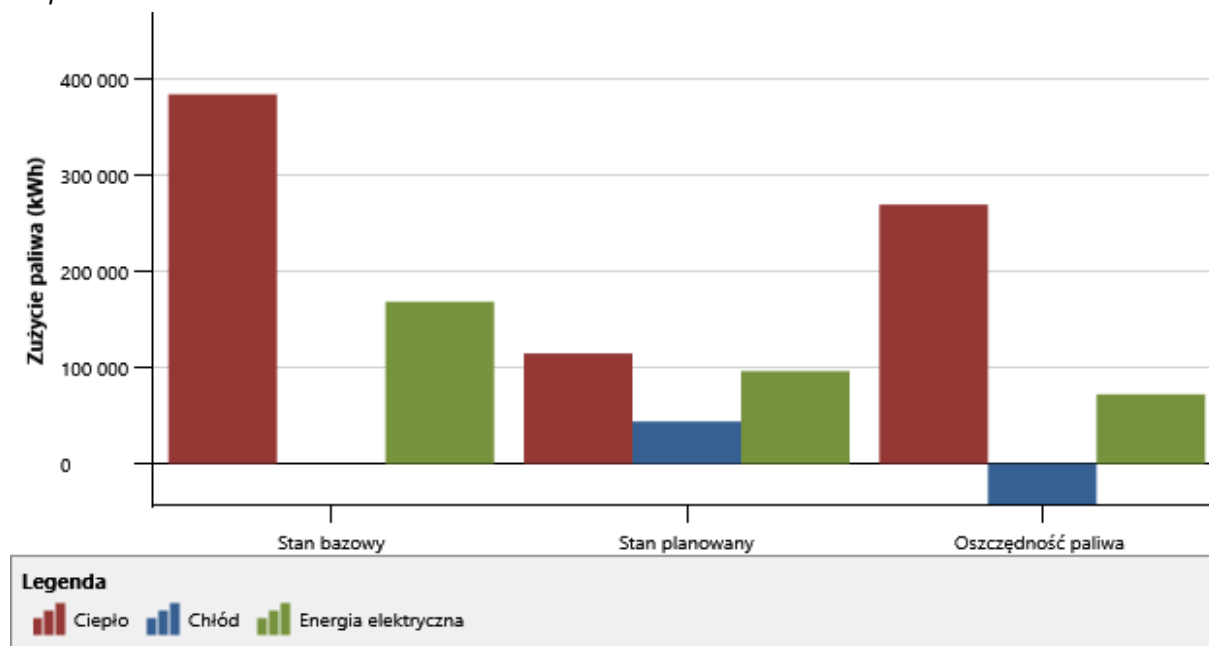
Z5_Rys. 3. Wyniki obliczeń Etap I – budynek w osłonie OKW2

Z5_Tabela 6. Wyniki obliczeń Etap I – budynek w osłonie OKW2

Zużycie paliwa	Energia końcowa c.o., c.w.u., wentylacja	Energia końcowa chłód	Energia elektryczna – oświetlenie, domowe urządzenia elektryczne	Razem
	kWh	kWh	kWh	kWh
Stan bazowy	590 662	0	168 160	758 822
Stan planowany	383 410	0	168 160	551 570
Oszczędność paliwa	207 251	0	0	207 251
Oszczędność paliwa – procent	35,1%	0%	0%	27,3%

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 317/477

Etap II




Z5_Rys. 4. Wyniki obliczeń Etap II – budynek w osłonie OKW2

Z5_Tabela 7. Wyniki obliczeń Etap II – budynek w osłonie OKW2

Zużycie paliwa	Energia końcowa c.o., c.w.u., wentylacja	Energia końcowa chłód	Energia elektryczna – oświetlenie, domowe urządzenia elektryczne	Razem
	kWh	kWh	kWh	kWh
Stan bazowy	383 410	0	168 160	551 570
Stan planowany	114 483	43 817	96 137	254 436
Oszczędność paliwa	268 928	-43 817	72 023	297 134
Oszczędność paliwa – procent	70,1%	0%	42,8%	53,9%

Porównanie wskaźnikowe rezultatów działań podjętych w poszczególnych etapach w całej osłonie kontrolnej OKW2 zestawiono w poniższej tabeli:

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 318/477

Z5_Tabela 8. Wyniki obliczeń: Etap I oraz Etap II – cała osłona OKW2


	Stan bazowy	Etap I	Etap 2
Lata realizacji	-	do roku 2035	2036 – 2050
Redukcja zapotrzebowania na energię końcową dla osłony kontrolnej		-27,3 %	-66,5 %
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej, kWh/m ² rok	193	140	65
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja – ciepło sieciowe, kWh/m ² rok	90	54	-
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja – energia elektryczna, kWh/m ² rok	-	-	14
Sprawność całkowita – ogrzewanie, %	83	82	279
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: c.w.u. – ciepło sieciowe, kWh/m ² rok	60	43	-
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: c.w.u. – energia elektryczna, kWh/m ² rok	-	-	15
Sprawność całkowita – c.w.u., %	65	65	185
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja, c.w.u. – ciepło sieciowe, kWh/m ² rok	150	97	-
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja, c.w.u. – energia elektryczna, kWh/m ² rok	-	-	29

ŹRÓDŁA ENERGII ELEKTRYCZNEJ

W celu zabezpieczenia potrzeb energetycznych występujących w budynku proponuje się zainstalowanie rozwiązań fotowoltaicznych na jego dachu oraz elewacjach (ściany południowa, wschodnia i zachodnia), a także mikroźródeł wiatrowych o pionowej osi obrotu (VAWT) zlokalizowanych na północnej krawędzi dachu budynku.

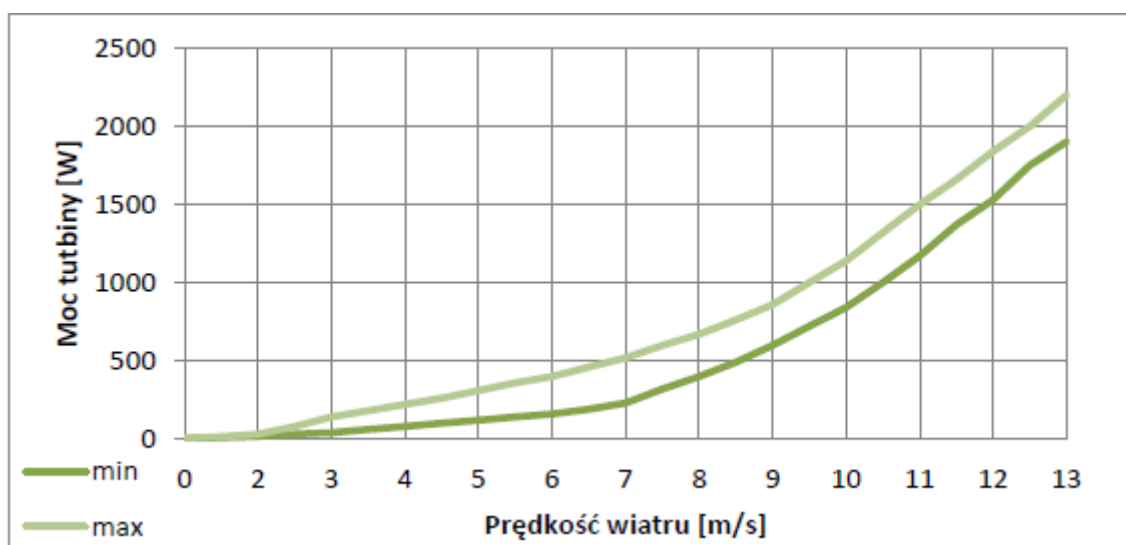
Mikroźródła wiatrowe

W celu określenia możliwości pozyskiwania energii elektrycznej z mikroźródeł wiatrowych przeprowadzono analizę uzysku energii elektrycznej dla mikro-elektrowni o mocy 2 kW. Dla jej przeprowadzenia wykorzystano program komercyjny TRNSYS ver. 18 służący do numerycznego modelowania instalacji energetycznych. Założenia do modelowania pracy farmy wiatrowej:


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 319/477

- a) Prędkość wiatru, temperatura otoczenia, ciśnienie otoczenia dla m.st. Warszawy – dane z NASA za pośrednictwem programu RETScreen Expert – Professional.
- b) Turbina wiatrowa o pionowej osi obrotu i mocy znamionowej 2 kW, model AEROCOPTER 450:
- Wysokość posadowienia turbiny: 30 m n.p.t. (dla m.st. Warszawy przyjęto 100 m n.p.m.)
 - Procent mocy wyjściowej turbiny, tracony z powodu nieefektywności i transmisji: 10%
 - Średnica wirnika: 1800 mm
 - Liczba łopat wirnika: 3 szt.
 - Ciężar turbiny: 71 kg
 - Zakres prędkości obrotowych: 0-140 RPM
 - Poziom hałas: <37 dB
 - Wykładnik ścinania terenu (Site shear exponent): 0,18
 - Intensywność turbulencji: 0,1
 - Gęstość powietrza: 1,225 kg/m³
 - Moc znamionowa: 2,025 kW
 - Prędkość wiatru dla mocy znamionowej: 13 m/s

Charakterystyka pracy turbiny została przedstawiona na Z5_Rys. 5. na oraz tabeli Z5_Tabela 9 .



Z5_Rys. 5. Charakterystyka pracy turbiny AEROCOPTER 450

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 320/477

Z5_Tabela 9. Charakterystyka pracy turbiny AEROCOPTER 450


w, m/s	N, kW
0	0
1	0
2	0,0225
3	0,0875
4	0,1475
5	0,2125
6	0,2775
7	0,3725
8	0,5275
9	0,7275
10	0,9825
11	1,33
12	1,6775
13	2,0325

Koszt instalacji turbiny o mocy 2 kW wraz z montażem wynosi około 20 tys. zł brutto¹⁸³, co w przeliczeniu na 1 kW daje koszt 10 tys. zł. w tabeli Z5_Tabela 10 przedstawiono wyniki symulacji mikroturbiny wiatrowej o mocy 2 kW za lata 2018-2021 w podziale na miesiące. Przedstawione w tabeli uzyski energii elektrycznej zostały uśrednione (dane z 4 lat).

Z5_Tabela 10. Uzysk energii elektrycznej z mikroturbiny wiatrowej AEROCOPTER 450 o mocy 2 kW

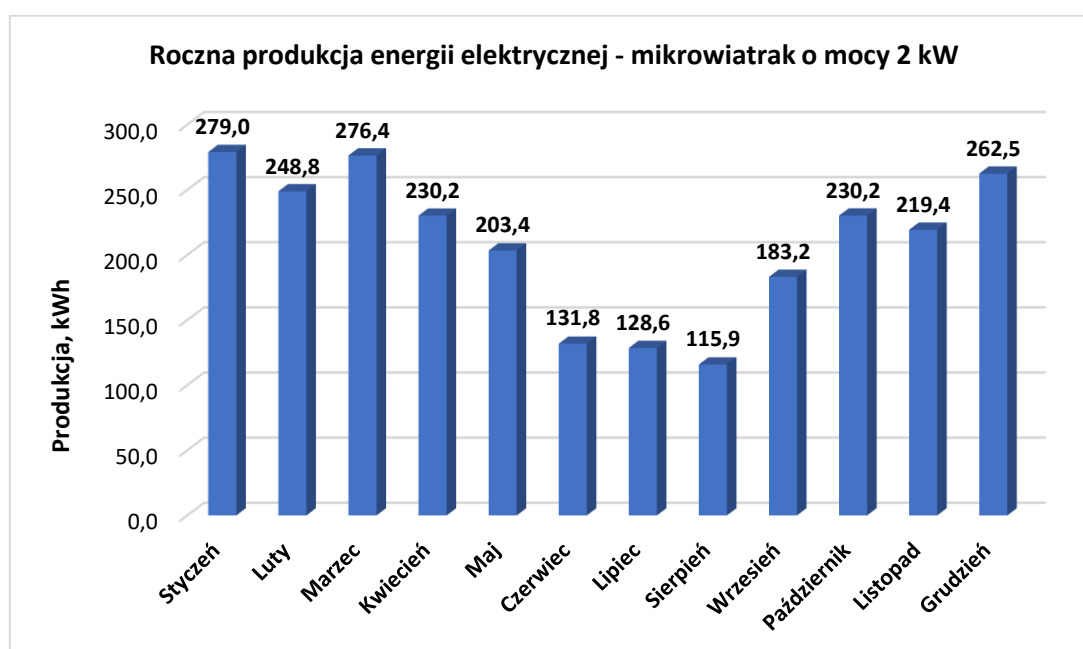
Miesiąc	Średni miesięczny uzysk energii elektrycznej, kWh
Styczeń	279,0
Luty	248,8
Marzec	276,4
Kwiecień	230,2
Maj	203,4
Czerwiec	131,8
Lipiec	128,6
Sierpień	115,9
Wrzesień	183,2
Październik	230,2

¹⁸³ <https://wysokienapiecie.pl/38035-polskie-wiatraki-na-ratuszu-ursynowa/> [dostęp: 30.05.2022]

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 321/477

Miesiąc	Średni miesięczny uzysk energii elektrycznej, kWh
Listopad	219,4
Grudzień	262,5
Roczna produkcja energii elektrycznej	2509,3

Zgodnie z otrzymanymi wynikami 1 mikrowiatrak o mocy 2 kW zamontowany na budynku osiedla w osłonie OKW2 wygeneruje 2,5 MWh energii elektrycznej. Średnio z 1 kW zainstalowanej mocy można wyprodukować 1,25 MWh energii elektrycznej.



Z5_Rys. 6. Roczna produkcja energii elektrycznej - mikrowiatrak AEROCOPTER 450 o mocy 2 kW

Układy fotowoltaiczne

Do obliczania wolumenu energii elektrycznej możliwego do pozyskania z instalacji fotowoltaicznej wykorzystano narzędzie PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System), które bierze pod uwagę informacje na temat m.in. promieniowania słonecznego, temperatury otoczenia i wydajności systemu fotowoltaicznego (w różnych konfiguracjach) dla konkretnego miejsca w Europie¹⁸⁴.

W analizie przyjęto, że panele fotowoltaiczne mają moc 450 w oraz wymiary 2,1 x 1,1 m.

¹⁸⁴ https://joint-research-centre.ec.europa.eu/pvgis-photovoltaic-geographical-information-system_en
[dostęp: 30.05.2022]

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 322/477

Najważniejsze informacje na temat instalacji fotowoltaicznej zamontowanej na budynku w osłonie kontrolnej OKW2 przedstawia Z5_Rys 7 oraz tabela Z5_Tabela 11.

PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM

European Commission

European Commission > EU Science Hub > PVGIS > Interactive tools

Home Tools Downloads Documentation Contact us

Cursor: Selected: Select location! Use terrain shadows: Calculated horizon Upload horizon file

Elevation (m): PVGIS ver: 5.2

GRID CONNECTED

TRACKING PV OFF-GRID MONTHLY DATA DAILY DATA HOURLY DATA TMY

PERFORMANCE OF GRID-CONNECTED PV

Solar radiation database* PV technology* Crystalline silicon

Installed peak PV power [kWp]* 1

System loss [%]* 14

Fixed mounting options

Mounting position* Free-standing

Slope [°] 35 Optimize slope

Azimuth [°] 0 Optimize slope and azimuth

PV electricity price

PV system cost (your currency) Interest [%/year] Lifetime [years]


Visualize results

Last update: 01/03/2022 Top

Z5_Rys. 7. Narzędzie PVGIS


Z5_Tabela 11. Zestawienie informacji – instalacje PV na budynku w osłonie kontrolnej OKW2

Miejsce instalacji PV	Podstawowe parametry	Moc	Produkcja roczna	Uzysk	Koszt instalacji
		kWp	MWh	MWh/kWp	zł
Dach	<ul style="list-style-type: none"> – Powierzchnia: 80 m² – Kat nachylenia: 34° – Azymut: 0° 	20	20,27	1,01	72 000
Elewacja, strona południowa	<ul style="list-style-type: none"> – Powierzchnia: 120 m² – Rozmieszczenie: od 5 kondygnacji – Kat nachylenia: 90° – Azymut: 10° 	30	20,40	0,68	118 800

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 323/477

Miejsce instalacji PV	Podstawowe parametry	Moc	Produkcja roczna	Uzysk	Koszt instalacji
		kWp	MWh	MWh/kWp	zł
Elewacja, strona wschodnia	<ul style="list-style-type: none"> - Powierzchnia: 312 m² - Rozmieszczenie: od 5 kondygnacji - Kat nachylenia: 90° - Azymut: -80° 	78	43,50	0,56	308 880
Elewacja, strona zachodnia	<ul style="list-style-type: none"> - Powierzchnia: 312 m² - Rozmieszczenie: od 5 kondygnacji - Kat nachylenia: 90° - Azymut: 100° 	78	38,90	0,49	308 880
RAZEM		206	123,07		808 560

W przeprowadzonej analizie do produkcji energii elektrycznej wykorzystano również szyby zawierające kropki kwantowe (małe półprzewodniki, niewidoczne dla ludzkiego oka, zdolne do pochłaniania i emitowania promieniowania elektromagnetycznego), z których zostaną wykonane okna w budynku. Wydajność takich szyb kształtuje się na poziomie 30-40 w z 1m². Informacje dotyczące zamontowanych w budynku osłony kontrolnej OKW2 okien wykorzystujących powłokę kwantową przedstawia Z5_Tabela 12.


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 324/477

Z5_Tabela 12. Zestawienie informacji – okna wykorzystujące technologię kropki kwantowej w budynku osłony kontrolnej OKW2

Miejsce instalacji	Podstawowe parametry	Moc	Produkcja roczna	Uzysk	Koszt instalacji
		kWp	MWh	MWh/kWp	zł
Okna, strona południowa	<ul style="list-style-type: none"> – Powierzchnia: 114 m² – Wszystkie okna – Kat nachylenia: 90° – Azymut: 10° 	4,55	3,03	0,67	250 800
Okna, strona wschodnia	<ul style="list-style-type: none"> – Powierzchnia: 162 m² – Wszystkie okna – Kat nachylenia: 90° – Azymut: -80° 	6,48	3,46	0,53	356 400
Okna, strona zachodnia	<ul style="list-style-type: none"> – Powierzchnia: 141 m² – Wszystkie okna – Kat nachylenia: 90° – Azymut: 100° 	5,62	2,51	0,44	310 200
RAZEM		16,65	9,00		917 400

Dla jednego budynku w osłonie kontrolnej OKW2 sumaryczna moc zainstalowana w technologii paneli fotowoltaicznych zamontowanych na dachu i elewacjach bocznych oraz szyb kwantowych wynosi 222,65 kWp. Roczny wolumen energii elektrycznej pochodzącej z wyżej wymienionych instalacji to 132,07 MWh. Koszt instalacji PV oraz okien z powłoką kwantową dla jednego budynku wynosi 1 725 960 zł.¹⁸⁵

¹⁸⁵ Ceny zamieszczone w tabelach pochodzą z ofert przedstawionych przez dostawców tego typu instalacji działających na polskim rynku.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 325/477</p>

ELEKTRYFIKACJA CIEPŁOWNICTWA – ZASTOSOWANIE POMP CIEPŁA

W zakresie elektryfikacji ciepłownictwa przeanalizowano indywidualne rozwiązania:

- pompy ciepła do zastosowań w sektorze budownictwa wielorodzinnego oraz jednorodzinnego,
- układy kotłów indukcyjnych pracujących w połączeniu z pompami ciepła w budynkach wielorodzinnych.

Obydwa powyższe rozwiązania przeanalizowano nie schodząc do poziomu projektowego, gdyż taki poziom szczegółowości nie stanowi przedmiotu niniejszego opracowania.

Pompy ciepła

W przypadku układów pomp ciepła, analizę dla określenia zapotrzebowania na ciepło na potrzeby c.o. oraz c.w.u. oraz dla określenia zwiększenia zużycia energii elektrycznej wynikającego z zainstalowania pomp ciepła na przestrzeni lat 2025-2050 przeprowadzono z uwzględnieniem poniższych założeń:

- ogrzewanie mieszkań jest realizowane z wykorzystaniem grzejników (ponadto w analizie osłon kontrolnych stanowiących zabudowę wielorodzinną zamieszczono poglądowo także wyniki dla przypadku zmiany ogrzewania na podłogowe);
- na przestrzeni lat postępuje proces termomodernizacji budynków skutkujący obniżaniem wartości wskaźnika zapotrzebowania na ciepło c.o. i c.w.u. (kWh/m²/rok);
- wraz z postępującym procesem termomodernizacji budynków zmniejsza się zapotrzebowanie na moc grzewczą dla centralnego ogrzewania oraz zużycie energii elektrycznej do zasilania pomp ciepła;
- na przestrzeni lat zapotrzebowanie na moc grzewczą dla ciepłej wody użytkowej pozostaje na tym samym poziomie;
- zastosowano począwszy od 2035 roku pompy ciepła typu powietrze-woda, gdzie:
 - temperatura zasilania dla górnego źródła 60 °C,
 - temperatura powrotu dla górnego źródła 40 °C;
- w 2050 roku następuje wymiana pomp ciepła na nowsze (o lepszych współczynnikach COP).

Dobór pomp ciepła przeprowadzono dla dwóch wariantów:

1. Układu pomp ciepła dedykowanych dla poszczególnych budynków w osłonie OKW.
2. Układu pomp ciepła wspólnych dla wszystkich budynków w osłonie OKW.

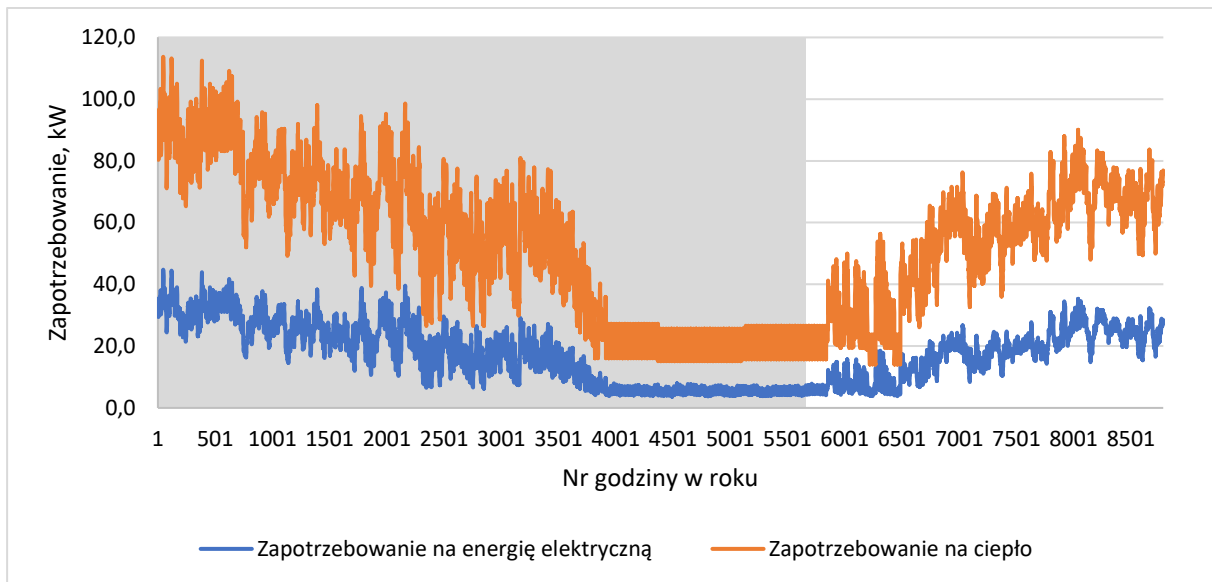
W celu wyznaczenia zużycia energii elektrycznej przez pompy ciepła skorzystano z poniższych danych:

- rocznego rzeczywistego zużycia ciepła dla budynków wchodzących w skład danej osłony kontrolnej OKW (c.o. i c.w.u.),
- współczynników efektywności COP dla pomp ciepła (liczonych jako stosunek mocy grzewczej pompy do mocy elektrycznej pobieranej przez pompę).

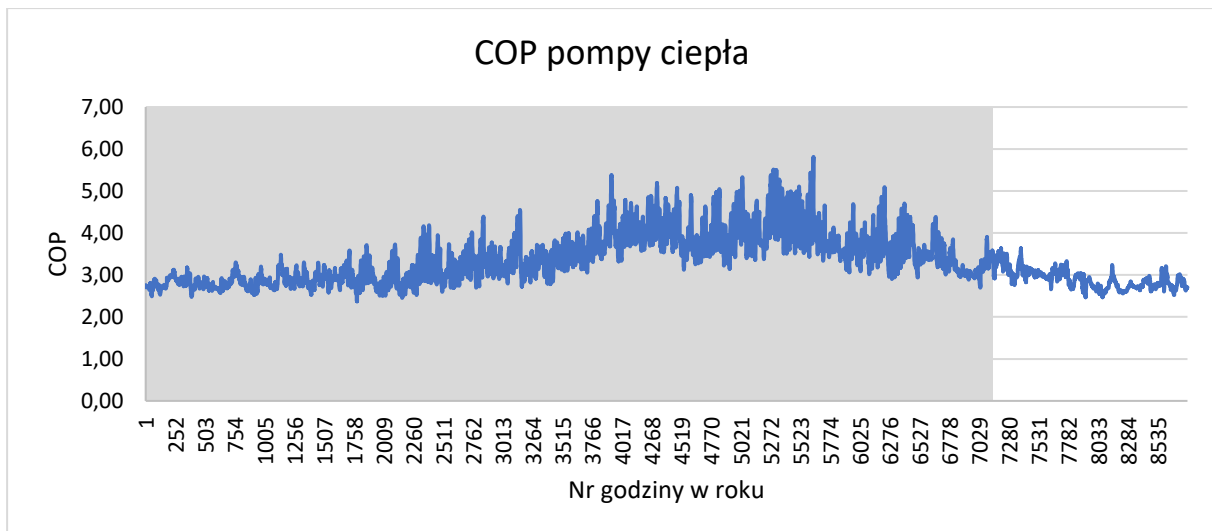
Dla przykładowego budynku wchodzącego w skład osłony OKW2 zamodelowano godzinową zmienność poboru energii elektrycznej przez pompę i uzyskaną charakterystykę wykorzystano przy




bilansowaniu zapotrzebowania na energię pojedynczego budynku. Wykres zmienności zapotrzebowania na ciepło dla analizowanego budynku i wynikającą z tego wartość chwilowego zapotrzebowania na energię elektryczną dla pompy ciepła przedstawiono na Z5_Rys. 8Z5_Rys. , podczas gdy na Z5_Rys. 9 przedstawiono chwilowe wartości współczynnika COP dla pompy ciepła.



Z5_Rys. 8. Zmienność zapotrzebowania na ciepło w budynku oraz zapotrzebowania na energię elektryczną dla pompy ciepła



Z5_Rys. 9. Zmienność współczynnika COP pompy ciepła

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 327/477

Z5_Tabela 2. Wzrost zapotrzebowania na moc elektryczną wynikający z zainstalowania pomp ciepła wewnątrz ostony kontrolnej OKW2

Źródło ciepła C.O.	Parametr	Uśredniony budynek w ostonie OKW2	OKW2				
			Obecnie z m.s.c.	Każdy budynek z dedykowanym układem pomp ciepła		Wspólny układ pomp ciepła dla całej ostony OKW2	
	Analizowany rok	2020	2020	2035	2050	2035	2050
	Wskaźnik zużycia ciepła (c.o., c.w.u., klima.), kWh/m2/rok	150	150	97	29	90	60
	Wartość względem roku 2020	100 %	100 %	65 %	19 %	60 %	40 %
	Zapotrzebowanie szczytowe CO, kW	270	2 160	1 397	418	1 296	864
	Zapotrzebowanie szczytowe CWU, kW	69	549	549	549	549	549
	Zapotrzebowanie szczytowe CO+CWU, kW	339	2 709	1 946	967	1 845	1 413
	Zapotrzebowanie roczne CO, GJ/rok	1 252	10 019	6 479	1 937	6 012	4 008
	Zapotrzebowanie roczne CWU, GJ/rok	822	6 576	6 576	6 576	6 576	6 576
	Zapotrzebowanie roczne CO+CWU, GJ/rok	2 074	16 595	13 055	8 513	12 587	10 583
Grzejniki	COP	-	-	2,0	2,5	2,5	3,0
	Zużycie energii elektrycznej przez pompy ciepła, MWh/rok	-	-	1 813	946	1 399	980
Ogrzewanie podłogowe	COP	-	-	2,9	3,5	3,4	4,0
	Zużycie energii elektrycznej przez	-	-	1 250	676	1 028	735



**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa


Strona/Stron
328/477

Źródło ciepła C.O.	Parametr	Uśredniony budynek w osłonie OKW2	OKW2				
			Obecnie z m.s.c.	Każdy budynek z dedykowanym układem pomp ciepła		Wspólny układ pomp ciepła dla całej osłony OKW2	
	Analizowany rok	2020	2020	2035	2050	2035	2050
	Wskaźnik zużycia ciepła (c.o., c.w.u., klima.), kWh/m ² /rok	150	150	97	29	90	60
	Wartość względem roku 2020	100 %	100 %	65 %	19 %	60 %	40 %
	Zapotrzebowanie szczytowe CO, kW	270	2 160	1 397	418	1 296	864
	Zapotrzebowanie szczytowe CWU, kW	69	549	549	549	549	549
	Zapotrzebowanie szczytowe CO+CWU, kW	339	2 709	1 946	967	1 845	1 413
	Zapotrzebowanie roczne CO, GJ/rok	1 252	10 019	6 479	1 937	6 012	4 008
	Zapotrzebowanie roczne CWU, GJ/rok	822	6 576	6 576	6 576	6 576	6 576
	Zapotrzebowanie roczne CO+CWU, GJ/rok	2 074	16 595	13 055	8 513	12 587	10 583
	pompy ciepła, MWh/rok						

Z przeprowadzonej analizy wynika, że:

- Współczynnik COP jest wyższy dla pomp ciepła o wyższej mocy, dlatego w wariantcie z układem pomp dedykowanym dla poszczególnych budynków współczynnik COP jest niższy.
- Zużycie energii elektrycznej jest niższe w przypadku zastosowania wariantu z układem pomp wspólnym dla wszystkich budynków w osłonie OKW2 (tj. w przypadku zastosowania większych pomp) od wariantu z układem pomp dedykowanych dla poszczególnych budynków w osłonie OKW2.

Ponadto informacyjnie w analizie przedstawiono wartości zużycia energii elektrycznej w przypadku zmiany źródła ciepła z grzejników na ogrzewanie podłogowe. w przypadku ogrzewania podłogowego

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 329/477

zużycie energii elektrycznej przez pompy jest niższe. Mimo oszczędności energii elektrycznej należy nadmienić, że wariant ten jest kłopotliwy w realizacji – należałoby zmodernizować wewnętrzne instalacje budynków poprzez demontaż grzejników i instalację ogrzewania podłogowego co wiązałoby się z wysokimi nakładami inwestycyjnymi. Pojawia się ponadto problem organizacyjny, tj. na czas instalacji systemu należałoby zapewnić mieszkańcom lokum zastępcze. *Wykonawca* nie rekomenduje tego wariantu do realizacji.

ANALIZA POKRYCIA BILANSU BUDYNKU w MONIZMIE ELEKTRYCZNYM ORAZ WPŁYWU ŹRÓDEŁ OZE NA SIEĆ ELEKTROENERGETYCZNĄ

W celu określenia stopnia niezbilansowania potrzeb w zakresie energii elektrycznej przeprowadzono analizę polegającą na określeniu godzinowych profili poboru i produkcji energii elektrycznej oraz podjęto próbę określenia wpływu proponowanych rozwiązań na sieć elektroenergetyczną. Zestawienie potrzeb w zakresie energii elektrycznej oraz wolumenów produkcji ze źródeł odnawialnych zlokalizowanych na budynku przedstawia Z5_Tabela 14.

Z5_Tabela 14. Popyt i podaż energii elektrycznej – budynek w osłonie kontrolnej OKW2

	Moc kW	Energia MWh
Zapotrzebowanie na energię elektryczną		
Energia elektryczna dla mieszkańców	-	165,519
Pompa ciepła	-	148,527
Zapotrzebowanie - SUMA		314,046
Produkcja energii elektrycznej		
Panele PV - dach	20,00	20,271
Panele PV – elewacja S	30,00	20,399
Panele PV – elewacja W	78,00	38,866
Panele PV – elewacja E	78,00	43,472
Panele PV – okna S	4,55	3,032
Panele PV – okna W	5,62	2,500
Panele PV – okna E	6,48	3,463
Mikroźródło wiatrowe, 3 szt. po 2kW	6,00	7,528
Wytwarzanie energii elektrycznej - SUMA	228,65	139,531

Analiza została wykonana na podstawie rzeczywistych profili stacji SN/nN właściwych dla obszaru, na którym zlokalizowane są budynki składające się na osłonę kontrolną OKW2. Dane zostały pozyskane od Operatora Systemu Dystrybucyjnego na terenie Warszawy - Stoen Operator Sp. z o.o. Profil właściwy dla obszaru został przeskalowany dla pojedynczego budynku na podstawie jego szacunkowego rocznego zużycia energii elektrycznej, który obrazuje Z5_Rys. .

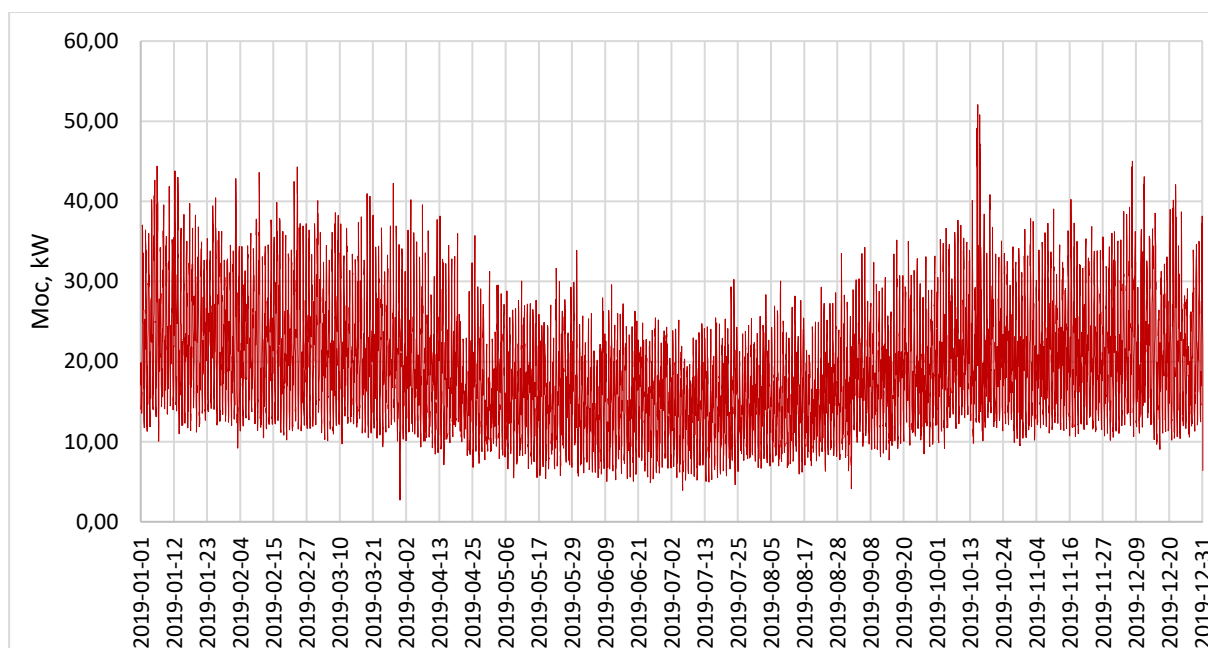


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
330/477



Z5_Rys. 10. Profil zapotrzebowania budynku wielorodzinnego w osłonie OKW2 – stan obecny (2019)

Ze względu na to, że profile zapotrzebowania budynków mieszkalnych są do siebie zbliżone, profil ten można potraktować jako referencyjny dla budynków tego typu. Współczynnikiem skalowania jest liczba mieszkańców oraz powierzchnia użytkowa w przypadku pomp ciepła.

Przeanalizowano wpływ elektryfikacji ciepłownictwa na profil zapotrzebowania (po pasywizacji budownictwa). Zakłada się pokrycie za pomocą pomp ciepła zarówno potrzeb ogrzewania jak i przygotowania c.w.u. Profil zapotrzebowania pompy ciepła zamieszczono na Z5_Rys. 11, a sumaryczny profil w monizmie elektrycznym zamieszczono na Z5_Rys. 12.

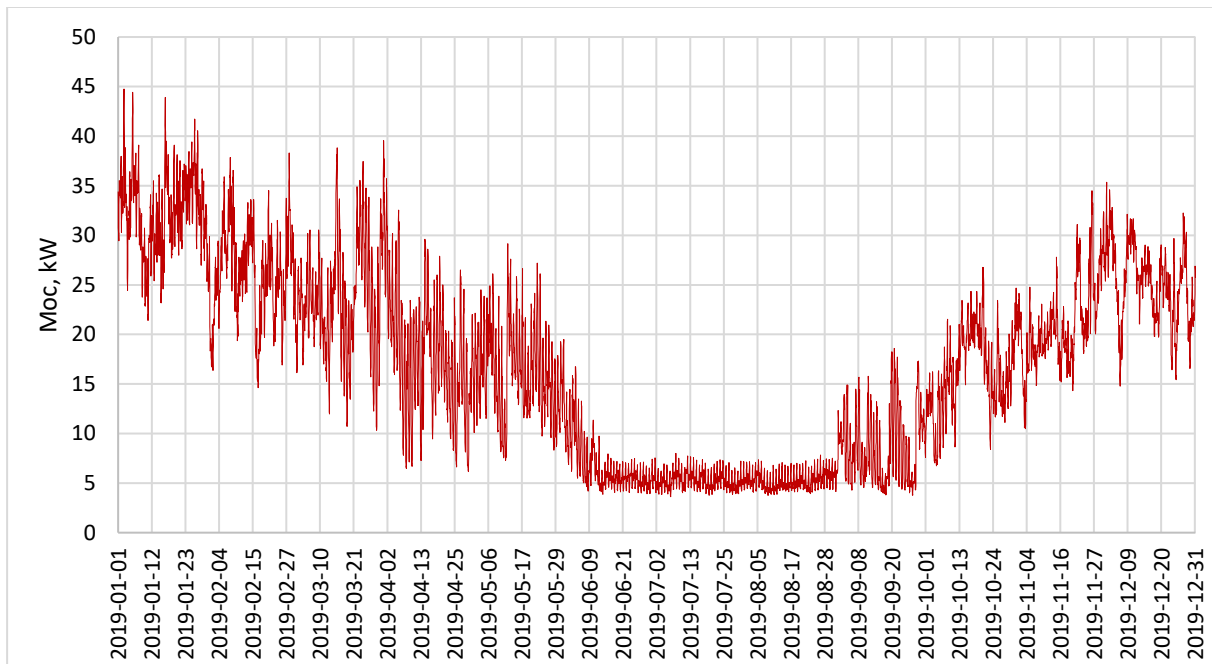


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

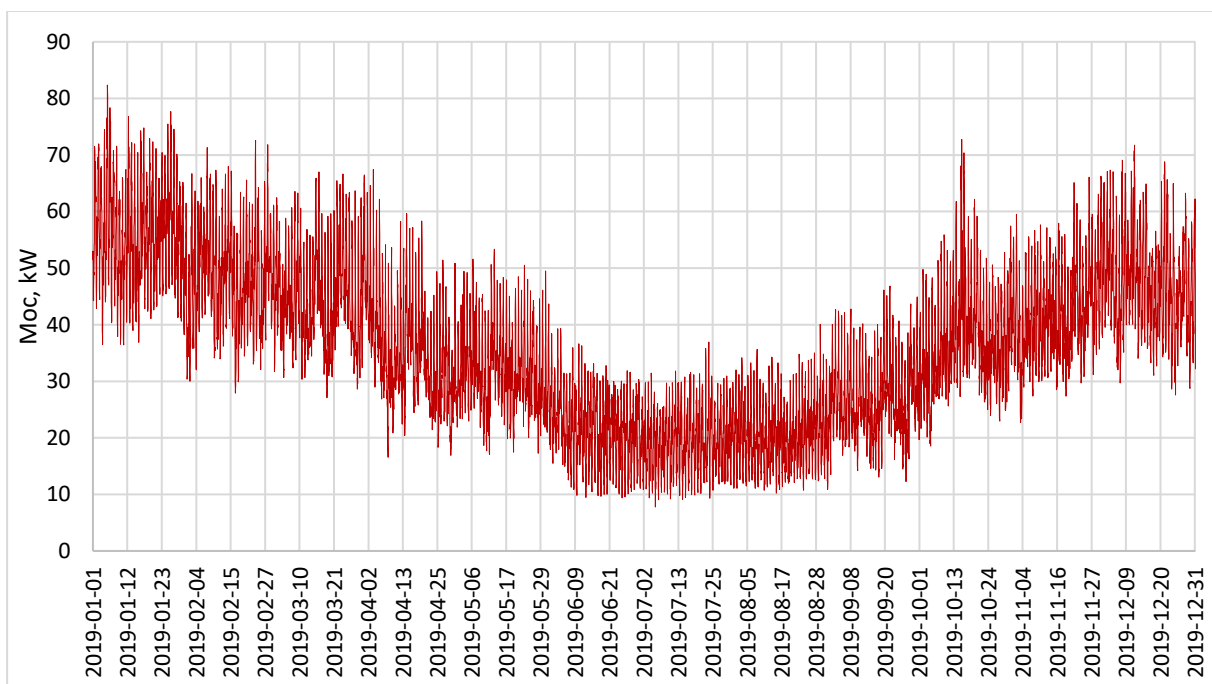
Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
331/477



Z5_Rys. 11. Profil zapotrzebowania energii elektrycznej na potrzeby c.o. i c.w.u. w monimie elektrycznym



Z5_Rys. 12. Profil zapotrzebowania budynku na energię elektryczną i ciepło (za pomocą pomp ciepła)

Oceniając potencjał lokalnego zbilansowania założono maksymalną możliwą do zainstalowania moc pochodzącą ze źródeł PV oraz trzech mikroelektrowni wiatrowych (każda po 2 kW). Zestawienie zainstalowanych mocy w poszczególnych technologiach OZE przedstawia Z5_Tabela 14, a profile źródeł zamieszczono na Z5_Rys. 13– źródła PV oraz na Z5_Rys. 14 – mikroelektrownia wiatrowa.

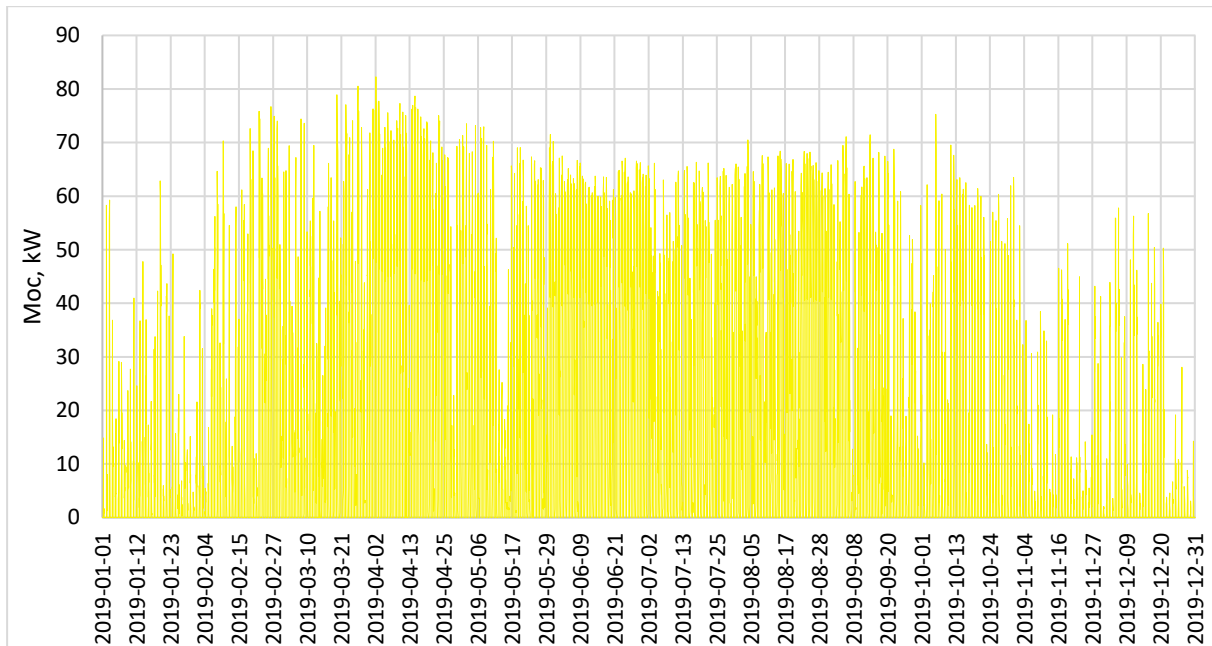


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

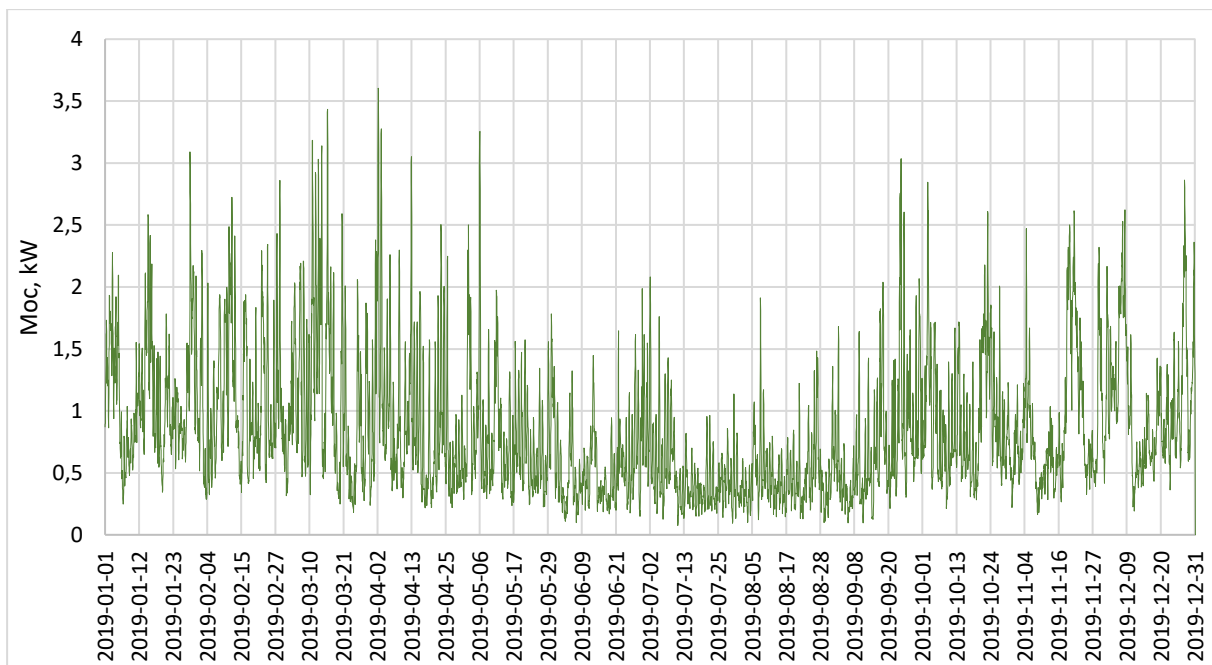
Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
332/477




Z5_Rys. 13. Profil produkcji źródeł PV



Z5_Rys. 14. Profil produkcji mikroelektrowni wiatrowych

Jednym z istotnych zagadnień związanych z monizmem elektrycznym jest integracja źródeł OZE z produkcją wymuszoną pod kątem ich wpływu na sieć. Analiza zakłada sieć sztywną, a wpływ jest rozpatrywany na podstawie maksymalnej mocy wpływającej i wypływającej z osłony kontrolnej. Na

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 333/477

podstawie Z5_Rys. 11. i Z5_Rys. 12. można odczytać maksymalną moc zapotrzebowania. Moc ta wynosi około 50 kW obecnie oraz 80 kW w monizmie elektrycznym. Analizując wpływ na sieć należy rozpatrzyć moc przyłącza budynku.

Moc zapotrzebowaną w budynku mieszkalnym ustala się na podstawie sumy mocy odbiorników energii elektrycznej, jakie mogą być zainstalowane w rozpatrywanej części instalacji elektrycznej (mocy zainstalowanej), z uwzględnieniem spodziewanego współczynnika jednoczesności pracy tych odbiorników. Dla budynków wielorodzinnych moc zapotrzebowaną określa się na podstawie empirycznych danych zgodnie z poniższą tabelą (Z5_Tabela 15.).

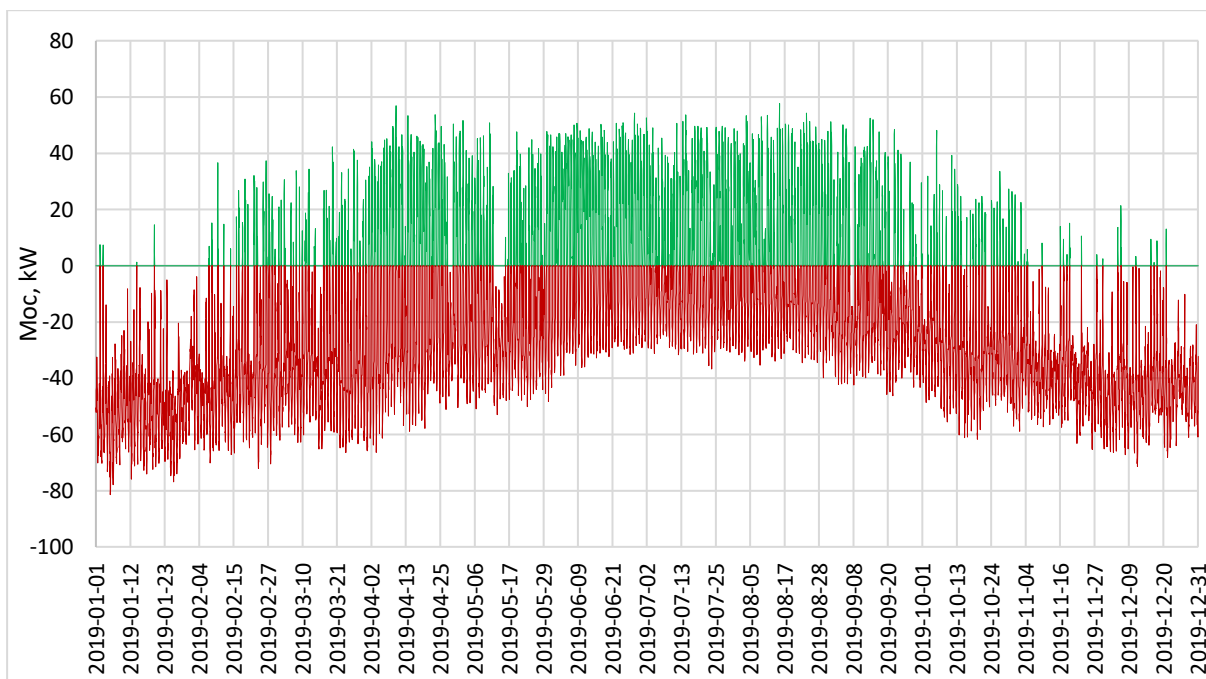
Z5_Tabela 15. Moc przyłącza wewnętrznej linii zasilającej w budynkach mieszkalnych

Liczba mieszkań w budynkach	Zapotrzebowanie na moc wewnętrznej linii zasilającej, w kW					
	W budynku z elektrycznym podgrzewaniem wody użytkowanej w łazienkach		W budynku bez elektrycznego podgrzewania wody użytkowanej w łazienkach		W budynku z instalacją elektryczną modernizowaną	
	Wartość mocy P_{Zi}	Współczynnik jednoczesności k_j	Wartość mocy P_{Zi}	Współczynnik jednoczesności k_j	Wartość mocy P_{Zi}	Współczynnik jednoczesności k_j
1	30	1	12,5	1	7	1
2	44	0,733	22	0,880	13	0,929
3	55	0,611	28	0,747	17	0,810
4	64	0,533	33	0,660	20	0,714
5	72	0,480	37	0,592	23	0,657
6	80	0,444	41	0,547	25	0,595
7	86	0,409	44	0,503	28	0,571
8	91	0,379	47	0,470	30	0,536
9	97	0,359	49	0,436	32	0,508
10	101	0,337	51	0,408	34	0,486
20	133	0,222	69	0,276	50	0,357
30	153	0,170	80	0,213	51	0,290
40	165	0,138	87	0,174	70	0,250
50	175	0,117	94	0,150	77	0,220

Na podstawie powyższej tabeli oraz danych dla przykładowego bloku w osłonie OKW2 obliczona moc przyłączeniowa wynosi około 120 kW (77 mieszkań, współczynnik jednoczesności 0,22). Taki zapas jest typowy dla tego rodzaju odbioru. Można przyjąć, pod względem technicznym, że jeżeli nadwyżka mocy na osłonie kontrolnej nie przekroczy mocy przyłącza, to wpływ OZE na sieć jest ograniczony. Profile niezbilansowania osłony budynku dla stanu obecnego oraz w monizmie elektrycznym zamieszczono na poniższych rysunkach.



Z5_Rys. 15. Profil niezbilansowania budynku bez pompy ciepła



Z5_Rys. 16. Profil niezbilansowania budynku z pompą ciepła

Wpływ źródeł OZE na profil niezbilansowania dobrze odzwierciedlają uporządkowane profile niezbilansowania. Na podstawie Z5_Rys. 17 można wnioskować, że maksymalna moc zapotrzebowana z pompą ciepła jest o około 1,5 razy większa od obecnego stanu. Zainstalowanie



**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

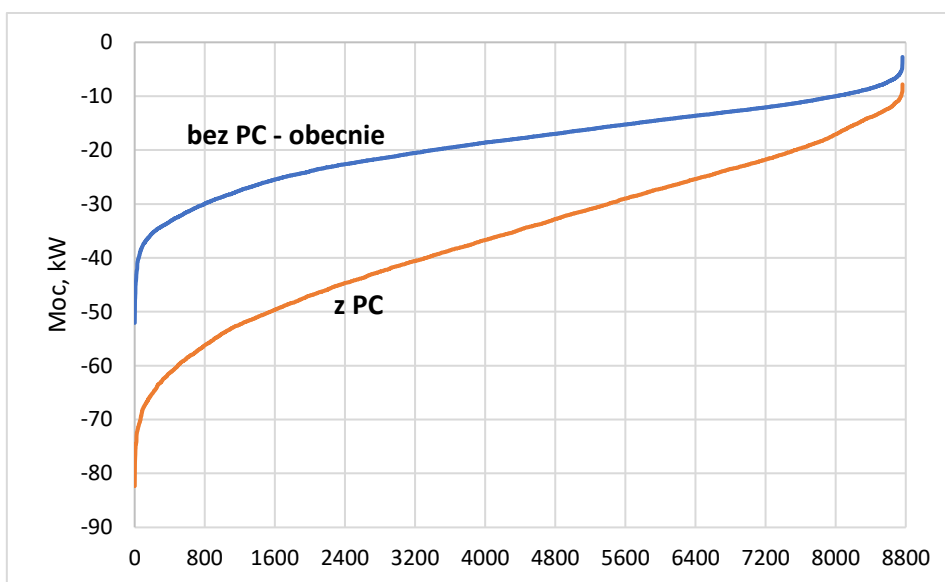
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

Nr ewidencyjny
189/TE/2022

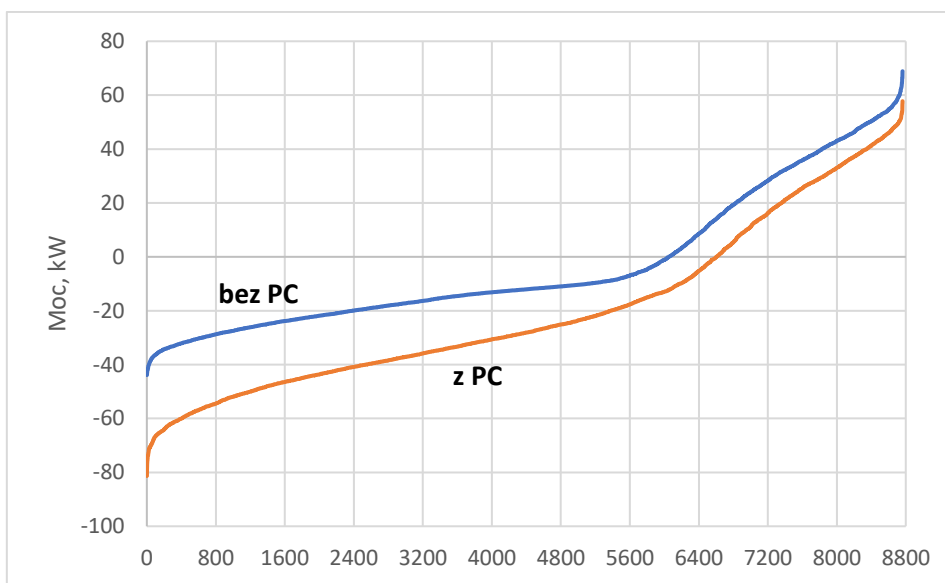
Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
335/477

źródeł OZE nie obniża maksymalnej mocy. Obniżenie mocy maksymalnej możliwe jest poprzez kształtowanie profili np. wykorzystanie lokalnego magazynu energii. Należy również podkreślić, że czas, w którym moc przekracza 40 kW (bez pomp ciepła) i 70 kW (z pompami ciepła) wynosi jedynie około 200 godzin.




Z5_Rys. 17. Uporządkowany profil niezbilansowania bez źródeł OZE



Z5_Rys. 18. Uporządkowany profil niezbilansowania ze źródłami OZE (PV i mikroelektrownie wiatrowe)

Wpływ źródeł OZE na sieć w budynkach wielorodzinnych jest ograniczony, ze względu na duże zapotrzebowanie oraz stosunkowo małą powierzchnię dostępną pod instalacje. Niemniej jednak, możliwe jest pokrycie około 70 % rocznego zapotrzebowania bez pomp ciepła oraz 40 % z pompami ciepła.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 336/477</p>

ENERGIA (CHEMICZNA) NA POTRZEBY SEKTORA TRANSPORTU

Zapotrzebowanie na energię chemiczną na potrzeby sektora transportu na trajektorii 2020-2050 oszacowano na podstawie modelu służącego do szacowania ilości energii oraz emisji gazów cieplarnianych z transportu lądowego jednostki samorządowej, którym dysponuje Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju, i który został wykorzystany do modelowania w ramach Etapu 1 niniejszego projektu.

W celu obliczenia zużycia energii dla osłon kontrolnych OKW, w poszczególnych rodzajach budynków zdecydowano się na następujące postępowanie badawcze:


1. Określenie liczby pojazdów związanych z danym rodzajem budynku.
2. Określenie ilości energii zużywanej przez poszczególne typy pojazdów oraz struktury paliw zużywanych przez pojazdy „związane” z budynkiem.
3. Określenie ilości energii transportowej dla poszczególnych typów budynków na podstawie charakterystyk określonych w punkcie 1 i 2.

Określenie liczby poszczególnych pojazdów związanych z danym budynkiem zrealizowano na podstawie dwojakiego rodzaju informacji:

1. Standardowej liczby miejsc parkingowych przypisanych do danego rodzaju budynku (a także rodzaju lokalu), która określona została w dokumencie miejskim w randze uchwały Rady Miasta z dnia 30 sierpnia 2018 r. w sprawie określenia lokalnych standardów urbanistycznych na terenie miasta stołecznego Warszawy z uwzględnieniem zmian wprowadzonych późniejszą uchwałą¹⁸⁶.
2. Liczby i powierzchni lokali mieszkaniowych oraz usługowych w poszczególnych analizowanych budynkach. Do lokali mieszkaniowych przypisano samochody osobowe, a do lokali usługowych samochody dostawcze.

W przypadku osłony kontrolnej OKW2 budynki znajdują się w obrębie strefy miejskiej oraz zawierają lokale mieszkalne i handlowo-usługowe. Na podstawie tych informacji stwierdzono, że do tego typu budynków stosuje się wskaźniki parkingowe określone w lokalnych standardach urbanistycznych, które przedstawia Z5_Tabela 16.

¹⁸⁶ Tekst ujednolicony Uchwały nr LXXIII/1973/2018 Rady Miasta Stołecznego Warszawy z dnia 30 sierpnia 2018 r. w sprawie określenia lokalnych standardów urbanistycznych na terenie miasta stołecznego Warszawy, uwzględniający zmiany wprowadzone uchwałą Nr XXXVII/1145/2020 Rady Miasta Stołecznego Warszawy z dnia 24 września 2020 r. (Dz. Urz. Woj. Maz. 2020.10091 uchwała z dnia 7 października 2020 r.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 337/477

Z5_Tabela 16. Ostrona kontrolna OKW2 – wskaźniki parkingowe

Strefa miejska				
	Liczba mp na m ² powierzchni użytkowej	Liczba mp na lokal		Rezerwa na parkowanie ogólnodostępne
		min	max	
Lokale mieszkalne	1/60 m ²	1	2	5% pozostałych mp
Lokale handlowo/usługowe	2,5/100 m ²	-	-	-

mp – miejsca parkingowe

Informacje zgromadzone na temat poszczególnych budynków w ostronie pozwoliły określić, że przeciętny budynek posiada średnio 75,8 lokalu mieszkalnego i łączną powierzchnię lokali ok. 3 727 m². Jednocześnie w przeciętnym budynku występuje ok. 138 m² powierzchni o charakterze handlowo-usługowym. Pozwoliło to na obliczenie minimalnej liczby miejsc parkingowych przypadających na jeden budynek zgodnie ze standardami urbanistycznymi, które określa Z5_Tabela 17.

Z5_Tabela 17. Ostrona kontrolna OKW2 – obliczenie liczby miejsc parkingowych dla jednego średniego budynku


Liczba lokali mieszkalnych (sztuk)	75,875
Powierzchnia lokali mieszkalnych (m ²)	3 727,25
Powierzchnia lokali handlowych (m ²)	138,15
Liczba mp dla lokali mieszkalnych ¹⁸⁷	79,67
Liczba mp dla lokali handlowych ¹⁸⁸	3,45
Liczba mp sumaryczna	83,12

Określenie ilości energii zużywanej przez poszczególne typy pojazdów zostało wykonane na podstawie modelu zużycia energii i emisji gazów cieplarnianych z transportu, użytego w trakcie Etapu 1. w etapie 1 przedstawiono ogólne obliczenia zużycia energii, paliw i emisji gazów cieplarnianych w systemie transportowym m.st. Warszawy od roku 2019¹⁸⁹ do 2050. Obliczenia te określono dla scenariusza rozwoju floty pojazdów oraz sieci transportowej przyjętego według założeń, które określono mianem scenariusza „business as usual” (Model 0) oraz scenariusza redukcji emisji (Modele 1-3). Na podstawie tych obliczeń możliwe jest określenie średniego zużycia energii w przeliczeniu na pojazd określonego rodzaju w każdym roku przeanalizowanym w modelu energetycznym Warszawy. Zużycie to wyrażone jest w jednostce MWh/pojazd. Jednocześnie model

¹⁸⁷ z uwzględnieniem 5% rezerwy

¹⁸⁸ min. 2,5 mp na 100 m² powierzchni użytkowej

¹⁸⁹ Dane dla roku 2019 przyjęto jako właściwe dla roku 2020 (ze względu na ograniczenia pandemiczne)

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="right">Strona/Stron 338/477</p>

zawiera także informacje o strukturze paliw dla poszczególnych typów pojazdów (osobowe, dostawcze, itp.) w każdym roku.

Określenie ilości energii transportowej dla poszczególnych typów budynków nastąpiło w wyniku przypisania do dostępnej w danym miejscu liczby miejsc parkingowych właściwej dla danego roku struktury pojazdów, a następnie obliczeniu dla tej struktury zużycia energii transportowej wyrażonej w MWh. Przy czym przyjęto, że dostępne miejsca parkingowe są zajmowane przez samochody osobowe – jeśli są związane z lokalami mieszkalnymi oraz samochody dostawcze – jeśli są związane z lokalami handlowymi/usługowymi. Obliczenie ilości energii dla danego budynku następuje za pomocą następującego wzoru:

$$E_{ok} = \sum_{k=1}^n L_{mp} \cdot U_{ptk} \cdot E_{pk}$$

gdzie:


- k – rodzaje paliw stosowanych w pojazdach różnych typów,
- L_{mp} – liczba miejsc parkingowych w danym budynku dostępnych dla danego typu pojazdów (osobowe, dostawcze), szt.
- U_{ptk} – udział pojazdów o danym rodzaju paliwa (k) w strukturze pojazdów danego typu, -
- E_{pk} – energia zużywana przez jeden pojazd danego typu o określonym rodzaju paliwa (k), MWh
- E_{ok} – energia zużywana w całej osłonie kontrolnej, MWh.

W wyniku tak przeprowadzonego rozumowania, w osłonie kontrolnej OKW2 wyznaczono następujące zapotrzebowanie na energię końcową (MWh) w poszczególnych analizowanych latach (Z5_Tabela 18).

Z5_Tabela 18. Zapotrzebowanie na energię końcową w scenariuszu redukcji emisji (Modele 1-3) - osłona kontrolna OKW2

	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050	
	Uśredniony budynek	Cała osłona kontrolna OKW2						
Zapotrzebowanie na energię końcową, MWh/rok	289,38	2 315,03	2 107,48	1 658,58	1 340,10	994,11	749,55	582,43
Margines błędu, ± MWh/rok	22,92	183,32	155,16	130,82	104,92	78,57	57,72	39,74
w tym:								
Diesel, MWh	85,78	686,22	434,48	228,43	144,28	59,03	29,80	0,00
Benzyna, MWh	170,40	1 363,23	1 314,74	1 032,14	745,36	468,94	206,38	13,51
LPG, MWh	26,28	210,25	196,40	122,08	94,39	51,81	29,80	0,00
CNG, MWh	6,86	54,88	103,40	165,86	110,58	59,40	36,05	0,00
Energia elektryczna, MWh	0,06	0,45	58,47	110,07	245,48	354,93	447,51	568,92

Na podstawie powyższych obliczeń wyznaczono zapotrzebowanie na ładowarki (punkty ładowania) do samochodów elektrycznych w każdej analizowanej perspektywie czasowej. Aby obliczyć takie zapotrzebowanie potrzebne jest przejście z poziomu makro na poziom mikro. w tym konkretnym przypadku oznacza to posługiwanie się zapotrzebowaniem na energię elektryczną w wymiarze

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="right">Strona/Stron 339/477</p>

dobowym. Potrzebne jest także określenie liczby samochodów elektrycznych wymagających ładowania w osłonie kontrolnej oraz założenia dotyczące mocy ładowarek.

Zgodnie z założeniami przyjętymi w Etapie 1, obliczono liczbę pojazdów elektrycznych parkujących w osłonie kontrolnej OKW2, co przedstawia Z5_Tabela 19.

Z5_Tabela 19. Liczba parkujących pojazdów elektrycznych (BEV¹⁹⁰) w osłonie OKW2 w scenariuszu redukcji emisji

		2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Osobowe, szt.	Hybryda+BEV	6,6	123,2	238,5	369,6	473,0	566,5	637,4
	BEV	0,5	65,1	136,7	297,6	439,8	546,5	632,3
Dostawcze - BEV, szt.		0,0	0,1	2,1	6,8	12,3	18,5	24,1

W obecnej sytuacji na rynku, standardy ładowania są już określone przez odpowiednie przepisy oraz technologie. Skutkują one podziałem ładowarek na następujące główne typy:


- ładowarki małe na prąd zmienny od 2 do 12 kW mocy (bez systemu wzmacniającego EVSE¹⁹¹). Nadają się one głównie do powolnego ładowania pojazdów. Do obliczeń przyjęto moc takiej ładowarki 10 kW.
- ładowarki średnie na prąd zmienny od 7,5 do 22 kW mocy (z systemem wzmacniającym EVSE). Nadają się one głównie do powolnego ładowania pojazdów. Do obliczeń przyjęto maksymalną moc takiej ładowarki 22 kW.
- ładowarki duże na prąd stały powyżej 50 kW mocy, o maksymalnych możliwościach nawet 350 kW. Nadają się one do szybkiego ładowania pojazdów, w tym pojazdów o dużych pojemnościach baterii. Do obliczeń przyjęto dwa rodzaje szybkich ładowarek – jedną o minimalnej mocy 50 kW oraz drugą o mocy 150 kW.

W celu obliczenia liczby potrzebnych ładowarek przyjęto dalsze następujące założenia:

- w obliczeniach uwzględniono wyłącznie pojazdy typu BEV;
- średni roczny przebieg pojazdu elektrycznego wyniesie 16 tys. km, co oznacza dobowy przebieg samochodu na poziomie ok. 43,8 km;
- średni dobowy czas eksploatacji ładowarki – 12 h/dobę;
- średni zasięg pojazdu elektrycznego wzrasta r/r, zgodnie z danymi, które przedstawia Z5_Tabela 20;
- rzeczywisty dystans przejechany przez samochód pomiędzy kolejnymi ładowaniami wynosi 85% średniego zasięgu pojazdu;
- średnie zużycie energii elektrycznej przez pojazd (kWh/100 km) w wyniku rozwoju technologicznego ulega obniżeniu w perspektywie 2050 roku zgodnie z danymi, które przedstawia Z5_Tabela 20.

¹⁹⁰ BEV – pojazd wyłącznie elektryczny (ang.: Battery Electric Vehicle)

¹⁹¹ EVSE – sprzęt do zasilania pojazdów elektrycznych (ang. Electric Vehicle Supply Equipment)

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 340/477

Z5_Tabela 20. Założenia przyjęte w analizie zapotrzebowania na energię w sektorze transportu

	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Średni zasięg pojazdu elektrycznego, km	250	300	350	400	500	600	700
Dystans przejechany pomiędzy ładowaniami pojazdu (85 % zakresu nominalnego), km	212,5	255	297,5	340	425	510	595
Zużycie energii, kWh/100 km	20	19	18	17	16	15	14
Czasookres między ładowaniami pojazdu, dni	4,85	5,82	6,79	7,76	9,70	11,63	13,57

Dla poszczególnego rodzaju ładowarek wyznaczono prędkość ładowania pojazdu wyrażoną w kilometrach odzyskiwanego (ładowanego) zasięgu na godzinę, a następnie wyznaczono czas ładowania jednego pojazdu oraz liczbę pojazdów obsługiwanych z jednej ładowarki w ciągu doby. Następnie wyznaczono czasookres pomiędzy kolejnymi doładowaniami uśrednionego pojazdu oraz liczbę pojazdów obsługiwanych przez daną ładowarkę w ciągu pojedynczego czasookresu wyznaczonego dla jednego pojazdu. w ten sposób dla zamodelowanej liczby pojazdów elektrycznych występujących w danej osłonie kontrolnej wyznaczono minimalną liczbę ładowarek danej mocy niezbędnych do zaspokojenia potrzeb transportowych. Wyznaczono również wskaźnik liczby pojazdów elektrycznych przypadających na jedną ładowarkę. Wszystkie powyższe dane przedstawia Z5_Tabela 21.

Z5_Tabela 21. Prognoza liczby ładowarek elektrycznych w osłonie kontrolnej OKW2

	Moc ładowarki, kW	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Prędkość ładowania pojazdu, km/h ¹⁹²	10	50	53	56	59	63	67	71
	22	110	116	122	129	138	147	157
	50	250	263	278	294	313	333	357
	150	750	789	833	882	938	1 000	1 071
Czas ładowania jednego pojazdu, h	10	4,25	4,85	5,36	5,78	6,80	7,65	8,33
	22	1,93	2,20	2,43	2,63	3,09	3,48	3,79
	50	0,85	0,97	1,07	1,16	1,36	1,53	1,67
	150	0,28	0,32	0,36	0,39	0,45	0,51	0,56
Liczba samochodów obsługiwanych z jednej ładowarki w ciągu doby, szt./dobę	10	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0
	22	6,0	5,0	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0
	50	14,0	12,0	11,0	10,0	8,0	7,0	7,0
	150	42,0	37,0	33,0	31,0	26,0	23,0	21,0

¹⁹² Prędkość ładowania pojazdu oznacza liczbę kilometrów zasięgu pojazdu elektrycznego odzyskiwanych w czasie 1h ładowania z wykorzystaniem ładowarki danej mocy.



**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
341/477

	Moc ładowarki, kW	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Liczba pojazdów obsłużonych przez 1 ładowarkę w ciągu czasookresu pomiędzy ładowaniami na stacji, szt.	10	9	11	13	15	9	11	13
	22	29	29	27	31	29	34	40
	50	67	69	74	77	77	81	95
	150	203	215	223	240	252	267	285
Liczba ładowarek niezbędna do pokrycia potrzeb pojazdów, szt.	10	1	6	11	21	51	52	51
	22	1	3	6	10	16	17	17
	50	1	1	2	4	6	7	7
	150	1	1	1	2	2	3	3
Liczba pojazdów elektrycznych przypadających na 1 ładowarkę, szt. pojazdów/1 ładowarkę	10	0,5	10,9	12,6	14,5	8,9	10,9	12,9
	22	0,5	21,7	23,1	30,4	28,3	33,2	38,6
	50	0,5	65,2	69,4	76,1	75,4	80,7	93,8
	150	0,5	65,2	138,8	152,2	226,1	188,3	218,8

Oceniając liczbę ładowarek niezbędną do zabezpieczenia potrzeb mieszkańców osłony kontrolnej należy uwzględnić szereg czynników, na podstawie których podjęta zostanie decyzja o liczbie urządzeń. Z punktu widzenia konieczności zapewnienia dodatkowych mocy niezbędnych dla układów ładowania wzrost zapotrzebowania kształtuje się zgodnie z danymi, które przedstawia Z5_Tabela 22.


Z5_Tabela 22. Wzrost zapotrzebowania na moc wynikający z liczby ładowarek zainstalowanych wewnątrz osłony kontrolnej OKW2

	Moc ładowarki, kW	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Sumaryczna moc ładowarek w osłonie, kW	10	10	60	110	210	510	520	510
	22	22	66	132	220	352	374	374
	50	50	50	100	200	300	350	350
	150	150	150	150	300	300	450	450

kolor zielony – wartości minimalne w danym roku; kolor czerwony – wartości maksymalne w danym roku.

Wynikowe wielkości w zakresie zarówno liczby ładowarek, jak i wielkości potrzebnych nowych mocy energetycznych potrzebnych do ładowania pojazdów stawiają w nowym świetle aktualne plany instalacji ładowarek na terenie miasta. w planie budowy ogólnodostępnych stacji ładowania na terenie miasta ma ich powstać łącznie 1 000 sztuk (faktycznie 815 sztuk nowych ładowarek, gdyż 185 ładowarek już jest zainstalowanych). Tymczasem do ładowania wszystkich pojazdów elektrycznych w jednej tylko osłonie kontrolnej w 2050 roku może być potrzebnych od 3 do 51 ładowarek w zależności od mocy. Ładowarki o mocy 22 kW – takie jak planowane dla potrzeb ogólnodostępnych - byłyby potrzebne w liczbie 17 sztuk.

Jednak ładowanie pojazdów elektrycznych w ramach wyznaczonych osłon kontrolnych nie należy obecnie do domeny publicznej, lecz do domeny prywatnej. Ładowarki publiczne trzeba traktować jak


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 342/477</p>

niezbędne uzupełnienie sieci ładowarek prywatnych. Ładowarki publiczne mają zapewniać niezbędne bezpieczeństwo użytkownikom pojazdów elektrycznych w sytuacjach krytycznych uzupełniając niedobory energii w pojeździe prywatnym. Natomiast ładowarki prywatne będą działać jako podstawowe źródło ładowania pojazdu. Całkowicie odwraca to obecny rynek tankowania pojazdu, w którym podstawowym miejscem tankowania są stacje paliw.

W związku z koniecznością ładowania pojazdów w domenie prywatnej, istniejące domy jednorodzinne oraz domy wielorodzinne – jak w osłonie kontrolnej OKW2 będą musiały być wyposażone w dodatkową moc przyłączeniową dla ładowarek elektrycznych. Ze względu na docelową moc całkowitą – w osłonie kontrolnej docelowo od 350 kW do 510 kW, czyli nawet 40 % obecnie wykorzystywanej mocy przyłączeniowej w budynkach, zasadnym wydaje się tworzenie dodatkowych, odrębnych punktów podłączeniowych (transformatorów) na potrzeby ładowania pojazdów w domenie prywatnej dla domów wielorodzinnych. **Zasadnym będzie stworzenie osobnego planu budowy tego typu punktów podłączeniowych w sieci energetycznej m.st. Warszawy dla każdego osiedla, do których będą podłączali się prywatni użytkownicy (grupowi lub indywidualni) ładowarek elektrycznych.**

Jednocześnie należy zwrócić uwagę, że ze względu na rysujące się na horyzoncie ograniczenia i możliwości nowego systemu energetycznego opartego na zasadach monizmu, istnieją co najmniej dwie przesłanki do zapewnienia w systemie energetycznym co najmniej takiej liczby ładowarek dla pojazdów, co liczba pojazdów elektrycznych. Są to następujące przesłanki:

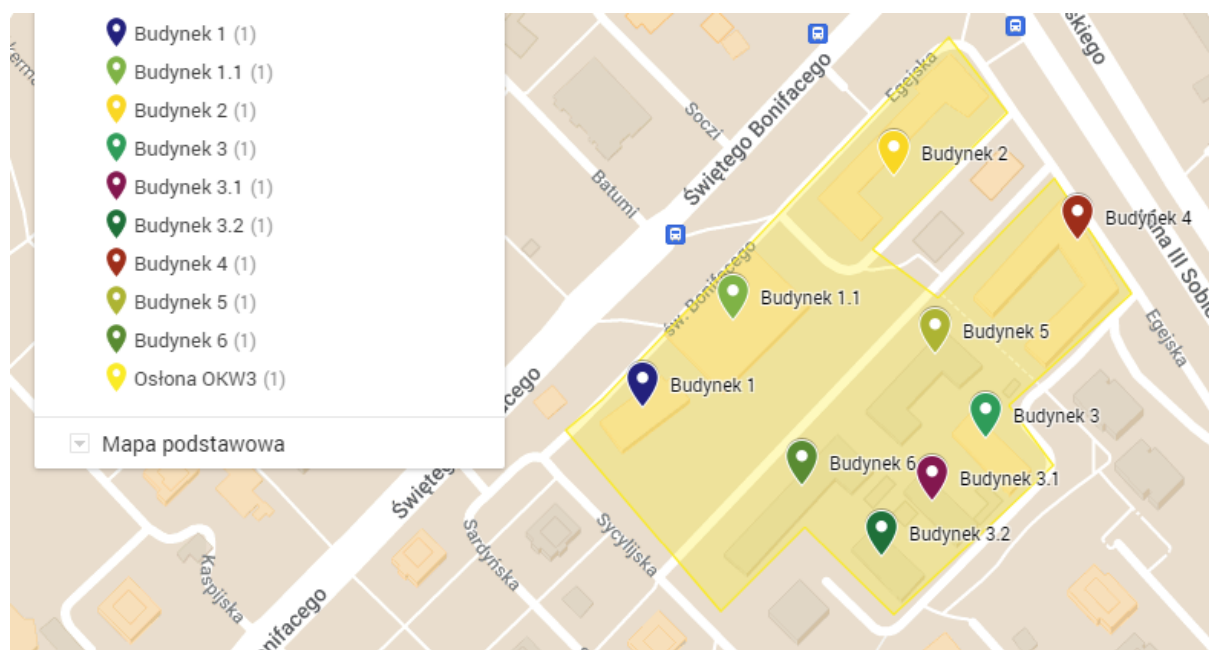
- W sytuacji wykorzystania w większości mocy OZE w systemie, nawet wszystkie pojazdy będą/powinny być ładowane w okresie szczytowej produkcji energii z OZE;
- W sytuacji możliwości wykorzystania technologii Vehicle-to-Grid, powinna być zapewniona możliwość wykorzystywania mocy zgromadzonej w bateriach z prawie każdego pojazdu jednocześnie.
- Obydwie te przesłanki przemawiają za pójściem w kierunku zapewnienia także zapasowej/nadmiarowej mocy w sieci energetycznej na potrzeby ładowania i wykorzystywania energii z pojazdów ponad maksymalną obliczoną dla osłony kontrolnej OKW2.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p>Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 343/477</p>

2. OSŁONA KONTROLNA OKW3 – OSIEDLE MIESZKANIOWE – ZABUDOWA WIELORODZINNA NOWA Z CZĘŚCIĄ O CHARAKTERZE HANDLOWO-USŁUGOWYM


OPIS OSŁONY I ZUŻYCIE ENERGII

Osłona kontrolna OKW3 obejmuje 9 budynków, spośród których 7 to budynki 6-kondygnacyjne, a dwa składają się z częściowo z 6, 8 oraz 12 kondygnacji. w osłonie istnieją budynki identyczne pod względem budowy tj. budynek 1 z budynkiem 1.1 oraz budynek 3 z budynkami 3.1 oraz 3.2. Budynki zlokalizowane są w obrębie jednego osiedla mieszkaniowego w Dzielnicy Mokotów zarządzanych przez administrację osiedla w ramach spółdzielni mieszkaniowej. Wszystkie budynki są zbudowane w technologii nowego budownictwa i zostały oddane do użytkowania w latach 2007-2014. Budynki są zaizolowane termicznie z wykorzystaniem wełny mineralnej o grubości warstwy 12 i 15 cm, a zaopatrzenie w ciepło (zarówno na potrzeby c.o. jak i c.w.u.) następuje z miejskiej sieci ciepłowniczej. w siedmiu z nich znajduje się wydzielona część handlowo-usługowa. Obszar całej osłony pokazano na Z5_Rys. 20. Podstawowe dane opisujące analizowane budynki, w tym dane dotyczące zużycia w ujęciu miesięcznym za rok 2019 przedstawia Z5_Tabela 23 oraz Z5_Rys. 21, a dane opisujące zbiorczo całą osłonę OKW3 zawiera Z5_Tabela 24.




Z5_Rys. 20. Osłona kontrolna OKW3¹⁹³

¹⁹³ Opracowanie własne na podstawie Map Google.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 344/477

Z5_Tabela 23. Osłona kontrolna OKW3 – podstawowe informacje oraz zużycie ciepła. Stan na rok 2019

	Budynek 1 (budynek 1.1)		Budynek 2		Budynek 3 (3.1, 3.2)		Budynek 4		Budynek 5		Budynek 6	
Przybliżony rok budowy	2014		2013		2006		2009		2008		2007	
Rodzaj i grubość izolacji	12 cm i 15 cm, wełna		12 i 15 cm, wełna		12 i 15 cm wełna		12 i 15 cm, wełna		12 i 15 cm, wełna		12 i 15 cm, wełna	
Mieszkania												
Liczba	71		121		87		118		58		72	
Powierzchnia użytkowa, m ²	4 399,0		7 694,0		5 128,2		7 130,5		3 709,9		4 309,2	
Roczne zużycie gazu, MWh	-		-		-		-		-		-	
Roczne zużycie en. elektr., MWh	134,0		228,4		164,3		222,8		109,5		135,9	
Roczne zużycie en. elektr. w częściach wspólnych, MWh	57,91		308,44		73,19		72,94		45,22		36,72	
Liczba mieszkańców	115		169		144		205		118		123	
Źródło ciepła dla budynku	m.s.c.		m.s.c.		m.s.c.		m.s.c.		m.s.c.		m.s.c.	
Roczne zużycie ciepła, GJ	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.
styczeń	271,5	93,2	338,0	327,9	384,0	103,7	502,6	147,1	226,6	77,1	270,1	93,3
lutym	179,9	66,9	223,6	219,2	257,4	76,4	341,2	104,6	154,4	55,1	180,6	66,6
marzec	135,5	67,7	186,2	180,9	199,8	79,5	269,0	105,2	114,8	58,0	141,3	69,2
kwiecień	73,7	57,9	114,7	114,7	123,7	68,8	170,3	89,8	68,9	47,8	87,6	59,1
maj	20,9	74,7	105,7	108,2	78,1	82,1	107,3	111,2	39,9	55,5	52,2	72,0
czerwiec	0,0	48,8	26,9	55,9	7,7	51,5	10,4	68,5	3,1	35,0	4,1	45,4
lipiec	0,0	45,9	27,2	53,1	7,1	49,0	6,3	64,0	1,0	30,5	1,6	42,0
sierpień	0,0	49,8	5,1	76,3	1,6	52,3	2,1	66,5	0,9	31,0	0,0	42,1
wrzesień	1,8	41,3	0,0	69,6	10,7	45,3	5,9	63,0	4,2	27,5	0,0	35,6
październik	40,6	63,7	92,0	112,7	105,5	64,3	114,0	118,2	51,0	46,8	47,6	56,5
listopad	69,7	53,3	146,7	99,9	151,1	54,3	163,2	102,7	77,2	42,0	70,5	50,9
grudzień	120,3	50,4	244,5	95,3	193,1	63,4	243,9	95,5	118,2	46,0	88,8	80,9
Moc zamówiona, kW	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.
	319,5	93,4	687,6	190,9	233,1	84,6	333,6	132,0	168,4	59,8	201,6	70,2
Powierzchnia usługowa, m²	58,6		2335,7		53,2		634,6		-		-	
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową (c.o. i c.w.u.), kWh/m²/rok	101,4		83,8		123,8		109,9		105,8		106,9	

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 345/477

Z5_Tabela 24. Ośłona kontrolna OKW3 – zbiorcze podsumowanie rocznego zużycia energii. Stan na rok 2019

	Ośłona kontrolna OKW3
Mieszkania	
Liczba	772
Powierzchnia użytkowa, m ²	47 024,2
Zużycie energii elektrycznej, MWh	2 256,2
W mieszkaniach ¹⁹⁴	1 457,5
W częściach wspólnych	798,7
Zużycie ciepła, GJ	19 352,5
c.o.	11 638,4
c.w.u.	7 714,1
Moc zamówiona, kW	3 623,0
c.o.	2 729,5
c.w.u.	893,5
Zużycie gazu ziemnego¹⁹⁵, MWh	386,0
Powierzchnia usługowa, m²	3 247,1

¹⁹⁴ Oszacowanie na podstawie wartości jednostkowego zapotrzebowania na energię elektryczną dla gospodarstw domowych w Warszawie wynoszącego 1 888 kWh/gosp./rok.

¹⁹⁵ Oszacowanie na podstawie wartości jednostkowego zapotrzebowania na gaz do przygotowania posiłków dla gospodarstw domowych w Warszawie wynoszącego 500 kWh/gosp./rok.




Z5_Rys. 21. Ostona kontrolna OKW3 - Wykresy zmienności zużycia ciepła w budynkach oraz wartość wskaźnika zapotrzebowania na energię końcową (B1...B6 – numery budynków)

MOŻLIWOŚCI W ZAKRESIE PASYWIZACJI BUDOWNICTWA

W ramach analizy przyjęto realizację przedsięwzięć zmniejszających zapotrzebowanie na energię końcową budynków mieszkalnych zlokalizowanych w ostonie kontrolnej.

Działania przyjęte do realizacji dla budynku wielorodzinnego znajdującego się w ostonie kontrolnej OKW3 podzielono na II etapy. w I etapie planowane jest docieplenie budynku oraz wymiana stolarki okiennej i drzwiowej. w etapie II planowana jest zmiana źródła ciepła i c.w.u. z ciepła systemowego na pompę ciepła, montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, wymiana okien na okna z powłoką kwantową i montaż OZE na dachu i elewacji. Założono, że panele fotowoltaiczne zostaną zainstalowane powyżej III kondygnacji na elewacji południowej, wschodniej i zachodniej oraz na osłonach balkonowych. Na dachu zostaną zamontowane panele fotowoltaiczne na ok. 30 % powierzchni dachu oraz na zadaszeniach balkonów.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 347/477

Z5_Tabela 25. Zestawienie działań pasywnizacyjnych oraz działań w zakresie wytwarzania energii odnawialnej – budynek nr 3 w osłonie kontrolnej OKW3

Przegroda /system /komponent	Stan obecny	Etap I 2023-2035	Etap II 2036-2050
Ściany zewnętrzne	Pustak, docieplenie 12/15 cm $U = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$	docieplenie do poziomu $U = 0,10^* \text{ W/m}^2\text{K}$	-
Ściany zewnętrzne przy gruncie	Żelbet, brak docieplenia $U = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$	docieplenie do poziomu $U = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$	-
Stropodach	Żelbet, docieplenie $U = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$	docieplenie do poziomu $U = 0,10^* \text{ W/m}^2\text{K}$	
Strop nad garażem	Żelbet, brak izolacji termicznej $U = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$	docieplenie do poziomu $U = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Okna zewnętrzne	Częściowo wymieniono: $U = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g = 0,7$	Wymiana na okna: $U = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g = 0,5$	
	Brak urządzeń zacięniających Stopień zacięnienia wynikający z usytuowania budynku oraz warunków pogodowych – 30% latem, 20% zimą.	Brak urządzeń zacięniających Stopień zacięnienia wynikający z usytuowania budynku oraz warunków pogodowych – 30% latem, 20% zimą.	
	Brak OZE	-	Szyby z powłoką kwantową (wszystkie) w oknach powyżej III kondygnacji. Moc zainstalowana PV: W – moc 3,5 kW na powierzchni 87,5 m ² , produkcja 1,38 MWh. S – 1,5 kW na powierzchni 37,5 m ² , produkcja 0,96 MWh.




**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
348/477

Przeграда /system /komponent	Stan obecny	Etap I 2023-2035	Etap II 2036-2050
			E – 4,5 kW na powierzchni 113 m ² , produkcja 2,86 MWh. łączna produkcja z PV na powierzchni okien – 5,2 MWh.
Drzwi zewnętrzne	Wymieniono na nowe, $U = 2,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	Wymiana na drzwi: $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	-
Źródło ciepła	Węzeł ciepłowniczy sprawność $\eta_g = 0,93$	-	Pompa ciepła COP = 3,00
System ogrzewania	Sprawność przesyłu $\eta_d = 0,96$ wykorzystania $\eta_e = 0,93$	-	Sprawność przesyłu $\eta_d = 1,00$ wykorzystania $\eta_e = 0,93$
Wentylacja	Grawitacyjna	-	Mechaniczna z odzyskiem ciepła, sprawność odzysku $\eta = 0,65$
Wytwarzanie c.w.u.	Węzeł ciepłowniczy sprawność $\eta_w = 0,65$	Redukcja zużycia wody o 20%.**	Pompa ciepła COP = 1,85
Układ chłodzenia	Brak	-	Pompa ciepła współczynnik efektywności chłodzenia 3,5
Fotowoltaika na dachu	Brak	-	Moc – 80 kW, powierzchnia 320,00m ² , produkcja 81,46 MWh
Fotowoltaika na ścianach	Brak	-	Przyjęto panele na elewacji powyżej III kondygnacji. E – moc 110,00 kW na powierzchni 408 m ² ; produkcja 70,0 MWh S – moc 35,00 kW na powierzchni 140 m ² ; produkcja 22,28 MWh

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 349/477

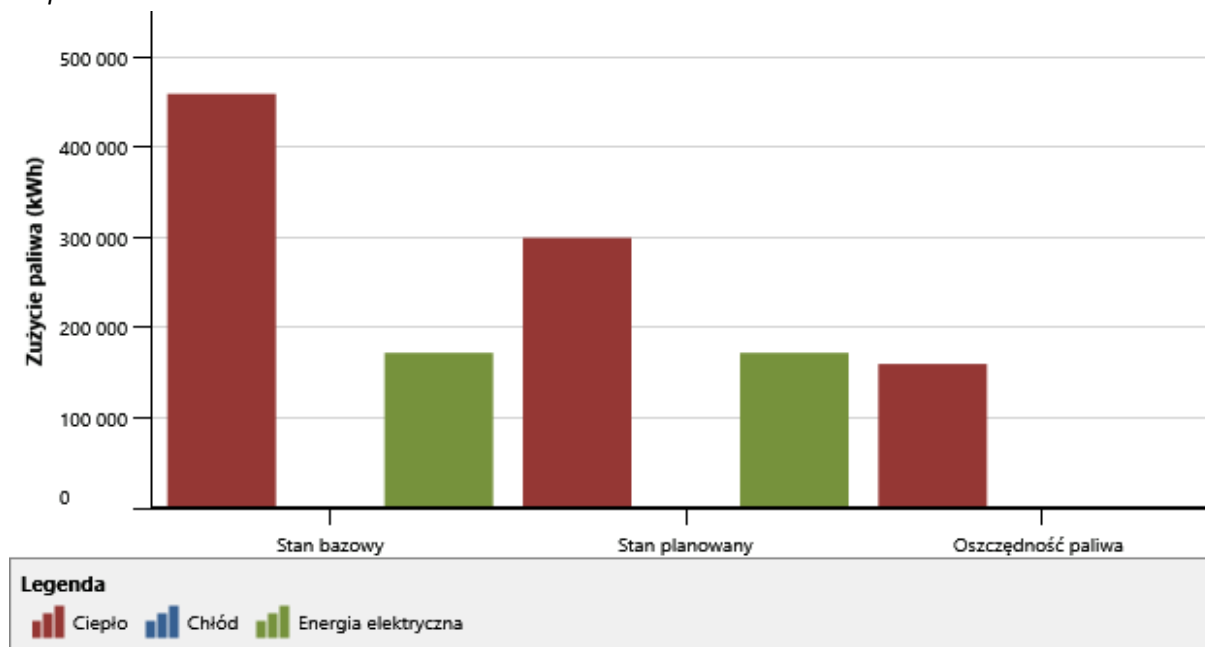
Przełoga /system /komponent	Stan obecny	Etap I 2023-2035	Etap II 2036-2050
			W – moc 110,00 kW na powierzchni 440 m ² ; produkcja 43,4 MWh łącna produkcja z PV na powierzchni ścian – 135,68 MWh
Turbiny wiatrowe na dachu	Brak	-	Liczba – 4 szt. Moc 2,0 kW/szt., produkcja 9,81 MWh.

*Wartości wynikające z WT2021


**zastosowanie perlatorów, obniżenie ciśnienia, regulacja obiegów.

Wyniki obliczeń przeprowadzonych w modelu RetScreen Expert dla poszczególnych etapów przedstawiono w poniższych tabelach oraz na poniższych rysunkach:

Etap I



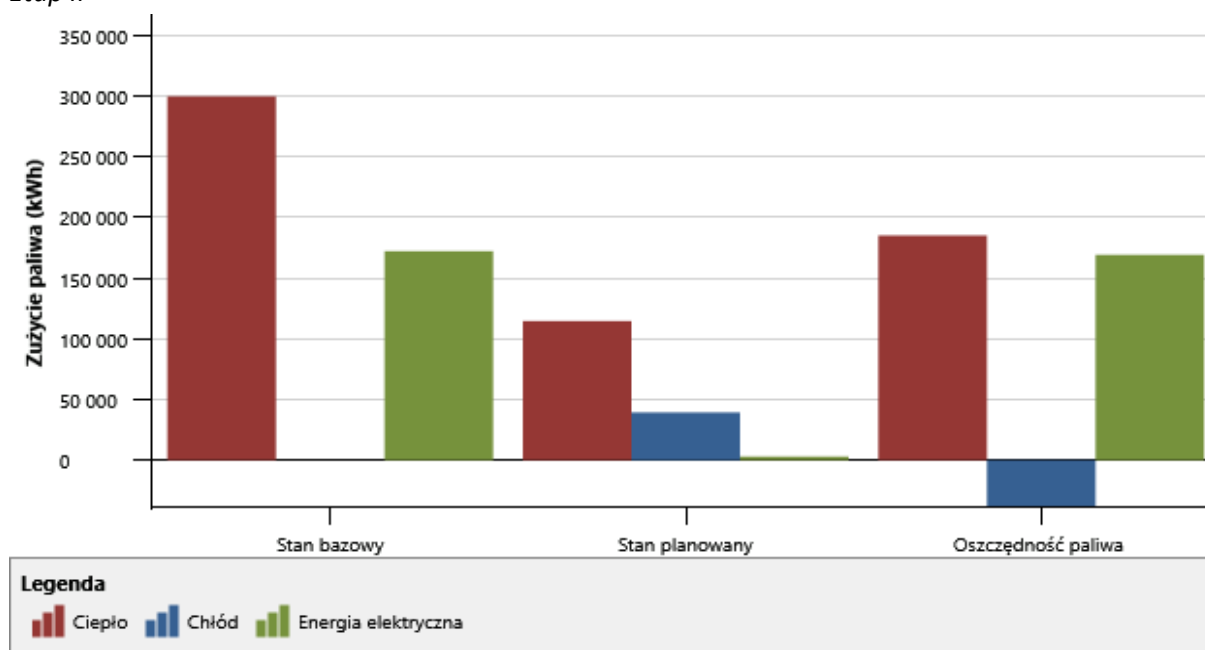
Z5_Rys. 22. Wyniki obliczeń Etap I – budynek w osłonie OKW3

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 350/477


Z5_Tabela 26. Wyniki obliczeń Etap I – budynek w osłonie OKW3

Zużycie paliwa	Energia końcowa c.o., c.w.u., wentylacja	Energia kończąca chłód	Energia elektryczna – oświetlenie, domowe urządzenia elektryczne	Razem
	kWh	kWh	kWh	kWh
Stan bazowy	459 277	0	172 080	631 357
Stan planowany	299 543	0	172 080	471 623
Oszczędność paliwa	15 734	0	0	159 734
Oszczędność paliwa – procent	34,8%	0%	0%	25,3%

Etap II



Z5_Rys. 23. Wyniki obliczeń Etap II – budynek w osłonie OKW3

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 351/477


Z5_Tabela 27. Wyniki obliczeń Etap II – budynek w osłonie OKW3

Zużycie paliwa	Energia końcowa c.o., c.w.u., wentylacja	Energia kończąca chłód	Energia elektryczna – oświetlenie, domowe urządzenia elektryczne	Razem
	kWh	kWh	kWh	kWh
Stan bazowy	299 543	0	172 080	471 623
Stan planowany	114 571	39 288	2 996	156 855
Oszczędność paliwa	184 972	-39 288	169 084	314 768
Oszczędność paliwa	61,8 %	0 %	98,3 %	66,7 %

Porównanie wskaźnikowe rezultatów działań podjętych w poszczególnych etapach dla budynku zlokalizowanego w osłonie kontrolnej OKW3 zestawiono w poniższej tabeli (Z5_Tabela 28).

Z5_Tabela 28. Wyniki obliczeń: Etap I oraz Etap II – budynek w osłonie OKW3

	Stan bazowy	Etap I	Etap 2
Lata realizacji	-	do roku 2035	2036 – 2050
Redukcja zapotrzebowania na energię końcową dla osłony kontrolnej	-	-25,3%	-75,2%
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej, kWh/m ² rok	185	138	46
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja – ciepło sieciowe, kWh/m ² rok	76	46	-
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja – energia elektryczna, kWh/m ² rok	-	-	19
Sprawność całkowita – ogrzewanie, %	83	83	279
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: c.w.u. – ciepło sieciowe, kWh/m ² rok	59	42	
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: c.w.u. – energia elektryczna, kWh/m ² rok			15
Sprawność całkowita – c.w.u., %	65	65	185
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja, c.w.u. – ciepło sieciowe, kWh/m ² rok	135	88	-

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 352/477

	Stan bazowy	Etap I	Etap 2
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja, c.w.u. – energia elektryczna, kWh/m ² rok	-	-	34

*Wartości wynikające z WT2021

**zastosowanie perlatorów, obniżenie ciśnienia, regulacja obiegów.


ŹRÓDŁA ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Analizując układy wytwarzające energię elektryczną na potrzeby budynków w osłonie OKW3 przeprowadzono analogiczne postępowanie jak w przypadku osłony OKW2. Przyjęto te same rodzaje rozwiązań zarówno w zakresie układów PV jak również mikroźródeł wiatrowych, a także parametry je charakteryzujące.

Poniższa tabela (Z5_Tabela) zawiera podsumowanie podstawowych parametrów instalacji PV, którą można zlokalizować na analizowanym budynku, natomiast informacje dotyczące możliwości uzysku energii elektrycznej z powierzchni szyb przedstawia Z5_Tabela 30.

Z5_Tabela 29. Zestawienie informacji – instalacje PV na budynku w osłonie kontrolnej OKW3


Miejsce instalacji PV	Podstawowe parametry	Moc	Produkcja roczna	Uzysk	Koszt instalacji
		kWp	MWh	MWh/kWp	zł
Dach	<ul style="list-style-type: none"> - Powierzchnia: 320 m² - Kat nachylenia: 34° - Azymut: 0° 	80	81,46	1,02	288 000
Elewacja, strona południowa	<ul style="list-style-type: none"> - Powierzchnia: 140 m² - Rozmieszczenie: od 3 kondygnacji - Kat nachylenia: 90° - Azymut: 45° 	35	22,28	0,64	138 600
Elewacja, strona wschodnia	<ul style="list-style-type: none"> - Powierzchnia: 440 m² - Rozmieszczenie: od 3 kondygnacji 	110	70,00	0,63	435 600

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 353/477

Miejsce instalacji PV	Podstawowe parametry	Moc	Produkcja roczna	Uzysk	Koszt instalacji
		kWp	MWh	MWh/kWp	zł
	<ul style="list-style-type: none"> - Kat nachylenia: 90° - Azymut: -45° 				
Elewacja, strona zachodnia	<ul style="list-style-type: none"> - Powierzchnia: 440 m² - Rozmieszczenie: od 3 kondygnacji - Kat nachylenia: 90° - Azymut: 135° 	110	43,4	0,39	435 600
RAZEM		335	217,14		1 297 800

Z5_Tabela 30. Zestawienie informacji – okna wykorzystujące technologię kropki kwantowej w budynku osłony kontrolnej OKW3

Miejsce instalacji	Podstawowe parametry	Moc	Produkcja roczna	Uzysk	Koszt instalacji
		kWp	MWh	MWh/kWp	zł
Okna, strona południowa	<ul style="list-style-type: none"> - Powierzchnia: 37,5 m² - Wszystkie okna - Kat nachylenia: 90° - Azymut: 45° 	1,5	0,96	0,64	82 500
Okna, strona wschodnia	<ul style="list-style-type: none"> - Powierzchnia: 113 m² - Wszystkie okna - Kat nachylenia: 90° - Azymut: -45° 	4,5	2,86	0,63	248 600
Okna, strona zachodnia	<ul style="list-style-type: none"> - Powierzchnia: 87,5 m² - Wszystkie okna - Kat nachylenia: 90° - Azymut: 135° 	3,5	1,38	0,4	192 500

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 354/477

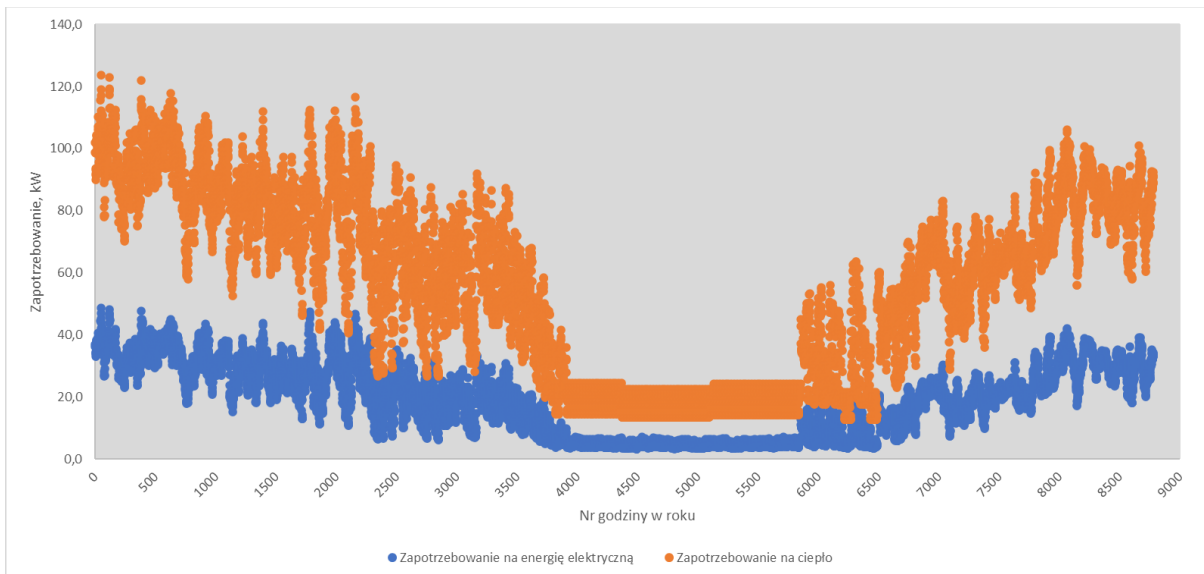
Miejsce instalacji	Podstawowe parametry	Moc	Produkcja roczna	Uzysk	Koszt instalacji
		kWp	MWh	MWh/kWp	zł
RAZEM		9,5	5,2		523 600

Dla budynku w osłonie kontrolnej OKW3 sumaryczna moc zainstalowana w technologii paneli fotowoltaicznych zamontowanych na dachu i elewacjach bocznych oraz szyb kwantowych wynosi 344,5 kWp. Roczny wolumen energii elektrycznej pochodzącej z wyżej wymienionych instalacji to 222,34 MWh. Koszt instalacji PV oraz okien z powłoką kwantową dla jednego budynku wynosi 1 821 400 zł.¹⁹⁶

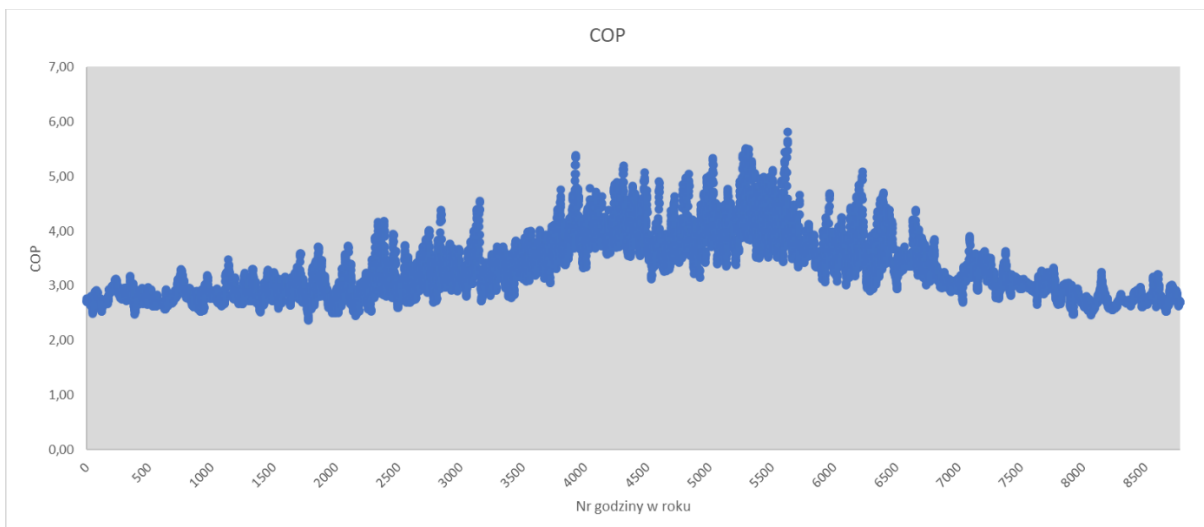
ELEKTRYFIKACJA CIEPŁOWNICTWA – ZASTOSOWANIE POMP CIEPŁA

Obliczenia w zakresie doboru pomp ciepła zrealizowano zgodnie z założeniami opisanymi w rozdziale poprzednim dla elektryfikacji ciepłownictwa. Dla przykładowego budynku wchodzącego w skład osłony OKW3 zamodelowano godzinową zmienność poboru energii elektrycznej przez pompę i uzyskaną charakterystykę wykorzystano przy bilansowaniu zapotrzebowania na energię pojedynczego budynku. Wykres zmienności zapotrzebowania na ciepło dla analizowanego budynku i wynikającą z tego wartość chwilowego zapotrzebowania na energię elektryczną dla pompy ciepła przedstawiono na Z5_Rys. 24, podczas gdy na Z5_Rys. 25 przedstawiono chwilowe wartości współczynnika COP dla pompy ciepła.


¹⁹⁶ Ceny zamieszczone w tabelach pochodzą z ofert przedstawionych przez dostawców tego typu instalacji, działających na polskim rynku.



Z5_Rys. 24. Zmienność zapotrzebowania na ciepło w budynku oraz zapotrzebowania na energię elektryczną dla pompy ciepła




Z5_Rys. 25. Zmienność współczynnika COP pompy ciepła

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 356/477

Z5_Tabela 31. Wzrost zapotrzebowania na moc elektryczną wynikający z zainstalowania pomp ciepła wewnątrz osłony kontrolnej OKW3

Źródło ciepła CO	Parametr	Przykładowo wy budynek w osłonie OKW3	OKW3				
			Obecnie z m.s.c.	Każdy budynek z dedykowanym układem pomp ciepła		Wspólny układ pomp ciepła dla całej osłony OKW3	
	Analizowany rok	2020	2020	2035	2050	2035	2050
	Wskaźnik zużycia ciepła (c.o., c.w.u., klima.), kWh/m2/rok	107	107	88	34	88	34
	Wartość względem roku 2020	100 %	100 %	82 %	32 %	82 %	32 %
	Zapotrzebowanie szczytowe CO, kW	200	2 730	1 316	508	1 780	688
	Zapotrzebowanie szczytowe CWU, kW	70	893	560	560	893	893
	Zapotrzebowanie szczytowe CO+CWU, kW	270	3 623	1 876	1 068	2 673	1 581
	Zapotrzebowanie roczne CO, GJ/rok	1 520	11 638	9 999	3 863	7 587	2 931
	Zapotrzebowanie roczne CWU, GJ/rok	790	7 714	6 323	6 323	7 714	7 714
	Zapotrzebowanie roczne CO+CWU, GJ/rok	2 310	19 353	16 322	10 186	15 301	10 645
Grzejniki	COP	-	-	2,0	2,5	2,5	3,0
	Zużycie energii elektrycznej przez pompy ciepła, MWh/rok	-	-	2 267	1 132	1 700	986
Ogrzewanie podłogowe	COP	-	-	2,9	3,5	3,4	4,0
	Zużycie energii elektrycznej przez pompy ciepła, MWh/rok	-	-	1 563	808	1 250	739

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 357/477</p>

Z przeprowadzonej analizy wynika, że:

- Współczynnik COP jest wyższy dla pomp ciepła o wyższej mocy, dlatego w wariantcie z układem pomp dedykowanym dla poszczególnych budynków współczynnik COP jest niższy.
- Zużycie energii elektrycznej jest niższe w przypadku zastosowania wariantu z układem pomp wspólnym dla wszystkich budynków w osłonie OKW3 (tj. w przypadku zastosowania większych pomp) od wariantu z układem pomp dedykowanych dla poszczególnych budynków w osłonie OKW3.


Ponadto informacyjnie w analizie przedstawiono wartości zużycia energii elektrycznej w przypadku zmiany źródła ciepła z grzejników na ogrzewanie podłogowe. w przypadku ogrzewania podłogowego zużycie energii elektrycznej przez pompy jest niższe. Mimo oszczędności energii elektrycznej należy nadmienić, że wariant ten jest kłopotliwy w realizacji – należałoby zmodernizować wewnętrzne instalacje budynków poprzez demontaż grzejników i instalację ogrzewania podłogowego co wiązałoby się z wysokimi nakładami inwestycyjnymi. Pojawia się ponadto problem organizacyjny, tj. na czas instalacji systemu należałoby zapewnić mieszkańcom lokum zastępcze. *Wykonawca* nie rekomenduje tego wariantu do realizacji.

ANALIZA POKRYCIA BILANSU BUDYNKU w MONIZMIE ELEKTRYCZNYM ORAZ WPŁYWU ŹRÓDEŁ OZE NA SIEĆ ELEKTROENERGETYCZNĄ

W celu określenia stopnia niezbilansowania potrzeb w zakresie energii elektrycznej przeprowadzono analizę polegającą na określeniu godzinowych profili poboru i produkcji energii elektrycznej oraz podjęto próbę określenia wpływu proponowanych rozwiązań na sieć elektroenergetyczną. Zestawienie potrzeb w zakresie energii elektrycznej oraz wolumenów produkcji ze źródeł odnawialnych zlokalizowanych na budynku przedstawia poniższa tabela:

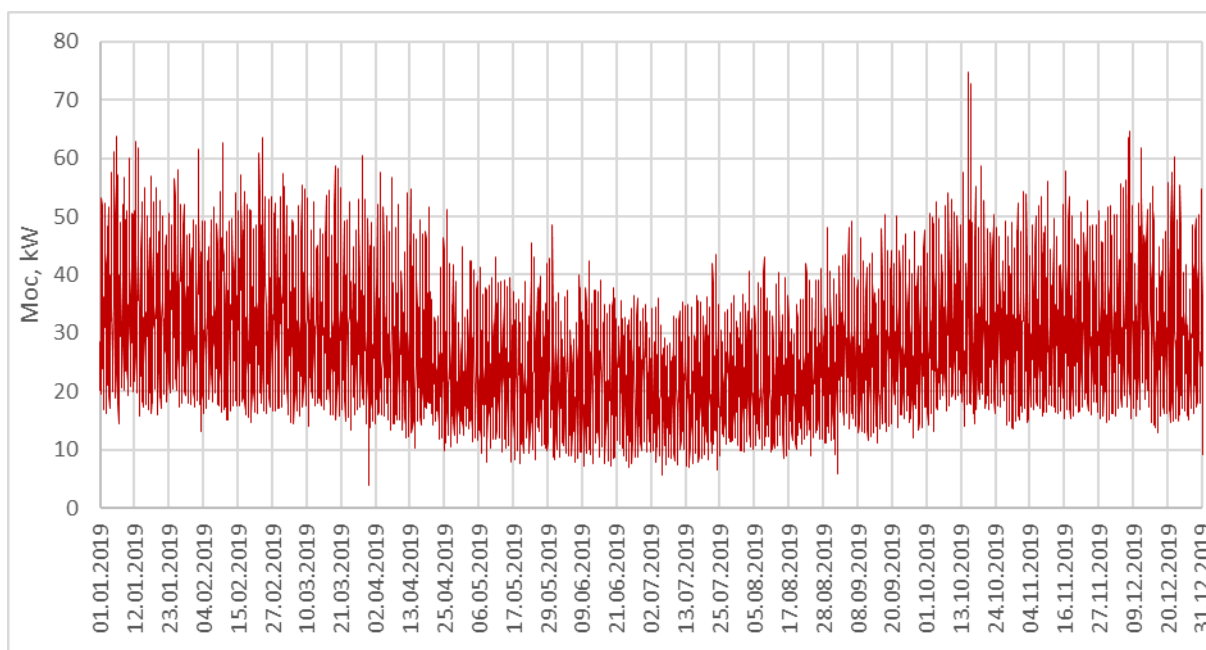
Z5_Tabela 32. Popyt i podaż energii elektrycznej – budynek w osłonie kontrolnej OKW3

	Moc kW	Energia MWh
Zapotrzebowanie na energię elektryczną		
Energia elektryczna dla mieszkańców	-	237,446
Pompa ciepła	-	163,981
Zapotrzebowanie - SUMA		401,427
Produkcja energii elektrycznej		
Panele PV - dach	80,00	81,085
Panele PV – elewacja S	35,00	22,400
Panele PV – elewacja W	110,00	42,900
Panele PV – elewacja E	110,00	69,300
Panele PV – okna S	1,50	0,960
Panele PV – okna W	3,50	1,400
Panele PV – okna E	4,50	2,835

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 358/477</p>

	Moc kW	Energia MWh
Mikroźródło wiatrowe, 4 szt. po 2kW	8,00	10,037
Wytwarzanie energii elektrycznej - SUMA	352,500	230,918

Analiza zbilansowania energii została wykonana na podstawie rzeczywistego profilu zużycia energii właściwego dla gospodarstw domowych w budownictwie wielomieszkaniowym, właściwego dla osłony kontrolnej OKW2. Pozyskanie tego typu danych od spółdzielni jest niemożliwe, ponieważ wszyscy mieszkańcy spółdzielni zaopatrywani są w energię elektryczną na podstawie indywidualnych umów z Operatorem Sieci Dystrybucyjnej, w związku z czym spółdzielnia takich danych nie posiada. w związku z powyższym profil właściwy dla gospodarstw określony dla OKW2 został przeskalowany dla pojedynczego budynku na podstawie jego szacunkowego rocznego zużycia energii elektrycznej – Z5_Rys. 26.



Z5_Rys. 26. Profil zapotrzebowania budynku wielorodzinnego w osłonie OKW3 – stan obecny (2019)

Przeanalizowano wpływ elektryfikacji ciepłownictwa na profil zapotrzebowania (po pasywizacji budownictwa). Zakłada się pokrycie za pomocą pomp ciepła zarówno potrzeb ogrzewania jak i przygotowania c.w.u. Profil zapotrzebowania pompy ciepła oraz sumaryczny profil w monizmie elektrycznym przedstawiono poniżej.

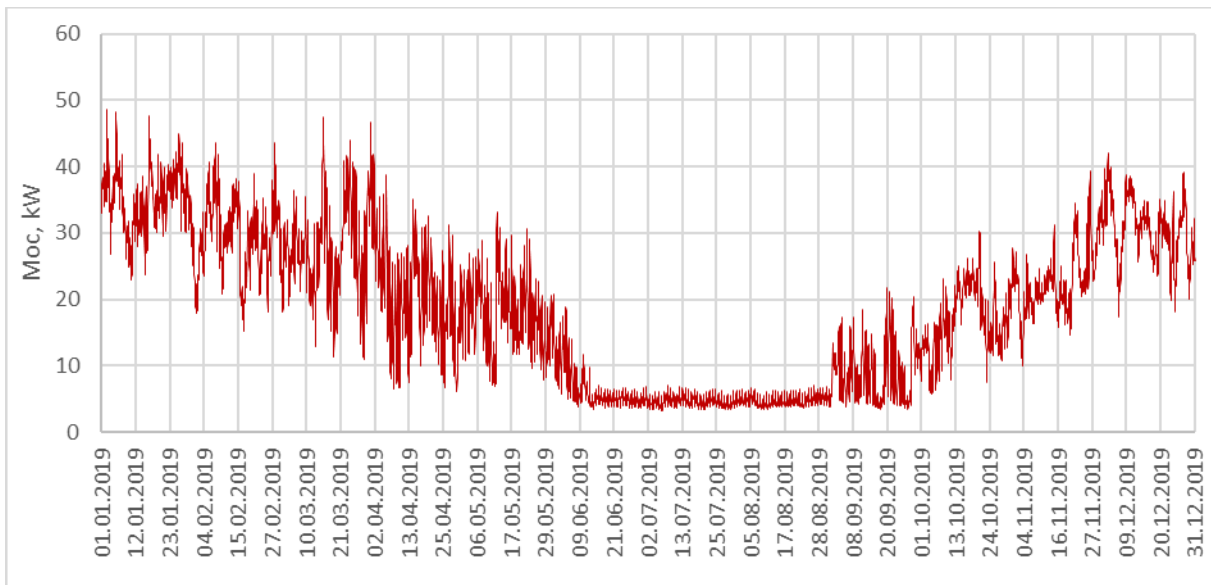


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

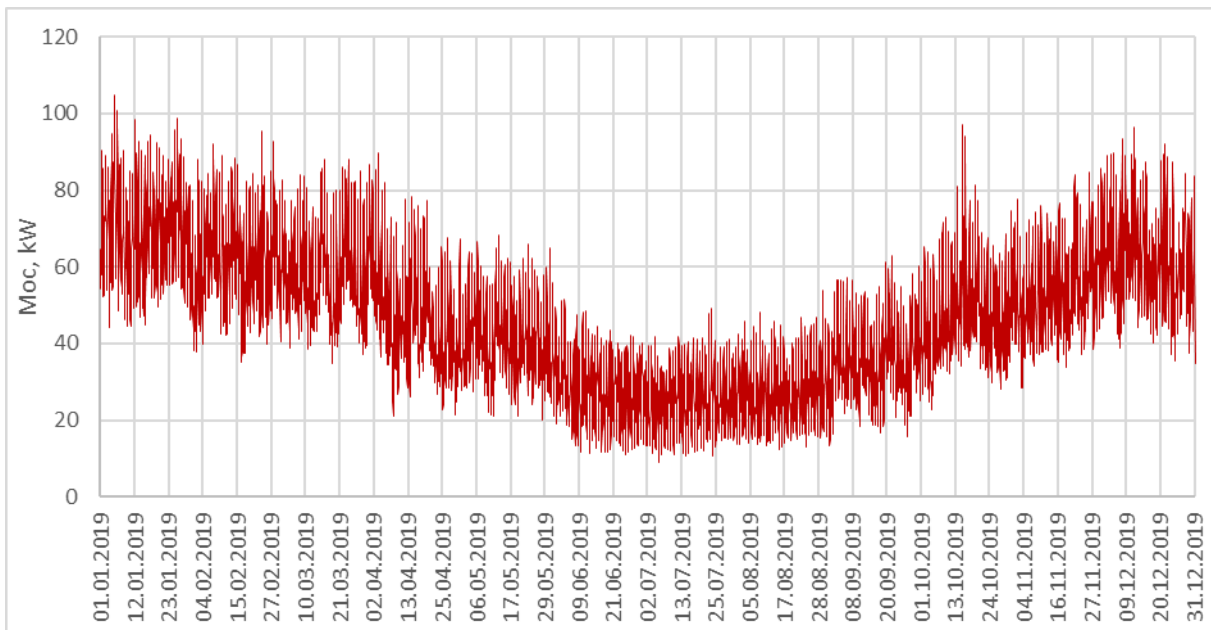
Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
359/477



Z5_Rys. 27. Profil zapotrzebowania energii elektrycznej na potrzeby c.o. i c.w.u. w monizmie elektrycznym



Z5_Rys. 28. Profil zapotrzebowania budynku na energię elektryczną i ciepło (za pomocą pomp ciepła)

Oceniając potencjał lokalnego zbilansowania założono maksymalną możliwą do zainstalowania moc pochodzącą ze źródeł PV oraz czterech mikroelektrowni wiatrowych (każda po 2 kW). Zestawienie zainstalowanych mocy w poszczególnych technologiach OZE przedstawia Z5_Tabela 32, a profile źródeł zamieszczono na Z5_Rys. 29 – źródła PV oraz na Z5_Rys. 30 – mikroelektrownia wiatrowa.

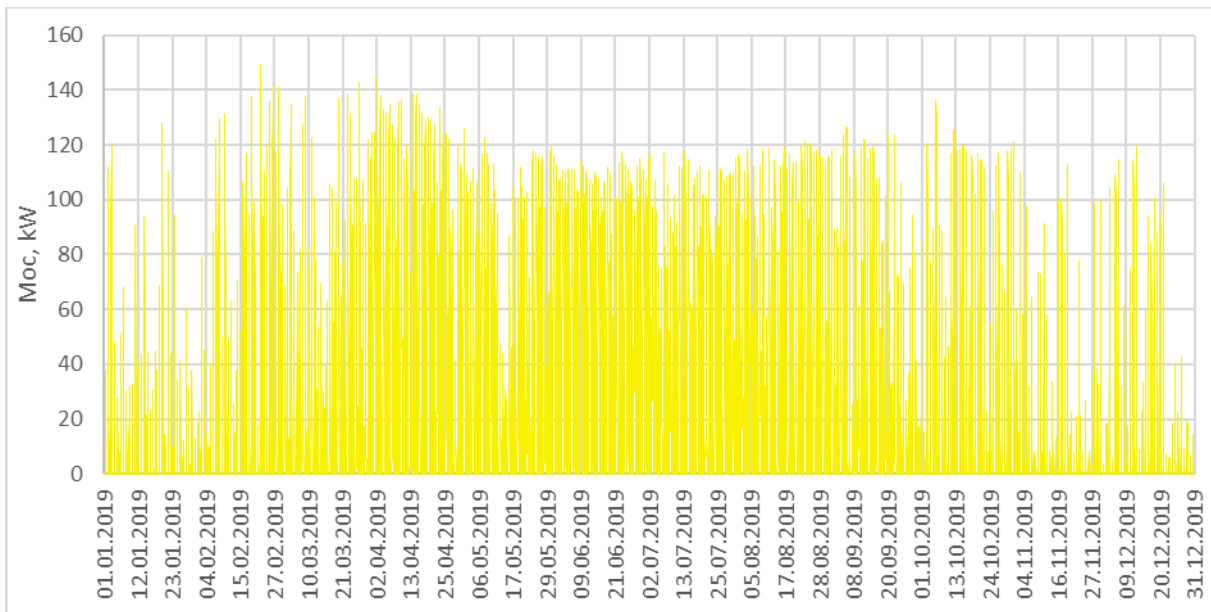


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

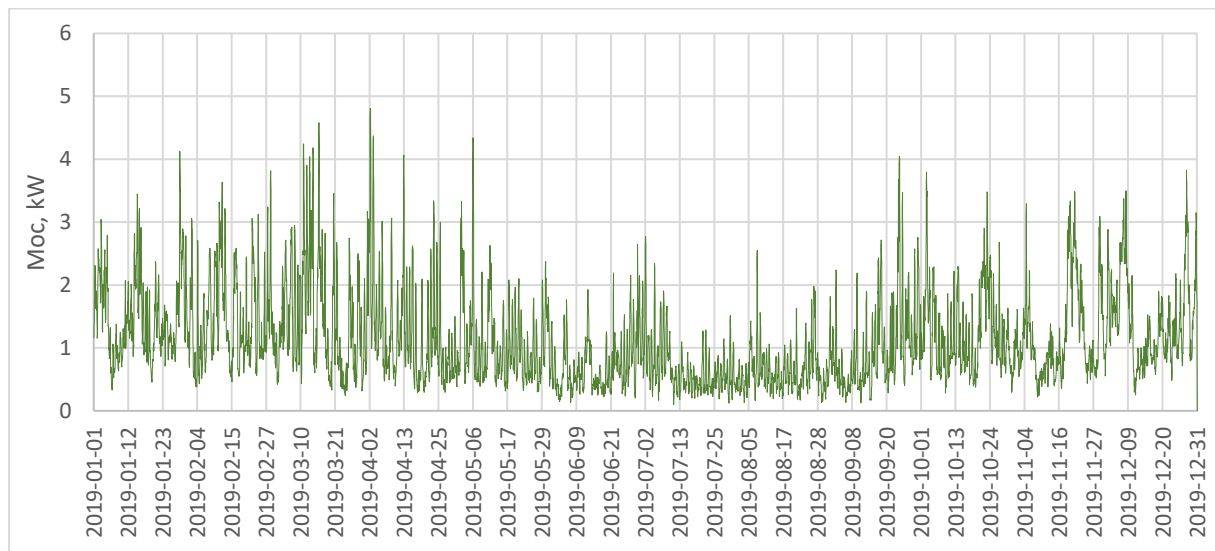
Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
360/477



Z5_Rys. 29. Profil produkcji źródeł PV



Z5_Rys. 30. Profil produkcji mikroelektrowni wiatrowych

Jednym z istotnych zagadnień związanych z monizmem elektrycznym jest integracja źródeł OZE z produkcją wymuszoną pod kątem ich wpływu na sieć. Analiza zakłada sieć sztywną, a wpływ jest rozpatrywany na podstawie maksymalnej mocy wpływającej i wy wpływającej z osłony kontrolnej. Na podstawie Z5_Rys. 26 i Z5_Rys. 28 można odczytać maksymalną moc zapotrzebowania. Moc ta wynosi około 70 kW obecnie oraz 100 kW w monizmie elektrycznym. Analizując wpływ na sieć należy rozpatrzyć moc przyłącza budynku.

Biorąc pod uwagę liczbę mieszkańców w analizowanym budynku (87 mieszkańców) oraz sposób pozyskiwania ciepłej wody użytkowej (z miejskiej sieci ciepłowniczej) określono zgodnie z Z5_Tabela 15, że przy



**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

Nr ewidencyjny
189/TE/2022

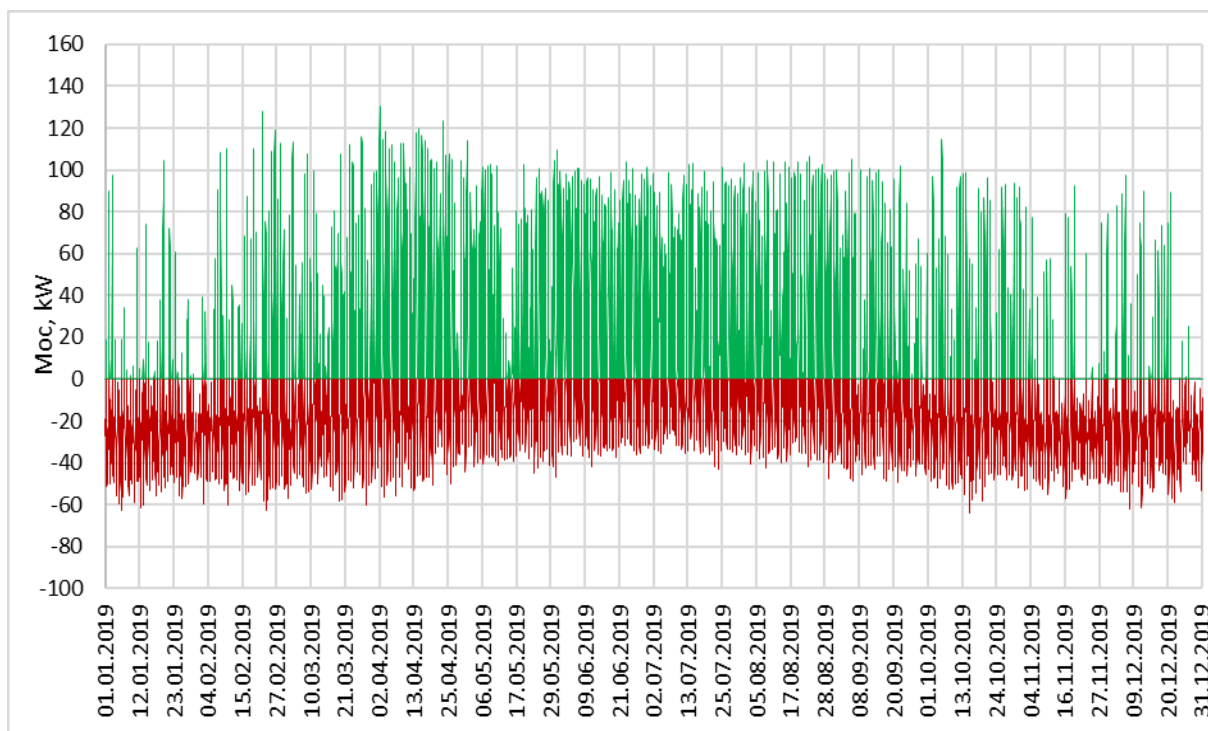
Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
361/477

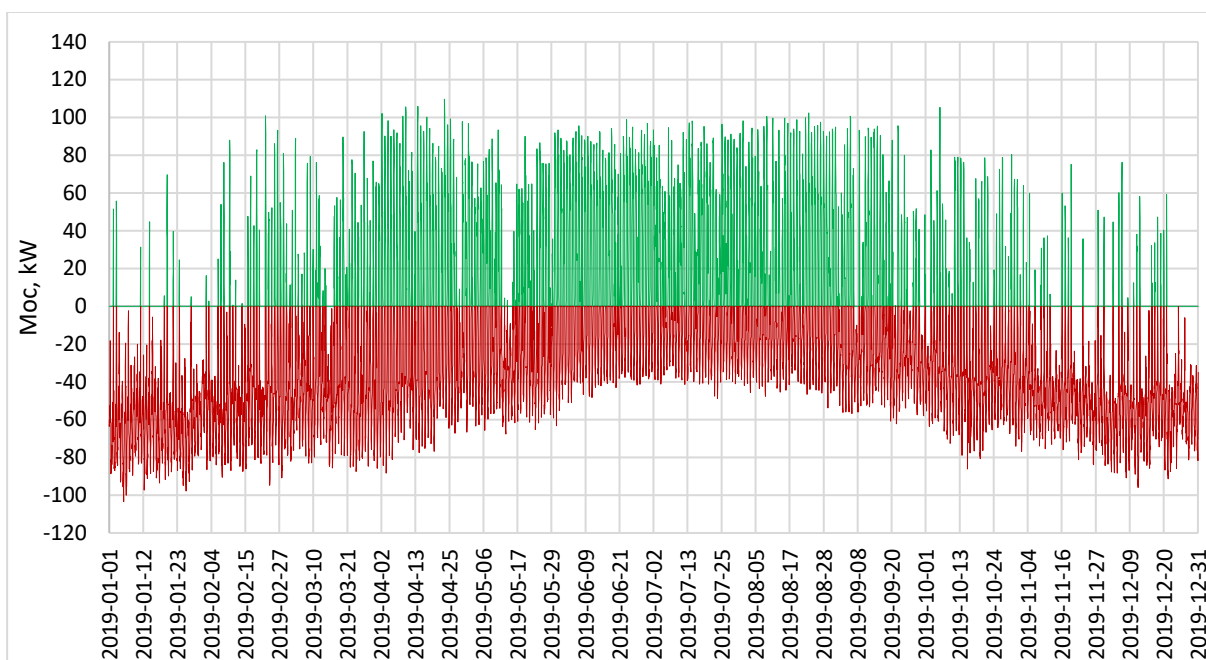
spodziewanym współczynnikiem jednoczesności 0,104 budynek ten wymaga mocy przyłączeniowej ok. 115 kW.

Można przyjąć, pod względem technicznym, że jeżeli nadwyżka mocy na osłonie kontrolnej nie przekroczy mocy przyłącza, to wpływ OZE na sieć jest ograniczony. w analizowanym budynku moc przyłączeniowa została przekroczona, w skrajnym przypadku przekroczenie osiągnęło 15 kW a łączny roczny czas przekroczenia szacuje się na 15 godzin. Oznacza to, że włączenie wszystkich możliwych źródeł OZE w instalację elektryczną budynku będzie wymagało jednoczesnej modernizacji przyłącza elektrycznego.

Profile niezbilansowania osłony budynku zamieszczono na Z5_Rys. 31- dla stanu obecnego oraz Z5_Rys. 32- w monizmie elektrycznym.

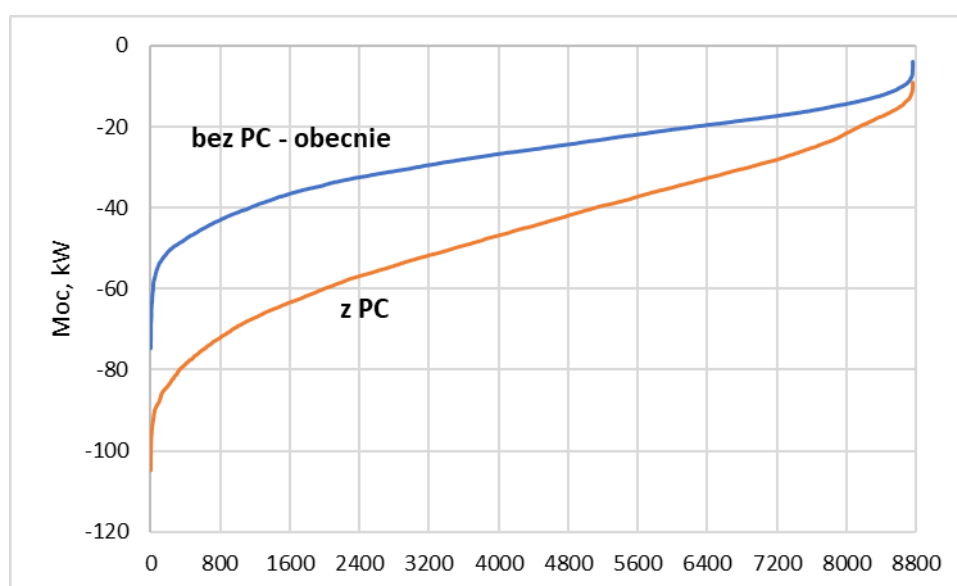


Z5_Rys. 31. Profil niezbilansowania budynku bez pompy ciepła




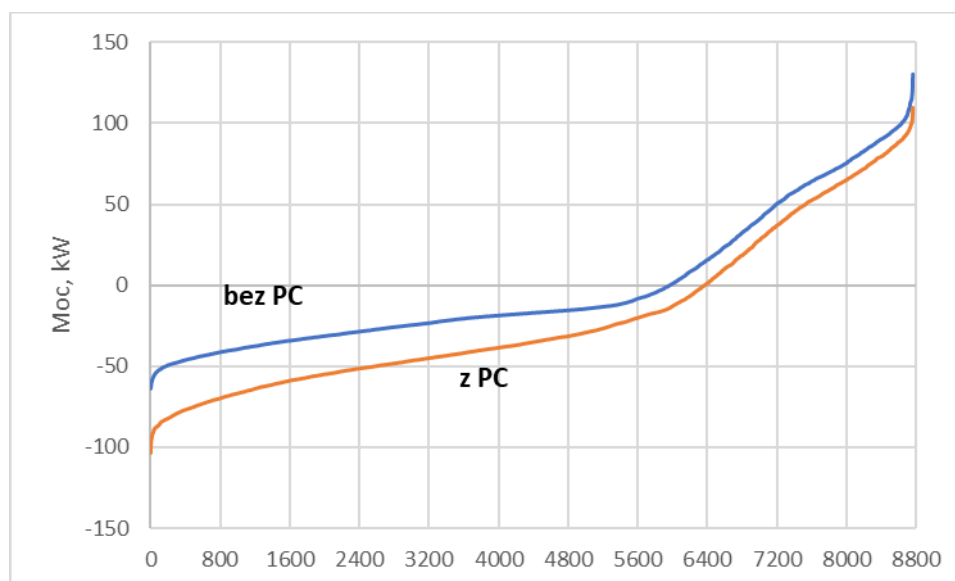
Z5_Rys. 32. Profil niezbilansowania budynku z pompą ciepła

Wpływ źródeł OZE na profil niezbilansowania dobrze odzwierciedlają uporządkowane profile niezbilansowania. Na podstawie Z5_Rys. 33 można wnioskować, że maksymalna moc zapotrzebowana z pompą ciepła jest o około 1,4 razy większa od obecnego stanu. Zainstalowanie źródeł OZE nie obniża maksymalnej mocy. Obniżenie mocy maksymalnej możliwe jest poprzez kształtowanie profili np. wykorzystanie lokalnego magazynu energii. Należy również podkreślić, że czas, w którym moc przekracza 50 kW (bez pomp ciepła) i 82 kW (z pompami ciepła) wynosi jedynie około 200 godzin.



Z5_Rys. 34. Uporządkowany profil niezbilansowania bez źródeł OZE

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 363/477



Z5_Rys. 34. Uporządkowany profil niezbilansowania ze źródłami OZE (PV i mikroelektrownie wiatrowe)

Analizowany przykład budynku wielorodzinnego, w przeciwieństwie do poprzednio analizowanego budynku w osłonie OKW2, wykazuje dość istotny wpływ dodatkowych źródeł OZE na jego infrastrukturę elektryczną, głównie ze względu na stosunkowo dużą powierzchnię dostępną pod instalację w relacji do zapotrzebowania na energię. Oznacza to konieczność rozszerzenia zakresu modernizacji o przyłącze elektryczne. Z drugiej jednak strony większa moc źródeł OZE umożliwia pokrycie niemal 100 % rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną (w wariantcie bez pomp ciepła) oraz prawie 60 % przy założeniu instalacji pomp ciepła.

ENERGIA (CHEMICZNA) NA POTRZEBY SEKTORA TRANSPORTU


W przypadku osłony kontrolnej OKW3 budynki znajdują się w obrębie strefy miejskiej oraz zawierają lokale mieszkalne i handlowo-usługowe. Na podstawie tych informacji stwierdzono, że do tego typu budynków stosuje się wskaźniki parkingowe określone w lokalnych standardach urbanistycznych, które przedstawia Z5_Tabela 33.

Z5_Tabela 33. Osłona kontrolna OKW3 – wskaźniki parkingowe

Strefa miejska				
	Liczba mp na m ² powierzchni użytkowej	Liczba mp na lokal		Rezerwa na parkowanie ogólnodostępne
		min	max	
Lokale mieszkalne	1/60 m ²	1	2	5% pozostałych mp
Lokale handlowo/usługowe	2,5/100 m ²	-	-	-

mp – miejsca parkingowe

Informacje zgromadzone na temat poszczególnych budynków w osłonie pozwoliły określić, że przeciętny budynek posiada średnio 87,8 lokalu mieszkalnego i łączną powierzchnię lokali

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 364/477

ok. 5 394,8 m². Jednocześnie w przeciętnym budynku występuje ok. 513,7 m² powierzchni o charakterze handlowo-usługowym. Pozwoliło to na obliczenie minimalnej liczby miejsc parkingowych przypadających na jeden budynek zgodnie ze standardami urbanistycznymi, które określa Z5_Tabela 34.

Z5_Tabela 34. Osłona kontrolna OKW3 – obliczenie liczby miejsc parkingowych dla jednego średniego budynku

Liczba lokali mieszkalnych (sztuk)	85,8
Powierzchnia lokali mieszkalnych (m ²)	5224,9
Powierzchnia lokali handlowych (m ²)	360,8
Liczba mp dla lokali mieszkalnych ¹⁹⁷	94,41
Liczba mp dla lokali handlowych ¹⁹⁸	9,02
Liczba mp sumaryczna	100,46

W kolejnym kroku określono zapotrzebowanie na energię końcową (MWh) poszczególnych typów pojazdów w poszczególnych analizowanych latach postępując analogicznie jak w przypadku poprzednio analizowanej osłony OKW3.


Z5_Tabela 35. Zapotrzebowanie na energię końcową w scenariuszu redukcji emisji (Modele 1-3) - osłona kontrolna OKW3

	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050	
	Uśredniony budynek	Cała osłona kontrolna OKW3						
Zapotrzebowanie na energię końcową, MWh/rok	347,39	2 084,35	1 913,58	1 521,89	1 241,61	922,20	694,26	519,97
Margines błędu, ± MWh/rok	27,51	165,05	140,88	120,04	97,21	72,89	53,46	35,48
w tym:								
Diesel, MWh	109,80	658,82	445,87	254,23	158,46	77,36	39,30	0,00
Benzyna, MWh	198,65	1 191,92	1 144,38	897,73	646,00	405,65	177,65	11,63
LPG, MWh	31,00	185,97	173,55	108,52	82,88	45,57	26,04	0,00
CNG, MWh	7,87	47,24	99,39	164,93	137,29	78,37	51,67	0,00
Energia elektryczna, MWh	0,07	0,40	50,39	96,48	216,98	315,25	399,60	508,34

Na podstawie powyższych obliczeń wyznaczono zapotrzebowanie na ładowarki (punkty ładowania) do samochodów elektrycznych w każdej analizowanej perspektywie czasowej. Aby obliczyć takie zapotrzebowanie potrzebne jest przejście z poziomu makro na poziom mikro. w tym konkretnym

¹⁹⁷ z uwzględnieniem 5% rezerwy

¹⁹⁸ min. 2,5 mp na 100 m² powierzchni użytkowej

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="right">Strona/Stron 365/477</p>

przypadku oznacza to posługiwanie się zapotrzebowaniem na energię elektryczną w wymiarze dobowym. Potrzebne jest także określenie liczby samochodów elektrycznych wymagających ładowania w osłonie kontrolnej oraz założenia dotyczące mocy ładowarek.

Zgodnie z założeniami przyjętymi w Etapie 1, obliczono liczbę pojazdów elektrycznych parkujących w osłonie kontrolnej OKW3, co przedstawia Z5_Tabela 36.

Z5_Tabela 36. Liczba parkujących pojazdów elektrycznych (BEV¹⁹⁹) w osłonie OKW3 w scenariuszu redukcji emisji

		2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Osobowe, szt.	Hybryda+BEV	8,5	159,0	308,0	477,2	610,7	731,5	822,9
	BEV	0,6	84,1	176,5	384,3	567,9	705,6	816,4
Dostawcze - BEV, szt.		0,0	0,0	0,2	6,1	20,0	36,2	54,4

W obecnej sytuacji na rynku, standardy ładowania są już określone przez odpowiednie przepisy oraz technologie. Skutkują one podziałem ładowarek na następujące główne typy:


- ładowarki małe na prąd zmienny od 2 do 12 kW mocy (bez systemu wzmacniającego EVSE²⁰⁰). Nadają się one głównie do powolnego ładowania pojazdów. Do obliczeń przyjęto moc takiej ładowarki 10kW.
- ładowarki średnie na prąd zmienny od 7,5 do 22 kW mocy (z systemem wzmacniającym EVSE). Nadają się one głównie do powolnego ładowania pojazdów. Do obliczeń przyjęto maksymalną moc takiej ładowarki 22kW.
- ładowarki duże na prąd stały powyżej 50kW mocy, o maksymalnych możliwościach nawet 350 kW. Nadają się one do szybkiego ładowania pojazdów, w tym pojazdów o dużych pojemnościach baterii. Do obliczeń przyjęto dwa rodzaje szybkich ładowarek – jedną o minimalnej mocy 50 kW oraz drugą o mocy 150 kW.

W celu obliczenia liczby potrzebnych ładowarek przyjęto dalsze następujące założenia:

- w obliczeniach uwzględniono wyłącznie pojazdy typu BEV;
- średni roczny przebieg pojazdu elektrycznego wyniesie 16 tys. km, co oznacza dobowy przebieg samochodu na poziomie ok. 43,8 km;
- średni dobowy czas eksploatacji ładowarki – 12 h/dobę;
- średni zasięg pojazdu elektrycznego wzrasta r/r, zgodnie z danymi, które przedstawia poniższa tabela;
- rzeczywisty dystans przejechany przez samochód pomiędzy kolejnymi ładowaniami wynosi 85 % średniego zasięgu pojazdu;

¹⁹⁹ BEV – pojazd wyłącznie elektryczny (ang.: Battery Electric Vehicle)

²⁰⁰ EVSE – sprzęt do zasilania pojazdów elektrycznych (ang. Electric Vehicle Supply Equipment)

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 366/477

- średnie zużycie energii elektrycznej przez pojazd (kWh/100 km) w wyniku rozwoju technologicznego ulega obniżeniu w perspektywie 2050 roku zgodnie z danymi, które przedstawia Z5_Tabela 37.

Z5_Tabela 37. Założenia przyjęte w analizie zapotrzebowania na energię w sektorze transportu


	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Średni zasięg pojazdu elektrycznego, km	250	300	350	400	500	600	700
Dystans przejechany pomiędzy ładowaniami pojazdu (85% zakresu nominalnego), km	212,5	255	297,5	340	425	510	595
Zużycie energii, kWh/100 km	20	19	18	17	16	15	14
Czasookres między ładowaniami pojazdu, dni	4,85	5,82	6,79	7,76	9,70	11,63	13,57

Dla poszczególnego rodzaju ładowarek wyznaczono prędkość ładowania pojazdu wyrażoną w kilometrach odzyskiwanego (ładowanego) zasięgu na godzinę, a następnie wyznaczono czas ładowania jednego pojazdu oraz liczbę pojazdów obsługiwanych z jednej ładowarki w ciągu doby. Następnie wyznaczono czasookres pomiędzy kolejnymi doładowaniami uśrednionego pojazdu oraz liczbę pojazdów obsługiwanych przez daną ładowarkę w ciągu pojedynczego czasookresu wyznaczonego dla jednego pojazdu. w ten sposób dla zamodelowanej liczby pojazdów elektrycznych występujących w danej osłonie kontrolnej wyznaczono minimalną liczbę ładowarek danej mocy niezbędnych do zaspokojenia potrzeb transportowych. Wyznaczono również wskaźnik liczby pojazdów elektrycznych przypadających na jedną ładowarkę. Wszystkie powyższe dane przedstawia Z5_Tabela 38.

Z5_Tabela 38. Prognoza liczby ładowarek elektrycznych w osłonie kontrolnej OKW3

	Moc ładowarki, kW	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Prędkość ładowania pojazdu, km/h ²⁰¹	10	50	53	56	59	63	67	71
	22	110	116	122	129	138	147	157
	50	250	263	278	294	313	333	357
	150	750	789	833	882	938	1 000	1 071
Czas ładowania jednego pojazdu, h	10	4,25	4,85	5,36	5,78	6,80	7,65	8,33
	22	1,93	2,20	2,43	2,63	3,09	3,48	3,79
	50	0,85	0,97	1,07	1,16	1,36	1,53	1,67
	150	0,28	0,32	0,36	0,39	0,45	0,51	0,56
	10	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0

²⁰¹ Prędkość ładowania pojazdu oznacza liczbę kilometrów zasięgu pojazdu elektrycznego odzyskiwanych w czasie 1h ładowania z wykorzystaniem ładowarki danej mocy.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 367/477

	Moc ładowarki, kW	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Liczba samochodów obsługiwanych z jednej ładowarki w ciągu doby, szt./dobę	22	6,0	5,0	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0
	50	14,0	12,0	11,0	10,0	8,0	7,0	7,0
	150	42,0	37,0	33,0	31,0	26,0	23,0	21,0
Liczba pojazdów obsługiwanych przez 1 ładowarkę w ciągu czasookresu pomiędzy ładowaniami na stacji, szt.	10	9	11	13	15	9	11	13
	22	29	29	27	31	29	34	40
	50	67	69	74	77	77	81	95
Liczba ładowarek niezbędna do pokrycia potrzeb pojazdów, szt.	10	1	8	15	27	68	70	69
	22	1	3	7	14	21	23	23
	50	1	2	3	6	8	10	10
Liczba pojazdów elektrycznych przypadających na 1 ładowarkę, szt. pojazdów/1 ładowarkę	10	0,7	10,5	12,2	15,0	8,9	10,9	12,9
	22	0,7	28,1	26,1	28,9	28,8	33,0	38,6
	50	0,7	42,1	60,9	67,4	75,5	76,0	88,7
	150	0,7	84,3	182,6	202,1	201,4	253,3	221,8


Oceniając liczbę ładowarek niezbędną do zabezpieczenia potrzeb mieszkańców osłony kontrolnej należy uwzględnić szereg czynników, na podstawie których podjęta zostanie decyzja o liczbie urządzeń. Z punktu widzenia konieczności zapewnienia dodatkowych mocy niezbędnych dla układów ładowania wzrost zapotrzebowania kształtuje się zgodnie z danymi, które przedstawia Z5_Tabela 39.

Z5_Tabela 39. Wzrost zapotrzebowania na moc wynikający z liczby ładowarek zainstalowanych wewnątrz osłony kontrolnej OKW3

	Moc ładowarki, kW	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Sumaryczna moc ładowarek w osłonie, kW	10	10	80	150	270	680	700	690
	22	22	66	154	308	462	506	506
	50	50	100	150	300	400	500	500
	150	150	150	150	300	450	450	600

kolor zielony – wartości minimalne w danym roku; kolor czerwony – wartości maksymalne w danym roku.

Rezultaty powyższej analiza elektryfikacji transportu niniejszej osłony są zbliżone do wyników z osłony OKW2. Do ładowania wszystkich pojazdów elektrycznych w jednej tylko osłonie kontrolnej w 2050 roku może być potrzebnych od 4 do 69 ładowarek w zależności od mocy. Ładowarki o mocy 22 kW – takie jak planowane dla potrzeb ogólnodostępnych - byłyby potrzebne w liczbie 23 sztuk. Z uwagi na duże podobieństwo obu osłon, przeprowadzone analizy prowadzą do takich samych wniosków, jakie przedstawiono analizując sektor transportu OKW2.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 368/477

3. OSŁONA KONTROLNA OKW4 – CENTRUM USŁUGOWE NR 1

OPIS OSŁONY I ZUŻYCIE ENERGII


Osłona kontrolna OKW4 obejmuje kilkukondygnacyjny gmach centrum handlowo-rozrywkowego w jednej z warszawskich dzielnic. Powierzchnia użytkowa tego budynku wynosi 40 000 m². w centrum handlowo-rozrywkowym znajduje się sklep wielkopowierzchniowy, około 100 sklepów i punktów usługowych z restauracjami oraz kino. Obiekt posiada prawie 1 000 miejsc parkingowych, a w ciągu roku jest odwiedzany łącznie przez około kilka milionów osób.

Budynek uzyskał certyfikat BREEAM In-Use na poziomie „Very Good” w kategoriach Asset Performance (ocena budynku, jego konstrukcji i systemów) oraz Building Management (zarządzanie budynkiem). Budynek posiada system zarządzania opierający się o zainstalowany monitoring oraz oprogramowanie zużycia energii. Centrum handlowo-rozrywkowe prowadzi z najemcami politykę uwzględniającą zasady zrównoważonego użytkowania i zarządzania budynkiem poprzez organizowanie odpowiednich szkoleń m.in. w kwestiach środowiskowych.

Podstawowe dane opisujące obiekt, w tym dane dotyczące zużycia energii elektrycznej w rozbiciu na poszczególne miesiące w roku 2021 przedstawiono w poniższej tabeli:

Z5_Tabela 40. Osłona kontrolna OKW4 – podstawowe informacje oraz zużycie ciepła. Stan na rok 2021.

Rodzaj budynku	Centrum handlowo - usługowe	
Rok oddania do użytku	2000	
Powierzchnia użytkowa, m ²	40 000	
Liczba sklepów	100	
Liczba miejsc parkingowych	980	
Źródło ciepła dla budynku	m.s.c.	
Roczne zużycie ciepła, GJ	c.o.	c.w.u.
styczeń	1 134	136
luty	633	107
marzec	542	125
kwiecień	114	117
maj	0	105
czerwiec	0	83
lipiec	0	90
sierpień	0	87
wrzesień	0	96
październik	148	102
listopad	407	103
grudzień	699	120
Roczne zużycie chłodu, MWh	661	
styczeń	0	
luty	0	
marzec	0	
kwiecień	21	
maj	55	
czerwiec	194	
lipiec	139	

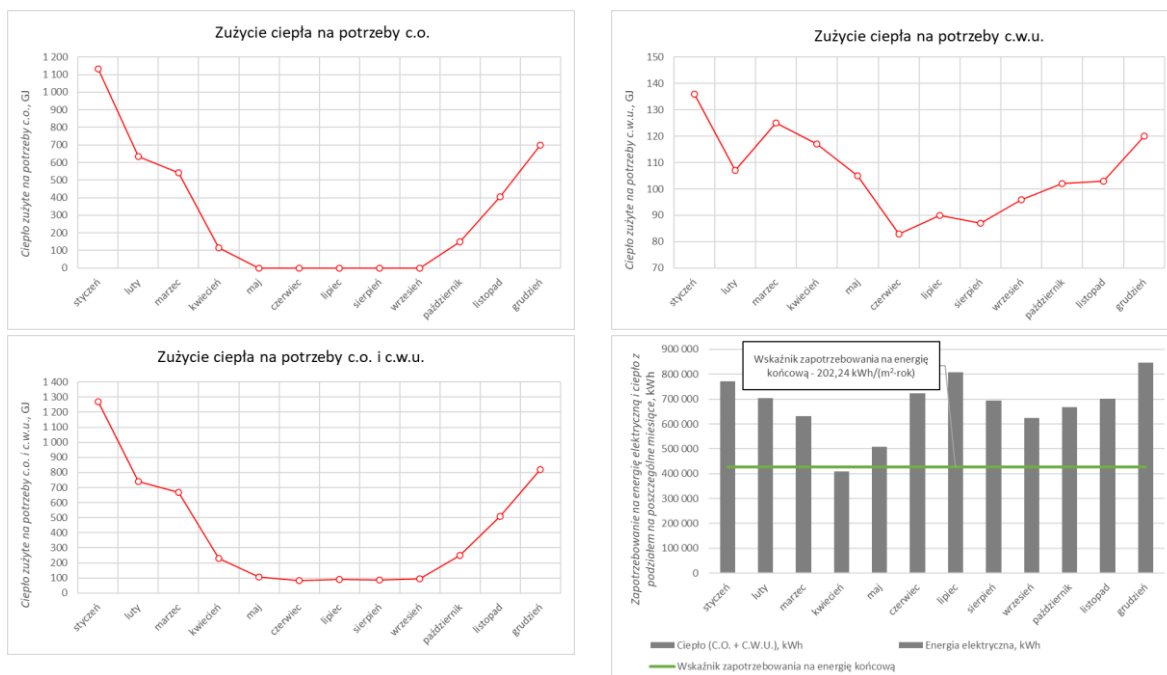
	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 369/477

Rodzaj budynku	Centrum handlowo - usługowe
sierpień	184
wrzesień	52
październik	16
listopad	0
grudzień	0
Roczne zużycie energii elektrycznej, MWh	6 715
styczeń	420
luty	498
marzec	446
kwiecień	344
maj	480
czerwiec	701
lipiec	782
sierpień	669
wrzesień	596
październik	598
listopad	561
grudzień	620
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową (c.o. i c.w.u.), kWh/m2/rok	202,24

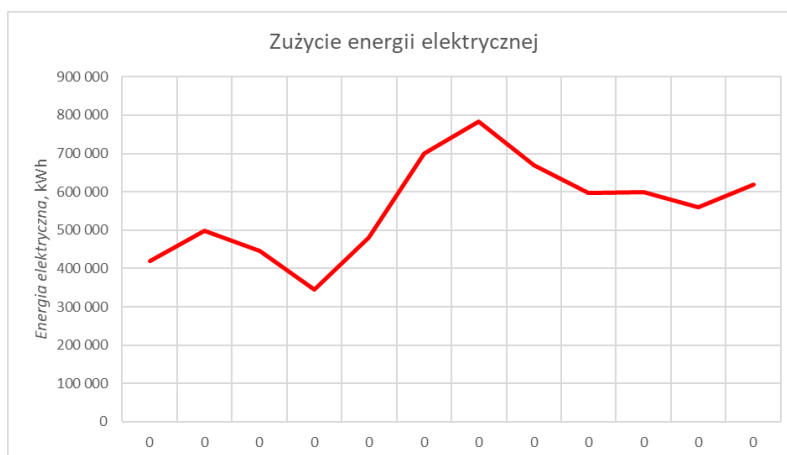
m.s.c. – miejska sieć ciepłownicza

Z5_Tabela 41. Osłona kontrolna OKW4 – zbiorcze podsumowanie rocznego zużycia energii. Stan na rok 2021.

	Osłona kontrolna OKW4
Centrum handlowo – rozrywkowe	
Powierzchnia użytkowa, m ²	40 000
Zużycie energii elektrycznej, MWh	6 715
Zużycie ciepła, GJ	4 948
c.o.	3 677
c.w.u.	1 271
Zużycie chłodu, MWh	661




Z5_Rys. 35. Wykres zapotrzebowania na energię elektryczną i ciepło oraz wartość wskaźnika zapotrzebowania na energię końcową w ostonie OKW4



Z5_Rys. 36. Profil zmienności zużycia energii elektrycznej w ostonie OKW4

MOŻLIWOŚCI w ZAKRESIE PASYWIZACJI BUDOWNICTWA

Należy zauważyć, że konieczność prowadzenia działań modernizacyjnych w tej grupie budynków dyktowana jest w dużym stopniu przez wymagania komercyjne i marketingowe, a nie kwestie stanu technicznego. Obiekty mające więcej niż 10 lat podlegają często ocenie pod względem możliwości oraz konieczności modernizacji i dostosowania do potrzeb korzystających z nich klientów oraz najemców, dlatego też z jednej strony obiekty usługowo-handlowe są dość kłopotliwe w modernizacji

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 371/477</p>

energetycznej, z drugiej strony uwzględnienie aspektów energetycznych w ramach modernizacji budynku staje się wręcz koniecznością.

Wymiana izolacji termicznej tego typu budynków wiąże się często z demontażem ścian zewnętrznych i zastosowaniem systemu o lepszym współczynniku U, co wiąże się ze znaczącym kosztem dla inwestora. Należy przy tym zauważyć, że rozwiązania przyjęte w tym zakresie na etapie projektowania i wykonania budynku są często w wyższym standardzie niż minimalne wymagane przez przepisy w momencie budowy. Jest to jednak jedno z działań, które w ramach generalnego remontu może i powinno być brane pod uwagę.


Innym istotnym działaniem, które należy rozważyć jest zastosowanie systemu rekuperacji powietrza wentylacyjnego przy czym nowsze obiekty usługowo-handlowe dysponują takimi rozwiązaniami w połączeniu z nagrzewnicami strefowymi oraz systemami recyrkulacji powietrza. Systemy te pozwalają także na regulację strumienia i ograniczenie zapotrzebowania na energię związaną z transportem oraz uzdatnianiem powietrza wentylowanego.

Działania możliwe do realizacji w ramach ograniczenia zużycia energii w istniejących budynkach centrów handlowych to także:

- wymiana oświetlenia obiektu na energooszczędne,
- zastosowanie czujników ruchu w miejscach technicznych, niewymagających stałego oświetlenia,
- wymiana okien na nowe o niższym U (0,5-0,7 W/m²·K), zastosowanie oszklenia fotowoltaicznego,
- zastosowanie paneli fotowoltaicznych na dachach oraz elewacjach,
- zastosowanie pomp ciepła w celach grzewczych np. bezpośrednio grzejących przestrzeń wentylowaną budynku,
- wykorzystanie systemów BMS,
- maksymalne wykorzystanie światła słonecznego oraz zysków ciepła z promieniowania słonecznego.

W ramach analizy przyjęto realizację przedsięwzięć zmniejszających zapotrzebowanie na energię końcową budynku centrum handlowego zlokalizowanych w osłonie kontrolnej.

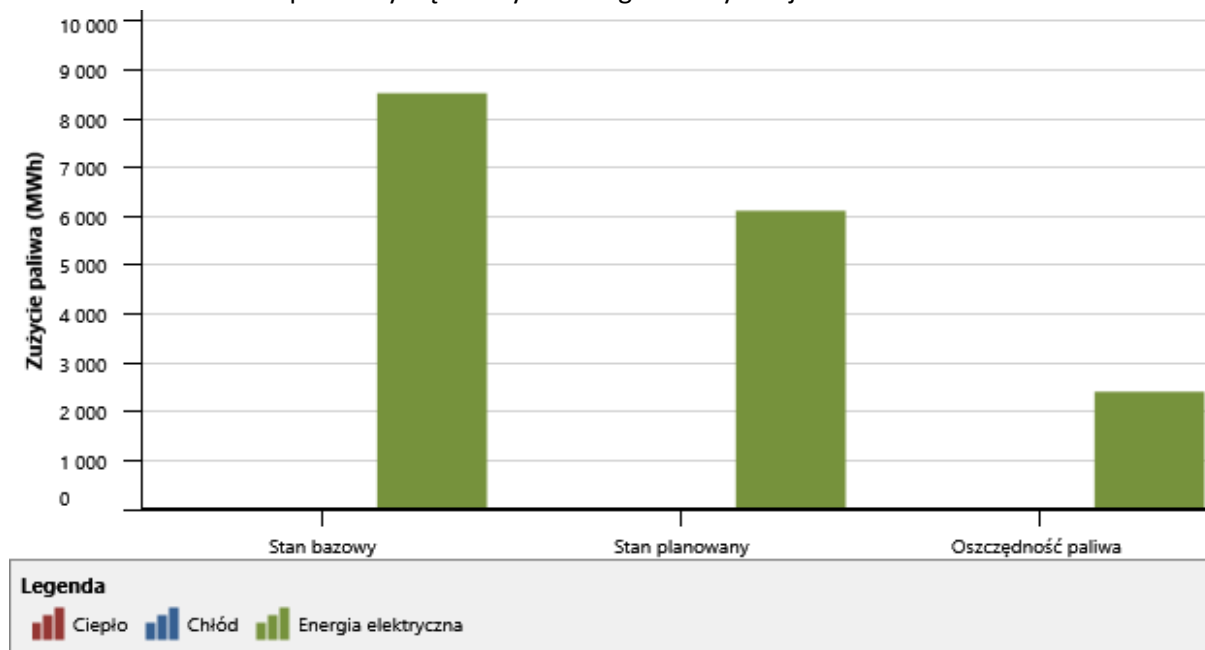
Działania przyjęte do realizacji dla budynku centrum usługowo-handlowym znajdującego się w osłonie kontrolnej OKW4 to montaż paneli fotowoltaicznych na dachu oraz w górnej części elewacji. Nie planuje się montażu turbin wiatrowych, ze względu na wysokość i usytuowanie budynku – budynki handlowe można zaliczyć do kategorii niskich lub średniowysokich. w sąsiedztwie występują często wyższe budynki. w związku z czym montaż turbin wiatrowych należy rozpatrywać indywidualnie dla konkretnej lokalizacji.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 372/477


Z5_Tabela 42. Wyniki obliczeń – budynek w ostonie OKW4

Przegroda /system /komponent	Stan obecny	Stan planowany do roku 2050
Fotowoltaika na dachu	Brak	Moc – 2 000 kW, powierzchnia 8 000,00 m ² , produkcja 2 037,0 MWh
Fotowoltaika na ścianach	Brak	Przyjęto panele w górnej części elewacji (pas szerokości ok. 6,0 m). S – moc 260,00 kW na powierzchni 1 040 m ² ; produkcja 166,5 MWh N – moc 260,00 kW na powierzchni 1 040 m ² ; produkcja 102,6 MWh W – moc 100,00 kW na powierzchni 400 m ² ; produkcja 39,45 MWh E – moc 100,00 kW na powierzchni 400 m ² ; produkcja 63,67 MWh Łączna produkcja z PV na powierzchni ścian – 371,2 MWh

Ze względu na charakter budynku oraz planowane przedsięwzięcia wpływające jedynie na zapotrzebowanie na energię elektryczną poniżej przedstawiono wyniki obliczeń przeprowadzonych w modelu RetScreen Expert dotyczące zużycia energii elektrycznej:



Z5_Rys. 37. Wyniki obliczeń Etap I – budynek w ostonie OKW4

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 373/477

Z5_Tabela 43. Wyniki obliczeń – budynek w osłonie OKW4

Zużycie energii	Energia elektryczna, kWh
Stan bazowy	8 521 597
Stan planowany	6 113 655
Oszczędność paliwa	2 407 942
Oszczędność paliwa - procent	28,3 %

Z5_Tabela 44. Wyniki obliczeń– budynek w osłonie OKW4


	Stan bazowy	Stan planowany
Lata realizacji	-	do roku 2050
Redukcja zapotrzebowania na energię elektryczną dla osłony kontrolnej	-	-28,3 %
Wskaźnik zapotrzebowania na energię elektryczną dla budynków w osłonie kontrolnej, kWh/m ² rok	155	111

ŹRÓDŁA ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Analizując układy wytwarzające energię elektryczną na potrzeby budynku w osłonie OKW4 przeprowadzono analogiczne postępowanie jak w przypadku pozostałych osłon. Przyjęto te same rodzaje rozwiązań w zakresie układów PV, a także parametry je charakteryzujące. Poniższa tabela zawiera podsumowanie podstawowych parametrów instalacji PV, którą można zlokalizować na analizowanym budynku.

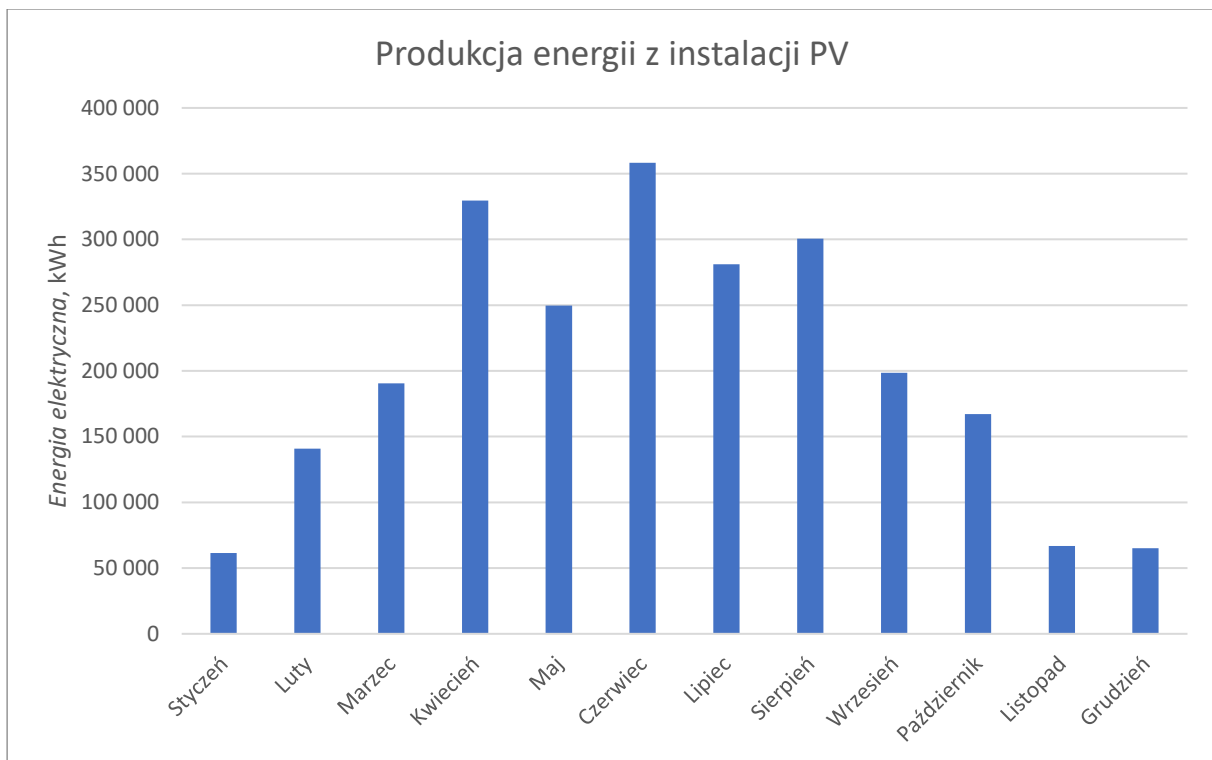
Z5_Tabela 45. Zestawienie informacji – instalacje PV na budynku w osłonie kontrolnej OKW4

Miejsce instalacji PV	Podstawowe parametry	Moc	Produkcja roczna	Uzysk	Koszt instalacji
		kWp	MWh	MWh/kWp	zł
Dach	– Powierzchnia: 8 000 m ² – Kat nachylenia: 34° – Azymut: 0°	2 000	2 037	1,02	7 380 000
Elewacja, strona południowa	– Powierzchnia: 1 040 m ² – Rozmieszczenie: górne fragmenty elewacji – Kat nachylenia: 90° – Azymut: 25°	260	166,5	0,64	959 400
Elewacja, strona północna	– Powierzchnia: 1 040 m ²	260	102,6	0,39	959 400

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 374/477

Miejsce instalacji PV	Podstawowe parametry	Moc	Produkcja roczna	Uzysk	Koszt instalacji
		kWp	MWh	MWh/kWp	zł
	– Rozmieszczenie: górne fragmenty elewacji – Kat nachylenia: 90° – Azymut: -142°				
Elewacja, strona wschodnia	– Powierzchnia: 400 m ² – Rozmieszczenie: górne fragmenty elewacji – Kat nachylenia: 90° – Azymut: -60°	100	63,67	0,64	369 000
Elewacja, strona zachodnia	– Powierzchnia: 400 m ² – Rozmieszczenie: górne fragmenty elewacji – Kat nachylenia: 90° – Azymut: 135°	100	39,45	0,39	369 000
RAZEM		2 720	2 409		10 036 800

Przedsięwzięcie polegające na instalacji PV na dachu i elewacjach pozwoli na posadowienie paneli o łącznej mocy 2,7 MWp, co pozwoli wygenerować 2,4 GWh energii elektrycznej w skali roku. Koszt takiej instalacji wyniósłby 10 036 800 zł.



Z5_Rys. 38. Produkcja energii elektrycznej z instalacji PV w osłonie OKW4


ANALIZA POKRYCIA BILANSU BUDYNKU w MONIZMIE ELEKTRYCZNYM ORAZ WPŁYWU ŹRÓDEŁ OZE NA SIEĆ ELEKTROENERGETYCZNĄ

W celu określenia stopnia niezbilansowania potrzeb w zakresie energii elektrycznej przeprowadzono analizę polegającą na określeniu godzinowych profili poboru i produkcji energii elektrycznej.

Zestawienie potrzeb w zakresie energii elektrycznej oraz wolumenów produkcji ze źródeł odnawialnych zlokalizowanych na budynku przedstawia Z5_Tabela 46.

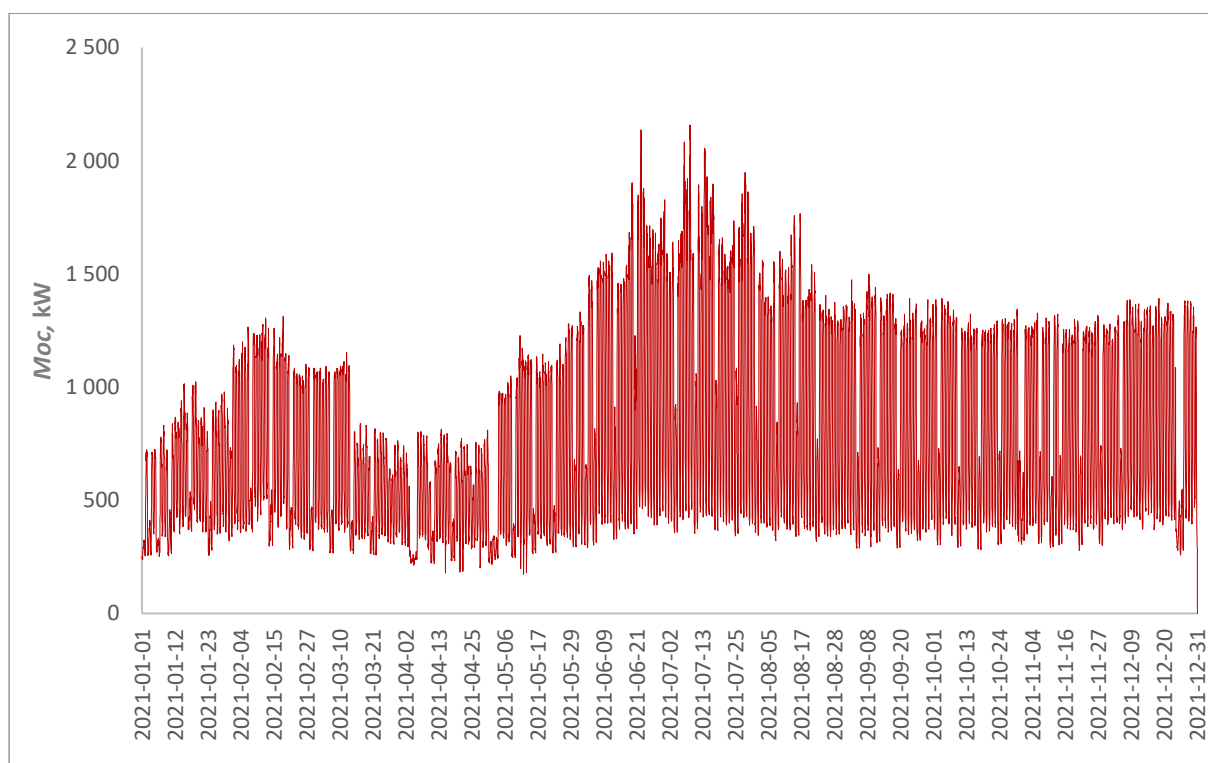
Z5_Tabela 46. Popyt i podaż energii elektrycznej – budynek w osłonie kontrolnej OKW4

	Moc kW	Energia MWh
Zapotrzebowanie na energię elektryczną		
Energia elektryczna	-	6 113,7
Produkcja energii elektrycznej		
Panele PV - dach	2 000	2 037,0
Panele PV – elewacja S	260	166,5
Panele PV – elewacja N	260	102,6
Panele PV – elewacja W	100	39,45
Panele PV – elewacja E	100	63,67

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 376/477

	Moc	Energia
	kW	MWh
Wytwarzanie energii elektrycznej - SUMA	2 720	2 409,22

Analiza pokrycia bilansu budynku, podobnie jak w przypadku poprzednich osłon, została wykonana na podstawie profilu rzeczywistego zużycia energii elektrycznej dla obszaru osłony OKW4.



Z5_Rys. 39. Profil zapotrzebowania budynku w osłonie OKW4 – stan obecny (2021)

Oceniając potencjał lokalnego zbilansowania założono maksymalną możliwą do zainstalowania moc pochodzącą ze źródeł PV. Zestawienie zainstalowanej mocy przedstawia poniższy Z5_Rys. 40.

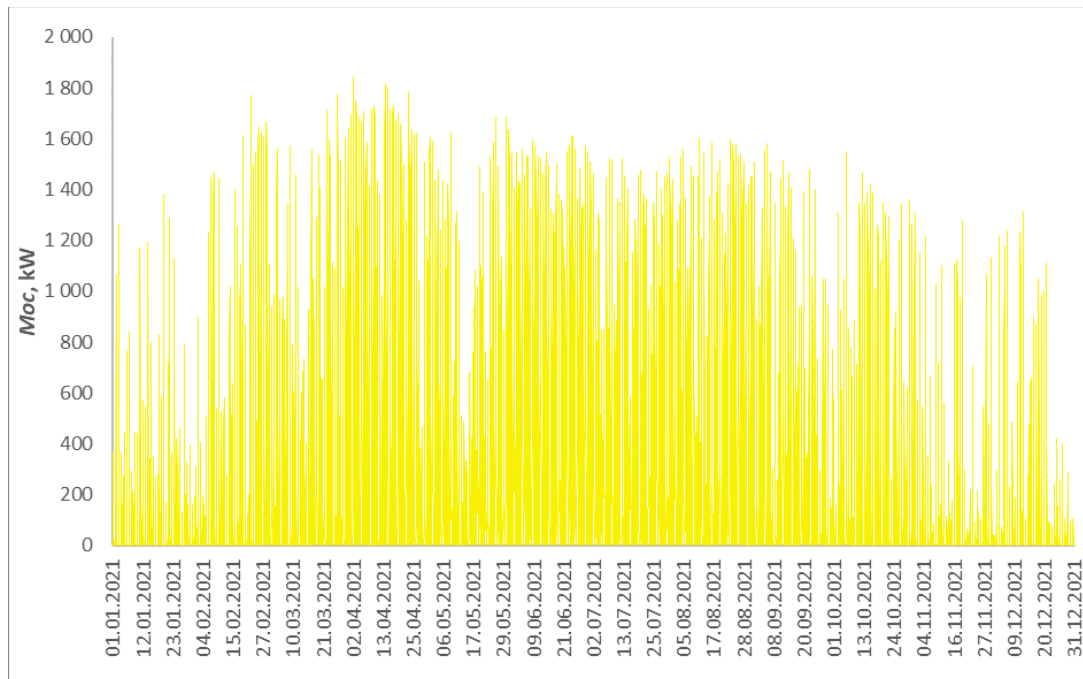


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

Nr ewidencyjny
189/TE/2022

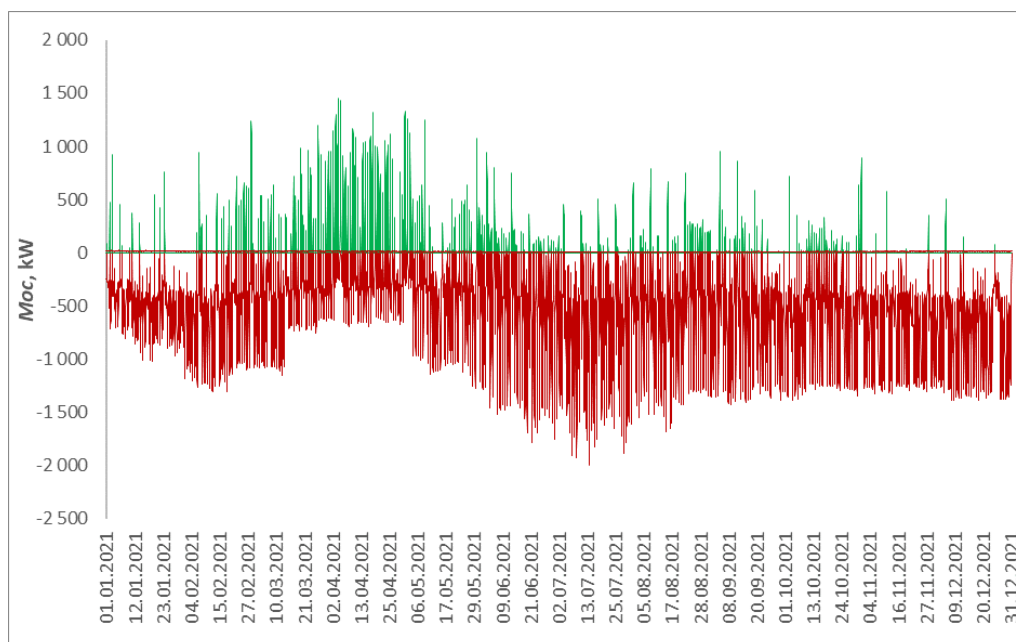
Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
377/477




Z5_Rys. 40. Profil produkcji źródeł PV

Na podstawie powyższego rysunku można odczytać maksymalną moc zapotrzebowania. Moc ta wynosi około 2 000 kW. Wpływ zainstalowanej technologii PV spowoduje zmniejszenie popytu na moc pobieraną z przyłącza.



Z5_Rys. 41. Profil niezbilansowania budynku

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 378/477

Zastosowanie źródeł OZE w ujęciu całorocznym nie pozwoli na pokrycie całkowitego zapotrzebowania na energię elektryczną dla obiektu znajdującego się w osłonie OKW4. Nadwyżka w produkcji (produkcja minus zapotrzebowanie) będzie miała miejsce jedynie przez około 1100 godzin w roku.

SEKTOR TRANSPORTU

Osłona kontrolna OKW4 obejmuje centrum usługowe w obrębie centrum strefy miejskiej. w przypadku takich obiektów obserwuje się rosnący trend tworzenia miejsc parkingowych ze stacjami ładowania pojazdów elektrycznych. Powołując się na analizę²⁰² drugiego wydania raportu Polish EV Outlook 2022 liczba ogólnodostępnych miejsc do ładowania pojazdów elektrycznych powiększyła się o 16 %, a drugim najpopularniejszym miejscem ich instalacji są obszary zlokalizowane w obrębie centrów handlowych, stanowiąc tym samym 17 % udziałów w całkowitej liczbie ich lokalizacji.

Trend ten jest rosnący zważywszy na korzyści marketingowo-finansowe, jakie mogą uzyskać na tym obiekty o takim charakterze.

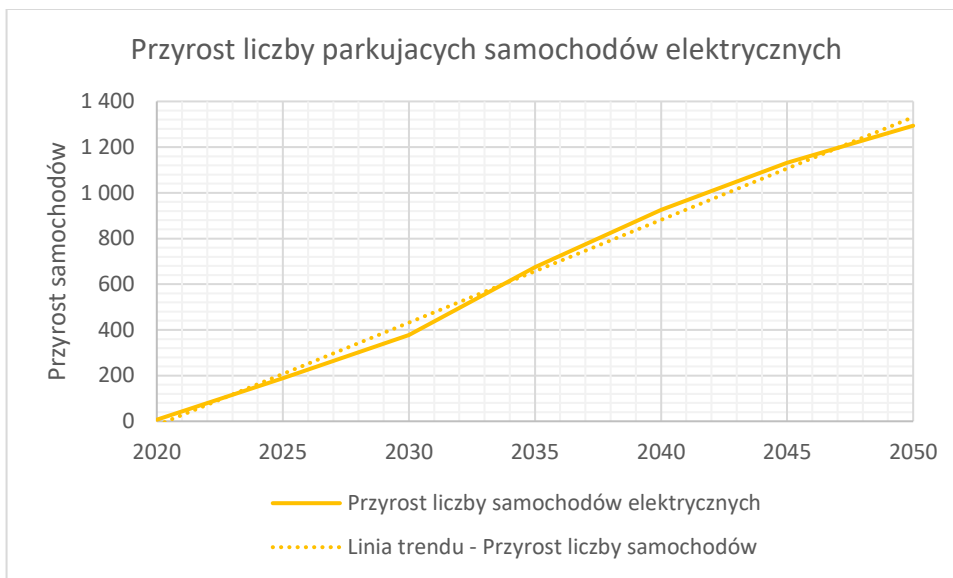
Z uzyskanych informacji wynika, że na terenie osłony znajduje się obecnie stacja ładowania mogąca obsłużyć dwa pojazdy.

Przyjmuje się, że liczba wykorzystywanych samochodów z napędem elektrycznym będzie wzrastać zgodnie z założeniami osłony kontrolnej OKW2 dla BEV w scenariuszu redukcji emisji.

Z5_Tabela 47. Przyrost liczby samochodów z napędem elektrycznym zgodnie z założeniami z OKW2

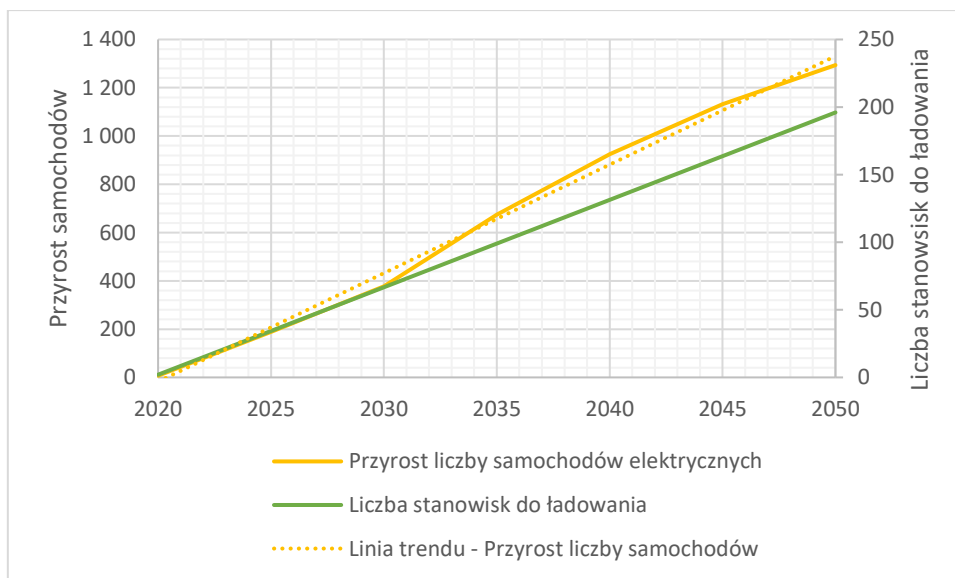
		2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Osobowe, szt.	Hybryda+BEV	6,6	123,2	238,5	369,6	473,0	566,5	637,4
	BEV	0,5	65,1	136,7	297,6	439,8	546,5	632,3
Dostawcze - BEV, szt.		0,0	0,1	2,1	6,8	12,3	18,5	24,1
Suma		7,1	188,3	377,3	674,0	925,1	1 131,5	1 293,7

²⁰² <https://pspa.com.pl/2022/raport/czy-w-polsce-zabraknie-stacji-ladowania-samochodow-elektrycznych/> [dostęp: 20.10.2022 r.]




Z5_Rys. 42. Przyrost liczby samochodów zgodnie z trendem założonym w osłonie OKW2

Mając na uwadze rosnącą skalę wzrostu udziału samochodów elektrycznych, celem zaspokojenia potrzeb budynku osłony kontrolnej OKW4 przyjmuje się, że docelowa liczba stanowisk, na których można ładować pojazd elektryczny będzie wynosiła docelowo 20 % wszystkich miejsc parkingowych. Centra usługowe, ze względu na swój charakter, mogą przyciągać potencjalnych klientów różnymi formami bonusów, karnetów lub rabatów. w tym scenariuszu liczba stanowisk do ładowania pojazdów wyniesie docelowo 196 w roku 2050.



Z5_Rys. 43. Osłona kontrolna OKW4 – wskaźniki parkingowe


4. Osłona kontrolna OKW5 – budynki mieszkalne o charakterze zabytkowym

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 380/477</p>

OPIS OSŁONY I ZUŻYCIE ENERGII

Osłona kontrolna OKW5 obejmuje budynki mieszkalne o charakterze zabytkowym. Przeważnie są to budynki niskie, do 4 kondygnacji naziemnych. Ze względu na specyfikę zabudowy zabytkowej nie można przeprowadzić analizy przy użyciu zagregowanych danych. Budynki zabytkowe podlegają ochronie Konserwatora Zabytków i wszystkie prace prowadzone na budynku wymagają zgody Konserwatora. Z tego powodu do obliczeń przyjęto 2 przykładowe budynki. Budynek nr 1 to skrajny segment budynków w zabudowie szeregowej. Budynek nr 2 to środkowy segment budynków w zabudowie szeregowej, gdzie 2 ściany zewnętrzne graniczą ze ścianami budynków sąsiednich. Budynki zabytkowe z lat 20-30. XIX wieku przeważnie były budowane jako murowane z cegły pełnej, ściany grubości ok. 51 cm, stropy drewniane bądź typu Kleina. Należy zwrócić uwagę, że budynki tego typu – stare budynki o grubych murach - przeważnie są niedogrzone, a temperatura w pomieszczeniach jest niższa niż w budynkach nowszych.

Podstawowe dane opisujące analizowane budynki - w tym dane dotyczące zużycia ciepła w rozbiciu na poszczególne miesiące w roku 2019 – przedstawia Z5_Tabela 48.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 381/477

Z5_Tabela 48. Osłona kontrolna OKW5 – podstawowe informacje oraz zużycie ciepła. Stan na rok 2019

Budynek - adres	Budynek 1		Budynek 2	
Przybliżony rok budowy budynku	1920		1936	
Kubatura budynku, m ³	8 037		4 456	
Grubość i rodzaj izolacji - dach/strop:	-		strop, 15 cm, wełna	
Grubość i rodzaj izolacji - ściany:	ściany nieizolowane		ściany nieizolowane	
Powierzchnia użytkowa - suma, m ²	1 007,5		667,52	
Roczne zużycie gazu w budynku, MWh:	b.d.		brak inst. gazu	
Roczne zużycie energii elektrycznej w budynku, MWh:	b.d.		b.d.	
Roczne zużycie energii elektrycznej w częściach wspólnych budynku, MWh:	4,6		5,0	
Liczba mieszkańców:	41		29	
Źródło ciepła dla budynku - ogrzewanie	sieć ciepłownicza		sieć ciepłownicza, węzeł ciepłowy	
Źródło ciepła dla budynku - ciepła woda użytkowa	sieć ciepłownicza		sieć ciepłownicza, węzeł ciepłowy	
Roczne zużycie ciepła dla budynku w rozbiciu na miesiące:	CO, GJ	CWU, GJ	CO, GJ	CWU, GJ
styczeń	101,56	43,52	56	15
luty	70,58	30,25	102	23
marzec	63,71	27,31	63	19
kwiecień	52,11	22,33	55	18
maj	54,49	23,35	17	35
czerwiec	0	18,48	0	37
lipiec	0	11,26	0	9
sierpień	0	12,93	0	8
wrzesień	0	10,92	0	9
październik	52,02	22,3	0	5
listopad	51,2	21,94	19	16
grudzień	99,5	42,64	28	17
Moc zamówiona	CO, kW	CWU, kW	CO, kW	CWU, kW
	b.d.	b.d.	62	21,3
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową (c.o. i c.w.u.), kWh/m ² /rok	229,5		229,3	

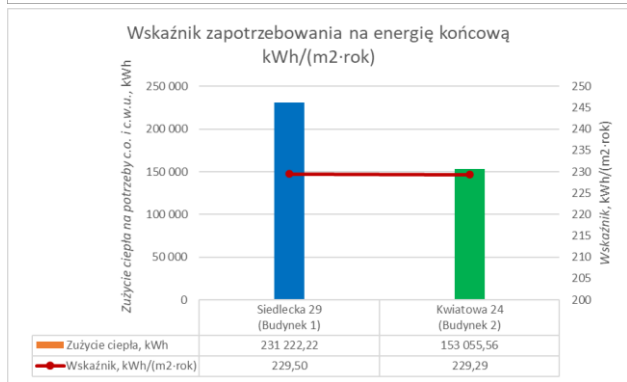
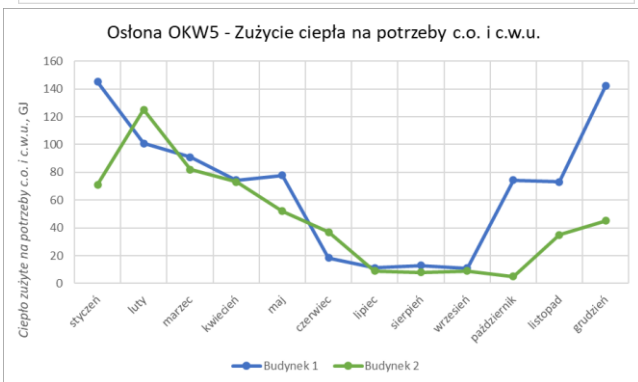
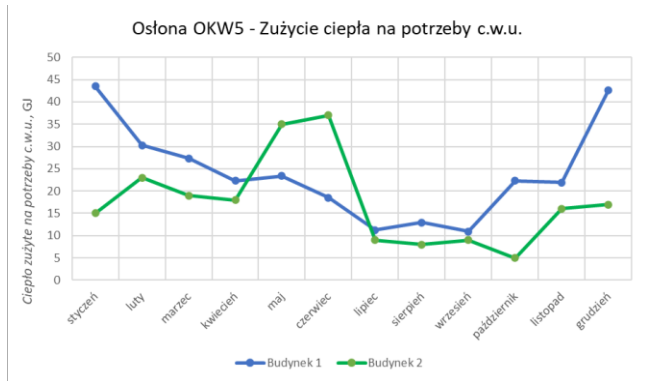
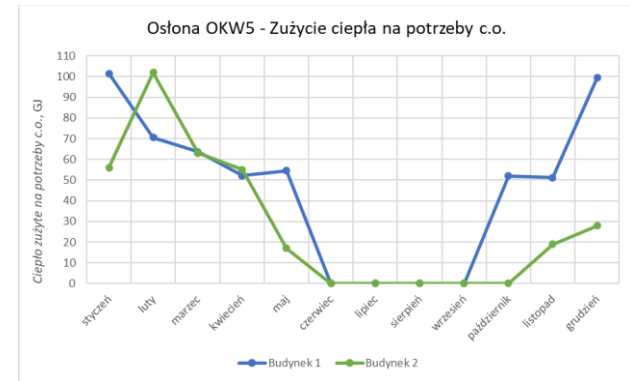


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.


Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
382/477



Z5_Rys. 44. Ośłona kontrolna OKW5 - Wykresy zmienności zużycia ciepła w budynkach oraz wartość wskaźnika zapotrzebowania na energię końcową

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 383/477

Z5_Tabela 49. Zbiorcze podsumowanie informacji o budynkach w osłonie OKW5

Osłona kontrolna OKW5	
Mieszkania	
Powierzchnia użytkowa, m²	1 675,02
Zużycie energii elektrycznej, MWh	119,10
W mieszkaniach	1 457,50
W częściach wspólnych	9,6
Zużycie ciepła, GJ	1 383,40
c.o.	885,17
c.w.u.	498,23

ZBIORCZE DZIAŁANIA w ZAKRESIE ZABYTKÓW

KATALOG DZIAŁAŃ REKOMENDOWANYCH DLA BUDYNKÓW ZABYTKOWYCH w ZAKRESIE TERMOMODERNIZACJI I ŹRÓDEŁ CIEPŁA²⁰³


TERMOMODERNIZACJA (rozumiana szeroko jako optymalizacja zużycia energii elektrycznej, ciepła oraz poprawy komfortu termicznego, związanego z instalacją klimatyzacji i wentylacji):

- **Termomodernizacja przez osuszenie** (tylko po ustaleniu wszystkich rzeczywistych źródeł zawilgożenia, tj. rozpoznanie przyczyn a następnie ich skuteczne wyeliminowanie).

Z konserwatorskiego punktu widzenia osuszenie zawilgoconego obiektu powinno być traktowane jako podstawowe działanie termomodernizacyjne!

- **Termomodernizacja poprzez naprawę murów i tynków**, tj. konstrukcji i uszkodzeń oraz ubytków oryginalnych tynków wg technologii maksymalnie zbliżonej do oryginalnej, z założeniem wymiany wyłącznie w obszarach silnie zawilgoconych i zasolonych/niecałych fasad/i szczególnym traktowaniem tynków szlachetnych.
- Termomodernizacja poprzez optymalizację wentylacji:
 - w przypadkach stwierdzenia nieprawidłowości - dążenie do przywrócenie tradycyjnie funkcjonującej w budynkach historycznych wentylacji grawitacyjnej (bez urządzeń wspomagających),
 - usprawnienie wentylacji możliwe przez przywrócenie drożności kanałów wentylacyjnych
 - zapewnienie nawiewu dostatecznej ilości powietrza do wnętrza poprzez montaż odpowiedniej liczby nawiewników okiennych i ściennych
 - wykonanie krat/otworów w drzwiach do pomieszczeń wilgotnych itp.,

²⁰³ Opracowane na podstawie wytycznych uzyskanych z Biura Stołecznego Konserwatora Zabytków


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 384/477</p>

- możliwość zastosowania wentylacji mechanicznej z rekuperatorem – w obiektach mieszkalnych (z dużą ostrożnością!) – ogólnie jednak nie jest wskazane stosowanie wentylacji mechanicznej w obiektach historycznych (wyjątkowo – jako system wspierający wentylację grawitacyjną). Warto mieć na uwadze, że rekuperacja (odzysk ciepła) wymaga szczelnego budynku – a więc maksymalnie szczelnej stolarki okiennej i drzwiowej (co w obiektach zabytkowych, posiadających historyczną stolarkę – nie jest możliwe).
- system rekuperacji okiennej (okienne wymienniki ciepła) - do stosowania z ramiakami z PCV lub aluminium – a więc zastosowanie w zabytkach – bardzo ograniczone.
- Termomodernizacja poprzez podłączenie do sieci miejskiej – c.o. (uwarunkowania):
 - przebicie i piony prowadzone w sposób, który nie narusza historycznego wystroju obiektu,
 - pozostawienie w budynku historycznych urządzeń grzewczych (piece, kominki, grzejniki żeberkowe), stanowiących integralną część wyposażenia zabytkowego.
- Termomodernizacja przez docieplenie:
 - docieplenie przegród poziomych (tj. stropów, sklepień, dachów),
 - konserwacja lub (warunkowo) wymiana historycznej stolarki okiennej, ze wskazaniem na możliwość modernizacji poprzez wstawienie od wewnątrz dodatkowego oszklelenia (pakiet zespolony termoizolacyjny),
- **Docieplenie przegród pionowych** – z zasady w obiektach zabytkowych jest niedopuszczalne; może być dopuszczone jedynie warunkowo z zastosowaniem metody:
 - od zewnątrz:
 - gdy nie zostały zachowane oryginalne wyprawy, okładziny lub detale architektoniczne i/lub:
 - gdy elewacja ma ograniczoną ekspozycję i dostępność (np. podwórko) i/lub:
 - gdy jest to ślepa ściana szczytowa
 - od wewnątrz:
 - gdy elewacja ma wartość zabytkową, a wnętrza nie posiadają wystroju historycznego jak również elewacja nie wymaga natychmiastowego remontu; warunkiem jest wykonanie obliczeń punktu rosy i dostosowanie grubości warstwy ocieplenia a także zapewnienie wentylacji.

TECHNOLOGIE I ROZWIĄZANIA MATERIAŁOWE:

Proponowana metoda powinna być odwracalna, w miarę możliwości bezinwazyjna lub z minimalną ingerencją z strukturę budowlą.

- Klimatyzacja:
 - Klimatyzatory typu split (z jednostką zewnętrzną montowaną na elewacji obiektu) - istotne ograniczenia wynikające ze sposobu ekspozycji elewacji oraz ingerencji w jej wystrój architektoniczny; niedopuszczalne w przypadku elewacji przyulicznych,

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 385/477</p>

z dekoracyjnym detalem, warunkowo: na balkonie lub dachu - w zależności od usytuowania i ekspozycji obiektu.

- Klimatyzatory bez jednostki zewnętrznej – konieczność wykonania dwóch otworów w przegrodzie zewnętrznej – ograniczenia jw.
- Systemy klimatyzacji z agregatem umieszczanym wewnątrz obiektu (wentylowany strych, piwnica, osobne pomieszczenie techniczne) – dopuszczalne. Trzeba mieć jednak mieć na uwadze, jak będzie rozprowadzona wewnątrz instalacja i jaki będzie miała wpływ na wygląd wnętrza. Nie tylko wystrój dekoracyjny pomieszczeń, lecz także wysokość i ogólne proporcje historycznego wnętrza mogą stanowić przeszkodę dla poprowadzenia kanałów bądź montażu sufitu podwieszanego maskującego.

ZASTOSOWANIE ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII I INSTALACJI MAGAZYNOWANIA ENERGII

- Fotowoltaika:


Systemy montażowe umożliwiają obecnie instalację paneli fotowoltaicznych na dachu skośnym, dachu płaskim, elewacji bądź gruncie z możliwością dostosowania materiałowo-kolorystycznego do danej płaszczyzny.

W przypadku zastosowania w zabytkach paneli, ogniw czy kolektorów słonecznych (na dachu) ograniczenia konserwatorskie mogą wynikać:

- z formy, kształtu i sposobu ekspozycji dachu,
- usytuowania danego obiektu w przestrzeni miejskiej (np. pierzeja ulicy/plac) i jego rangi symbolicznej,
- rodzaju konstrukcji bądź typu pokrycia dachowego.

Należy co do zasady przyjąć, iż montaż ww. urządzeń jest warunkowo dopuszczalny w przypadku:

- gdy nie zaburzy utrwalonego w krajobrazie i tradycji historycznego wizerunku zabytku,
- dachów o ograniczonej ekspozycji (np. zabudowa zwarta pierzei ulicznych) lub połaci dachowych od strony podwórek, wewnętrznych dziedzińców itp.,
- dachów pozbawionych detali o indywidualnych walorach architektonicznych w rodzaju ozdobnych gzymsów, attyk, dekoracji metaloplastycznych, ozdobnych okienek a więc tam, gdzie montaż urządzeń nie spowoduje drastycznych zmian w odbiorze wizualnym obiektu bądź nie przesłoni charakterystycznych jego elementów,
- gdy nie będzie się to wiązało z naruszeniem/uszkodzeniem materiału historycznego pokrycia dachowego (np. dachówka ceramiczna, gont, blacha miedziana itp.),
- gdy nie będzie to stanowiło ryzyka uszkodzenia bądź osłabienia oryginalnej konstrukcji dachu (więźby drewniane) a możliwości jej docięcia zostaną potwierdzone w drodze oceny specjalisty-konstruktora,
- gdy instalacja będzie spełniała wszelkie rygory ppoż.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 386/477</p>

Można też przyjąć możliwość montażu tego typu urządzeń na gruncie (uwarunkowania):

- w sytuacji, gdy brak technicznej możliwości lokalizacji urządzeń na dachu – istnieje potencjalnie możliwość zainstalowania ich na działce, o ile nie doprowadzi to do naruszenia walorów historycznej kompozycji przestrzennej bądź zieleni w otoczeniu obiektu.
- Inne technologie solarne jak np.:
 - fotowoltaiczne dachy (pokrycia, dachówki),
 - podwójne fasady z ogniwami fotowoltaicznymi,
 - okiennice solarne,
 - szklenie fotowoltaiczne,
 - ogniwa perowskitowe.

Do stosowania w zabytkach w zależności od indywidualnych uwarunkowań:

- Pompy ciepła (powietrzne, gruntowe)

Ograniczenia konserwatorskie z uwagi na miejsce lokalizacji jednostki zewnętrznej: na ścianie, przy ścianie, na dachu itp.


- usytuowanie przy obiekcie – możliwie o ile nie zaburza ekspozycji elewacji i architektury budynku (ewentualnie w bezpośrednim sąsiedztwie budynku, z wygradzeniem zamaskowanym np. bluszczem zimozielonym).
- usytuowanie na dachu – o ile urządzenie pozostanie niewidoczne z perspektywy ulicy oraz uwarunkowania (patrz. Fotowoltaika); oraz gdy spełnione są uwarunkowania konstrukcyjne (potencjalne źródło hałasu i drgań).

Należy przyjąć, że dla zabytków podstawowym systemem będzie pompa ciepła współpracująca z grzejnikami, jednak warto zaznaczyć, iż nie powinny to być standardowe modele sieci c.o. (ograniczona wydajność takiego połączenia). Powinny to być grzejniki niskotemperaturowe.

W przypadku zabytków wprowadzenie ogrzewania podłogowego (w części lub całości obiektu) może okazać się często niemożliwe z uwagi na historyczne wykończenia, materiały i układ warstw posadzkowych:

- ograniczenia dotyczą również instalacji pomp ciepła zasilanych fotowoltaiką (pkt. 2).
- w przypadku pomp gruntowych – warto zwrócić uwagę na ograniczenia konserwatorskie wynikające z ingerencji i skali prac ziemnych. Ochrona archeologiczna na danym terenie wiąże się z koniecznością uzyskania dodatkowych decyzji, np. dot. badań archeologicznych (wyprzedzających bądź prowadzonych w trakcie prac).
- Ogrzewanie płaszczyznowe (ścienne, sufitowe, podłogowe) w postaci mat grzejnych

Jest możliwe do stosowania w obiektach zabytkowych – w zależności od indywidualnych uwarunkowań (zwłaszcza, gdy budynek nie jest szczelny a jego funkcja zakłada czasowe wykorzystanie pomieszczeń).

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 387/477


MOŻLIWOŚCI w ZAKRESIE PASYWIZACJI BUDOWNICTWA

W ramach analizy przyjęto realizację przedsięwzięć zmniejszających zapotrzebowanie na energię końcową budynków mieszkalnych zlokalizowanych w osłonie kontrolnej w jednej z warszawskich dzielnic.

Działania przyjęte do realizacji dla budynku zabytkowego OKW5 podzielono na dwa etapy. w I etapie planowane jest docieplenie budynku od wewnątrz tynkiem termoizolacyjnym oraz wymiana stolarki okiennej i drzwiowej. w etapie II planowana jest zmiana źródła ciepła i c.w.u. z ciepła systemowego na pompę ciepła, montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła oraz montaż systemów OZE na dachu. Założono, że panele fotowoltaiczne zamontowane będą na południowej, wschodniej lub zachodniej pości dachu w zależności od usytuowania budynku.

Z5_Tabela 50. Zestawienie działań pasywizacyjnych oraz działań w zakresie wytwarzania energii odnawialnej – budynek nr 1 w osłonie kontrolnej OKW5


Przeграда /system /komponent	Stan obecny	Etap I 2023-2035	Etap II 2036-2050
Ściany zewnętrzne	Murowane, niedocieplone 51 cm $U = 1,15 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	docieplenie od wewnątrz tynkiem termoizolacyjnym do poziomu $U = 0,43/^*$ $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	-
Ściany zewnętrzne przy gruncie	Murowane, niedocieplone 51 cm $U = 1,15 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	docieplenie do poziomu $U = 0,3^*$ $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	-
Strop nad ostatnią kondygnacją użytkową	Strop drewniany $U = 0,97 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	Strop drewniany docieplony do poziomu $U = 0,10^*$ $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	
Strop nad piwnicą	Strop kleina, brak izolacji termicznej $U = 1,6 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	docieplenie do poziomu $U = 0,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	
Okna zewnętrzne	Częściowo wymieniono: $U = 2,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ $g = 0,7$	Wymiana na okna: $U = 0,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ $g = 0,5$	

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 388/477

Przełoga /system /komponent	Stan obecny	Etap I 2023-2035	Etap II 2036-2050
	Brak urządzeń zacięniających Stopień zacięnia wynikający z usytuowania budynku oraz warunków pogodowych – 30% latem, 20% zimą.	Brak urządzeń zacięniających Stopień zacięnia wynikający z usytuowania budynku oraz warunków pogodowych – 30% latem, 20% zimą.	
Drzwi zewnętrzne	Wymieniono na nowe, $U = 2,6 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	Wymiana na drzwi: $U = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	-
Źródło ciepła	Węzeł ciepłowniczy sprawność $\eta_g = 0,93$	-	Pompa ciepła COP = 3,00
System ogrzewania	Sprawność przesyłu $\eta_d = 0,96$ wykorzystania $\eta_e = 0,93$	-	Sprawność przesyłu $\eta_d = 1,00$ wykorzystania $\eta_e = 0,93$
Wentylacja	Grawitacyjna	-	Mechaniczna z odzyskiem ciepła, sprawność odzysku $\eta = 0,65$
Wytwarzanie c.w.u.	Węzeł ciepłowniczy sprawność $\eta_w = 0,65$	Redukcja zużycia wody o 20%.**	Pompa ciepła COP = 1,85
Układ chłodzenia	Brak	-	Pompa ciepła współczynnik efektywności chłodzenia 3,5
Fotowoltaika na dachu	Brak	-	Moc – 35 kW, powierzchnia 140,00m ² na południowej połaci dachu łączna produkcja z PV na dachu – 35,3 MWh

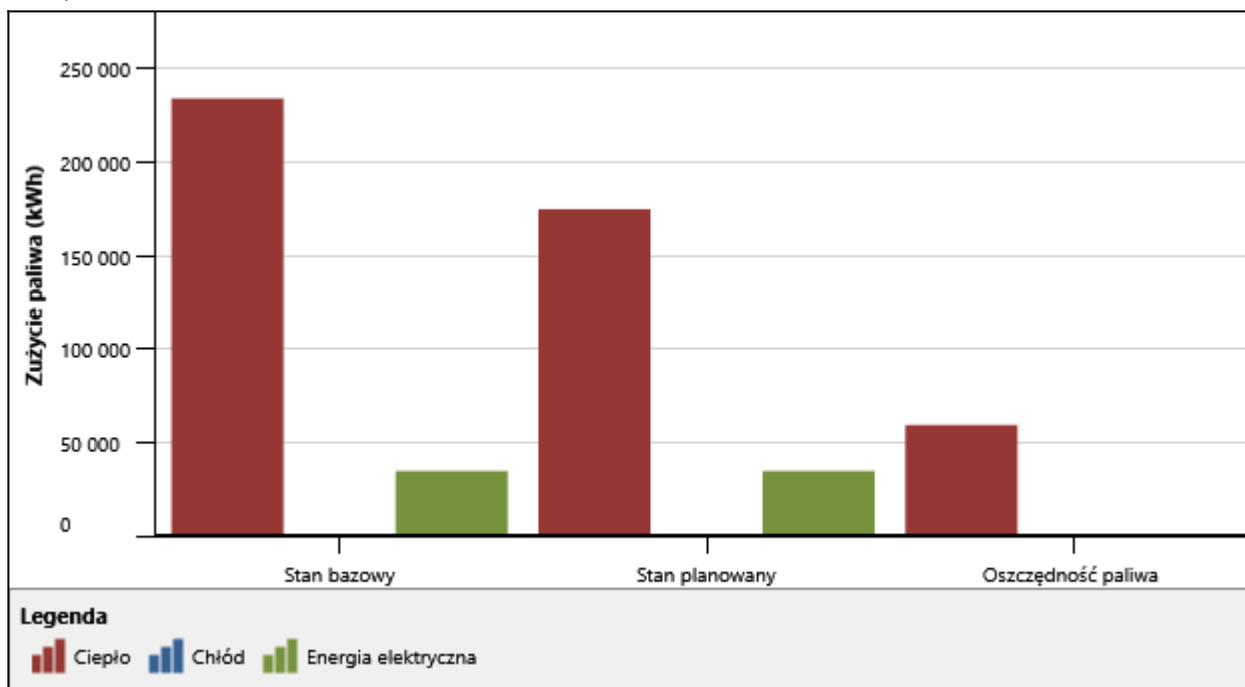
*Wartości wynikające z WT2021

**zastosowanie perlatorów, obniżenie ciśnienia, regulacja obiegów.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 389/477

Wyniki obliczeń przeprowadzonych w modelu RetScreen Expert dla budynku 1 dla poszczególnych etapów przedstawiono w poniższych tabelach oraz na poniższych rysunkach:


Etap I



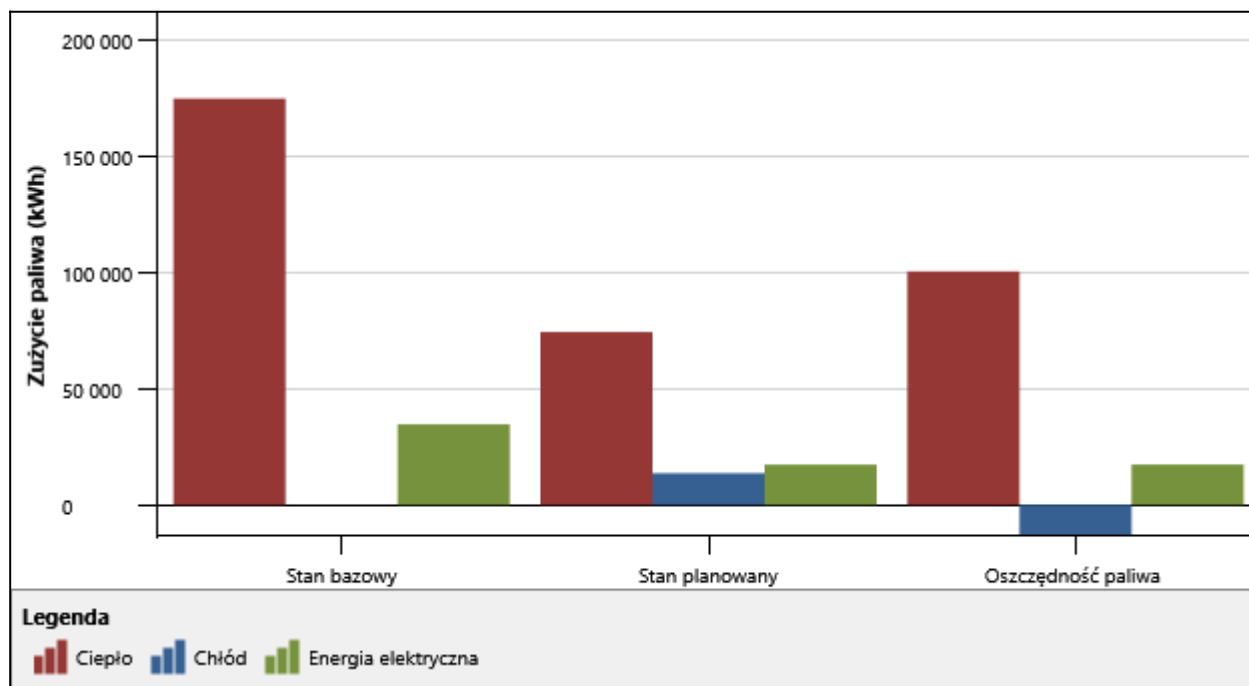
Z5_Rys. 451. Wyniki obliczeń Etap I – budynek nr 1 w osłonie OKW5

Z5_Tabela 51. Wyniki obliczeń Etap I – budynek nr 1 w osłonie OKW5

Zużycie paliwa	Energia końcowa c.o., c.w.u., wentylacja	Energia końcowa chłód	Energia elektryczna – oświetlenie, domowe urządzenia elektryczne	Razem
	kWh	kWh	kWh	kWh
Stan bazowy	234 234	0	34 680	268 914
Stan planowany	174 935	0	34 680	209 615
Oszczędność paliwa	59 299	0	0	59 299
Oszczędność paliwa – procent	25,3%	0%	0%	22,1%

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 390/477

Etap II




Z5_Rys. 462 Wyniki obliczeń Etap II – budynek nr 1 w osłonie OKW5

Z5_Tabela3 52. Wyniki obliczeń Etap II – budynek nr 1 w osłonie OKW5


Zużycie paliwa	Energia końcowa c.o., c.w.u., wentylacja	Energia końcowa chłód	Energia elektryczna – oświetlenie, domowe urządzenia elektryczne	Razem
	kWh	kWh	kWh	kWh
Stan bazowy	174 935	0	34 680	209 615
Stan planowany	74 422	13 628	17 320	105 371
Oszczędność paliwa	100 513	-13 628	17 360	104 244
Oszczędność paliwa – procent	57,5%	0%	50,1%	49,7%

Porównanie wskaźnikowe rezultatów działań podjętych w poszczególnych etapach dla budynku nr 1 zlokalizowanego w osłonie kontrolnej OKW5 zestawiono w poniższej tabeli.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 391/477


Z5_Tabela 53. Wyniki obliczeń: Etap I oraz Etap II – budynek nr 1 w osłonie OKW5

	Stan bazowy	Etap I	Etap 2
Lata realizacji	-	do roku 2035	2036 – 2050
Redukcja zapotrzebowania na energię końcową dla osłony kontrolnej	-	-22,05%	-49,73%
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej, kWh/m ² rok	267	208	105
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja – ciepło sieciowe, kWh/m ² rok	154	117	
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja – energia elektryczna, kWh/m ² rok	-	-	54
Sprawność całkowita – ogrzewanie, %	83	83	279
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: c.w.u. – ciepło sieciowe, kWh/m ² rok	79	57	
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: c.w.u. – energia elektryczna, kWh/m ² rok			20
Sprawność całkowita – c.w.u., %	65	65	185
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja, c.w.u. – ciepło sieciowe, kWh/m ² rok	233	174	
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja, c.w.u. – energia elektryczna, kWh/m ² rok	-	-	74

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 392/477

25_Tabela 54. Zestawienie działań pasywyzacyjnych oraz działań w zakresie wytwarzania energii odnawialnej – budynek nr 2 w ostonie kontrolnej OKW5

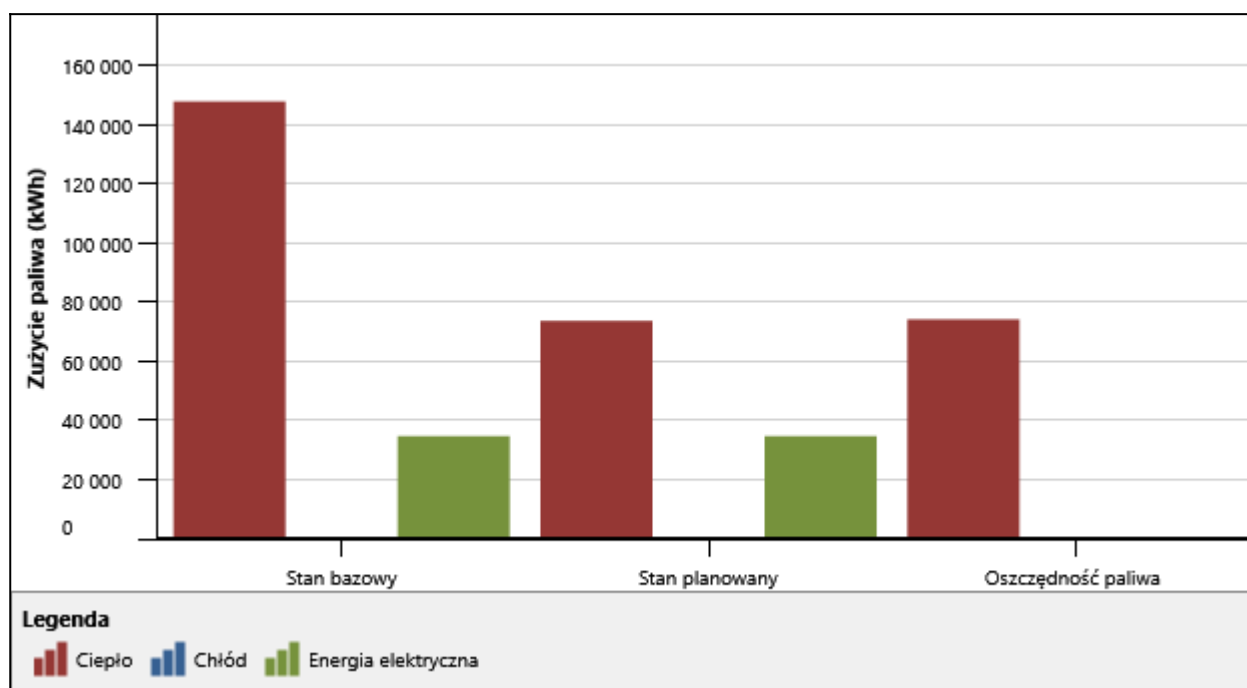
Przegroda /system /komponent	Stan obecny	Etap I 2023-2035	Etap II 2036-2050
Ściany zewnętrzne	Murowane, niedocieplone 51 cm $U = 1,15 \text{ W/m}^2\text{K}$	docieplenie od wewnątrz tynkiem termoizolacyjnym do poziomu $U = 0,438^*$ $\text{W/m}^2\text{K}$	-
Ściany zewnętrzne przy gruncie	Murowane, niedocieplone 51 cm $U = 1,15 \text{ W/m}^2\text{K}$	docieplenie do poziomu $U = 0,3^*$ $\text{W/m}^2\text{K}$	-
Strop nad ostatnią kondygnacją użytkową	Strop drewniany, ocieplony $U = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$	Strop drewniany docieplony do poziomu $U = 0,10^*$ $\text{W/m}^2\text{K}$	
Strop nad piwnicą	Strop kleina, brak izolacji termicznej $U = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$	docieplenie do poziomu $U = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Okna zewnętrzne	Częściowo wymieniono: $U = 2,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g = 0,7$	Wymiana na okna: $U = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g = 0,5$	
	Brak urządzeń zacięniających Stopień zacięnienia wynikający z usytuowania budynku oraz warunków pogodowych – 30% latem, 20% zimą.	Brak urządzeń zacięniających Stopień zacięnienia wynikający z usytuowania budynku oraz warunków pogodowych – 30% latem, 20% zimą.	
Drzwi zewnętrzne	Wymieniono na nowe, $U = 2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$	Wymiana na drzwi: $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$	-
Źródło ciepła	Węzeł ciepłowniczy sprawność $\eta_g = 0,93$	-	Pompa ciepła COP = 3,00
System ogrzewania	Sprawność przesyłu $\eta_d = 0,96$ wykorzystania $\eta_e = 0,93$	-	Sprawność przesyłu $\eta_d = 1,00$ wykorzystania $\eta_e = 0,93$
Wentylacja	Grawitacyjna	-	Mechaniczna z odzyskiem ciepła,

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 393/477


Przeграда /system /komponent	Stan obecny	Etap I 2023-2035	Etap II 2036-2050
			sprawność odzysku $\eta = 0,65$
Wytwarzanie c.w.u.	Węzeł ciepłowniczy sprawność $\eta_w = 0,65$	Redukcja zużycia wody o 20%. **	Pompa ciepła COP = 1,85
Układ chłodzenia	Brak	-	Pompa ciepła współczynnik efektywności chłodzenia 3,5
Fotowoltaika na dachu	Brak	-	Moc – po 25 kW, powierzchnia 200,00m ² na połaci wschodniej i zachodniej dachu – co daje 50 kW na powierzchni 100 m ² Łączna produkcja z PV na dachu – 42,1MWh

Wyniki obliczeń przeprowadzonych w modelu RetScreen Expert dla poszczególnych etapów przedstawiono w poniższych tabelach oraz na poniższych rysunkach:

Etap I



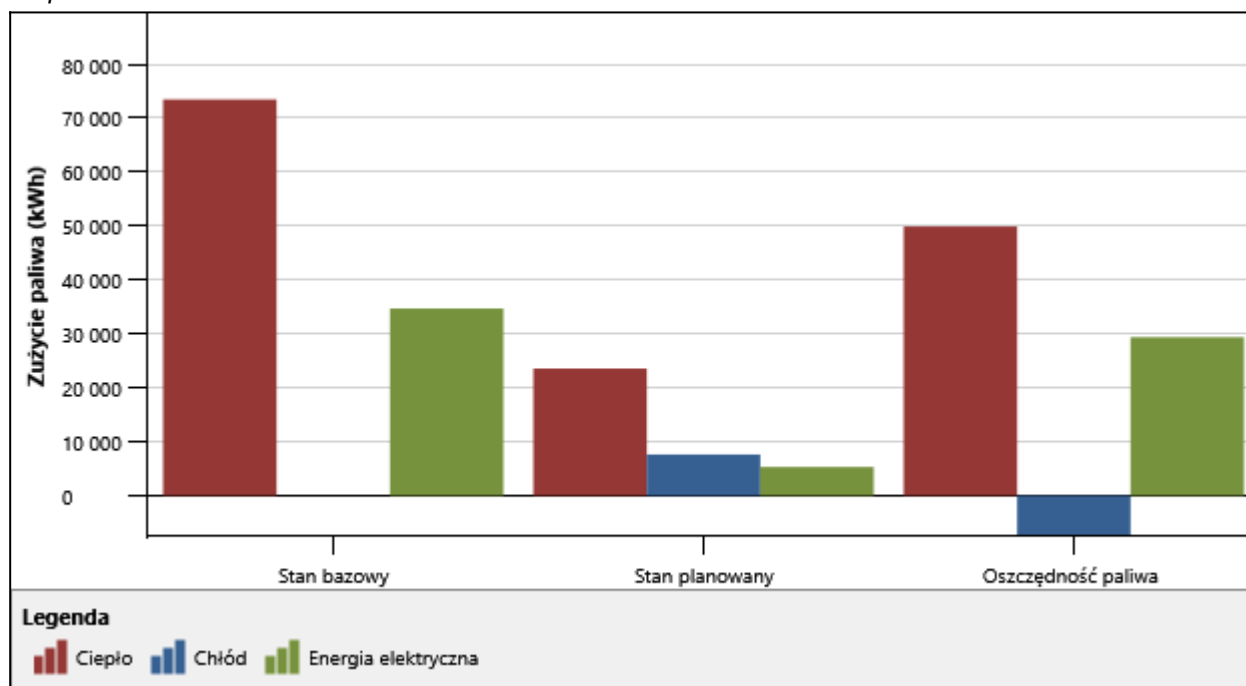
Z5_Rys. 48. Wyniki obliczeń Etap I – budynek nr 2 w osłonie OKW5

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 394/477


Z5_Tabela 55. Wyniki obliczeń Etap I – budynek nr 2 w osłonie OKW5

Zużycie paliwa	Energia końcowa c.o., c.w.u., wentylacja	Energia końcowa chłód	Energia elektryczna – oświetlenie, domowe urządzenia elektryczne	Razem
	kWh	kWh	kWh	kWh
Stan bazowy	147 682	0	34 680	182 362
Stan planowany	73 583	0	34 680	108 263
Oszczędność paliwa	74 099	0	0	74 099
Oszczędność paliwa – procent	50,2%	0%	0%	40,6%

Etap II



Z5_Rys. 49. Wyniki obliczeń Etap II – budynek nr 2 w osłonie OKW5

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 395/477


Z5_Tabela 56. Wyniki obliczeń Etap II – budynek nr 2 w osłonie OKW5

Zużycie paliwa	Energia końcowa c.o., c.w.u., wentylacja	Energia końcowa chłód	Energia elektryczna – oświetlenie, domowe urządzenia elektryczne	Razem
	kWh	kWh	kWh	kWh
Stan bazowy	73 453	0	34 680	108 133
Stan planowany	23 554	7 625	5 309	36 488
Oszczędność paliwa	49 899	-7 625	29 371	71 645
Oszczędność paliwa – procent	67,9%	0%	84,7%	66,3%

Porównanie wskaźnikowe rezultatów działań podjętych w poszczególnych etapach dla budynku nr 2 zlokalizowanego w osłonie kontrolnej OKW5 zestawiono w poniższej tabeli

Z5_Tabela 57. Wyniki obliczeń: Etap I oraz Etap II – budynek nr 2 w osłonie OKW5

	Stan bazowy	Etap I	Etap 2
Lata realizacji	-	do roku 2035	2036 – 2050
Redukcja zapotrzebowania na energię końcową dla osłony kontrolnej	-	-40,6%	-66,3%
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej, kWh/m ² rok	273	162	55
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja – ciepło sieciowe, kWh/m ² rok	88	14	-
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja – energia elektryczna, kWh/m ² rok	-	-	4
Sprawność całkowita – ogrzewanie, %	83	83	279
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: c.w.u. – ciepło sieciowe, kWh/m ² rok	134	96	
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: c.w.u. – energia elektryczna, kWh/m ² rok			31
Sprawność całkowita – c.w.u., %	65	65	185

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 396/477

	Stan bazowy	Etap I	Etap 2
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja, c.w.u. – ciepło sieciowe, kWh/m ² rok	221	110	-
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja, c.w.u. – energia elektryczna, kWh/m ² rok	-	-	35

ŹRÓDŁA ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Analizując układy wytwarzające energię elektryczną na potrzeby budynków w osłonie OKW5 przeprowadzono analogiczne postępowanie jak w przypadku osłony OKW2 oraz OKW3, przyjmując te same rodzaje rozwiązań w zakresie układów PV i charakteryzujących ich parametrów.

Poniższa tabela zawiera podsumowanie podstawowych parametrów instalacji PV, którą można zlokalizować na analizowanych budynkach.

Z5_Tabela 58. Zestawienie informacji – instalacje PV na budynkach w osłonie kontrolnej OKW5

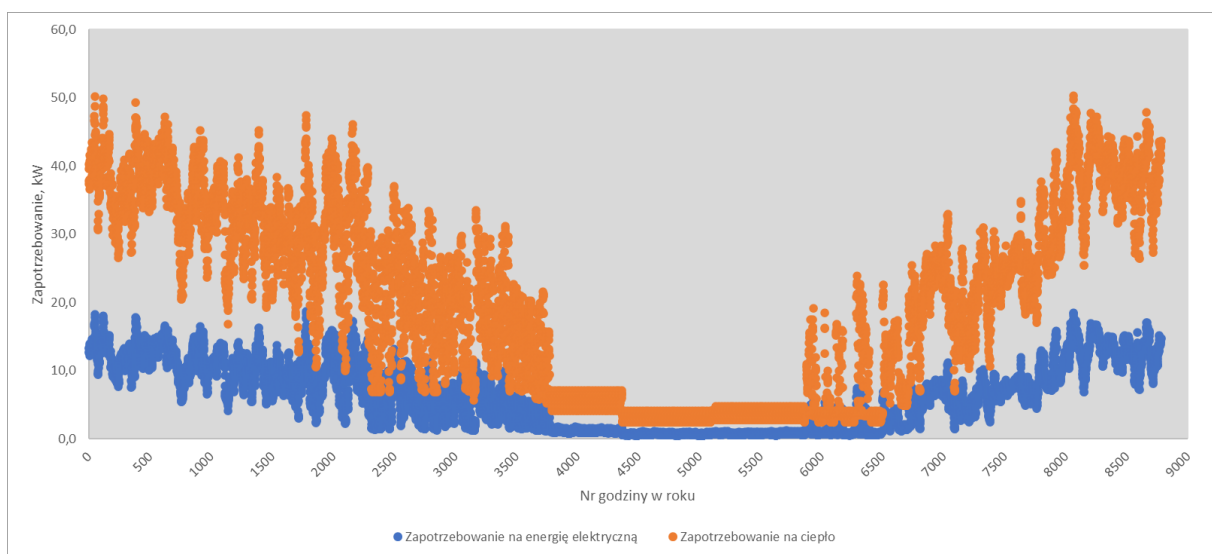
Miejsce instalacji PV	Podstawowe parametry	Moc	Produkcja roczna	Uzysk	Koszt instalacji
		kWp	MWh	MWh/kWp	zł
Dach budynku nr 1	<ul style="list-style-type: none"> - Powierzchnia: 140 m² - Kat nachylenia: 34° - Azymut: -20° 	35	35,36	1,01	126 000
Dach budynku nr 2	<ul style="list-style-type: none"> - Powierzchnia: 200 m² - Kat nachylenia: 34° - Azymut: 70/250° 	50	42,10	0,84	180 000
RAZEM		85	77,46		306 000

Dla budynku nr 1 w osłonie kontrolnej OKW5 sumaryczna moc zainstalowana w technologii paneli fotowoltaicznych zamontowanych na dachu wynosi 35 kWp, a dla budynku drugiego – 50 kWp. Roczny wolumen energii elektrycznej pochodzącej z wyżej wymienionych instalacji to 77,46 MWh. Koszt instalacji PV dla budynku nr 1 wynosi 126 000 zł, a dla drugiego – 180 000 zł.

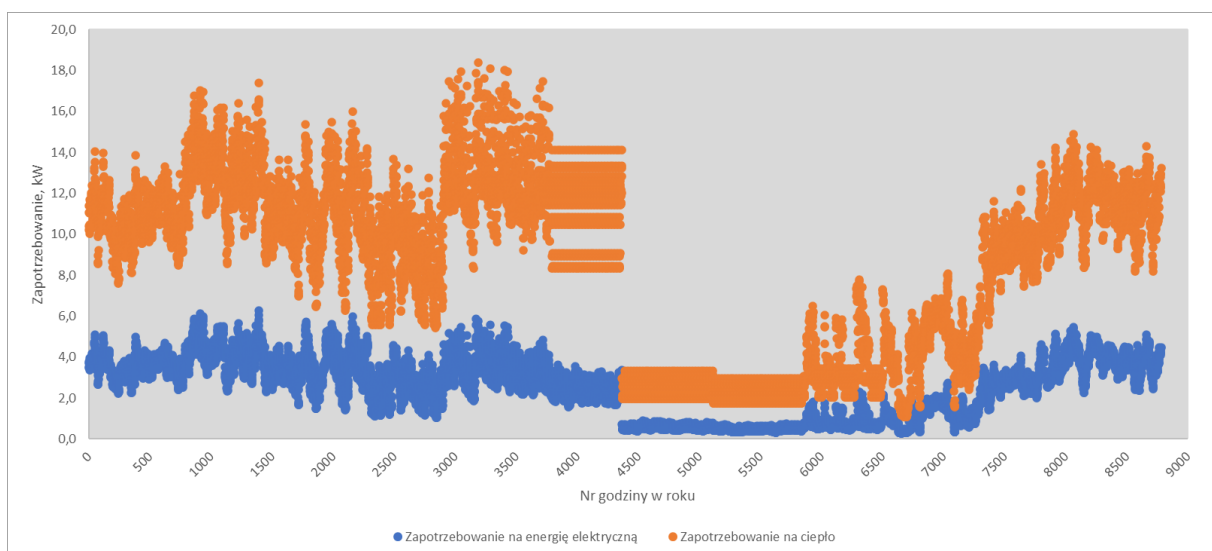


ELEKTRYFIKACJA CIEPŁOWNICTWA – ZASTOSOWANIE POMP CIEPŁA

Obliczenia w zakresie doboru pomp ciepła zrealizowano zgodnie z założeniami opisanymi w niniejszym rozdziale oraz przy pomocy metodyki użytej w osłonach OKW2 oraz OKW3 dla elektryfikacji ciepłownictwa. Dla obydwu budynków wchodzących w skład osłony OKW5 zamodelowano godzinową zmienność poboru energii elektrycznej przez pompę i uzyskaną charakterystykę wykorzystano przy bilansowaniu zapotrzebowania na energię każdego budynku. Poniżej przedstawiono wykresy zmienności zapotrzebowania na ciepło dla analizowanego budynku i wynikające z tego wartości chwilowego zapotrzebowania na energię elektryczną dla pomp ciepła oraz chwilowe wartości współczynnika COP dla pomp ciepła.



Z5_Rys. 51. Zmienność zapotrzebowania na ciepło w budynku oraz zapotrzebowania na energię elektryczną dla pomp ciepła dla budynku nr 1



Z5_Rys. 52. Zmienność zapotrzebowania na ciepło w budynku oraz zapotrzebowania na energię elektryczną dla pomp ciepła dla budynku nr 2

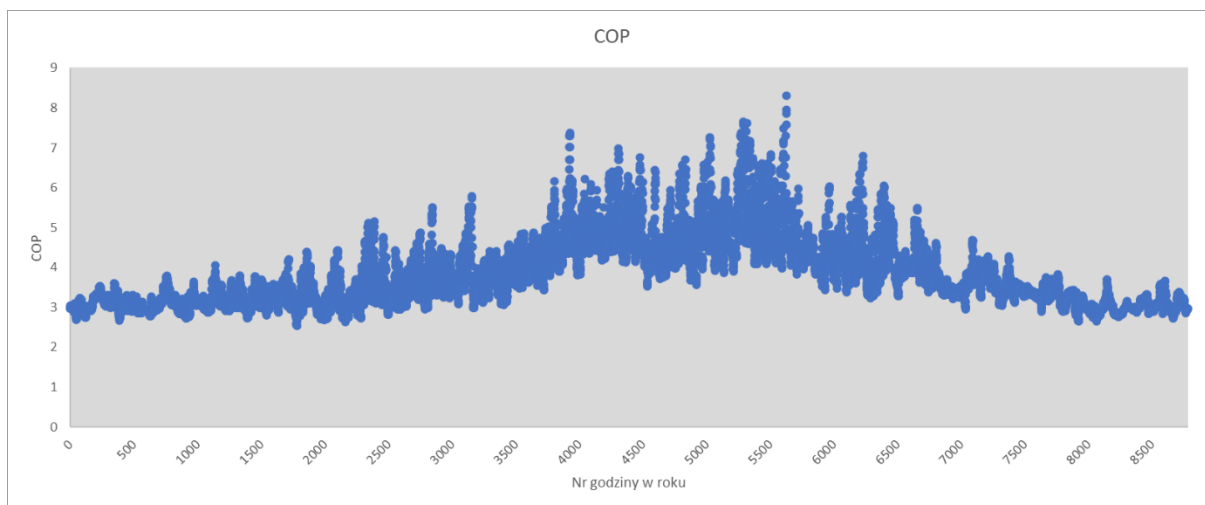


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

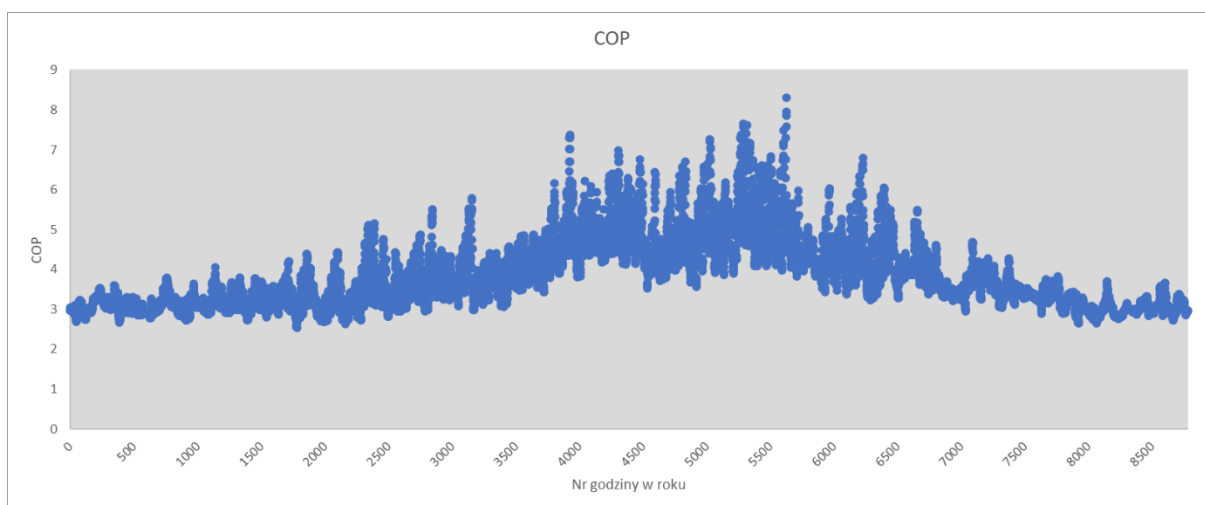
Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
398/477




Z5_Rys. 53. Zmienność współczynnika COP pompy ciepła dla budynku nr 1



Z5_Rys. 54. Zmienność współczynnika COP pompy ciepła dla budynku nr 2

Z5_Tabela 59. Wzrost zapotrzebowania na moc elektryczną wynikający z zainstalowania pomp ciepła wewnątrz osłony kontrolnej OKW5

	Parametr	OKW5					
		Budynek 1			Budynek 2		
		2020	2035	2050	2020	2035	2050
Źródło ciepła CO	Analizowany rok	2020	2035	2050	2020	2035	2050
	Wskaźnik zużycia, kWh/m2/rok	233	174	74	221	110	35
	Wartość względem roku 2020	100%	75%	32%	100%	50%	16%
	Zapotrzebowanie roczne CO, GJ/rok	409	305	130	102	51	16
	Zapotrzebowanie roczne CWU, GJ/rok	230	230	230	169	169	169
	Zapotrzebowanie roczne CO+CWU, GJ/rok	639	535	360	271	220	185
Ogrzewanie/wentylacja	COP	-	2,5	3,0	-	2,5	3,0

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 399/477

	Zużycie energii elektrycznej przez pompy ciepła, MWh/rok	-	59	33	-	24	17
Ogrzewanie podłogowe	COP	-	3,4	4,0	-	3,4	4,0
	Zużycie energii elektrycznej przez pompy ciepła, MWh/rok	-	44	25	-	18	13

W analizie przedstawiono wartości zużycia energii elektrycznej w przypadku zmiany źródła ciepła z grzejników na ogrzewanie podłogowe. w przypadku ogrzewania podłogowego zużycie energii elektrycznej przez pompy jest niższe. Mimo oszczędności energii elektrycznej należy nadmienić, że wariant ten jest kłopotliwy w realizacji – z identycznych powodów jak w przypadku obiektów mieszkalnych w osłonach OKW2 oraz OKW 3. Przede wszystkim należałoby zmodernizować wewnętrzne instalacje budynków poprzez demontaż grzejników i instalację ogrzewania podłogowego co wiązałoby się z wysokimi nakładami inwestycyjnymi oraz potencjalnym problemem uzyskania zgody na tego typu działanie przez konserwatora zabytków. Pojawia się ponadto problem *Wykonawca* nie rekomenduje tego wariantu do realizacji.

ANALIZA POKRYCIA BILANSU BUDYNKU w MONIZMIE ELEKTRYCZNYM ORAZ WPŁYWU ŹRÓDEŁ OZE NA SIEĆ ELEKTROENERGETYCZNĄ

W celu określenia stopnia niezbilansowania potrzeb w zakresie energii elektrycznej przeprowadzono analizę polegającą na określeniu godzinowych profili poboru i produkcji energii elektrycznej oraz podjęto próbę określenia wpływu proponowanych rozwiązań na sieć elektroenergetyczną. Zestawienie potrzeb w zakresie energii elektrycznej oraz wolumenów produkcji ze źródeł odnawialnych zlokalizowanych na budynku przedstawiają poniższe dane:

Z5_Tabela 60. Popyt i podaż energii elektrycznej – budynki w osłonie kontrolnej OKW5

	Budynek 1		Budynek 2	
	Moc kW	Energia MWh	Moc kW	Energia MWh
Zapotrzebowanie na energię elektryczną				
Energia elektryczna dla mieszkańców	-	30,21	-	79,30
Pompa ciepła	-	33,30	-	17,13
Zapotrzebowanie - SUMA		63,51		96,42
Produkcja energii elektrycznej				
Panele PV - dach	35	35,4	50	42,1
Wytwarzanie energii elektrycznej - SUMA	35	35,4	50	42,1

Analiza zbilansowania energii została wykonana na podstawie rzeczywistego profilu zużycia energii, w analogiczny sposób jak w przypadku osłon OKW2 oraz OKW3. Poniższe rysunki obrazują profile dla gospodarstw określonych w osłonie OKW5.

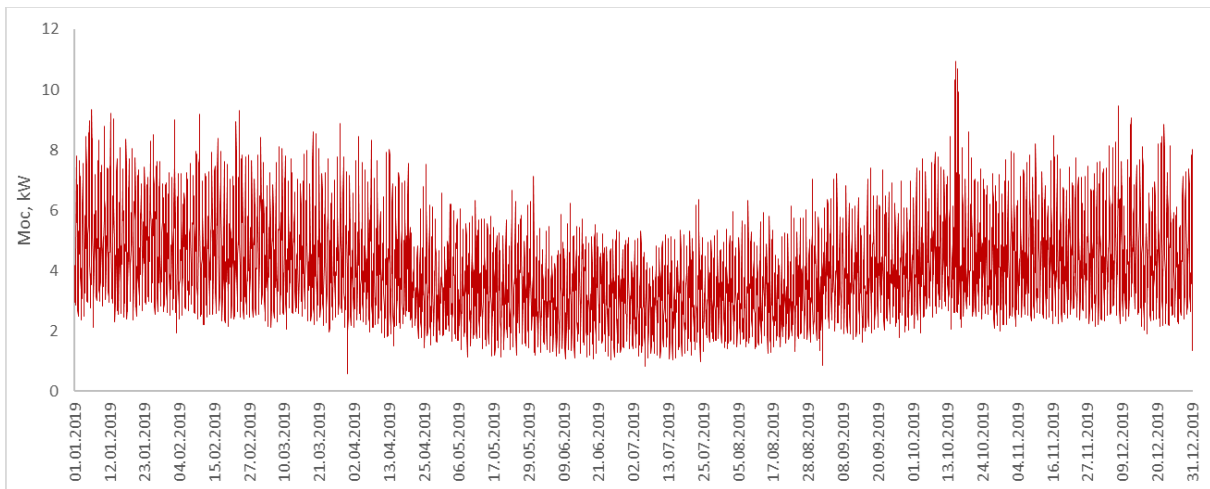


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

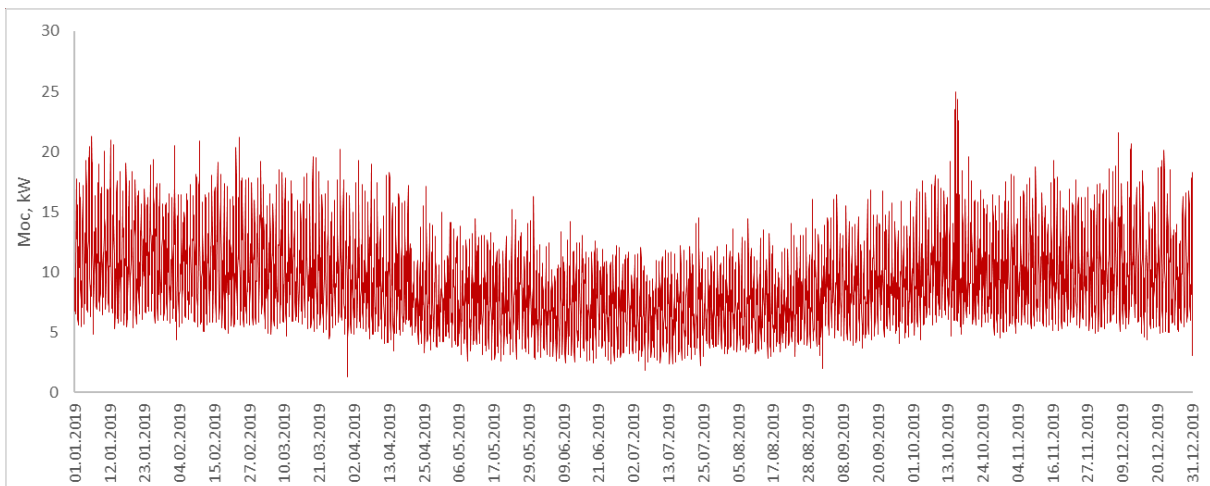
Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
400/477



Z5_Rys. 55. Profil zapotrzebowania budynku wielorodzinnego w ostonie OKW5 – stan obecny (2019) dla budynku 1



Z5_Rys. 56. Profil zapotrzebowania budynku wielorodzinnego w ostonie OKW5 – stan obecny (2019) dla budynku 2

Przeanalizowano wpływ elektryfikacji ciepłownictwa na profil zapotrzebowania (po pasywizacji budownictwa). Zakłada się pokrycie za pomocą pomp ciepła zarówno potrzeb ogrzewania jak i przygotowania c.w.u. Profil zapotrzebowania pompy ciepła i sumaryczny profil w monizmie elektrycznym zamieszczono na poniższych rysunkach:

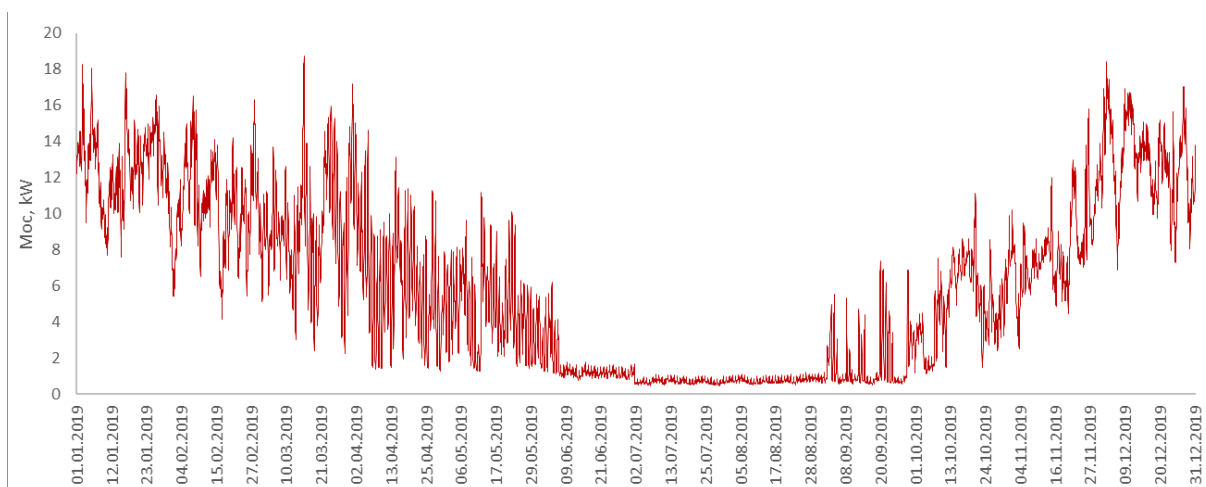


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

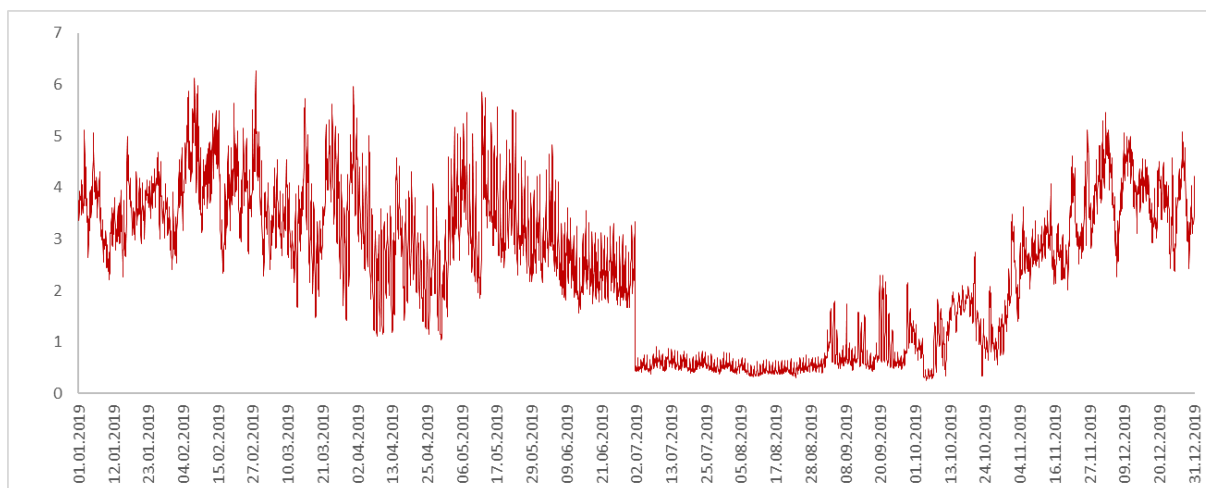
Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
401/477



Z5_Rys. 57. Profil zapotrzebowania energii elektrycznej na potrzeby c.o. i c.w.u. w monizmie elektrycznym – budynek nr 1



Z5_Rys. 58. Profil zapotrzebowania energii elektrycznej na potrzeby c.o. i c.w.u. w monizmie elektrycznym – budynek nr 2

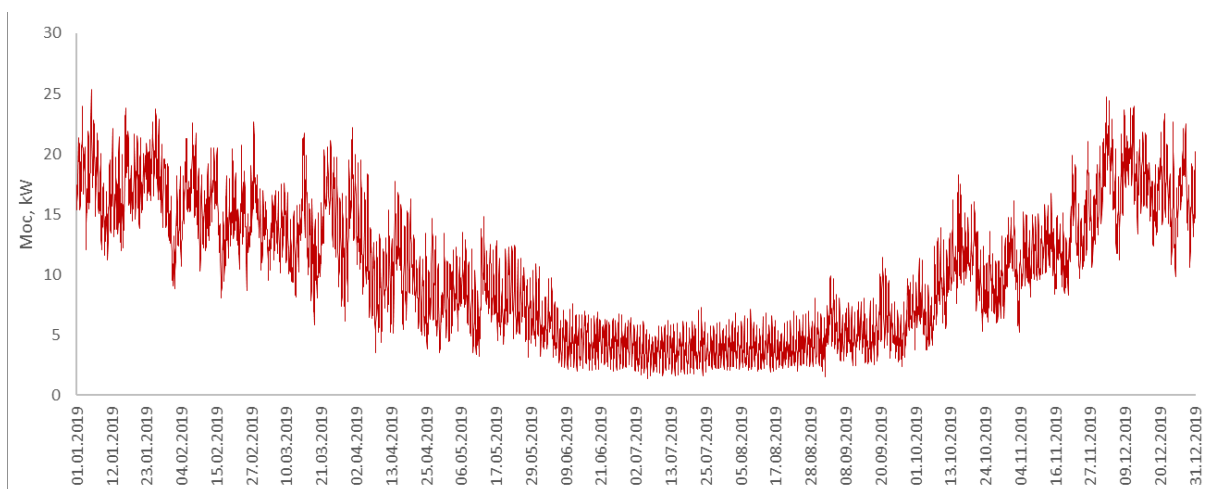


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

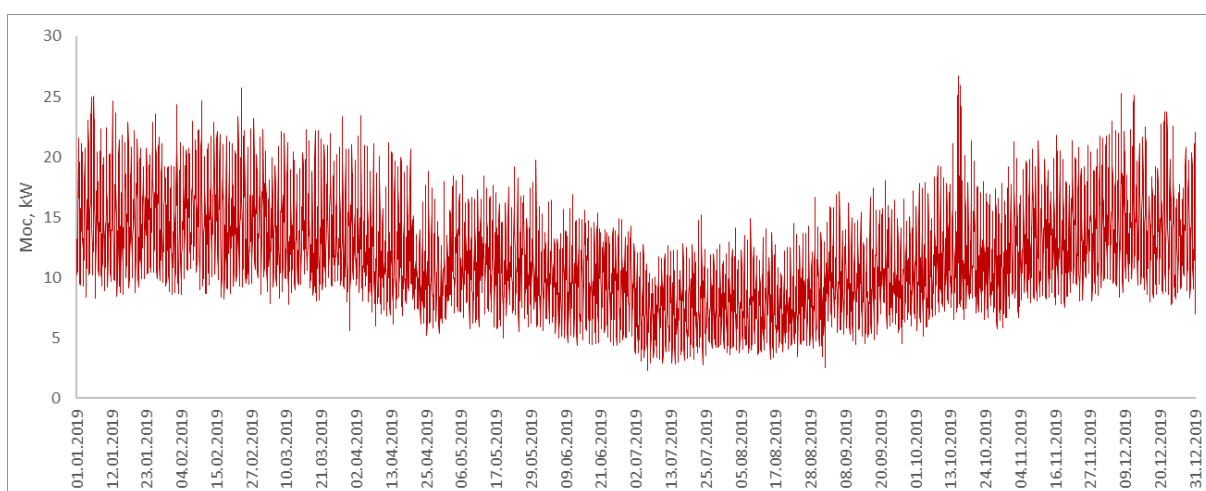
Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
402/477



Z5_Rys. 59. Profil zapotrzebowania budynku na energię elektryczną i ciepło (za pomocą pomp ciepła) – budynek nr 1



Z5_Rys. 60. Profil zapotrzebowania budynku na energię elektryczną i ciepło (za pomocą pomp ciepła) – budynek nr 2

Oceniając potencjał lokalnego zbilansowania założono maksymalną możliwą do zainstalowania moc pochodzącą ze źródeł PV. Zestawienie profili produkcji układów PV na poszczególnych budynkach pokazano na poniższych rysunkach.

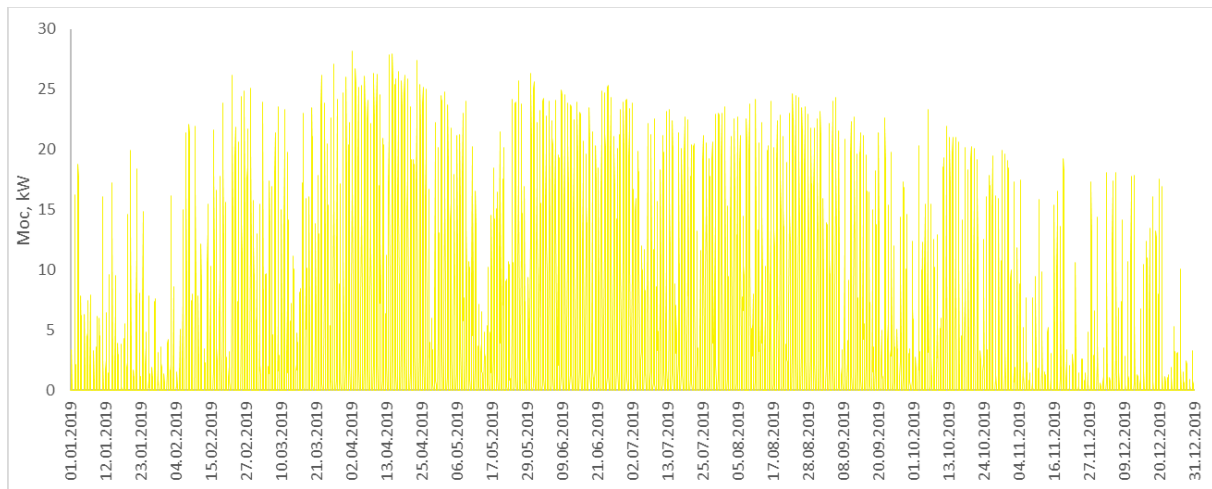


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

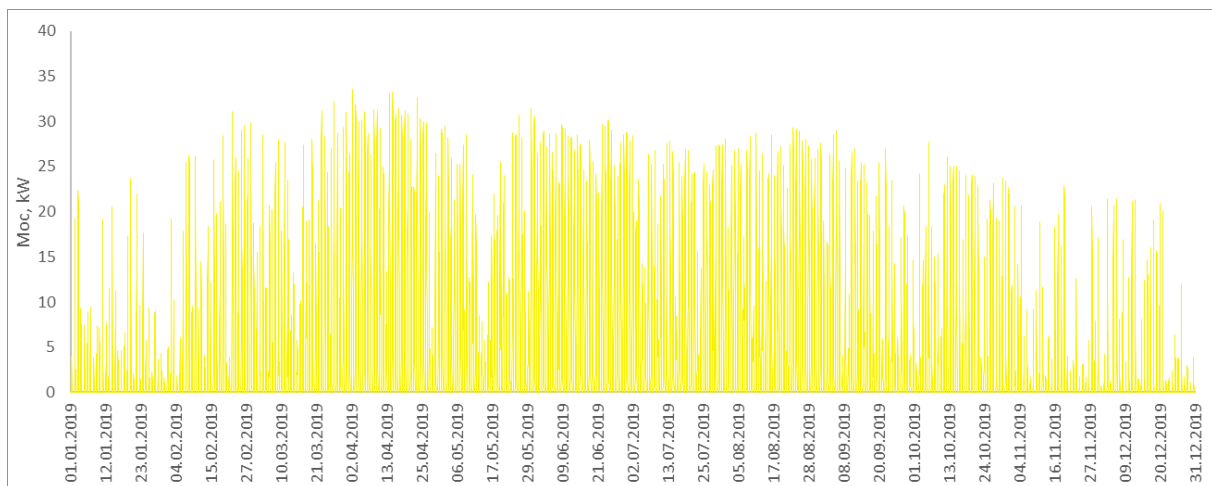
Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
403/477



Z5_Rys.61. Profil produkcji źródeł PV – budynek nr 1



Z5_Rys. 62. Profil produkcji źródeł PV – budynek nr 2

Podobnie jak w przypadku pozostałych osłon, analizowano monizm elektryczny pod kątem integracji źródeł OZE z produkcją wymuszoną pod kątem ich wpływu na sieć. Na podstawie założeń przyjętych w osłonach OKW2 oraz OKW3 można odczytać maksymalną moc zapotrzebowania. Moc ta wynosi około 13 kW obecnie oraz ok. 32 kW w monizmie elektrycznym. Analizując wpływ na sieć należy rozpatrzyć moc przyłącza budynku.

Biorąc pod uwagę liczbę mieszkań w analizowanych budynkach oraz sposób pozyskiwania ciepłej wody użytkowej określono w tabeli Z5_Tabela 15, że przy spodziewanym współczynniku jednoczesności 0,276 oraz 0,174 budynki te wymagają mocy przyłączeniowej odpowiednio ok. 69 i 87 kW.

Można przyjąć, pod względem technicznym, że jeżeli nadwyżka mocy na osłonie kontrolnej nie przekroczy mocy przyłącza, to wpływ OZE na sieć jest ograniczony. w analizowanym budynku moc przyłączeniowa została przekroczona, w skrajnym przypadku przekroczenie osiągnęło 15 kW, a łączny roczny czas przekroczenia szacuje się na 15 godzin. Oznacza to, że włączenie wszystkich możliwych



**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

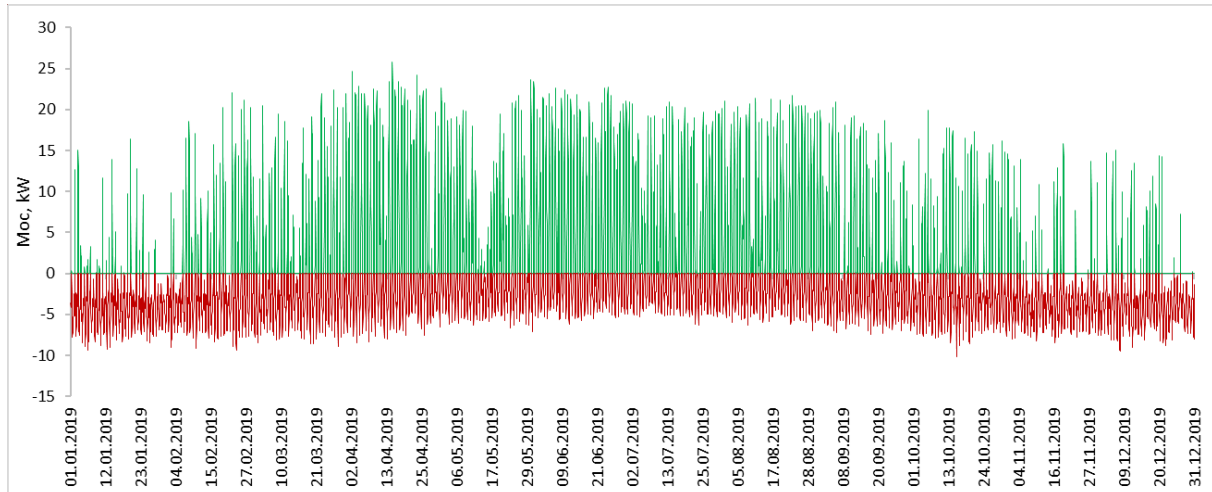
Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
404/477

źródeł OZE w instalację elektryczną budynku będzie wymagało jednoczesnej modernizacji przyłącza elektrycznego.

Profile niezbilansowania osłony dla stanu obecnego oraz w monizmie elektrycznym zamieszczono poniżej:



Z5_Rys. 63. Profil niezbilansowania budynku bez pompy ciepła – budynek nr 1



Z5_Rys. 64 Profil niezbilansowania budynku bez pompy ciepła – budynek nr 2

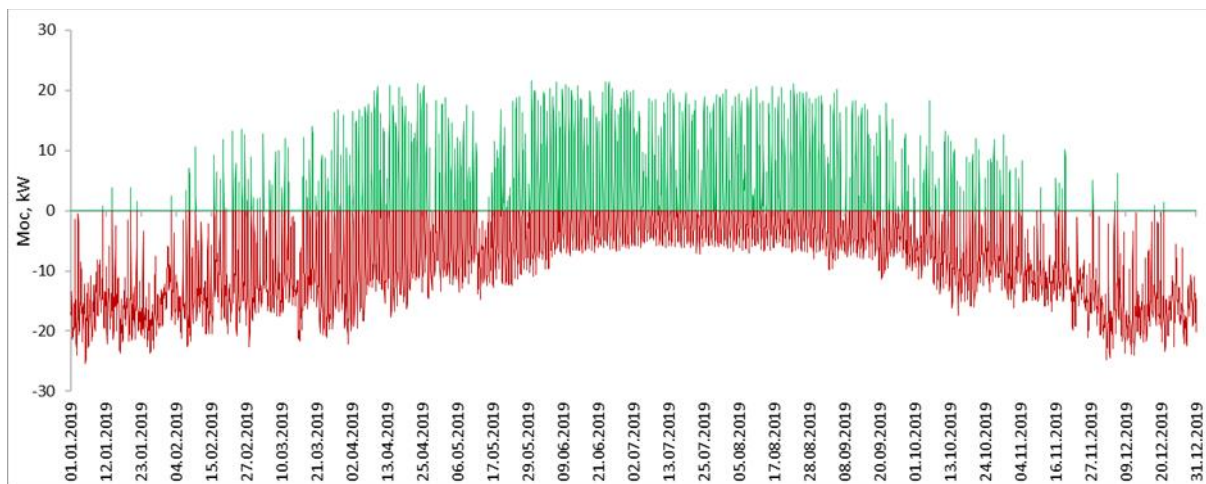


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
405/477

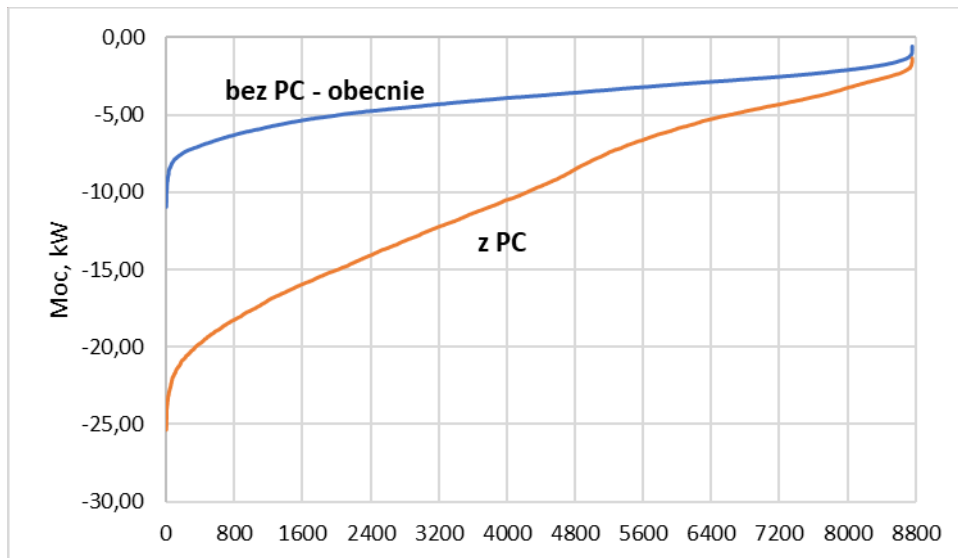


Z5_Rys. 65. Profil niezbilansowania budynku nr 1 z pompą ciepła

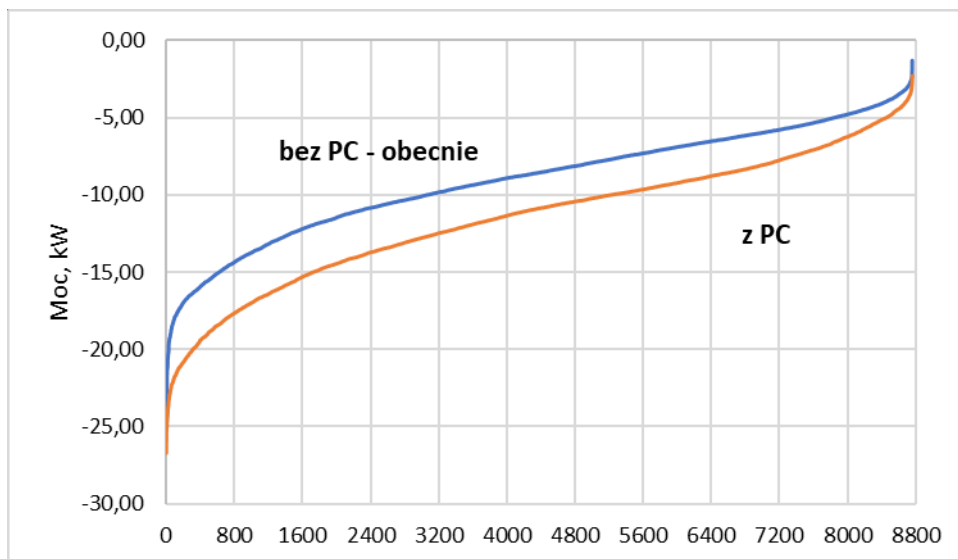


Z5_Rys. 66. Profil niezbilansowania budynku nr 2 z pompą ciepła

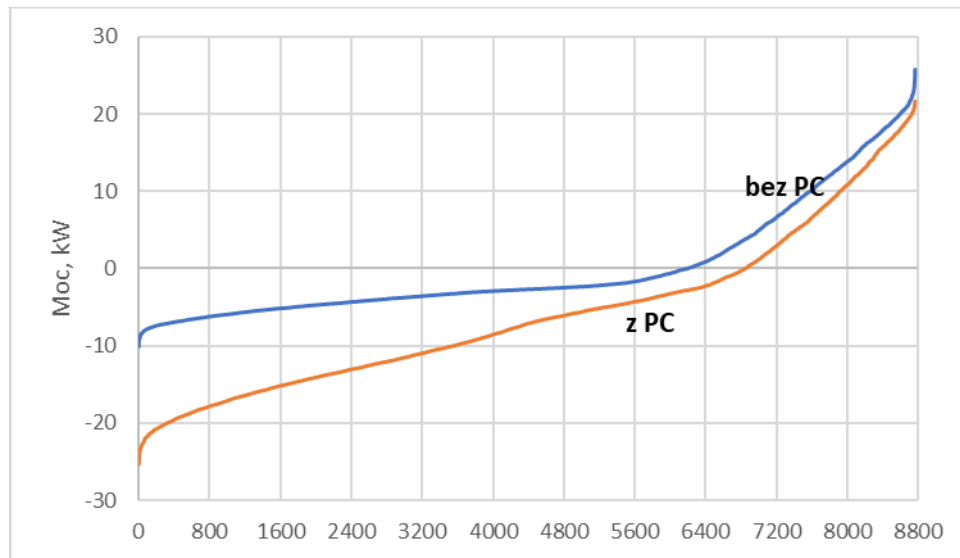
Wpływ źródeł OZE na profil niezbilansowania odzwierciedlają uporządkowane profile niezbilansowania. Na podstawie Z5_Rys. 66 można wnioskować, że maksymalna moc zapotrzebowana z pompą ciepła jest o około 2,5 razy większa od obecnego stanu. Zainstalowanie źródeł OZE nie obniża maksymalnej mocy. Obniżenie mocy maksymalnej możliwe jest poprzez kształtowanie profili np. wykorzystanie lokalnego magazynu energii. Należy również podkreślić, że czas, w którym moc przekracza 10 kW (bez pomp ciepła) i 25 kW (z pompami ciepła) wynosi jedynie około 200 godzin.



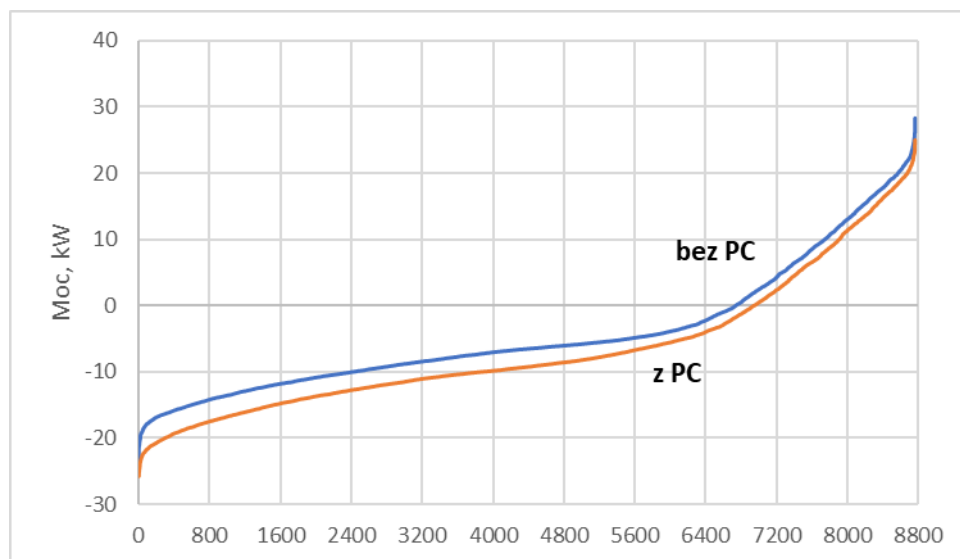
Z5_Rys. 66. Uporządkowany profil niezbilansowania bez źródeł OZE – budynek 1



Z5_Rys. 67. Uporządkowany profil niezbilansowania bez źródeł OZE – budynek 2



Z5_Rys. 68. Uporządkowany profil niezbilansowania ze źródłami OZE – budynek 1




Z5_Rys. 69. Uporządkowany profil niezbilansowania ze źródłami OZE – budynek 2

Analizowany przykład budynków wykazuje dość istotny wpływ dodatkowych źródeł OZE na jego infrastrukturę elektryczną. Oznacza to konieczność rozszerzenia zakresu modernizacji o przyłącze elektryczne. Z drugiej jednak strony większa moc źródeł OZE umożliwia pokrycie niemal 100 % (budynek 2).

ENERGIA (CHEMICZNA) NA POTRZEBY SEKTORA TRANSPORTU

W przypadku osłony kontrolnej OKW5 brano pod uwagę budynki zawierające lokale mieszkalne znajdując się w obrębie strefy miejskiej. Na podstawie tych informacji stwierdzono, że do tego typu budynków stosuje się wskaźniki parkingowe określone w lokalnych standardach urbanistycznych,

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 408/477

które zostały przedstawione szczegółowo w rozdziale dotyczących osłon OKW2 oraz OKW3. w przypadku niniejszej osłony dokonano wyliczeń, przyjmując te same wskaźniki.


Z5_Tabela 61. Zapotrzebowanie na energię końcową w scenariuszu redukcji emisji (Modele 1-3) - osłona kontrolna OKW5 dla budynku nr 1

	2019		2025	2030	2035	2040	2045	2050
	Budynek 1	OKW5						
Zapotrzebowanie na energię końcową, MWh/rok	61,73	61,73	289,34	225,63	180,74	133,93	101,12	81,12
Margines błędu, ± MWh/rok	4,89	4,89	21,30	17,80	14,15	10,58	7,79	5,54
w tym:								
Diesel, MWh	17,27	17,27	52,94	25,24	16,22	5,00	2,49	0,00
Benzyna, MWh	37,25	37,25	186,96	146,86	106,36	67,01	29,61	1,94
LPG, MWh	5,69	5,69	27,59	17,07	13,33	7,31	4,23	0,00
CNG, MWh	1,52	1,52	13,48	20,90	10,36	4,96	2,47	0,00
Energia elektryczna, MWh	0,01	0,01	8,38	15,56	34,48	49,65	62,32	79,18

Z5_Tabela 4. Zapotrzebowanie na energię końcową w scenariuszu redukcji emisji (Modele 1-3) - osłona kontrolna OKW5 dla budynku nr 2

	2019		2025	2030	2035	2040	2045	2050
	Budynek nr 2	OKW5						
Zapotrzebowanie na energię końcową, MWh/rok	40,90	40,90	36,97	28,83	23,09	17,11	12,92	10,36
Margines błędu, ± MWh/rok	3,24	3,24	2,72	2,27	1,81	1,35	0,99	0,71
w tym:								
Diesel, MWh	11,44	11,44	6,76	3,23	2,07	0,64	0,32	0,00
Benzyna, MWh	24,68	24,68	23,89	18,76	13,59	8,56	3,78	0,25
LPG, MWh	3,77	3,77	3,52	2,18	1,70	0,93	0,54	0,00
CNG, MWh	1,01	1,01	1,72	2,67	1,32	0,63	0,32	0,00
Energia elektryczna, MWh	0,01	0,01	1,07	1,99	4,40	6,34	7,96	10,12

Na podstawie powyższych obliczeń wyznaczono zapotrzebowanie na ładowarki (punkty ładowania) do samochodów elektrycznych w każdej analizowanej perspektywie czasowej, zgodnie z algorytmem przyjętym w osłonach OKW 2 oraz OKW3.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 409/477

Z5_Tabela 63. Liczba parkujących pojazdów elektrycznych (BEV) w osłonie OKW5 w scenariuszu redukcji emisji dla budynku nr 1

Liczba pojazdów elektrycznych parkujących w osłonie OKW5								
		2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Osobowe, szt.	Hybryda+BEV	0,2	17,7	34,2	53,0	67,9	81,3	91,4
	BEV	0,0	9,3	19,6	42,7	63,1	78,4	90,7
Dostawcze - BEV, szt.		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Z5_Tabela 64. Liczba parkujących pojazdów elektrycznych (BEV) w osłonie OKW5 w scenariuszu redukcji emisji dla budynku nr 2


Liczba pojazdów elektrycznych parkujących w osłonie OKW5								
		2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Osobowe, szt.	Hybryda+BEV	0,1	2,3	4,4	6,8	8,7	10,4	11,7
	BEV	0,0	1,2	2,5	5,5	8,1	10,0	11,6
Dostawcze - BEV, szt.		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Następnie wyliczono liczbę potrzebnych ładowarek, przyjmując wskaźniki takie jak w przypadku osłon OKW2 oraz OKW3.

Z5_Tabela 65. Założenia przyjęte w analizie zapotrzebowania na energię w sektorze transportu dla budynku nr 1 oraz budynku nr 2

	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Średni zasięg pojazdu elektrycznego, km	250	300	350	400	500	600	700
Dystans przejechany pomiędzy ładowaniami pojazdu (85% zakresu nominalnego), km	212,5	255	297,5	340	425	510	595
Zużycie energii, kWh/100 km	20	19	18	17	16	15	14
Czasokres między ładowaniami pojazdu, dni	4,85	5,82	6,79	7,76	9,70	11,63	13,57

Dla poszczególnego rodzaju ładowarek wyznaczono prędkość ładowania pojazdu wyrażoną w kilometrach odzyskiwanego (ładowanego) zasięgu na godzinę, a następnie wyznaczono czas ładowania jednego pojazdu oraz liczbę pojazdów obsługiwanych z jednej ładowarki w ciągu doby. Następnie wyznaczono czasookres pomiędzy kolejnymi doładowaniami uśrednionego pojazdu oraz liczbę pojazdów obsługiwanych przez daną ładowarkę w ciągu pojedynczego czasookresu wyznaczonego dla jednego pojazdu. w ten sposób dla zamodelowanej liczby pojazdów elektrycznych występujących w danej osłonie kontrolnej wyznaczono minimalną liczbę ładowarek danej mocy niezbędnych do zaspokojenia potrzeb transportowych. Wyznaczono również wskaźnik liczby pojazdów elektrycznych przypadających na jedną ładowarkę. Wszystkie powyższe dane przedstawia Z5_Tabela 66.


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 410/477

Z5_Tabela 66. Prognoza liczby ładowarek elektrycznych w osłonie kontrolnej OKW5 dla budynku nr 1

	Moc ładowarki, kW	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Prędkość ładowania pojazdu, km/h	10	50	53	56	59	63	67	71
	22	110	116	122	129	138	147	157
	50	250	263	278	294	313	333	357
	150	750	789	833	882	938	1 000	1 071
Czas ładowania jednego pojazdu, h	10	4,25	4,85	5,36	5,78	6,80	7,65	8,33
	22	1,93	2,20	2,43	2,63	3,09	3,48	3,79
	50	0,85	0,97	1,07	1,16	1,36	1,53	1,67
	150	0,28	0,32	0,36	0,39	0,45	0,51	0,56
Liczba samochodów obsłużonych z jednej ładowarki w ciągu doby, szt./dobę	10	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0
	22	6,0	5,0	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0
	50	14,0	12,0	11,0	10,0	8,0	7,0	7,0
	150	42,0	37,0	33,0	31,0	26,0	23,0	21,0
Liczba pojazdów obsłużonych przez 1 ładowarkę w ciągu czasookresu pomiędzy ładowaniami na stacji, szt.	10	9	11	13	15	9	11	13
	22	29	29	27	31	29	34	40
	50	67	69	74	77	77	81	95
	150	203	215	223	240	252	267	285
Liczba ładowarek niezbędna do pokrycia potrzeb pojazdów, szt.	10	1	1	2	3	8	8	7
	22	1	1	1	2	3	3	3
	50	1	1	1	1	1	1	1
	150	1	1	1	1	1	1	1
Liczba pojazdów elektrycznych przypadających na 1 ładowarkę, szt. pojazdów/1 ładowarkę	10	0,0	9,3	9,8	14,2	7,9	9,8	13,0
	22	0,0	9,3	19,6	21,3	21,0	26,1	30,2
	50	0,0	9,3	19,6	42,7	63,1	78,4	90,7
	150	0,0	9,3	19,6	42,7	63,1	78,4	90,7

Z5_Tabela 67. Prognoza liczby ładowarek elektrycznych w osłonie kontrolnej OKW5 dla budynku nr 2

	Moc ładowarki, kW	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Prędkość ładowania pojazdu, km/h	10	50	53	56	59	63	67	71
	22	110	116	122	129	138	147	157
	50	250	263	278	294	313	333	357
	150	750	789	833	882	938	1 000	1 071
Czas ładowania jednego pojazdu, h	10	4,25	4,85	5,36	5,78	6,80	7,65	8,33
	22	1,93	2,20	2,43	2,63	3,09	3,48	3,79
	50	0,85	0,97	1,07	1,16	1,36	1,53	1,67
	150	0,28	0,32	0,36	0,39	0,45	0,51	0,56
Liczba samochodów obsłużonych z jednej ładowarki w ciągu doby, szt./dobę	10	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0
	22	6,0	5,0	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0
	50	14,0	12,0	11,0	10,0	8,0	7,0	7,0

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 411/477

	150	42,0	37,0	33,0	31,0	26,0	23,0	21,0
Liczba pojazdów obsłużonych przez 1 ładowarkę w ciągu czasookresu pomiędzy ładowaniami na stacji, szt.	10	9	11	13	15	9	11	13
	22	29	29	27	31	29	34	40
	50	67	69	74	77	77	81	95
	150	203	215	223	240	252	267	285
Liczba ładowarek niezbędna do pokrycia potrzeb pojazdów, szt.	10	1	1	1	1	1	1	1
	22	1	1	1	1	1	1	1
	50	1	1	1	1	1	1	1
	150	1	1	1	1	1	1	1
Liczba pojazdów elektrycznych przypadających na 1 ładowarkę, szt. pojazdów/1 ładowarkę	10	0,0	1,2	2,5	5,5	8,1	10,0	11,6
	22	0,0	1,2	2,5	5,5	8,1	10,0	11,6
	50	0,0	1,2	2,5	5,5	8,1	10,0	11,6
	150	0,0	1,2	2,5	5,5	8,1	10,0	11,6

Oceniając liczbę ładowarek niezbędną do zabezpieczenia potrzeb mieszkańców osłony kontrolnej należy uwzględnić szereg czynników, na podstawie których podjęta zostanie decyzja o liczbie urządzeń. Z punktu widzenia konieczności zapewnienia dodatkowych mocy niezbędnych dla układów ładowania wzrost zapotrzebowania kształtuje się zgodnie z danymi, które przedstawiono poniżej.

Z5_Tabela 68. Wzrost zapotrzebowania na moc wynikający z liczby ładowarek zainstalowanych wewnątrz osłony kontrolnej OKW5 – budynek nr 1


	Moc ładowarki, kW	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Sumaryczna moc ładowarek w osłonie, kW	10	10	10	20	30	80	80	70
	22	22	22	22	44	66	66	66
	50	50	50	50	50	50	50	50
	150	150	150	150	150	150	150	150

kolor zielony – wartości minimalne w danym roku; kolor czerwony – wartości maksymalne w danym roku.

Z5_Tabela 69. Wzrost zapotrzebowania na moc wynikający z liczby ładowarek zainstalowanych wewnątrz osłony kontrolnej OKW5 – budynek nr 2

	Moc ładowarki, kW	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Sumaryczna moc ładowarek w osłonie, kW	10	10	10	10	10	10	10	10
	22	22	22	22	22	22	22	22
	50	50	50	50	50	50	50	50
	150	150	150	150	150	150	150	150


Do ładowania wszystkich pojazdów elektrycznych w jednej tylko osłonie kontrolnej w 2050 roku może być potrzebnych od 1 do 7 ładowarek w zależności od mocy. Ładowarki o mocy 22 kW – takie jak planowane dla potrzeb ogólnodostępnych - byłyby potrzebne w liczbie jednej sztuki.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 412/477</p>

5. Osłona kontrolna OKW6 – Centra biznesowe

Osłona kontrolna OKW6 obejmuje 6 wielokondygnacyjnych budynków biurowych znajdujących się w różnych lokalizacjach m. st. Warszawy zarządzanych i należących do jednego właściciela. Budynki 1-4 zlokalizowane są w strefie śródmieścia funkcjonalnego w podstrefie 1a i 1b natomiast budynki 5 i 6 w strefie miejskiej (zgodnie z podziałem stosowanym w aktach m.st Warszawa). Właściciel budynków wynajmuje najemcom powierzchnie biurowe o łącznej powierzchni 132 800 m². Wszystkie budynki w osłonie są stosunkowo nowe, zostały oddane do użytkowania w podobnym okresie tj. w latach 1999-2003. Każdy z budynków jest certyfikowany w systemie BREEAM²⁰⁴, 5 budynków uzyskało ocenę Excellent natomiast jeden „Very Good”. 4 budynki podłączone są do miejskiej sieci ciepłowniczej na potrzeby CO oraz CWU, natomiast dwa z nich stosuje na te potrzeby kotły gazowe. Na terenie budynków oprócz powierzchni biurowych znajdują się również powierzchnie usługowe typu: kawiarnie, restauracje, centra medyczne, kluby fitness, piekarnie, przedszkola. Podstawowe dane opisujące analizowane budynki, w tym dane dotyczące zużycia ciepła w rozbiciu na poszczególne miesiące w roku 2019 przedstawiono w poniższych tabelach.

²⁰⁴ BREEAM - System certyfikacji wielokryterialnej budynków BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method). Budynek oceniany jest w kategoriach Zarządzanie, Zdrowie i dobre samopoczucie. Energia, Transport, Woda, Materiały, Odpady, Wykorzystanie terenu i ekologia, Zanieczyszczenia, Innowacje. Suma punktów daje oceny: Pass, za >45% Good, >55% Very Good, >70% Excellent, a >85% Outstanding.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 413/477

Z5_Tabela 70. Osłona kontrolna OKW6 – podstawowe informacje oraz zużycie ciepła. Stan na rok 2019.

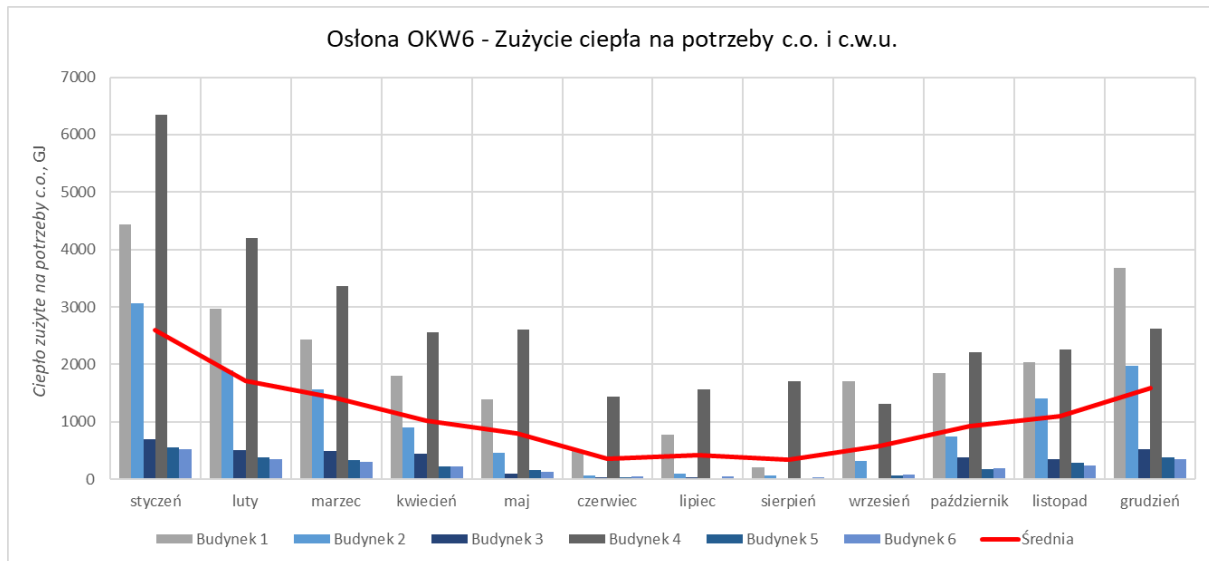
	Budynek 1		Budynek 2		Budynek 3		Budynek 4		Budynek 5		Budynek 6	
Przybliżony rok budowy	2003		2000		2000		1999		2000		1999	
Roczne zużycie gazu, MWh	-		-		-		-		845,6		739,8	
Roczne zużycie en. elektr., MWh	7 852,7		6 242,7		1 207,8		10 746,8		1 216,5		721,6	
Źródło ciepła dla budynku	m.s.c		m.s.c		m.s.c		m.s.c		kotły gazowe		kotły gazowe	
Roczne zużycie ciepła, GJ	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o. ²⁰⁵	c.w.u.	c.o.	c.w.u.
styczeń	4 429,0	c.w.u. ujęte w c.o.	3 067,0	c.w.u. ujęte w c.o.	701,0	c.w.u. ujęte w c.o.	6 345,0	c.w.u. ujęte w c.o.	556,1	c.w.u. ujęte w c.o.	2 530, 3 ²⁰⁶	b.d.
lut	2 976,0		1 891,0		511,6		4 196,0		381,4			
marzec	2 430,0		1 564,0		498,4		3 371,0		328,6			
kwiecień	1 801,0		910,0		442,8		2 565,0		221,8			
maj	1 389,0		465,0		90,4		2 600,0		153,3			
czerwiec	502,0		66,0		34,9		1 432,0		31,6			
lipiec	777,0		91,0		34,5		1 560,0		8,9			
sierpień	213,0		74,0		25,9		1 707,0		0,0			
wrzesień	1 713,0		317,0		15,6		1 315,0		70,8			
październik	1 848,0		738,0		379,0		2 211,0		174,0			
listopad	2 031,0		1 405,0		351,5		2 262,0		287,3			
grudzień	3 676,0		1 971,0		523,3		2 629,0		388,8			
Powierzchnia usługowa, m ²	32 100		33 700		9 000		45 200		6 600		6 200	
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową (c.o. i c.w.u.), kWh/m ² /rok	205,8		103,5		111,4		197,8		119,9		113,4	

Z5_Tabela 71. Osłona kontrolna OKW6 – zbiorcze podsumowanie rocznego zużycia energii. Stan na rok 2019.

	Osłona kontrolna OKW6
Zużycie energii elektrycznej, MWh	27 988,1
Zużycie ciepła z m.s.c, GJ	72 145,9
Zużycie gazu ziemnego, MWh	1 585,4
Powierzchnia usługowa, m ²	132 800

²⁰⁵ Zużycie ciepła w poszczególnych miesiącach wyznaczono na podstawie zużycia gazu oraz przyjętej sprawności kotłów gazowych na poziomie 95%

²⁰⁶ Zużycie ciepła wyznaczono na podstawie zużycia gazu ziemnego przyjmując sprawność kotłów gazowych na poziomie 95%



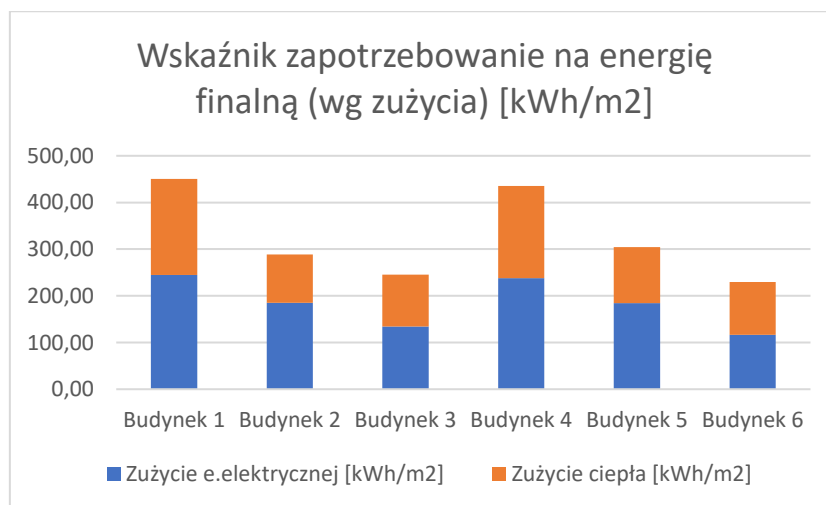
Z5_Rys. 70. Wykresy zmienności zużycia ciepła w budynkach oraz wartość wskaźnika zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w ośłonie OKW6

MOŻLIWOŚCI W ZAKRESIE PASYWIZACJI BUDOWNICTWA


Centra biznesowa, ze względu na formę można podzielić na budynku wysokie/wysokościowe oraz budynku średniowysokie. Budynki tego typu charakteryzują się dużo wyższymi - niż wymagane - parametrami przegród zewnętrznych.

Często całość lub większość elewacji stanowią przeszklenia – można rozważyć w takim przypadku wymianę elementów ostonowych na nowe, o lepszych parametrach. Jednak inwestycja wiąże się z dużymi nakładami finansowymi.

Jak pokazano na poniższym wykresie, wg wskaźnika zapotrzebowania na energię finalną w stanie obecnym, zużycia energii w budynkach są bardzo duże.



Z5_Rys. 71. Ośłona kontrolna OKW6 – wskaźnik zapotrzebowanie na energię finalną biorcze podsumowanie rocznego zużycia energii. Stan na rok 2019.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 415/477</p>

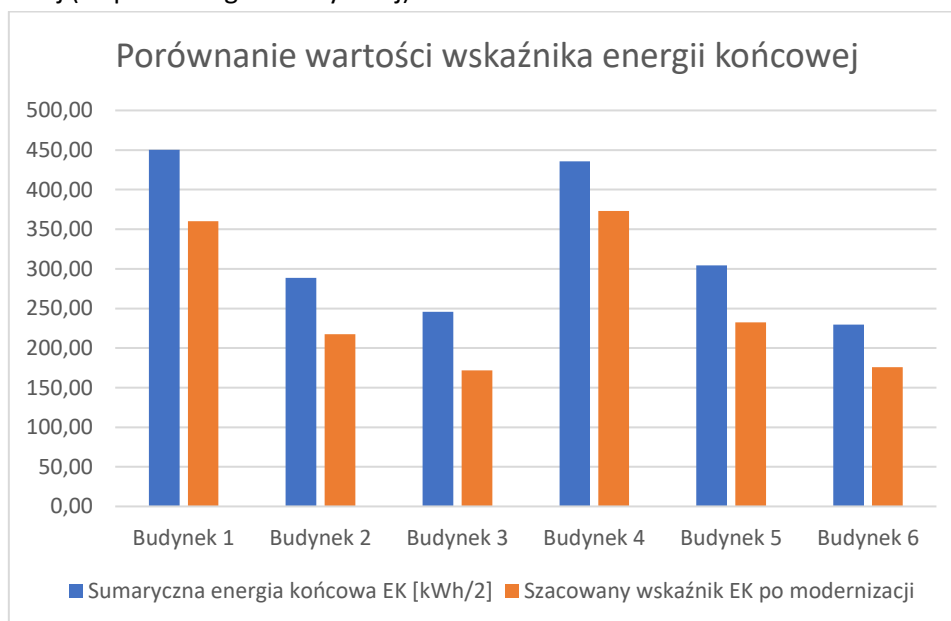
Korzystnym rozwiązaniem, wartym rozważenia jest montaż pompy ciepła na cele c.o. oraz c.w.u. zamiast ciepła sieciowego bądź ogrzewania gazowego. Warto zwrócić uwagę na ciepło wytwarzane w pomieszczeniach serwerowni, które może zostać wykorzystane do ogrzewania innych pomieszczeń.

Budynki biznesowe w większości wyposażone są w system wentylacji mechanicznej i klimatyzacji, który generuje duże zużycie energii. Większość energii cieplnej zużywana jest na kondycjonowanie powietrza w pomieszczeniach biurowych. Główny zabiegiem zalecanym jest montaż systemu rekuperacji powietrza wentylowanego.

Działania możliwe do realizacji w ramach ograniczenia zużycia energii w istniejących budynkach centrów biznesowego to także:


- wymiana oświetlenia obiektu na energooszczędne oraz zastosowanie automatyki
- zastosowanie systemu rekuperacji
- wymiana na urządzenia bardziej efektywne i dostosowane do potrzeb urządzeń pomocniczych tj. pompy obiegowej, wentylatory
- zastosowanie paneli fotowoltaicznych na dachach oraz elewacjach,
- zastosowanie zewnętrznych systemów przeciwsłonecznych tzn. łamaczy światła

Operując na wartościach szacunkowych można, określić, że zastosowanie systemu rekuperacji oraz modernizacji i automatyki systemu oświetlenia pozwoli na osiągnięcie 20-30% oszczędności łącznej energii końcowej (ciepła i energii elektrycznej).

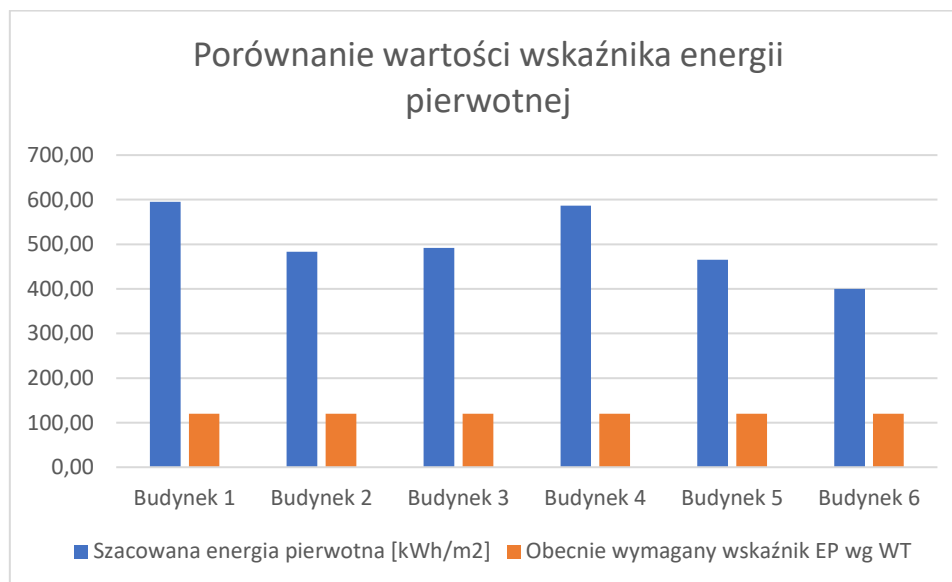


Z5_Rys. 72. Osłona kontrolna OKW6 – porównanie wartości wskaźnika energii końcowej

Należy zwrócić uwagę, na fakt, że analizowane budynki biznesowe mają bardzo wysoki wskaźnik zużycia energii i konieczne jest prowadzenie konkretnych rozwiązań zmierzających do zmniejszenia zapotrzebowania na energię pierwotną, aby docelowo osiągnąć wskaźnik wymaganych zgodnie z obowiązującymi warunkami technicznymi. Zwrócić należy uwagę, że wszystkie budynki posiadają lub do niedawna posiadały certyfikat BREEAM na poziomie Excellent lub Very good. A jak pokazuje

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 416/477</p>

powyższa są budynkami wysoko energochłonnymi – dlatego należy przeanalizować każdy obiekt indywidualnie i zredukować zużycie energii.




Z5_Rys. 733. Osłona kontrolna OKW6 – porównanie wartości wskaźnika energii pierwotnej

Działania przyjęte do realizacji w zakresie OZE dla budynku centrum biznesowego znajdującego się w osłonie kontrolnej OKW6 to montaż paneli fotowoltaicznych na dachu w budynkach średniowysokich lub w górnej części elewacji w budynkach wysokich i wysokościowych. Nie planuje się montażu paneli fotowoltaicznych na dachu budynków wysokich i wysokościowych ze względu na niewielką przestrzeń wolną do zagospodarowania. Powierzchnia dachu w znacznym stopniu zajęta jest przez istniejące urządzenia techniczne stanowiące wyposażenie budynku. Nie planuje się również montażu paneli fotowoltaicznych na elewacjach budynków średniowysokich, ze względu na niski efekt.

Biorąc pod uwagę powyższe argumenty, w wybranych obiektach nie planuje się również montażu turbin.

Montaż paneli fotowoltaicznych na dachu oraz elewacji budynku a także montaż turbin wiatrowych należy rozpatrywać indywidualnie, biorąc pod uwagę usytuowanie, wielkość oraz możliwości montażu instalacji OZE.

Poniżej przedstawiono zestawienie produkcji energii z paneli fotowoltaicznych zamontowanych na elewacji budynku nr 1 powyżej 20 m, w pasach szerokości ok. 1 m na poziomie stropów międzykondygnacyjnych.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 417/477

Z5_Tabela 72. Możliwości w zakresie pasywizacji dla budynku nr 1

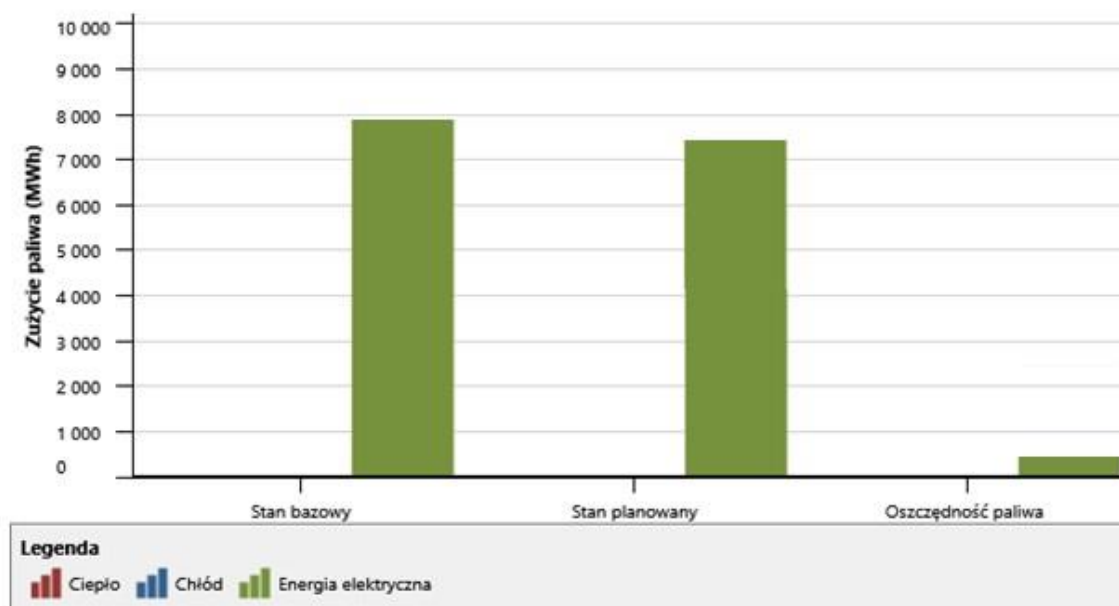
Przełoga/system/komponent	Stan obecny	Stan planowany do roku 2050
Fotowoltaika na ścianach	Brak	Przyjęto panele na wysokości powyżej 20 m (pas wysokości ok. 1,0 m na poziomie stropów międzykondygnacyjnych) łączna produkcja z PV o mocy 840 kW na powierzchni 3 360 m ² ścian – 432,1 MWh

Poniżej przedstawiono zestawienie produkcji energii z paneli fotowoltaicznych zamontowanych na budynku nr 2 na dachu.


Z5_Tabela 73. Możliwości w zakresie pasywizacji dla budynku nr 2

Przełoga/system/komponent	Stan obecny	Stan planowany do roku 2050
Fotowoltaika na dachu	Brak	Moc – 100 kW, powierzchnia 400,00m ² łączna produkcja z PV na dachu – 91,7 MWh

Wyniki obliczeń przeprowadzonych w modelu RetScreen Expert dla budynku nr 1, przy zastosowaniu paneli fotowoltaicznych na elewacji przedstawiono w poniższych tabelach oraz na poniższych rysunkach:



Z5_Rys. 74. Wyniki obliczeń Etap I – budynek w osłonie OKW6

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 418/477

Z5_Tabela 745. Wyniki obliczeń – budynek nr 1 w osłonie OKW6


Zużycie paliwa	Energia elektryczna
	kWh
Stan bazowy	7 852 785
Stan planowany	7 420 730
Oszczędność paliwa	432 055
Oszczędność paliwa – procent	5,5%

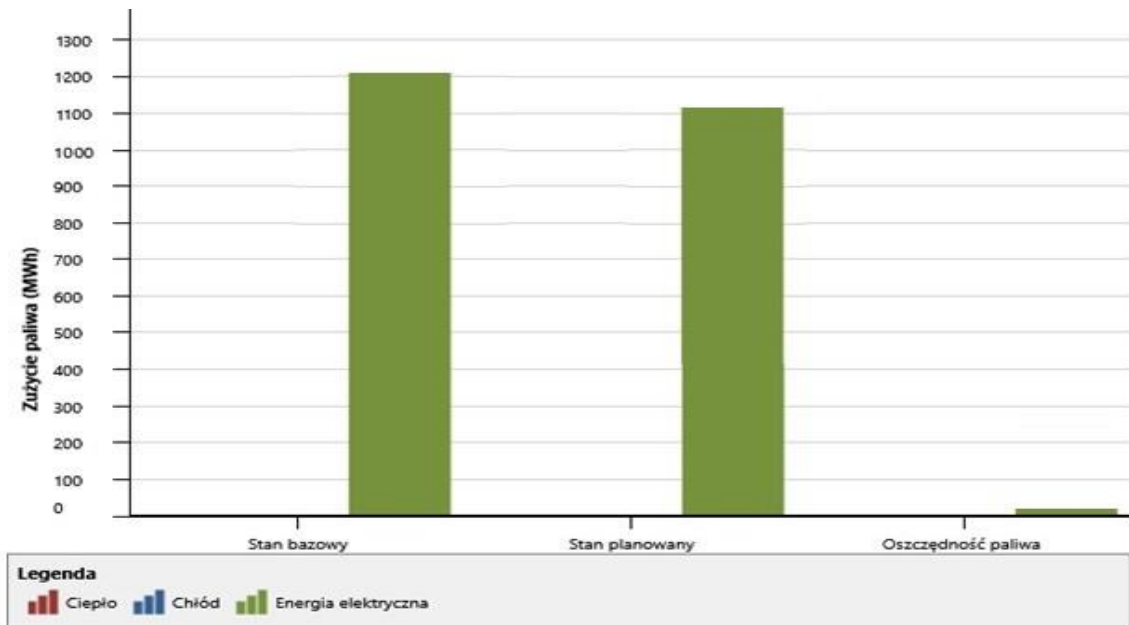
Porównanie wskaźnikowe rezultatów działań dla budynku nr 1 - osłona kontrolna OKW6:

Z5_Tabela 75. Wyniki obliczeń – budynek nr 1 w osłonie OKW6

	Stan bazowy	Stan planowany
Lata realizacji	-	do roku 2050
Redukcja zapotrzebowania na energię elektryczną dla osłony kontrolnej	-	-5,5%
Wskaźnik zapotrzebowania na energię elektryczną dla budynków w osłonie kontrolnej, kWh/m ² rok	191	180

Wyniki obliczeń przeprowadzonych w modelu RetScreen Expert dla budynku nr 2, przy zastosowaniu paneli fotowoltaicznych na dachu przedstawiono w poniższych tabelach oraz na poniższych rysunkach:

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 419/477



Z5_Rys 75. Wyniki obliczeń Etap I – budynek w osłonie OKW6

Z5_Tabela 76. Wyniki obliczeń – budynek nr 2 w osłonie OKW6

Zużycie paliwa	Energia elektryczna
	kWh
Stan bazowy	1 216 472
Stan planowany	1 124 820
Oszczędność paliwa	91 652
Oszczędność paliwa – procent	7,5%

Porównanie wskaźnikowe rezultatów działań dla budynku nr 2 - osłona kontrolna OKW6

Z5_Tabela 77. Wyniki obliczeń – budynek nr 2 w osłonie OKW6

	Stan bazowy	Stan planowany
Lata realizacji	-	do roku 2050
Redukcja zapotrzebowania na energię elektryczną dla osłony kontrolnej	-	-7,5%
Wskaźnik zapotrzebowania na energię elektryczną dla budynków w osłonie kontrolnej, kWh/m ² rok	81	75



**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

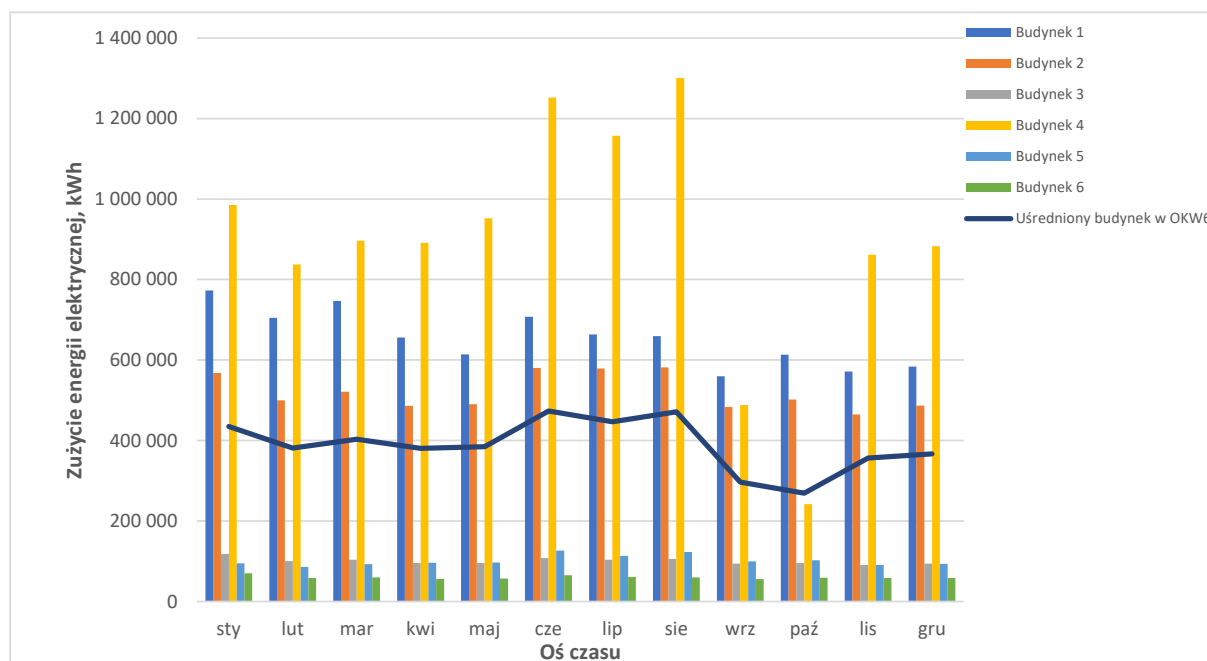
Strona/Stron
420/477

ENERGIA ELEKTRYCZNA

Zużycie energii elektrycznej w biurach w poszczególnych miesiącach w roku przedstawiają poniższe tabele.

Z5_Tabela 78. Osłona kontrolna OKW6 – Zużycie energii elektrycznej w rozbiu na miesiące. Stan na rok 2019.

Miesiąc	Budynek 1	Budynek 2	Budynek 3	Budynek 4	Budynek 5	Budynek 6	Uśrednio ny budynek OKW6
Styczeń	773 023	567 771	118 185	985 020	95 174	70 271	434 907
Luty	704 419	499 655	100 389	837 372	85 824	58 566	381 037
Marzec	746 690	521 168	103 914	896 442	92 650	60 024	403 481
Kwiecień	655 972	486 321	95 899	891 000	96 460	56 834	380 414
Maj	614 165	490 313	95 399	952 530	97 290	57 374	384 512
Czerwiec	707 701	580 481	108 285	1 252 002	126 346	65 493	473 384
Lipiec	663 397	578 913	104 122	1 157 292	113 254	61 642	446 437
Sierpień	659 110	581 445	106 303	1 300 674	122 860	59 729	471 687
Wrzesień	559 849	483 195	94 457	488 004	99 900	55 512	296 819
Październik	613 300	501 977	95 979	242 424	102 437	58 914	269 172
Listopad	571 052	464 966	90 872	861 468	90 746	58 631	356 289
Grudzień	584 048	486 540	93 992	882 540	93 571	58 581	366 545
Suma	7 852 725	6 242 742	1 207 794	10 746 768	1 216 511	721 570	4 664 685



Z5_Rys. 76. Osłona kontrolna OKW6 – Roczne zużycie energii elektrycznej w ujęciu miesięcznym. Stan na rok 2019



**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

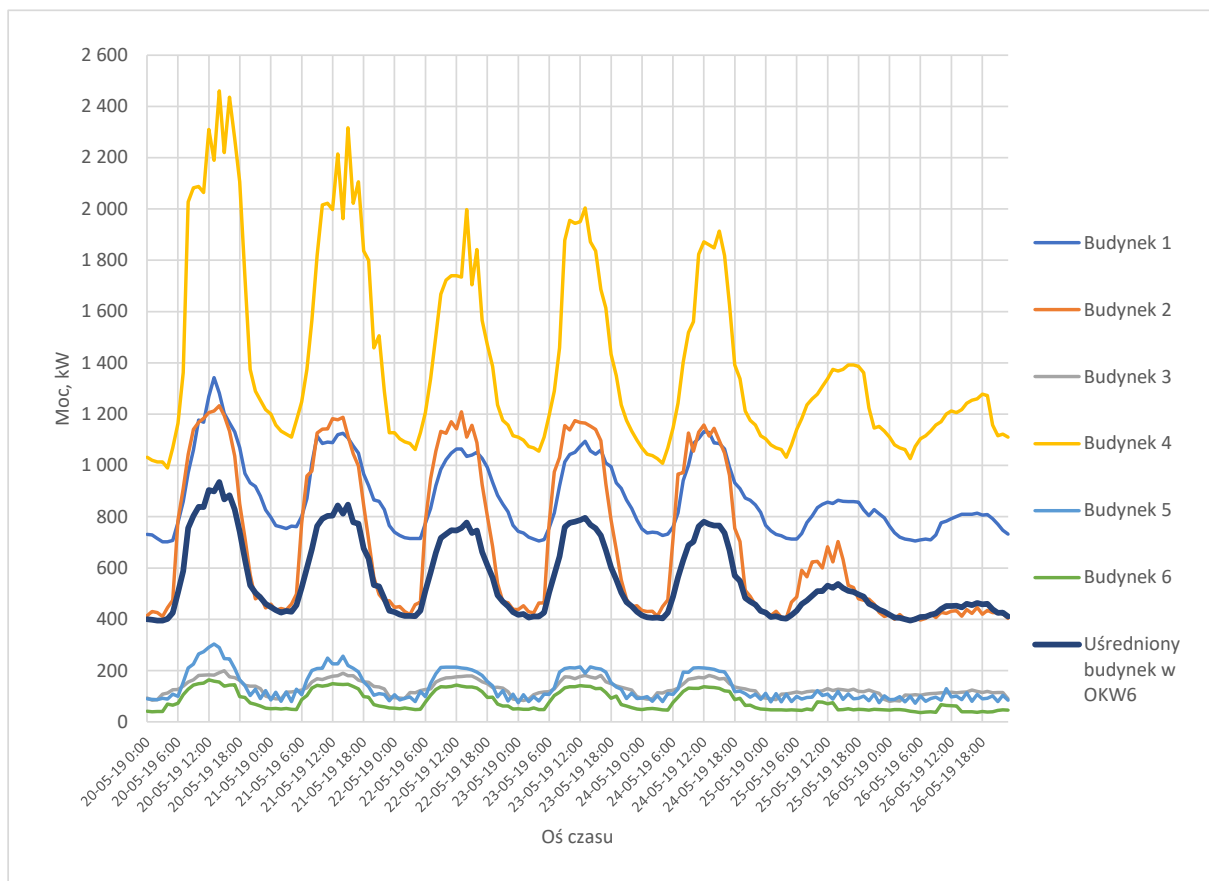
Strona/Stron
421/477

Z przedstawionych danych wynika, że maksymalny miesięczny pobór energii elektrycznej w tego typu budynkach przypada na miesiące letnie (3 budynki) oraz zimowe (3 budynki). Maksymalny chwilowy pobór mocy w większości budynków przypada na miesiące letnie (czerwiec i lipiec), tylko w jednym z analizowanych biurowców pik mocy przypadł na styczeń.

Z5_Rys. 77. Ośłona kontrolna OKW6 –Maksymalny pobór energii w budynkach. Stan na rok 2019.

	Budynek 1	Budynek 2	Budynek 3	Budynek 4	Budynek 5	Budynek 6	Uśredniony budynek w OKW6
Moc maksymalna, kW	1 555,2	1 458,0	305,0	2 700,0	448,8	262,2	1 049,8
data, godzina	26-06-19 15:00	29-07-19 13:00	21-01-19 11:00	30-07-19 14:00	26-06-19 14:00	26-06-19 11:00	26-06-19 14:00

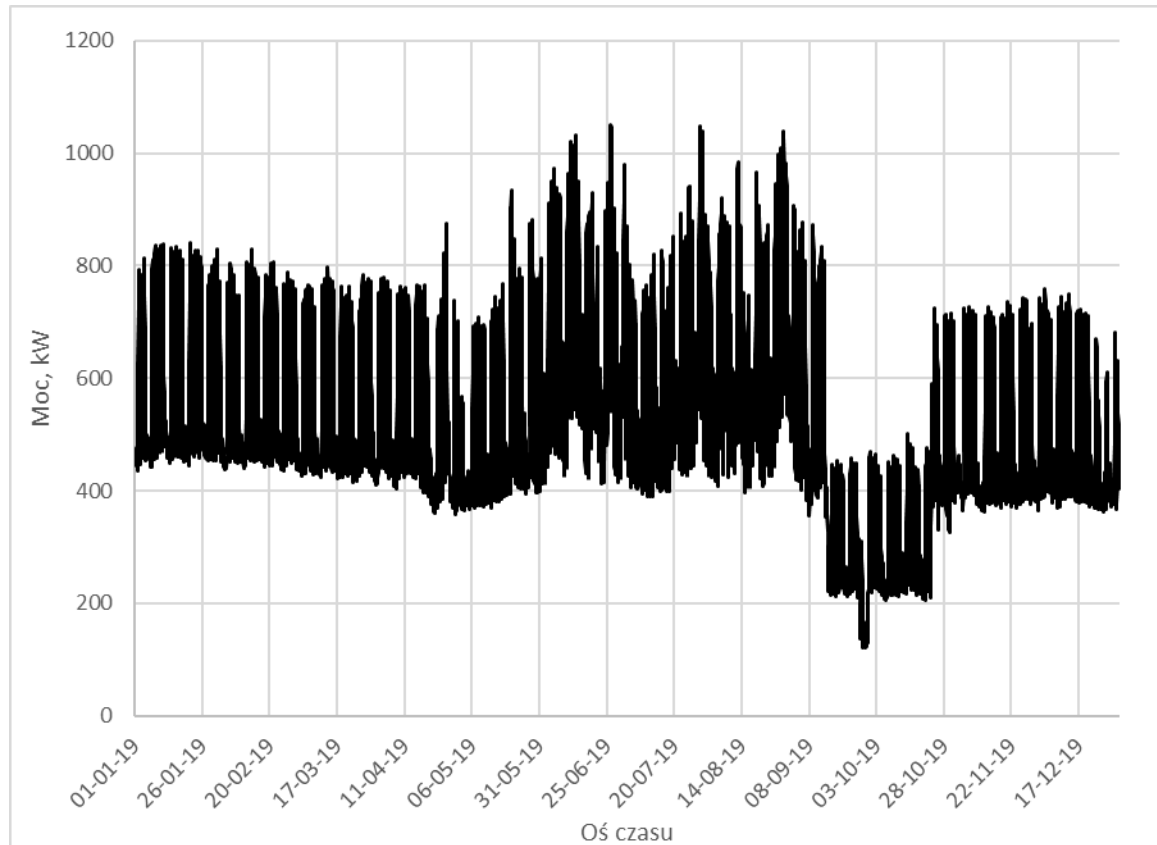
Przykładowy profil zużycia energii obejmujący pełny tydzień maja 2019 roku przedstawia poniższy rysunek.



Z5_Rys. 78. Ośłona kontrolna OKW6 – Godzinowy profil zmienności zużycia energii w ujęciu tygodniowym



Dane godzinowe w poszczególnych biurach posłużyły do określenia średniego profilu zużycia energii jakim można opisać pojedynczy biurowiec w OKW6, przedstawiono poniżej:




Z5_Rys. 79. Ośłona kontrolna OKW6 – Godzinowy profil zmienności zużycia energii w ujęciu tygodniowym

ANALIZA POKRYCIA BILANSU BUDYNKU w MONIZMIE ELEKTRYCZNYM ORAZ WPŁYWU ŹRÓDEŁ OZE NA SIEĆ ELEKTROENERGETYCZNĄ

W celu określenia stopnia niezbilansowania potrzeb w zakresie energii elektrycznej przeprowadzono analizę polegającą na określeniu godzinowych profili poboru i produkcji energii elektrycznej oraz podjęto próbę określenia wpływu proponowanych rozwiązań na sieć elektroenergetyczną.

Z5_Tabela 79. Popyt i podaż energii elektrycznej – budynki w oślonie kontrolnej OKW6

	Budynek 1		Budynek 2	
	Moc kW	Energia MWh	Moc kW	Energia MWh
Zapotrzebowanie na energię elektryczną				
	-	7 852,79	-	1 216,47
Produkcja energii elektrycznej				
Panele PV - dach	840	432,1	100	91,7
Wytwarzanie energii elektrycznej - SUMA	840	432,10	100	91,70

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 423/477

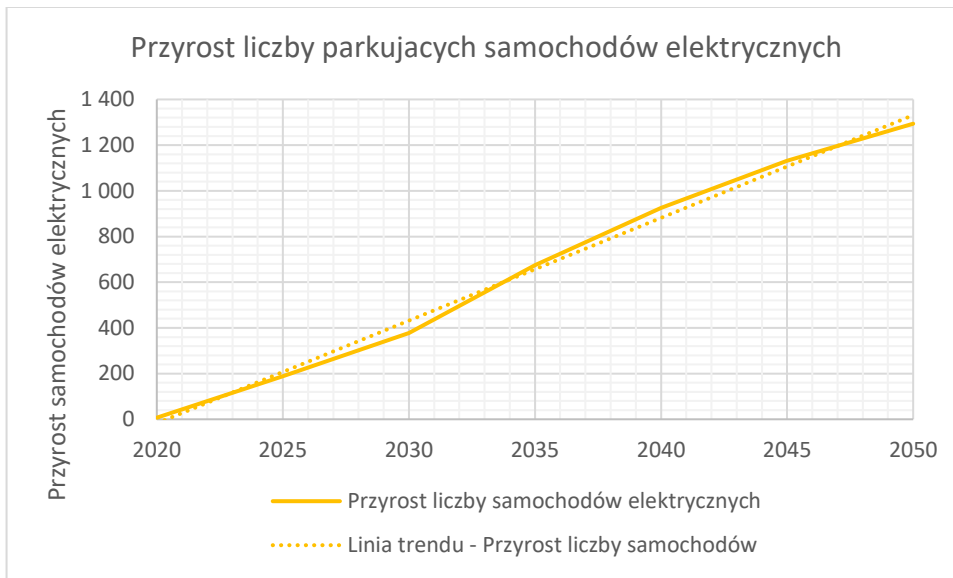
W trakcie analizy wykazano, że dla budynków znajdujących się w osłonie OKW6 wpływ instalacji źródeł OZE w ujęciu całorocznym praktycznie w ogóle nie przekłada się na nadwyżki wyprodukowanej energii. Możliwość instalacji źródeł OZE (PV) należy rozpatrywać wyłącznie pod kątem ich wykorzystania w celu ograniczenia zużycia energii sieci np. w częściach wspólnych budynków.

SEKTOR TRANSPORTU

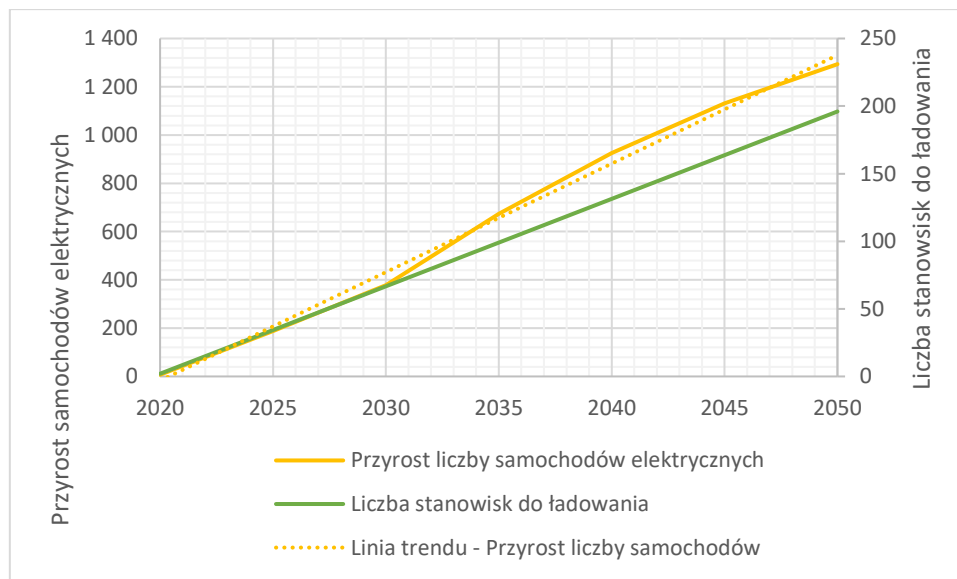
Rozpatrując zużycie energii sektora transportu można zauważyć - że z uwagi na mobilny charakter tego sektora - istnieje potrzeba przyporządkowania pojazdów do tej osłony kontrolnej. Należy brać pod uwagę fakt, że roczne zużycie energii pojedynczego pojazdu może występować równolegle w kilku różnych osłonach. Może to generować trudności przy ewentualnej próbie rozdziału zużycia energii pomiędzy poszczególne osłony. Obiektywnym podejściem w tej kwestii jest przyporządkowanie pojazdów do obszarów mieszkalnych, jednakże biorąc pod uwagę potencjalne potrzeby pozostawienia pojazdów służbowych na terenie tego sektora wskutek czynników nagłych i losowych oraz przyrost floty tychże pojazdów z napędem elektrycznym, przyjęto, podobnie jak w osłonach uwzględniających budynki o charakterze usługowo-handlowym, że 20 % miejsc parkingowych zostanie wyposażonych w punkty do ładowania pojazdów. Liczba ogólnodostępnych miejsc parkingowych została przyjęta na podstawie mediany liczby miejsc parkingowych budynków analizowanych w osłonie.

Z5_Tabela 80. Przyrost liczby samochodów z napędem elektrycznym zgodnie z założeniami z OKW2

		2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Osobowe, szt.	Hybryda+BEV	6,6	123,2	238,5	369,6	473,0	566,5	637,4
	BEV	0,5	65,1	136,7	297,6	439,8	546,5	632,3
Dostawcze - BEV, szt.		0,0	0,1	2,1	6,8	12,3	18,5	24,1
Suma		7,1	188,3	377,3	674,0	925,1	1 131,5	1 293,7




Z5_Tabela 81. Przyrost liczby samochodów z napędem elektrycznym zgodnie z założeniami z OKW2



Z5_Tabela 82. Ostrona kontrolna OKW6 – wskaźniki parkingowe

Z5_Tabela 83. Liczba miejsc mogących parkingowych na których można ładować pojazd elektryczny

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Liczba miejsc parkingowych	177	177	177	177	177	177	177
Procentowy udział ładowarek na parkingu	0%	3%	7%	10%	14%	17%	20%
Liczba ładowarek na parkingu	0	6	12	18	24	30	36

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 425/477</p>

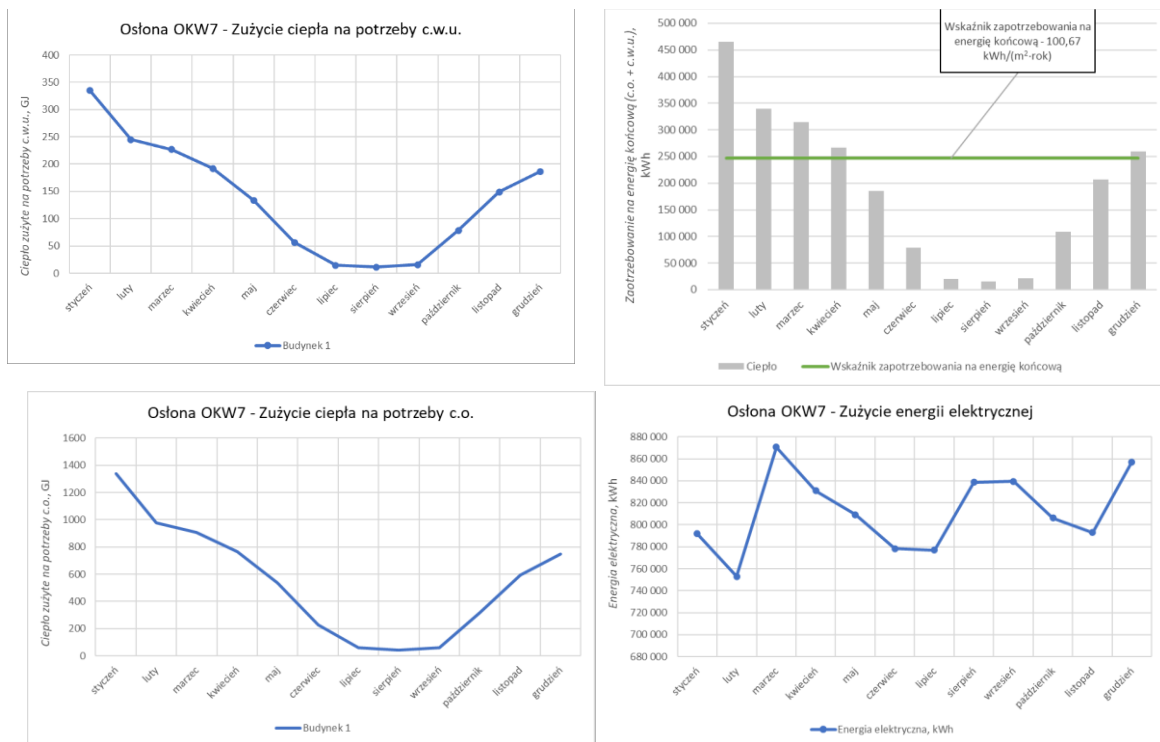
Przyjmuje się, że liczba miejsc parkingowych mogących obsłużyć pojazdy elektryczne pod kątem bieżącego ładowania baterii będzie wynosiła docelowo 20 % wszystkich miejsc parkingowych uśrednionego budynku osłony OKW6 – w liczbie 36.

6. Osłona kontrolna OKW7 – Nieprodukcyjny budynek użyteczności publicznej

Osłona kontrolna OKW7 obejmuje jeden z kompleksów budynków należących do Miejskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji w Warszawie. Kompleks budynków wytypowany do osłony jest w stanie pokryć potrzeby 1/5 mieszkańców Warszawy. Głównym odbiorem energii elektrycznej są pompownie. Ze względu na potrzebę zapewnienia stabilnego zasilania w energię elektryczną, przedsiębiorstwo posiada kilka niezależnych przyłączy, z których zwykle jedno jest wyłączone. Obiekty są zasilone w ciepło na potrzeby ogrzewania oraz ciepłej wody użytkowej z miejskiej sieci ciepłowniczej. Poniższa tabela przedstawia zużycie ciepła i energii elektrycznej w roku 2019.

Z5_Tabela 84. Zużycie ciepła i energii elektrycznej w 2019 r. w osłonie OKW7

Miesiąc	Zużycie energii elektrycznej	Zużycie ciepła
	kWh	kWh
styczeń	791 779	465 278
luty	752 870	340 000
marzec	870 723	314 722
kwiecień	830 950	266 389
maj	809 291	185 833
czerwiec	778 457	78 611
lipiec	776 844	20 278
sierpień	838 701	15 278
wrzesień	839 423	21 389
październik	806 288	109 167
listopad	793 026	206 944
grudzień	857 219	259 167
Suma	9 745 570	2 283 056



25_Rys. 80. Profile zużycia ciepła, energii elektrycznej oraz wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową w osłonie OKW7

Kompleks budynków osłony OKW7 jest zasilany z miejskiej sieci ciepłowniczej. Dostarczane ciepło jest wykorzystywane na potrzeby c.o., c.w.u. oraz jako ciepło technologiczne. Roczne zużycie ciepła wynosi ok. 8 219 GJ/rok. Na taką wielkość zużycia wpływa m.in. wartość strat ciepła na przesył, gdzie planowany stan oszczędności przy modernizacji sieci ciepłowniczej może wynieść ok. 630 GJ/rok.

Do końca 2022 r. MPWiK w m.st. Warszawie S.A. wybuduje za blisko 40 mln zł netto instalacje fotowoltaiczne o całkowitej mocy ok. 6,7 MW. Zapewni to roczną produkcję energii elektrycznej na poziomie ok. 6,7 GWh. w planach przewidziano montaż instalacji fotowoltaicznej na wytypowanym kompleksie osłony OKW7.


MOŻLIWOŚCI w ZAKRESIE PASYWIZACJI BUDOWNICTWA

Obiekt składający się z kilku budynków technologicznych obraz biurowo-socjalnych zasilany jest w ciepło sieciowe.

Ściany zewnętrzne budynków są zaizolowane, na razie nie ma konieczności wymiany istniejącego ocieplenia na nowe, o lepszych parametrach. Jednak z upływem lat należy rozważyć taką inwestycję, ze względu na pogarszający się stan istniejącej izolacji. w części budynków warto rozważyć docieplenie stropu, w celu zmniejszenia strat ciepła.

Inwestycją wartą rozważenia jest wymiana stolarki/ślusarki okiennej i drzwiowej. w części obiektów występuje ślusarka o współczynniku $U=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Działania możliwe do realizacji w ramach ograniczenia zużycia energii to także:

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 427/477

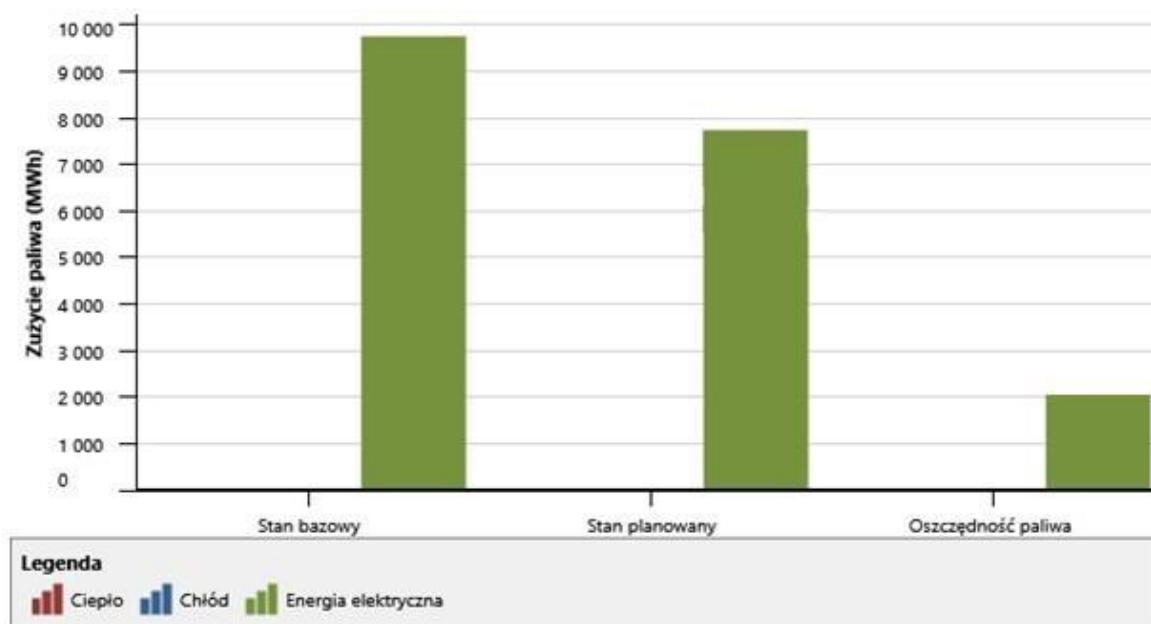
- wymiana oświetlenia obiektu na energooszczędne,
- zastosowanie czujników ruchu w miejscach technicznych, niewymagających stałego oświetlenia,
- zastosowanie paneli fotowoltaicznych na dachach oraz elewacjach,
- wykorzystanie systemów BMS,
- maksymalne wykorzystanie światła słonecznego oraz zysków ciepła z promieniowania słonecznego.

Działania przyjęte do realizacji dla budynku usługowego znajdującego się w osłonie kontrolnej OKW7 to montaż paneli fotowoltaicznych na dachach części budynków. Nie planuje się montażu turbin wiatrowych, ze względu na wysokość i usytuowanie budynku – budynki można zaliczyć do kategorii niskich lub średniowysokich. w sąsiedztwie występują często wyższe budynki. w związku z czym montaż turbin wiatrowych należy rozpatrywać indywidualnie dla konkretnej lokalizacji.


Z5_Tabela 85. Osłona OKW7 – Możliwości w zakresie pasywizacji

Przegroda /system /komponent	Stan obecny	Stan planowany do roku 2050
Fotowoltaika na dachu	Brak	Moc – 1 600 kW, powierzchnia 6400,00 m ² , produkcja 1 629,0 MWh

Ze względu na charakter budynku oraz planowane przedsięwzięcia wpływające jedynie na zapotrzebowanie na energię elektryczną poniżej przedstawiono wyniki obliczeń przeprowadzonych w modelu RetScreen Expert dotyczące zużycia energii elektrycznej:



Z5_Rys. 81. Wyniki obliczeń – budynki w osłonie OKW7

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 428/477

Z5_Tabela 86. Wyniki obliczeń – budynek w osłonie OKW7

Zużycie energii	Energia elektryczna, kWh
Stan bazowy	9 772 656
Stan planowany	7 772 054
Oszczędność paliwa	2 000 602
Oszczędność paliwa - procent	20,5 %

Z5_Tabela 87. Wyniki obliczeń – budynek nr 1 w osłonie OKW7


	Stan bazowy	Stan planowany
Lata realizacji	-	do roku 2050
Redukcja zapotrzebowania na energię elektryczną dla osłony kontrolnej	-	-20,5%
Wskaźnik zapotrzebowania na energię elektryczną dla budynków w osłonie kontrolnej, kWh/m ² rok	1008	802

Z5_Tabela 88. Zestawienie informacji – instalacje PV na budynku w osłonie kontrolnej OKW7

Miejsce instalacji PV	Podstawowe parametry	Moc	Produkcja roczna	Uzysk	Koszt instalacji
		kWp	MWh	MWh/kWp	zł
Fotowoltaika na dachu	– Powierzchnia: 3360 m ² – Kat nachylenia: 34° – Azymut: 0°	1 600	1 629	1,02	5 760 000
RAZEM		1 600	1 629		5 760 000

ANALIZA POKRYCIA BILANSU BUDYNKU w MONIZMIE ELEKTRYCZNYM ORAZ WPŁYWU ŹRÓDEŁ OZE NA SIEĆ ELEKTROENERGETYCZNĄ

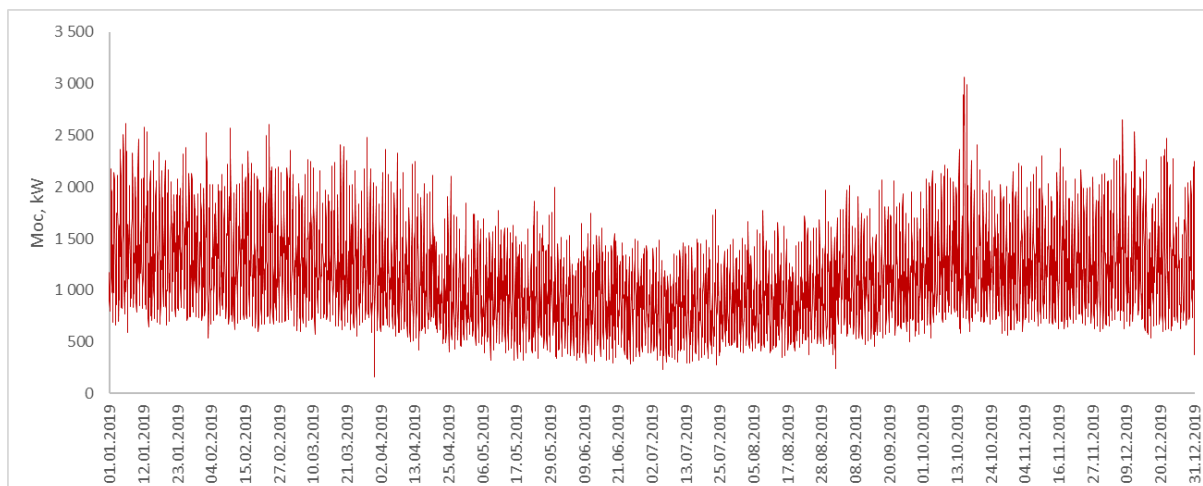
W celu określenia stopnia niezbilansowania potrzeb w zakresie energii elektrycznej przeprowadzono analizę polegającą na określeniu godzinowych profili poboru i produkcji energii elektrycznej oraz podjęto próbę określenia wpływu proponowanych rozwiązań na sieć elektroenergetyczną. Zestawienie potrzeb w zakresie energii elektrycznej oraz wolumenów produkcji ze źródeł odnawialnych zlokalizowanych na budynku przedstawia poniższa tabela.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 429/477

Z5_Tabela 89. Popyt i podaż energii elektrycznej – budynki w ostonie kontrolnej OKW7

	OKW7	
	Moc kW	Energia MWh
Zapotrzebowanie na energię elektryczną		
Energia elektryczna	-	9 745,57
Zapotrzebowanie - SUMA		9 745,57
Produkcja energii elektrycznej		
Panele PV - dach	1 600	1 629,0
Wytwarzanie energii elektrycznej - SUMA	1 600	1 629,00

Analiza została wykonana na podstawie porównywalnych profili zużycia energii wchodzących w skład OKW7. Dane zostały pozyskane z Przedsiębiorstwa wymienionego w niniejszej ostonie.



Z5_Rys. 82. Profil zapotrzebowania kompleksu budynków w ostonie OKW7 – stan obecny (2019)

Ze względu na rodzaj prowadzonej działalności – godzinowy profil zużycia energii elektrycznej jest względnie wysoki. w kolejnym kroku podjęto analizę wpływu produkcji ze źródeł PV na profil niezbilansowania budynku.

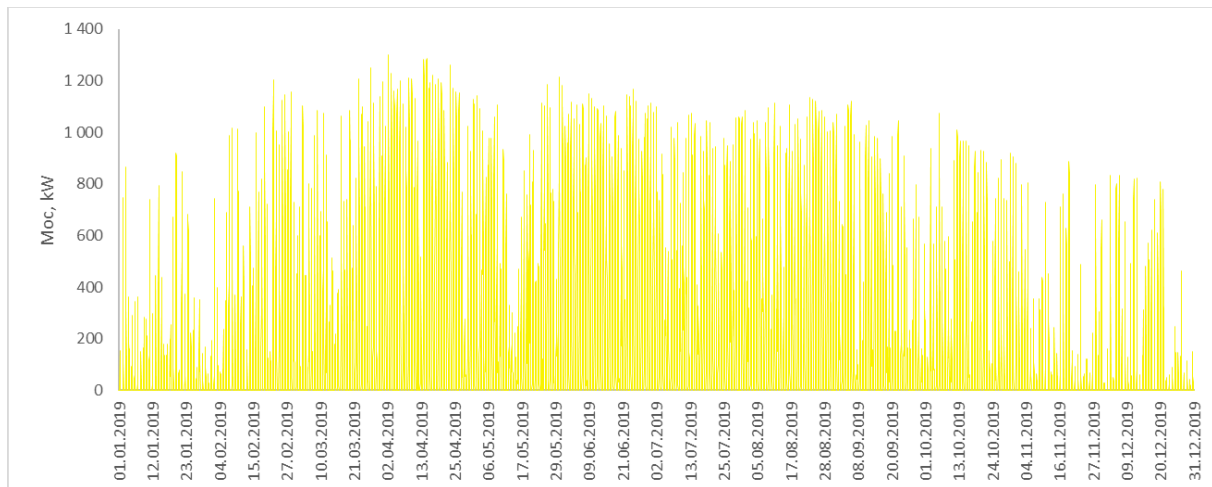


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

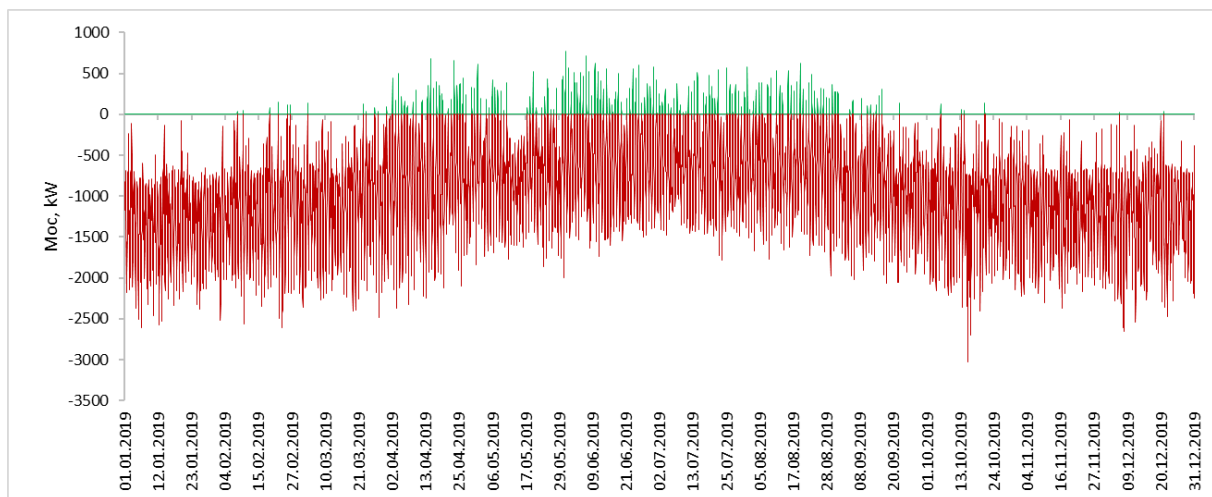
Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
430/477



Z5_Rys. 83. Profil produkcji źródeł PV




Z5_Rys. 84. Profil niezbilansowania budynku

Wpływ źródeł OZE, uwzględniając skalę zapotrzebowania na energię elektryczną nie pozwala w pełni pokryć zapotrzebowania obiektu z osłony OKW7 na energię elektryczną. w skali roku ilość godzin, w których występuje nadwyżka produkcji wynosi 600. Należy jednak mieć na uwadze rozważenie powiększenia dostępnej ilości mocy złącza, również ze względu na możliwość instalacji stacji ładowania pojazdów elektrycznych.

SEKTOR TRANSPORTU

Podobnie jak w przypadku osłony OKW6 należy rozważyć konieczność ładowania własnej floty pojazdów w obrębie osłony OKW7. Zakłada się, że Przedsiębiorstwo będzie zaopatrzone w dwa stanowiska do ładowania samochodów. Obecny stan floty liczy 5 pojazdów, z czego 4 to samochody

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 431/477

dostawcze z napędem diesla. Do 2025 roku wszystkie te pojazdy zostaną zamienione na pojazdy elektryczne.

Biorąc pod uwagę liczbę pojazdów oraz ich roczny przebieg, wyznaczono czasookres i cykl ładowania pojazdów floty służbowej w strefie OKW7.

Z5_Tabela 90. Założenia przyjęte w analizie zapotrzebowania na energię w sektorze transportu


Liczba pojazdów we flocie	5
Średni roczny przebieg samochodu el., km	9 582
Dni robocze	251
Średni dobowy przebieg samochodu el., km/dzień roboczy	38
Średni dobowy czas eksploatacji ładowarki, h/dobę	12

Z5_Tabela 91. Zapotrzebowanie na energię końcową w - osłona kontrolna OKW7

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Zapotrzebowanie na energię końcową - transport, MWh/rok	39,5	9,1	8,6	8,1	7,7	7,2	6,7
w tym:							
Diesel, MWh	38,6						
Benzyna, MWh	0,9						
Energia elektryczna, MWh	0,00	9,1	8,6	8,1	7,7	7,2	6,7

W celu obliczenia liczby potrzebnych ładowarek przyjęto dalsze następujące założenia:

- w obliczeniach uwzględniono wyłącznie pojazdy typu BEV;
- średni roczny przebieg pojazdu elektrycznego wynosi 10 000 km
- średni dobowy czas eksploatacji ładowarki – 12 h/dobę;
- średni zasięg pojazdu elektrycznego wzrasta r/r, zgodnie z danymi przyjętymi w poprzednich osłonach
- rzeczywisty dystans przejechany przez samochód pomiędzy kolejnymi ładowaniami wynosi 85% średniego zasięgu pojazdu;
- średnie zużycie energii elektrycznej przez pojazd (kWh/100 km) w wyniku rozwoju technologicznego ulega obniżeniu w perspektywie 2050 roku.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 432/477


Z5_Tabela 92. Założenia przyjęte w analizie zapotrzebowania na energię w sektorze transportu

	2022	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Średni zasięg pojazdu elektrycznego, km	250	300	350	400	500	600	700
Dystans przejechany pomiędzy ładowaniami pojazdu (85% zakresu nominalnego), km	212,5	255	297,5	340	425	510	595
Zużycie energii, kWh/100 km	20	19	18	17	16	15	14
Czasookres między ładowaniami pojazdu, dni	6	7	8	9	11	13	16

Z5_Tabela 93. Wyznaczone wartości czasu ładowania oraz liczby obsługiwanych samochodów przez ładowarki w osłonie OKW7.

	Moc ładowarki, kW	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Prędkość ładowania pojazdu, km/h	10	53	56	59	63	67	71
	22	116	122	129	138	147	157
Czas ładowania jednego pojazdu, h	10	4,85	5,36	5,78	6,80	7,65	8,33
	22	2,20	2,43	2,63	3,09	3,48	3,79
Liczba samochodów obsługiwanych z jednej ładowarki w ciągu doby, szt./dobę	10	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0
	22	5,0	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0

Na podstawie powyższych założeń wyznaczono zapotrzebowanie na czas ładowania pojazdów elektrycznych w każdej analizowanej perspektywie czasowej. Na podstawie powyższych można wysunąć wniosek, że na terenie obiektu osłony kontrolnej można umiejscowić jedną ładowarkę o mocy 10 lub 22 kW, co może pozwolić zaspokoić potrzeby ładowania floty, bez konieczności udawania się poza osłonę OKW7.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 433/477

7. Osłona kontrolna OKW8 – sklep wielkopowierzchniowy

Według raportu Market Side na koniec 2021 roku w Warszawie funkcjonowały 223 sklepy dyskontowe (w ciągu 10 lat nastąpił wzrost z poziomu 63 sztuk). Biorąc pod uwagę duże polskie miasta, liczące 200 tys. i więcej mieszkańców, Warszawa ma jeden z najniższych poziomów nasycenia dyskontami w przeliczeniu na 1 mieszkańca (8 039 mieszkańca / dyskont). Dla porównania najbardziej nasycony dyskontami jest Poznań (4 547 mieszkańców / dyskont) oraz Szczecin (4 917 mieszkańców / dyskont).²⁰⁷

Osłona kontrolna obejmuje sklep dyskontowy jednej z sieci handlowych działającej na terenie całego kraju. Analiza zostanie wykonana wyłącznie dla sklepu wolnostojącego należącego do sieci handlowej. Osłona kontrolna nie obejmuje sklepu dyskontowego zlokalizowanego wewnątrz większego obiektu budowlanego (przeważnie na parterze), nienależącego do sieci handlowej, gdyż w przypadku takich sklepów właściciel sieci handlowej nie może decydować o działaniach związanych z pasywowizacją obiektu czy inwestowaniu w instalacje OZE.

Sklep wolnostojący

Ściany zewnętrzne wykonane są z bloczków komórkowych, docieplanych dodatkowo styropianem o grubości 10 cm. Płaski dach został pokryty papą bitumiczną. Obiekt posiada wentylację mechaniczną z klimatyzacją. Ciepło do budynku dostarczane jest poprzez sieć ciepłowniczą.


Powierzchnia użytkowa sklepu wynosi 772 m², natomiast powierzchnia sprzedażowa – 584 m². Sklep jest otwarty dla klientów przez 18 godzin w ciągu doby, 6 dni w tygodniu.

Z5_Tabela 94. Osłona kontrolna OKW8 – podstawowe informacje

Przybliżony rok budowy	2014
Rodzaj i grubość izolacji	Styropian 10 cm
Roczne zużycie en. elektr., MWh	241,84
Źródło ciepła dla budynku	sieć ciepłownicza
Roczne zużycie ciepła na potrzeby C.O. i C.W.U, MWh	142,22
Powierzchnia użytkowa, m²	772

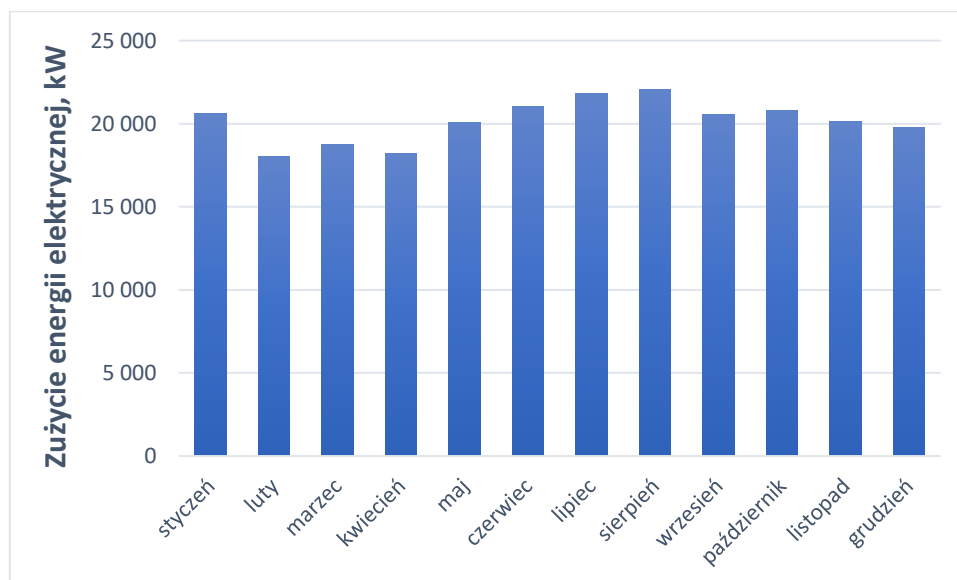
Roczne zużycie energii elektrycznej dla sklepu wynosi 241,84 MWh. Zużycie energii elektrycznej w ujęciu miesięcznym prezentuje się w poniższej tabeli oraz rysunku.

²⁰⁷ <https://www.dlahandlu.pl/detal-hurt/wiadomosci/gdzie-w-polsce-jest-najwiecej-dyskontow-i-nie-jest-to-warszawa,106005.html>


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 434/477

Z5_Tabela 95. Zużycie energii elektrycznej sklepu dyskontowego w ujęciu miesięcznym

Miesiąc	Zużycie energii elektrycznej
	kWh
styczeń	20 643,74
luty	17 999,28
marzec	18 755,38
kwiecień	18 180,67
maj	20 092,66
czerwiec	21 062,21
lipiec	21 808,70
sierpień	22 086,62
wrzesień	20 530,08
październik	20 809,78
listopad	20 108,69
grudzień	19 765,44
Suma	241 843,25



Z5_Rys. 85. Zużycie energii elektrycznej sklepu dyskontowego w ujęciu miesięcznym

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 435/477</p>

Z5_Tabela 96. Zapotrzebowanie na energię elektryczną poszczególnych urządzeń

Odbiorniki energii elektrycznej	Suma zużycia, MWh/rok	Suma zużycia, %
Oświetlenie	45,19	18,69
Sprzęt	53,76	22,23
Sprzęt chłodniczy	85,51	35,35
AC i pozostałe	57,38	23,73
Razem	241,84	100

Energia elektryczna w tego typu obiektach handlowych wykorzystywana jest głównie (35,35 %) na działanie sprzętu chłodniczego (lodówki i zamrażalki itp.). Zużycie energii na oświetlenie (18,69 %) zostało ograniczone podczas modernizacji wnętrza sklepu. Zastosowano pasy LED o znamionowej mocy 40 W. Uzupełnienie stanowią lampy w okrągłych oprawach o mocy znamionowej 60 W. Roczne zużycie ciepła na potrzeby ogrzewania i ciepłej wody użytkowej wynosi 142,22 MWh.

MOŻLIWOŚCI W ZAKRESIE PASYWIZACJI BUDOWNICTWA


Należy zauważyć - że podobnie jak w przypadku centrów handlowych - konieczność prowadzenia działań modernizacyjnych w tej grupie budynków dyktowane jest w dużym stopniu przez wymagania komercyjne i marketingowe a nie kwestie stanu technicznego. Obiekty mające więcej niż 10-15 lat podlegają często ocenie pod względem możliwości i konieczności modernizacji i dostosowania do potrzeb korzystających z nich klientów oraz organizacji przestrzeni. Dlatego też z jednej strony sklepy wielkopowierzchniowe są dość kłopotliwe w modernizacji energetycznej, z drugiej strony uwzględnienie aspektów energetycznych w ramach modernizacji budynku staje się wręcz koniecznością.

Wymiana izolacji termicznej tego typu budynków może wiązać się z demontażem ścian zewnętrznych (w przypadku ścian z płyt warstwowych) i zastosowanie systemu o lepszym współczynniku U, co wiąże się ze znaczącym kosztem dla inwestora. Należy przy tym zauważyć, że rozwiązania przyjęte w tym zakresie na etapie projektowania i wykonania budynku są często w wyższym standardzie niż minimalne wymagane przez przepisy w momencie budowy. Jest to jednak jedno z działań, które w ramach generalnego remontu może i powinno być brane pod uwagę. Dla analizowanego budynku przyjęto, że należy zdemontować istniejącą warstwę izolacji termicznej i zamontować nową, o lepszych parametrach.

Innym istotnym działaniem, które należy rozważyć jest zastosowanie systemu rekuperacji powietrza wentylacyjnego przy czym nowsze obiekty usługowo-handlowe dysponują takimi rozwiązaniami w połączeniu z nagrzewnicami strefowymi oraz systemami recyrkulacji powietrza. Systemy te pozwalają także na regulację strumienia i ograniczenie zapotrzebowania na energię związaną z transportem oraz uzdatnianiem powietrza wentylowanego.

Działania możliwe do realizacji w ramach ograniczenia zużycia energii w istniejących budynkach sklepu wielkopowierzchniowego to także:

- wymiana oświetlenia obiektu na energooszczędne,


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 436/477

- zastosowanie czujników ruchu w miejscach technicznych, niewymagających stałego oświetlenia,
- wymiana okien na nowe o niższym U (1-1,2 W/m²K)
- zastosowanie paneli fotowoltaicznych na dachach
- zastosowanie pomp ciepła w celach grzewczych np. bezpośrednio grzejących przestrzeń wentylowaną budynku,
- zastosowanie paneli fotowoltaicznych na wiatkach parkingowych - system carport.

W ramach analizy przyjęto realizację przedsięwzięć zmniejszających zapotrzebowanie na energię końcową budynku sklepu wielkopowierzchniowego zlokalizowanych w osłonie kontrolnej. Działania przyjęte do realizacji dla budynku sklepu wielkopowierzchniowego znajdującego się w osłonie kontrolnej OKW8 to termomodernizacja ścian i dachu, wymiana ślusarki okiennej i drzwiowej, zastosowanie rekuperacji powietrza wentylowanego, a także zmiana źródła ciepła na pomy ciepła oraz montaż paneli fotowoltaicznych na dachu i wiatkach parkingowych – system carport. Zakłada się, że inwestycja zostanie przeprowadzona w jednym etapie, w ramach modernizacji budynku przeprowadzanej co kilkanaście lat.

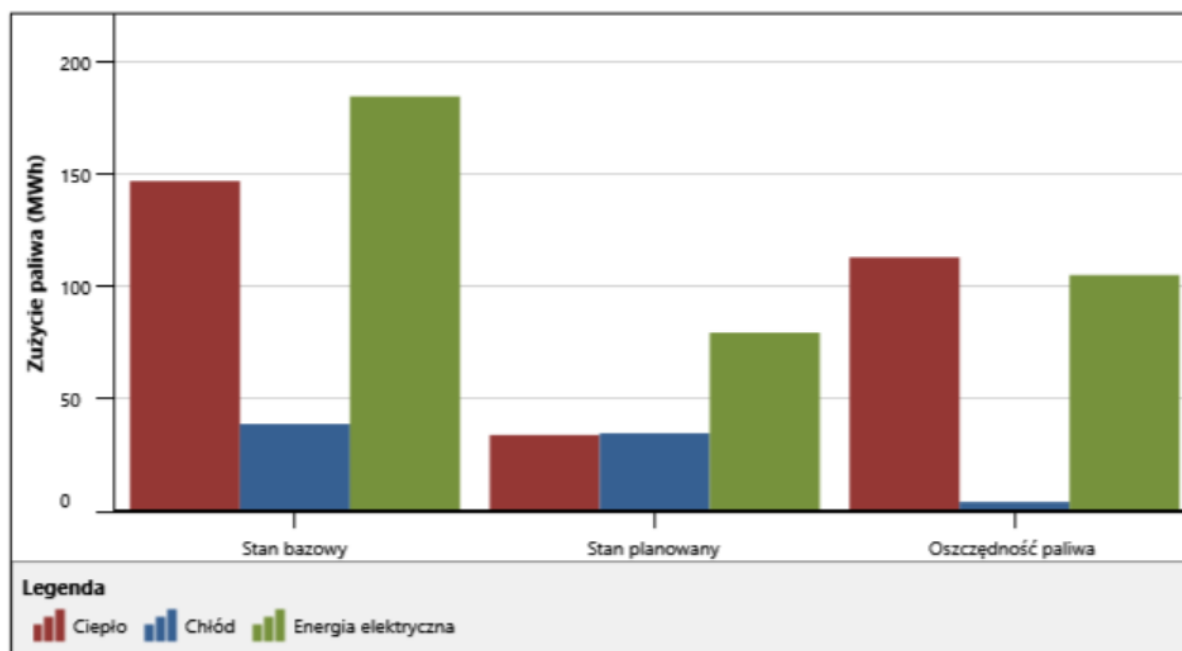
Z5_Tabela 97. Etap I planowanej modernizacji

Przegroda /system /komponent	Stan obecny	Stan planowany
Ściany zewnętrzne	Pustak, docieplenie 12/15 cm U = 0,226 W/m ² *K	docieplenie do poziomu U = 0,10* W/m ² *K
Dachu	Konstrukcja stalowa, docieplona wełną mineralną U = 0,246 W/m ² *K	docieplenie do poziomu U = 0,10* W/m ² *K
Ślusarka okienna	Ślusarka aluminiowa U = 2,0 W/m ² *K g = 0,7	Wymiana na okna: U = 1,2 W/m ² *K g = 0,5
	Brak urządzeń zacinających Stopień zacienienia wynikający z usytuowania budynku oraz warunków pogodowych – 30% latem, 20% zimą.	Brak urządzeń zacinających Stopień zacienienia wynikający z usytuowania budynku oraz warunków pogodowych – 30% latem, 20% zimą.
Drzwi zewnętrzne	Wymieniono na nowe, U = 2,0 W/m ² *K	Wymiana na drzwi: U = 1,2W/m ² *K
Źródło ciepła	Węzeł ciepłowniczy sprawność $\eta_g = 0,93$	Pompa ciepła COP = 3,00


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 437/477

Przełoga /system /komponent	Stan obecny	Stan planowany
System ogrzewania	Sprawność przesyłu $\eta_d = 0,96$ wykorzystania $\eta_e = 0,93$	Sprawność przesyłu $\eta_d = 1,00$ wykorzystania $\eta_e = 0,93$
Wentylacja	Mechaniczna	Mechaniczna z odzyskiem ciepła, sprawność odzysku $\eta = 0,65$
Wytwarzanie c.w.u.	Węzeł ciepłowniczy sprawność $\eta_w = 0,65$	Pompa ciepła COP = 1,85
Układ chłodzenia	Klimatyzacja	Pompa ciepła współczynnik efektywności chłodzenia 3,5
Fotowoltaika na dachu	Brak	Moc – 81,6 kW, powierzchnia 326,0 0m ² , produkcja 81,13 MWh
Fotowoltaika na wiatach parkingowych - carport	Brak	Moc – 26,6 kW, powierzchnia 106,00 m ² , produkcja 23,88 MWh

Wyniki obliczeń przeprowadzonych w modelu RetScreen Expert przedstawiono w poniższych tabelach oraz na poniższych rysunkach:



Z5_Rys. 86. Wyniki obliczeń – budynki w ostonie OKW7

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 438/477


Z5_Tabela 98. Podsumowanie I etapu modernizacji

Zużycie paliwa	Energia końcowa c.o., c.w.u., wentylacja	Energia kończąca chłód	Energia elektryczna	Razem
	kWh	kWh	kWh	kWh
Stan bazowy	146 797	38 818	184 459	370 074
Stan planowany	33 914	34 685	79 427	148 026
Oszczędność paliwa	112 883	4 132	105 033	222 048
Oszczędność paliwa – procent	76,9 %	10,6 %	56,9 %	60 %

Porównanie wskaźnikowe rezultatów dla budynku zlokalizowanego w osłonie kontrolnej OKW8 zestawiono w poniższej tabeli.

Z5_Tabela 99. Wyniki obliczeń– budynek w osłonie OKW8

	Stan bazowy	Stan planowany
Lata realizacji	-	do roku 2050
Redukcja zapotrzebowania na energię końcową dla osłony kontrolnej	-	-60,0%
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej, kWh/m ² rok	479	192
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja – ciepło sieciowe, kWh/m ² rok	116	
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja – energia elektryczna, kWh/m ² rok	-	76
Sprawność całkowita – ogrzewanie, %	83	279
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: c.w.u. – ciepło sieciowe, kWh/m ² rok	74	
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: c.w.u. – energia elektryczna, kWh/m ² rok		32
Sprawność całkowita – c.w.u., %	65	185
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja, c.w.u. – ciepło sieciowe, kWh/m ² rok	190	-

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 439/477

	Stan bazowy	Stan planowany
Lata realizacji	-	do roku 2050
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja, c.w.u. – energia elektryczna, kWh/m ² rok	-	44

Możliwości modernizacji w celu ograniczenia zużycia energii elektrycznej²⁰⁸:

- Odzysk ciepła pochodzącego z urządzeń chłodniczych i wykorzystanie go do ogrzewania budynku. Dzięki takiemu rozwiązaniu ograniczamy również koszty związane z pracą klimatyzatorów, ponieważ ciepło generowane przez urządzenia chłodnicze jest wyprowadzane ze sklepu.

Zmniejszenie zapotrzebowania na energię elektryczną z sieci może zostać zrealizowane poprzez montaż instalacji fotowoltaicznej na dachu sklepu oraz na parkingu przy sklepie należącym również do sieci handlowej.

ŹRÓDŁA ENERGII ELEKTRYCZNEJ

W celu zabezpieczenia potrzeb energetycznych występujących w budynku proponuje się zainstalowanie rozwiązań, o których wspomniano w poprzednim rozdziale.

Najważniejsze informacje na temat instalacji fotowoltaicznej dla budynku w osłonie kontrolnej OKW8 przedstawia poniższa tabela.

Z5_Tabela 100. Montaż instalacji PV – produkcji energii i koszty

Miejsce instalacji PV	Podstawowe parametry	Moc	Produkcja roczna	Uzysk	Koszt instalacji
		kWp	MWh	MWh/kWp	zł
Sklep - na dachu	– Powierzchnia: 326 m ² – Kąt nachylenia: 34° – Azymut: 0°	81,6	81,13	0,99	293 760
Fotowoltaika na wiatkach parkingowych - carport	– Powierzchnia: 106 m ² – Kąt nachylenia: 3° – Azymut: 45°	26,6	23,88	0,90	162 260
RAZEM		108,2	105,01		456 020

²⁰⁸ <https://wysokienapiecie.pl/38089-sieci-handlowe-musza-szukac-energetycznych-oszczednosci/>

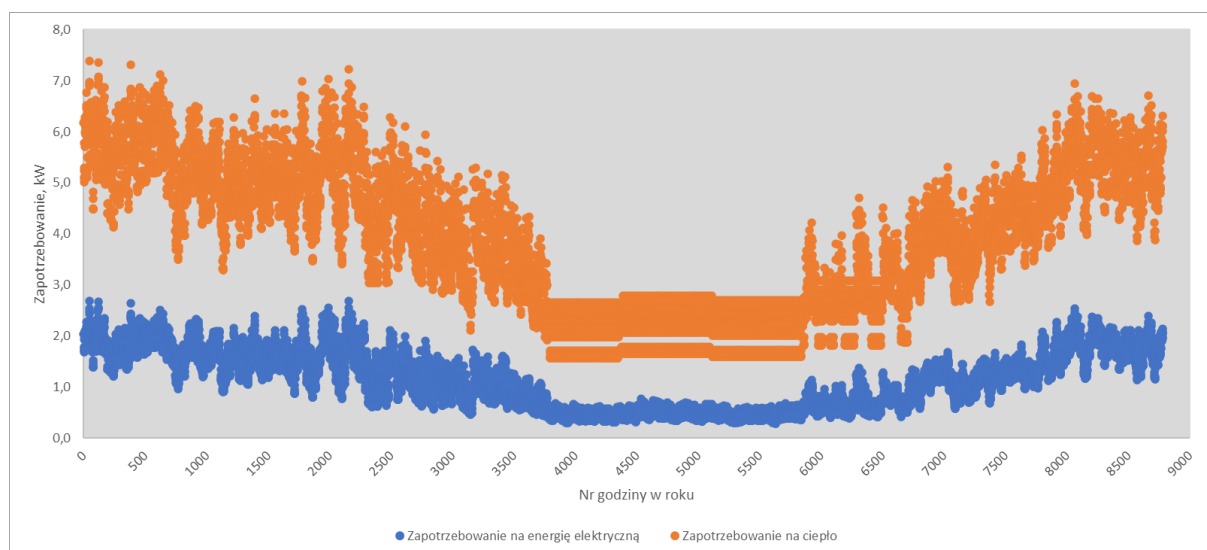


W osłonie kontrolnej OKW7 sumaryczna moc zainstalowana w technologii paneli fotowoltaicznych wynosi 108,2 kWp. Roczny wolumen energii elektrycznej pochodzącej z wyżej wymienionych instalacji to 105,01 MWh. Koszt instalacji PV w osłonie OKW8 wynosi 456 020 zł.

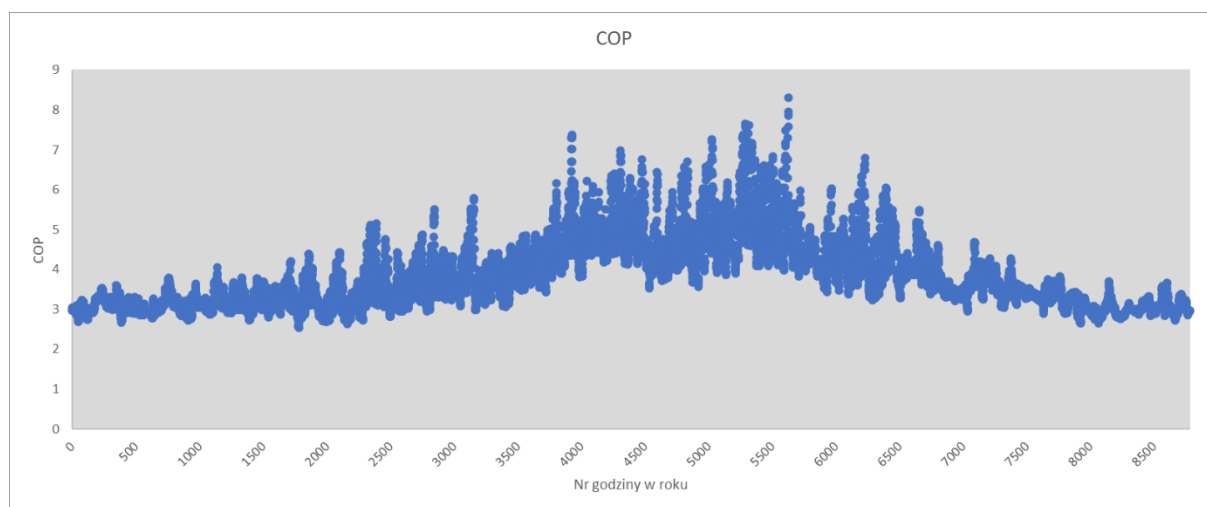
ELEKTRYFIKACJA CIEPŁOWNICTWA – ZASTOSOWANIE POMP CIEPŁA

W zakresie elektryfikacji ciepłownictwa przeanalizowano wykorzystanie pompy ciepła do zastosowań w sektorze usług publicznych. Założenia zostały opisane w niniejszym rozdziale, a metodologia obliczeń jest tożsama jak w przypadku pozostałych osłon.


Wykres zmienności zapotrzebowania na ciepło dla analizowanego budynku i wynikającą z tego wartość chwilowego zapotrzebowania na energię elektryczną dla pompy ciepła oraz chwilowe wartości współczynnika COP dla pompy ciepła przedstawiono na poniższych rysunkach.



Z5_Rys. 87. Zmienność zapotrzebowania na ciepło w budynku oraz zapotrzebowania na energię elektryczną dla pompy ciepła



Z5_Rys. 88. Zmienność współczynnika COP pompy ciepła

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 441/477

Z5_Tabela 101. Wzrost zapotrzebowania na moc elektryczną wynikający z zainstalowania pomp ciepła wewnątrz osłony kontrolnej OKW8

Źródło ciepła CO	Parametr	OKW8	
		2020	2050
	Analizowany rok	2020	2050
	Wskaźnik zużycia, kWh/m ² /rok	190	44
	Wartość względem roku 2020	100 %	23%
	Zapotrzebowanie roczne CO, GJ/rok	38	9
	Zapotrzebowanie roczne CWU, GJ/rok	85	85
	Zapotrzebowanie roczne CO+CWU, GJ/rok	123	94
Ogrzewanie/wentylacja	COP	-	3,0
	Zużycie energii elektrycznej przez pompy ciepła, MWh/rok	-	9

ANALIZA POKRYCIA BILANSU BUDYNKU w MONIZMIE ELEKTRYCZNYM ORAZ WPŁYWU ŹRÓDEŁ OZE NA SIEĆ ELEKTROENERGETYCZNĄ

W celu określenia stopnia niezbilansowania potrzeb w zakresie energii elektrycznej przeprowadzono analizę polegającą na określeniu godzinowych profili poboru i produkcji energii elektrycznej. Zestawienie potrzeb w zakresie energii elektrycznej oraz wolumenów produkcji ze źródeł odnawialnych zlokalizowanych na budynku przedstawiono w poniższych tabelach.

Z5_Tabela 102. Popyt i podaż energii elektrycznej – budynek w osłonie kontrolnej OKW8

	Moc kW	Energia MWh
Zapotrzebowanie na energię elektryczną		
Energia elektryczna	-	241,82
Pompa ciepła	-	9,88
Zapotrzebowanie - SUMA		251,69
Produkcja energii elektrycznej		
Fotowoltaika na dachu	82	81,1
Fotowoltaika na wiatkach parkingowych - carport	27	23,9
Wytwarzanie energii elektrycznej - SUMA	108	105,01

Analiza została wykonana na podstawie rzeczywistych wartości pozyskanych w trakcie gromadzenia danych.

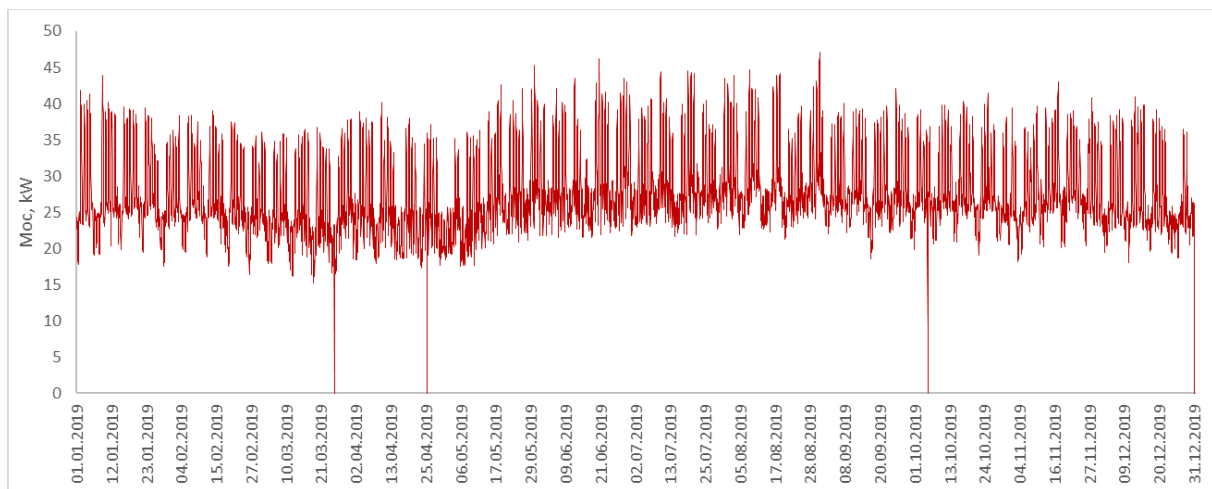


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

Nr ewidencyjny
189/TE/2022

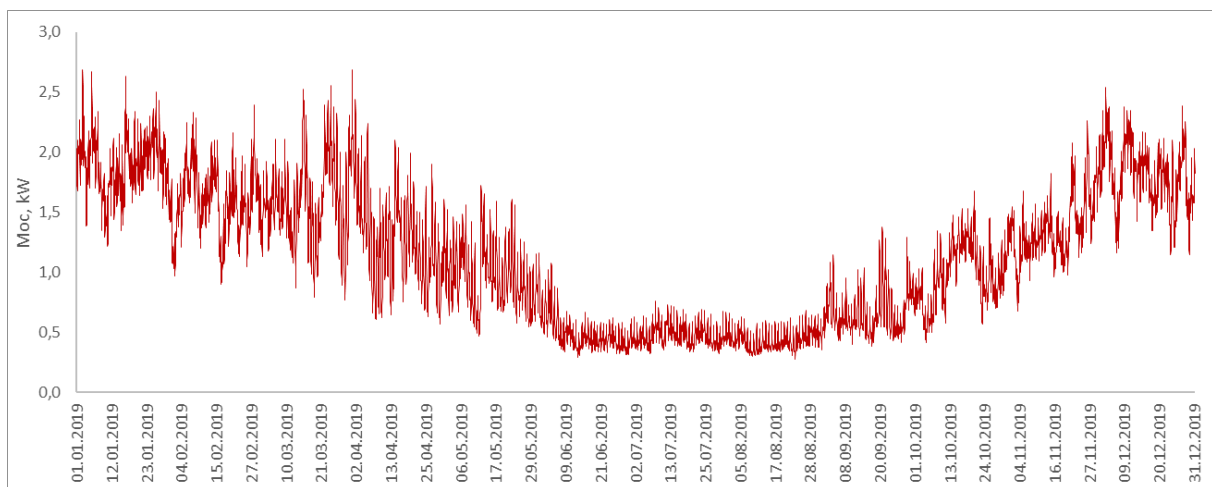
Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
442/477

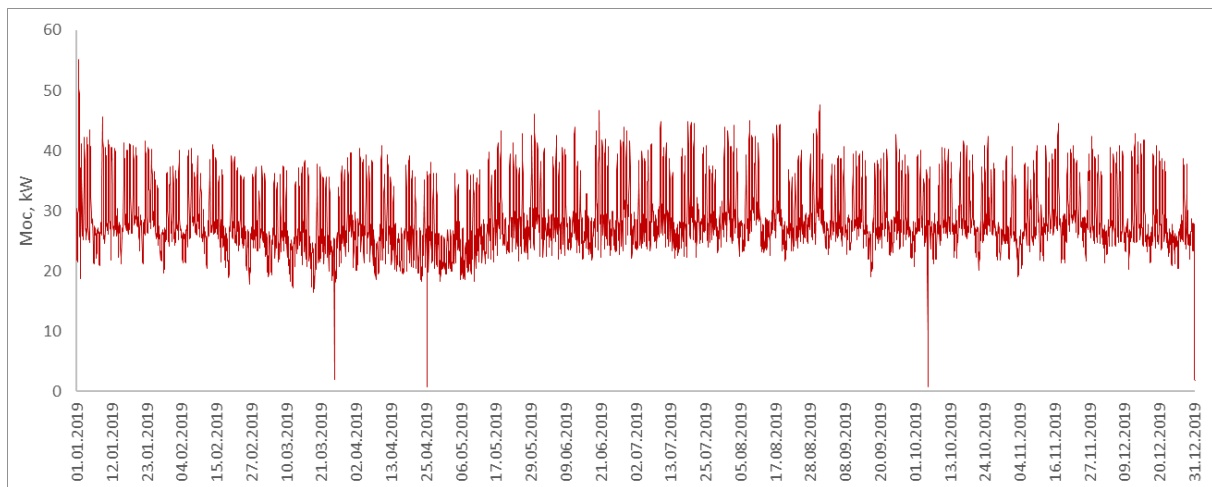


Z5_Rys. 89. Profil zapotrzebowania budynku wielorodzinnego w osłonie OKW8 – stan obecny (2019)

Przeanalizowano wpływ elektryfikacji ciepłownictwa na profil zapotrzebowania (po pasywizacji budownictwa). Zakłada się pokrycie za pomocą pomp ciepła zarówno potrzeb ogrzewania jak i przygotowania c.w.u. Profil zapotrzebowania pompy ciepła oraz sumaryczny profil w monizmie elektrycznym zamieszczono poniżej.

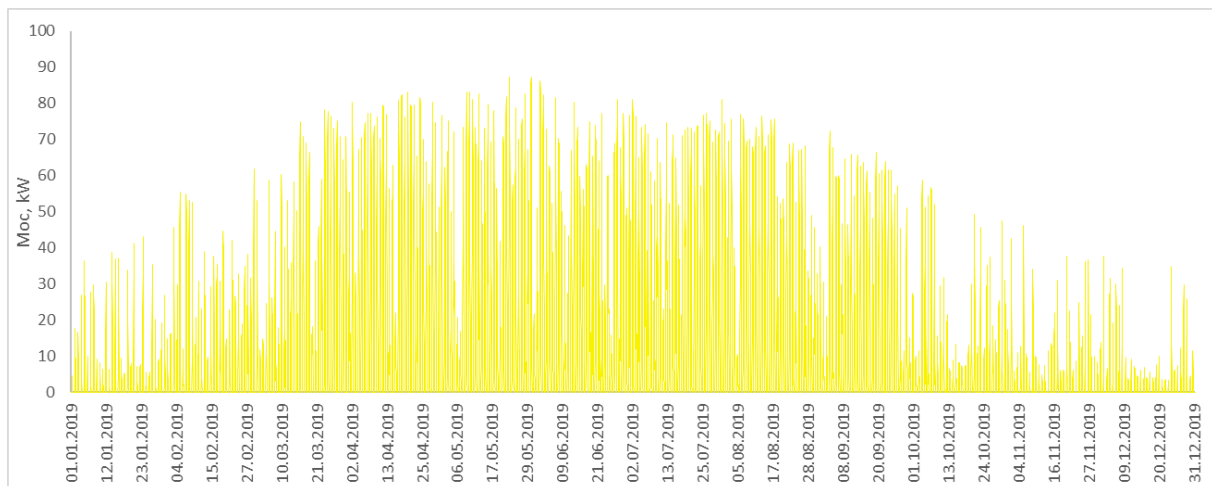


Z5_Rys. 90. Profil zapotrzebowania energii elektrycznej na potrzeby c.o. i c.w.u. w monizmie elektrycznym



Z5_Rys. 91. Profil zapotrzebowania budynku na energię elektryczną i ciepło (za pomocą pomp ciepła)

Zestawienie zainstalowanych mocy w poszczególnych technologiach OZE przedstawia poniższy rysunek.



Z5_Rys. 92. Profil produkcji źródeł PV

Analogicznie jak w przypadku pozostałych analizowanych osłon, poniżej przedstawiono profile niezbilansowania budynku bez pompy ciepła oraz z jej wykorzystaniem.

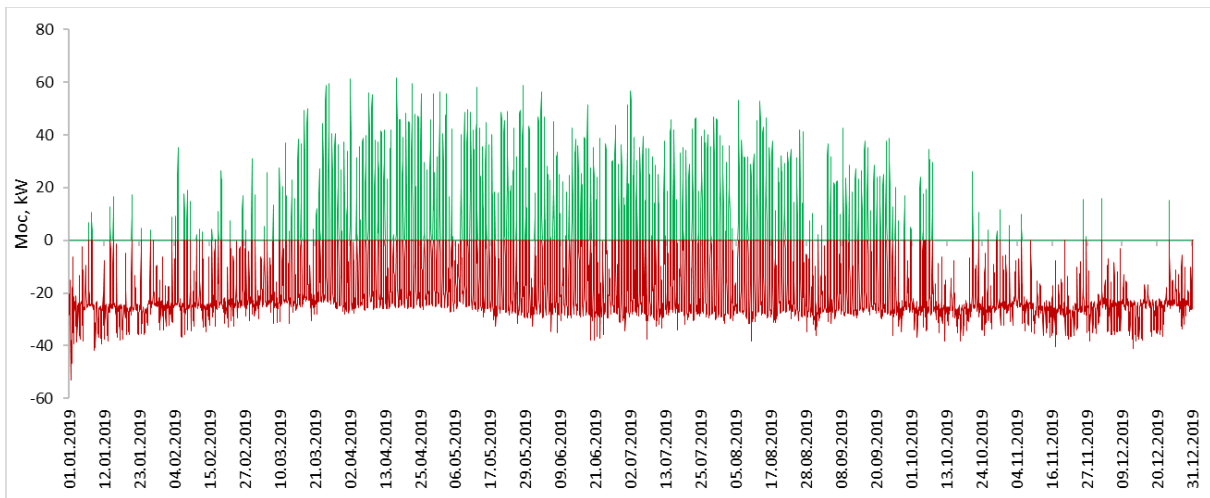


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

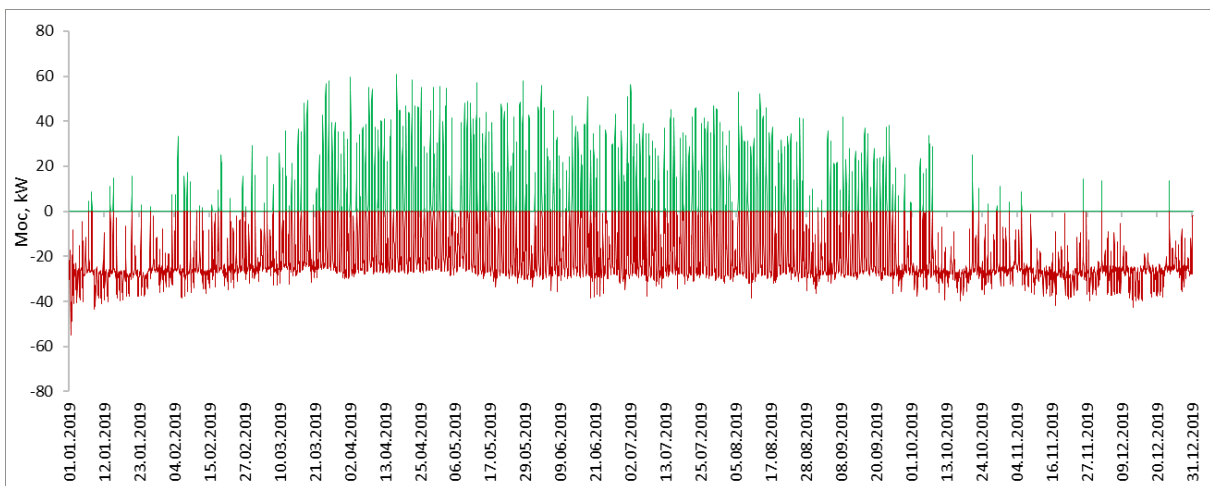
Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

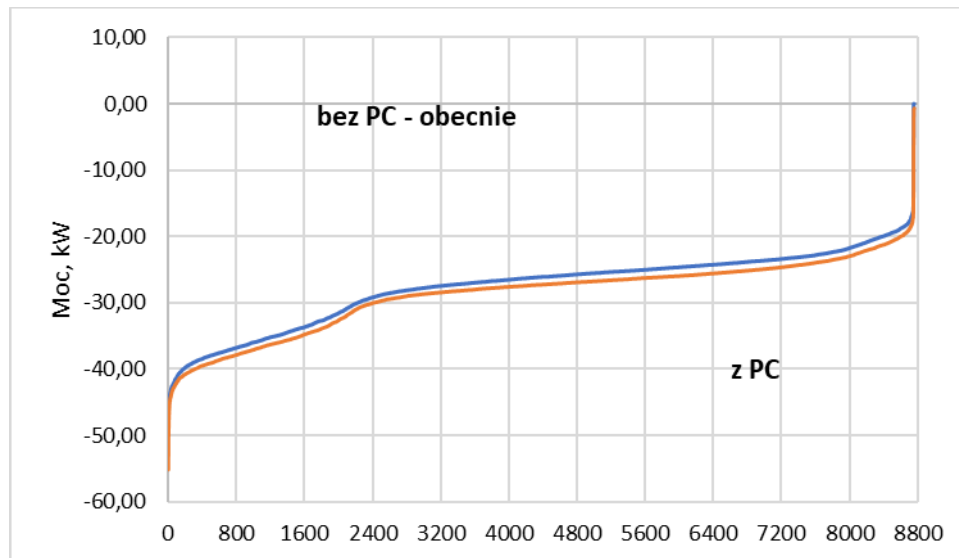
Strona/Stron
444/477



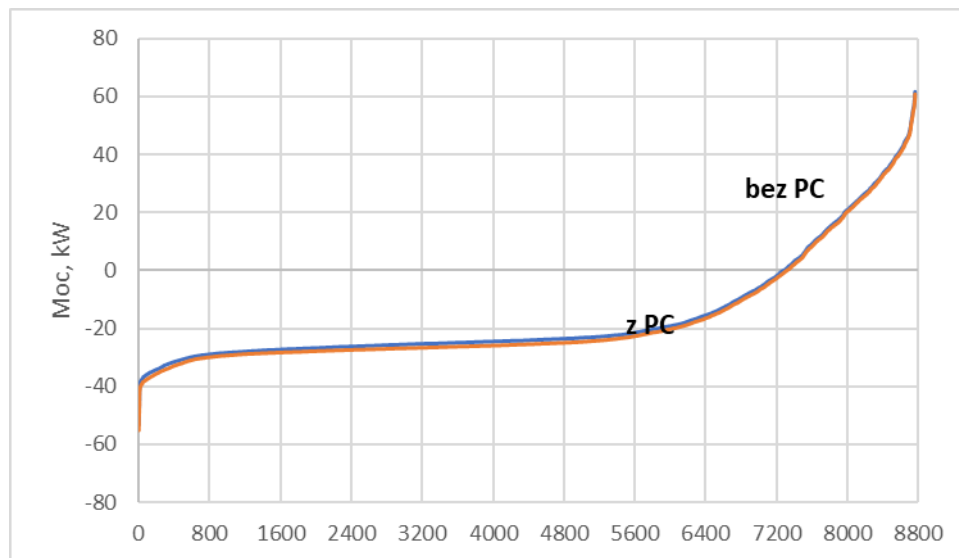
Z5_Rys. 93. Profil niezbilansowania budynku bez pompy ciepła



Z5_Rys. 94. Profil niezbilansowania budynku z pompą ciepła



Z5_Rys. 95. Uporządkowany profil niezbilansowania bez źródeł OZE




Z5_Rys. 96. Uporządkowany profil niezbilansowania ze źródłami OZE

Zastosowana w osłonie OKW8 instalacja PV pozwala na osiągnięcie w ujęciu rocznym ponad 33 MWh nadwyżki produkcji energii. Na podstawie profili niezbilansowania można stwierdzić, że wykonana pasywizacja oraz dobór odpowiedniej pompy ciepła pozwoli uzyskać efekt pokrycia przez źródła OZE zapotrzebowania na energię elektryczną pompy ciepła.

SEKTOR TRANSPORTU

Ostona kontrolna OKW8 obejmuje centrum handlowe. Podobnie jak w przypadku osłony OKW4 można wnioskować, że rosnący trend oraz kuszenie specjalnymi rabatami odwiedzających spowoduje

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 446/477

wzrost liczby miejsc parkingowych z dostępem do ładowania pojazdu elektrycznego. Przyjęto metodykę i założenia identyczne jak w przypadku osłony OKW4.

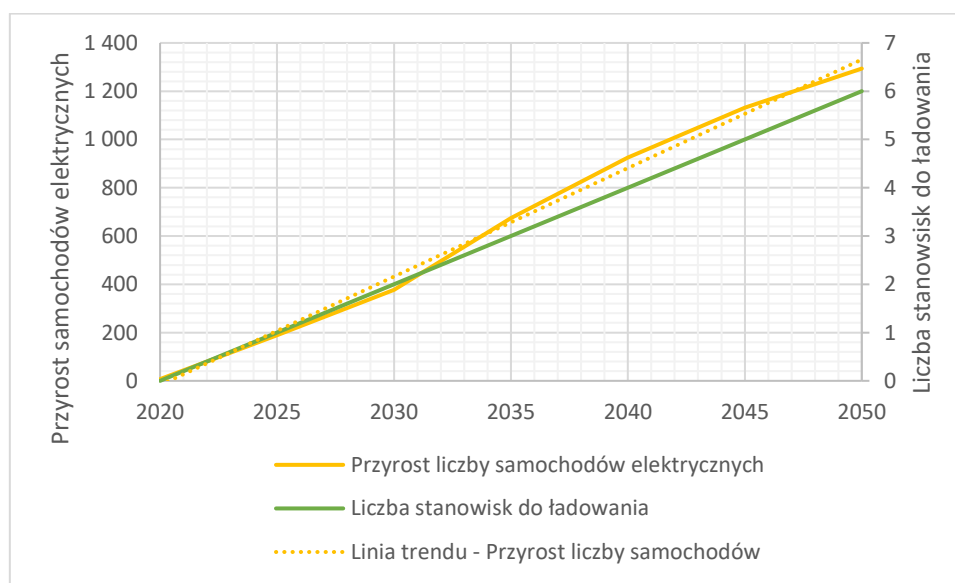
Z5_Tabela 103. Przyrost liczby samochodów z napędem elektrycznym zgodnie z wytycznymi OKW2

		2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Osobowe, szt.	Hybryda+BEV	6,6	123,2	238,5	369,6	473,0	566,5	637,4
	BEV	0,5	65,1	136,7	297,6	439,8	546,5	632,3
Dostawcze - BEV, szt.		0,0	0,1	2,1	6,8	12,3	18,5	24,1
Suma		7,1	188,3	377,3	674,0	925,1	1 131,5	1 293,7


Mając na uwadze rosnącą skalę wzrostu udziału samochodów elektrycznych, celem zaspokojenia potrzeb budynku osłony kontrolnej OKW8 przyjmuje się, że docelowa liczba stanowisk, na których można ładować pojazd elektryczny będzie wynosiła docelowo 20 % wszystkich miejsc parkingowych.

Z5_Tabela 104. Liczba miejsc mogących parkingowych na których można ładować pojazd elektryczny

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Liczba miejsc parkingowych	30						
Procentowy udział ładowarek na parkingu	0%	3%	7%	10%	14%	17%	20%
Liczba ładowarek na parkingu	0	1	2	3	4	5	6



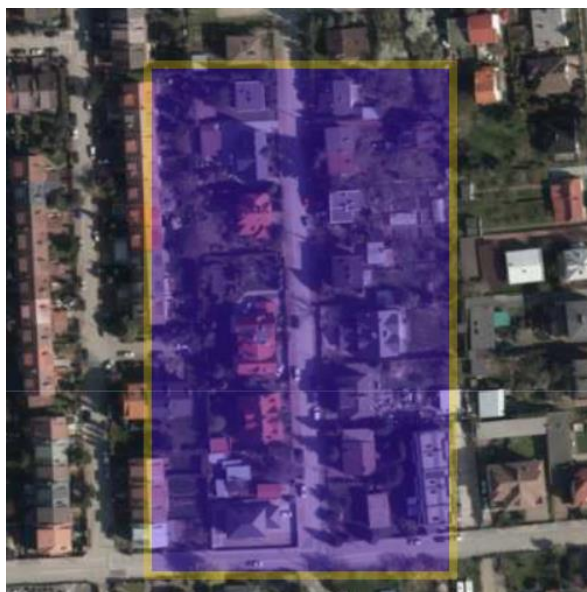
Z5_Rys. 97. Osłona kontrolna OKW8 – wskaźniki parkingowe

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 447/477</p>

W przypadku budynku osłony OKW8 liczba miejsc, na których będzie można ładować pojazd elektryczny wyniesie docelowo 6 w 2050 roku. Rosnący trend liczby stanowisk, na których będzie można ładować pojazd elektryczny wynika – tak samo jak w przypadku osłony OKW8 – z handlowo-usługowego charakteru obiektu, który będzie przyciągał klientów potencjalnymi promocjami.


8. Osłona kontrolna OKW9 – budownictwo jednorodzinne starszego typu

Osłona kontrolna OKW9 obejmuje 15 budynków jednorodzinnych, dwukondygnacyjnych. Zlokalizowane są w obrębie jednego osiedla mieszkaniowego w dzielnicy Ursynów. Wszystkie budynki zostały zbudowane w okolicach lat 70 ubiegłego wieku w technologii starszego typu budownictwa. Ściany nie posiadają izolacji, a zaopatrzenie w ciepło (zarówno na potrzeby c.o. jak i c.w.u.) następuje przy pomocy urządzeń wykorzystujących gaz ziemny. Poglądowe zdjęcie budynków przedstawiono poniżej.



Z5_Rys. 98. Rzut osłony kontrolnej OKW9²⁰⁹.

²⁰⁹ Opracowanie własne na podstawie GEOPORTAL

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 448/477</p>




Z5_Rys. 99. Zdjęcie budynku wchodzącego w skład osłony kontrolnej OKW9²¹⁰

W poniższej tabeli przedstawiono opis techniczny poszczególnych elementów budynku reprezentatywnego dla OKW9. Podstawowe dane opisujące analizowane budynki w roku 2021 przedstawiają poniższe tabele

Z5_Tabela 105. Opis techniczny elementów budynku reprezentatywnego OKW9

Element	Opis
Konstrukcja	Tradycyjna
Ściany zewnętrzne	Ściany murowane, brak izolacji termicznej, 41 cm
Okna zewnętrzne	Stare PCV, współczynnik przenikania ciepła U= 2,2
Drzwi zewnętrzne	U=2,2

²¹⁰ Opracowanie własne na podstawie Mapy Google

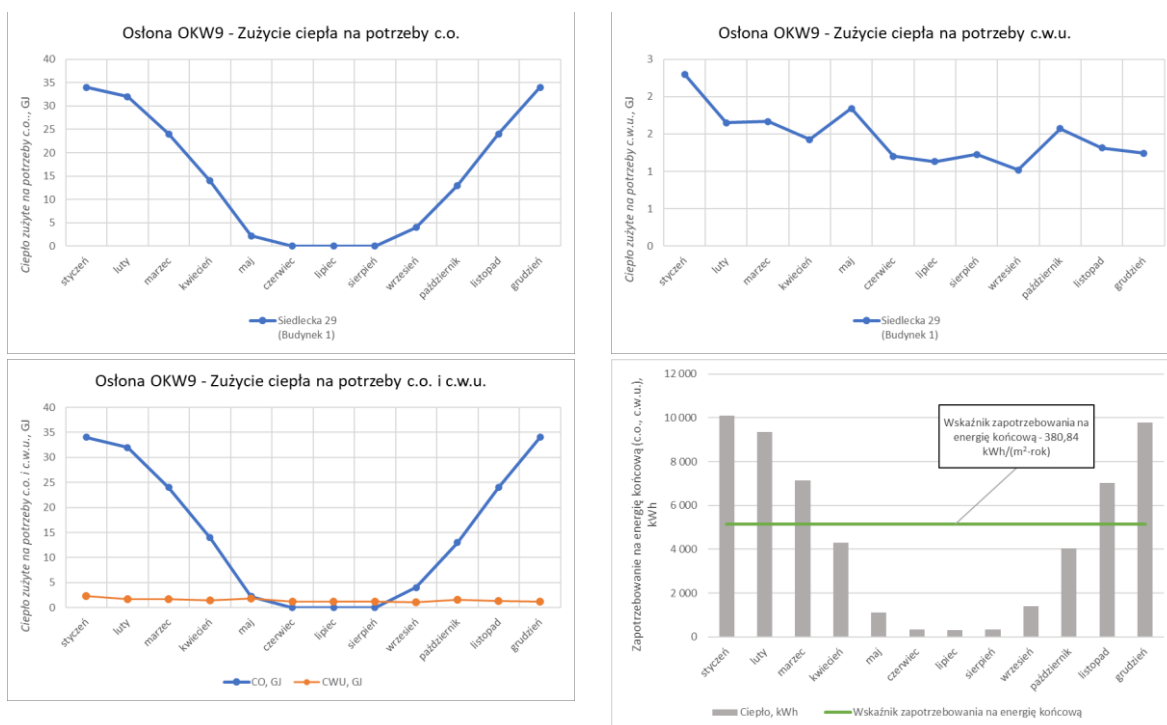
	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 449/477

Z5_Tabela 106. Osłona kontrolna OKW9 – podstawowe informacje oraz zużycie gazu i energii elektrycznej

	Budynek	OKW9
Przybliżony rok budowy	1975	
Rodzaj i grubość izolacji	Brak izolacji	
Mieszkania		
Liczba	1	15
Powierzchnia użytkowa, m ²	148	2220
Roczne zużycie gazu, MWh	55,22	167,22
Roczne zużycie en. elektr., MWh	4	60
Liczba mieszkańców	4	60
Źródło ciepła dla budynku	kocioł gazowy kondensacyjny	
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową (c.o. i c.w.u.), kWh/m²/rok	380,84	
Moc przyłącza	b.d.	

Z5_Tabela 107. Osłona kontrolna OKW9 – zbiorcze podsumowanie rocznego zużycia energii. Stan na rok 2021.

	Osłona kontrolna OKW9
Budynki	
Liczba	15
Powierzchnia użytkowa, m ²	2220
Zużycie energii elektrycznej, MWh	
W budynkach	60
Zużycie ciepła, GJ	
c.o.	2718,00
c.w.u.	263,99




Z5_Rys. 100. Wykresy zmienności zużycia ciepła w budynku osłony OKW9 oraz wartość wskaźnika zapotrzebowania na energię końcową

MOŻLIWOŚCI w ZAKRESIE PASYWIZACJI BUDOWNICTWA

W ramach analizy przyjęto realizację przedsięwzięć zmniejszających zapotrzebowanie na energię końcową budynków mieszkalnych jednorodzinnych starszego typu zlokalizowanych w osłonie kontrolnej.

Działania przyjęte do realizacji dla budynku jednorodzinnego wolnostojącego znajdującego się w osłonie kontrolnej OKW9 zakładają termomodernizację budynku (po ewentualnym uprzednim usunięciu istniejącego ciepłen), wymianę stolarki okiennej i drzwiowej oraz zmianę źródła ciepła i c.w.u. z kotła gazowego na pompę ciepła oraz montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, a także montaż OZE na dachu.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 451/477


Z5_Tabela 108. Zestawienie działań pasywyzacyjnych oraz działań w zakresie wytwarzania energii odnawialnej – budynek w osłonie kontrolnej OKW9

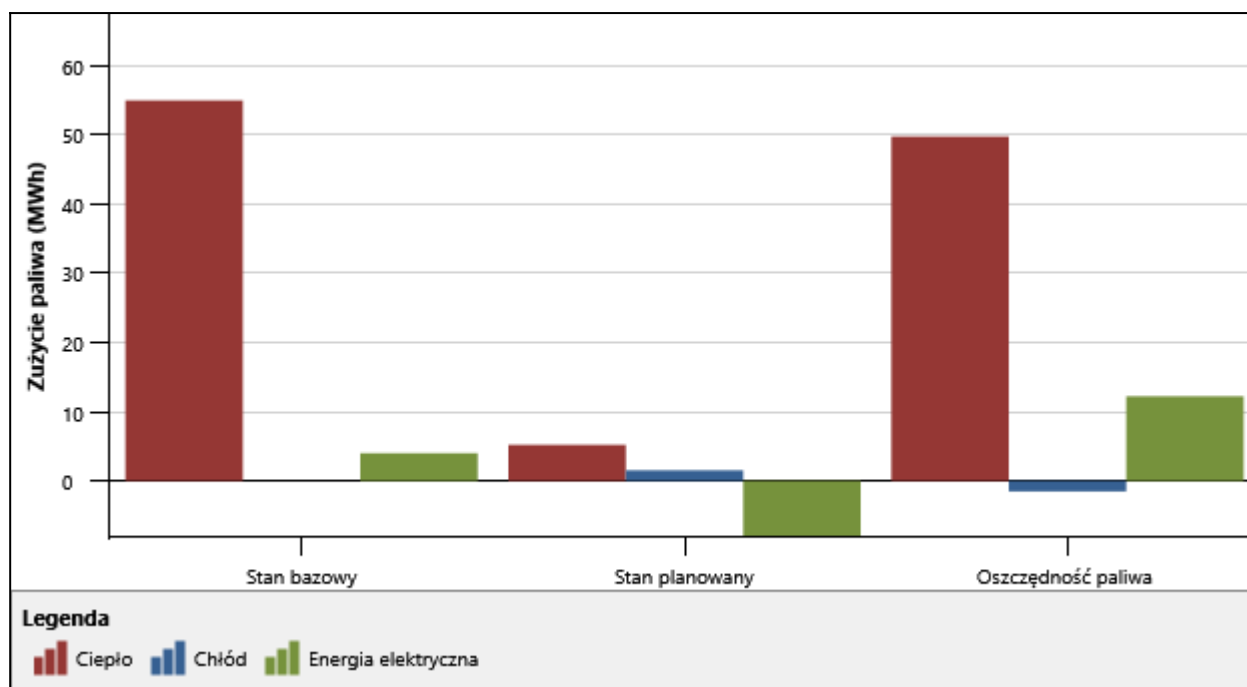
Przegroda /system /komponent	Stan obecny	Stan planowany Do roku 2050
Ściany zewnętrzne	Ściany murowane, brak izolacji termicznej, 41 cm $U = 1,024 \text{ W/m}^2\text{K}$	docieplenie do poziomu $U = 0,10^* \text{ W/m}^2\text{K}$
Strop na poddaszu	Żelbet, brak izolacji termicznej $U = 1,023 \text{ W/m}^2\text{K}$	docieplenie do poziomu $U = 0,10^* \text{ W/m}^2\text{K}$
Podłoga nad piwnicą	Żelbet, brak izolacji termicznej $U = 1,019 \text{ W/m}^2\text{K}$	docieplenie do poziomu $U = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
Okna zewnętrzne	Okna PCV, stare $U = 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g = 0,5$	Wymiana na okna: $U = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g = 0,5$
Drzwi zewnętrzne	Drzwi $U = 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$	Wymiana na drzwi: $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
Źródło ciepła	Kocioł gazowy, sprawność $\eta_g = 0,85$	Pompa ciepła COP = 3,0
System ogrzewania	-	Sprawność przesyłu $\eta_d = 1,00$ wykorzystania $\eta_e = 0,93$
Wentylacja	Grawitacyjna	Mechaniczna z odzyskiem ciepła, sprawność odzysku $\eta = 0,65$
Wytwarzanie c.w.u.	Kocioł kondensacyjny, sprawność $\eta_g = 0,93$	Pompa ciepła COP = 1,85 Redukcja zużycia wody o 10%.**
Układ chłodzenia	Brak	Pompa ciepła współczynnik efektywności chłodzenia 3,5
Fotowoltaika na dachu	Brak	Moc – 10 kW, powierzchnia 40,00 m ² , produkcja 10,18 MWh

*Wartości wynikające z WT2021

**zastosowanie perlatorów, obniżenie ciśnienia, regulacja obiegów.

Wyniki obliczeń przeprowadzonych w modelu RetScreen Expert dla poszczególnych etapów przedstawiono w poniższych tabelach oraz na poniższych rysunkach:

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 452/477




Z5_Rys. 101. Wyniki obliczeń – budynek w osłonie OKW9

Z5_Tabela 109. Wyniki obliczeń – budynek w osłonie OKW9

Zużycie paliwa	Energia końcowa – ciepło (c.o., c.w.u., wentylacja)	Energia końcowa - chłód	Energia elektryczna – oświetlenie, domowe urządzenia elektryczne	Razem
	kWh	kWh	kWh	kWh
Stan bazowy	54 966	0	4 000	58 966
Stan planowany	5 206	1 522	-8 220	-1 493
Oszczędność paliwa	49 761	-1 522	12 220	60 459
Oszczędność paliwa - procent	90,5%	0%	306%	103%

Porównanie wskaźnikowe rezultatów podjętych działań pasywnych zestawiono w poniższej tabeli.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 453/477

Z5_Tabela 110. Wyniki obliczeń: podsumowanie działań pasywizacyjnych – osłona OKW9


	Stan bazowy	Stan planowany
Lata realizacji	-	do roku 2050
Redukcja zapotrzebowania na energię końcową dla osłony kontrolnej, %	-	102,5 %
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej, kWh/m2rok	406	-10,3
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja – gaz ziemny, kWh/m2rok	325	-
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja – energia elektryczna, kWh/m2rok	-	16
Sprawność całkowita – ogrzewanie %	85	279
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: c.w.u. – gaz ziemny, kWh/m2rok	46	-
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: c.w.u. – energia elektryczna, kWh/m2rok	-	19
Sprawność całkowita – c.w.u. %	85	185
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja, c.w.u. – gaz ziemny, kWh/m2rok	379	-
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja, c.w.u. – energia elektryczna, kWh/m2rok	-	36

ŹRÓDŁA ENERGII ELEKTRYCZNEJ

W celu zabezpieczenia potrzeb energetycznych występujących w budynku proponuje się zainstalowanie rozwiązań fotowoltaicznych. Obliczenia wolumenu energii elektrycznej możliwego do pozyskania z instalacji fotowoltaicznej wykonano analogicznie jak w przypadku pozostałych osłon.

Z5_Tabela 111. Zestawienie informacji – instalacje PV na budynku w osłonie kontrolnej OKW9

Miejsce instalacji PV	Podstawowe parametry	Moc	Produkcja roczna	Uzysk	Koszt instalacji
		kWp	MWh	MWh/kWp	zł
Fotowoltaika na dachu	– Powierzchnia: 40 m ² – Kat nachylenia: 34° – Azymut: 0°	10	10,18	1,02	36 000
RAZEM		10	10		36 000

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 454/477</p>

Dla budynku w osłonie kontrolnej OKW9 sumaryczna moc zainstalowana w technologii paneli fotowoltaicznych zamontowanych na dachu 10 kWp. Roczny wolumen energii elektrycznej pochodzącej z wyżej wymienionych instalacji to 10,18 MWh.

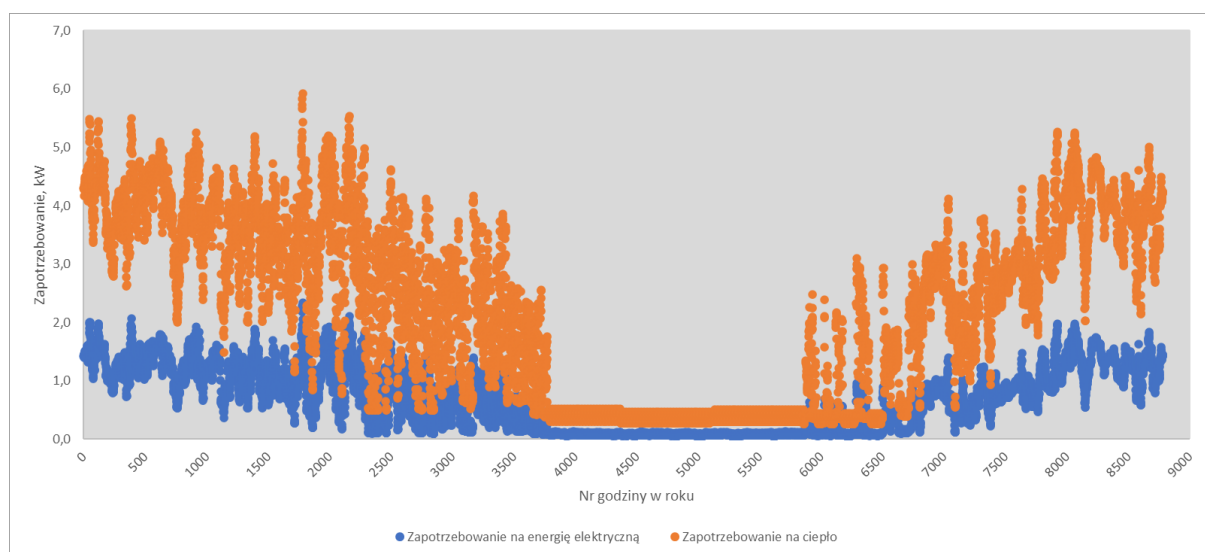
ELEKTRYFIKACJA CIEPŁOWNICTWA – ZASTOSOWANIE POMP CIEPŁA

W zakresie elektryfikacji ciepłownictwa przeanalizowano zastosowanie pomp ciepła, przyjmując analogiczną metodykę obliczeń jak w przypadku poprzednich osłon.


W celu wyznaczenia zużycia energii elektrycznej przez pompy ciepła skorzystano z poniższych danych:

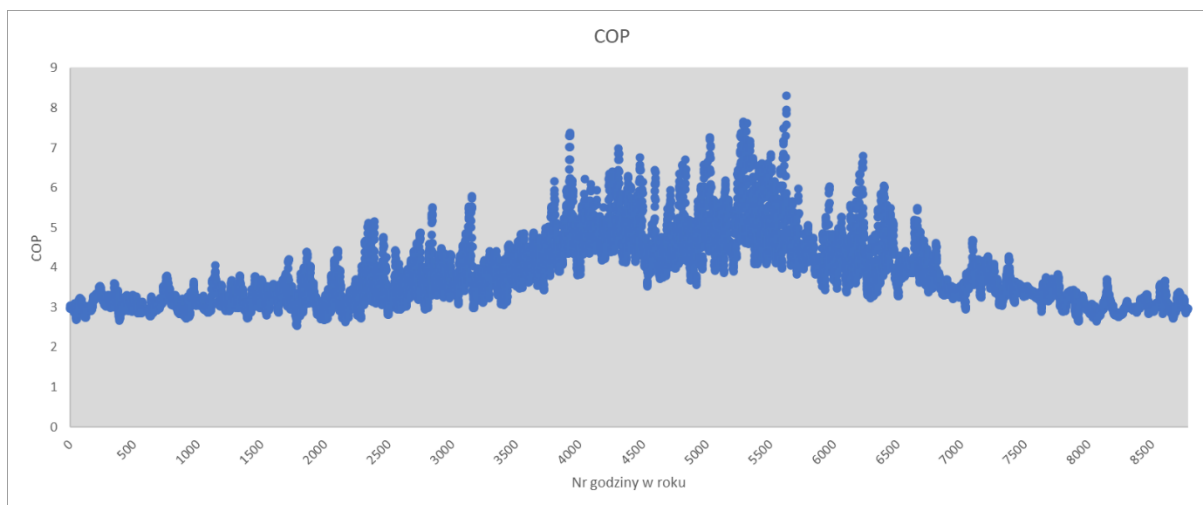
- rocznego rzeczywistego zużycia ciepła dla budynków (c.o. i c.w.u.),
- współczynników efektywności COP dla pomp ciepła (liczonych jako stosunek mocy grzewczej pompy do mocy elektrycznej pobieranej przez pompę).

Wykres zmienności zapotrzebowania na ciepło dla analizowanego budynku i wynikającą z tego wartość chwilowego zapotrzebowania na energię elektryczną dla pompy ciepła oraz chwilowe wartości współczynnika COP dla pompy ciepła przedstawiono poniżej.



Z5_Rys. 102. Zmienność zapotrzebowania na ciepło w budynku oraz zapotrzebowania na energię elektryczną dla pompy ciepła

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 455/477




Z5_Rys. 103. Zmienność współczynnika COP pompy ciepła

Z5_Tabela 112. Wzrost zapotrzebowania na moc elektryczną wynikający z zainstalowania pomp ciepła wewnątrz osłony kontrolnej OKW9

Źródło ciepła CO	Parametr	Budynek w osłonie OKW9	
		2020	2050
	Analizowany rok	2020	2050
	Wskaźnik zużycia, kWh/m2/rok	379,00	36
	Wartość względem roku 2020	100 %	9 %
	Zapotrzebowanie roczne CO, GJ/rok	54	5
	Zapotrzebowanie roczne CWU, GJ/rok	16	16
	Zapotrzebowanie roczne CO+CWU, GJ/rok	70	21
Ogrzewanie/wentylacja	COP	-	3,0
	Zużycie energii elektrycznej przez pompy ciepła, MWh/rok	-	2
Ogrzewanie podłogowe	COP	-	4,0
	Zużycie energii elektrycznej przez pompy ciepła, MWh/rok	-	1

Ponadto informacyjnie w analizie przedstawiono wartości zużycia energii elektrycznej w przypadku zmiany źródła ciepła z grzejników na ogrzewanie podłogowe. w przypadku ogrzewania podłogowego zużycie energii elektrycznej przez pompy jest niższe. w przeciwieństwie do propozycji tego wariantu w osłonie OKW2 oraz OKW3 – w osłonie OKW9 można rozważyć tę możliwość.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 456/477

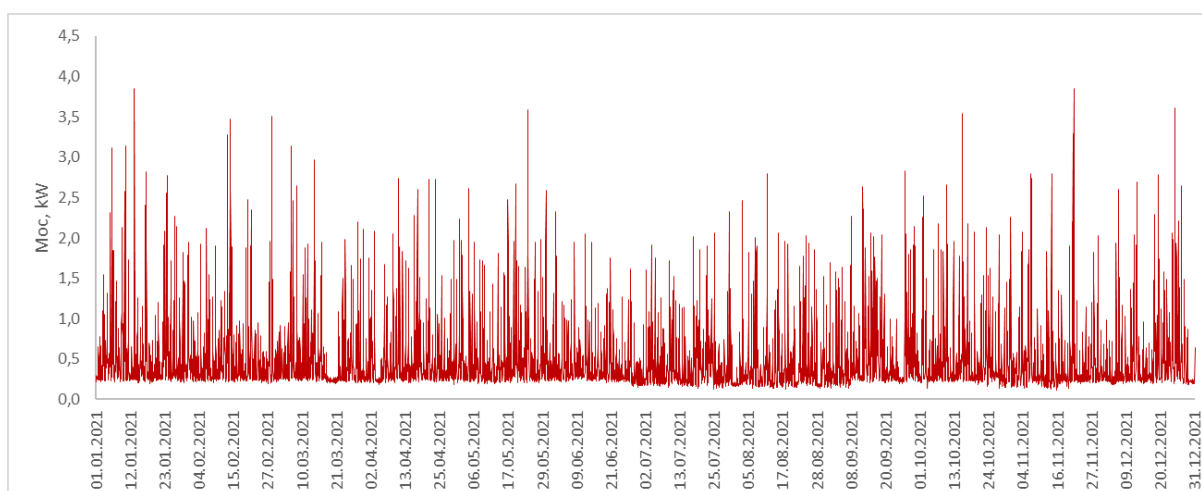
ANALIZA POKRYCIA BILANSU BUDYNKU w MONIZMIE ELEKTRYCZNYM ORAZ WPŁYWU ŹRÓDEŁ OZE NA SIĘĆ ELEKTROENERGETYCZNĄ

W celu określenia stopnia niezbilansowania potrzeb w zakresie energii elektrycznej przeprowadzono analizę polegającą na określeniu godzinowych profili poboru i produkcji energii elektrycznej oraz podjęto próbę określenia wpływu proponowanych rozwiązań na sieć elektroenergetyczną. Zestawienie potrzeb w zakresie energii elektrycznej oraz wolumenów produkcji ze źródeł odnawialnych zlokalizowanych na budynku przedstawia poniższa tabela.

Z5_Tabela 113. Popyt i podaż energii elektrycznej – budynek w osłonie kontrolnej OKW9

	Moc kW	Energia MWh
Zapotrzebowanie na energię elektryczną		
Energia elektryczna	-	4,00
Pompa ciepła	-	1,94
Zapotrzebowanie - SUMA		5,94
Produkcja energii elektrycznej		
Fotowoltaika na dachu	10	10,2
Wytwarzanie energii elektrycznej - SUMA	10	10,18

Analiza została wykonana na podstawie profili standardowego zużycia energii przez gospodarstwa tego typu.



Z5_Rys. 104. Profil zapotrzebowania budynku jednorodzinnego w osłonie OKW9 – stan obecny (2021)

Przeanalizowano wpływ elektryfikacji ciepłownictwa na profil zapotrzebowania (po pasytywacji budownictwa). Zakłada się pokrycie za pomocą pomp ciepła zarówno potrzeb ogrzewania jak i przygotowania c.w.u. Profil zapotrzebowania pompy ciepła i sumaryczny profil w monizmie elektrycznym zamieszczono na poniższych rysunkach.

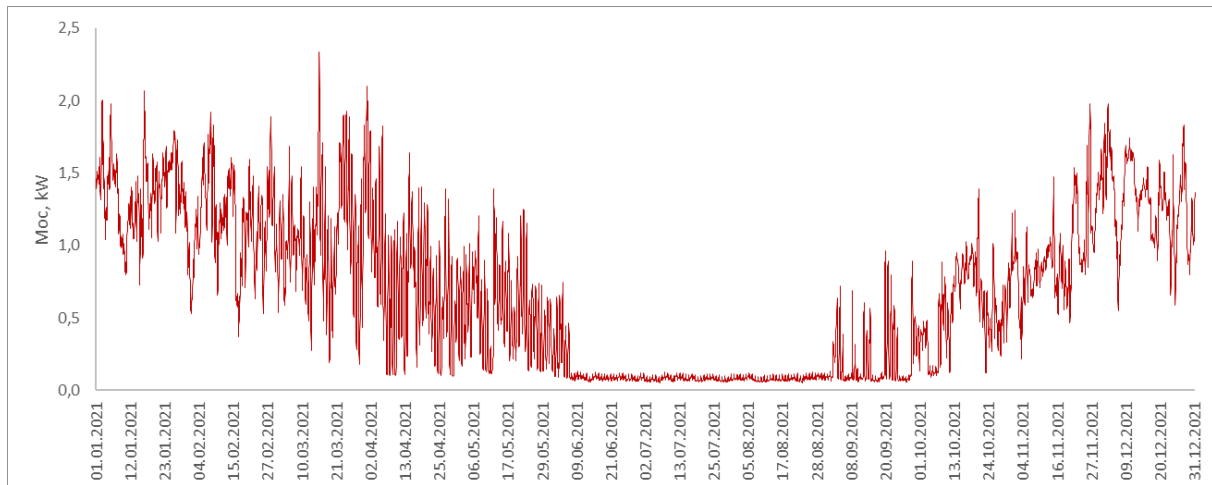


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

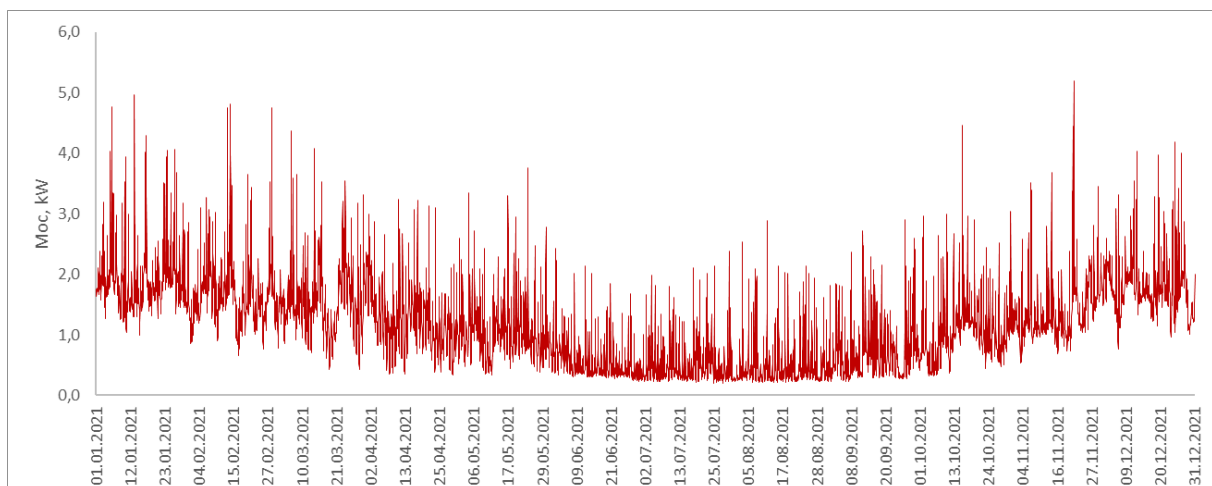
Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
457/477



Z5_Rys. 105. Profil zapotrzebowania energii elektrycznej na potrzeby c.o. i c.w.u. w monizmie elektrycznym



Z5_Rys. 106. Profil zapotrzebowania budynku na energię elektryczną i ciepło (za pomocą pomp ciepła)

Oceniając potencjał lokalnego zbilansowania założono możliwą do zainstalowania moc pochodzącą ze źródeł PV. Zestawienie produkcji z zainstalowanej mocy przedstawia poniższy rysunek.

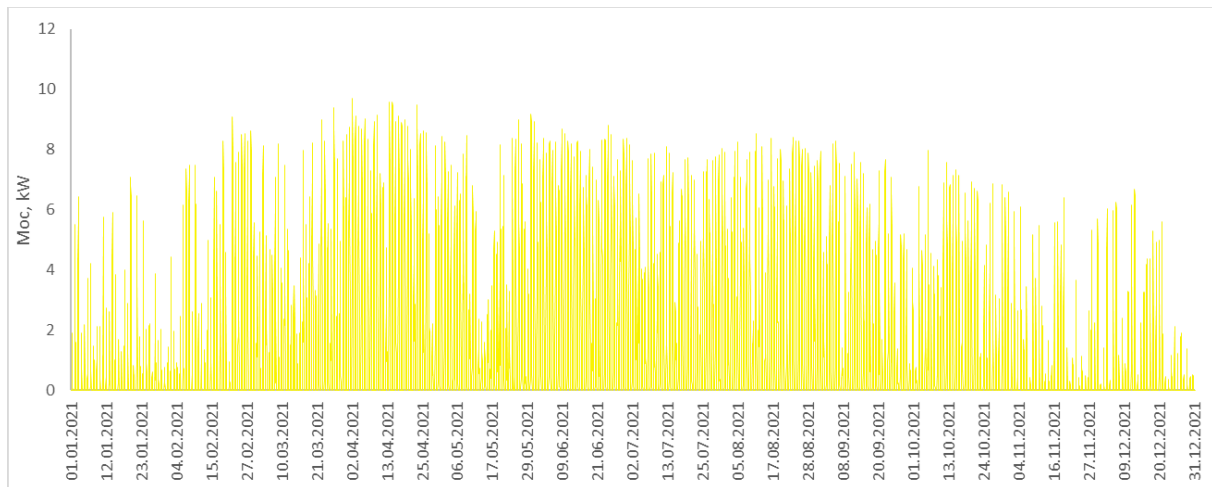


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

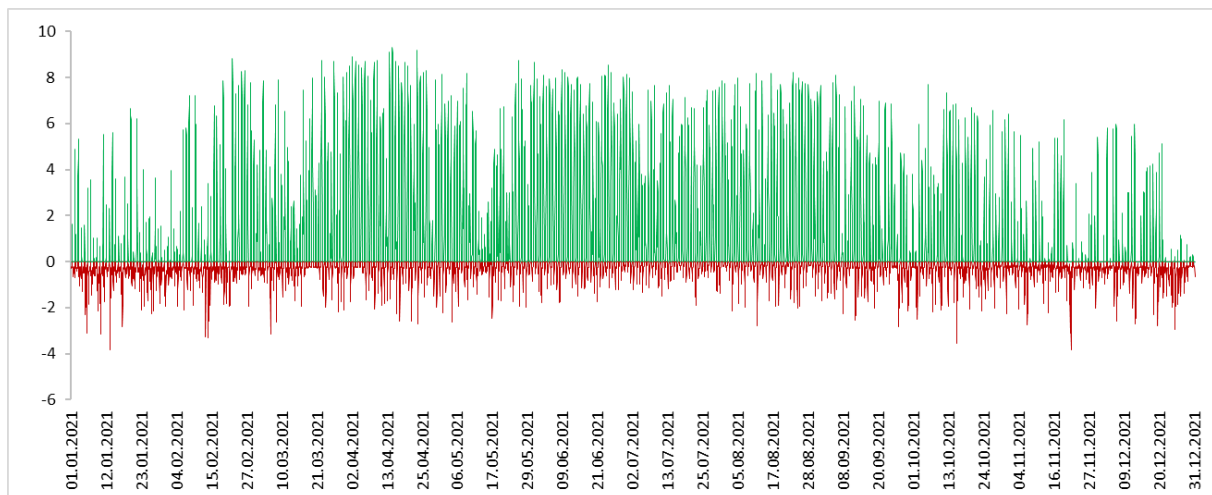
Strona/Stron
458/477



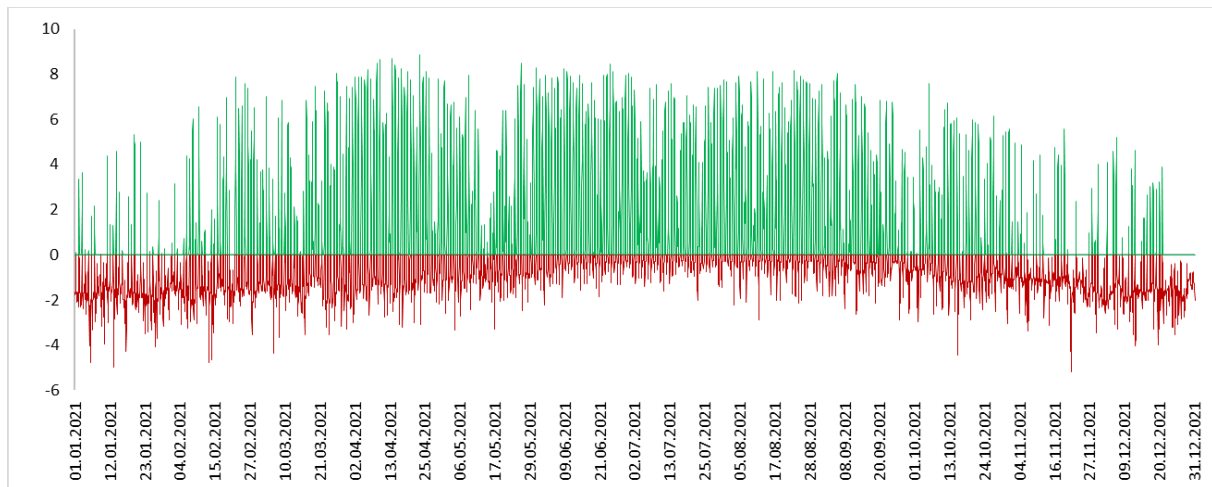
Z5_Rys. 107. Profil produkcji źródeł PV

Analizując wpływ mocy OZE, a także zastosowanie pomp ciepła oraz ładowarek samochodów elektrycznych należy brać pod uwagę konieczność zwiększenia mocy przyłączy. Budynki projektowane i budowane w tamtych latach nie były dostosowane do dzisiejszych (rosnących) potrzeb na moc elektryczną.

Profile bilansowania osłony budynku zamieszczono na poniższych rysunkach.

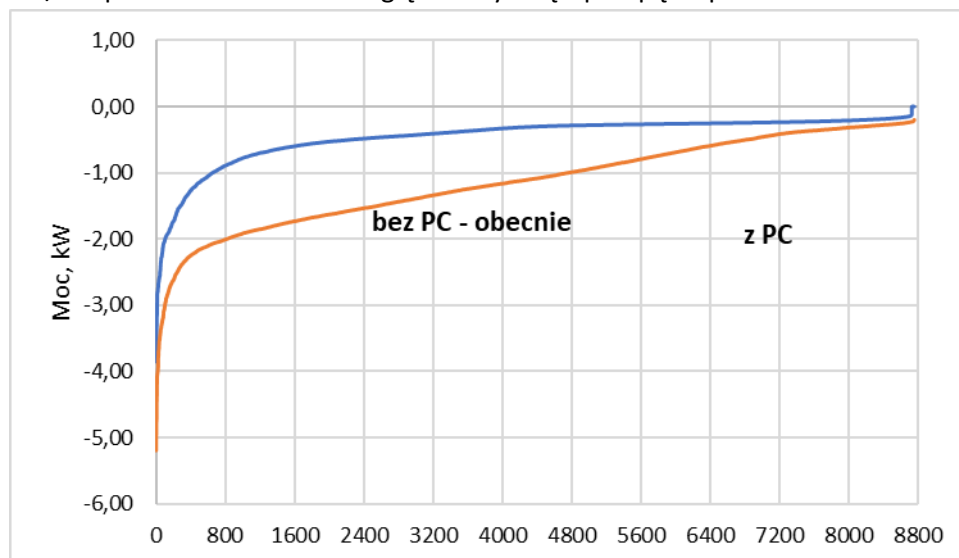


Z5_Rys. 108. Profil niezbilansowania budynku bez pompy ciepła

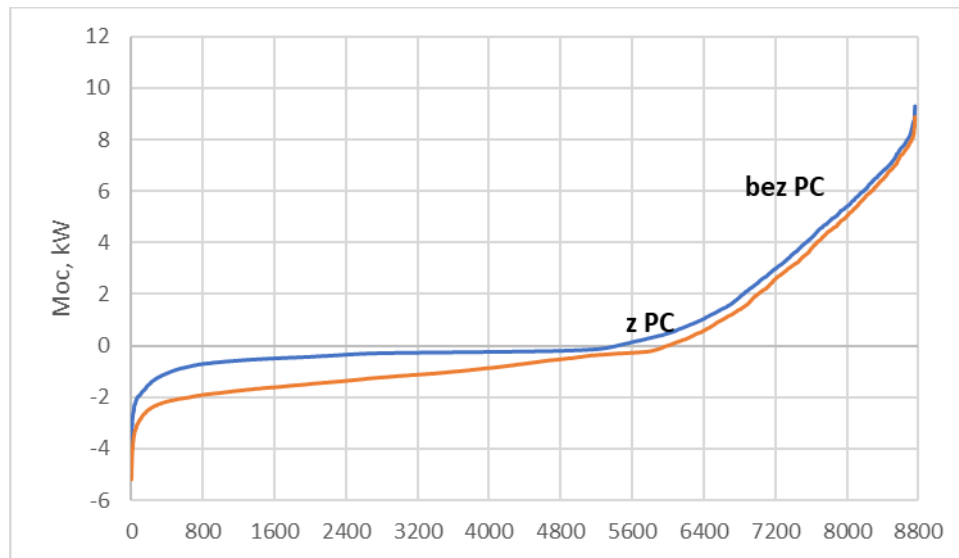


Z5_Rys. 109. Profil niezbilansowania budynku z pompą ciepła

Na podstawie poniższych profili niezbilansowania można wnioskować, że maksymalna moc zapotrzebowana z pompą ciepła jest o około 1,5 razy większa od obecnego stanu. Zainstalowanie źródeł OZE nie obniża maksymalnej mocy. Należy podkreślić, że zainstalowanie OZE pozwoli na pokrycie ok 1/3 zapotrzebowania na energię elektryczną z pompą ciepła.



Z5_Rys. 110. Uporządkowany profil niezbilansowania bez źródeł OZE




Z5_Rys. 111. Uporządkowany profil niezbilansowania ze źródłami OZE

ENERGIA (CHEMICZNA) NA POTRZEBY SEKTORA TRANSPORTU

Zapotrzebowanie na energię chemiczną na potrzeby sektora transportu na trajektorii 2020-2050 oszacowano na podstawie modelu opisanego szczegółowo w osłonie OKW2. w przypadku budownictwa jednorodzinnego zakłada się podobne podejście do metodyki obliczeń. Zakłada się, że obiekty w tej osłonie posiadają po dwa samochody z silnikiem spalinowym, pokonujące przeciętnie 16 000 km rocznie. Zostaną wymienione w krótkiej perspektywie na pojazdy z napędem elektrycznym. Głównym źródłem dostarczanej energii do pojazdów będą zainstalowane w obrębach granic działek budynków ładowarki typu Wallbox.

Z5_Tabela 114. Zapotrzebowanie na energię końcową w scenariuszu redukcji emisji zgodnie z wytycznymi OKW2 - osłona kontrolna OKW9

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Zapotrzebowanie na energię końcową - transport, MWh/rok	18,3	6,1	5,8	5,4	5,1	4,8	4,5
w tym:							
Diesel, MWh	0,0						
Benzyna, MWh	18,3						
Energia elektryczna, MWh	0,0	6,1	5,8	5,4	5,1	4,8	4,5

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 461/477

Na podstawie powyższych wskazań wyznaczono wskaźniki do samochodów elektrycznych w każdej analizowanej perspektywie czasowej z metodyką przyjętą w OKW2 i przeskalowaną do poziomu budynków jednorodzinnych. w obliczeniach uwzględniono następujące założenia:

- wyłącznie pojazdy typu BEV;
- średni roczny przebieg pojazdu elektrycznego wyniesie 16 tys. km, co oznacza dobowy przebieg samochodu na poziomie ok. 43,8 km;
- średni dobowy czas eksploatacji ładowarki – 12 h/dobę;
- średni zasięg pojazdu elektrycznego wzrasta r/r, zgodnie z danymi zawartymi w osłonie OKW2;
- rzeczywisty dystans przejechany przez samochód pomiędzy kolejnymi ładowaniami wynosi 85% średniego zasięgu pojazdu;
- średnie zużycie energii elektrycznej przez pojazd (kWh/100 km) w wyniku rozwoju technologicznego ulega obniżeniu w perspektywie 2050 roku zgodnie z danymi, które przedstawia poniższa tabela.


Z5_Tabela 115. Założenia przyjęte w analizie zapotrzebowania na energię w sektorze transportu

	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Średni zasięg pojazdu elektrycznego, km	250	300	350	400	500	600	700
Dystans przejechany pomiędzy ładowaniami pojazdu (85 % zakresu nominalnego), km	212,5	255	297,5	340	425	510	595
Zużycie energii, kWh/100 km	20	19	18	17	16	15	14
Czasookres między ładowaniami pojazdu, dni	4,85	5,82	6,79	7,76	9,70	11,63	13,57

Dla poszczególnego rodzaju ładowarek wyznaczono prędkość ładowania pojazdu wyrażoną w kilometrach odzyskiwanego (ładowanego) zasięgu na godzinę, a następnie wyznaczono czas ładowania jednego pojazdu oraz liczbę pojazdów obsługiwanych z jednej ładowarki w ciągu doby. Następnie wyznaczono czasookres pomiędzy kolejnymi doładowaniami uśrednionego pojazdu oraz liczbę pojazdów obsługiwanych przez daną ładowarkę w ciągu pojedynczego czasookresu wyznaczonego dla jednego pojazdu.

Z5_Tabela 116. Prognoza dla ładowarek elektrycznych w osłonie kontrolnej OKW9

	Moc ładowarki, kW	2022	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Prędkość ładowania pojazdu, km/h	10	50	53	56	59	63	67	71
	22	110	116	122	129	138	147	157
Czas ładowania jednego pojazdu, h	10	4,25	4,85	5,36	5,78	6,80	7,65	8,33
	22	1,93	2,20	2,43	2,63	3,09	3,48	3,79
Liczba samochodów obsługiwanych z jednej ładowarki w ciągu doby, szt./dobę	10	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0
	22	6,0	5,0	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 462/477</p>

Instalacja 1 szt. ładowarki o mocy do 10 kW pozwoli w perspektywie do 2035 naładować w ciągu doby dwa pojazdy. w perspektywie roku 2050 ładowarka o mocy 22 kW wykazuje się większym potencjałem w tym zakresie, gdyż będzie mogła obsłużyć aż 3 samochody. Z długoterminowej perspektywy czasu ładowania samochodu korzystniejszym wyborem przez konsumentów mogą być ładowarki o mocy 22 kW.

9. Osłona kontrolna OKW10 – budownictwo jednorodzinne nowego typu

Osłona kontrolna OKW10 obejmuje 15 budynków dwukondygnacyjnych. Czternaście z nich to budynki w zabudowie bliźniaczej, jeden jest wolnostojący. Zlokalizowane są w obrębie jednego osiedla mieszkaniowego w dzielnicy Ursynów. Wszystkie budynki są zbudowane w technologii nowego budownictwa i zostały oddane do użytkowania w 2021 r. Ściany są zaizolowane termicznie z wykorzystaniem styropianu o grubości warstwy 20 cm, a zaopatrzenie w ciepło (zarówno na potrzeby c.o. jak i c.w.u.) następuje przy pomocy urządzeń wykorzystujących gaz ziemny. w obiektach zastosowano systemy rekuperacyjne. Poglądowe zdjęcie budynków przedstawiono poniżej.



Z5_Rys. 112. Rzut osłony kontrolnej OKW10²¹¹.

²¹¹ Opracowanie własne na podstawie GEOPORTAL

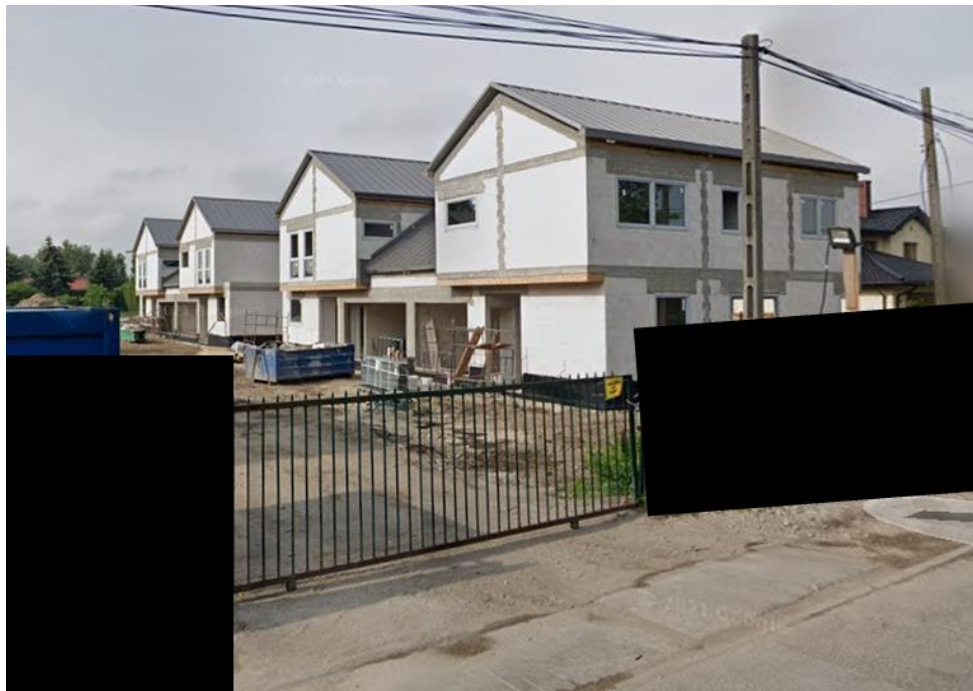


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
463/477




Z5_Rys. 113. Zdjęcie budynków w trakcie budowy wchodzących w skład osłony kontrolnej OKW10 – front²¹²



Z5_Rys. 114. Zdjęcie budynków w trakcie budowy wchodzących w skład osłony kontrolnej OKW10 – tył²¹³

²¹² Opracowanie własne na podstawie Mapy Google

²¹³ Opracowanie własne na podstawie Mapy Google

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 464/477

W poniższej tabeli przedstawiono opis techniczny poszczególnych elementów budynku reprezentatywnego dla OKW10.

Z5_Tabela 117. Opis techniczny elementów budynku reprezentatywnego OKW10

Element	Opis
Konstrukcja	Tradycyjna
Ściany zewnętrzne	Błoczek o grubości 24 cm, izolacja styropian 20 cm
Dach/stropodach	Izolacja, wełna mineralna 30 cm
Okna zewnętrzne	PVC, współczynnik przenikania ciepła $U = 0,7-0,9$
Drzwi zewnętrzne	$U = 1,2$

Podstawowe dane opisujące analizowane budynki w roku 2021 przedstawiają poniższe tabele:

Z5_Tabela 118. Osłona kontrolna OKW10 – podstawowe informacje oraz zużycie gazu i energii elektrycznej

	Budynek	OKW10
Przybliżony rok budowy	2021	
Rodzaj i grubość izolacji	styropian 20 cm, wełna 30 cm	
Mieszkania		
Liczba	1	15
Powierzchnia użytkowa, m ²	148	2220
Roczne zużycie gazu, MWh	11,15	167,22
Roczne zużycie en. elektr., MWh	4,00	60
Liczba mieszkańców	4	60
Źródło ciepła dla budynku	kocioł gazowy kondensacyjny	
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową (c.o. i c.w.u.), kWh/m ² /rok	75,32	
Moc przyłącza	b.d.	



**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

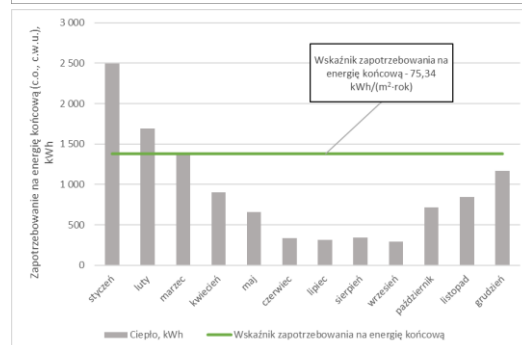
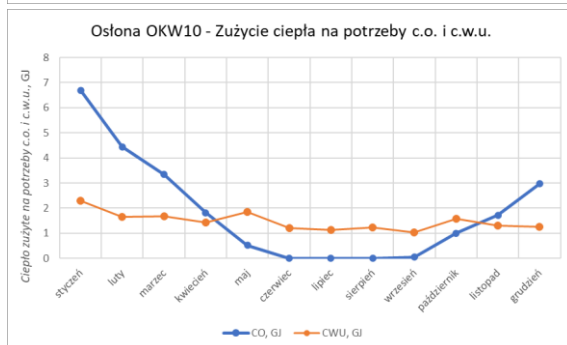
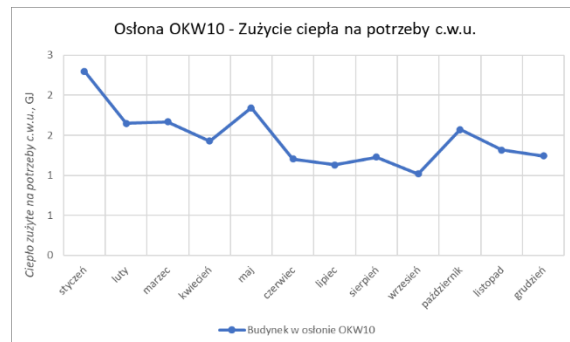
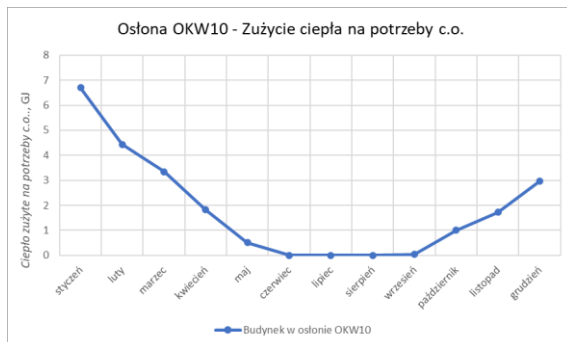
Nr ewidencyjny
189/TE/2022


Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
465/477

Z5_Tabela 119. Ośłona kontrolna OKW10 – zbiorcze podsumowanie rocznego zużycia energii. Stan na rok 2021.

Ośłona kontrolna OKW10	
Budynki	
Liczba	15
Powierzchnia użytkowa, m²	2220
Zużycie energii elektrycznej, MWh	
W budynkach	60
Zużycie ciepła, GJ	
c.o.	95,96
C.w.u.	453,54



	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 466/477


Z5_Rys. 115. Wykresy zmienności zużycia ciepła w budynku osłony OKW10 oraz wartość wskaźnika zapotrzebowania na energię końcową

MOŻLIWOŚCI w ZAKRESIE PASYWIZACJI BUDOWNICTWA

W ramach analizy przyjęto realizację przedsięwzięć zmniejszających zapotrzebowanie na energię końcową budynków mieszkalnych jednorodzinnych zlokalizowanych w osłonie kontrolnej. Działania przyjęte do realizacji dla budynku jednorodzinnego wolnostojącego znajdującego się w osłonie kontrolnej OKW10 zakładają termomodernizację budynku (po uprzednim usunięciu istniejącego ciepłenka), wymianę stolarki okiennej i drzwiowej oraz zmianę źródła ciepła i c.w.u. z kotła gazowego na pompę ciepła oraz montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, a także montaż OZE na dachu. Założono, że panele fotowoltaiczne zostaną zamontowane na płaszczyźnie dachu skierowanej na południe.

Z5_Tabela 120. Wyniki obliczeń – budynek w osłonie OKW10

Przegroda /system /komponent	Stan obecny	Stan planowany Do roku 2050
Ściany zewnętrzne	Ściany murowane, docieplenie 20 cm $U = 0,12 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	docieplenie do poziomu $U = 0,10 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Dach	Drewniany, docieplenie 30cm $U = 0,125 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	docieplenie do poziomu $U = 0,10 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Podłoga na gruncie	Żelbet, brak izolacji termicznej $U = 0,131 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	docieplenie do poziomu $U = 0,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Okna zewnętrzne	Okna PCV $U = 0,83 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ $g = 0,5$	Wymiana na okna: $U = 0,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ $g = 0,5$
Drzwi zewnętrzne	Drzwi $U = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	Wymiana na drzwi: $U = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Źródło ciepła	Kocioł kondensacyjny, sprawność $\eta_g = 0,85$	Pompa ciepła COP = 3,0
System ogrzewania	-	Sprawność przesyłu $\eta_d = 1,00$ wykorzystania $\eta_e = 0,93$
Wentylacja	Mechaniczna	Mechaniczna z odzyskiem ciepła, sprawność odzysku $\eta = 0,65$
Wytwarzanie c.w.u.	Kocioł kondensacyjny, sprawność $\eta_g = 0,93$	Pompa ciepła COP = 1,85 Redukcja zużycia wody o 10%.**
Układ chłodzenia	Brak	Pompa ciepła współczynnik efektywności chłodzenia 3,5

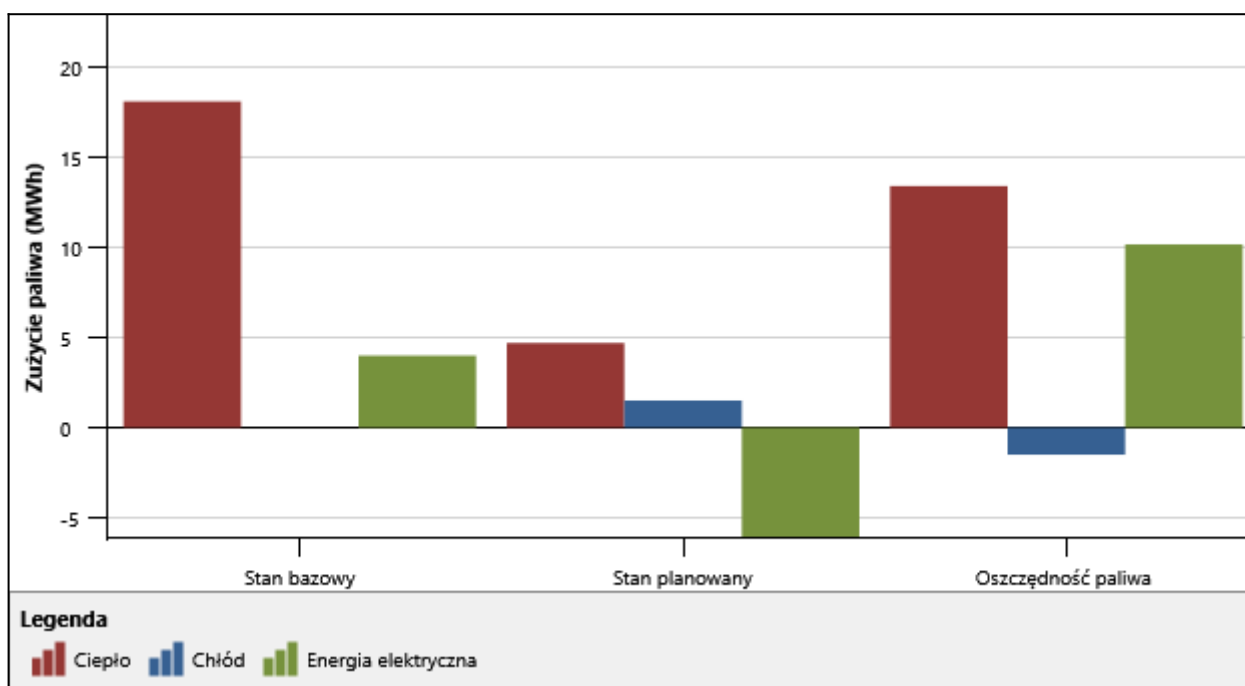
	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 467/477

Przegroda /system /komponent	Stan obecny	Stan planowany Do roku 2050
Fotowoltaika na dachu	Brak	Moc – 10 kW, powierzchnia 40,00m ² , produkcja 10,18 MWh


*Wartości wynikające z WT2021

**zastosowanie perlatorów, obniżenie ciśnienia, regulacja obiegów.

Wyniki obliczeń przeprowadzonych w modelu RetScreen Expert dla poszczególnych etapów przedstawiono w poniższych tabelach oraz na poniższych rysunkach:



Z5_Rys. 116. Wyniki obliczeń – budynek w osłonie OKW10


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 468/477

Z5_Tabela 121. Wyniki obliczeń – budynek w osłonie OKW10

Zużycie paliwa	Energia końcowa – ciepło (c.o., c.w.u., wentylacja)	Energia końcowa - chłód	Energia elektryczna – oświetlenie, domowe urządzenia elektryczne	Razem
	kWh	kWh	kWh	kWh
Stan bazowy	18 120	0	4 000	22 120
Stan planowany	4 700	1 504	-6 176	27,3
Oszczędność paliwa	13 420	-1 504	10 176	22 093
Oszczędność paliwa - procent	74,1%	0%	254%	99,9%

Z5_Tabela 122. Porównanie wskaźnikowe rezultatów działań - osłona kontrolna OKW10

	Stan bazowy	Stan planowany
Lata realizacji	-	do roku 2035
Redukcja zapotrzebowania na energię końcową dla osłony kontrolnej, %	-	100
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej, kWh/m2rok	184	0,23
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja – gaz ziemny, kWh/m2rok	66	-
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja – energia elektryczna, kWh/m2rok	-	9,5
Sprawność całkowita – ogrzewanie %	85	279
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: c.w.u. – gaz ziemny, kWh/m2rok	53	-
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: c.w.u. – energia elektryczna, kWh/m2rok	-	22
Sprawność całkowita – c.w.u. %	85	185
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja, c.w.u. – gaz ziemny, kWh/m2rok	151	-

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 469/477

	Stan bazowy	Stan planowany
Lata realizacji	-	do roku 2035
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla budynków w osłonie kontrolnej: ogrzewanie i wentylacja, c.w.u. – energia elektryczna, kWh/m2rok	-	40

ŹRÓDŁA ENERGII ELEKTRYCZNEJ

W celu zabezpieczenia potrzeb energetycznych występujących w budynku proponuje się zainstalowanie rozwiązań fotowoltaicznych. Obliczenia wolumenu energii elektrycznej możliwego do pozyskania z instalacji fotowoltaicznej wykonano analogicznie jak w przypadku poprzedniej osłony.

Z5_Tabela 123. Zestawienie informacji – instalacje PV na budynku w osłonie kontrolnej OKW10

Miejsce instalacji PV	Podstawowe parametry	Moc	Produkcja roczna	Uzysk	Koszt instalacji
		kWp	MWh	MWh/kWp	zł
Fotowoltaika na dachu	– Powierzchnia: 40 m ² – Kat nachylenia: 34° – Azymut: 0°	10	10,18	1,02	36 000
RAZEM		10	10		36 000

Dla budynku w osłonie kontrolnej OKW10 sumaryczna moc zainstalowana paneli PV zamontowanych na dachu wynosi 10 kWp. Roczny wolumen energii elektrycznej pochodzącej z wyżej wymienionych instalacji to 10,18 MWh.

ELEKTRYFIKACJA CIEPŁOWNICTWA – ZASTOSOWANIE POMP CIEPŁA

W zakresie elektryfikacji ciepłownictwa przeanalizowano zastosowanie pomp ciepła, przyjmując analogiczną metodykę obliczeń jak w przypadku poprzedniej osłony (OKW9).

W celu wyznaczenia zużycia energii elektrycznej przez pompy ciepła skorzystano z poniższych danych:

- rocznego rzeczywistego zużycia ciepła dla budynków (c.o. i c.w.u.),
- współczynników efektywności COP dla pomp ciepła (liczonych jako stosunek mocy grzewczej pompy do mocy elektrycznej pobieranej przez pompę).

Wykres zmienności zapotrzebowania na ciepło dla analizowanego budynku i wynikającą z tego wartość chwilowego zapotrzebowania na energię elektryczną dla pompy ciepła oraz chwilowe wartości współczynnika COP dla pompy ciepła przedstawiono poniżej.

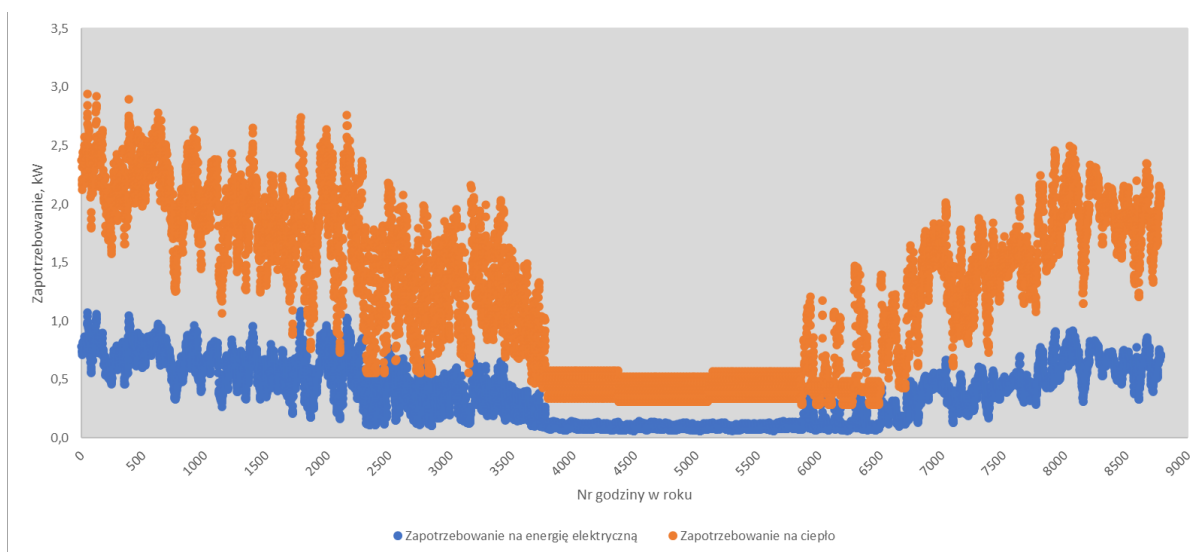


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

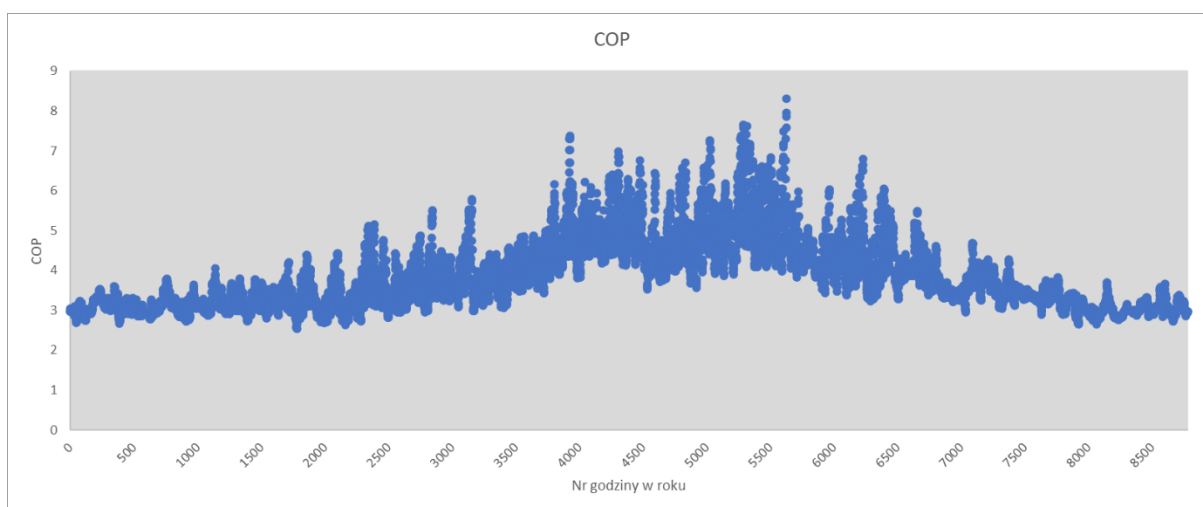
Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
470/477




Z5_Rys. 117. Zmienność zapotrzebowania na ciepło w budynku oraz zapotrzebowania na energię elektryczną dla pompy ciepła



Z5_Rys. 118. Zmienność współczynnika COP pompy ciepła

Z5_Tabela 124. Wzrost zapotrzebowania na moc elektryczną wynikający z zainstalowania pomp ciepła wewnątrz ostony kontrolnej OKW10

Źródło ciepła CO	Parametr	Budynek w ostonie OKW10	
		2020	2050
	Analizowany rok	2020	2050
	Wskaźnik zużycia, kWh/m2/rok	151,00	36
	Wartość względem roku 2020	100 %	26 %
	Zapotrzebowanie roczne CO, GJ/rok	20	5

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 471/477

Źródło ciepła CO	Parametr	Budynek w osłonie OKW10	
	Zapotrzebowanie roczne CWU, GJ/rok	16	16
	Zapotrzebowanie roczne CO+CWU, GJ/rok	36	21
Ogrzewanie/wentylacja	COP	-	3,0
	Zużycie energii elektrycznej przez pompy ciepła, MWh/rok	-	2
Ogrzewanie podłogowe	COP	-	4,0
	Zużycie energii elektrycznej przez pompy ciepła, MWh/rok	-	1

Ponadto informacyjnie w analizie przedstawiono wartości zużycia energii elektrycznej w przypadku zmiany źródła ciepła z grzejników na ogrzewanie podłogowe. Podobnie jak w poprzedniej osłonie, w przypadku ogrzewania podłogowego zużycie energii elektrycznej przez pompy jest niższe. w przeciwieństwie do propozycji tego wariantu w osłonie OKW2 oraz OKW3 – w osłonie OKW10 można rozważyć tę możliwość.

ANALIZA POKRYCIA BILANSU BUDYNKU w MONIZMIE ELEKTRYCZNYM ORAZ WPŁYWU ŹRÓDEŁ OZE NA SIEĆ ELEKTROENERGETYCZNĄ

W celu określenia stopnia niezbilansowania potrzeb w zakresie energii elektrycznej przeprowadzono analizę polegającą na określeniu godzinowych profili poboru i produkcji energii elektrycznej oraz podjęto próbę określenia wpływu proponowanych rozwiązań na sieć elektroenergetyczną. Zestawienie potrzeb w zakresie energii elektrycznej oraz wolumenów produkcji ze źródeł odnawialnych zlokalizowanych na budynku przedstawia poniższa tabela.

Z5_Tabela 125. Popyt i podaż energii elektrycznej – budynek w osłonie kontrolnej OKW10

	Moc	Energia
	kW	MWh
Zapotrzebowanie na energię elektryczną		
Energia elektryczna	-	4,00
Pompa ciepła	-	1,94
Zapotrzebowanie - SUMA		5,94
Produkcja energii elektrycznej		
Fotowoltaika na dachu	10	10,2
Wytwarzanie energii elektrycznej - SUMA	10	10,18

Analiza została wykonana na podstawie profili standardowego zużycia energii przez gospodarstwa tego typu.

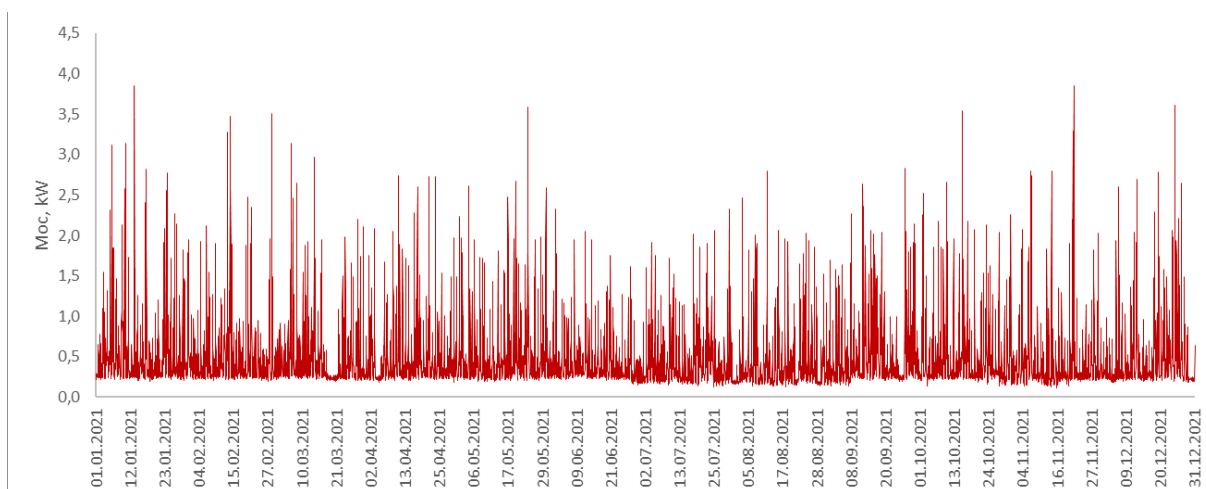


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

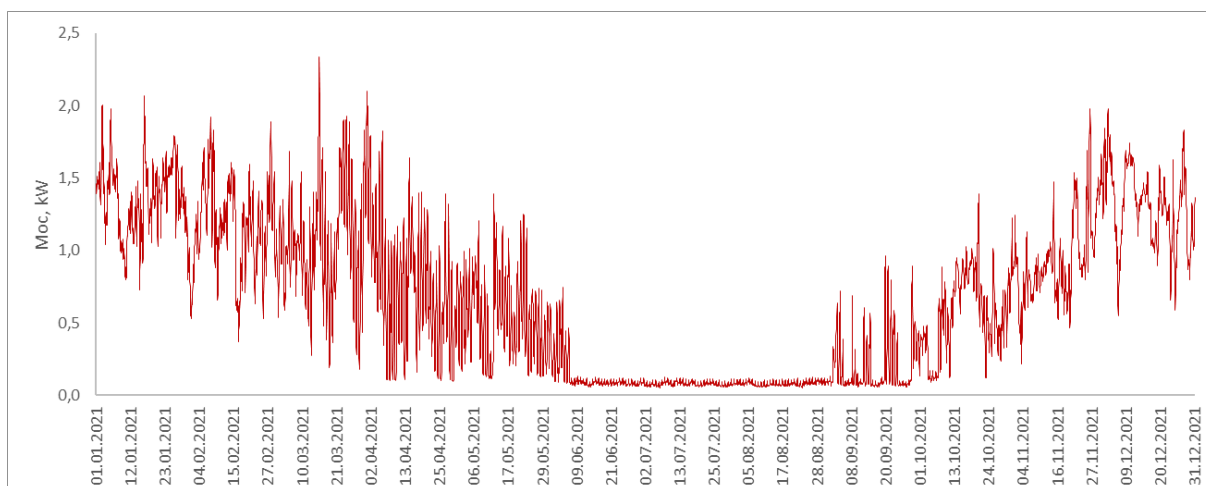
Strona/Stron
472/477



Z5_Rys. 119. Profil zapotrzebowania budynku jednorodzinnego w osłonie OKW10 – stan obecny (2021)

Ze względu na to, że profile zapotrzebowania budynków mieszkalnych są do siebie zbliżone, profil ten można potraktować jako referencyjny dla budynków tego typu.

Przeanalizowano wpływ elektryfikacji ciepłownictwa na profil zapotrzebowania (po pasytywacji budownictwa). Zakłada się pokrycie za pomocą pomp ciepła zarówno potrzeb ogrzewania jak i przygotowania c.w.u. Profil zapotrzebowania pompy ciepła i sumaryczny profil w monizmie elektrycznym zamieszczono na poniższych rysunkach.



Z5_Rys. 120. Profil zapotrzebowania energii elektrycznej na potrzeby c.o. i c.w.u. w monizmie elektrycznym

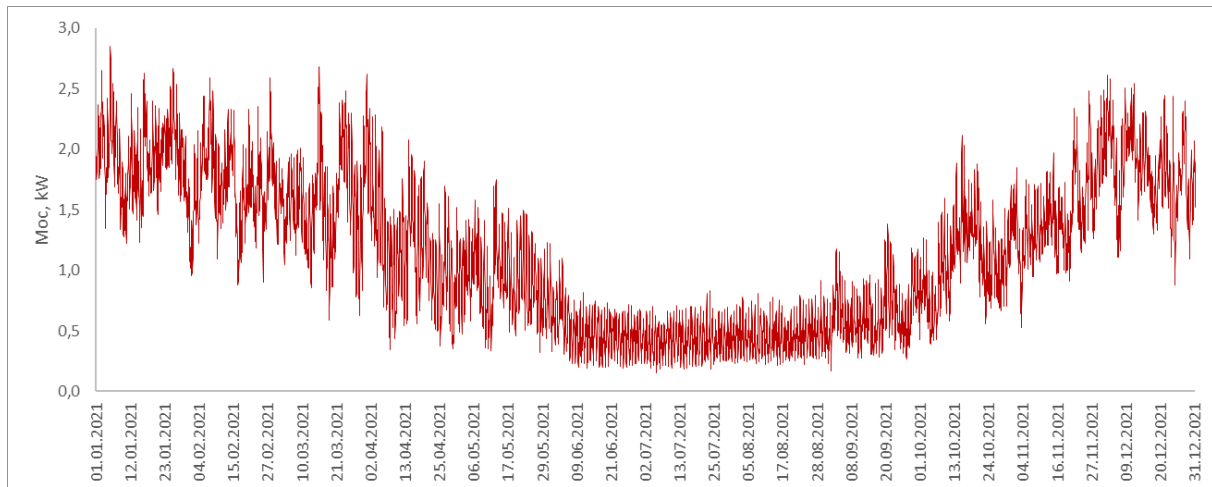


**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**
Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

Nr ewidencyjny
189/TE/2022

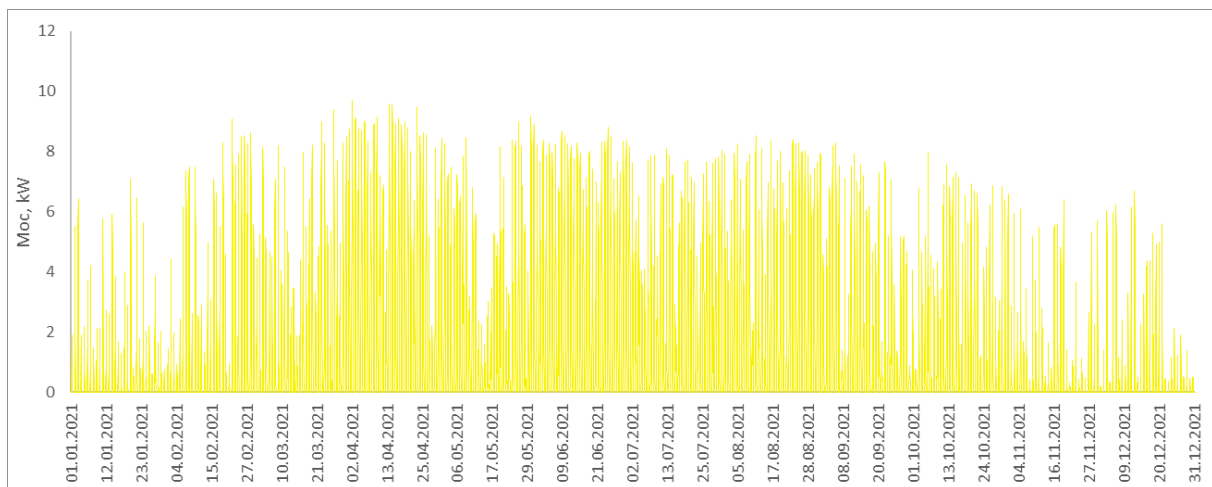
Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
473/477



Z5_Rys. 121. Profil zapotrzebowania budynku na energię elektryczną i ciepło (za pomocą pomp ciepła)

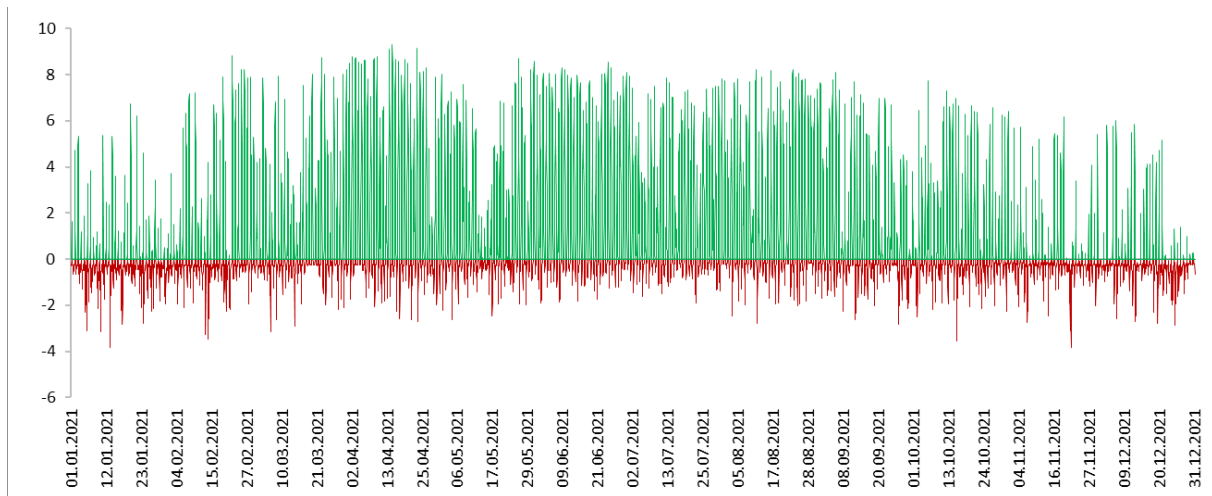
Oceniając potencjał lokalnego zbilansowania założono możliwą do zainstalowania moc pochodzącą ze źródeł PV. Zestawienie produkcji z zainstalowanej mocy przedstawia poniższy rysunek.



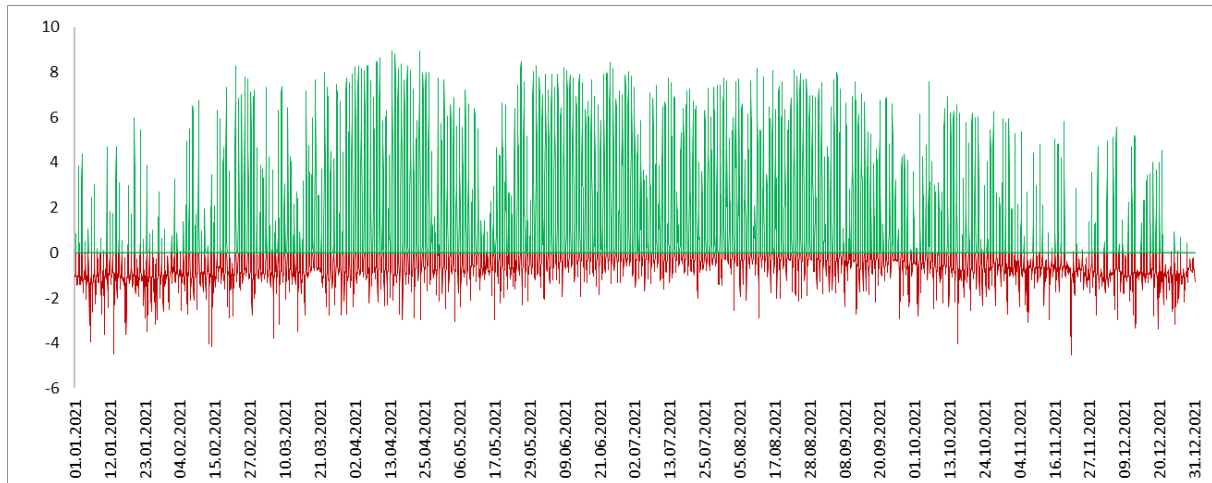
Z5_Rys. 122. Profil produkcji źródeł PV

Analizując wpływ mocy OZE, a także zastosowanie pomp ciepła oraz ładowarek samochodów elektrycznych należy brać pod uwagę konieczność zwiększenia mocy przyłączy. Budynki projektowane i budowane w tamtych latach nie były dostosowane do dzisiejszych (rosnących) potrzeb na moc elektryczną.

Profile bilansowania osłony budynku zamieszczono na poniższych rysunkach.



Z5_Rys. 123. Profil niezbilansowania budynku bez pompy ciepła



Z5_Rys. 124. Profil niezbilansowania budynku z pompą ciepła

Na podstawie profili niezbilansowania można wnioskować, że maksymalna moc zapotrzebowana z pompą ciepła jest o około 1,5 razy większa od obecnego stanu. Zainstalowanie OZE nie obniża maksymalnej mocy. Instalacja OZE pozwoli na uzyskanie podobnych efektów jak w przypadku osłony OKW9. Determinuje to fakt, iż mimo wysokiej nadwyżki produkcji energii elektrycznej, pompa ciepła zużywa energię elektryczną również w chwilach, kiedy instalacja PV nie pracuje.



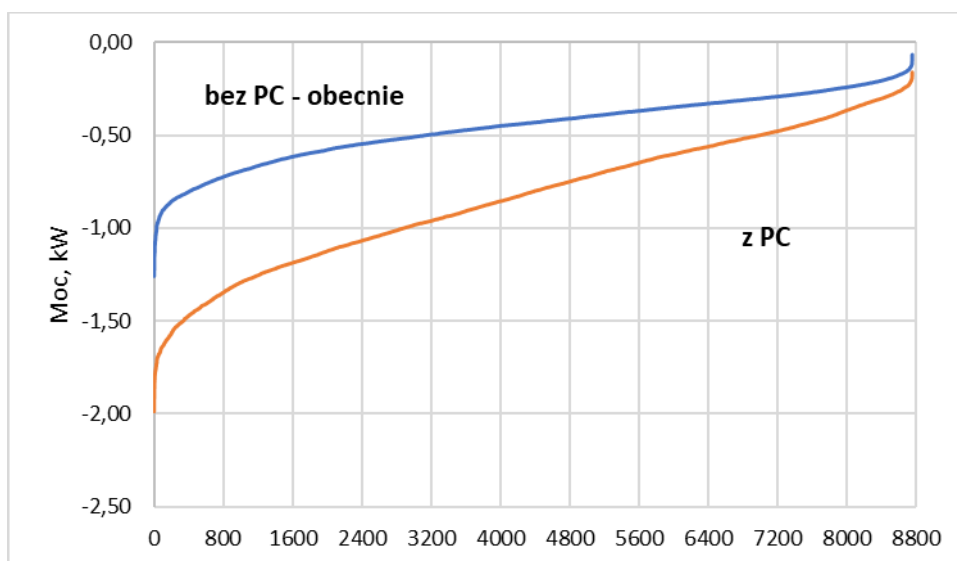
**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.

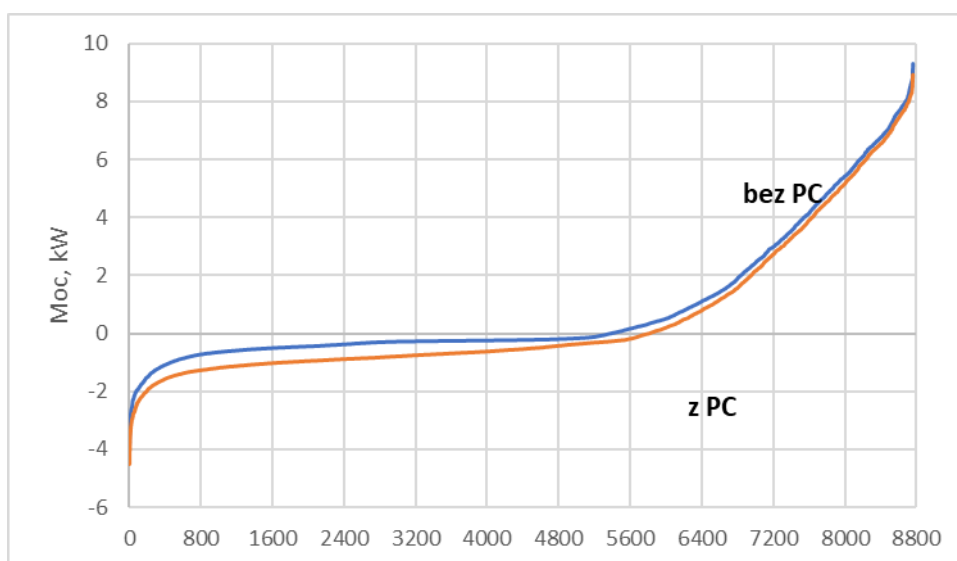
Nr ewidencyjny
189/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
475/477




Z5_Rys. 125. Uporządkowany profil niebilansowania bez źródeł OZE



Z5_Rys. 126. Uporządkowany profil niebilansowania ze źródłami OZE

ENERGIA (CHEMICZNA) NA POTRZEBY SEKTORA TRANSPORTU

Zapotrzebowanie na energię chemiczną na potrzeby sektora transportu na trajektorii 2020-2050 oszacowano na podstawie modelu opisanego szczegółowo w osłonie OKW2. Dla tego sektora przyjęto te same założenia jak w przypadku osłony OKW9. Głównym źródłem dostarczanej energii do pojazdów będą zainstalowane w obrębach granic działek budynków ładowarki typu Wallbox.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.	Nr ewidencyjny 189/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 476/477

Z5_Tabela 126. Zapotrzebowanie na energię końcową w scenariuszu redukcji emisji zgodnie z wytycznymi OKW2 - osłona kontrolna OKW10

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Zapotrzebowanie na energię końcową - transport, MWh/rok	18,3	6,1	5,8	5,4	5,1	4,8	4,5
w tym:							
Diesel, MWh	0,0						
Benzyna, MWh	18,3						
Energia elektryczna, MWh	0,0	6,1	5,8	5,4	5,1	4,8	4,5


Z5_Tabela 127. Założenia przyjęte w analizie zapotrzebowania na energię w sektorze transportu

	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Średni zasięg pojazdu elektrycznego, km	250	300	350	400	500	600	700
Dystans przejechany pomiędzy ładowaniami pojazdu (85 % zakresu nominalnego), km	212,5	255	297,5	340	425	510	595
Zużycie energii, kWh/100 km	20	19	18	17	16	15	14
Czasookres między ładowaniami pojazdu, dni	4,85	5,82	6,79	7,76	9,70	11,63	13,57

Dla poszczególnego rodzaju ładowarek wyznaczono prędkość ładowania pojazdu wyrażoną w kilometrach odzyskiwanego (ładowanego) zasięgu na godzinę, a następnie wyznaczono czas ładowania jednego pojazdu oraz liczbę pojazdów obsłużonych z jednej ładowarki w ciągu doby. Następnie wyznaczono czasookres pomiędzy kolejnymi doładowaniami uśrednionego pojazdu oraz liczbę pojazdów obsłużonych przez daną ładowarkę w ciągu pojedynczego czasookresu wyznaczonego dla jednego pojazdu.

Z5_Tabela 128. Prognoza dla ładowarek elektrycznych w osłonie kontrolnej OKW10

	Moc ładowarki, kW	2022	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Prędkość ładowania pojazdu, km/h	10	50	53	56	59	63	67	71
	22	110	116	122	129	138	147	157
Czas ładowania jednego pojazdu, h	10	4,25	4,85	5,36	5,78	6,80	7,65	8,33
	22	1,93	2,20	2,43	2,63	3,09	3,48	3,79
Liczba samochodów obsłużonych z jednej ładowarki w ciągu doby, szt./dobę	10	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0
	22	6,0	5,0	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III. Sektor energetyczny w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 189/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 477/477</p>

Podobnie jak w przypadku osłony OKW9 instalacja 1 szt. ładowarki o mocy do 10 kW pozwoli w perspektywie do 2035 naładować w ciągu doby dwa pojazdy. w perspektywie roku 2050 ładowarka o mocy 22 kW wykazuje się większym potencjałem w tym zakresie, gdyż będzie mogła obsłużyć aż 3 samochody. Z długoterminowej perspektywy czasu ładowania samochodu korzystniejszym wyborem przez konsumentów mogą być ładowarki o mocy 22 kW.



Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu

Część III Suplement

Warszawski Panel Klimatyczny.
Realizacja rekomendacji a Model 2050.





POLINVEST

doradztwo gospodarcze



Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI




Fundacja na rzecz
Efektywnego
Wykorzystania
Energii
od 1990



INSTYTUT
NA RZECZ
EKOROZWOJU



	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 3/127

**Model energetyczny dla m.st. Warszawy
w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki
elektroprosumeryzmu**

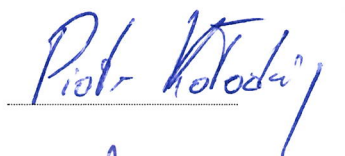
Część III Suplement

**Warszawski Panel Klimatyczny.
Realizacja rekomendacji, a Model 2050.**

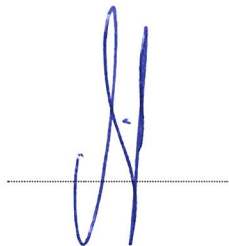
NUMER EWIDENCYJNY: 190/TE/2022

EGZEMPLARZ NR 01/03

Opracował: **mgr inż. Piotr Kołodziej**
Główny Specjalista ds. rozwoju
Koordynator operacyjny zespołu




Autoryzował: **dr inż. Marcin Mroncz**
Dyrektor ds. Strategii i Rozwoju
Koordynator wspierający projektu




Zatwierdził: **mgr inż. Tomasz Słupik**
Dyrektor Techniczny
Koordynator zarządzający projektu




	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 4/127

Skład zespołu projektowego

Lp.	Imię i Nazwisko	Podmiot	Obszar działania
1.	Tomasz Słupik	Energopomiar	- Koordynacja zarządcza projektu.
2.	dr inż. Marcin Mroncz		- Koordynacja wspierająca projektu.
3.	dr inż. Andrzej Kochaniewicz.		- Koordynacja operacyjna zespołu.
4.	dr inż. Katarzyna Stępczyńska		- Analiza potrzeb energetycznych miasta;
5.	Paulina Siupka (Stasiewicz)		- Dobór osłon kontrolnych OK(W) i OK(W+);
6.	dr inż. Andrzej Kochaniewicz		- Udział w pracach dot. określenia zapotrzebowania na energię dla osłon kontrolnych oraz oceny możliwości jego zbilansowania;
7.	dr inż. Rafał Czekalski		- Elektryfikacja ciepłownictwa;
8.	Łukasz Mielek		- Szacowanie możliwości wykorzystania OZE do bilansowania zapotrzebowania na energię elektryczną miasta;
9.	Bartłomiej Dziubek		- Udział w pracach opisujących trajektorie transformacji oraz parametry przyszłego sektora energetycznego Warszawy;
10.	Marcin Zimnicki		- Udział w opracowaniu wniosków dot. możliwości osiągnięcia monizmu elektrycznego oraz rekomendacji w sprawie działań wspierających transformację sektora energetycznego;
11.	Piotr Kołodziej		- Szacowanie wielkości emisji gazów cieplarnianych z sektora energetycznego;
12.	Paweł Skrobek		- Opracowanie wniosków i rekomendacji w całym zakresie pracy.
13.	Rafał Cyrus		
14.	dr inż. Krzysztof Bodzek	Ekspert zewnętrzny	- Prace w zakresie potencjału oraz perspektyw rozwojowych w kontekście koncepcji elektroprosumeryzmu;
			- Bilansowanie energetyczne Warszawy;
			- Możliwości spełnienia wymagań elektroprosumeryzmu;
			- Heurystyki bilansowe i ekonomiczne trajektorii TETIP2050;
			- Udział w pracach dot. elektryfikacji ciepłownictwa.
15.	Prof. dr hab. inż. Wojciech Stanek	Politechnika Śląska w Gliwicach Katedra Techniki Ciepłej	- Analiza energetyczna;
16.	Tomasz Simla		- Koszt termo-ekologiczny.
17.	Jerzy Wrzosek	Energopomiar- Elektryka	- Elektroenergetyka - sieci oraz urządzenia;
18.	Grzegorz Grzegorzycza		- Perspektywy rozwoju sektora energetycznego oraz określanie kierunków jego transformacji;
			- Bezpieczeństwo energetyczne;
			- Lokalne możliwości wytwarzania energii OZE.
19.	dr Wojciech Szymalski	Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju	- Analizy w obszarze elektryfikacji transportu.
20.	dr Wiesław Samitowski	Polinvest	- Procesy społeczno-gospodarcze- prognozy i projekcje rozwoju;
21.	dr Grzegorz Samitowski		- Koszty społeczne transformacji;
			- Bezpieczeństwo socjalne;
			- Prestiż i konkurencyjność miasta;


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 5/127

22.	Anna Foremniak		<ul style="list-style-type: none"> - Prace w zakresie polityk energetycznych i klimatycznych na poziomie metropolitalnym, krajowym oraz europejskim; - Uwarunkowania prawne; - Podstawy prawne i mechanizmy rynkowe w obszarze transformacji sektora energetycznego; - Rynek usług energetycznych - obsługa modeli biznesowych - Aspekt podatkowy jako bodziec w procesie transformacji sektora; - Edukacja na rzecz elektroprosumeryzmu.
23.	Wojciech Joniec		
24.	Krzysztof Sękowski		
25.	Prof. dr hab. Paweł Ruskowski	Ekspert zewnętrzny	<ul style="list-style-type: none"> - Procesy społeczno-gospodarcze- prognozy i projekcje rozwoju; - Koszty społeczne transformacji; - Bezpieczeństwo socjalne.
26.	Szymon Liszka	Fundacja na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii	<ul style="list-style-type: none"> - Sektor budowlany - pasywizacja budownictwa; - Bezpieczeństwo dostaw ciepła w połączeniu z głęboką termomodernizacją budynków; - Możliwości spełnienia wymagań elektroprosumeryzmu w zakresie pasywizacji budownictwa; - Analiza porównawcza: pasywizacja w połączeniu z elektryfikacją OZE vs identyfikacja zakresu niezbędnych wyburzeń; - Możliwości rewitalizacji istniejących zasobów budynkowych do standardu pasywnego.
27.	Piotr Kukła		
28.	Łukasz Polakowski		
29.	Adam Motyl		
30.	Dorota Wysocka		
31.	Anna Pyziak	MAPS STUDIO	<ul style="list-style-type: none"> - Prace w zakresie gospodarki przestrzennej i architektury; - Współpraca przy ocenie potencjału rewitalizacji istniejących zasobów budynkowych.
32.	Karolina Czuwara		


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 6/127

SPIS TREŚCI

1	PODSTAWA FORMALNA OPRACOWANIA	12
2	CEL I ZAKRES OPRACOWANIA	12
3	WYKONAWCA I TERMINY REALIZACJI PRACY	13
4	INFORMACJE WPROWADZAJĄCE	13
5	SŁOWNIK POJĘĆ ORAZ SPIS NAZW I AKRONIMÓW	13
6	CZĘŚĆ 1 - ANALIZA WARIANTOWA OGRZEWANIA WARSZAWY	15
6.1	Wprowadzenie.....	15
6.2	Obecne źródła ciepła w Warszawie.....	16
6.3	Aktualny stan zasobów budynkowych	19
6.3.1	Budynki użyteczności publicznej	20
6.3.2	Budynki mieszkalne.....	21
6.3.3	Budynki niemieszkalne.....	24
6.4	Zapotrzebowanie na energię użytkową w roku 2020	25
6.5	Rozwój zasobów budynkowych do roku 2050	26
6.6	Prognoza zapotrzebowania na energię dla budynków do roku 2050 (Model 0)	30
6.7	Technologie elektryfikacji ciepłownictwa	33
6.8	Pasywizacja budownictwa	35
6.8.1	Technologie pasywizacji budownictwa.....	35
6.8.2	Pasywizacja obiektów zabytkowych	43
6.8.3	Ślad węglowy w budownictwie	44
6.8.4	Rozwój budownictwa niskoenergetycznego.....	44
6.9	Zasadność pasywizacji w kontekście emisji CO ₂	45
6.10	Prognoza zużycia energii w Warszawie	47
6.10.1	Ciepło	48
6.10.2	Energia elektryczna	57
6.11	Bilans emisji gazów cieplarnianych w perspektywie 2050 r.....	66
6.11.1	Wskaźniki emisyjności paliw i energii elektrycznej	66
6.11.2	Prognoza wielkości emisji gazów cieplarnianych wynikająca ze zużycia energii elektrycznej i ciepła w m.st. Warszawa.....	66
6.12	Ocena neutralności sektora energetycznego względem klimatu.....	67
6.13	Harmonogram działań	69
6.14	Możliwości sfinansowania	71
6.14.1	Obecne źródła finansowania - Programy NFOŚiGW	75
7	CZĘŚĆ 2 - ANALIZA LOKALNYCH MOŻLIWOŚCI WYTWARZANIA ENERGII OZE PRZEZ POTENCJALNYCH PROSUMENTÓW ZBIOROWYCH ORAZ SPÓŁDZIELNIE ENERGETYCZNE	81
7.1	Spółdzielnie energetyczne.....	81
7.2	Prosument zbiorowy.....	84
7.3	Prosument wirtualny	86
7.4	Linia bezpośrednia.....	87
8	CZĘŚĆ 3 - MAPA DROGOWA 100% OZE DLA WARSZAWY	90
8.1	Fotowoltaika.....	94
8.2	Mikroźródła wiatrowe	95

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 7/127</p>

8.3	Lądowa energetyka wiatrowa	96
8.4	Biogazownie.....	106
8.5	Energetyka Morska Wiatrowa	110
8.6	Gospodarka Obiegu Zamkniętego	112
8.7	Podsumowanie potencjału OZE na potrzeby modelu	117
8.8	Bilans mocy elektrycznej dla Warszawy	119
8.9	Koszty implementacji modelu	120
9	WNIOSKI I REKOMENDACJE	122
10	BIBLIOGRAFIA.....	125

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 8/127

SPIS TABEL

Tabela 5.1 Spis nazw i akronimów	14
Tabela 6.1 Struktura obiektów mieszkalnych w podziale na rok oddania do użytkowania	20
Tabela 6.2 Struktura obiektów mieszkalnych jednorodzinnych i wielorodzinnych w podziale na rok oddania do użytkowania	21
Tabela 6.3 Liczba mieszkań oraz powierzchnia użytkowa w budynkach oddawanych do użytkowania w latach 1995-2020	22
Tabela 6.4 Struktura liczby obiektów niemieszkalnych w podziale na rok oddania do użytkowania oraz funkcję budynku, szt.	24
Tabela 6.5 Struktura powierzchni użytkowej obiektów niemieszkalnych w podziale na rok oddania do użytkowania oraz funkcję budynku, m ²	25
Tabela 6.6 Uśrednione wskaźniki zapotrzebowania oraz zapotrzebowanie na energię użytkową dla budynków mieszkalnych w poszczególnych grupach wiekowych	26
Tabela 6.7 Uśrednione wskaźniki zapotrzebowania oraz zapotrzebowanie na energię użytkową dla budynków niemieszkalnych	26
Tabela 6.8 Prognozowana zmiana zapotrzebowania na energię użytkową na potrzeby ogrzewania budynków do roku 2050 – budynki mieszkalne.....	30
Tabela 6.9 Prognozowana zmiana zapotrzebowania na energię użytkową na potrzeby ogrzewania budynków niemieszkalnych do roku 2050.....	33
Tabela 6.10 Łączne zapotrzebowanie na ciepło (c.o.) sieciowe i nie sieciowe z uwzględnieniem pasywizacji i rozwoju do roku 2050	33
Tabela 6.11 Wartości graniczne zużycia energii końcowej na potrzeby ogrzewania i wentylacji przez spasywizowany istniejący budynek, kWh/m ²	47
Tabela 6.12 Roczne zużycie energii końcowej w Warszawie w 2020 roku	48
Tabela 6.13 Względne procentowe trajektorie rozwoju źródeł OZE dla Warszawy	48
Tabela 6.14 Prognoza potrzeb ciepłych Warszawy –model 0 (BAU).....	50
Tabela 6.15 Prognoza potrzeb ciepłych Warszawy modelu 3 oraz 3a	54
Tabela 6.16 Udział poszczególnych źródeł w pokryciu całkowitego zapotrzebowania na ciepło - model 3	57
Tabela 6.17 Potencjał efektywności (obniżenia zużycia) dla Warszawy w odniesieniu do roku 2020 .	58
Tabela 6.18 Procentowe wartości czynników wpływających na zmianę zapotrzebowania na energię elektryczną w odniesieniu do roku 2020	59
Tabela 6.19 Prognozowane pokrycie zapotrzebowania na ciepło przez zelektryfikowane ciepłownictwo w modelu 3 oraz modelu 3a	61
Tabela 6.20 Prognoza potrzeb energetycznych Warszawy – energia elektryczna.....	63
Tabela 6.21 Pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną za pomocą źródeł OZE oraz rynek WEK dla modelu 0.....	64
Tabela 6.22 Pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną za pomocą źródeł OZE oraz rynek WEK dla modelu 3.....	65
Tabela 6.23 Pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną za pomocą źródeł OZE oraz rynek WEK dla modelu 3a	65




	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 9/127

Tabela 6.24 Wartości wskaźnika emisyjności dla energii elektrycznej.....	66
Tabela 6.25 Prognoza emisji gazów cieplarnianych wynikająca ze zużycia energii elektrycznej i ciepła w m.st. Warszawa	67
Tabela 6.26 Podsumowanie prognozy emisji z warszawskiego sektora energetycznego.....	67
Tabela 6.27 Program Priorytetowy Moje Ciepło – wysokość dofinansowania	73
Tabela 8.1 Wolumeny energii elektrycznej prognozowane do wytworzenia w ramach technologii PV dla modelu 3 na trajektorii do 2050 r.	94
Tabela 8.2 Struktura wielkość zainstalowanej mocy farm wiatrowych na dostępnym obszarze w otulinie warszawskiej	99
Tabela 8.3 Wolumeny energii elektrycznej prognozowane do wytworzenia w ramach technologii lądowych elektrowni wiatrowych (EWL) dla modelu 3 na trajektorii do 2050 r.	100
Tabela 8.4 Charakterystyka mocy turbiny wiatrowej o mocy 4,8 MW	101
Tabela 8.5 Pokrycie potrzeb energetycznych oraz pozostałe wielkości charakteryzujące pracę lądowej farmy wiatrowej o mocy 24 MW.....	105
Tabela 8.6 Wyniki analiz i obliczeń dla zastosowania energetyki wiatrowej lądowej dla modelu 3 ..	106
Tabela 8.7 Wolumeny energii elektrycznej wymagane do wyprodukowania w biogazowniach wraz z trajektorią do roku 2050.....	107
Tabela 8.8 Wymagana liczba biogazowni - model 3	108
Tabela 8.9 Zapotrzebowanie na surowiec w poszczególnych latach	109
Tabela 8.10 Udział poszczególnych surowców pochodzenia rolno-spożywczego w pokryciu zapotrzebowania energetycznego w poszczególnych modelach	109
Tabela 8.11 Zapotrzebowanie poszczególnych surowców w pokryciu zapotrzebowania energetycznego.....	109
Tabela 8.12 Udział poszczególnych surowców w pokryciu zapotrzebowania energetycznego.....	110
Tabela 8.13 Zapotrzebowanie poszczególnych surowców w pokryciu zapotrzebowania energetycznego.....	110
Tabela 8.14 Potencjał offshore dla Polski	111
Tabela 8.15 Wymagane poziomy recyklingu.....	116
Tabela 8.16 Szacowana wielkość odpadów komunalnych możliwych do utylizacji.....	116
Tabela 8.17 Wyniki porównania kosztów.....	121


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 10/127

SPIS RYSUNKÓW

Rys. 6.1 Zasięg sieci ciepłowniczych m.st. Warszawa	17
Rys. 6.2 Roczne końcowe zużycie ciepła sieciowego, eksport ciepła do sieci oraz straty ciepła w latach 2007-2019.....	18
Rys. 6.3 Wskaźniki zapotrzebowania na energię końcową dla budynków mieszkalnych	19
Rys. 6.4 Struktura wiekowa budynków wg liczby mieszkań i powierzchni – budynki jednorodzinne ..	23
Rys. 6.5 Struktura wiekowa budynków wg liczby mieszkań i powierzchni – budynki wielorodzinne...	23
Rys. 6.6 Prognoza liczby budynków mieszkalnych do roku 2050 na terenie miasta stołecznego Warszawy	28
Rys. 6.7 Prognoza powierzchni użytkowej budynków mieszkalnych do roku 2050 na terenie miasta stołecznego Warszawy.....	28
Rys. 6.8 Prognoza liczby budynków niemieszkalnych do roku 2050 na terenie miasta stołecznego Warszawy	29
Rys. 6.9 Prognoza powierzchni użytkowej budynków niemieszkalnych do roku 2050 na terenie miasta stołecznego Warszawy	29
Rys. 6.10 Prognoza zapotrzebowania na energię użytkową na potrzeby ogrzewania do roku 2050 – budynki jednorodzinne	30
Rys. 6.11 Prognoza zapotrzebowania na energię użytkową na potrzeby ogrzewania do roku 2050 – budynki wielorodzinne.....	31
Rys. 6.12 Prognozowany wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową dla budynków mieszkalnych jednorodzinnych w 2050 r.....	31
Rys. 6.13 Prognozowany wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową dla budynków mieszkalnych wielorodzinnych w 2050 r.	32
Rys. 6.14 Prognozowany wskaźnik oraz zapotrzebowanie na energię dla budynków niemieszkalnych do roku 2050 r.	32
Rys. 6.15 Cykl życia dla urządzeń i infrastruktury.....	35
Rys. 6.16 Elementy konstrukcji budynku wpływające na straty ciepła ⁵	35
Rys. 6.17 Prognoza zapotrzebowania na ciepło w Warszawie w perspektywie 2050 r. – model 0	51
Rys. 6.18 Prognozowane wskaźniki EP w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej w poszczególnych okresach	53
Rys. 6.19 Prognoza zapotrzebowania na ciepło w modelach 3 i 3a na tle modelu 0 (BAU)	55
Rys. 6.20 Prognoza zapotrzebowania na ciepło w Warszawie w perspektywie 2050 r. – modele 3 oraz 3a.....	55
Rys. 6.21 Pokrycie zapotrzebowania na ciepło w Warszawie w perspektywie 2050 r. – modele 3 oraz 3a.....	56
Rys. 6.22 Zmiana zapotrzebowania na energię elektryczną w TWh względem roku 2020 w podziale na poszczególne czynniki – model 0	60
Rys. 6.23 Zmiana zapotrzebowania na energię elektryczną w TWh względem roku 2020 w podziale na poszczególne czynniki – model 3	60
Rys. 6.24 Zużycie energii elektrycznej przez pompy ciepła na potrzeby wytwarzania ciepła zelektryfikowanego – model 3 i 3a	62

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 11/127

Rys. 6.25 Szczytowe zapotrzebowanie na moc na rzecz zelektryfikowanego ciepłownictwa – model 3 i 3a.....	62
Rys. 6.26 Prognoza zapotrzebowania na energię elektryczną: model 3 model 3a oraz model 0 (jako referencyjny).....	64
Rys. 6.27 Pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną za pomocą źródeł OZE oraz rynek WEK dla modelu 3	65
Rys. 6.28 Pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną za pomocą źródeł OZE oraz rynek WEK dla modelu 3a	66
Rys. 6.29 Prognoza poziomu emisji CO ₂ związanej z zaopatrzeniem w energię elektryczną i ciepło oraz transportem	68
Rys. 6.30 Prognoza zmiany poziomu emisji CO ₂ związanej z zaopatrzeniem w energię elektryczną i ciepło względem roku 2020	69
Rys. 6.31 Rozkład budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej w poszczególnych okresach	70
Rys. 6.32 Moc zainstalowana elektryczna zelektryfikowanego ciepłownictwa w modelach 3 i 3a	71
Rys. 8.1 Struktura pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną w m.st Warszawa w roku 2050	90
Rys. 8.2 Trajektoria zmian struktury pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną w m.st Warszawa w latach 2020-2050	91
Rys. 8.3 Trajektoria transformacji zużycia energii w m.st Warszawa w latach 2020-2050.....	92
Rys. 8.4 Granice administracyjne m.st. Warszawy wraz z otuliną warszawską w postaci gmin ościennych – osłona OK(W+)	93
Rys. 8.5 Dostępność terenów otuliny warszawskiej pod farmy wiatrowe.....	98
Rys. 8.6 Rozłożenie przestrzenne potencjału lokalizacji farm wiatrowych w gminach otuliny	100
Rys. 8.7 Charakterystyka moc turbiny ENO 126 4.8 MW	102
Rys. 8.8 Ideowy schemat modelu zbudowanego w programie TRNSYS	103
Rys. 8.9 Dane wejściowe do analizy w zakresie temperatury (czerwony), wiatru (niebieski) oraz ciśnienia otoczenia (różowy) w latach 2018-2021.....	103
Rys. 8.10 Wyniki obliczeń mocy (czerwony) dla lądowej farmy wiatrowej o mocy 24 MW dla danych wejściowych z lat 2018-2021.....	104
Rys. 8.11 Uporządkowany wykres mocy lądowej farmy wiatrowej o mocy 24 MW na podstawie danych za lata 2018-2021	105
Rys. 8.12 Prognoza zainstalowanej mocy (a) oraz produkcji energii (b) z morskich farm wiatrowych do 2050 r.	111
Rys. 8.13 Planowane inwestycje morskie	112
Rys. 8.14 Schemat technologii LIFETEC	113
Rys. 8.15 Schemat technologiczno- pomiarowy instalacji do mineralizacji odpadów organicznych i osadów ściekowych o wydajności 2,5 tony/dobę dla firmy MOKATE Sp z o.o.....	114
Rys. 8.16 Schemat technologiczno-funkcjonalny spalarni w Krakowie.....	115
Rys. 8.17 Bilans energii elektrycznej - zapotrzebowanie miasta oraz produkcja w zasobach lokalnych (miasto i otulina) dla modelu 3.....	119
Rys. 8.18 Uporządkowany bilans mocy – model 3 w 2050 roku	119

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 12/127</p>

1 Podstawa formalna opracowania

Podstawą formalną opracowania jest zawarta pomiędzy Miastem Stołecznym Warszawą (zwanym dalej *Zamawiającym* lub *Miastem*), a „Energomiar” Sp. z o.o. zwanym dalej *Wykonawcą*, Umowa z dnia 15 czerwca 2021 r. nr UK/2021/DN-DS/0001 (znak *Zamawiającego*: UMIA/IN/B/III/4/4/1/06/2021-2022) na wykonanie pracy pn.: „Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu”.

2 Cel i zakres opracowania

Projekt pn. „Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu” podzielony jest na trzy etapy:

Etap I

Sektor energetyczny m.st. Warszawy według koncepcji „business as usual”. Analiza potencjału oraz perspektywy rozwoju sektora w kontekście możliwości realizacji celów polityki klimatycznej i zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego *Miasta*.

Etap II

Sektor energetyczny m.st. Warszawy w koncepcji monizmu elektrycznego. Możliwe trajektorie transformacji i parametry sektora w perspektywie roku 2050.

Etap III

Część III. Sektor energetyczny m.st. Warszawy w warunkach elektroprosumeryzmu. Model 2050. Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny. Realizacja rekomendacji, a Model 2050.


Niniejsze opracowanie stanowi efekt realizacji prac w ramach Etapu III Suplement.

Celem niniejszego opracowania jest realizacja trzech rekomendacji Warszawskiego Panelu Klimatycznego:

- Rekomendacja nr 17 - Wykonanie analizy wariantowej ogrzewania Warszawy obejmującej głęboką termomodernizację budynków, obniżenie zapotrzebowania na ciepło, wykorzystanie odnawialnej energii, 100% bezemisyjnych budynków do 2050 roku, harmonogram działań i finansowanie,
- Rekomendacja nr 39 – Analiza lokalnych możliwości wytwarzania energii OZE przez potencjalnych prosumentów zbiorowych oraz spółdzielnie energetyczne,
- Rekomendacja nr 30 – Mapa drogowa 100% OZE dla Warszawy: obliczenie potencjału podaży i popytu odnawialnych źródeł energii (OZE) w Warszawie z osią czasu i ścieżkami rozwoju do 2030 i 2050 roku, kosztami, oszczędnościami (np.. kosztów zewnętrznych), w tym np.: - nasłonecznienie, - warunki wietrzne, - potencjał na biomasę suchą, - potencjał na bioodpady i biomasę mokrą, - systemy magazynowania i bilansowania energii.

Raport z prac zrealizowanych w ramach Części III Suplement obejmuje:

- 1) Analizę wariantową ogrzewania Warszawy obejmującą głęboką termomodernizację budynków, obniżenie zapotrzebowania na ciepło, wykorzystanie odnawialnej energii, 100% bezemisyjnych budynków do 2050 roku, harmonogram działań i propozycje ich sfinansowania;

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 13/127</p>

- 2) Analizę lokalnych możliwości wytwarzania energii OZE przez potencjalnych prosumentów zbiorowych oraz spółdzielnie energetyczne;
- 3) Mapę drogową 100% OZE dla Warszawy: obliczenie potencjału podaży i popytu odnawialnych źródeł energii (OZE) w Warszawie z osi czasu i ścieżkami rozwoju do 2030 i 2050 roku, kosztami, oszczędnościami, (m.in. kosztów zewn.), w tym np.: - nasłonecznienie, -warunki wietrzne, -potencjał na biomasę suchą, -potencjał na bioodpady i biomasę moką, -systemy magazynowania i bilansowania energii, wraz z wnioskami i rekomendacjami w kontekście dążenia przez Miasto do osiągnięcia neutralności klimatycznej w perspektywie roku 2050;
- 4) Streszczenie całości opracowania wykonanego w ramach etapu trzeciego (Część III Suplement) w języku niespecjalistycznym;
- 5) Prezentację w formacie MS PowerPoint, w której *Wykonawca* przedstawi m.in. założenia, wyniki / wnioski i rekomendacje odniesione do tematyki opracowania Część III. Suplement.

3 Wykonawca i terminy realizacji pracy

Niniejsze opracowanie (suplement) jest rozszerzeniem materiału zawartego w Etapach 1-3 projektu pn. „Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu” wykonanych przez zespół projektowy powołany i koordynowany przez „Energopomiar” Sp. z o.o., we współpracy z Podwykonawcami:

1. Fundacja na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii (FEWE); Katowice.
2. Politechnika Śląska w Gliwicach, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Katedra Techniki Ciepłej (KTC); Gliwice.
3. Polinvest Sp. z o.o.; Kraków.
4. Zakład Pomiarowo-Badawczy Energetyki „Energopomiar-Elektryka Sp. z o.o. (EP-Elektryka); Gliwice.
5. Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju (InE); Warszawa.
6. MAPS Studio Sp. z o.o.; Poznań.

oraz niezależnych ekspertów zewnętrznych:

7. dr inż. Krzysztof Bodzek
8. Prof. dr hab. Paweł Ruszkowski

Prace objęte niniejszym raportem wykonywano w okresie od 8 listopada 2021 r. do 15 listopada 2022 r., równoległe do prac zrealizowanych w ramach Etapu II i III.

Prace wykonano zgodnie z procedurami zintegrowanego systemu zarządzania certyfikowanego przez Polskie Centrum Badań i Certyfikacji S.A. na zgodność z wymaganiami norm wg: PN-EN ISO 9001:2015-10, PN-EN ISO 14001:2015-09 oraz PN-ISO-45001:2018-06 (nr certyfikatu JBS-186/7/2021).

4 Informacje wprowadzające

1. Opracowania wykonane w ramach przedmiotu Umowy obejmują obszar m.st. Warszawy w granicach administracyjnych z dnia 15 czerwca 2021r.
2. Opracowanie Części III Suplement opisuje uwarunkowania i stan prawny na dzień 30 czerwca 2022 r.

5 Słownik pojęć oraz spis nazw i akronimów



	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 14/127

Tabela 5.1 Spis nazw i akronimów

Nazwa, akronim		Objaśnienie
Elektroprosumeryzm	–	Jedyność energii elektrycznej OZE (monizm elektryczny OZE) jako energii napędowej na trzech rynkach końcowych: energii elektrycznej, ciepła, paliw transportowych. Innymi słowy jest to nowy sektor gospodarki zastępujący całą współczesną energetykę paliw kopalnych (Wielkoskalową Energetykę Korporacyjną WEK). Elektroprosumeryzm zakłada zastosowanie wyłącznie energii elektrycznej wytworzonej w źródłach OZE jako energii napędowej na trzech rynkach końcowych: energii elektrycznej, ciepła, paliw transportowych.
WEK	–	Wielkoskalowa Energetyka Korporacyjna: elektroenergetyka wraz z górnictwem węgla brunatnego i potencjalnie z energetyką jądrową, ciepłownictwo, sektor paliw transportowych, gazownictwo, górnictwo węgla kamiennego.
KSE	–	Krajowy System Elektroenergetyczny.
Technologie wytwórcze uwzględnione w modelu sektora energetycznego m.st. Warszawy	–	EWM – elektrownie wiatrowe morskie (offshore), PV – źródła fotowoltaiczne, EWL – elektrownie wiatrowe lądowe, μEW - mikroelektrownie wiatrowe, EB - elektrownie biogazowe, GOZ - gospodarka obiegu zamkniętego (odzysk energii z odpadów - spalarnia odpadów).
Otulina warszawska	–	Teren 18 gmin sąsiadujących bezpośrednio z m.st. Warszawą.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 15/127</p>

6 Część 1 - Analiza wariantowa ogrzewania Warszawy


6.1 Wprowadzenie

W niniejszym opracowaniu przeprowadzono analizę wariantową wytwarzania ciepła do ogrzewania Warszawy, obejmującą głęboką termomodernizację budynków, obniżenie zapotrzebowania na ciepło, wykorzystanie odnawialnej energii, 100% bezemisyjnych budynków do 2050 r. Analizę przeprowadzono zakładając transformację warszawskiego sektora energetycznego w kierunku układu zaopatrującego jego uczestników jednym rodzajem energii, mianowicie energią elektryczną (monizm elektryczny). W tym wariantcie zakłada się potraktowanie źródeł odnawialnych jako podstawowych w zakresie zaspokajania potrzeb energetycznych uczestników warszawskiego sektora energetycznego, przy czym dopuszcza się zastosowanie technologii konwencjonalnych jako źródeł energii pełniących funkcję uzupełniającą pracę OZE. Jak zostanie wykazane w dalszej części opracowania pokrycie zapotrzebowania wszystkich odbiorców ciepłem zelektryfikowanym nie jest w całości wykonalne.

W grupie budynków zabytkowych zastosowanie pełnej elektryfikacji ciepłownictwa nie jest możliwe, co wymusza zasilanie tych budynków ciepłem sieciowym. Należy jednak zaznaczyć, że brak osiągnięcia pełnego wyeliminowania paliw konwencjonalnych (a więc 100% udział OZE w sektorze energetycznym) nie może zostać uznany za zaprzeczenie tezy. Zdaniem Wykonawcy strategiczny charakter opracowania dotyczącego tak przełomowej idei jaką jest praktyczne wdrożenie koncepcji elektroprosumeryzmu uprawnia do stwierdzenia, iż za sukces należałoby uznać sytuację, w której przeanalizowane rozwiązania oparte o technologie OZE pozwolą na zastąpienie energetyki konwencjonalnej w około 85-95%. W analizie wykorzystano rezultat prac wykonanych w ramach Etapu 1 oraz Etapu 2 projektu „Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu” zwłaszcza w zakresie trajektorii zmian zapotrzebowania na media energetyczne do 2050 r. oraz trajektorie pokrycia zidentyfikowanych potrzeb energetycznych przez źródła OZE. Wobec modeli będących przedmiotem analiz w ww. Etapach projektu, w niniejszym suplemencie przeanalizowano dodatkowy wariant ogrzewania Warszawy tj. Model 3a. Analiza jest odpowiedzią na rekomendację nr 17 Warszawskiego Panelu Klimatycznego.

W celu zachowania spójności z pracami wykonanymi w Etapie 1 i Etapie 2 posłużono się dotychczas stosowaną nomenklaturą opisującą modele, które należy rozumieć jako:

- **Model 0** – model referencyjny zmian zachodzących w sektorze energetycznym m.st. Warszawy, tzw. business as usual, stanowiący punkt odniesienia dla proponowanych modeli rozwoju,
- **Model 3** – model najszybszej transformacji (względem modeli 1 i 2 analizowanych w Etapie 2) przewidujący najmniejszy udział energii pochodzącej z Wielkoskalowej Energetyki Korporacyjnej (WEK) na rzecz źródeł OZE, zakładający elektryfikację ciepłownictwa w sposób, w którym 90% potrzeb cieplnych (w roku 2050) zostaje zabezpieczone za pomocą wyłącznie pomp ciepła,

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 16/127</p>

- **Model 3a** – wariant modelu 3, w którym elektryfikacja ciepłownictwa zachodzi według takiej samej trajektorii jak w modelu 3, przy czym pompy ciepła pracują w podstawie, a kotły indukcyjne pracują jako źródła szczytowe.

Jako referencyjny przyjęto zerowy model „business as usual” (Model 0), w którym założono, że zmiany w sposobie wytwarzania energii będą wynikały jedynie z rozwoju poszczególnych technologii, bez wymuszania działań w kierunku wypierania paliw kopalnych z miksu energetycznego.

Modele 3 (zaczepnięty z Etapu 1 opracowania) oraz Model 3a będący przedmiotem analiz w ramach niniejszego Suplementu zostały opracowane z uwzględnieniem przyspieszenia transformacji energetyki w kierunku zastosowania wyłącznie energii elektrycznej na rynkach końcowych przy założeniu tej samej struktury źródeł wytwórczych OZE w każdym z modeli, z zastosowaniem dwóch różnych sposobów wytwarzania ciepła zelektryfikowanego.

6.2 Obecne źródła ciepła w Warszawie

Warszawski podsektor ciepłowniczy zaopatruje gospodarstwa domowe oraz odbiorców komercyjnych w ciepło w postaci centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej oraz ciepła technologicznego. Zasięg warszawskiego systemu ciepłowniczego, największego w Unii Europejskiej, przedstawia Rys. 6.1. Terytorialnie sieć ciepłownicza obejmuje większość obszaru Warszawy, poza rzadziej zaludnionymi obszarami peryferyjnymi. Na terenie całego Miasta znajduje się ok. 16.7 tys. węzłów ciepłych w ok. 19 tys. budynków, co przekłada się na pokrycie ok. 80 proc. zapotrzebowania na ciepło całej Stolicy. Liczba odbiorców ciepła (wg umów) na terenie m.st. Warszawy wyniosła na koniec 2020 r. 19,54 tys.

Warszawski centralny system ciepłowniczy posiada strukturę pierścieniową i jest zasilany z następujących czterech dużych źródeł:

- Elektrociepłownia Siekierki,
- Elektrociepłownia Żerań,
- Ciepłownia Kawęczyn,
- Ciepłowni Wola

należących do PGNiG Termika, które pokrywają zapotrzebowanie na ciepło około 70% mieszkańców Warszawy.

Poza wymienionymi źródłami do centralnej sieci ciepłowniczej przyłączony jest również Zakład Termicznego Unieszkodliwiania Odpadów Komunalnych (Elektrociepłownia ZUO-2 Targówek - Miejskie Przedsiębiorstwo Oczyszczania w m. st. Warszawie Sp. z o.o.).

Elektrociepłownia Siekierki oraz Elektrociepłownia Żerań pracują w podstawie zasilania centralnej sieci ciepłowniczej, z kolei ciepłownie Kawęczyn i Wola pracują jako źródła szczytowe.

W m.st. Warszawie w dzielnicach Ursus, Wawer, Rembertów, Białołęka funkcjonują wydzielone systemy ciepłownicze zasilane z lokalnych ciepłowni węglowych i gazowych. Poza tym na terenie Warszawy funkcjonują niesieciowe źródła ciepła tj. kotłownie własne, spółdzielcze, komunalne, należące do niekoncesjonowanych przedsiębiorstw ciepłowniczych. Około 15% kotłowni funkcjonuje jako rozproszone źródła ciepła pracujące pod jednym producentem i dostawcą. W roku 2019 nastąpił



**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

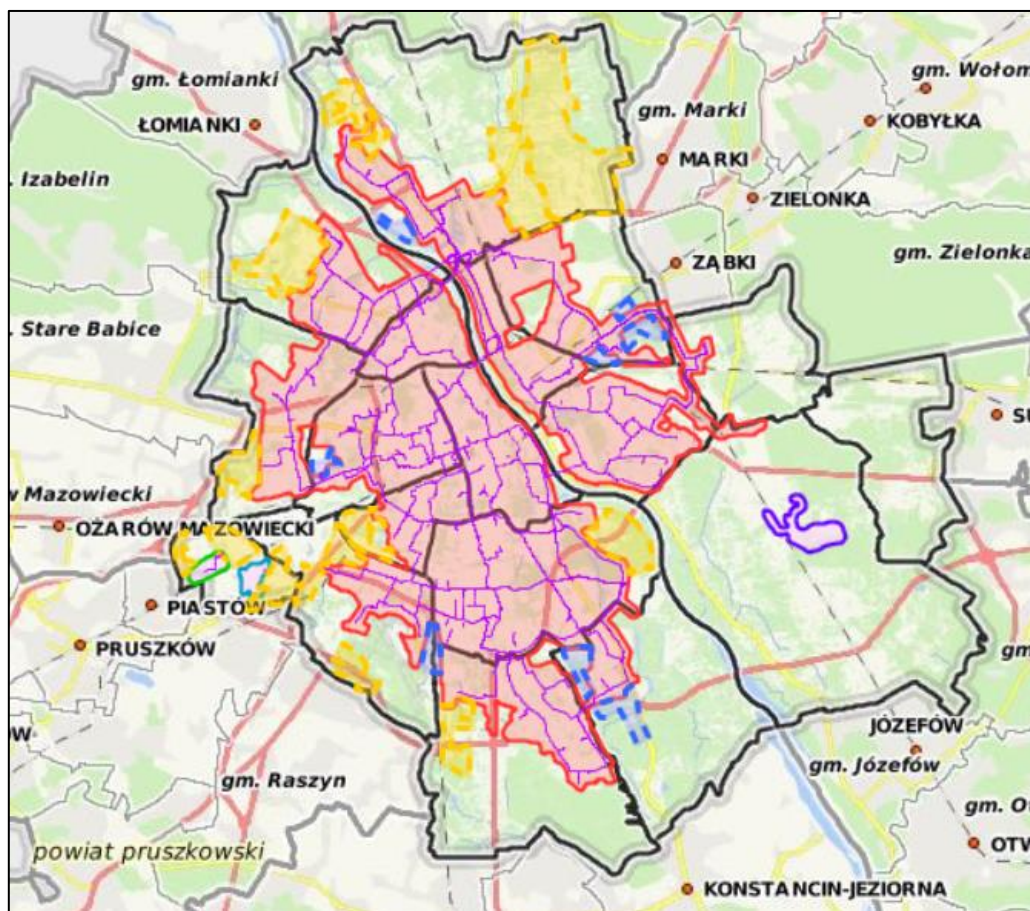
Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.

Nr ewidencyjny
190/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
17/127

znaczny przyrost kotłowni lokalnych – ich liczba wzrosła do 752 szt. zwiększając się o 321 w stosunku do roku poprzedniego. W 2020 r. stan liczbowy kotłowni lokalnych nie uległ zmianie.




- | | |
|--|--|
| Zasięg centralnej sieci | Obszary potencjalnie w zasięgu sieci |
| Zasięg sieci Ciepłowni Międzyzysie | Obszary w zasięgu sieci do podłączenia |
| Zasięg sieci Elektrociepłowni Ursus | Magistralna sieć |
| Zasięg sieci kotłowni gazowych w Ursusie | |

Rys. 6.1 Zasięg sieci ciepłowniczych m.st. Warszawa¹

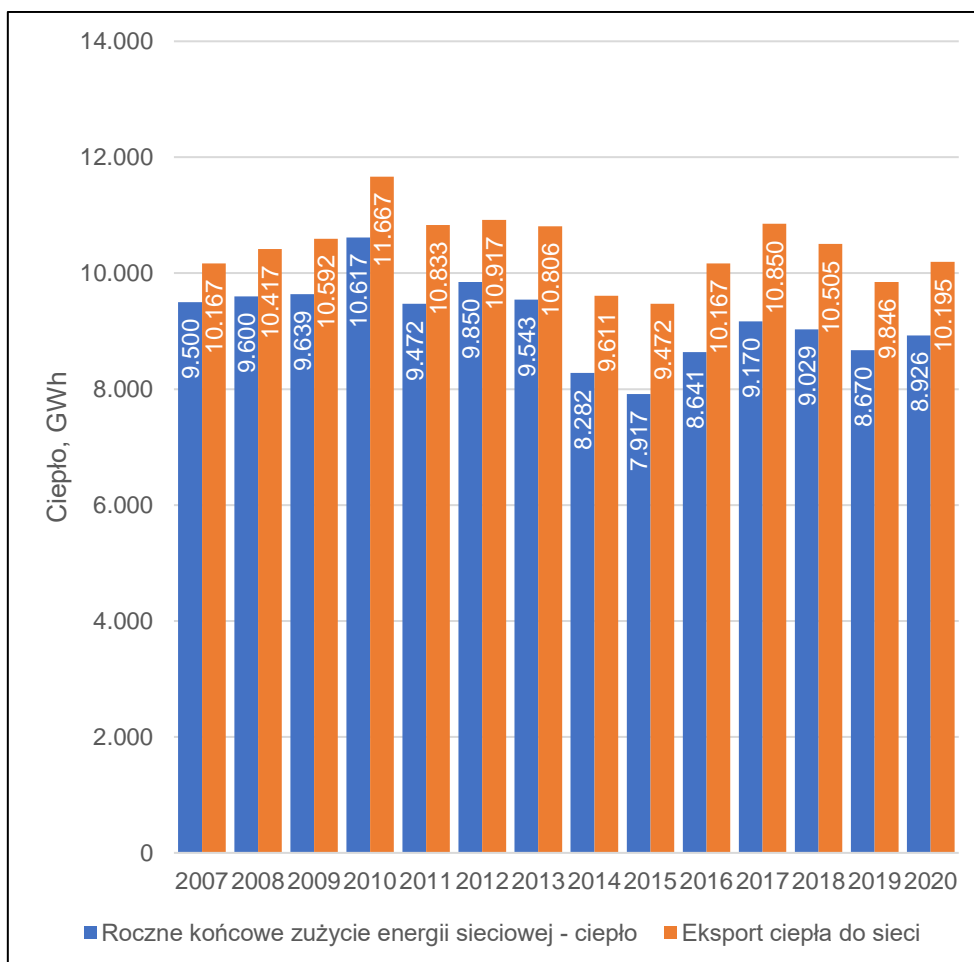
W 2020 r. zdolności wytwórcze jednostek funkcjonujących na terenie m.st. Warszawa wynosiły 4 413 MW_t (4 317 MW_t w roku 2019 r.). Maksymalny pobór mocy w ciepłe sieciowym w 2020 r. wyniósł 2 603 MW i był niższy niż w latach poprzednich – 3 198 MW_t w 2019 r. oraz 3 515 MW_t w 2018 r. Moc w ciepłe zamówiona przez odbiorców końcowych w 2020 r. wynosiła 5 813 MW_t, z kolei moc w ciepłe zamówiona w źródłach wytwórczych wynosiła w 2020 r. 3 945 MW_t. W 2020 r. roczne końcowe zużycie ciepła wyniosło 8 926 GWh, z kolei wolumen ciepła wyeksportowanego do

¹ źródło: https://mapa.um.warszawa.pl/mapaApp1/mapa?service=mapa_oze [dostęp: 13.10.2021r.]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="right">Strona/Stron 18/127</p>


sieci wyniósł 10 195 GWh (12,45% strat ciepła w sieci ciepłowniczej).

Na wykresie (Rys. 6.2) zestawiono roczne wolumeny zużycia i strat ciepła w latach 2007-2020.



Rys. 6.2 Roczne końcowe zużycie ciepła sieciowego, eksport ciepła do sieci oraz straty ciepła w latach 2007-2019

Należy mieć na uwadze, że trendy związane z zużyciem ciepła oraz maksymalnym poborem mocy są silnie uzależnione od zmian temperatury powietrza w danym roku. Z tego też względu do obliczeń prognozy zapotrzebowania po roku 2020 r. przyjęto jako wartości bazowe średnią wartość zapotrzebowania na sieciowe ciepło użytkowe z lat 2017–2020 wynoszącą 8,9 TWh rocznie.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 19/127</p>

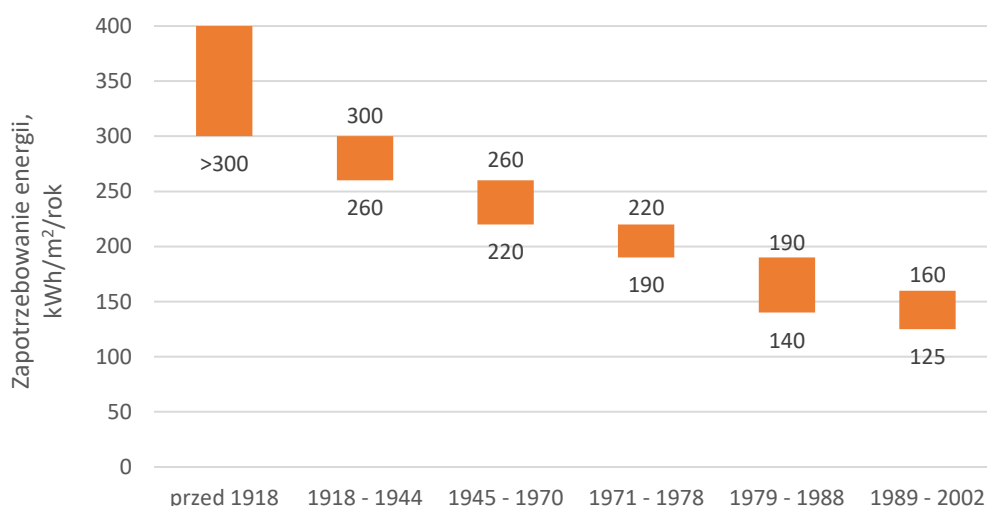
6.3 Aktualny stan zasobów budynkowych

W niniejszym rozdziale przedstawiono informacje dotyczące aktualnego stanu zasobów budynkowych na terenie miasta w podziale na grupy budynków. Analizę stanu zasobów budynkowych na terenie miasta przeprowadzono głównie na podstawie następujących źródeł:

1. Narodowy Spis Powszechny 2002 oraz Narodowy Spis Powszechny 2010: Dane dotyczące stanu budownictwa mieszkaniowego.
2. Bank Danych Lokalnych (BDL) Głównego Urzędu Statystycznego: Dane statystyczne dotyczące zasobu mieszkaniowego na terenie miasta – budynki oddane do użytkowania po 2002 r.
3. Uchwała XXXV/1074/2020 Rady m.st. Warszawy z 27 sierpnia 2020 r. – Założenia do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla m.st. Warszawy: informacje dotyczące stanu technicznego budynków należących do miasta.
4. System Informacji o Terenie: Dane dotyczące obiektów budowlanych na terenie miasta – stan na 2010 r. Przeprowadzono obliczenia dodatkowe celem uzyskania struktury obiektów budowlanych do 2020 r. – przyjęto trend rozwoju jak dla budynków mieszkalnych na terenie miasta.
5. Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta stołecznego Warszawy: Dane dotyczące trendów rozwoju budownictwa na terenie miasta.


Ze względu na brak niektórych informacji oraz zmianę sposobu prezentacji danych w BDL w różnych okresach dokonano obliczeń uzupełniających.

Wskaźniki zapotrzebowania na ciepło dla budynków przyjęto zgodnie z poniższymi przedziałami (Rys. 6.3):



Rys. 6.3 Wskaźniki zapotrzebowania na energię końcową dla budynków mieszkalnych²

² Na podstawie: Długoterminowej Strategii Renowacji

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 20/127

Szacunkowy stopień termomodernizacji w poszczególnych grupach wiekowych względem przedstawionych powyżej wskaźników w poszczególnych grupach wiekowych budynków mieszkalnych przedstawia Tabela 6.1.

Tabela 6.1 Struktura obiektów mieszkalnych w podziale na rok oddania do użytkowania

Rok oddania do użytkowania	Udział budynków poddanych termomodernizacji
przed 1918	10%
1918 - 1944	15%
1945 - 1970	30%
1971 - 1978	40%
1979 - 1988	40%
1989 - 2002	20%
2003 - 2013	0%

W ramach podziału struktury obiektów na lata wybudowania wyodrębniono kategorię „2014–2020”, uwzględniającą etap zmian prawnych poprzez konieczność spełnienia Warunków Technicznych dla nowobudowanych budynków.

W zakresie prognoz dla budownictwa przyjęto następujące założenia


1. W kolejnych latach nastąpi 5-procentowy spadek przyrostu oddawanych do użytkowania budynków mieszkalnych w stosunku do lat 2011–2020.
2. W kolejnych latach nastąpi 5-procentowy spadek przyrostu oddawanych do użytkowania budynków niemieszkalnych w stosunku do lat 2011–2020, z wyjątkiem grupy budynków przemysłowych, gdzie założono 10-procentowy spadek.

W zakresie prognozy działań termomodernizacyjnych do roku 2050 zakłada się dalszy postęp w tym zakresie w tempie ok. 1%/rok. Nie uwzględniono działań mających przyspieszyć obecne tempo termomodernizacji budynków. W zakresie dla budynków mieszkalnych przewiduje się działania polegające głównie na dociepleniu przegród zewnętrznych, wymianie stolarki okiennej i drzwiowej oraz modernizację systemów wentylacji (z uwzględnieniem wentylacji mechanicznej z rekuperacją).

W zakresie prognozy wykorzystania ciepłej wody użytkowej przyjęto spadek zapotrzebowania na energię użytkową w tym zakresie o ok. 10% względem roku 2020.

6.3.1 Budynki użyteczności publicznej

Na terenie miasta znajduje się łącznie 1 477 budynków użyteczności publicznej, należących do miasta Warszawy (stan na 2014 r.). Ich łączna powierzchnia ogrzewana wynosi ok. 3,6 mln m². Budynki znajdują się w różnym stanie technicznym, większość z nich nie była poddana kompleksowej termomodernizacji.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 21/127

6.3.2 Budynki mieszkalne

Na terenie miasta znajduje się łącznie ok. 89 tys. budynków mieszkalnych o łącznej powierzchni mieszkań ok. 59 mln m². Na koniec 2020 roku na terenie miasta zlokalizowanych było 1 020 433 mieszkań o łącznej powierzchni użytkowej 60 159 226 m². Wskaźnik powierzchni mieszkalnej przypadającej na jednego mieszkańca wyniósł 33,53 m² i wzrósł w odniesieniu do 1995 roku o 15,23 m²/osobę. Średni metraż przeciętnego mieszkania wynosił 58,95 m² (2020 rok) i wzrósł w odniesieniu do 1995 roku o 10,27 m²/mieszkańca. W przypadku tych pierwszych można mówić o niedostatecznej ochronie cieplnej, natomiast w przypadku budynków wybudowanych po 1989 r. wskaźniki zapotrzebowania na ciepło są zbliżone do aktualnie obowiązujących. Tabela 6.2 przedstawia strukturę obiektów mieszkalnych w podziale na rok oddania do użytkowania.

Tabela 6.2 Struktura obiektów mieszkalnych jednorodzinnych i wielorodzinnych w podziale na rok oddania do użytkowania

Rok oddania do użytkowania	Budynki jednorodzinne			Budynki wielorodzinne		
	Budynki, szt.	Mieszkania, szt.	Powierzchnia mieszkań, m ²	Budynki, szt.	Mieszkania, szt.	Powierzchnia mieszkań, m ²
przed 1918	371	461	32 105	721	18 837	910 307
1918 - 1944	7 086	8 920	756 003	5 099	66 719	3 250 548
1945 - 1970	15 480	17 332	1 580 711	5 887	263 747	10 976 600
1971 - 1978	4 451	4 823	526 789	1 552	126 225	5 999 860
1979 - 1988	6 187	6 572	904 089	1 504	78 512	4 414 191
1989 - 2002	12 094	12 494	2 268 194	2 493	93 203	6 102 667
2003 - 2013	9 731	9 731	1 813 918	6 130	149 571	10 651 852
2014 - 2020	4 428	4 428	834 099	5 512	132 952	7 565 820
Suma	59 828	64 761	8 715 908	28 898	929 766	49 871 845



	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 22/127

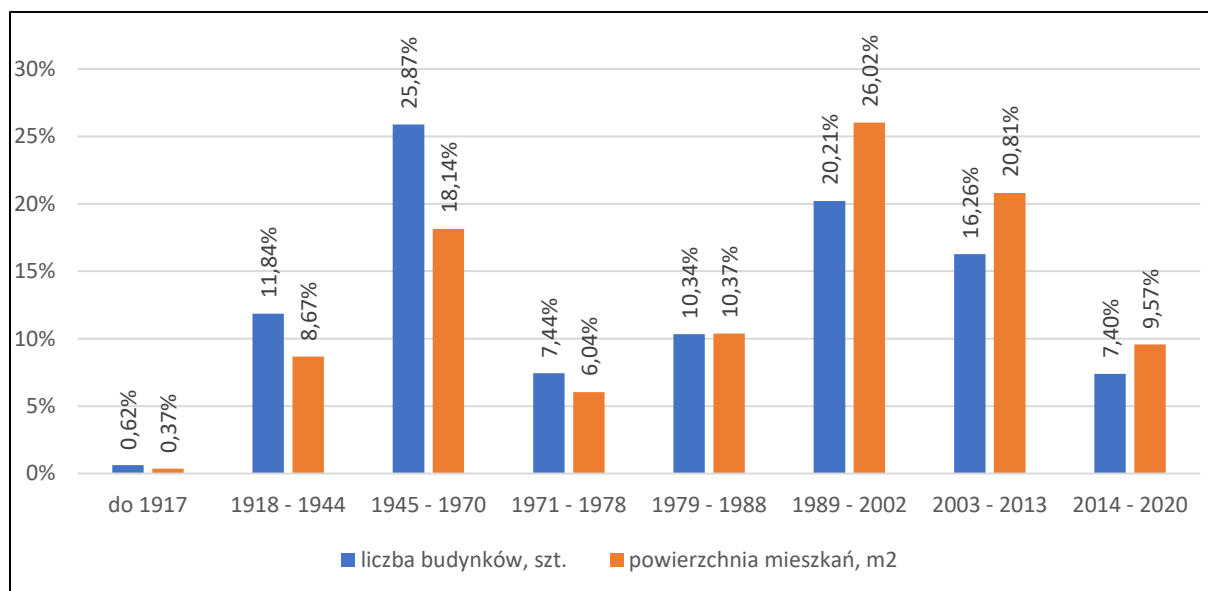
Tabela 6.3 przedstawia informacje na temat budownictwa mieszkaniowego w latach 1995 – 2020 na terenie Warszawy.

Tabela 6.3 Liczba mieszkań oraz powierzchnia użytkowa w budynkach oddawanych do użytkowania w latach 1995-2020

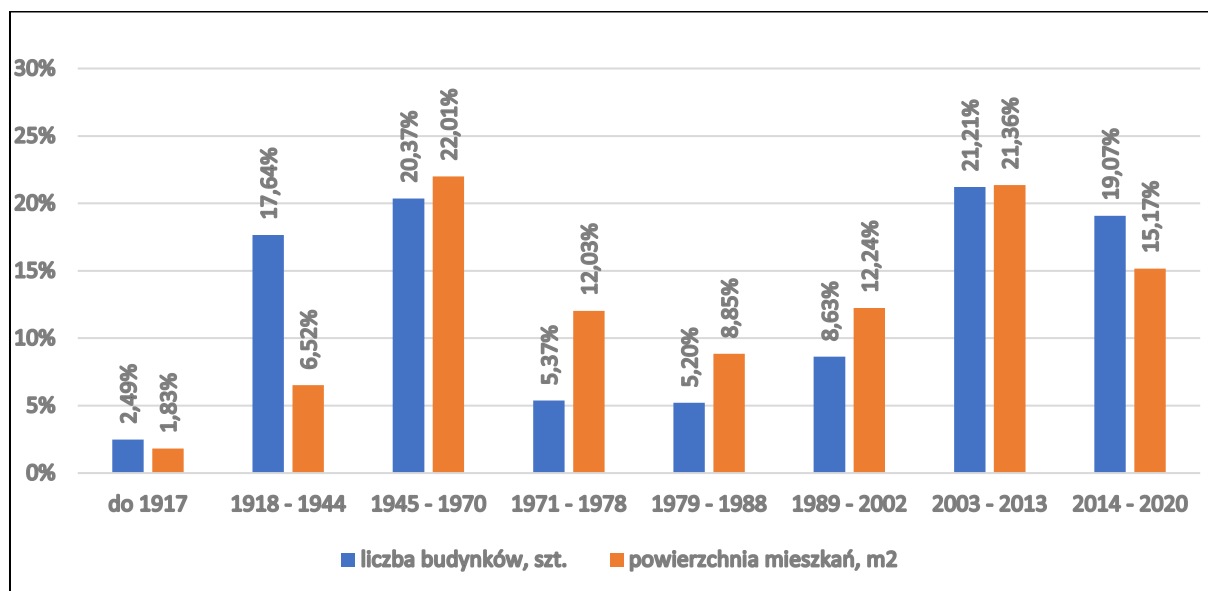
Rok	Mieszkania istniejące		Mieszkania oddane do użytku w danym roku	
	Liczba	Powierzchnia użytkowa	Liczba	Powierzchnia użytkowa
	sztuk	m ²	sztuk	m ²
1995	614 734	29 926 625	3 877	365 241
1996	618 924	30 314 608	4 562	408 612
1997	622 617	30 719 150	4 085	421 033
1998	629 174	31 326 438	6 850	615 155
1999	638 640	32 072 828	9 896	764 032
2000	652 565	33 235 147	14 408	1 180 774
2001	668 772	34 408 376	16 278	1 176 910
2002	717 784	39 849 890	13 070	905 809
2003	729 889	40 738 203	12 335	899 872
2004	739 324	41 394 522	10 300	734 056
2005	753 182	42 376 069	14 436	1 047 236
2006	766 223	43 370 640	13 686	1 058 905
2007	780 911	44 506 242	15 729	1 216 003
2008	799 661	45 906 295	19 049	1 434 409
2009	818 874	47 312 305	19 482	1 438 989
2010	850 904	49 526 351	12 462	919 133
2011	859 913	50 224 531	9 356	742 519
2012	872 587	51 115 881	13 496	970 442
2013	885 393	51 997 947	13 128	929 964
2014	899 950	52 939 521	14 964	989 799
2015	912 867	53 755 013	13 306	852 303
2016	932 574	54 916 025	20 119	1 192 512
2017	952 686	56 166 580	20 331	1 281 999
2018	975 731	57 531 713	23 430	1 398 116
2019	997 054	58 790 151	21 599	1 289 540
2020	1 020 433	60 159 226	23 543	1 395 650

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="right">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="right">Strona/Stron 23/127</p>

Udział liczby mieszkań oraz budynków wybudowanych w poszczególnych okresach przedstawiono na poniższych rysunkach (Rys. 6.4 i Rys. 6.5).




Rys. 6.4 Struktura wiekowa budynków wg liczby mieszkań i powierzchni – budynki jednorodzinne



Rys. 6.5 Struktura wiekowa budynków wg liczby mieszkań i powierzchni – budynki wielorodzinne

Znaczna część budynków (ok. 25% w przypadku budynków jednorodzinnych i ok. 20% w przypadku budynków wielorodzinnych) powstała po II wojnie światowej, czyli w latach 1945 – 1970. Kolejnym wzrostem rozwoju dla budynków jednorodzinnych były lata 1989 - 2002, czyli po zmianach ustrojowych, a dla wielorodzinnych - lata 2003 – 2013.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 24/127

Najwięcej budynków zostało oddanych do użytkowania w latach 1945 – 1970, a następnie 1989 – 2013.

6.3.3 Budynki niemieszkalne

Budynki niemieszkalne stanowią ok. połowy liczby wszystkich budynków w Warszawie. Największą grupę zarówno pod względem budynków jak również powierzchni użytkowej stanowią tzw. inne budynki niemieszkalne, niezakwalifikowane do żadnej z pozostałych grup. Ponadto dużym udziałem powierzchni charakteryzują się budynki o funkcji biurowej, handlowo-usługowej a w dalszej kolejności grupa budynków oświatowych, kultury i sportowych. Tabela 6.4 i Tabela 6.5 przedstawiają strukturę obiektów niemieszkalnych w podziale na rok oddania do użytkowania.

Tabela 6.4 Struktura liczby obiektów niemieszkalnych w podziale na rok oddania do użytkowania oraz funkcję budynku, szt.

Funkcja	Rok oddania do użytkowania						RAZEM
	przed 1944	1945 – 1970	1971 – 1988	1989 – 1995	1996 – 2010	2011 – 2020	
Biurowe	200	699	555	352	752	730	3 289
Handlowo-usługowe	227	1 305	1 858	1 541	1 655	1 607	8 193
Inne budynki niemieszkalne	3 040	12 992	8 963	4 414	4 910	4 766	39 084
Oświatowe, kultury, sportowe	182	548	280	96	295	286	1 688
Produkcyjne, usługowe i gospodarcze dla rolnictwa	135	1 532	1 484	578	495	481	4 705
Przemysłowe	156	588	383	165	230	223	1 745
Szpitali i zakładów opieki medycznej	65	106	100	35	60	58	424
Transportu i łączności	686	7 626	6 326	3 529	3 886	3 773	25 826
Zbiorniki, silosy i budynki magazynowe	124	949	652	299	462	448	2 934
Suma	4 816	26 345	20 600	11 010	12 744	12 372	87 887


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 25/127

Tabela 6.5 Struktura powierzchni użytkowej obiektów niemieszkalnych w podziale na rok oddania do użytkowania oraz funkcję budynku, m²

Funkcja	Rok oddania do użytkowania						
	przed 1944	1945 – 1970	1971 – 1988	1989 – 1995	1996 – 2010	2011 – 2020	RAZEM
Biurowe	240 707	722 599	675 949	360 667	1 849 813	1 795 776	5 645 512
Handlowo-usługowe	39 508	312 342	486 356	329 849	2 037 863	1 978 332	5 184 251
Inne budynki niemieszkalne	642 175	1 651 630	878 470	705 754	1 059 397	1 028 450	5 965 875
Oświatowe, kultury, sportowe	270 005	1 662 455	464 009	146 422	462 921	449 399	3 455 210
Produkcyjne, usługowe i gospodarcze dla rolnictwa	6 176	83 883	156 318	58 334	48 956	47 526	401 193
Przemysłowe	258 643	1 151 756	561 563	119 398	352 215	341 926	2 785 502
Szpitali i zakładów opieki medycznej	95 028	231 122	277 146	21 304	58 225	56 524	739 350
Transportu i łączności	15 810	303 206	177 676	123 727	390 790	379 374	1 390 584
Zbiorniki, silosy i budynki magazynowe	31 827	364 190	268 955	112 320	448 768	435 658	31 827
Suma	1 599 879	6 483 183	3 946 443	1 977 776	6 708 948	6 512 966	27 229 195

Struktura wiekowa budynków niemieszkalnych wskazuje, że największy przyrost powierzchni użytkowej nastąpił w latach 1945 – 1970 a następnie po roku 1996. Jednocześnie widoczne jest zwiększenie średniej powierzchni budynków oddawanych do użytku od lat 90-tych ubiegłego wieku.

6.4 Zapotrzebowanie na energię użytkową w roku 2020

W niniejszym rozdziale przedstawiono analizę zapotrzebowania na energię użytkową na potrzeby ogrzewania budynków oraz osobno na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej. Wskaźniki zapotrzebowania na energię użytkową budynków w poszczególnych grupach wiekowych przedstawia Tabela 6.6.


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 26/127

Tabela 6.6 Uśrednione wskaźniki zapotrzebowania oraz zapotrzebowanie na energię użytkową dla budynków mieszkalnych w poszczególnych grupach wiekowych

Rok oddania do użytkowania	Wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową (rok 2020)		Zapotrzebowanie na energię użytkową	
	jednorodzinne, kWh/m ² rok	wielorodzinne, kWh/m ² rok	jednorodzinne, GWh/rok	wielorodzinne, GWh/rok
do 1917	224,78	216,00	7,217	196,626
1918 - 1944	198,14	190,40	149,796	618,904
1945 - 1970	139,87	134,40	221,086	1 475,255
1971 - 1978	102,40	98,40	53,944	590,386
1979 - 1988	82,42	79,20	74,515	349,604
1989 - 2002	94,91	91,20	215,271	556,563
2003 - 2013	68,68	66,00	124,587	703,022
2014 - 2020	56,20	54,00	46,873	408,554
RAZEM			893,288	4 898,916

Jednocześnie zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w budynkach mieszkalnych szacuje się na poziomie 1 595 GWh/rok.


Budynki niemieszkalne ze względu na dostępność danych dotyczących zapotrzebowania na energię w dokumentach planistycznych podzielono na dwie kategorie budynków przemysłowych oraz pozostałych (Tabela 6.7).

Tabela 6.7 Uśrednione wskaźniki zapotrzebowania oraz zapotrzebowanie na energię użytkową dla budynków niemieszkalnych

Wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową, kWh/m ² rok	
Przemysł	55,207
Pozostałe	88,337
Zapotrzebowanie na energię użytkową, GWh	
Przemysł	154,78
Pozostałe	2 012,48

6.5 Rozwój zasobów budynkowych do roku 2050

Poniżej scharakteryzowano trendy rozwojowe zasobów budynkowych miasta na podstawie zapisów zawartych w „Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 27/127</p>

stołecznego Warszawy³ a także z uwzględnieniem dotychczasowych trendów przyrostu powierzchni budynków do roku 2020.

Jak zapisano w ww. dokumencie, w najbliższych latach prognozuje się wzrost migracji ludności z Warszawy do gmin ościennych. Związane jest to faktem, że jednostki ościenne stają się atrakcyjne jako miejsca zamieszkania także dla mieszkańców samego miasta metropolitalnego – wyprowadzając się do strefy podmiejskiej nie tracą dostępu do dóbr i usług oferowanych w Warszawie, poprawiają zaś swe warunki życia. Ponadto prognozowany jest również wzrost liczby ludności w mieście.

W 2003 r. obszary zabudowy mieszkaniowej obejmowały 28,0% powierzchni miasta, tj. ok. 145 km², w tym: ok. 55 km² zajmowała zabudowa mieszkaniowa wielorodzinna, co stanowi ok. 11% powierzchni miasta; ok. 90 km² zajmowała zabudowa mieszkaniowa o charakterze jednorodzinny, co stanowi ok. 17%, powierzchni miasta.

Obecnie tereny zabudowy mieszkaniowej zajmują ok. 1/5 powierzchni miasta (ok. 107 km²), w tym zabudowa jednorodzinna stanowi 11%, a wielorodzinna 9%.

W Warszawie można wyróżnić kilka typów rozmieszczenia podmiotów gospodarczych³:

- Typ koncentryczny (stopniowy spadek liczby podmiotów przypadających na km² wraz z odległością od centrum miasta) reprezentowany przez takie działalności jak: hotelarstwo, ubezpieczenia, usługi na rzecz całego społeczeństwa, organizacje komercyjne, pracodawców i profesjonalne. W przypadku tego typu rozmieszczenia występują czynniki lokalizacji związane z walorami reprezentacyjnymi miejsca – w przypadku Warszawy jest to wyraźnie widoczne w dzielnicy Śródmieście.
- Typ wielośrodkowy obserwuje się w przypadku szkolnictwa wyższego, produkcji pojazdów czy zespołów eksterytorialnych. Widoczne są również trendy do lokalizowania działalności w pobliżu najważniejszych arterii komunikacyjnych.


Widoczna jest również tendencja do lokalizacji przedsiębiorstw z dala od centrum miasta. Dotyczy to zwłaszcza działalności prowadzonej w miejscu zamieszkania usługodawcy. Prawdopodobne jest postępowanie zjawiska migracji tych podmiotów z centrum miasta do dzielnic zewnętrznych.

W takim przypadku rola Śródmieścia będzie malała, o ile nie nastąpi rozwój innych działalności np. organizacji międzynarodowych, administracji centralnej. Lokalizacja takich usług wydaje się być głównie związana z ich dostępnością. Jest ona jednak jednocześnie czynnikiem stymulującym rozwój i organizującym życie społeczne w osiedlach mieszkaniowych.

W roku 2003 na terenie m.st. Warszawy funkcjonowało około 20 000 sklepów o łącznej powierzchni sprzedaży ok. 1 800 tys. m²; ponad 60% tej powierzchni zajmowały obiekty handlowe o powierzchni sprzedaży powyżej 2 000 m². Najwięcej sklepów było na terenie Śródmieścia, Mokotowa, Pragi Południe i Woli, najmniej w Wilanowie, Wesołej, Rembertowie, Ursusie i Białołęce. Łączna powierzchnia użytkowa obiektów handlu wynosi ok. 3 743 tys. m².

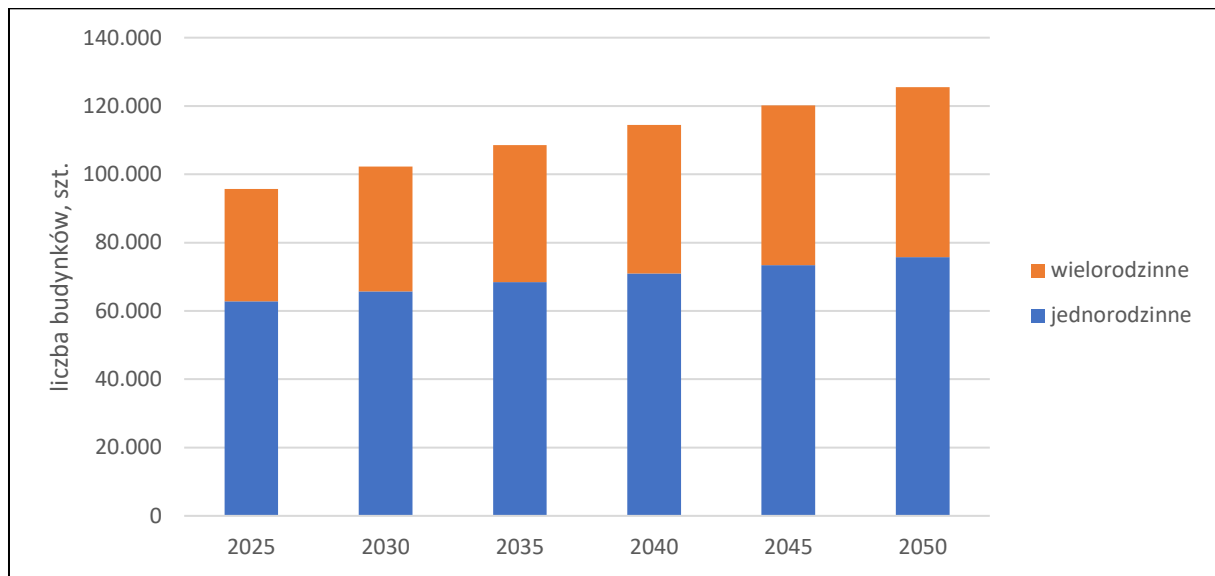
W związku z ograniczeniem przetwórstwa przemysłowego w Warszawie, na szczególną uwagę zasługują obszary poprzemysłowe i obecnie zajmowane przez przemysł. W związku z zanikiem przedsiębiorstw produkcyjnych następuje ekspansja funkcji mieszkaniowej na te tereny. Obszary te

³ http://www.siskom.waw.pl/materialy/pzp-1105/tekst/tekst_studium.pdf

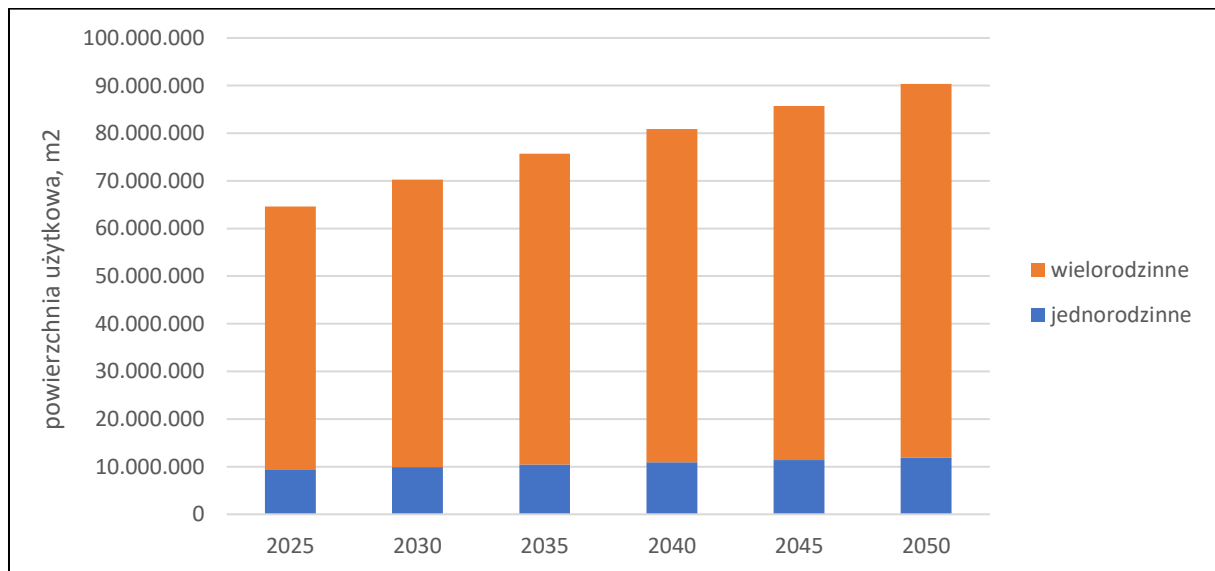
	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p>Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 28/127</p>

można traktować jako te fragmenty przestrzeni, które mogą stać się kluczowe dla zmian w strukturze funkcjonalno-przestrzennej miasta.

Poniżej przedstawiono prognozowaną do 2050 r. strukturę obiektów mieszkalnych (Rys. 6.6 i Rys. 6.7) i niemieszkalnych (Rys. 6.8 i Rys. 6.9) na terenie miasta stołecznego Warszawy.



Rys. 6.6 Prognoza liczby budynków mieszkalnych do roku 2050 na terenie miasta stołecznego Warszawy



Rys. 6.7 Prognoza powierzchni użytkowej budynków mieszkalnych do roku 2050 na terenie miasta stołecznego Warszawy



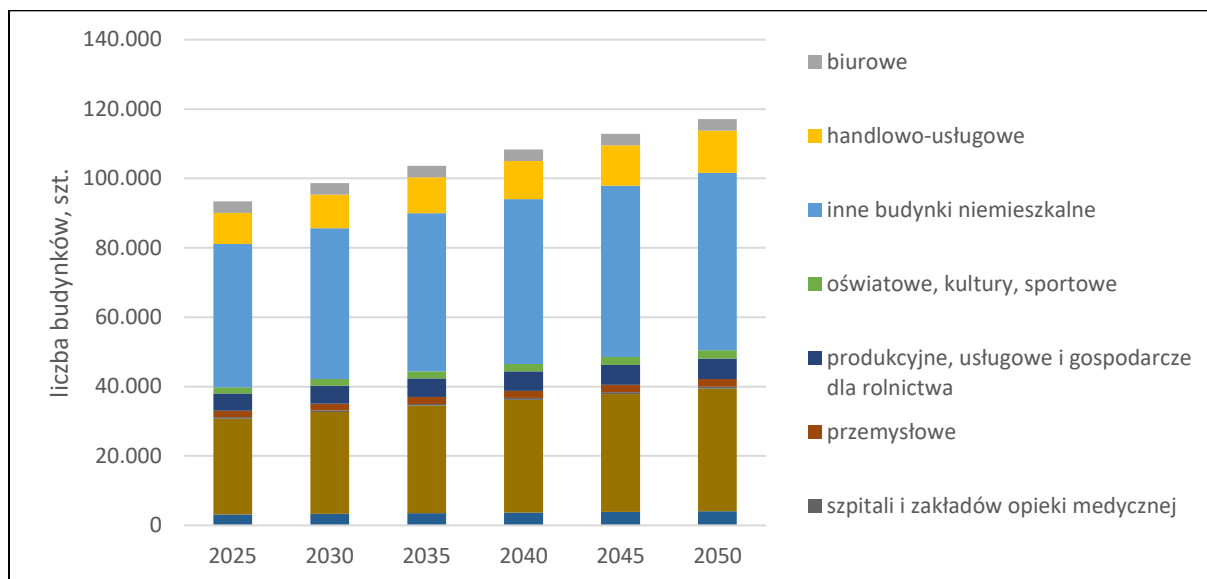
**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.

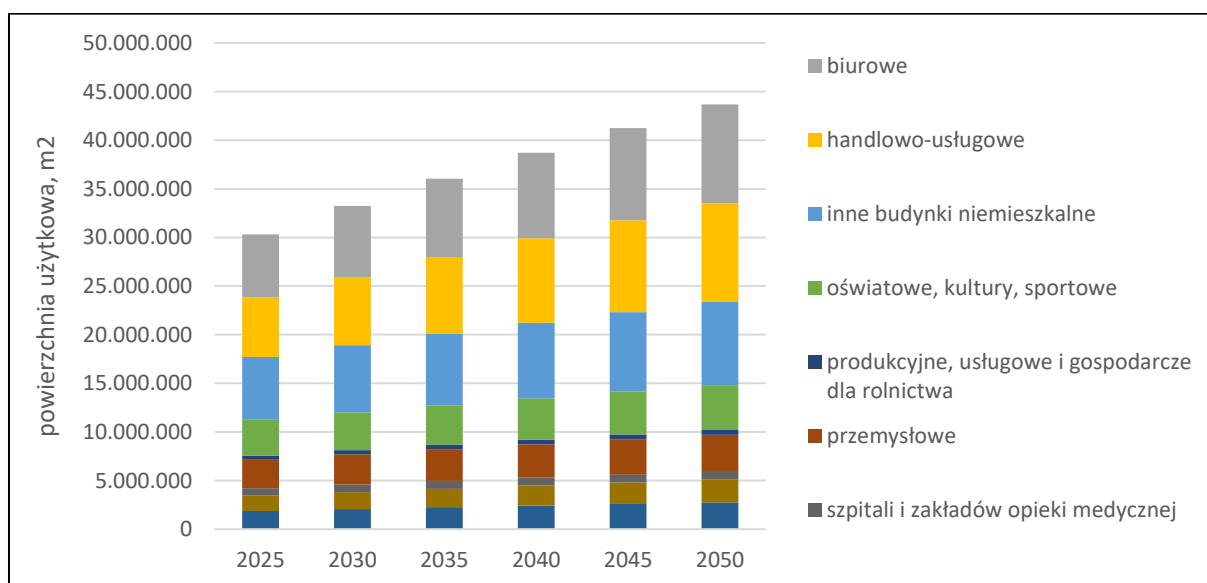
Nr ewidencyjny
190/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
29/127




Rys. 6.8 Prognoza liczby budynków niemieszkalnych do roku 2050 na terenie miasta stołecznego Warszawy



Rys. 6.9 Prognoza powierzchni użytkowej budynków niemieszkalnych do roku 2050 na terenie miasta stołecznego Warszawy

Od 2020 r. prognozuje się wzrost zarówno liczby, jak i powierzchni budynków mieszkalnych. Wyższy wzrost powierzchni mieszkaniowej prognozowany jest dla obiektów wielorodzinnych. Pod koniec 2050 r. na terenie miasta wielkość zasobów mieszkaniowych prognozuje się na ok. 126 tys. budynków oraz 90,3 mln m² powierzchni mieszkaniowej. W przypadku budynków niemieszkalnych założono równomierny wzrost we wszystkich kategoriach budynków, z wyjątkiem sektora przemysłu. Na koniec 2050 r. na terenie miasta będzie ok. 119 tys. budynków niemieszkalnych o łącznej powierzchni ok. 44 mln m².

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 30/127

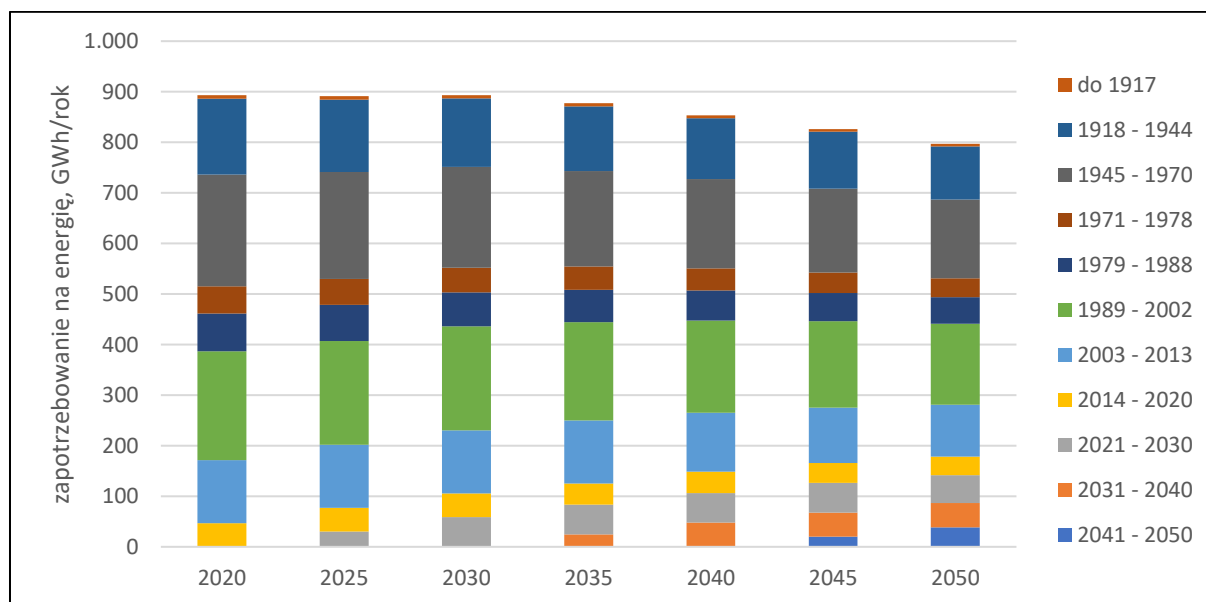
6.6 Prognoza zapotrzebowania na energię dla budynków do roku 2050 (Model 0)

Prognoza zapotrzebowania na energię została przeprowadzona z uwzględnieniem przewidywanego wzrostu powierzchni użytkowej budynków od 2020 r. (patrz rozdział 6.6). Tabela 6.8 przedstawia prognozowaną zmianę zapotrzebowania na energię użytkową na potrzeby ogrzewania budynków mieszkalnych do roku 2050.

Tabela 6.8 Prognozowana zmiana zapotrzebowania na energię użytkową na potrzeby ogrzewania budynków do roku 2050 – budynki mieszkalne

Typ budynku	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
jednorodzinne	893,29	890,94	893,44	877,41	853,25	826,08	797,18
wielorodzinne	4 898,92	5 008,10	5 082,20	5 098,40	5 037,43	4 937,44	4 812,90
Suma	5 792,20	5 899,03	5 975,64	5 975,81	5 890,68	5 763,52	5 610,09

Prognozuje się, że zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby ogrzewania budynków mieszkalnych zmniejszy się do roku 2050 o ok. 3%. Na poniższych rysunkach przedstawiono prognozowane zmiany w poszczególnych grupach wiekowych budynków mieszkalnych z uwzględnieniem obiektów, które powstaną do roku 2050 oraz podziałem na budynki jednorodzinne (Rys. 6.10) i wielorodzinne (Rys. 6.11).



Rys. 6.10 Prognoza zapotrzebowania na energię użytkową na potrzeby ogrzewania do roku 2050 – budynki jednorodzinne



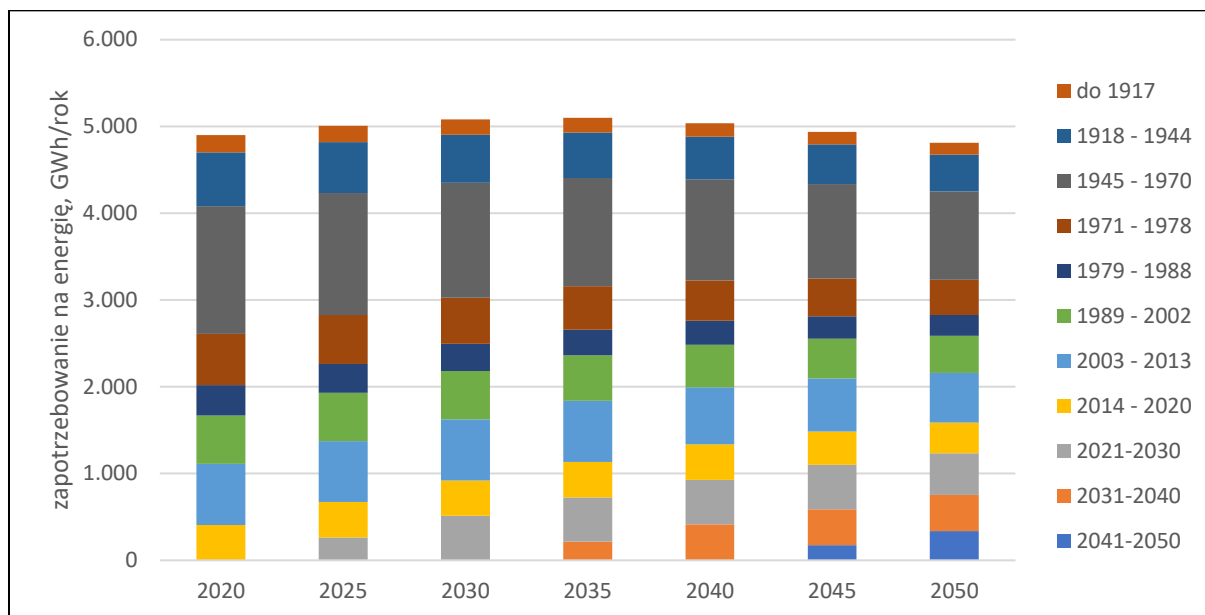
**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumentów**

Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.

Nr ewidencyjny
190/TE/2022

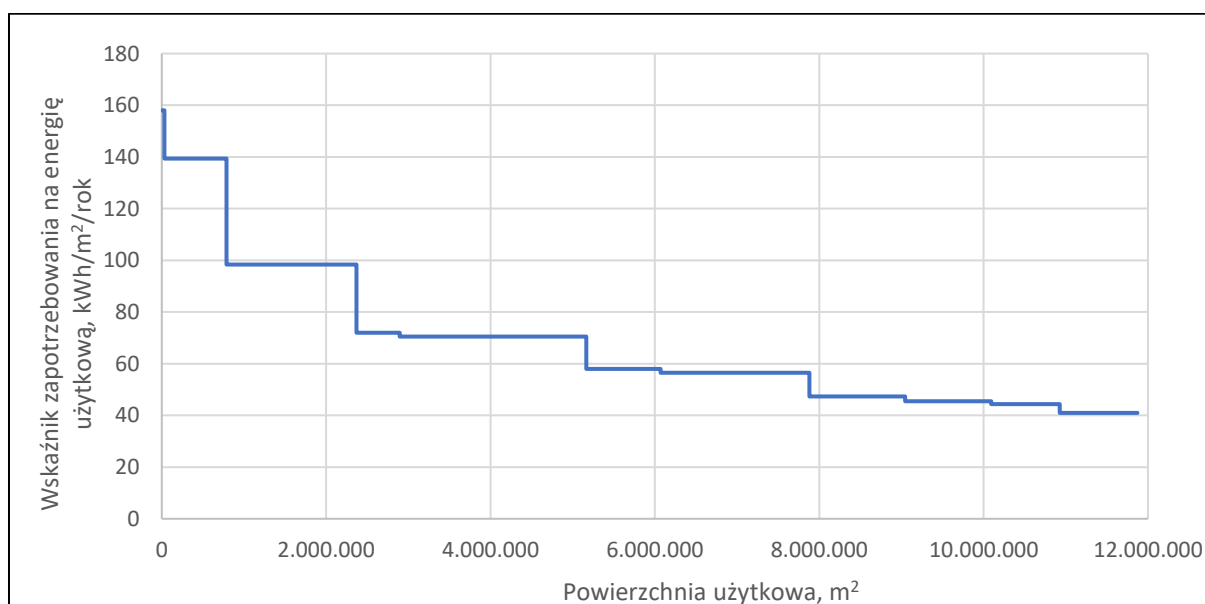
Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
31/127



Rys. 6.11 Prognoza zapotrzebowania na energię użytkową na potrzeby ogrzewania do roku 2050 – budynki wielorodzinne

Prognozuje się, że wraz z działaniami termomodernizacyjnymi nastąpi powolny spadek zapotrzebowania w całym sektorze gospodarstw domowych względem roku 2020. W zakresie samych wskaźników zapotrzebowania energii użytkowej prognozuje się, że w roku 2030 blisko 50% powierzchni użytkowej będzie charakteryzowała się wskaźnikiem zapotrzebowania większym niż 60 kWh/m²/rok. Jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby ogrzewania do roku 2050 przedstawiono na poniższych rysunkach (Rys. 6.12 i Rys. 6.13).



Rys. 6.12 Prognozowany wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową dla budynków mieszkalnych jednorodzinnych w 2050 r.



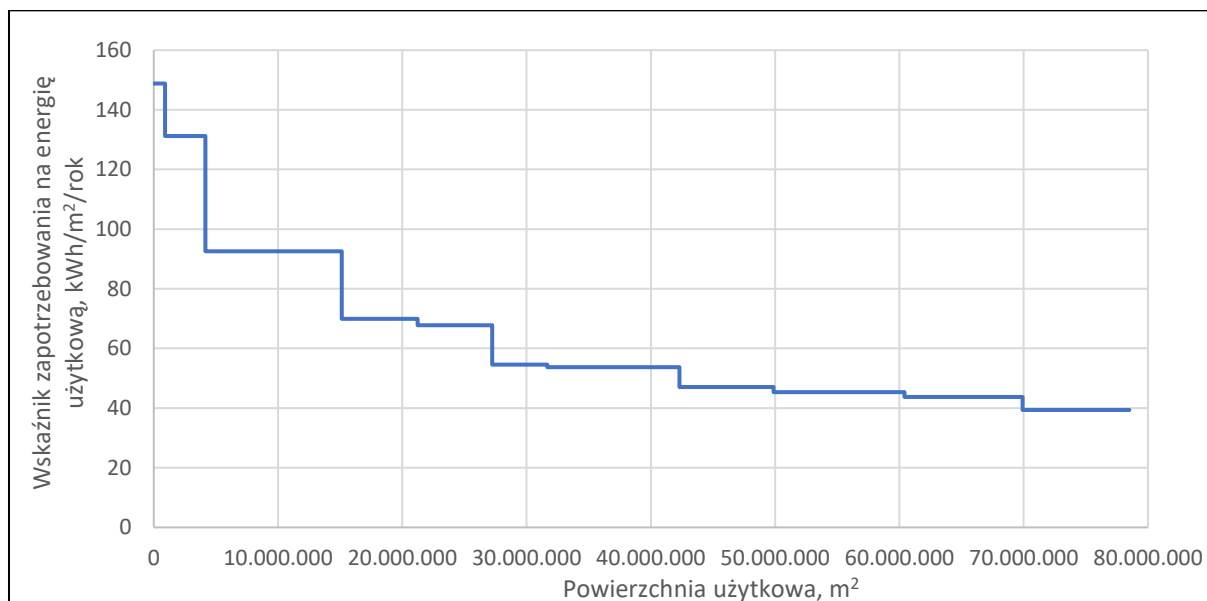
**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.

Nr ewidencyjny
190/TE/2022

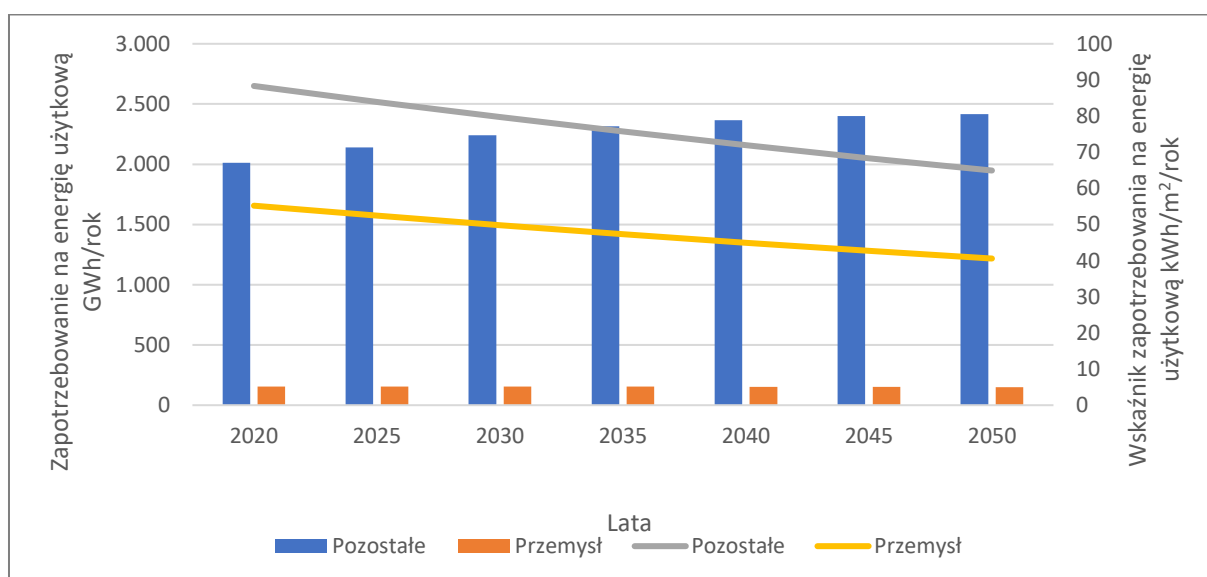
Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
32/127




Rys. 6.13 Prognozowany wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową dla budynków mieszkalnych wielorodzinnych w 2050 r.

W przypadku budynków niemieszkalnych założono równomierny przyrost liczby i powierzchni budynków we wszystkich kategoriach funkcjonalnych, z wyjątkiem sektora przemysłu. Prognozuje się, że na koniec 2050 r. na terenie miasta będzie ok. 119 tys. budynków niemieszkalnych o łącznej powierzchni ok. 44 mln m². Prognozowane zmiany zapotrzebowania na energię użytkową na potrzeby ogrzewania wraz ze zmianami wskaźnika jednostkowego zapotrzebowania na energię przedstawia Rys. 6.14.



Rys. 6.14 Prognozowany wskaźnik oraz zapotrzebowanie na energię dla budynków niemieszkalnych do roku 2050 r.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 33/127

Przewiduje się wzrost zapotrzebowania na energię końcową na potrzeby ogrzewania w budynkach niemieszkalnych o ok. 18,5% względem roku 2020 (Tabela 6.9), związany głównie z przyrostem nowej powierzchni użytkowej obiektów. Prognozuje się, że działania modernizacyjne podejmowane w budynkach w celu ograniczenia zapotrzebowania na energię w obecnym tempie nie skompensują potrzeb energetycznych nowych obiektów.

Tabela 6.9 Prognozowana zmiana zapotrzebowania na energię użytkową na potrzeby ogrzewania budynków niemieszkalnych do roku 2050

Sektor	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Wskaźnik jednostkowego zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania budynków kWh/m²/rok							
Przemysł	55,2	52,4	49,8	47,3	45,0	42,7	40,6
Pozostałe	88,3	83,9	79,7	75,7	72,0	68,4	64,9
Zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby ogrzewania budynków GWh							
Przemysł	153,8	154,2	154,1	153,7	152,9	151,9	150,5
Pozostałe	2 012,5	2 140,5	2 239,8	2 314,0	2 366,4	2 399,7	2 416,6
Suma	2 166,3	2 294,6	2 393,9	2 467,7	2 519,3	2 551,6	2 567,1


Uwzględniając przewidywane zapotrzebowanie na ciepło użytkowe na potrzeby ogrzewania wszystkich analizowanych typów budynków (mieszkalne, przemysłowe i pozostałe) wyznaczono łączne zapotrzebowanie na ciepło końcowe z uwzględnieniem zarówno pasywizacji jak i rozwoju miasta w perspektywie do 2050 r. (Tabela 6.10). Sprawność przemiany energii końcowej w użytkową przyjęto na poziomie 80% (oszacowana na podstawie doświadczeń Wykonawcy).

Tabela 6.10 Łączne zapotrzebowanie na ciepło (c.o.) sieciowe i nie sieciowe z uwzględnieniem pasywizacji i rozwoju do roku 2050

Zapotrzebowanie na ciepło końcowe	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Zapotrzebowanie na ciepło na cele ogrzewania (wentylacja + c.o.) sieciowe i niesieciowe z uwzględnieniem pasywizacji i rozwoju, [TWh]	10,00	10,3	10,5	10,6	10,6	10,5	10,3

6.7 Technologie elektryfikacji ciepłownictwa

Podstawową technologią wytwarzania ciepła zelektryfikowanego ze względu na efektywność jest pompa ciepła. Jest to urządzenie wytwarzające ciepło wysokotemperaturowe z użyciem ciepła niskotemperaturowego oraz energii napędowej w postaci energii elektrycznej. Jako dolne źródło wykorzystują ciepło zgromadzone w naturalnych pokładach typu ziemia, powietrze i woda. Źródła te ze względu na niskie temperatury niezbyt dobrze nadają się do bezpośredniego wykorzystania, ale dzięki pompie ciepła możliwe jest pozyskanie energii z tych niskotemperaturowych źródeł. Pompa ciepła przejmuje ciepło z zimniejszego otoczenia (wody, gruntu, powietrza) i przekazuje je do obiektu

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 34/127</p>

o wyższej temperaturze (np. do zbiornika akumulacyjnego wypełnionego wodą lub bezpośrednio do systemu ogrzewania domu/mieszkania) zużywając przy tym pewną ilość energii elektrycznej do napędu procesów oraz pompy obiegowej. Ze względu na zasadę działania rozróżnia się kilka rodzajów pomp ciepła, ale najczęściej stosowane są pompy sprężarkowe oraz absorpcyjne. W sprężarkowej pompie ciepła funkcjonują trzy obiegi:

- dolnego źródła ciepła,
- termodynamiczny,
- górnego źródła ciepła.

Podstawowymi elementami pompy sprężarkowej są: sprężarka, zawór rozprężny i wymienniki ciepła – parownik oraz skraplacz, oraz czynnik termodynamiczny krążący w obiegu (np. R32).


Obieg dolnego źródła ciepła jest obiegiem niskotemperaturowym. Czynnik termodynamiczny przy pomocy parownika odbiera ciepło z ośrodka będącego źródłem ciepła (wody, gruntu, powietrza) i ogrzewa w parowniku zimny czynnik termodynamiczny z drugiego obiegu. Ogrzany czynnik termodynamiczny trafia do sprężarki, która podnosi jego ciśnienie oraz temperaturę wykorzystując do tego energię elektryczną. Następnie w skraplaczu przekazuje energię czynnikowi robocznemu, który jest już wykorzystywany do ogrzewania domu (np. woda kierowana do grzejników bądź ogrzewania podłogowego). Jest to możliwe dzięki cyklicznym zmianom stanu skupienia czynnika termodynamicznego – parowaniu, sprężaniu, skraplaniu i rozprężaniu. Odbywa się to dzięki doprowadzonej do układu energii elektrycznej zasilającej sprężarkę. Pompy ciepła wykorzystywane są do ekologicznego ogrzewania różnych obiektów, np. domów, warsztatów, suszarni, basenów itp.

Pompy ciepła stosowane do ogrzewania występują obecnie zarówno jako jednostki, pracujące w pełnym zakresie mocy, jak i jednostki wspomagane szczytowymi źródłami ciepła w postaci grzałek elektrycznych, kotłów elektrodowych lub kotłów indukcyjnych. W niniejszym opracowaniu w aspekcie źródła wspomagającego pompę ciepła skupiono się na technologii kotłów indukcyjnych.

Kocioł indukcyjny ze względu na znacznie niższą efektywność wytwarzania względem pompy ciepła (ok. 95% vs 250-300%) nie jest ekonomicznie i energetycznie zasadnym rozwiązaniem jako podstawowe źródło ciepła. Natomiast jako odpowiednio dobrane źródło szczytowe, w niewielkim stopniu (ok. 5%) zwiększające roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną do ogrzewania, ale zauważalnie ograniczające koszty inwestycyjne instalacji w porównaniu do zestawienia z układem opartym tylko o pompę ciepła może stanowić interesujące (efektywne kosztowo) rozwiązanie dla inwestora. Jednostkowe koszty inwestycyjne kotła indukcyjnego są ok. 2-krotnie mniejsze niż dla pompy ciepła (1500 zł/kW⁴ vs 2800 zł/kW), co w przypadku potraktowania kotła indukcyjnego jako źródła szczytowego (tj. pracującego maksymalnie 1000 h/rok w przypadku temperatury zewnętrznej niższej niż np. -5°C) może przekładać się na niższe całkowite koszty wytworzenia ciepła przez kocioł indukcyjny (tj. uwzględniające oprócz kosztów zmiennych także koszty inwestycyjne i stałe) niż przez pompę ciepła (dla szczytowego zapotrzebowania na ciepło).

Mając na uwadze powyższe Wykonawca podejmując decyzję o wyborze analizowanych wariantów ogrzewania postanowił poddać analizie zarówno wariant z wykorzystaniem wyłącznie pomp ciepła

⁴ Szacunkowe koszty inwestycyjne kotłów indukcyjnych oraz pomp ciepła podane są dla układów o mocy ok. 100 kWc

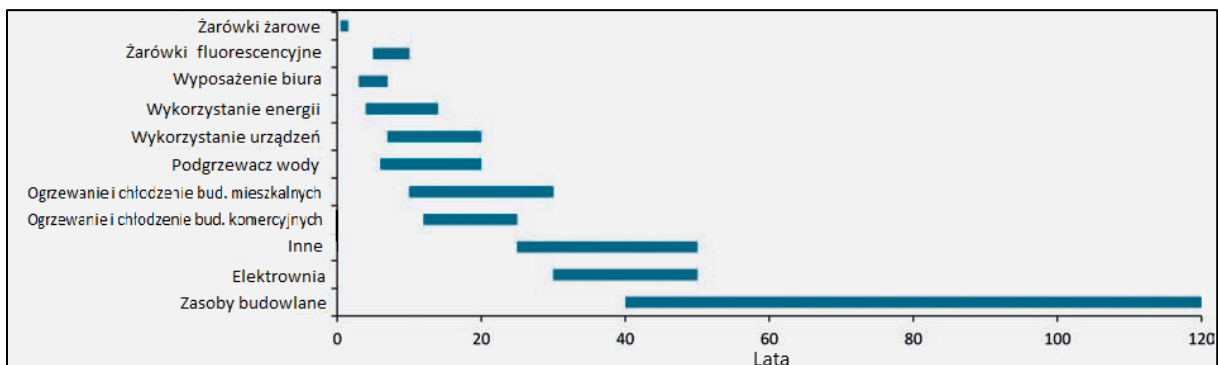
	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p>Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 35/127</p>

(model 3) jak i wariant z wykorzystaniem pomp ciepła wspomaganych kotłami indukcyjnymi (model 3a).

6.8 Pasywizacja budownictwa

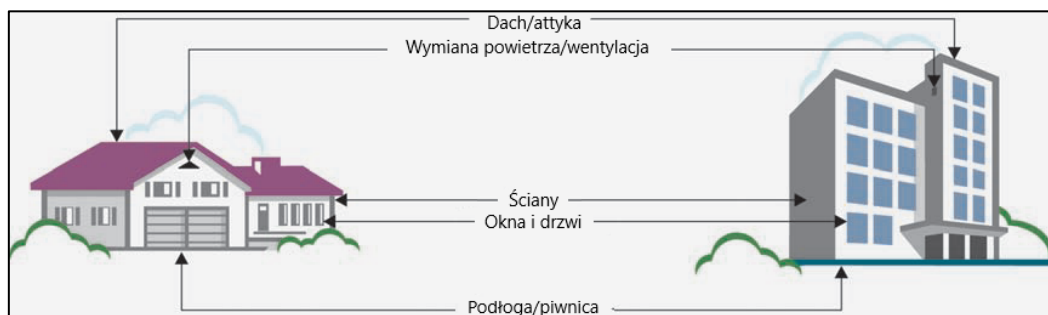
6.8.1 Technologie pasywizacji budownictwa

Budynki charakteryzują się jednym z najdłuższych czasów eksploatacji spośród obiektów zużywających energię (Rys. 6.15). W związku z tym, ograniczenie ich energochłonności (pasywizacja) jest szczególnie ważne, gdyż będzie przynosić trwałe efekty.



Rys. 6.15 Cykl życia dla urządzeń i infrastruktury⁵

Na efektywność energetyczną budynku wpływ ma wiele czynników. Znaczenie ma zarówno jego wiek i konstrukcja, jak również wykorzystane systemy i instalacje - wszystko, co ma wpływ na ilość energii zużywanej do funkcjonowania budynku i zapewnienia komfortu jego użytkownika (Rys. 6.16).




Rys. 6.16 Elementy konstrukcji budynku wpływające na straty ciepła⁵

Rozwój technologii energetycznych, również w zakresie efektywności energetycznej budynków, jest m.in. przedmiotem ciągłych analiz Międzynarodowej Agencji Energii (IEA). Szczegółowy raport o stanie technologii pasywizacji budownictwa został opracowany w 2013 r.⁶, ponadto co kilka lat

⁵ Transition to Sustainable Buildings, IEA 2013

⁶ Transition to Sustainable Buildings. Strategies and Opportunities to 2050. IEA 2013

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 36/127</p>

przeprowadzane są aktualizacje oceny rozwoju technologii energetycznych⁷. W analizach IEA, rozwój technologii jest oceniany w jedenastostopniowej skali, ze względu na poziom zaawansowania rozwoju i dostępności technologii – od technologii w fazie wstępnej koncepcji, do technologii powszechnie dostępnych i stosowanych:

- I. Wstępna koncepcja, określone jedynie zasady działania technologii
- II. Dopracowana koncepcja rozwiązania i jego zastosowań
- III. Walidacja koncepcji, rozwiązanie jest w trakcie przygotowania do prototypowania
- IV. Wczesne prototypowanie, rozwiązanie sprawdzone w warunkach testowych
- V. Zaawansowane prototypowanie, technologia i jej komponenty sprawdzone w warunkach do zastosowania
- VI. Prototyp w pełnej skali, którego zastosowanie sprawdzono w warunkach odpowiadających docelowym
- VII. Projekty demonstracyjne przed komercjalizacją rozwiązania
- VIII. Pierwszy etap komercjalizacji, demonstracje w ramach komercjalizacji rozwiązania
- IX. Pierwsze zastosowania komercyjne, w których rozwiązanie jest dostępne na rynku, wymaga ulepszeń albo zachować konkurencyjność
- X. Technologia w trakcie upowszechniania.
- XI. Stabilna technologia rynkowa, z potencjałem wzrostowym


Technologie w fazie I-V należy traktować jako rozwiązania przyszłości, których powszechne zastosowanie na chwilę obecną jest niemożliwe. Rozwiązania w fazie VI-VIII to działania słabo lub średnio rozwinięte, ale dostępne na rynku. Należy się liczyć z tym, że technologie te cały czas się zmieniają i są dopracowywane. Technologie w fazie IX-XI są rozwiązaniami powszechnie stosowanymi, które należy traktować jako uniwersalne rozwiązania np. do zastosowania w budynkach energooszczędnych, niemal zeroenergetycznych (nZEB) lub pasywnych (ZEB).

Technologie pasywizacji budownictwa związane z konstrukcją budynków można podzielić na następujące kategorie:

1. Zintegrowane z budynkiem wytwarzanie ciepła, chłodu i energii elektrycznej
2. Wykorzystanie zysków ciepła i ciepła odpadowego
3. Poprawa efektywności cieplnej budynków
4. Poprawa efektywności oświetlenia
5. Zintegrowane projektowanie
6. Efektywność materiałowa

Odrębnymi zagadnieniami są aktywne systemy: ogrzewania, chłodzenia, przygotowania ciepłej wody użytkowej, oświetlenia budynków, automatyki budynkowej oraz wyposażenie budynków

⁷ Energy Technology Perspectives. IEA, 2020

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 37/127</p>


w urządzenia zużywające energię, tym systemy informatyczne, urządzenia do przechowywania żywności i przygotowania posiłków itp.

Rozwiązania techniczne poszczególnych kategorii, które można zastosować w fazie wznoszenia oraz modernizacji budynków, są na różnym stopniu rozwoju oraz dostępności na rynku.

W ramach kategorii 1-4 można wskazać działania skierowane na poprawę efektywności energetycznej:

- systemy PV zintegrowane z budynkiem -faza rozwoju X – XI^{*8}
- termomodernizacja przegród nieprzeziernych - faza rozwoju XI*
- warstwowe panele izolacyjne - faza rozwoju XI
- farby o wysokiej refleksyjności - faza rozwoju X
- podwójne fasady - faza rozwoju IX
- przegrody zewnętrzne o zmiennych parametrach, z możliwością adaptacji do warunków zewnętrznych - faza rozwoju VIII
- izolacje próżniowe - faza rozwoju VIII
- aerożele - faza rozwoju VIII
- wymienniki ciepła i wilgoci zintegrowane z budynkiem - faza rozwoju VII
- akumulacja cieplna w budynkach (ściany Trombe'a) - faza rozwoju VII
- dachy o wysokiej refleksyjności, wykonane z materiałów o wysokim współczynniku odbicia promieni słonecznych - faza rozwoju VII
- kolektory wodne zintegrowane z budynkami (wspomagające system c.w.u. i c.o.) - faza rozwoju VI
- materiały zmiennofazowe zintegrowane z budynkiem - faza rozwoju VI
- zwiększenie szczelności budynku - faza rozwoju VI
- oddychające ściany - faza rozwoju IV
- ciepłe okna - faza rozwoju IX*
- powłoki izolacyjne na szyby - faza rozwoju VII*
- rolety fasadowe - faza rozwoju IX*
- szyby elektrochromatyczne, dające maksymalne zyski ciepła przy jednoczesnej ochronie przez przegrzaniem) - faza rozwoju VII
- szyby aktywne, system przyciemniania szyb - faza rozwoju VII
- okna z wbudowaną instalacją PV, nanoPV - faza rozwoju VI*
- nowoczesne systemy wentylacji naturalnej - faza rozwoju X-XI*
- wentylacja mechaniczne z odzyskiem ciepła - faza rozwoju XI
- nowoczesny systemy oświetleniowe LED - faza rozwoju XI

⁸ Fazy rozwoju zgodne są z raportem IEA, fazy rozwoju oznaczone * wynikają z oceny autorów niniejszego opracowania

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 38/127</p>

- wykorzystanie światła słonecznego do oświetlenia obiektu – technologie świetlików dachowych, tunelowe, światłowody - faza rozwoju VI-XI.

Odpowiednie wykorzystanie możliwości jakie niosą technologie jest możliwe tylko poprzez zastosowanie zasad zintegrowanego projektowania (kategoria 5), które realizowane jest z wykorzystaniem dynamicznych modeli symulacyjnych (Faza rozwoju IX).

Dla zapewnienia niskiego śladu węglowego budynków i ograniczenie ich kosztów środowiskowych w całym cyklu życia koniecznym jest zapewnienie ich wysokiej efektywności materiałowej (kategoria 6). Osiąga się to poprzez ograniczenie strat materiałowych, wydłużanie czasu życia budynków i ich komponentów oraz zmniejszanie materiałochłonności (masy) konstrukcji.

W szczególności można wskazać technologie skierowane na poprawę efektywności materiałowej, jak:

- elementy prefabrykowane - faza rozwoju IX -X
- drukowanie przestrzenne (druk 3D) - faza rozwoju VII
- szalunki tkaninowe (elastyczne) - faza rozwoju IX
- komponenty modułowe - faza rozwoju IX
- materiały kompozytowe - faza rozwoju IX
- konstrukcje kompozytowe - faza rozwoju X
- cienkie powłoki betonowe (Thin shelled concrete) - faza rozwoju IV.

Dążenie do pasywizacji budownictwa należy realizować poprzez stosowanie zintegrowanego projektowania z wykorzystaniem dynamicznych modeli symulacyjnych. Problem z pasywizacją budownictwa wynika również ze zdystansowanego podejścia projektantów i inwestorów do nowoczesnych rozwiązań, które są droższe ale bardziej efektywne. Systemy zintegrowanego projektowania, z zastosowaniem symulacji pozwalają na zobrazowanie korzyści wynikających z zastosowania technologii z różnych kategorii i grup. Proces projektowy pozwala na pokazanie wzajemnych powiązań rozwiązań z różnych dziedzin, co umożliwia zintegrowanie rozwiązań w celu osiągnięcia optymalnej efektywności. Ważne jest, aby projektanci i specjaliści wszystkich branż współpracowali w sposób elastyczny i dynamiczny.


Wysoka emisyjność i energochłonność budynków w cyklu życia wynika w znacznym stopniu z zastosowanych materiałów. W procesie budowlanym należy dążyć do:

- ograniczenia strat materiałów do minimum,
- stosowania materiałów i rozwiązań, które pozwolą na wydłużenie czasu życia obiektu,
- zmniejszenia ciężaru własnego konstrukcji.

Krytycznym elementem pasywizacji budynków (ograniczenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania pomieszczeń oraz na chłód) jest zmiana parametrów przegród budowlanych. Szczególnie przewodność cieplna ścian, dachów, fundamentów, okien oraz szczelność ich połączeń musi zostać zoptymalizowana.

Pasywne rozwiązania dla zapewnienia ochrony przed przegrzewaniem budynków w lecie i ograniczeniem strat ciepła w zimie to:

- pokrycia dachowe o wysokim współczynniku odbicia promieniowania słonecznego,

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 39/127</p>


- niskoemisyjne okna lub okna o regulowanych parametrach,
- osłony przeciwsłoneczne,
- przegrody zewnętrzne o niskiej przenikalności cieplnej,
- zapewnienie wysokiej szczelności budynków nowych i termomodernizowanych,
- zabezpieczenie przed nadmierną, niekontrolowaną infiltracją powietrza zewnętrznego
- w przypadku budynków komercyjnych powinny być stosowane zintegrowane fasady zoptymalizowane pod kątem zapewnienia zarówno dostępu światła dziennego jak i wysokiej ochrony cieplnej, ochrony przed przegrzaniem budynku.

Niezbędnym elementem budynków pasywnych są inteligentne systemy automatyki budynkowej pozwalające na sterowanie systemami budynkowymi zgodnie z potrzebami użytkowników i równoczesne zarządzania energią w budynku. Rozwiązanie te pozwalają m.in. na bezpośrednie lub zdalne sterowanie ogrzewaniem, klimatyzacją, otwieraniem okien, sterowaniem roletami i żaluzjami w sposób efektywny zapewniając komfortowe warunki klimatyczne.

Najbardziej oczywistymi i popularnymi, a jednocześnie najprostszymi w realizacji metodami poprawy efektywności energetycznej w budynkach istniejących są: ocieplenie przegród zewnętrznych budynków (ścian, dachu bądź stropu pod nieogrzewanym poddaszem), ocieplenie stropu nad piwnicą, wymiana okien i drzwi, zabezpieczenie przeciwwilgociowe, modernizacja systemu grzewczego oraz usprawnienie systemu wentylacji.

Ocieplenie ścian zewnętrznych znacząco wpływa na zmniejszenie zużycia energii potrzebnej do ogrzania budynku, zapewniając lepszy komfort użytkownika. Ściany, stropy, dachy są przegrodami nieprzezroczystymi. Najczęściej stosowanym rozwiązaniem jest wykonanie izolacji termicznej ścian metodą lekką-mokrą lub lekką-suchą z wykorzystaniem styropianu lub wełny mineralnej, rzadziej styroduru. Styropian, najpopularniejszy materiał izolacyjny ze względu na cenę oraz łatwość obróbki i uniwersalność zastosowania, cechuje się średnimi parametrami cieplnymi na poziomie $\lambda \sim 0,031-0,038 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. W miejscach narażonych na wilgoć takich jak piwnice czy ściany fundamentowe stosowany jest styrodur, który ma lepsze parametry cieplne na poziomie $\lambda = 0,029-0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ oraz większą odporność na ściskanie. Wełna mineralna jest materiałem nieorganicznym produkowanym z surowca skalnego, o parametrach cieplnych porównywalnych do styropianu na poziomie $\lambda = 0,033-0,038 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

Alternatywą dla ocieplenia tradycyjnego są pianki PUR (poliuretanowe) i PIR (poliizocyjanuratowe), nakładane w formie natryskowej. Pianki PUR można podzielić na otwarto- i zamkniętokomórkowe. Pianki otwartokomórkowe są materiałem podobnym do wełny mineralnej pod względem parametrów, z tą przewagą, że piankę łatwiej jest zastosować w miejscach trudno dostępnych. W przypadku pianki otwartokomórkowej współczynnik λ wynosi $0,035-0,037 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, a opór dyfuzyjny jest niewielki. Pianki zamkniętokomórkowe cechują się współczynnikiem $\lambda = 0,021-0,023 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Od kilku lat stosuje się również płyty fenolowe, czyli płyty termoizolacyjne z rdzeniem ze sztywnej piany fenolowej. Materiał ten ma bardzo dobre parametry przewodności cieplnej $\lambda = 0,021-0,024 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 40/127</p>


Rozwiązaniami specjalistycznymi w zakresie termomodernizacji, stosowanymi w nietypowych przypadkach są m.in. płyty z krzemianu wapnia (płyty klimatyczne), płyty ze spienionego krzemianu wapnia, płyty z wermikulitu eksfoliowanego, szkło piankowe, włókna celulozowej czy perlit ekspandowany. Są to materiały termoizolacyjne o dodatkowych właściwościach tj. izolacja akustyczna, wysoka odporność ogniowa. Na rynku dostępne są również materiały ekologiczne, odnawialne, o niskim śladzie węglowym. Materiały w najmniejszym możliwym stopniu wpływają na środowisko, jednak ich parametry są znacząco gorsze w porównaniu ze wspomnianymi wcześniej rozwiązaniami. Są to np. wełna drzewna, płyty lniane i konopne, maty trzcinowe, płyty korkowe, płyty pilśniowe czy wełna owcza.

Rynek materiałów budowlanych cały czas się rozwija i zmienia. Wśród materiałów rozwijających się i wchodzących dopiero na rynek wymienić należy aerozele, izolacje próżniowe czy izolacje inteligentne. Aerozele to materiał izolacyjny o bardzo dobrych parametrach przewodzenia ciepła na poziomie $\lambda = 0,0,14 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Główną zaletą aerozeli poza parametrami termicznymi, jest odporność na rozciąganie i ściskanie. Izolacje próżniowe występują w formie próżniowych paneli izolacyjnych (Vacuum Insulation Panel), w których materiał izolacyjny zapakowany jest próżniowo w szczelną warstwę zewnętrzną. Izolacje próżniowe charakteryzują się bardzo niskim współczynnikiem przewodności cieplnej i małym ciężarem właściwym, a co za tym idzie bardzo dobrymi właściwościami termicznymi. Parametry te pozwalają na znaczną redukcję grubości warstwy izolacyjnej. Izolacje inteligentne są podgrupą izolacji próżniowych - to materiały, które dostosowują się do warunków panujących na zewnątrz poprzez zmianę ciśnienia w porach. Nowoczesne technologie w zakresie materiałów budowlanych wchodzą na rynek stosunkowo wolno, ze względu na wysokie koszty materiału, a ich stosowanie wymaga odpowiedniego przeszkolenia ekipy wykonującej. Coraz bardziej popularne i powszechnie stosowane są farby termorefleksyjne, które odbijają energię cieplną, ograniczając ilość ciepła przedostającego się do budynku. Zastosowanie farb refleksyjnych wewnątrz sprzyja jego kumulacji w ogrzewanym wnętrzu.

Powyżej zostały opisane sposoby ocieplenia przegród nieprzezroczystych. Należy również zwrócić szczególną uwagę na przegrody przezroczyste – mowa o drzwiach i oknach. Szczególnie ważne jest to w budynkach biurowych, gdzie często znaczną część elewacji stanowią właśnie okna. Odpowiednio dobrane okna pozwolą na maksymalne ograniczenie strat ciepła, a tym samym zmniejszenie zapotrzebowania na energię. W budynkach pasywnych szczególnie istotne jest zachowanie szczelności konstrukcji oraz ograniczenie mostków termicznych. Okna w termomodernizowanych budynkach powinny charakteryzować się parametrami, które spełnią aktualnie obowiązujące wymagania techniczne - przede wszystkim winny cechować się jak najlepszym współczynnikiem przenikania ciepła. W przypadku okien, które mają spełniać wymagania od 1 stycznia 2021 r., współczynnik U powinien być nie większy niż $0,9 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$.

W Polsce i 14 innych krajach europejskich prowadzony jest program Topten⁹, który ma na celu wsparcie konsumentów w wymianie nieefektywnych urządzeń grzewczych i chłodniczych na nowe, energooszczędne. Projekt zachęca do wdrażania w domu takich rozwiązań, które zużywają mniej paliwa, obniżają koszty oraz poprawiają komfort użytkowania. Wśród produktów rekomendowanych

⁹ www.topten.info.pl [dostęp:04.11.2021r.]

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 41/127</p>


w programie Topten znajdują się m.in. urządzenia AGD, RTV, systemy oświetlenia czy komponenty budowlane tj. okna, których parametry są dużo wyższe ponad wymagane przepisami.

Warto zwrócić uwagę na usytuowanie okien tak, by możliwe było maksymalne wykorzystanie energii słonecznej przy jak najniższym współczynniku przenikania ciepła. Zależy jest to między innymi od udziału powierzchni szyby i ramy w powierzchni okna. Im większa powierzchnia szyb, a mniejsza powierzchnia ramy i szprosów tym współczynnik przenikania ciepła okien będzie niższy, czyli okno będzie miało lepsze parametry. Straty ciepła przez okna można ograniczyć przez zamontowanie rolet zewnętrznych. W nocy redukują utratę ciepła, a w okresie letnim ograniczają nasłonecznienie pomieszczeń. Często stosowanym rozwiązaniem są rolety fasadowe. Stałe i ruchome systemy zacieniania budynków w formie rolet fasadowych, które pochłaniają energię cieplną i oddają ją z powrotem do otoczenia, redukując ilość ciepła przedostającego się przez przeszklenia do budynku. W zależności od zastosowanej konfiguracji, kąta nachylenia i kierunku montażu przesłony fasadowe mogą ograniczyć dopływ ciepła, ale także dostęp światła. Rolety montowane równolegle do fasady działają jak dodatkowa izolacja termiczna. Maksymalne korzyści wynikające z zastosowania rolet zewnętrznych można osiągnąć wykorzystując system zdalnego sterowania rolet. Przy montażu okien rekomendowany jest montaż okien w warstwie izolacji, w celu minimalizacji mostków cieplnych.

Nowoczesne systemy okien inteligentnych umożliwiają kontrolę ilości światła wpadającego do budynku przez okna, poprzez zastosowanie technologii elektrochromowej. W zależności od ilości promieni słonecznych okna regulują ilość ciepła dostarczanego do pomieszczenia. W zimie aktywne okna ulegają rozjaśnieniu, natomiast w okresie letnim są przyciemniane i blokują światło oraz ciepło, zmniejszając zapotrzebowanie na chłodzenie. Innym systemem wprowadzanym na rynek okien, choć jeszcze w fazie rozwoju, są okna nanoPV. Jest to nowoczesna technologia w produkcji okien, która zakłada wykorzystanie powierzchni okien, przeszkleń w budynkach do produkcji energii elektrycznej, dzięki zastosowaniu nanomateriałów. Będzie to możliwe dzięki wykorzystaniu kropek kwarcowych czyli małych półprzewodników o rozmiarach rzędu kilku, kilkudziesięciu nanometrów zdolnych do pochłaniania i emitowania promieniowania elektromagnetycznego. Takie okna będą nie tylko źródłem energii elektrycznej ale również będą chroniły przed szkodliwym promieniowaniem promieni słonecznych.

Systemy sztucznego oświetlenia, w których wykorzystywane jest również światło dzienne, równoważą ilość oświetlenia elektrycznego potrzebną do właściwego oświetlenia przestrzeni w celu redukcji energii elektrycznej. System ten reguluje intensywność oświetlenia w zależności od ilości światła dziennego doprowadzonego do pomieszczenia. Efektywność wykorzystania światła dziennego zależy od prawidłowego rozmieszczenia czujników światła w budynku, zastosowanego źródła światła ale także od usytuowania i architektury budynku. Współczesne systemy oświetlenia oparte są głównie na technologii LED, technologia w tej dziedzinie jednak ciągle się rozwija. Prowadzone są prace nad technologią oświetlenia OLED, systemem oświetlenia dynamicznego, które dostosowuje swoją barwę i intensywność do potrzeb użytkownika oraz zintegrowanych systemów oświetlenia wchodzących

w skład inteligentnych technologii budynku. Nowoczesne systemy oświetlenia zmierzają do rozwiązań, w których poziom oświetlenia będzie dostosowywał się do użytkownika. Prosty

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 42/127</p>

i efektywnym rozwiązaniem są czujniki ruchu, które ograniczają natężenia światła gdy nie rejestrują ruchu w pomieszczeniu.

Kluczową kwestią w oszczędzaniu energii jest odpowiedni system wentylacji. Standardowym rozwiązaniem w istniejących już budynkach jest wentylacja grawitacyjna, która generuje największe starty ciepła – nawet do 50%. Zastosowanie wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła oraz przegród o wysokich właściwościach termicznych to fundamentalne rozwiązania w budynkach pasywnych. Trwają prace nad usprawnieniem naturalnej wentylacji grawitacyjnej, jednak ze względów technicznych, rozwiązania te będą mniej efektywne, niż w przypadku wentylacji z odzyskiem ciepła. Sprawność wentylacji grawitacyjnej zależna jest m.in. od warunków klimatycznych.


Rekuperacja czyli wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła jest jednym z podstawowych rozwiązań w pasywizacji budynków. Mechanizm systemu rekuperacji polega na wymianie powietrza przy minimalnej stracie ciepła (w tradycyjnej wentylacji znaczna część ciepła ucieka). Zastosowanie wymiennika (rekuperatora) pozwala na wymianę i jednocześnie ogrzanie powietrza, bez mieszania się wprowadzanego i wyprowadzanego strumienia powietrza. Takie rozwiązanie daje nawet do 30% oszczędności energii.

Mniej popularnym, choć również stosowanym rozwiązaniem jest odzysk ciepła z wody odprowadzanej do kanalizacji, tzw. rekuperacja wodna. Ciepło, które w normalnych warunkach jest odprowadzane wraz z wodą do kanalizacji może być wykorzystane do wstępnego podgrzewu wody zasilającej.

Woda deszczowa, odprowadzana z powierzchni dachów ale także z parkingów, chodników i placów utwardzonych, może być ponownie wykorzystana do spłukiwania toalety, prania, podlewania zieleni czy mycia samochodu. Taki system pozwala zaoszczędzić ilość wody pobieranej z sieci wodociągowej, co daje oczywiste oszczędności finansowe, ale także jest rozwiązaniem pro-ekologicznym. System wykorzystania wody deszczowej jest dość prosty w realizacji, wymaga montażu zbiornika gromadzącego wodę oraz dualnej instalacji wodociągowej, która będzie dostarczała wodę z odpowiedniego źródła w zależności od potrzeb.

Redukcja zużycia energii w budynkach biurowych, użyteczności publicznej czy administracyjnych możliwa jest również dzięki wykorzystaniu ciepła z pomieszczeń serwerowni. Serwerownie jako pomieszczenia wyposażone w urządzenia i instalacje generujące duży pobór energii i jednocześnie wymagające dodatkowych instalacji chłodzących mogą stanowić element instalacji odzysku ciepła. Na świecie stosowane są już rozwiązania wykorzystujące ciepło z serwerowni jako źródło ciepła dla innych pomieszczeń czy budynków, przy użyciu pompy ciepła.

Budynki pasywne powinny być nie tylko energooszczędne, ale także praktyczne w użytkowaniu i estetyczne. Ciekawym rozwiązaniem pasywizacji budynków miejskich są żywe, zielone dachy i elewacje. Obszary miejskie cały czas się rozwijają, a odbywa się to kosztem zieleni miejskiej, parków, skwerów zielonych. Na ulicach gdzie nie ma drzew temperatura budynków i ulic jest dużo wyższa. Główną korzyścią wynikającą ze stosowania zielonych elewacji, poza walorami estetycznymi, jest fakt, że fasady pokryte roślinami ochładzają powierzchnie, a jednocześnie zwiększają wilgotność powietrza.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 43/127</p>


6.8.2 Pasywizacja obiektów zabytkowych

Budynki zabytkowe są specyficzną grupą obiektów. Będące pod ochroną konserwatorską budynki często mają unikatową, bogato zdobioną elewację wykończoną charakterystycznymi materiałami i strukturami oraz specyficzną pod względem kształtu i konstrukcji stolarkę. Ochrona konserwatorska może mieć formę ścisłej ochrony konserwatorskiej, gdy mowa o budynkach cennych pod względem historycznym i architektonicznym, bądź formę strefy ochrony konserwatorskiej gdy budynek nie jest zabytkiem ale znajduje się na terenie chronionym architektonicznie. Dekarbonizacja powinna dotyczyć również budynków zabytkowych, mimo że koszty związane z modernizacją tego typu budynków mogą być większe niż w przypadku budynków nowszych.

Termomodernizacja budynków objętych ścisłą ochroną konserwatorską nie może doprowadzić do utraty walorów estetycznych i zatracenia detali architektonicznych, dlatego nie dopuszcza się ocieplenia w takich budynkach ścian od zewnątrz. Alternatywą dla ocieplenia przegród pionowych od zewnątrz jest ocieplenie ich od wewnątrz. Stosowanym często kompromisem jest ocieplenie od wewnątrz elewacji cennych pod względem architektonicznym, a pozostałe elewacje, które np. są mniej eksponowane i reprezentacyjne ociepla się od zewnątrz. Do termomodernizacji budynków zabytkowych również należy podchodzić kompleksowo, rozważając nie tylko ocieplenie ścian (od zewnątrz lub od wewnątrz) ale także wymianę stolarki czy źródła ciepła. Bardzo istotnym elementem w procesie termomodernizacji jest doprowadzenie systemu wentylacji do pełnej sprawności, tak by zmiana parametrów przegród budynku nie spowodowała degradacji budynku. Ocieplenie od wewnątrz niesie za sobą szereg problemów związanych z fizyką budowli, tj. przemarzanie konstrukcji, wykraplanie się pary wodnej, większą liczbę mostków cieplnych. Ponadto, ocieplenie od wewnątrz zmniejsza powierzchnię użytkową pomieszczeń, a co za tym idzie komfort użytkowania. Zakres materiałów i rozwiązań stosowanych przy termomodernizacji budynków zabytkowych jest bardzo szeroki. Począwszy od najbardziej popularnych tj. styropian (polistyren ekspandowany), styrodur (polistyren ekstrudowany) czy wełna mineralna. Alternatywą dla popularnych materiałów ociepleniowych są pianki PUR (poliuretanowe) i PIR (poliizocyanuratu) stosowane w formie płyt lub natrysku. Inny rozwiązaniem są tynki termoizolacyjne, renowacyjne. Są to specjalistyczne produkty wykorzystywane w budynkach zabytkowych.

Nowoczesnym rozwiązaniem stosowanym na zabytkowych elewacjach są podwójne przeszklone ściany osłonowe pozwalające na wznoszenie pełnowartościowych transparentnych przegród poziomych i pionowych. Są to samonośne konstrukcje, nie związane w sposób trwały z budynkiem. Podwójny układ ścian zapewnia wytworzenie strefy buforowej zamkniętego powietrza. Nagrzane powietrze zapewnia nagrzewanie pomieszczeń wewnętrznych oraz może wspomagać ciąg wentylacyjny przez uchylone okna.

System grzewczy oparty na grzejnikach podtynkowych to nowoczesny i energooszczędny system ogrzewania ściennego, stosowany w rewitalizowanych budynkach. Systemy płaszczowe charakteryzują się wyjątkowo niskim zużyciem energii. W systemie grzejników podtynkowych ciepło dostarczane jest precyzyjnie w miejscu powstawania strat cieplnych przy jednocześnie minimalnym oporze cieplnym do wnętrza. Konstrukcję w formie siatki można zatopić w cienkiej warstwie tynku (1-1,5 cm) uzyskując dużą moc grzewczą i minimalną bezwładność, a więc przeciwieństwo systemu podłogowego. System ścienny podobnie jak podłogowy charakteryzuje się niskotemperaturową

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 44/127</p>

redystrybucją (ściana nigdy nie przekracza 30 st. C), a jednak wydajność ma większą z uwagi na możliwość wykorzystania wyższej temperatury wody z c.o.

6.8.3 Ślad węglowy w budownictwie

Oprócz pasywizacji budynków wyzwaniem jest ograniczenie ich całkowitego śladu węglowego. Wymagane jest zastosowanie innych kryteriów optymalizacyjnych, w szczególności zwrócenie uwagi na cały cykl życia budynku. Wybierając technologie pasywizacji budynków należy wybierać te o najniższym śladzie węglowym. Zastosowanie odpowiednich rozwiązań redukujących ślad węglowy należy uwzględnić już na etapie projektowania. W przypadku istniejących budynków redukcję śladu węglowego w stosunku do całego cyklu życia budynku można uzyskać poprzez adaptację istniejących budynków do nowych potrzeb, wykorzystanie materiałów z odzysku czy stosowanie materiałów możliwych do ponownego wykorzystania.


Ślad węglowy to rodzaj śladu ekologicznego, który przekłada się na całkowitą sumę emisji gazów cieplarnianych wywołanych bezpośrednio przez daną osobę, organizację, wydarzenie lub produkt. Ślad węglowy budynku to ilość gazów cieplarnianych wyemitowanych w trakcie produkcji materiałów budowlanych (wbudowany ślad węglowy), podczas etapu budowy, użytkowania oraz rozbiórki budynku, a także z recyklingu materiałów powstałych w efekcie wyburzenia budynku. Według organizacji Architecture 2030¹⁰, sektor budownictwa odpowiada za 27% globalnej emisji CO₂ rocznie (inne źródła mówią nawet o 35%), w tym 10% globalnej emisji wynika z produkcji materiałów budowlanych. O ile ślad węglowy w fazie użytkowania można zredukować poprzez stosowanie energooszczędnego wyposażenia, o tyle wbudowany ślad węglowy jest „blokowany” natychmiast po wybudowaniu budynku. Według wspomnianego raportu perspektywy na następne lata zakładają, że do 2050 r. wbudowany ślad węglowy stanowił będzie prawie połowę emisji CO₂ pochodząca z sektora budownictwa.

Zmniejszenie śladu węglowego budynku można osiągnąć przez wykorzystywanie materiałów pochodzenia naturalnego (nieprzetworzonych) lub tych, których produkcja nie pochłania dużo energii. W przypadku niektórych użytkowanych materiałów nie jest to jednak łatwe. Beton, z uwagi na swą powszechność oraz relatywnie dobre parametry konstrukcyjne, jest materiałem, który z punktu widzenia redukcji emisji CO₂ odgrywa dużą rolę, szczególnie dla branży budowlanej. Szacuje się, że emisja CO₂ generowana przy produkcji betonu stanowi aż 11% światowej emisji gazów cieplarnianych¹⁰ (szacuje się, że ok połowa przypada na sektor budownictwa) Wykorzystywanie materiałów budowlanych odpornych na czynniki zewnętrzne będzie również zmniejszać ślad węglowy. Każdy materiał z dłuższą żywotnością to możliwość pracy budynku w dłuższym okresie, co przekłada się na mniejszą ilość napraw, czy modernizacji. Również organizacja procesu budowy ma wpływ na ilość śladu węglowego budynku. Zastosowanie materiałów z lokalnych wytwórni, transport na bliskie odległości czy zastosowanie elementów prefabrykowanych zamiast monolitycznych, a co za tym idzie – ograniczenie odpadów, to zachowania wpływające korzystnie na emisję CO₂.

6.8.4 Rozwój budownictwa niskoenergetycznego

Zgodnie z obowiązującymi przepisami od 2019 r. nowoprojektowane budynki użyteczności publicznej, a od 2021 r. pozostałe projektowane budynki muszą spełniać standardy budynków prawie

¹⁰ <https://architecture2030.org/why-the-building-sector/>

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 45/127</p>

zeroenergetycznych. Obecnie udział budynków pasywnych i prawie zeroenergetycznych we wszystkich zasobach budynkowych jest znikomy i wynosi ok. 1-2%

Rząd Polski w lutym 2022 przyjął Długookresową Strategię Renowacji Budynków¹¹, w ramach której określone zostały docelowe poziomy energochłonności budynków i harmonogram ich modernizacji oraz sposoby finansowania procesu. W oparciu o zapisy dokumentu przewiduje się, że ponad połowa budynków w roku 2050 będzie budynkami prawie zeroenergetycznymi.

Dyrektywa w sprawie charakterystyki energetycznej budynków wprowadza pojęcie wskaźnika gotowości Smart (Smart Readiness Indicator, SRI). Wskaźnik ten pozwala ocenić przygotowanie budynku na wprowadzenie w nim rozwiązań dla „domów inteligentnych”. Pozwala ocenić czy rozwiązania zastosowane w budynku są w stanie dostosować się do potrzeb użytkowników, sieci elektroenergetycznej oraz do poprawy efektywności energetycznej. Wprowadzenie wskaźnika gotowości ma pobudzić stosowanie inteligentnych rozwiązań w nowych budynkach, co pozwoli na zmniejszenie zapotrzebowania na energię i odejście od paliw kopalnych. Wskaźnik ten ma być narzędziem informacyjnym służącym do podniesienia świadomości na temat korzyści płynących z inteligentnych technologii i technologii informacyjno-komunikacyjnych w budynkach, szczególnie z perspektywy energetycznej. Wprowadzenie wskaźnika SRI w krajach członkowskich UE nie jest obligatoryjne.

Zgodnie z obowiązującymi w Polsce przepisami budynki powinny spełniać minimalne parametry określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Wymagania określone w rozporządzeniu, na dzień dzisiejszy odpowiadają wymaganiom stawianym budynkom prawie zeroenergetycznym (nZEB). Wymagania te odnoszą się jednak do fazy eksploatacji budynku, a nie do całego cyklu życia.


Przy podejściu kompleksowym do oceny śladu węglowego należy uwzględnić również proces budowy i rozbiórki obiektu budowlanego. Należy wtedy dodatkowo uwzględnić ślad węglowy związany z procesem produkcji materiałów budowlanych i procesem budowy oraz emisjami wynikającymi z procesu wycofania budynku z użytkowania (w tym wyburzenia). W 2020 PLGBC¹² zaproponowało ambitny program dekarbonizacji budynków w Polsce. Celem opracowanej mapy drogowej dekarbonizacji budownictwa do roku 2050 [2] jest pokazanie ścieżki dojścia do budynków o zerowym śladzie węglowym netto. Budynki istniejące powinny mieć zerowy operacyjny ślad węglowy, a budynki nowe i modernizowane powinny osiągnąć zerowy ślad węglowy netto w całym cyklu użytkowania.

6.9 Zasadność pasywizacji w kontekście emisji CO₂

W celu określenia zasadności przeprowadzenia pasywizacji budownictwa (rozumianej jako zespół działań obejmujących termomodernizację oraz montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła,

¹¹ Długookresowa Strategia Renowacji. Wspieranie Renowacji Krajowego Zasobu Budowlanego - wersja do konsultacji społecznych, Załącznik do Uchwały Rady Ministrów, 2021.

¹² Zerowy ślad węglowy budynków. Mapa drogowa dekarbonizacji budownictwa do roku 2050, PLGBC, 2021

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 46/127</p>

a także instalację pomp ciepła) przeprowadzono analizę mającą na celu oszacowanie granicznej wartości wskaźnika jednostkowego zapotrzebowania na energię końcową dla budynku po jego pasywizacji, powyżej której zasadne staje się podjęcie decyzji o nieprzeprowadzaniu modernizacji, lecz jego wyburzenie i zastąpienie go nowym budynkiem o zbliżonej powierzchni użytkowej.

W tym celu dla spasywizowanego budynku wyznaczono skumulowaną emisję CO₂ związaną z procesem pasywizacji oraz procesem budowy nowego budynku. Proces budowy nowego budynku w standardzie pasywnym generuje emisję CO₂ na poziomie ok. 1 100 kg CO₂/m² powierzchni użytkowej. Z kolei pasywizacja istniejącego budynku oznacza emisję CO₂ na poziomie ok. 45% emisji związanej z budową nowego obiektu.

W przypadku nowego budynku założono czas jego eksploatacji przez 80 lat, co daje emisję CO₂ związaną z budową budynku na poziomie 13,75 kg CO₂/m²/rok. W przypadku spasywizowanego budynku założono czas jego eksploatacji przez 50 lat, co daje emisję CO₂ związaną z modernizacją budynku na poziomie 9,9 kg CO₂/m²/rok. Różnica w emisjach CO₂ pomiędzy budową nowego budynku, a modernizacją istniejącego wynosi 3,85 kg CO₂/m²/rok.

Horyzont analizy przyjęto na poziomie 50 lat (długość eksploatacji spasywizowanego budynku), zaczynając od roku 2025. Dla każdego z lat 2025-2050 wyznaczono średnioroczną jednostkową emisyjność zużywanej energii elektrycznej na podstawie modelu 3, dla lat 2050-2075 przyjęto emisyjność z roku 2050. Wartość średniej emisyjności zużywanej energii elektrycznej w okresie 2025-2075 wyznaczono i wynosi 106,9 kg CO₂/MWh.

Różnica w emisjach CO₂ pomiędzy budową nowego budynku, a modernizacją istniejącego (3,85 kg CO₂/m²/rok) podzielona przez średnią emisyjność energii elektrycznej w okresie 2025-2075 wynosi 36 kWh/m²/rok. Jest to ilość energii elektrycznej, której produkcja doprowadziła by do takiej samej wartości emisji CO₂ jak wybudowanie nowego budynku w standardzie pasywnym zamiast pasywizacji istniejącego budynku.

Do powyższej wartości należy dodać zapotrzebowanie na energię końcową dla nowego budynku na potrzeby ogrzewania i wentylacji, którą przyjęto na poziomie 15 kWh/m²/rok. Co sumaryczne daje 51 kWh/m²/rok jako próg zużycia energii końcowej przez spasywizowany istniejący budynek powyżej której zasadnym jest rezygnacja z jego pasywizacji na rzecz wyburzenia i zastąpienia nowym budynkiem wybudowanym w standardzie pasywnym. Poniżej tej wartości pomimo tego, że spasywizowany istniejący budynek będzie miał większe zapotrzebowanie na energię elektryczną niż nowy budynek to sumarycznie emisja CO₂ w okresie 50 lat jego eksploatacji będzie niższa niż gdyby został wyburzony i zastąpiony nowym budynkiem w standardzie pasywnym.

Zużycie energii końcowej na poziomie 51 kWh/m²/rok na potrzeby ogrzewania i wentylacji jest wynikiem analizy przeprowadzonej dla jednego roku początkowego (2025) oraz jednego okresu (50 lat tj. 2025-2075). Wydłużenie okresu eksploatacji istniejącego budynku oraz przesunięcie analizy na późniejsze lata zwiększa ten wskaźnik. Wyniki takiej analizy przedstawia Tabela 6.11. Emisyjność zużywanej energii elektrycznej dla lat 2075-2100 przyjęto na poziomie roku 2050.


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 47/127

Tabela 6.11 Wartości graniczne zużycia energii końcowej na potrzeby ogrzewania i wentylacji przez pasywowizowany istniejący budynek, kWh/m²


Ostatni rok okresu analizy	Rok pasywowizacji istniejącego / budowy nowego budynku					
	2025	2030	2035	2040	2045	2050
2050	<0	<0	<0	<0	<0	<0
2055	<0	<0	<0	<0	<0	<0
2060	12	<0	<0	<0	<0	<0
2065	26	10	<0	<0	<0	<0
2070	39	34	7	<0	<0	<0
2075	51	56	46	4	<0	<0
2080	63	75	79	56	2	<0
2085	73	93	107	97	60	2
2090	84	109	132	131	105	61
2095	94	124	153	160	141	107
2100	103	138	172	184	171	143

Ze względu na duży rozrzut wartości nie jest możliwym określenie wskaźnika wyburzeń. Niektóre wartości są na tyle duże, że sama zmiana obecnego źródła ciepła na pompę ciepła jest wystarczająca do osiągnięcia zapotrzebowania na energię poniżej granicznej wartości. Należy brać pod uwagę, że instalacja samej pompy ciepła charakteryzuje się mniejszą emisją CO₂ niż cały proces pasywowizacji, więc porównanie samej instalacji pompy ciepła z budową nowego budynku wskazało by jeszcze wyższą wartość granicznego zużycia w istniejącym budynku.

Nawet dwa budynki wybudowane w tym samym standardzie energetycznym, ze względu na zróżnicowany stan techniczny, wynikający m.in. ze sposobu użytkowania oraz konserwacji, mogą mieć inny czas przewidywanej dalszej eksploatacji, co może skutkować odmiennymi decyzjami dotyczącym pasywowizacji/wyburzenia, tak samo jak wybór roku w którym przeprowadza się inwestycje. Z tego względu nie jest możliwym wyznaczenie wskaźnika wyburzeń zabudowy miejskiej w oparciu o sam rok wybudowania oraz zużycie energii końcowej. Dlatego ewentualne decyzje o wyburzeniach powinny być podejmowane dla każdego budynku z osobna i podyktowane oceną stanu technicznego budynku lub względami ekonomicznym.

6.10 Prognoza zużycia energii w Warszawie

W ramach niniejszej pracy przeprowadzono analizę zapotrzebowania m.st. Warszawa na media energetyczne w perspektywie roku 2050 wraz z określeniem źródeł i nośników energii służących pokryciu tego zapotrzebowania. Prognozowanie zrealizowano w trzech wariantach. Jako referencyjny przyjęto zerowy model „business as usual” (Model 0, opracowany w etapie I prac nad Modelem), w którym założono, że zmiany w sposobie wytwarzania energii będą wynikały jedynie z rozwoju poszczególnych technologii, bez wymuszania działań w kierunku wypierania paliw kopalnych z miks energetycznego. Kolejne modele (Modele 3 oraz 3a) zostały opracowane już z uwzględnieniem

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 48/127

przyspieszenia transformacji energetyki w kierunku zastosowania wyłącznie energii elektrycznej na rynkach końcowych przy założeniu zróżnicowanej technologii elektryfikacji ciepłownictwa w każdym z modeli. Punktem wyjścia w prognozie poszczególnych źródeł energii przy określeniu trajektorii zmian w zakresie zaopatrzenia w energię końcową jest stan właściwy na koniec roku 2020, który przedstawia Tabela 6.12.

Tabela 6.12 Roczne zużycie energii końcowej w Warszawie w 2020 roku

Lp.	Rodzaj energii	Jednostka	Zużycie
1	Energia elektryczna	TWh _e	7,10
2	Ciepło, w tym:	TWh _c	12,6
	Ciepło sieciowe	TWh _c	8,90
	Ciepło pozasieciowe	TWh _c	3,70

W obydwu modelach przyjęto trajektorie rozwoju technologii OZE zgodnie ze ścieżkami, które przedstawia Tabela 6.13.


Tabela 6.13 Względne procentowe trajektorie rozwoju źródeł OZE dla Warszawy

Technologia	2025	2030	2035	2040	2045	2050
PV	32,6	79,4	96,6	99,5	99,9	100,0
REW	7,0	15,8	29,5	49,2	73,8	100,0
EWL	11,1	21,4	37,9	59,8	82,3	100,0
EB	10,6	24,5	47,7	73,2	91,0	100,0
GOZ	14,7	57,2	90,9	98,7	99,8	100,0
EWM	0,0	12,2	47,6	78,1	93,9	100,0

W poniższych podrozdziałach przedstawiono prognozę zużycia energii sklasyfikowaną wg odpowiednich jej nośników.

6.10.1 Ciepło

Zapotrzebowanie na ciepło użytkowe dla potrzeb ogrzewania budynków w Warszawie w roku 2020 oszacowano na 8,0 TWh, a zapotrzebowanie na c.w.u. określono na poziomie 1,6 TWh (patrz rozdział 6.4). Uwzględniając sprawności przemian energii końcowej w użytkową dla procesów wytwarzania c.o. oraz c.w.u. uzyskano wartość zapotrzebowania na ciepło końcowe na potrzeby c.o. na poziomie 10,0 TWh, a na potrzeby c.w.u. na poziomie 2,6 TWh. Łączną wartość zapotrzebowania na ciepło końcowe (c.o.+c.w.u.) dla Warszawy na koniec 2020 r. oszacowano więc na 12,6 TWh. Znając wartość zapotrzebowania na ciepło sieciowe (energia końcowa c.o.+c.w.u.) określoną na poziomie 8,9 TWh wyznaczono ilość ciepła wytwarzaną w układach nie sieciowych wynoszącą 3,7 TWh. Wartość 12,6 TWh będzie stanowiła punkt wyjścia do określenia bilansu energetycznego Warszawy

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 49/127

w kolejnych latach prowadzonej analizy jako ilość ciepła konieczna do zabezpieczenia potrzeb cieplnych mieszkańców Stolicy.

6.10.1.1 Model 0 (BAU)

Czynnikiem wpływającym na zmiany zapotrzebowania na ciepło c.o. oraz c.w.u. jest rozwój miasta rozumiany jako przyrost liczby jego mieszkańców oraz wzrost liczby ogrzewanych budynków. Z kolei kluczowym czynnikiem mającym wpływ na zmniejszenie zużycia ciepła do ogrzewania budynków (c.o.) jest pasywizacja budownictwa. Należy mieć na uwadze, że w przypadku podsektora ciepłowniczego bardzo istotną rolę ogrywają warunki pogodowe – w szczególności średnia temperatura powietrza występująca w miesiącach zimowych. Z tego względu do obliczeń jako wartości wyjściowe dla prognozy w 2020 r. przyjęto końcowe zużycie ciepła wyliczone jako średnia z lat 2017 – 2020. Zapotrzebowanie na c.w.u. jest natomiast uzależnione od liczby mieszkańców.

Uwzględnione w analizie czynniki wpływające na zapotrzebowanie na ciepło zostały oszacowane na podstawie następujących założeń:

- **pasywizacja budownictwa** – W modelu 0 założono, że utrzymane zostanie dotychczasowe – niezbyt szybkie – tempo prac, które pozwoli na ograniczenie zapotrzebowania na energię dla budynków mieszkalnych o ok. 3% do roku 2050 (Tabela 6.8). Uwzględniając wzrost zapotrzebowania na energię użytkową na potrzeby ogrzewania budynków niemieszkalnych (Tabela 6.9) uzyskuje się łączny wzrost ilości ciepła, które należy zabezpieczyć na potrzeby zaopatrzenia budynków miejskich w energię użytkową w ilości ok. 3%.
- **rozwój miasta** – przyjęto współczynnik, którego wartością skalującą jest zmiana liczby mieszkańców w oparciu o scenariusz koncentracji¹³,
- **elektryfikacja ciepłownictwa** – W modelu 0 założono umiarkowany rozwój pomp ciepła, które docelowo pokryją 29,9% zapotrzebowania na ciepło w 2050 r., pracujących z założonym współczynnikiem SCOP równym 3.

Prognozę potrzeb energetycznych w zakresie ciepła przedstawia Tabela 6.14 oraz Rys. 6.17.

¹³ Prognoza demograficzna na potrzeby Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego m.st. Warszawy” – Warszawa, 1 kwietnia 2019 r. Zespół autorów opracowania: dr hab. Przemysław Śleszyński (kierownik projektu), dr hab. Ewa Korcelli-Olejniczak, Łukasz Kubiak, dr Michał Niedzielski, Filip Piotrowski, dr hab. Marcin Stępnik, dr hab. Marek Więckowski, Beata Zielińska



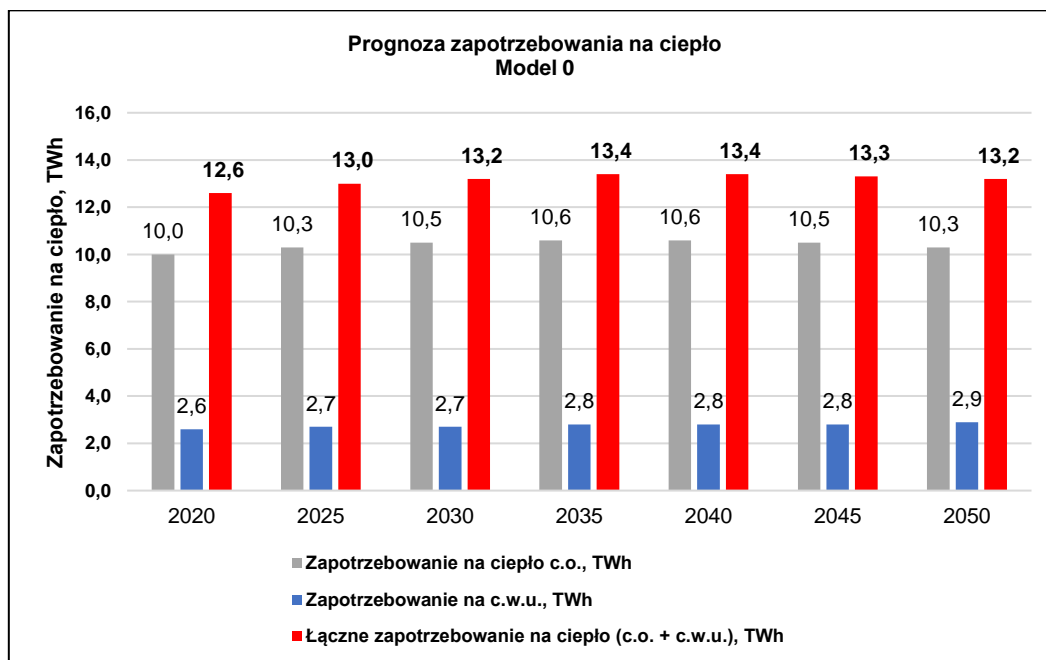
	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 50/127

Tabela 6.14 Prognoza potrzeb ciepłych Warszawy –model 0 (BAU)

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Zapotrzebowanie na ciepło użytkowe (c.o.), TWh	8,0						
Zapotrzebowanie na ciepło końcowe (c.o.), TWh	10,0						
Zmiana zapotrzebowania na ciepło względem 2020 r. z uwzględnieniem pasywizacji budownictwa i rozwoju miasta, %	-	3,0	5,2	6,1	5,7	4,5	2,7
Zapotrzebowanie na ciepło końcowe (c.o.) z uwzględnieniem pasywizacji i rozwoju, TWh	10,0	10,3	10,5	10,6	10,6	10,5	10,3
Zapotrzebowanie na ciepło końcowe (c.w.u.), TWh	2,6						
Rozwój (zmiana liczby mieszkańców względem 2020 r.), %	-	3	5	7	8	9	10
Zapotrzebowanie na ciepło końcowe (c.w.u.) z uwzględnieniem rozwoju, TWh	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9
Łączne zapotrzebowanie na ciepło końcowe (c.o. + c.w.u.), TWh	12,6	13,0	13,2	13,4	13,4	13,3	13,2
Pokrycie zapotrzebowania na ciepło końcowe przez pompy ciepła, TWh	0,3	0,7	1,1	1,8	2,4	3,2	3,9
Energia elektryczna dla PC, SCOP = 3, TWh	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3
Zużycie energii elektrycznej	7,1	8,0	8,2	8,2	8,4	8,7	8,6
Zmiana zapotrzebowania na energię elektryczną dla PC względem 2020 r., %	-	2,8	5,6	8,5	11,3	15,5	18,3
Ciepło (c.o. + c.w.u.) z innych źródeł niż PC, TWh	12,3	12,3	12,1	11,6	11	10,1	9,3
Ciepło końcowe sieciowe ze źródeł konwencjonalnych (niezelektryfikowane), TWh	8,9	8,6	8,5	8,2	7,8	7,2	6,4
Ciepło końcowe niesieciowe ze źródeł konwencjonalnych (niezelektryfikowane), TWh	3,4	3,7	3,6	3,4	3,2	3,0	2,8

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 51/127



Rys. 6.17 Prognoza zapotrzebowania na ciepło w Warszawie w perspektywie 2050 r. – model 0


6.10.1.2 Model 3 oraz 3a

Uwzględnione w analizie czynniki wpływające na zapotrzebowanie na ciepło zostały oszacowane na podstawie następujących założeń:

- **pasywizacja budownictwa** – uwzględniono współczynniki modernizacji uwzględniające Długoterminową Strategię Renowacji – przyjęto scenariusz szybkiej i głębokiej modernizacji, który uwzględnia specyfikę miasta Warszawy (**takie same założenia w Modelu 3 oraz 3a**),
- **rozwój miasta** – przyjęto współczynnik, którego wartością skalującą jest zmiana liczby mieszkańców w oparciu o scenariusz koncentracji (**takie same założenia w Modelu 3 oraz 3a**)
- **Elektryfikacja ciepłownictwa** - najszybsza transformacja (względem modeli 1 i 2 analizowanych w Etapie 2) przewidująca najmniejszy udział energii pochodzącej z Wielkoskalowej Energetyki Konwencjonalnej na rzecz źródeł OZE, zakładająca elektryfikację 90% potrzeb ciepłych miasta
 - **Model 3.** - całość (100%) zelektryfikowanego ciepła w tym wariantcie pochodzi z pomp ciepła
 - **Model 3a** – wariant zakładający wykorzystanie do elektryfikacji ciepłownictwa 50% potrzebnej mocy z pomp ciepła jako źródło podstawowe oraz 50% potrzebnej mocy z elektrycznych źródeł szczytowych (np. kotły indukcyjne)

W założeniu obydwa analizowane w niniejszej pracy warianty ogrzewania Warszawy (model 3 oraz 3a) prowadzić mają docelowo do stanu, w którym 100% budynków w 2050 r. można będzie uznać za zeroemisyjne. Zgodnie z zapisami Długoterminowej Strategii renowacji budynków¹⁴ osiągnięcie

¹⁴ Długoterminowa strategia renowacji budynków. Wspieranie renowacji krajowego zasobu budowlanego, Warszawa, luty 2022 r.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 52/127</p>


całkowitej zeroemisyjności budynków byłoby możliwe poprzez wdrożenie działań skupiających się na zmianie źródeł ogrzewania:

- podłączenie budynków do zeroemisyjnej sieci ciepłowniczej,
- instalację źródeł ciepła zasilanych energią z zeroemisyjnego systemu elektroenergetycznego:
 - o pompy ciepła,
 - o ogrzewanie elektryczne, w tym wykorzystanie kabli i mat grzejnych,
- instalację źródeł biomasowych (w ograniczonym zakresie sięgającym 10-12% budynków wynikającym z potencjału zrównoważonego pozyskiwania surowca),
- przyłączenie budynków do sieci gazowej zasilanej zeroemisyjnymi paliwami (biometan, wodór, gaz syntetyczny SNG),
- instalację zeroemisyjnych źródeł ciepła opartych na pozyskiwaniu ciepła z promieniowania słonecznego (kolektory słoneczne, kolektory hybrydowe PVT z wykorzystaniem magazynów ciepła).

W warunkach rzeczywistych miasta Warszawy osiągnięcie 100% zeroemisyjności całego zasobu budowlanego uznano jako nie możliwe do zrealizowania z uwagi na bariery związane z częściowym ograniczeniem możliwości zmiany źródeł ogrzewania. Dotyczy to grupy budynków podlegających nadzorowi Biura Stołecznego Konserwatorów Zabytków, w których zainstalowana na zewnątrz pompa ciepła mogłaby zaburzyć ekspozycję elewacji i architektury budynku lub jego sąsiedztwa.

Ograniczenie emisyjności budownictwa bardzo ściśle powiązane jest z jego pasywizacją. Uznaje się, że dopiero po przeprowadzonej termomodernizacji budynków działania związane ze zmianą źródła energii do ogrzewania budynku mają uzasadnienie. W modelach przyspieszonej transformacji poddanych analizie stopień oraz prędkość działań termomodernizacyjnych w Warszawie będzie następować zgodnie z krajowym planem działań przedstawionym w Długoterminowej Strategii renowacji budynków¹⁴. W dokumencie tym przedstawiono trzy różne scenariusze termomodernizacji w perspektywie lat 2021-2050:

- Scenariusz szybkiej i głębokiej termomodernizacji - zakłada szeroką, głęboką termomodernizację zasobów budowlanych, która rozpocznie się od budynków charakteryzujących się najmniejszą efektywnością energetyczną. Jest to plan najbardziej ambitny i najbardziej opłacalny pod względem ekonomicznym,
- Scenariusz termomodernizacji etapowej - zakłada szeroką termomodernizację zasobów budowlanych, w której budynki w najgorszym stanie będą modernizowane etapowo, aż do uzyskania najlepszych przedziałów efektywności energetycznej budynków. Poszczególne etapy modernizacji obejmują tylko część pełnego zakresu prac termomodernizacyjnych, co pozwala rozłożyć w czasie dochodzenie do docelowego poziomu efektywności energetycznej budynku stopniowo i uniknąć kumulacji wysiłku inwestycyjnego oraz zagregowanego popytu na dobra i usługi niezbędne do przeprowadzenia inwestycji,
- Scenariusz tzw. rekomendowany - Scenariusz rekomendowany zakłada podejście łączące zalety dwóch poprzednich scenariuszy. Obejmuje on szybkie przeprowadzenie pierwszego etapu termomodernizacji budynków z najgorszych przedziałów efektywności energetycznej

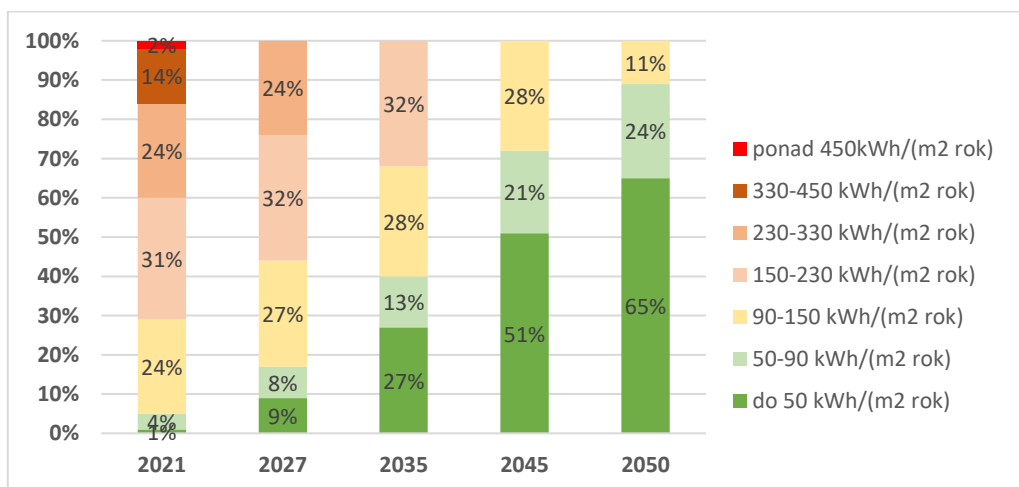
	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 53/127

połączone z popularyzacją głębokiej termomodernizacji w najbliższych latach, a następnie upowszechnienie wysokiego standardu renowacji w skali całego rynku.


Każdy z przedstawionych scenariuszy charakteryzuje się różnym tempem termomodernizacji budownictwa oraz odmienną strukturą docelową wskaźnika zużycia energii pierwotnej budynków przypadającą na rok 2050. Z punktu widzenia spełnienia podstawowego warunku analizy zakładającego osiągnięcie 100% budynków bezemisyjnych, modelowanie zapotrzebowania na ciepło w Warszawie oparto na najbardziej ambitnym scenariuszu szybkiej i głębokiej termomodernizacji. Scenariusz ten zakłada, że do 2027 roku zmodernizowane zostaną wszystkie budynki charakteryzujące się wskaźnikiem zużycia energii pierwotnej (EP) większym niż 330 kWh/m²/rok, a do 2035 roku budynki charakteryzujące się wskaźnikiem EP większym niż 230 kWh/m²/rok. Z kolei w roku 2045 wszystkie budynki będą miały wskaźnik EP nie większy niż 150 kWh/m²/rok.

Według rozważanego scenariusza do 2050 roku 65% budynków osiągnie wskaźnik EP nie większy niż 50 kWh/m²/rok, a 24% – od 50 do 90 kWh/m²/rok. Pozostałe 11% budynków, których z przyczyn technicznych nie da się tak głęboko zmodernizować, osiągną wskaźnik EP w przedziale 90-150 kWh/m²/rok (Rys. 6.18).

W tym scenariuszu średnie roczne tempo renowacji wynosi około 3%. Wpływ realizacji danego scenariusza termomodernizacji na rozkład efektywności energetycznej budynków w Polsce został przedstawiony poniżej. Widoczny jest szybki spadek budynków o najniższej efektywności energetycznej, które poddawane są termomodernizacji w pierwszej kolejności. Jednocześnie już w pierwszym okresie następuje dynamiczny wzrost budynków o EP nie większej niż 50 kWh/m²/rok, który jest kontynuowany w kolejnych latach. Ze względu na brak etapowej termomodernizacji, w żadnym momencie realizacji scenariusza nie dochodzi do istotnego wzrostu udziału budynków ze środka obecnego przedziału efektywności energetycznej (EP między 150 a 230 kWh/m²/rok). Również udział budynków o EP między 90 a 150 kWh/m²/rok pozostaje stabilny, aż do 2045, po czym część z nich jest poddana głębokiej termomodernizacji w ostatnich pięciu latach przed 2050.



Rys. 6.18 Prognozowane wskaźniki EP w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej w poszczególnych okresach

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 54/127

Prognoza zapotrzebowania na ciepło w Warszawie właściwa dla modelu 3 oraz 3a uwzględniająca scenariusz szybkiej i głębokiej modernizacji przedstawia Rys. 6.19. Prognozę zapotrzebowania na ciepło w rozbiu na ciepło grzewcze oraz CWU przedstawia Tabela 6.15.

Tabela 6.15 Prognoza potrzeb cieplnych Warszawy modelu 3 oraz 3a

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Zapotrzebowanie na ciepło użytkowe (c.o.), TWh	8,0						
Zapotrzebowanie na ciepło końcowe (c.o.), TWh	10,0						
Zmiana zapotrzebowania na ciepło (c.o.) względem 2020 r. z uwzględnieniem pasywizacji budownictwa, %	-	-13,5	-26,7	-35,9	-45,8	-55,7	-60,8
Zapotrzebowanie na ciepło końcowe (c.o.) z uwzględnieniem pasywizacji budownictwa, TWh	10,0	8,7	7,3	6,4	5,4	4,4	3,9
Zapotrzebowanie na ciepło końcowe (c.w.u.) sieciowe i niesieciowe, TWh	2,6						
Rozwój (zmiana liczby mieszkańców względem 2020 r.), %	-	3	5	7	8	9	10
Zapotrzebowanie na ciepło końcowe (c.o.) z uwzględnieniem pasywizacji i rozwoju, TWh	10,0	9,0	7,7	6,8	5,8	4,8	4,3
Zapotrzebowanie na ciepło końcowe (c.w.u.) z uwzględnieniem rozwoju, TWh	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9
łącznie zapotrzebowanie na ciepło końcowe (c.o. + c.w.u.), TWh	12,6	11,7	10,4	9,6	8,6	7,6	7,2
Udział pomp ciepła oraz kotłów indukcyjnych w pokryciu zapotrzebowania na ciepło, %	2,6	20	40	50	65	80	90
Pokrycie zapotrzebowania na ciepło końcowe przez pompy ciepła (i kotły indukcyjne), TWh	0,3	2,3	4,2	4,8	5,6	6,1	6,5
Ciepło (c.o. + c.w.u.) z innych źródeł niż PC, TWh	12,3	9,4	6,2	4,8	3	1,5	0,7
Ciepło końcowe sieciowe ze źródeł konwencjonalnych (niezelektryfikowane), TWh	8,9	6,5	4,3	3,2	2,0	1,0	0,4
Ciepło końcowe niesieciowe ze źródeł konwencjonalnych (niezelektryfikowane), TWh	3,4	2,9	2,0	1,6	1,1	0,6	0,3



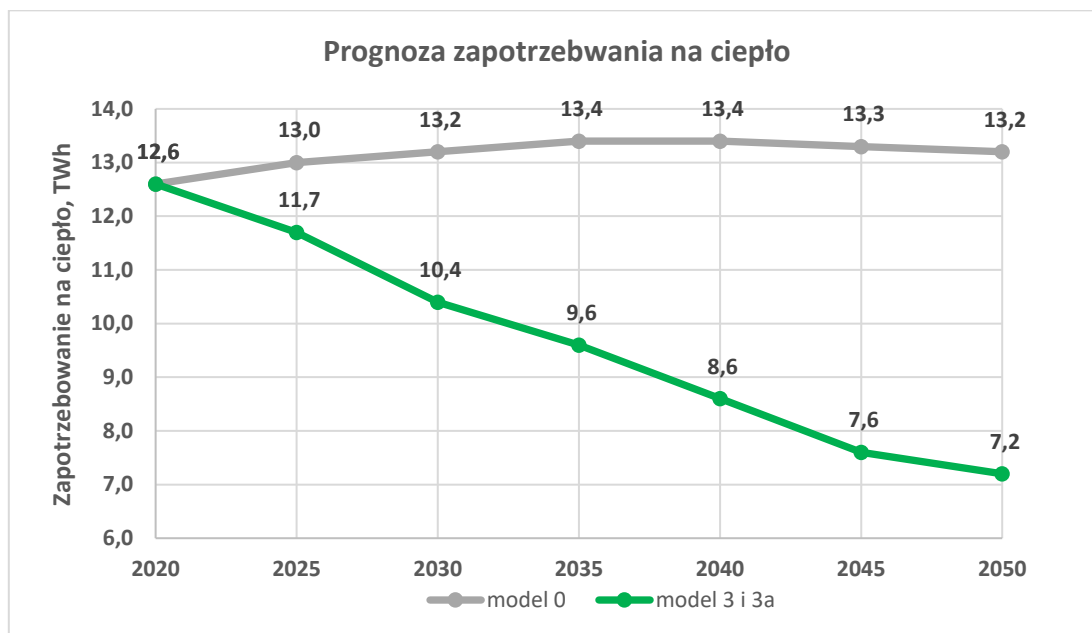
Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu

Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.

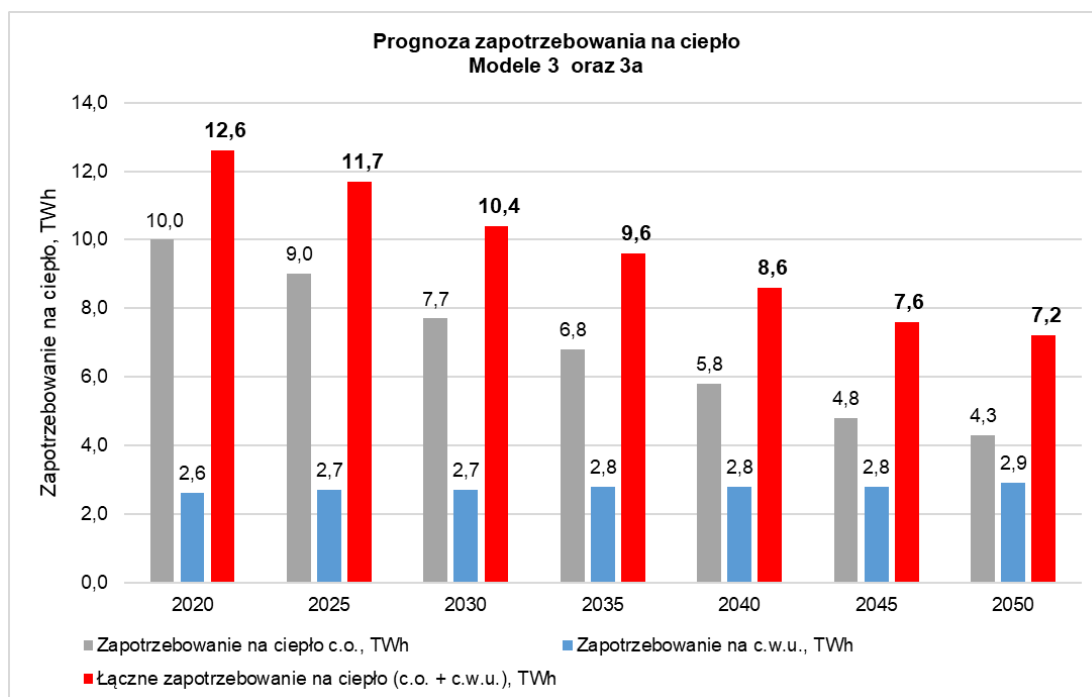
Nr ewidencyjny
190/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
55/127




Rys. 6.19 Prognoza zapotrzebowania na ciepło w modelach 3 i 3a na tle modelu 0 (BAU)

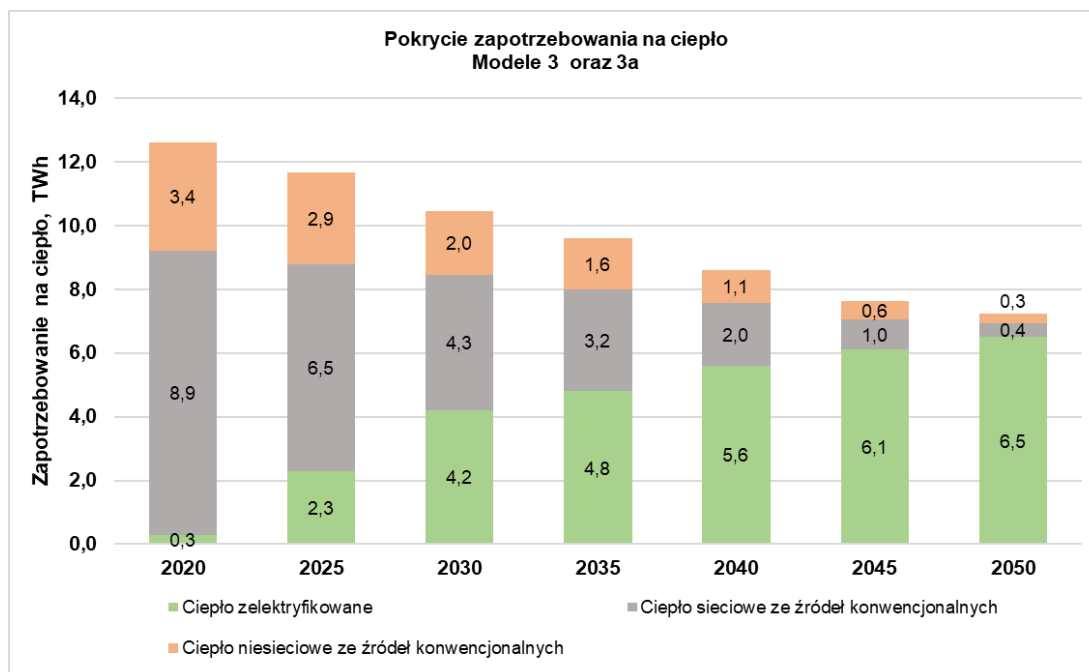


Rys. 6.20 Prognoza zapotrzebowania na ciepło w Warszawie w perspektywie 2050 r. – modele 3 oraz 3a

Prognozowane pokrycie zapotrzebowania na ciepło pochodzące z pomp ciepła (oraz kotłów indukcyjnych) (Tabela 6.15 oraz Rys. 6.21) uwzględnia prognozy zapotrzebowania na ciepło oraz trajektorie wzrostu udziału ciepła zelektryfikowanego w pokrywaniu tego zapotrzebowania aż do wartości docelowej 90% w 2050 roku. W przypadku ciepła sieciowego będzie spadał udział ciepła

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 56/127

produkowanego w dużych źródłach WEK na rzecz pomp ciepła zainstalowanych na węzłach ciepłych oraz indywidualnych PC współpracujących z siecią ciepłowniczą. W przypadku obszarów nieobjętych siecią ciepłowniczą, PC będą zastępowały indywidualne kotłownie węglowe i gazowe.



Rys. 6.21 Pokrycie zapotrzebowania na ciepło w Warszawie w perspektywie 2050 r. – modele 3 oraz 3a

Postępująca elektryfikacja ciepłownictwa przeniesie ciężar potrzeb związanych z zaopatrzeniem w ciepło na sieć elektroenergetyczną. Tabela 6.16 przedstawia udziały poszczególnych nośników w bilansie na koniec danego okresu prognozy przedstawiono. Udziały w zakresie ciepłownictwa zelektryfikowanego będą się różniły w zależności od przyjętego modelu zaopatrzenia m.st. Warszawy w energię elektryczną. Z kolei dla ciepłownictwa niezelektryfikowanego przyjęto identyczne udziały dla obu modeli zaopatrzenia. Wyniki zawiera Tabela 6.16.


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 57/127


Tabela 6.16 Udział poszczególnych źródeł w pokryciu całkowitego zapotrzebowania na ciepło - model 3

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Udział ciepła z PC (ciepłownictwo zelektryfikowane) %, w tym:	0,8	20,0	40,0	50,0	65,0	80,0	90,0
udział źródeł PV, %	-	2,1	9,4	13,6	17,3	20,9	22,5
udział mEW, %	-	0,0	0,1	0,3	0,7	1,2	1,8
udział EWL, %	-	0,6	2,0	4,3	8,3	13,8	18,0
udział EB, %	-	0,1	0,6	1,3	2,5	3,8	4,5
udział GOZ, %	-	0,2	1,4	2,6	3,4	4,2	4,5
udział EWM, %	-	0,0	2,3	10,7	21,7	31,5	36,0
udział energii z rynku WEK-PK, %	0,8	17,0	24,2	17,3	11,0	4,5	2,7
Udział ciepła ze źródeł konwencjonalnych (ciepłownictwo nieelektryfikowane), %	99,2	80,0	60,0	50,0	35,0	20,0	10,0

6.10.2 Energia elektryczna

Szacując trajektorię zmian zapotrzebowania na energię elektryczną uwzględniono szereg czynników:

- **efektywność** – spadek zużycia energii elektrycznej wynikający z potencjału dostępnego w segmencie oświetlenia, napędach, procesach, AGD, ICT (technologie informatyczne i komunikacyjne)
- **klimatyzacja** – przyjęto wzrost energii elektrycznej związany z wykorzystaniem klimatyzacji. Do oszacowania wykorzystano informację o liczbie budynków oraz założono wykorzystanie klimatyzatorów o mocy chłodzenia wynoszącej 3,5 kW i rocznego czasu pracy około 400 h, przyjęto klimatyzację w 50% wszystkich mieszkań w 2050 r.,
- **rozwój miasta** – zastosowano współczynnik, którego wartością skalującą jest zmiana liczby mieszkańców,
- **elektryfikacja ciepłownictwa** –
 - **w modelu 0** założono, że utrzymane zostanie dotychczasowe – niezbyt szybkie – tempo prac, które pozwoli na ograniczenie zapotrzebowania na energię dla budynków mieszkalnych o ok. 3% do roku 2050. Uwzględniając wzrost zapotrzebowania na energię użytkową na potrzeby ogrzewania budynków niemieszkalnych uzyskuje się łączny wzrost ilości ciepła, które należy zabezpieczyć na potrzeby zaopatrzenia budynków miejskich w energię użytkową w ilości ok. 3%. Przyjęto, że rozwój elektryfikacji ciepłownictwa horyzoncie 2050 r. osiągnie 29,9% udziału w całkowitym zapotrzebowaniu na ciepło
 - **w modelach 3 oraz 3a** do oszacowania wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną uwzględniono zmiany zapotrzebowania na ciepło uwzględniające Długoterminową Strategię Renowacji – przyjęto scenariusz szybkiej i głębokiej modernizacji, który uwzględni specyfikę miasta Warszawy. W analizie przyjęto,

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 58/127

że rozwój elektryfikacji ciepłownictwa horyzoncie 2050 r. osiągnie 90% łącznego zapotrzebowania na ciepło.

- **w modelu 3** pompy ciepła odpowiadają za 100% mocy ciepła zelektryfikowanego, pracują z założonym współczynnikiem SCOP równym 3,
 - **w modelu 3a** pompy ciepła pracują w podstawie z mocą zainstalowaną 50% i wspomagane są kotłami indukcyjnymi pracującymi jako źródło szczytowe.
- **elektryfikacja transportu** – zakłada się całkowite przejście na samochody elektryczne w sektorze transportu indywidualnego w 2050 r. W segmencie transportu zbiorowego częściowo pozostanie użytkowanie CNG do napędu autobusów.
 - **elektrotechnologie** – uwzględnia się rozwój elektrotechnologii w przemyśle oraz w gospodarstwach domowych, jednak ze względu na specyfikę Warszawy i brak przemysłu ciężkiego, rozwój ten jest ograniczony. Rozwój technologii związany jest w dużej mierze z technologiami ICT, a one mają potencjał dużej efektywności.

Sumaryczny potencjał obniżenia zużycia energii elektrycznej związany z wdrożeniem efektywności w obecnym sposobie użytkowania energii elektrycznej przedstawia Tabela 6.17. Założenia w zakresie potencjału obniżenia zużycia energii elektrycznej w poszczególnych modelach są zróżnicowane.

Tabela 6.17 Potencjał efektywności (obniżenia zużycia) dla Warszawy w odniesieniu do roku 2020

Potencjał obniżenia zużycia energii elektrycznej, %	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Model 0	-3	-9	-15	-20	-25	-30
Model 3	-3	-11	-18	-23	-29	-30

Na zużycie energii elektrycznej wpływa również zwiększenie zapotrzebowania uwzględniające dwa obszary elektroprosumeryzmu, mianowicie elektryfikacja ciepłownictwa oraz elektryfikacja transportu, które w istotny sposób mogą wpłynąć na potrzeby energetyczne. W sposób pośredni oddziałuje również pasywizacja budownictwa, która wpływa na końcowe zapotrzebowanie na ciepło, a także segment związany z rozwojem miasta (migracją ludności), klimatyzacją czy wprowadzeniem elektrotechnologii. Czynniki wpływające na zmianę zapotrzebowania na energię elektryczną – podobnie jak to zarysowano powyżej – będą zróżnicowane w ramach modeli. Założenia przedstawiają: Tabela 6.18, Rys. 6.22, oraz Rys. 6.23.


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 59/127

Tabela 6.18 Procentowe wartości czynników wpływających na zmianę zapotrzebowania na energię elektryczną w odniesieniu do roku 2020

Czynnik	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Model 0						
Efektywność	-3	-9	-15	-20	-25	-30
Klimatyzacja	3	4	4	5	5	5
Rozwój miasta	3	5	7	8	9	10
Elektryfikacja ciepłownictwa	3	6	8	11	15	18
Elektryfikacja transportu	6	8	9	10	13	13
Elektrotechnologie	0	2	3	4	5	5
Suma	12	16	16	18	22	21
Model 3						
Efektywność	-3	-11	-18	-23	-29	-30
Klimatyzacja	3	4	4	5	5	5
Rozwój miasta	3	5	7	8	9	10
Elektryfikacja ciepłownictwa	11	20	23	27	28	31
Elektryfikacja transportu	7	10	17	23	29	33
Elektrotechnologie	0	2	3	4	5	5
Suma	21	30	36	44	47	54



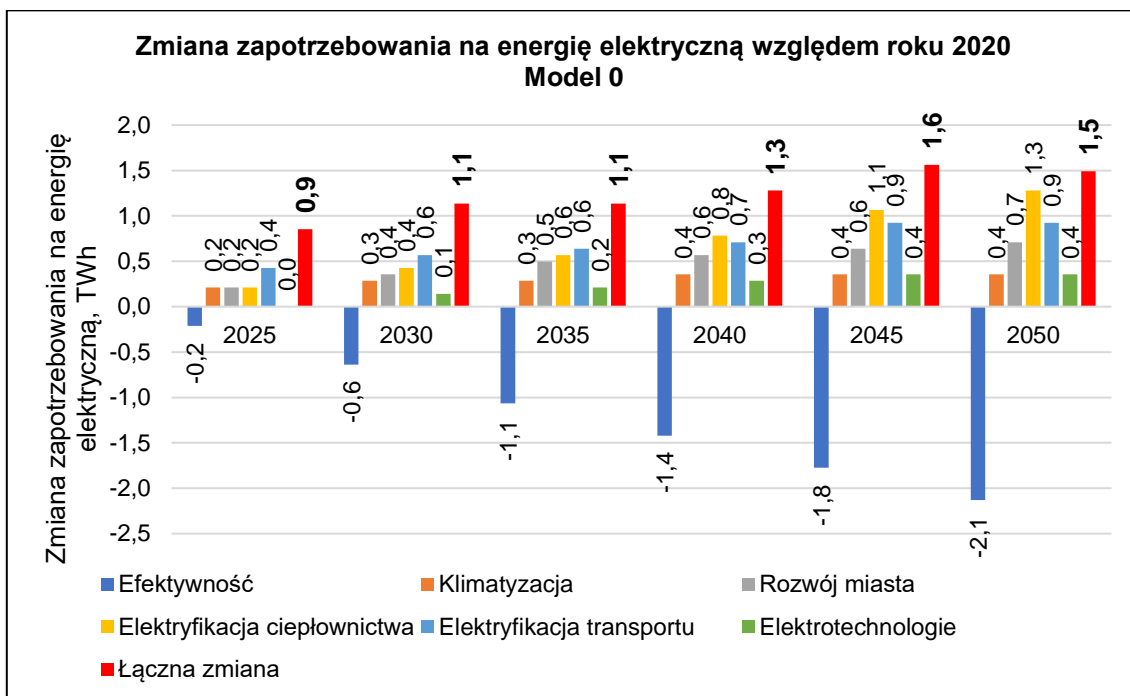
**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.

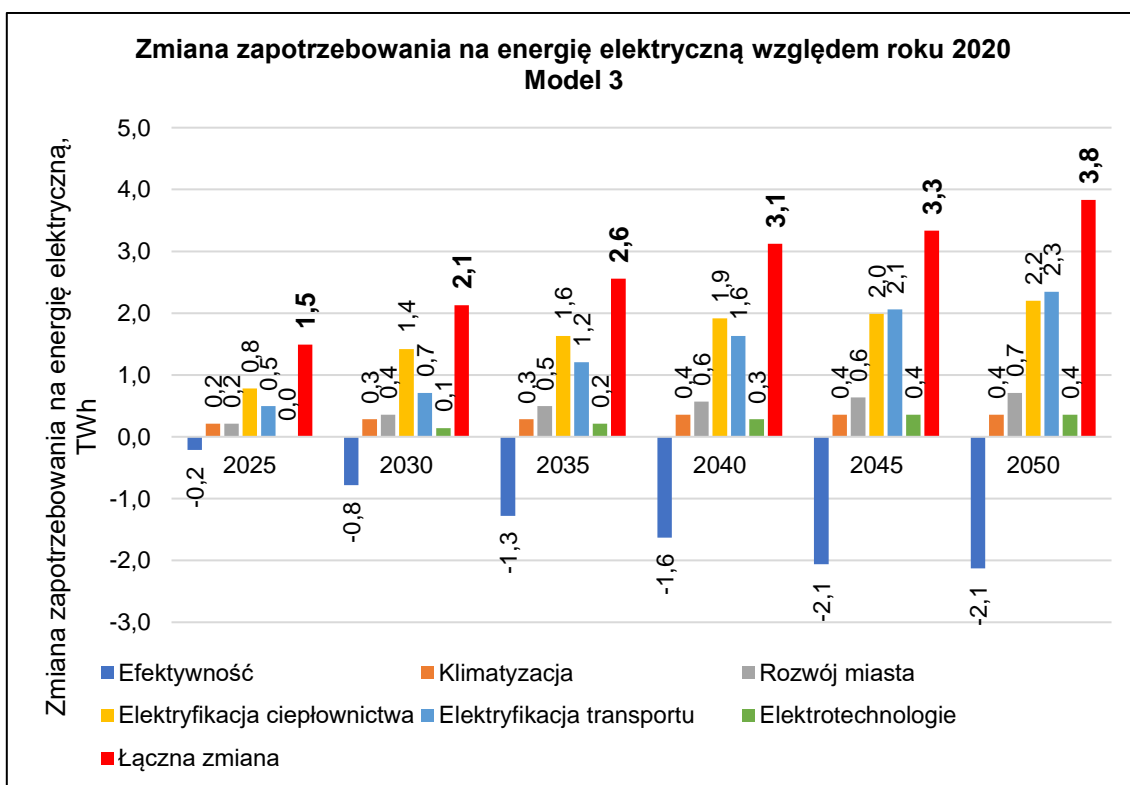
Nr ewidencyjny
190/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa


Strona/Stron
60/127



Rys. 6.22 Zmiana zapotrzebowania na energię elektryczną w TWh względem roku 2020
w podziale na poszczególne czynniki – model 0



Rys. 6.23 Zmiana zapotrzebowania na energię elektryczną w TWh względem roku 2020
w podziale na poszczególne czynniki – model 3

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 61/127

Elektryfikacja ciepłownictwa w modelu 3 zakłada wykorzystanie do ogrzewania budynków układów składających się jedynie z pomp ciepła. W modelu 3a systemy ogrzewania złożone są z układów, w których każda zainstalowana pompa ciepła zintegrowana będzie z dodatkowym szczytowym źródłem ciepła w postaci kotła indukcyjnego. Zakłada się przy tym, że moc zainstalowana obu źródeł ogrzewania będzie identyczna. Biorąc pod uwagę uwarunkowania związane z roczną zmiennością temperatury zewnętrznej w toku przeprowadzonych analiz wyznaczono wymagany poziom mocy zainstalowanej obu tych źródeł ciepła. Wymagany poziom mocy wyznaczono tak, aby zapewnić wymagane parametry grzewcze przy temperaturze zewnętrznej $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, natomiast obliczenia produkcji ciepła oraz wymaganej konsumpcji energii elektrycznej przez te urządzenia przeprowadzono korzystając z rzeczywistej temperatury zewnętrznej dla miasta Warszawy w poszczególnych godzinach w roku 2019. Wyniki przedstawia Tabela 6.19 oraz Rys. 6.24 i Rys. 6.25.

Tabela 6.19 Prognozowane pokrycie zapotrzebowania na ciepło przez zelektryfikowane ciepłownictwo w modelu 3 oraz modelu 3a

		2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	
Zapotrzebowanie na ciepło końcowe przez pompy ciepła		TWh	0,3	2,3	4,2	4,8	5,6	6,1	6,5
Model 3	Moc elektryczna PC	MWe	60	450	803	892	1 009	1 056	1 088
	Zużycie energii elektrycznej na PC	TWh	0,10	0,78	1,42	1,61	1,88	2,03	2,16
Model 3a	Moc zainstalowana	MWe	95	711	1 266	1 407	1 592	1 666	1 717
	PC (50%)	MWe	47	355	633	704	796	833	859
	KE (50%)	MWe	47	355	633	704	796	833	859
	Zużycie energii elektrycznej na PC + KE	TWh	0,10	0,80	1,46	1,67	1,94	2,12	2,26
	PC	TWh	0,1	0,8	1,4	1,6	1,8	2,0	2,1
Przyrost 3 → 3a	KE	TWh	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
	mocy zainstalowanej	MWe	35	260	464	515	583	610	629
	zużycia energii elektrycznej	TWh	0,00	0,02	0,04	0,05	0,07	0,08	0,10



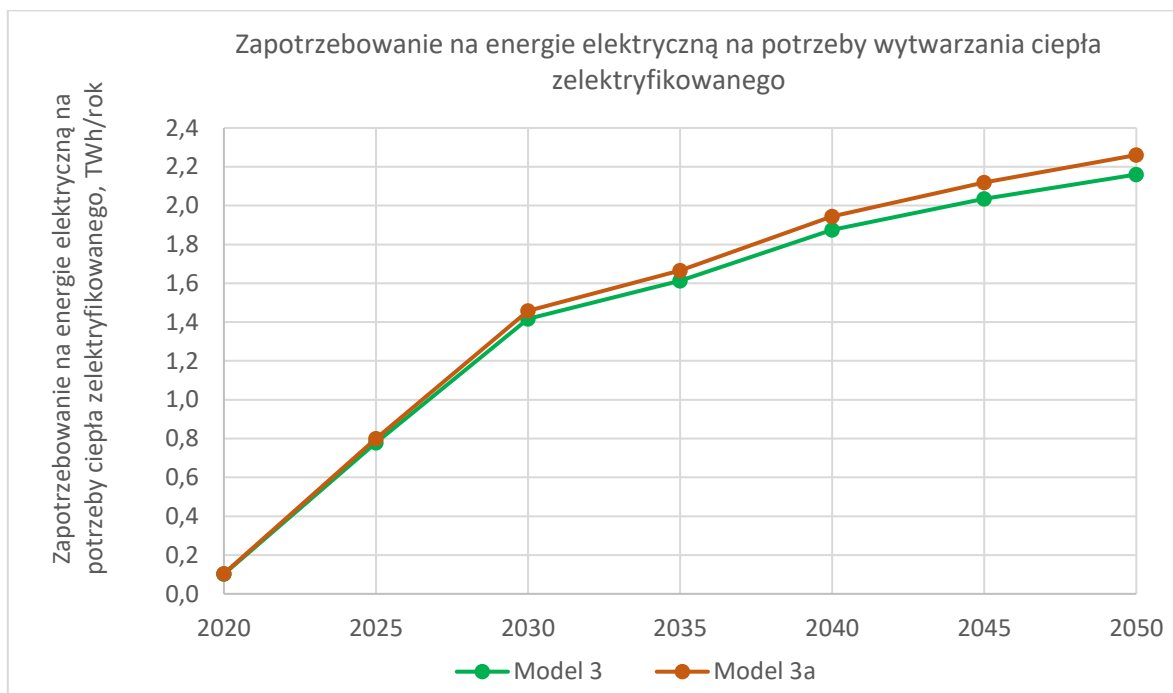
**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.

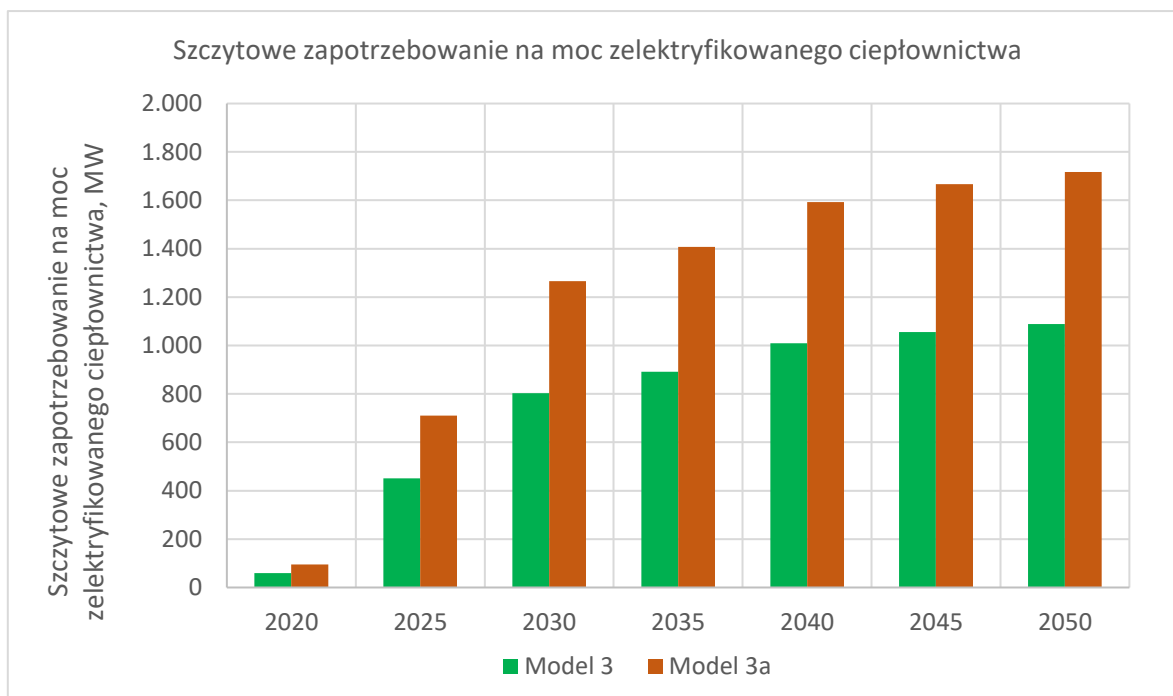
Nr ewidencyjny
190/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
62/127




Rys. 6.24 Zużycie energii elektrycznej przez pompy ciepła na potrzeby wytwarzania ciepła zelektryfikowanego – model 3 i 3a



Rys. 6.25 Szczytowe zapotrzebowanie na moc na rzecz zelektryfikowanego ciepłownictwa – model 3 i 3a

Przeprowadzone obliczenia wykazały zasadnicze różnice wynikię z zastosowania ogrzewania w obydwu analizowanych wariantach ogrzewania. Przyjmując w analizie zmienność temperatury

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 63/127

zewnętrznej zarejestrowanej w roku 2019 zastosowanie ogrzewania w modelu 3a jest bardziej energochłonne w porównaniu do modelu 3, jednakże różnica zużycia energii jest stosunkowo niewielka tj. 0,1 TWh w 2050 r. co stanowi wzrost o 5% względem zużycia energii elektrycznej przez pompy ciepła w modelu 3.

Dla celów porównawczych przeprowadzono również obliczenia zapotrzebowania dla zimy „ostrej” jaka miała miejsce np. w roku 2010 r. Zużycie energii elektrycznej w takich warunkach rośnie wówczas do poziomu 2,7 TWh (model 3 w 2050 r.) oraz do poziomu 3,3 TWh (model 3a w 2050 r.). Oznacza to, że zastosowanie układu PC+KE w takich warunkach wywołuje przyrost zużycia energii aż o 21%.

Znacząca różnica pomiędzy obu wariantami ogrzewania widoczna jest z punktu widzenia mocy zainstalowanej wykorzystanych źródeł ciepła. Zastosowanie szczytowego źródła ciepła co prawda pozwala obniżyć wymaganą moc pomp ciepła (o ok. 21%), ale z drugiej jednak strony powoduje konieczność zwiększenia mocy przyłączeniowej o moc elektryczną dodatkowego źródła ciepła (KE). Łączna moc elektryczna wymagana dla ogrzewania w modelu 3a ogrzewania jest o 58% wyższa od ogrzewania w modelu 3.

Uwzględniając przyjęte założenia oszacowano trajektorię zmian zapotrzebowania na energię elektryczną wszystkich trzech analizowanych modeli (Tabela 6.20). Należy podkreślić, że w warunkach elektroprosumeryzmu (modele 3 oraz 3a) energia elektryczna będzie pokrywać prawie wszystkie potrzeby energetyczne uwzględniając obecne użytkowanie energii elektrycznej oraz rynki elektroprosumeryzmu związane z elektryfikacją ciepłownictwa i transportu.

Tabela 6.20 Prognoza potrzeb energetycznych Warszawy – energia elektryczna

Wyszczególnienie	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Model 0							
Zużycie energii elektrycznej, TWh	7,1	8,0	8,2	8,2	8,4	8,7	8,6
Wzrost zużycia energii elektrycznej względem 2020 r., %	-	12	16	16	18	22	21
Model 3							
Zużycie energii elektrycznej, TWh	7,1	8,6	9,2	9,7	10,2	10,4	10,9
Wzrost zużycia energii elektrycznej względem 2020 r., %	-	21	30	36	44	47	54
Model 3a							
Zużycie energii elektrycznej, TWh	7,1	8,6	9,2	9,8	10,3	10,5	11,0
Wzrost zużycia względem modelu 3 przy zastosowaniu PC + KE, %	-	21	30	37	45	48	55



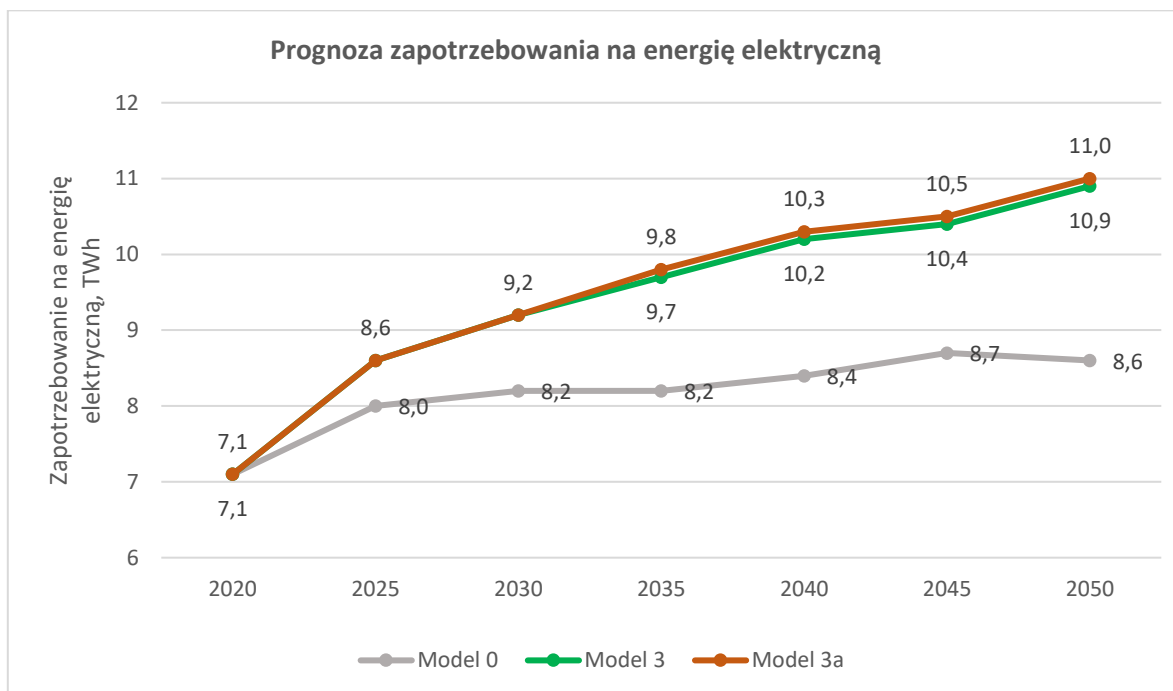
**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.

Nr ewidencyjny
190/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
64/127



Rys. 6.26 Prognoza zapotrzebowania na energię elektryczną: model 3 model 3a oraz model 0 (jako referencyjny)

Jak wykazano powyżej pomiędzy modelami 3 oraz 3a istnieje minimalna różnica w zakresie łącznych wolumenów energii elektrycznej niezbędnej do wytworzenia w poszczególnych latach (Rys. 6.26). Wykazany wzrost zapotrzebowania w modelu 3a będzie trzeba pokryć z jednego z dostępnych na terenie Warszawy źródeł energii elektrycznej. Ponieważ w analizie przyjęto, że wolumeny produkcji energii elektrycznej z OZE w obu modelach będą tożsame, przyjęto, że dodatkowe zapotrzebowanie na energię elektryczną będzie pokrywane ze źródeł konwencjonalnych (WEK). W poniższych tabelach (Tabela 6.21, Tabela 6.22 i Tabela 6.23) oraz rysunkach (Rys. 6.27 i Rys. 6.28) przedstawiono prognozowane pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną w poszczególnych modelach poprzez wykorzystanie źródeł OZE oraz energii pobranej z WEK w horyzoncie 2050 r.

Tabela 6.21 Pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną za pomocą źródeł OZE oraz rynek WEK dla modelu 0

Technologia	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Zapotrzebowanie, TWh	8,0	8,2	8,2	8,4	8,7	8,6
Rynek WEK, TWh	8,0	8,2	8,2	8,4	8,7	8,6


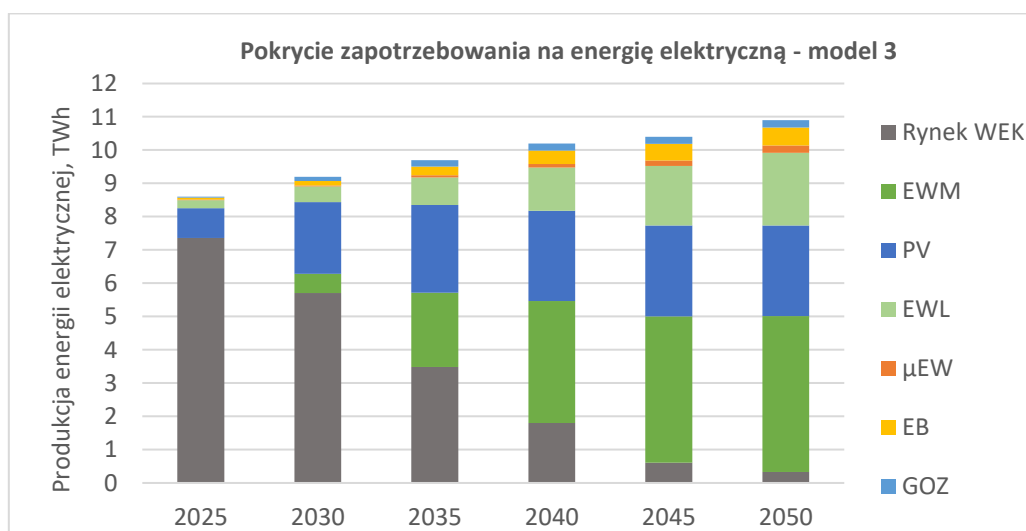
	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 65/127

Tabela 6.22 Pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną za pomocą źródeł OZE oraz rynek WEK dla modelu 3


Technologia	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Zapotrzebowanie, TWh	8,6	9,2	9,7	10,2	10,4	10,9
PV	0,9	2,2	2,6	2,7	2,7	2,7
mEW	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2
EWL	0,2	0,5	0,8	1,3	1,8	2,2
EB	0,1	0,1	0,3	0,4	0,5	0,5
GOZ	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
EWM	0,0	0,6	2,2	3,7	4,4	4,7
Suma	1,2	3,5	6,2	8,4	9,8	10,6
Rynek WEK	7,4	5,7	3,5	1,8	0,6	0,3

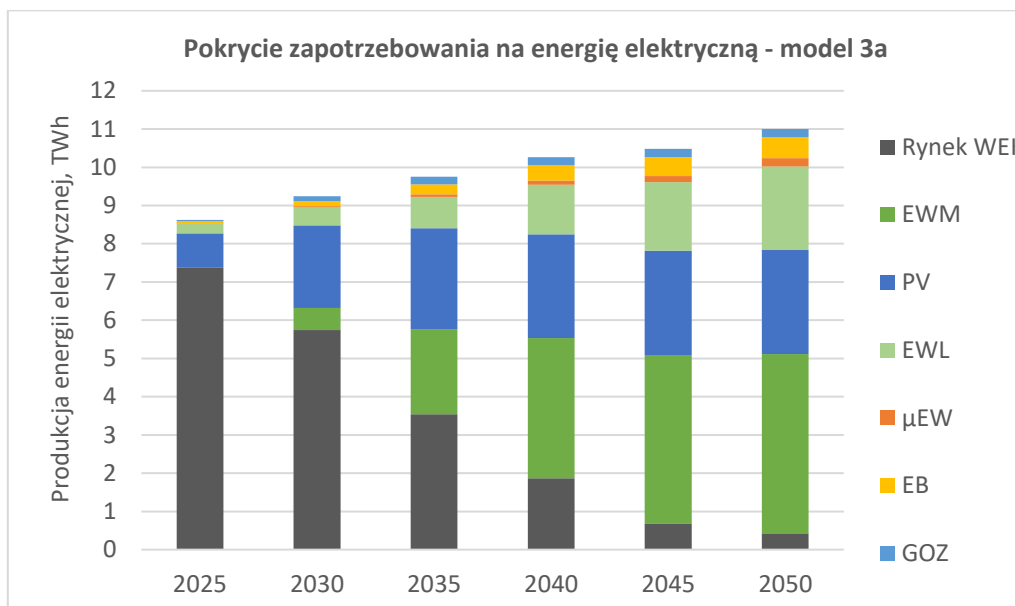


Rys. 6.27 Pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną za pomocą źródeł OZE oraz rynek WEK dla modelu 3

Tabela 6.23 Pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną za pomocą źródeł OZE oraz rynek WEK dla modelu 3a

Technologia	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Zapotrzebowanie, TWh	8,6	9,2	9,8	10,3	10,5	11,0
PV	0,9	2,2	2,6	2,7	2,7	2,7
mEW	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2
EWL	0,2	0,5	0,8	1,3	1,8	2,2
EB	0,1	0,1	0,3	0,4	0,5	0,5
GOZ	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
EWM	0,0	0,6	2,2	3,7	4,4	4,7
Suma	1,2	3,5	6,2	8,4	9,8	10,6
Rynek WEK	7,4	5,7	3,6	1,9	0,7	0,4

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 66/127



Rys. 6.28 Pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną za pomocą źródeł OZE oraz rynek WEK dla modelu 3a

6.11 Bilans emisji gazów cieplarnianych w perspektywie 2050 r.

6.11.1 Wskaźniki emisyjności paliw i energii elektrycznej

Dla całego okresu przyjęto, że wskaźniki opałowe i emisyjne dla paliw płynnych lub gazowych pozostaną niezmienione, takie same jak dla roku 2019 według KOBiZE. W praktyce wskaźniki te są takie same od kilku już lat.


W zakresie energii elektrycznej przyjęto, że wskaźnik emisyjny dla energii elektrycznej będzie kształtował się tak, jak przewidują analizy wykonane na potrzeby przygotowania Polityki Energetycznej Polski do roku 2040 – jedynego oficjalnie przyjętego przez radę ministrów RP i obowiązującego dokumentu politycznego w zakresie energetyki. Dotyczy to okresu od 2025 roku do 2040 roku. Natomiast dla lat 2045 i 2050 przyjęto, że wskaźnik będzie się obniżał dalej zgodnie z trendem zarysowanym w tym dokumencie o ok. 0,095 kgCO₂eq/kWh co 5 lat osiągając w 2050 roku wartość 0,093 kgCO₂eq/kWh. Szczegółowe zestawienie wartości wskaźnika dla analizowanych lat przedstawia Tabela 6.24.

Tabela 6.24 Wartości wskaźnika emisyjności dla energii elektrycznej

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Emisyjność energii elektrycznej, kgCO ₂ eq/kWh	0,662	0,533	0,372	0,278	0,187	0,093

6.11.2 Prognoza wielkości emisji gazów cieplarnianych wynikająca ze zużycia energii elektrycznej i ciepła w m.st. Warszawa

Prognoza wielkości emisji CO₂ została opracowana w oparciu o analizę źródeł i nośników służących pokryciu zapotrzebowania (przedstawioną w rozdziale 6.10) oraz prognozowane wskaźniki

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 67/127

emisyjności paliw i energii elektrycznej (Tabela 6.24). W tabeli poniżej (Tabela 6.25) zestawiono emisję CO₂ wynikającą z całkowitego zapotrzebowania na energię elektryczną (z uwzględnieniem energii zużywanej do produkcji ciepła oraz w transporcie) oraz emisję wynikającą z zapotrzebowania na ciepło, które nie jest substytuowane energią elektryczną, do roku 2050 dla obydwu analizowanych modeli ogrzewania Warszawy i dla modelu referencyjnego.

Tabela 6.25 Prognoza emisji gazów cieplarnianych wynikająca ze zużycia energii elektrycznej i ciepła w m.st. Warszawa

Emisja	mln ton CO ₂						
	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Energia elektryczna – model 0	5,38	5,30	4,37	3,05	2,34	1,63	0,80
Ciepło nie sieciowe – model 0	1,00	1,05	0,96	0,86	0,78	0,73	0,68
Ciepło sieciowe – model 0	3,61	3,20	2,77	2,63	2,28	1,90	1,74
łącznie (dla modelu 0)	9,99	9,54	8,10	6,54	5,39	4,25	3,22
Energia elektryczna – model 3	5,38	4,88	3,04	1,30	0,50	0,11	0,03
Ciepło nie sieciowe – modele 3 i 3a	1,00	0,79	0,51	0,39	0,26	0,14	0,07
Ciepło sieciowe – modele 3 i 3a	3,61	2,39	1,32	0,99	0,48	0,22	0,20
łącznie (dla modelu 3)	9,99	8,07	4,88	2,68	1,23	0,47	0,30
Energia elektryczna – model 3a	5,38	4,89	3,06	1,32	0,52	0,13	0,04
Ciepło nie sieciowe – modele 3 i 3a	1,00	0,79	0,51	0,39	0,26	0,14	0,07
Ciepło sieciowe – modele 3 i 3a	3,61	2,39	1,32	0,99	0,48	0,22	0,20
łącznie (dla modelu 3a)	9,99	8,08	4,90	2,70	1,25	0,49	0,31

6.12 Ocena neutralności sektora energetycznego względem klimatu

łącną wielkość emisji CO₂ dla warszawskiego sektora energetycznego kolejnych okresach bilansowania określono na podstawie danych przedstawionych w rozdziale 6.10 (Tabela 6.26).

Tabela 6.26 Podsumowanie prognozy emisji z warszawskiego sektora energetycznego

Emisja CO ₂	mln ton CO ₂						
	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Emisja wynikająca ze zużycia energii elektrycznej i ciepła							
Model 0	9,99	9,54	8,10	6,54	5,39	4,25	3,22
Model 3	9,99	8,06	4,88	2,68	1,23	0,47	0,30
Model 3a	9,99	8,08	4,90	2,70	1,25	0,49	0,31

Prognozowane ograniczenie emisji CO₂ związanej z zaopatrzeniem m.st. Warszawy w energię elektryczną i ciepło zostało oszacowane z uwzględnieniem wielu czynników, tj. pasywizacja budownictwa, elektryfikacja ciepłownictwa, reelektryfikacja OZE, zmiany struktury paliwowej



**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

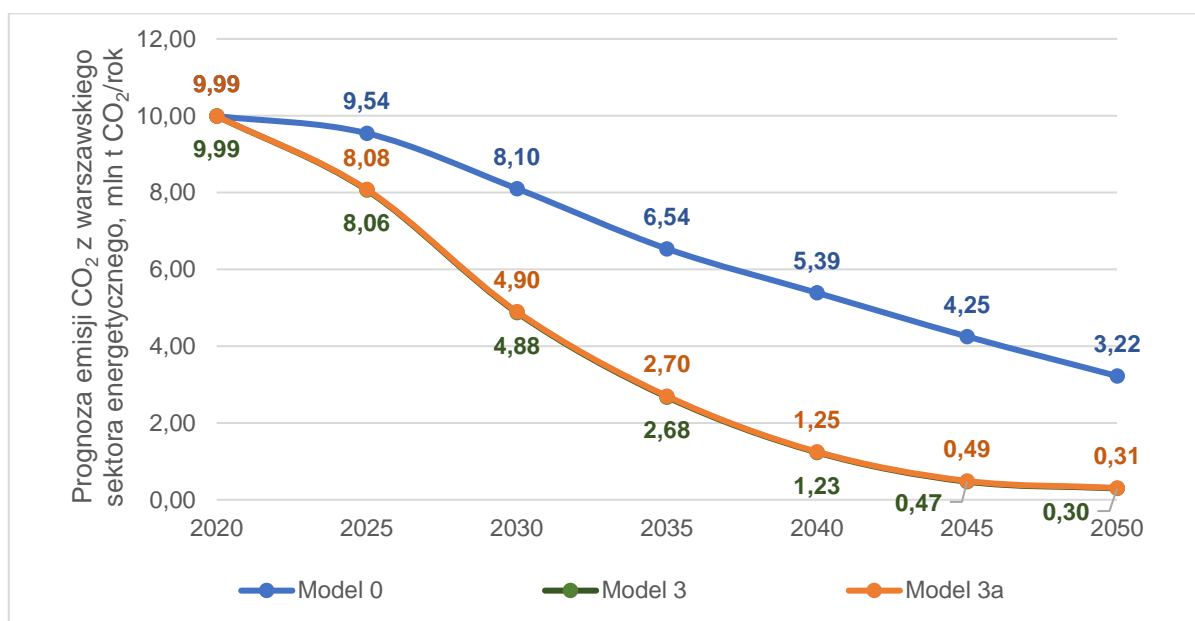
Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.

Nr ewidencyjny
190/TE/2022


Miasto Stołeczne Warszawa

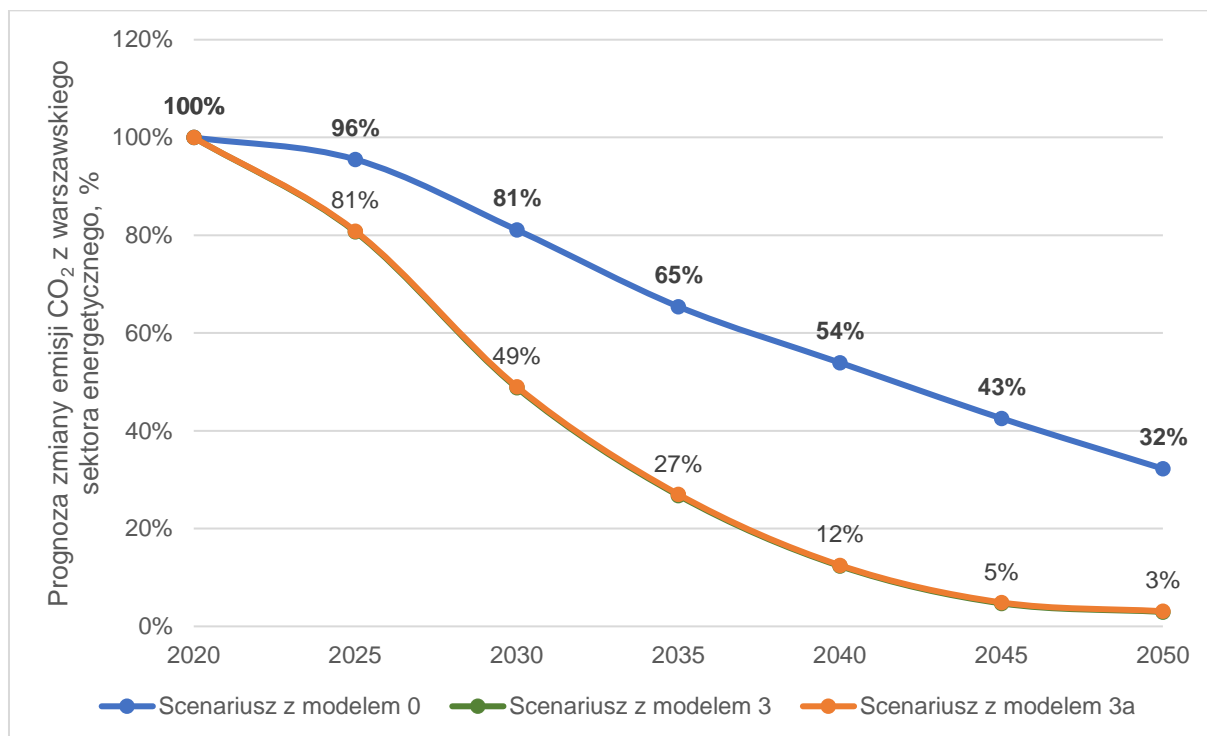
Strona/Stron
68/127

przedsiębiorstw WEK. W zakresie energii elektrycznej, pomimo wzrostu jej zużycia w perspektywie roku 2050 r., na redukcję emisji wpłynie wzrost udziału lokalnych źródeł OZE oraz zmniejszenie udziału w pokryciu zapotrzebowania energii elektrycznej z rynku WEK, przy jednoczesnym zmniejszaniu się wskaźników jego emisyjności. W przypadku ciepła na redukcję emisji wpływ będzie miało znaczne zmniejszenie zapotrzebowania w związku z pasywizacją budownictwa, wzrost substytucji zapotrzebowania na ciepło energią elektryczną przy jednoczesnym zmniejszaniu się wskaźników jej emisyjności. Na wykresach poniżej przedstawiono prognozę poziomu emisji CO₂ w poszczególnych scenariuszach (Rys. 6.29) oraz jej zmianę względem roku 2020 r. (Rys. 6.30; rok 2020 – 100%) dla poszczególnych modeli zaopatrzenia w energię elektryczną.



Rys. 6.29 Prognoza poziomu emisji CO₂ związanej z zaopatrzeniem w energię elektryczną i ciepło oraz transportem

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 69/127




Rys. 6.30 Prognoza zmiany poziomu emisji CO₂ związanej z zaopatrzeniem w energię elektryczną i ciepło względem roku 2020

Analizowane warianty elektryfikacji ciepłownictwa z punktu widzenia łącznej emisji miasta Warszawy są bardzo mocno zbliżone. Scenariusz przyspieszonej transformacji z wykorzystaniem kotłów indukcyjnych (model 3a) ze względu na zwiększone zużycie energii elektrycznej prezentuje minimalnie wyższe (gorsze) wartości emisji CO₂ (0,31 mln ton CO₂/rok) względem scenariusza z modelem 3 (0,30 mln ton CO₂/rok) w którym elektryfikacja ciepłownictwa wykorzystuje tylko i wyłącznie pompy ciepła. Obydwa z tych scenariuszy jednak na tle modelu 0 (BAU) prezentują się bardzo korzystnie. Ich zmaterializowanie pozwoliłoby obniżyć łączną emisję CO₂ aż o 97% względem emisji zanotowanej w roku 2020 r. Transformacja w modelu 0 (BAU) pozwala na obniżenie tego wskaźnika tylko o 68%. Należy jednak podkreślić, że powyższe wielkości nie ujmują emisji pochodzącej ze spalania paliw płynnych w sektorze transportu. Szczegółowe obliczenia w tym zakresie zostały przeprowadzone w ramach Etapu 1.

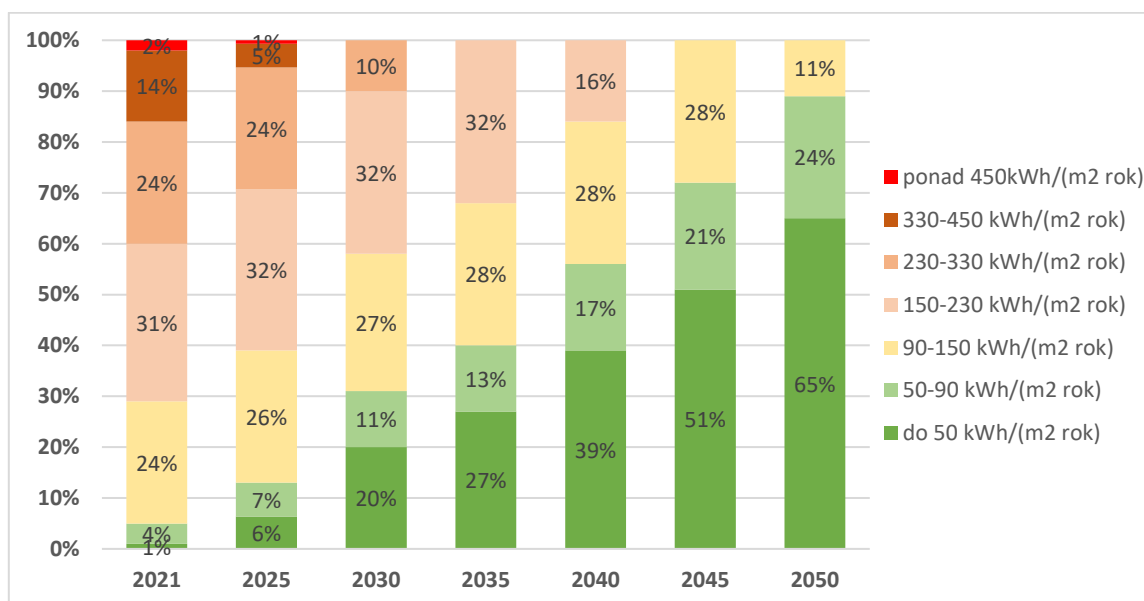
Biorąc pod uwagę poziom redukcji CO₂ oraz ograniczenia sieciowe wynikające z zapotrzebowania na moc elektryczną (patrz rozdział 6.10.2) należy stwierdzić że spośród analizowanych modeli ogrzewania bardziej korzystny jest model 3 oparty wyłącznie na pompach ciepła.

6.13 Harmonogram działań

Zaprezentowane modele transformacji energetycznej Warszawy w zakresie zapotrzebowania na ciepło opierają się na przyjętym scenariuszu termomodernizacji budynków oraz dwóch wariantach elektryfikacji ciepłownictwa. Aby efekt końcowy został osiągnięty obydwie ścieżki postępu działań muszą przebiegać w tempie założonym w analizie.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 70/127</p>

Oszacowana prognoza zużycia ciepła końcowego w modelach 3 oraz 3a opiera się na scenariuszu szybkiej i głębokiej transformacji nakreślonej w Długoterminowej Strategii renowacji budynków. Tempo oraz skala termomodernizacji z tego scenariusza przeniesiona w analizowanych modelach na warunki Warszawskie posłużyła do zaprognozowania potrzeb ciepłych do 2050 r. Na wykresie (Rys. 6.31) przedstawiono przyjęte w scenariuszu wymagane tempo zmian w energochłonności zasobów budynkowych następujących za sprawą pasytywizacji budynków.



Rys. 6.31 Rozkład budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej w poszczególnych okresach

Zgodnie z przyjętymi założeniami w pierwszej kolejności mają zostać zmodernizowane wszystkie budynki, charakteryzujące się najmniejszą efektywnością energetyczną (ze wskaźnikiem EP¹⁵ powyżej 330 kWh/m²/rok). Etap ten powinien zakończyć się w 2027 r. W kolejnym okresie tj. do roku 2035 modernizacją powinny zostać objęte wszystkie budynki ze wskaźnikiem wyższym od 230 kWh/m²/rok. Przyjęto, że do roku 2045 wszystkie budynki mają mieć wskaźnik nie wyższy niż 150 kWh. Wielkości pośrednie właściwe na lata 2025 oraz 2030 oszacowane zostały metodą interpolacji liniowej.

Elektryfikacja ciepłownictwa w obu analizowanych modelach zgodnie z przyjętymi założeniami docelowo ma zapewnić pokrycie tej samej ścieżki zapotrzebowania na ciepło, która jest identyczna w obu w obu modelach. Można zatem uznać, że w obu modelach tempo elektryfikacji jest identyczne w wymiarze względnym, natomiast różnica pomiędzy nimi widoczna będzie z punktu widzenia mocy elektrycznej zainstalowanych urządzeń, ponieważ rozwiązanie pompy ciepła współpracującej z kotłem indukcyjnym z zasady wymaga większej mocy elektrycznej niż zastosowanie tylko pompy ciepła. Na wykresie (Rys. 6.32) przywołano wymagane poziomy mocy zainstalowanej w obu modelach w poszczególnych okresach aż do 2050 r.

¹⁵ Wskaźnik EP – wskaźnik zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną (EP) uwzględniający potrzeby ogrzewania, wentylacji przygotowania ciepłej wody użytkowej, chłodzenia oraz oświetlenia



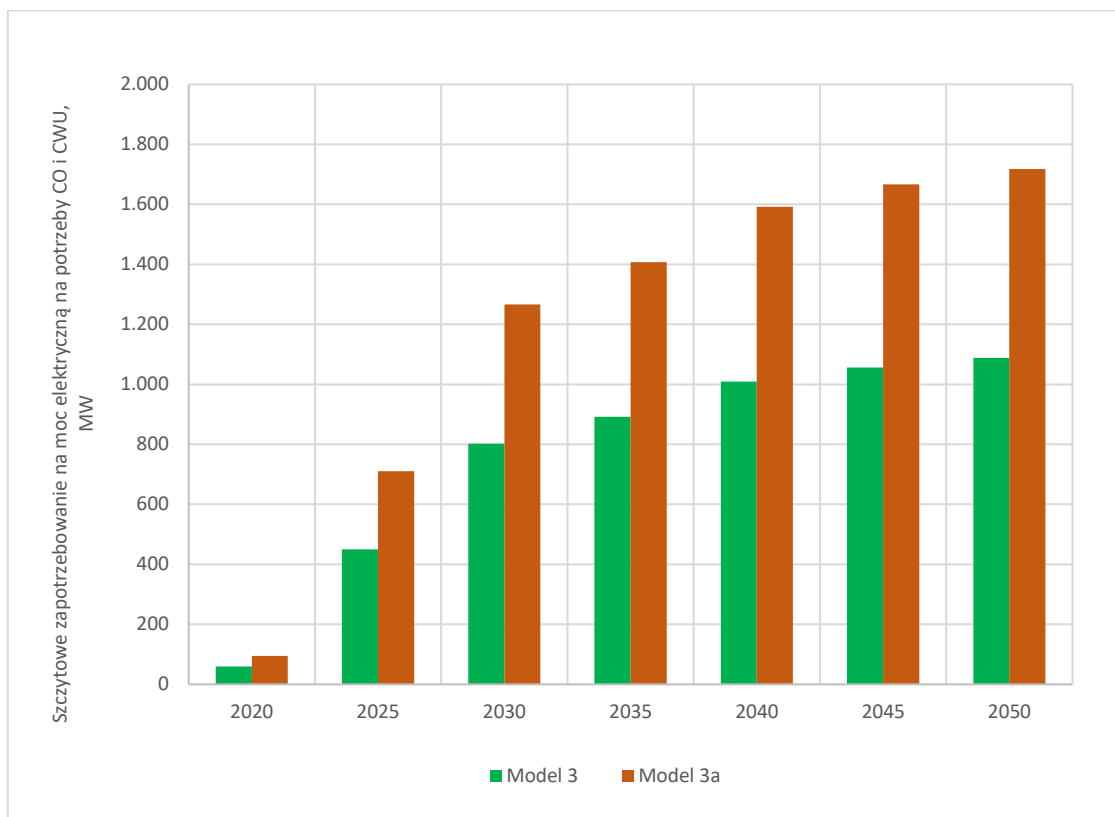
**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.

Nr ewidencyjny
190/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
71/127



Rys. 6.32 Moc zainstalowana elektryczna zelektryfikowanego ciepłownictwa w modelach 3 i 3a


W obu modelach względne tempo (%) przyrostu mocy elektrycznej przebiega identycznie tzn. najszybszy przyrost mocy zainstalowanej elektrycznej tych urządzeń następuje w dwóch pierwszych okresach 5 letnich tj. do 2025 r. oraz do 2030 r. W modelu 3 przyrost wynosi 75 MWe w ciągu roku natomiast w modelu 3a ok. 120 MWe rocznie.

Natomiast po 2030 r. tempo elektryfikacji w obu modelach wyraźnie spada do poziomu średnio 15 MWe/rok w modelu 3 oraz 22MWe/rok w przypadku modelu 3a.

6.14 Możliwości sfinansowania

Obecnie funkcjonujące formy wspierania termomodernizacji i pasywizacji budynków, z których można skorzystać na terenie Warszawy skategoryzować można w następujący sposób:

- 1) systemy wsparcia wytwarzania energii z OZE *sensu stricto* (w tym m.in. system aukcyjny przeznaczony dla instalacji na poziomie zawodowym/przemysłowym oraz system wsparcia prosumentów w oparciu o tzw. net-billing), stanowiące pomoc operacyjną,
- 2) pomoc inwestycyjna w formie dotacji lub pożyczek preferencyjnych (z opcją umorzenia) udzielanych ze środków krajowych (np. Program Priorytetowy Energia Plus, zarządzany przez

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p>Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 72/127</p>

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Warszawie; Program Czyste Powietrze – Stop Smog¹⁶; Program Czyste Powietrze Plus),

- 3) pomoc finansowa w postaci premii termomodernizacyjnej lub premii remontowej (polegająca na umorzeniu części zobowiązań kredytowych w przypadku przeznaczenia środków pochodzących z kredytu na termomodernizację nieruchomości objętych wsparciem)¹⁷,
- 4) od 2019 r. – ulga termomodernizacyjna, o której mowa w art. 26h ustawy z dnia 26 lipca 1991 r. o podatku dochodowym od osób fizycznych (umożliwiająca odliczenie od podstawy opodatkowania maksymalnie do 53 tys. zł wydatków poniesionych w roku podatkowym na materiały budowlane, urządzenia i usługi, związane z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, obejmującego zarówno docieplenie budynku, jak i m.in. wymianę/instalację nowych źródeł ciepła i energii elektrycznej).


Ponadto, dnia 30 czerwca 2022 r. ukończone zostały negocjacje tzw. Umowy Partnerstwa, stanowiącej istotny krok w kierunku uruchomienia perspektywy finansowej funduszy europejskich na lata 2021-2027. W ramach projektu Programu Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat, Środowisko 2021-2027 (FEnIKS) przyjęto Cel szczegółowy 2.2 Wspieranie energii odnawialnej z szacunkową alokacją w wysokości ok. 0,5 mld euro. Sumarycznie na sektor energetyczny w ramach FEnIKS przewiduje się dofinansowanie w wysokości ok. 4,7 mld euro.

Uzupełnieniem wsparcia na poziomie krajowym (w ramach FEnIKS) będą regionalne programy operacyjne, rozdzielone względem programu krajowego tzw. linią demarkacyjną. Dnia 8 marca 2022 r. Zarząd Województwa Mazowieckiego przyjął uchwałę w sprawie projektu Programu Fundusze Europejskie dla Mazowsza 2021-2027. Program ten stanowi obecnie przedmiot negocjacji z Komisją Europejską. W projekcie Programu ujęto m.in. cele szczegółowe związane z poprawą efektywności energetycznej budynków publicznych i mieszkalnych oraz budową i rozbudową instalacji/jednostek wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej ze źródeł odnawialnych wraz z infrastrukturą powiązaną.

Już obecnie dostępne jest wsparcie ze środków tzw. Funduszu Modernizacyjnego, zarządzanego na poziomie krajowym przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Fundusz ten stanowi źródło finansowania ustanowione na mocy art. 10d dyrektywy 2003/87/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 13 października 2003 r. ustanawiającej system handlu przydziałami emisji gazów cieplarnianych. Fundusz finansowany jest ze środków stanowiących równowartość 2% uprawnień do emisji gazów cieplarnianych zbytych na aukcjach w latach 2021-2030. Stanowi on m.in. źródło finansowania Programu Priorytetowego Moje Ciepło (z budżetem 600 mln zł). Program ten

¹⁶ 11 sierpnia 2022 r. doszło do zawarcia porozumienia pomiędzy m.st. Warszawą a NFOŚiGW w zakresie udziału i współfinansowania programu Stop Smog. Zgodnie z jego założeniami, program umożliwi wymianę węglowych źródeł ciepła oraz termomodernizację 200 domów jednorodzinnych na terenie miasta. W ramach inwestycji możliwe jest sfinansowanie ocieplenia przegród, wymiana stolarki okiennej i drzwiowej oraz montaż instalacji odnawialnych źródeł energii. Dodatkowo w 160 z 200 wytypowanych budynków wymienione zostaną węglowe źródła ciepła (kotły i piece 3 i 4 klasy energetycznej oraz bezklasowe). Całkowita wartość podpisanego porozumienia wynosi 10,6 mln zł. 69 proc. tej kwoty dofinansowuje NFOŚiGW, pozostałe 31 proc. to wkład własny Miasta. Wszystkie inwestycje mają zostać zrealizowane do końca 2024 r. (Źródło: <https://um.warszawa.pl/-/warszawa-w-programie-stop-smog>)

¹⁷ Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz o centralnej ewidencji emisyjności budynków.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 73/127

umożliwia pozyskanie dotacji na zakup powietrznych, wodnych lub gruntowych pomp ciepła w jednorodnym budownictwie mieszkalnym. Program realizowany będzie w latach 2022-2027.

Tabela 6.27 Program Priorytetowy Moje Ciepło – wysokość dofinansowania¹⁸


Rodzaj pompy ciepła	Typ	Dofinansowanie w formie dotacji		
		procentowy udział w kosztach kwalifikowanych	procentowy udział w kosztach kwalifikowanych dla osób fizycznych posiadające kartę dużej rodziny*	nie więcej niż [zł]
Gruntowe	x	do 30%	do 45%	21 000
Powietrzne	typu powietrze - powietrze w systemie centralnym	do 30%	do 45%	7 000
	typu powietrze - woda	do 30%	do 45%	7 000

Do pozostałych programów priorytetowych funkcjonujących w ramach Funduszu Modernizacyjnego należą:

- 1) Elektroenergetyka – inteligentna infrastruktura energetyczna (w zakresie wsparcia instalacji inteligentnych liczników energii elektrycznej),
- 2) Rozwój infrastruktury elektroenergetycznej na potrzeby rozwoju stacji ładowania pojazdów elektrycznych (w zakresie projektów dotyczących rozbudowy lub modernizacji elektroenergetycznej sieci dystrybucyjnej skutkującej zwiększeniem przepustowości infrastruktury elektroenergetycznej na potrzeby rozwoju infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych),
- 3) Renowacja z gwarancją oszczędności EPC (Energy Performance Contract) Plus (w zakresie poprawy efektywności energetycznej budynków mieszkalnych wielorodzinnych oraz budynków użyteczności publicznej realizowanych w oparciu o umowę o poprawę efektywności energetycznej),
- 4) Wykorzystanie paliw alternatywnych na cele energetyczne (w zakresie wsparcia projektów polegających na budowie instalacji termicznego przekształcania odpadów pochodzenia komunalnego oraz komunalnych osadów ściekowych),
- 5) Kogeneracja dla Energetyki i Przemysłu (w zakresie wsparcia wybranych przedsięwzięć w zakresie wytwarzania energii elektrycznej i ciepła w wysokosprawnej kogeneracji)¹⁹.

¹⁸ Źródło: <https://www.gov.pl/web/funduszmodernizacyjny/Programy-Priorytetowe> [dostęp:07.11.2022]

¹⁹ Planowane jest ponadto uruchomienie Programu Priorytetowego Kogeneracja dla Ciepłownictwa.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 74/127</p>

Obecnie trwają prace legislacyjne w zakresie utworzenia najzasobniejszego źródła dofinansowania inwestycji z zakresu energetyki, tj. Funduszu Transformacji Energetyki (FTE). W ramach Funduszu, dystrybuowane będą środki pozyskiwane przez budżet Państwa z tytułu sprzedaży uprawnień do emisji CO₂. Zgodnie z projektowanym art. 50r ust. 1-2 ustawy z dnia 12 czerwca 2015 r. o systemie handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych (projekt z dnia 21 marca 2022 r.):


„1. Środki zgromadzone na rachunku Funduszu Transformacji Energetyki są przeznaczane na dofinansowanie przedsięwzięć mających na celu modernizację, dywersyfikację lub zrównoważoną transformację sektora energetycznego, w obszarze:

- 1) energetyki jądrowej;
- 2) odnawialnych źródeł energii;
- 3) sieci przesyłowych i dystrybucyjnych;
- 4) wytwarzania ciepła, rozbudowy i modernizacji sieci ciepłowniczych oraz infrastruktury związanej z dostarczaniem ciepła systemowego oraz rozwoju systemów monitorowania i zarządzania systemami ciepłowniczymi;
- 5) jednostek termicznego przetwarzania odpadów, w tym na paliwo RDF, zasilających systemy ciepłownicze;
- 6) gazowych jednostek wytwórczych;
- 7) magazynów energii elektrycznej i ciepła;
- 8) rozwoju sieci służących do odbioru energii cieplnej odpadowej z zakładów przemysłowych i wykorzystania jej na cele ciepłownicze;
- 9) innowacyjnych technologii;
- 10) wytwarzania i wykorzystania wodoru;
- 11) poprawy efektywności energetycznej, w rozumieniu art. 2 pkt 12 ustawy z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej (Dz. U. z 2021 r. poz. 2166);
- 12) wychwytu, przetwarzania i składowania dwutlenku węgla;
- 13) wspierania sprawiedliwych przemian mających na celu ułatwienie pracownikom zmiany miejsca zatrudnienia, zdobywanie nowych i specjalistycznych umiejętności oraz wspierania edukacji w tym zakresie;
- 14) innych przedsięwzięć służących transformacji sektora energetycznego.

2. Ze środków zgromadzonych na rachunku Funduszu Transformacji Energetyki nie dofinansowuje się przedsięwzięć bezpośrednio związanych z wykorzystaniem stałych paliw kopalnych”.

Za wdrażanie FTE odpowiedzialny będzie Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

W zależności od spełnienia przez Rzeczpospolitą Polską tzw. kamieni milowych (ustalonych decyzją wykonawczą Rady Unii Europejskiej z dnia 17 czerwca 2022 r. w sprawie zatwierdzenia oceny planu odbudowy i zwiększania odporności Polski), możliwe będzie również ubieganie się o środki Krajowego Planu Odbudowy w zakresie komponentu dotyczącego tzw. zielonej transformacji.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 75/127

6.14.1 Obecne źródła finansowania - Programy NFOŚiGW

Ciepłe mieszkanie

Program Ciepłe mieszkanie stworzono dla właścicieli lokali mieszkalnych w budynkach wielorodzinnych w celu poprawy jakości powietrza oraz zmniejszenia emisji pyłów i gazów cieplarnianych. Został uruchomiony 21.07.2022 r. i przewiduje dwa nabory: do 31.12.2022 r. oraz do 31.12.2023 r. Termin zakończenia realizacji przedsięwzięcia ustalono na 31.12.2025 r., zatem wtedy również następuje koniec okresu kwalifikowalności kosztów poniesionych przez końcowych beneficjentów. Wniosek powinien zostać złożony przez gminę, która w dalszej kolejności ogłasza nabór na swoim terenie. Budżet programu wynosi 1 400 mln zł i obejmuje demontaż wszystkich nieefektywnych źródeł ciepła na paliwa stałe służących do ogrzewania lokalu mieszkalnego oraz:

- a) zakup i montaż źródła ciepła do celów ogrzewania lub ogrzewania i ciepłej wody użytkowej, tj. pompa ciepła powietrze/woda, pompa ciepła powietrze/powietrze, kocioł gazowy kondensacyjny, kocioł na pellet drzewny, ogrzewanie elektryczne lub
- b) podłączenie lokalu do efektywnego źródła ciepła w budynku.

Dodatkowo mogą być wykonane:

- c) demontaż oraz zakup i montaż nowej instalacji centralnego ogrzewania i/lub cwu w lokalu, instalacji gazowej od przyłącza gazowego/zbiornika na gaz do kotła,
- d) zakup i montaż okien w lokalu mieszkalnym lub drzwi oddzielających lokal od przestrzeni nieogrzewanej lub środowiska zewnętrznego (zawiera również demontaż),
- e) zakup i montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła w lokalu mieszkalnym,
- f) dokumentacja projektowa dotycząca powyższego zakresu.


Jeden lokal mieszkalny może otrzymać dofinansowanie: do 30% kosztów, ale nie więcej niż 15 000 zł, do 60%, ale nie więcej niż 25 000 zł, do 90%, ale nie więcej niż 37 500 zł, w zależności od dochodów beneficjenta lub osób w gospodarstwie. Dodatkowo, jeżeli lokal mieści się w budynku położonym w miejscowości znajdującej się na liście najbardziej zanieczyszczonych gmin, intensywność dofinansowania podwyższona jest o 5 pkt procentowych.

Stop smog

Celem programu Stop smog jest ograniczenie emisji zanieczyszczeń do powietrza oraz poprawa efektywności energetycznej budynków. Wnioskodawcami mogą być gminy, które położone są na obszarze, gdzie obowiązuje tzw. uchwała antysmogowa. Okres wdrażania programu ustalono na lata 2019-2028, a budżet wynosi do 698 mln zł. Wsparcie obejmuje takie przedsięwzięcia jak:

- a) wymiana lub likwidacja wysokoemisyjnych źródeł ciepła na niskoemisyjne,
- b) termomodernizacja,
- c) podłączenia do sieci ciepłowniczej lub gazowej,
- d) zapewnienie budynkom dostępu do energii z instalacji OZE.

Wysokość dofinansowania zależna jest od liczby mieszkańców: gminy do 100 tys. mieszkańców mogą otrzymać do 70%, a gminy powyżej 100 tys. mieszkańców poniżej 70%, pod warunkiem, że średni

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 76/127

koszt realizacji przedsięwzięcia nie przekroczy w jednym lokalu 53 000 zł. Nabór wniosków trwa do wyczerpania środków alokacji.

Czyste powietrze

Wsparcie w ramach programu Czyste powietrze, o budżecie 103 mld zł, mogą otrzymać osoby posiadające jednorodzinny budynek mieszkalny lub wydzielony w budynku jednorodzinny lokal mieszkalny. Okres wdrażania programu ustalono na lata 2018-2030, a umowy o dofinansowanie będą podpisywane do 31 grudnia 2027r. Głównym celem programu jest poprawa jakości powietrza oraz zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych, jednakże dofinansowanie podzielono na trzy poziomy:

Podstawowy poziom dofinansowania

Istnieją trzy opcje realizacji przedsięwzięcia:

- a) demontaż nieefektywnego źródła ciepła na paliwo stałe oraz zakup i montaż pompy ciepła typu powietrze-woda albo gruntowej pompy ciepła do celów ogrzewania lub ogrzewania i cwu,

Kwota maksymalnej dotacji: 25 000 zł gdy przedsięwzięcie nie obejmuje mikroinstalacji fotowoltaicznej lub 30 000 zł dla przedsięwzięcia z mikroinstalacją fotowoltaiczną.

- b) demontaż nieefektywnego źródła ciepła na paliwo stałe oraz zakup i montaż innego źródła ciepła do celów ogrzewania lub ogrzewania i cwu albo zakup i montaż kotłowni gazowej,

Kwota maksymalnej dotacji: 20 000 zł - gdy przedsięwzięcie nie obejmuje mikroinstalacji fotowoltaicznej lub 30 000 zł dla przedsięwzięcia z instalacją fotowoltaiczną.

- c) zakup i montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, zakup i montaż ocieplenia przegród budowlanych, okien, drzwi zewnętrznych, bram/drzwi garażowych (zawiera również demontaż), wykonanie dokumentacji: audyt energetyczny, dokumentacja projektowa, ekspertyzy.

Kwota maksymalnej dotacji: 10 000 zł.


Dodatkowo dla opcji a) i b) mogą być wykonane:

- demontaż oraz zakup i montaż nowej instalacji centralnego ogrzewania lub cwu (w tym kolektorów słonecznych),
- zakup i montaż mikroinstalacji fotowoltaicznej,
- zakup i montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła,
- zakup i montaż ocieplenia przegród budowlanych, okien, drzwi zewnętrznych, bram/drzwi garażowych (zawiera również demontaż),
- dokumentacja: audyt energetyczny, dokumentacja projektowa, ekspertyzy.

Podwyższony poziom dofinansowania

Istnieją dwie opcje realizacji przedsięwzięcia:

- a) demontaż nieefektywnego źródła ciepła na paliwo stałe oraz zakup i montaż źródła ciepła do celów ogrzewania lub ogrzewania i cwu albo zakup i montaż kotłowni gazowej,

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 77/127</p>

demontaż oraz zakup i montaż nowej instalacji centralnego ogrzewania lub cwu, zakup i montaż mikroinstalacji fotowoltaicznej; dodatkowo mogą być wykonane przedsięwzięcia z opcji c),

Kwota maksymalnej dotacji: 32 000 zł – gdy przedsięwzięcie nie obejmuje mikroinstalacji fotowoltaicznej lub 37 000 zł dla przedsięwzięcia z mikroinstalacją fotowoltaiczną.

Kwota maksymalnej dotacji z prefinansowaniem: 42 000 zł gdy przedsięwzięcie nie obejmuje mikroinstalacji fotowoltaicznej lub 47 000 zł dla przedsięwzięcia z mikroinstalacją fotowoltaiczną.

- b) zakup i montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, zakup i montaż ocieplenia przegród budowlanych, okien, drzwi zewnętrznych, bram/drzwi garażowych (zawiera również demontaż), dokumentacja: audyt energetyczny, dokumentacja projektowa, ekspertyzy.

Kwota maksymalnej dotacji: 15 000 zł lub 25 000 zł dla dotacji z prefinansowaniem

Najwyższy poziom dofinansowania

- a) demontaż nieefektywnego źródła ciepła na paliwo stałe oraz zakup i montaż źródła ciepła do celów ogrzewania lub ogrzewania i cwu albo zakup i montaż kotłowni gazowej, demontaż oraz zakup i montaż nowej instalacji centralnego ogrzewania lub cwu, zakup i montaż mikroinstalacji fotowoltaicznej; dodatkowo mogą być wykonane przedsięwzięcia z opcji c),


Kwota maksymalnej dotacji: 60 000 zł gdy przedsięwzięcie nie obejmuje mikroinstalacji fotowoltaicznej lub 69 000 zł – dla przedsięwzięcia z mikroinstalacją fotowoltaiczną.

Kwota maksymalnej dotacji z prefinansowaniem: 70 000 zł gdy przedsięwzięcie nie obejmuje mikroinstalacji fotowoltaicznej lub 79 000 zł dla przedsięwzięcia z mikroinstalacją fotowoltaiczną.

- b) zakup i montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, zakup i montaż ocieplenia przegród budowlanych, okien, drzwi zewnętrznych, bram/drzwi garażowych (zawiera również demontaż), dokumentacja: audyt energetyczny, dokumentacja projektowa, ekspertyzy.

Kwota maksymalnej dotacji: 30 000 zł lub 40 000 zł dla dotacji z prefinansowaniem.

W przypadku podstawowego poziomu dofinansowania dochód roczny beneficjenta nie może przekroczyć kwoty 100 tys. zł. Dla podwyższonego poziomu dofinansowania ustalono maksymalny dochód na jednego członka rodziny, tj. 1564 zł w gospodarstwie wieloosobowym lub 2189 zł w gospodarstwie jednoosobowym. Beneficjentem najwyższego poziomu dofinansowania może zostać osoba, której przeciętny dochód na jednego członka nie przekracza 900 zł w gospodarstwie wieloosobowym lub 1260 zł w gospodarstwie jednoosobowym lub osoba posiadająca prawo do otrzymywania zasiłku stałego, okresowego, rodzinnego lub opiekuńczego.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 78/127

Moje ciepło

Celem programu jest wsparcie rozwoju ogrzewnictwa indywidualnego i rozwoju energetyki prosumenckiej w obszarach powietrznych, wodnych i gruntowych pomp ciepła w nowych budynkach mieszkalnych jednorodzinnych. Beneficjentami mogą zostać właściciele lub współwłaściciele jednorodzinnego budynku mieszkalnego. Wnioski można składać od 29 kwietnia 2022 r. do 31.12.2026 r. lub do wyczerpania dedykowanej puli środków z budżetu wynoszącego 600 mln zł. Wysokość dofinansowania zależy od rodzaju przedsięwzięcia:

- a) gruntowa pompa ciepła:
 - dofinansowanie do 30%, nie więcej niż 21 000 zł,
 - dofinansowanie do 45%, nie więcej niż 21 000 zł (dla osób posiadających kartę dużej rodziny),
- b) powietrzna pompa ciepła:
 - dofinansowanie do 30%, nie więcej niż 7 000 zł,
 - dofinansowanie do 45%, nie więcej niż 7 000 zł (dla osób posiadających kartę dużej rodziny).


Mój prąd

Program Mój prąd finansowany z Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko powstał na lata 2021-2023 w celu zwiększenia produkcji energii elektrycznej z mikroinstalacji fotowoltaicznych, wzrostu autokonsumpcji wytworzonej energii poprzez jej magazynowanie oraz w celu zwiększenia efektywności zarządzania energią. Kwota na bezzwrotne formy dofinansowania wynosi 855 mln zł i mogą je otrzymać:

- a) osoby rozliczające się w systemie net-billing oraz net-metering, którzy nie skorzystali z dofinansowania do mikroinstalacji fotowoltaicznej, pod warunkiem przejścia na system rozliczenia net-billing; wysokość dofinansowania wynosi do 50% kosztów:
 - dla mikroinstalacji fotowoltaicznej bez zakupu i montażu dodatkowych elementów maksymalnie 4 tys. zł,
 - dla mikroinstalacji fotowoltaicznej, do której zakupiony i zamontowany zostanie co najmniej jeden dodatkowy element maksymalnie 5 tys. zł,
 - dla dodatkowych elementów zwiększających autokonsumpcję energii elektrycznej w zakresie: magazynowania ciepła (maksymalnie 5 tys. zł), magazynowania energii (maksymalnie 7,5 tys. zł), systemu zarządzania energią HEMS/EMS (maksymalnie 3 tys. zł).

Dla wnioskodawców łączna maksymalna wysokość dofinansowania wynosi nie więcej niż 20,5 tys. zł na jedno przedsięwzięcie.

- b) osoby rozliczające się w systemie net-metering, którzy skorzystali z dofinansowania do mikroinstalacji fotowoltaicznej, pod warunkiem przejścia na system net-billing; wysokość dofinansowania wynosi do 50% kosztów:
 - dla mikroinstalacji fotowoltaicznej, dla której zakupiony i zamontowany zostanie co najmniej jeden dodatkowy element maksymalnie 2 tys. zł,

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 79/127

- dla dodatkowych elementów zwiększających autokonsumpcję energii elektrycznej: magazynowanie ciepła (maksymalnie 5 tys. zł), magazynowanie energii (maksymalnie 7,5 tys. zł), system zarządzania energią HEMS/EMS (maksymalnie 3 tys. zł).

Dla wnioskodawców łączna maksymalna wysokość dofinansowania wynosi nie więcej niż 17,5 tys. zł na jedno przedsięwzięcie.

Agroenergia

Program ma na celu zwiększenie produkcji energii ze źródeł odnawialnych w sektorze rolniczym, a budżet na wszystkie przedsięwzięcia wynosi 200 mln zł (w tym 153 400 tys. zł na bezzwrotne formy dofinansowania oraz 46 600 tys. zł na zwrotne formy dofinansowania). W latach 20219-2027 wnioski może składać:

- a) Osoba fizyczna będąca właścicielem lub dzierżawcą nieruchomości rolnych (łączna powierzchnia użytków rolnych zawiera się w przedziale od 1 do 300 ha) prowadząca osobiście gospodarstwo przez co najmniej rok przed złożeniem wniosku,
- b) Osoba prawna będąca właścicielem lub dzierżawcą nieruchomości rolnych (łączna powierzchnia użytków rolnych zawiera się w przedziale od 1 do 300 ha) prowadząca działalność rolniczą lub działalność w zakresie usług rolniczych.

Program Agroenergia został podzielony na dwie części:

I część

Dofinansowanie w formie dotacji można otrzymać na instalacje fotowoltaiczne, wiatrowe oraz pompy ciepła:

1. O mocy powyżej 10 kW i nie większej niż 30 kW – do 20% kosztów, maksymalnie 15 tys. zł,
2. O mocy powyżej 30 kW i nie większej niż 50 kW – do 13% kosztów, maksymalnie 25 tys. zł.

Dodatkowo przewidziano również dofinansowanie dla:


- a) Budowy instalacji hybrydowej (fotowoltaika z pompą ciepła lub elektrownia wiatrowa z pompą ciepła) – dodatek w wysokości 10 tys. zł,
- b) Towarzyszących magazynów energii – do 20% kosztów, pod warunkiem, że koszt nie wyniesie więcej niż 50% kosztów źródła wytwarzania energii.

II część

Dofinansowanie w formie dotacji można otrzymać na biogazownie rolnicze wraz z towarzyszącą instalacją wytwarzania biogazu rolniczego oraz elektrownie wodne:

- a) O mocy powyżej 0 kW i nie większej niż 150 kW – do 50% kosztów, maksymalnie 1 800 tys. zł,
- b) O mocy powyżej 150 kW i nie większej niż 300 kW – do 50% kosztów, maksymalnie 2 200 tys. zł,
- c) O mocy powyżej 300 kW i nie większej niż 500 kW – do 50% kosztów, maksymalnie 2 500 tys. zł.

Dodatkowo przewidziano dotację do 20% kosztów dla towarzyszących magazynów energii oraz dofinansowanie w formie pożyczki do 100% kosztów.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 80/127</p>

Renowacja z gwarancją oszczędności EPC (Energy Performance Contract) Plus


Program skierowany został do spółdzielni/wspólnot mieszkaniowych oraz jednostek samorządu terytorialnego. Budżet na lata 2021-2026 wynosi 110 mln zł i obejmuje dofinansowanie w formie dotacji w wysokości:

- a) 10% kosztów na usprawnienie tylko instalacyjne lub połączone z przeprowadzeniem minimalnego zakresu prac termomodernizacyjnych,
- b) 20% kosztów na optymalny zakres modernizacji energetycznej – prace z dominującym udziałem prac termomodernizacyjnych,
- c) 30% kosztów na wysoki standard modernizacji energetycznej – prace z dominującym udziałem prac termomodernizacyjnych.

Zadania z zakresu ochrony powietrza

W ramach programu od 2022 r. można uzyskać dofinansowanie w formie pożyczki do 100% kosztów na przedsięwzięcia w zakresie m.in.:

- a) Termomodernizacji budynku,
- b) Zastosowania wentylacji z odzyskiem ciepła,
- c) Modernizacji źródła ciepła,
- d) Likwidacji istniejącego źródła z jednoczesnym podłączeniem obiektu do sieci ciepłowniczej,
- e) Wymiany starego taboru na tabor zeroemisyjny w transporcie publicznym,
- f) Zakupu i montażu punktów ładowania,
- g) Zakupu i montażu instalacji odnawialnych źródeł energii,
- h) Budowy elektrowni wiatrowych, wodnych, biogazowni,
- i) Wytwarzania energii elektrycznej lub ciepła z wykorzystaniem biogazu.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 81/127</p>

7 Część 2 - Analiza lokalnych możliwości wytwarzania energii OZE przez potencjalnych prosumentów zbiorowych oraz spółdzielnie energetyczne

Polskie prawodawstwo przewiduje kilka modeli wspierających funkcjonowanie prosumentów. Poniżej została przedstawiona analiza aktualnych przepisów prawa w zakresie funkcjonowania spółdzielni energetycznych, prosumentów zbiorowych, prosumentów wirtualnych i linii bezpośrednich na terenie kraju oraz możliwości wykorzystania tych rozwiązań w Warszawie. Działalność spółdzielni energetycznych oraz prosumentów zbiorowych i wirtualnych w Polsce reguluje ustawa o odnawialnych źródłach energii²⁰, zwana dalej: ustawa o OZE. Natomiast zagadnienia dotyczące linii bezpośredniej znajdują się w ustawie Prawo Energetyczne²¹.

7.1 Spółdzielnie energetyczne

Spółdzielnia energetyczna to model, w którym kilka podmiotów, np.: jednostki samorządu terytorialnego, przedsiębiorcy, gospodarstwa domowe, wspólnie inwestuje w instalacje odnawialnych źródeł energii, wspólnie nimi zarządza i korzysta z wytworzonej energii.

Spółdzielnie energetyczne mają wiele zalet. Umożliwiają rozłożenie kosztów inwestycyjnych na większą liczbę podmiotów, pozwalają na znaczące obniżenie kosztów zakupu energii dla jej członków, zapewniają wyższe przychody dla wytwórców z OZE oraz wpływają na wzrost bezpośredniego wykorzystania zielonej energii w wymiarze lokalnym.


Zgodnie z definicją zawartą w ustawie o OZE przedmiotem działalności spółdzielni energetycznej jest wytwarzanie energii elektrycznej lub biogazu, lub ciepła, w instalacjach odnawialnego źródła energii i równoważenie zapotrzebowania energii elektrycznej lub biogazu, lub ciepła, wyłącznie na potrzeby własne spółdzielni energetycznej i jej członków, przyłączonych do zdefiniowanej obszarowo sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV lub sieci dystrybucyjnej gazowej, lub sieci ciepłowniczej.

Członkami spółdzielni mogą być zarówno osoby fizyczne, jak i osoby prawne. Spółdzielnię energetyczną mogą tworzyć zarówno odbiorcy, jak i producenci energii ze źródeł odnawialnych. Mogą to być gospodarstwa domowe, przedsiębiorstwa, jednostki samorządu lokalnego oraz inni odbiorcy i wytwórcy energii.

Proces rejestracji spółdzielni energetycznej obejmuje dwa etapy. Pierwszy to rejestracja w KRS w celu uzyskania osobowości prawnej (liczba założycieli spółdzielni nie może być mniejsza od dziesięciu, jeżeli założycielami są osoby fizyczne i nie może być mniejsza od trzech, jeżeli założycielami są osoby prawne). Drugim etapem jest wpis do wykazu spółdzielni energetycznych prowadzonego przez Dyrektora Generalnego Krajowego Ośrodka Wsparcia Rolnictwa, co pozwoli uzyskać status spółdzielni energetycznej w rozumieniu ustawy o OZE.

²⁰ Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (t.j. Dz. U. z 2022 r. poz. 1378 z późn. zm.).

²¹ Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. - Prawo energetyczne (t.j. Dz. U. z 2022 r. poz. 1385 z późn. zm.).

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 82/127</p>

Wymogi prawne, jakie musi spełniać spółdzielnia energetyczna, zgodnie z art. 38e ust.1 ustawy o OZE, aby mogła zostać zarejestrowana:


- działalność prowadzona jest na obszarze jednego operatora systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego lub sieci dystrybucyjnej gazowej lub ciepłowniczej, zaopatrujących w energię elektryczną, biogaz lub ciepło wytwórców i odbiorców będących członkami tej spółdzielni, których instalacje są przyłączone do sieci danego operatora lub do danej sieci ciepłowniczej;
- działalność prowadzona jest na obszarze gminy wiejskiej lub miejsko-wiejskiej (w rozumieniu przepisów o statystyce publicznej), lub na obszarze nie więcej niż 3 tego rodzaju gmin bezpośrednio ze sobą sąsiadujących;
- liczba członków jest mniejsza niż 1000;
- maksymalne moce zainstalowane instalacji to:
 - w przypadku produkcji energii elektrycznej – łączna moc elektryczna nie powinna przekraczać 10 MW_e oraz powinna pokrywać nie mniej niż 70% potrzeb własnych spółdzielni i jej członków,
 - w przypadku produkcji ciepła – łączna moc cieplna nie powinna przekraczać 30 MW_t,
 - w przypadku produkcji biogazu – wydajność biogazowni powinna być niższa niż 40 mln m³ w skali roku.

Zapisy zawarte w art. 38c ustawy o OZE regulują kwestie rozliczenia spółdzielni energetycznej ze sprzedawcą energii. Zgodnie z nimi spółdzielnia dokonuje rozliczenia ze sprzedawcą w stosunku ilościowym 1 do 0,6. Należy więc zauważyć, że rozliczenia dokonywane są w odniesieniu do ilości energii energetycznej (suma), czyli jak w systemie opustów, a nie w odniesieniu do wartości (ceny), jak ma to miejsce w systemie kosztowym (net-billing). Rozliczeniu podlega energia elektryczna wprowadzona do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej nie wcześniej niż na 12 miesięcy przed datą wprowadzenia tej energii do sieci. Jako datę wprowadzenia energii elektrycznej do sieci przyjmuje się ostatni dzień danego miesiąca kalendarzowego, w którym ta energia została wprowadzona do sieci, z zastrzeżeniem, że niewykorzystana energia elektryczna w danym okresie rozliczeniowym przechodzi na kolejne okresy rozliczeniowe, jednak nie dłużej niż na kolejne 12 miesięcy od daty wprowadzenia tej energii do sieci.

Sprzedawca energii elektrycznej dokonuje rozliczenia energii (wprowadzonej do sieci dystrybucyjnej przez spółdzielnię oraz pobranej przez spółdzielnię w celu jej zużycia na potrzeby własne) na podstawie danych pomiarowych pobranych przez OSD od wszystkich wytwórców i odbiorców energii elektrycznej zrzeszonych w spółdzielni elektrycznej. Dla sprzedawcy energii spółdzielnia energetyczna w zakresie rozliczeń jest jednym zbiorowym odbiorcą końcowym

Sposób rozliczeń szczegółowo reguluje Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 23 marca 2022 r. w sprawie dokonywania rejestracji, bilansowania i udostępniania danych pomiarowych oraz rozliczeń spółdzielni energetycznych (Dz.U. z 2022, poz. 703).

Należy zaznaczyć, iż wytwarzanie energii elektrycznej w mikroinstalacjach przez podmiot będący członkiem spółdzielni energetycznej i niebędący przedsiębiorcą w rozumieniu ustawy – Prawo przedsiębiorców, a następnie wprowadzanie tej energii do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej,

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 83/127</p>

która podlega rozliczeniu, nie stanowi działalności gospodarczej w rozumieniu ustawy – Prawo przedsiębiorców. (art. 38c ust. 10 ustawy o OZE)

Z założenia spółdzielni energetycznej płynie szereg korzyści dla jej członków:

1. Spółdzielnia energetyczna nie uiszcza na rzecz sprzedawcy opłaty z tytułu rozliczeń ilości energii elektrycznej wprowadzonej do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej wobec ilości energii elektrycznej pobranej z tej sieci w celu jej zużycia na potrzeby własne przez spółdzielnię energetyczną i jej członków. Spółdzielnia energetyczna nie uiszcza również opłaty dystrybucyjnej której wysokość zależy od ilości pobranej energii elektrycznej przez wszystkich wytwórców i odbiorców spółdzielni energetycznej (art. 38c ust. 7 ustawy o OZE), nie ponosi również kosztów bilansowania handlowego.
2. W odniesieniu do ilości energii wytworzonej we wszystkich instalacjach OZE w ramach spółdzielni energetycznej, a następnie zużytej przez wszystkich odbiorców w spółdzielni, nie są pobierane opłaty: OZE, mocowa i kogeneracyjna. (art. 38c ust. 13 pkt 1 ustawy o OZE)
3. Wytworzona przez spółdzielnię energetyczną energia podlega zwolnieniu z podatku akcyzowego, pod warunkiem że łączna moc zainstalowana elektryczna wszystkich instalacji odnawialnego źródła energii spółdzielni energetycznej nie przekracza 1 MW. (art. 38c ust. 13 pkt 3 ustawy o OZE).

Spółdzielnie energetyczne zostały przewidziane przez ustawodawcę jako jedno z podstawowych mechanizmów wspierających produkcję energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii w Polsce, co daje nadzieję na rozwój tego mechanizmu w Polsce. Tezę tą zdaje się potwierdzać umiejscowienie przepisów o spółdzielniach energetycznych w początkowej części rozdziału 4 Ustawy o OZE.


Pojawiają się postulaty dotyczące rozszerzenia i ułatwienia działalności spółdzielni energetycznych, czego przykładem może być złożony przez Senat w lipcu 2021 r. projekt nowelizacji ustawy o odnawialnych źródłach energii (OZE), zakładający rozszerzenie zakresu działania spółdzielni energetycznych.

Zmiany zaproponowane w projekcie:

- tworzenie spółdzielni energetycznych także na terenie gmin miejskich;
- rozszerzenie zakresu ich działalności – energia odnawialna, uzyskiwana w należących do spółdzielni instalacjach OZE, mogłaby być wykorzystywana nie tylko na potrzeby członków spółdzielni lub oddawana do sieci, ale też magazynowana lub odsprzedawana innym podmiotom, pod warunkiem, że obrót energią nie będzie stanowił głównej działalności gospodarczej spółdzielni;
- zniesienie limitu 1 tys. członków spółdzielni;
- zniesienie wymogu, aby łączna moc zainstalowana wszystkich instalacji OZE spółdzielni umożliwiała pokrycie w ciągu roku nie mniej niż 70% potrzeb spółdzielni i jej członków.

Zmiany te nie zostały jednak uwzględnione w nowelizacjach ustawy o OZE.

W świetle obowiązujących przepisów prawa nie ma możliwości, aby na terenie Warszawy funkcjonowała spółdzielnia energetyczna. Nawet jeżeli podmioty działające poza granicami

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 84/127</p>

Warszawy (gminy sąsiadujące) byłyby zainteresowane stworzeniem spółdzielni wraz z podmiotem funkcjonującym w granicach m.st. Warszawy, to z prawnego punktu widzenia jest to niemożliwe.

Po zmianach prawnych znoszących zakaz funkcjonowania spółdzielni na terenie gmin miejskich podmioty działające w Warszawie mogłyby tworzyć spółdzielnie wyłącznie na terenie miasta bądź wspólnie z podmiotami z gmin sąsiadujących, przy uwzględnieniu zapisów o wspólnym operatorze systemu dystrybucyjnego, a więc warszawskie podmioty obsługiwane przez Stoen Operator mogłyby współpracować z gminami: Izabelin, Jabłonna, Józefów, Konstancin Jeziorna, Legionowo, Lesznowola, Łomianki, Marki, Michałowice, Nieporęt, Ożarów Mazowiecki, Piaseczno, Piastów, Raszyn, Stare Babice, Sulejówek, Wiązowna, Ząbki, Zielonka.

7.2 Prosument zbiorowy


Zgodnie z ustawową definicją prosument zbiorowy energii odnawialnej to odbiorca końcowy wytwarzający energię elektryczną wyłącznie z odnawialnych źródeł energii na własne potrzeby w mikroinstalacji lub małej instalacji przyłączonej do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej za pośrednictwem wewnętrznej instalacji elektrycznej budynku wielolokalowego, w której znajduje się punkt poboru energii elektrycznej tego odbiorcy, pod warunkiem że w przypadku odbiorcy końcowego niebędącego odbiorcą energii elektrycznej w gospodarstwie domowym wytwarzanie to nie stanowi przedmiotu przeważającej działalności gospodarczej (art. 1 ust. 27c ustawy o OZE).

Największą zaletą tego rozwiązania jest to, że pozwala ono spółdzielniom i wspólnotom mieszkaniowym wykorzystywać prąd pochodzący z własnej instalacji OZE nie tylko do zasilania elementów wspólnych budynku (klatka schodowa, windy, wentylacja), ale także dzielić się nadwyżką z mieszkańcami, co pozwala na zmniejszanie indywidualnych rachunków za energię elektryczną mieszkańców danego budynku wielorodzinnego. Prosumenci energii odnawialnej zlokalizowani w tym samym budynku wielorodzinnym mają prawo podejmować wspólnie działania w zakresie produkcji energii na własne potrzeby oraz magazynowania i sprzedaży jej nadwyżki. Dokonują również ustaleń w zakresie dzielenia się między sobą energią odnawialną produkowaną w ich budynku oraz wybierają, umocowanego ustawowo, reprezentanta prosumentów – osobę, która działa w ich imieniu, w szczególności w relacjach z operatorem systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego, zarządcą budynku wielolokalowego lub organami administracji architektoniczno-budowlanej.

Co ważne, instalacja OZE wykorzystywana przez prosumenta zbiorowego nie stanowi części składowej budynku wielolokalowego. Oznacza to, że instalacje OZE nie stają się własnością właściciela nieruchomości, na której posadowiony jest budynek wielolokalowy (art. 4a ust. 2 ustawy o OZE).

Prosument zbiorowy energii odnawialnej może przypisać do jednego punktu poboru energii, w którym pobiera energię elektryczną, moc zainstalowaną elektryczną instalacji odnawialnych źródeł energii, która nie przekracza mocy umownej ustalonej dla tego punktu poboru energii, jednak nie większą niż 50 kW (art. 4 ust. 1c ustawy o OZE).

Rozliczenia prosumenta zbiorowego energii odnawialnej dokonuje się na podstawie wskazań układu pomiarowo-rozliczeniowego dokonującego pomiaru ilości energii elektrycznej, uwzględniając

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 85/127</p>

wytworzoną w instalacji OZE energię (ilość energii elektrycznej wytworzonej ustala się odpowiednio do udziału prosumenta zbiorowego energii odnawialnej w wytwarzaniu energii odnawialnej w tej instalacji) oraz pobraną przez prosumenta zbiorowego energię odnawialną. Rozliczenia pomiędzy sprzedawcą a prosumentem zbiorowym energii odnawialnej są prowadzone na podstawie ilości energii sumarycznie zbilansowanej w każdej godzinie (art. 4 ust. 2 pkt 2 ustawy o OZE).

Operator systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego udostępnia sprzedawcy dane obejmujące godzinowe ilości energii elektrycznej wprowadzonej i pobranej z sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej przez prosumenta zbiorowego energii odnawialnej przed sumarycznym bilansowaniem i po sumarycznym bilansowaniu ilości energii elektrycznej wprowadzonej do i pobranej z sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej, zarejestrowanej uprzednio przez liczniki zdalnego odczytu. (art. 4 ust. 2a ustawy o OZE).

Jeżeli prosument zbiorowy energii odnawialnej pobierze odpowiednio z instalacji albo z sieci w miejscu, w którym dokonywany jest pomiar energii elektrycznej pobieranej, większą ilość energii elektrycznej niż przysługująca mu ilość energii elektrycznej wytworzonej w instalacji odnawialnego źródła energii, to uznaje się, że brakującą ilość energii elektrycznej ponad wytworzoną dla niego w instalacji odnawialnego źródła energii pobierana jest z sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej. Jeżeli zaś prosument zbiorowy energii odnawialnej pobierze odpowiednio z instalacji albo z sieci w miejscu, w którym dokonywany jest pomiar energii pobieranej, mniejszą ilość energii elektrycznej niż przysługująca mu ilość energii elektrycznej wytworzonej w instalacji odnawialnego źródła energii, to uznaje się, że nadwyżkę energii elektrycznej ponad jego pobór wprowadza on do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej (art. 4 ust. 2c ustawy o OZE).


Prosumenci zbiorowi rozliczają się w systemie kosztowym (net-billing). Polega on na tym, że nadwyżki energii z instalacji fotowoltaicznej należy odsprzedać operatorowi. Jej wartość będzie wyceniona po średniej cenie z rynku hurtowego z poprzedniego miesiąca (cena obowiązująca na Towarowej Giełdzie Energii), a od 1 lipca 2024 r. wg godzinowej ceny giełdowej.

Prosument zbiorowy nie otrzymuje jednak zapłaty za oddaną energię od razu, lecz jego należność będzie odkładana na specjalnym koncie rozliczeniowym – depozyt prosumencki. Kwota za oddaną do sieci energię będzie pomniejszona o koszt energii, którą sprzedawca sprzedaje prosumentowi po cenie rynkowej w sytuacji, gdy prosument będzie musiał pobrać energię z sieci (np. w nocy lub w okresie zimowym). Zapłata za pobraną energię zostanie pokryta ze środków zgromadzonych na koncie rozliczeniowym, a jeśli zgromadzone środki będą niewystarczające, prosument będzie musiał dopłacić różnicę. Takie rozliczenie będzie odbywać się co 12 miesięcy.

Jeżeli na koncie prosumenta po zapłacie za pobraną energię pozostanie nadwyżka, sprzedawca zwróci prosumentowi nadpłatę, ale tylko do 20% wartości energii wprowadzonej do sieci w danym miesiącu kalendarzowym, którego dotyczy zwrot. Takie rozwiązanie ma ograniczać prosumentów przed przewymiarowaniem instalacji – moc instalacji powinna być dopasowana do rzeczywistego zapotrzebowania na energię elektryczną (art. 4 ust. 11 pkt 2 ustawy o OZE).

Z posiadania statusu prosumenta zbiorowego płyną również inne korzyści:

1. Od energii elektrycznej rozliczonej prosument zbiorowy energii odnawialnej nie uiszcza opłat z tytułu jej rozliczenia na rzecz sprzedawcy (art. 4 ust. 4 pkt 1 ustawy o OZE);

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 86/127</p>

2. Przychody, które prosument osiągnął dzięki nadwyżkom energii, nie podlegają opodatkowaniu (art. 4 ust. 12 ustawy o OZE).;

3. Prosument zbiorowy jest zwolniony z akcyzy i podatku VAT za wytworzoną energię.

Prosument zbiorowy ponosi jednak opłaty dystrybucyjne za energię pobraną z sieci (wyliczana adekwatnie do ilości energii pobieranej z sieci) (art. 4 ust. 4a pkt. 1 ustawy o OZE).

Wytwarzanie i wprowadzanie do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej energii elektrycznej przez prosumenta zbiorowego energii odnawialnej niebędącego przedsiębiorcą – nie stanowi działalności gospodarczej (art. 4 ust. 8 ustawy o OZE).

Prosument zbiorowy jest bardzo korzystnym z punktu widzenia Warszawy rozwiązaniem. Przepisy ustawy o OZE dają mieszkańcom budynków wielorodzinnych możliwość produkcji energii elektrycznej na własne potrzeby, co mocno ogranicza zużycie energii pochodzącej ze źródeł zewnętrznych. Biorąc pod uwagę, iż na terenie Warszawy znajduje ok. 29 tys. budynków wielorodzinnych²² model prosumenta zbiorowego powinien znaleźć szerokie zastosowanie na terenie Miasta.


Rozwiązanie to jest szczególnie istotne biorąc pod uwagę, przewidywany zgodnie z modelem 3, wzrost zużycia energii elektrycznej w budynkach wielorodzinnych, wynikający z pracy pomp ciepła, które mają zastępować istniejące źródła ciepła (jeszcze obecnie większość budynków wielorodzinnych zasilanych jest w ciepło pochodzące z sieci ciepłowniczej. W sytuacji zastąpienia sieci ciepłowniczej pompą ciepła pracującą dla budynku nastąpi wzrost zużycia energii elektrycznej).

7.3 Prosument wirtualny

Prosument wirtualny to - jak wynika z definicji – odbiorca końcowy wytwarzający energię elektryczną wyłącznie z odnawialnych źródeł energii na własne potrzeby w instalacji odnawialnego źródła energii przyłączonej do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej w innym miejscu niż miejsce dostarczania energii elektrycznej do tego odbiorcy, która jednocześnie nie jest przyłączona do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej za pośrednictwem wewnętrznej instalacji elektrycznej budynku wielolokalowego, pod warunkiem że w przypadku odbiorcy końcowego niebędącego odbiorcą energii elektrycznej w gospodarstwie domowym wytwarzanie to nie stanowi przedmiotu przeważającej działalności gospodarczej (art. 2 ust. 27c ustawy o OZE).

Prosument wirtualny jest to zatem podmiot, który podobnie jak „zwykły” prosument wytwarza w energię odnawialną wyłącznie z OZE i wykorzystuje ją na potrzeby własne, lecz robi to w mikroinstalacji przyłączonej do sieci w innym miejscu niż miejsce, w którym pobiera z niej energię. Rozwiązanie to w praktyce pozwoli zatem działać na zasadach prosumenta podmiotom, które nie mają możliwości założenia instalacji OZE w miejscu poboru energii (np. gdy mieszkaniec bloku nie ma możliwości zainstalowania paneli na budynku wielorodzinnym, w którym mieszka, może zostać udziałowcem instalacji PV wybudowanej w innej lokalizacji i włączonej do sieci tego samego operatora systemu dystrybucyjnego oraz rozliczać się tak jakby był prosumentem. Prosument wirtualny może być właścicielem lub współwłaścicielem mikroinstalacji zlokalizowanej np. w innym

²² Obliczenia własne na podstawie dokumentu opracowanego przez Fundację na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii „Model gromadzenia i przetwarzania danych na temat termomodernizacji z wykorzystaniem różnych metod i narzędzi w ujęciu historycznym i perspektywicznym” oraz danych zawartych w Banku Danych Lokalnych GUS

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 87/127</p>

województwie. Prosument wirtualny będzie mógł nabyć określony udział w instalacji fotowoltaicznej, a ilość energii uznana za wprowadzoną przez niego do sieci będzie odpowiadać procentowemu udziałowi w energii wytworzonej przez daną instalację. Przykładowo: jeżeli prosument wirtualny będzie posiadał 15 proc. udziału w instalacji, a instalacja ta wytworzy 100 tys. kWh energii, to będzie to tak traktowane, jak gdyby prosument wytworzył we własnej instalacji 15 tys. kWh energii.

Prosument wirtualny energii odnawialnej może przypisać do jednego punktu poboru energii, w którym pobiera energię elektryczną, moc zainstalowaną elektryczną instalacji odnawialnych źródeł energii, która nie przekracza mocy umownej ustalonej dla tego punktu poboru energii, nie większą niż 50 kW (art.4 ust. 1c ustawy o OZE).

Znaczącą różnicą pomiędzy prosumentem wirtualnym a zwykłym oraz zbiorowym jest brak możliwości autokonsumpcji wyprodukowanej energii. W przypadku prosumenta wirtualnego całość wyprodukowanej energii kierowana jest do sieci dystrybucyjnej. Prosumenci wirtualni są rozliczani w systemie net-billing.

Przepisy dotyczące prosumenta wirtualnego wejdą w życie od 2 lipca 2024 r. Jest to dzień następujący po dacie wejścia w życie Centralnego Systemu Informacji Rynku Energii.


Prosument wirtualny będzie co prawda ponosił opłaty dystrybucyjne za energię pobraną z sieci (wyliczana adekwatnie do ilości energii pobieranej z sieci (art. 4 ust. 4 pkt 1 ustawy o OZE), jednak od energii elektrycznej rozliczonej nie będzie uiszczal opłat z tytułu jej rozliczenia na rzecz sprzedawcy (art. 4 ust. 4 pkt 2 ustawy o OZE). Również w przypadku prosumenta wirtualnego przychody, które prosument osiągnął dzięki nadwyżkom energii, nie podlegają opodatkowaniu (art. 4 ust. 12 ustawy o OZE).

Wytwarzanie i wprowadzanie do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej energii elektrycznej przez prosumenta zbiorowego energii odnawialnej niebędącego przedsiębiorcą – nie stanowi działalności gospodarczej (art. 4 ust. 8 ustawy o OZE)).

Prosument wirtualny może stanowić dla Warszawy cenne rozwiązanie, szczególnie z powodu gęstej zabudowy Miasta, niewystarczającej powierzchni dachowej do zasilania dedykowanego budynku oraz wysokich cen gruntów, które utrudniają inwestycje w instalacje OZE (tereny wykorzystuje się pod inwestycje z większą stopą zwrotu). W takim przypadku prosumenci (przedsiębiorcy, osoby prywatne, instytucje publiczne itp.) mogą wykorzystywać pod instalacje OZE prywatne tereny (działki, budynki), zlokalizowane w innych miejscach niż pobierana jest energia, lub wykupić części udziałów w dużych farmach wybudowanych przez innego inwestora. Tereny, na których będzie działać instalacja OZE, muszą posiadać dostęp do sieci zarządzanej przez tego samego operatora systemu dystrybucyjnego, który dostarcza energię prosumentowi wirtualnemu. Stanowi to pewnego rodzaju ograniczenie dla klientów Stoen Operator, ponieważ tereny, które mogą wykorzystać pod źródła OZE, ograniczają się do terenów Warszawy i otuliny Miasta. Lepszą sytuację mają klienci spółki PGE Dystrybucja, gdyż operator ten działa na znacznie większym terenie kraju.

7.4 Linia bezpośrednia

Definicja „linii bezpośredniej” jest obecna w Prawie energetycznym już od 2005 roku i została ona dodana w celu implementacji dyrektywy 2003/54/WE w sprawie wspólnych zasad rynku

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 88/127</p>

wewnętrznej energii elektrycznej. Według obecnych polskich przepisów za linię bezpośrednią uznaje się linię łączącą wydzieloną jednostkę wytwarzania bezpośrednio z odbiorcą (układ wyspowy) bądź linię łączącą jednostkę wytwarzania energii elektrycznej przedsiębiorstwa energetycznego z instalacjami należącymi do tego przedsiębiorstwa albo przedsiębiorstw od niego zależnych (autoprodukcja). Koncepcja bezpośrednich linii energetycznych zakłada tańsze i efektywniejsze korzystanie przez energochłonnych odbiorców z energii elektrycznej pochodzącej ze źródeł odnawialnych, wytwarzanej w pobliżu odbiorcy.

Zgodę na powstanie linii bezpośredniej musi wydać Prezes Urzędu Regulacji Energetyki. W ramach procesu inwestycyjnego, przed wystąpieniem z wnioskiem o pozwolenie na budowę, konieczne jest uzyskanie takiej zgody. Zgodnie z zapisami ustawy uzyskanie zgody możliwe jest tylko wtedy, gdy zaspokojenie potrzeb danego odbiorcy nie może nastąpić za pośrednictwem Krajowego Systemu Elektroenergetycznego, tzn. nie ma możliwości podłączenia odbiorcy do istniejącej sieci elektroenergetycznej. Od momentu powstania zapisu dopuszczającego wykorzystanie linii bezpośredniej Prezes URE nie wydał żadnej pozytywnej decyzji zezwalającej na budowę linii bezpośredniej. W opinii regulatora, jeżeli na danym terenie istnieje sieć elektroenergetyczna, to powinno się do tej sieci podłączyć i płacić solidarnie wszystkie opłaty, które ponoszą pozostali odbiorcy energii elektrycznej przyłączeni do sieci.²³


Na przykład zrealizowanie farmy wiatrowej na terenach zakładu przemysłowego i połączenie jej z zakładem za pomocą linii bezpośredniej, za licznikiem odbiorczym i bez uzyskiwania warunków przyłączenia do sieci dystrybucyjnej/przesyłowej, choć dopuszczalne na gruncie kolejnych unijnych dyrektyw o rynku energii, jest w Polsce niemożliwe ze względu na obecne regulacje prawne. Takie rozwiązanie jest szczególnie opłacalne dla przemysłowych odbiorców energii elektrycznej, którzy ponoszą duże koszty związane ze zmiennością cen hurtowych energii. Budowa linii bezpośredniej pozwoliłaby im także na optymalizację kosztów związanych z utrzymaniem Krajowego Systemu Elektroenergetycznego ponoszonych w ramach taryf sieciowych – opłata mocowa, opłata OZE, opłata kogeneracyjna. Bezpośredni przesył energii elektrycznej od miejsca wytworzenia energii z OZE do punktu odbioru, tj. z pominięciem przesyłu wytworzonej energii elektrycznej siecią elektroenergetyczną, pozwala zatem inwestorowi uniknąć formalności i opłat związanych z przyłączeniem instalacji OZE do sieci elektroenergetycznej oraz ponoszenia opłat związanych z dystrybucją energii do odbiorcy, jednak należy pamiętać, że koszty budowy linii bezpośredniej spoczywają w całości na barkach inwestora.

Aktualnie dopuszczalne są wyłącznie modele zakładające wytwarzanie energii w lokalizacji odbiorcy, o ile połączenie z jednostką wytwórczą nie następuje przy użyciu linii bezpośredniej, a w ramach sieci wewnętrznej odbiorcy.


Wykorzystanie linii bezpośredniej byłoby praktycznym rozwiązaniem, szczególnie w kontekście coraz częściej występujących w Polsce odmów podłączenia instalacji OZE do sieci dystrybucyjnej²⁴, co jest wynikiem przeciążenia starych, niezmodernizowanych sieci dystrybucyjnych.

²³ (<https://www.ure.gov.pl/pl/urzad/informacje-ogolne/edukacja-i-komunikacja/ure-w-mediach-1/10338,Czy-mozliwy-jest-zielony-prad-dla-przemyslu.html>)

²⁴ <https://energia.rp.pl/oze/art37302741-polacy-maja-dwa-belchatowy-na-dachach-i-to-jest-problem>

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 89/127

Linie bezpośrednie zarówno z prawnego, jak i technicznego punktu widzenia mogą zostać zastosowane na potrzeby transformacji energetycznej Warszawy.

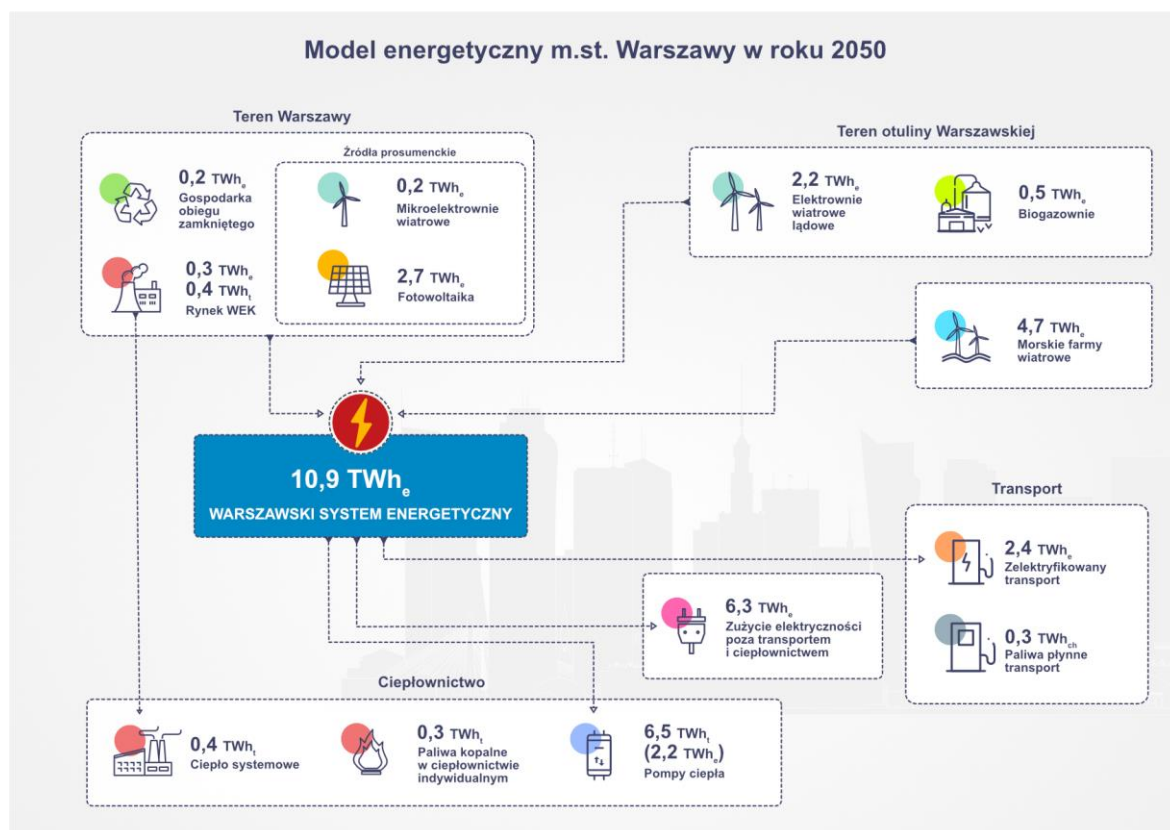
	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 90/127

8 Część 3 - Mapa drogowa 100% OZE dla Warszawy

Przeanalizowano możliwości zastosowania poszczególnych technologii OZE na potrzeby zaspokojenia zapotrzebowania na energię elektryczną. Dla poszczególnych technologii określono potencjał wytwórczy. Przedmiotowe analizy zostały wykonane dla modelu uwzględniającego strukturę pokrycia potrzeb energetycznych w elektroprosumeryzmie w horyzoncie do 2050 r. opartą o model 3, który zakłada:

- termomodernizację zasobów budynkowych (ocieplenie przegród zewnętrznych, wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła),
- elektryfikację ciepłownictwa (zastosowanie pomp ciepła w miejsce istniejących źródeł ciepła),
- elektryfikację transportu (zastąpienie obecnych pojazdów z silnikami spalinowymi pojazdami elektrycznymi opartymi o technologie bateryjne),
- poprawę efektywności energetycznej,
- dominującą rolę źródeł OZE w zaspokojeniu zapotrzebowania na energię elektryczną (wzrost udziału OZE do 97% rocznego zużycia energii elektrycznej).

Strukturę modelu 3 w roku 2050 oraz ścieżka jej osiągnięcia przedstawiają poniższe rysunki (Rys. 8.1 – Rys. 8.3).



Rys. 8.1 Struktura pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną w m.st Warszawa w roku 2050



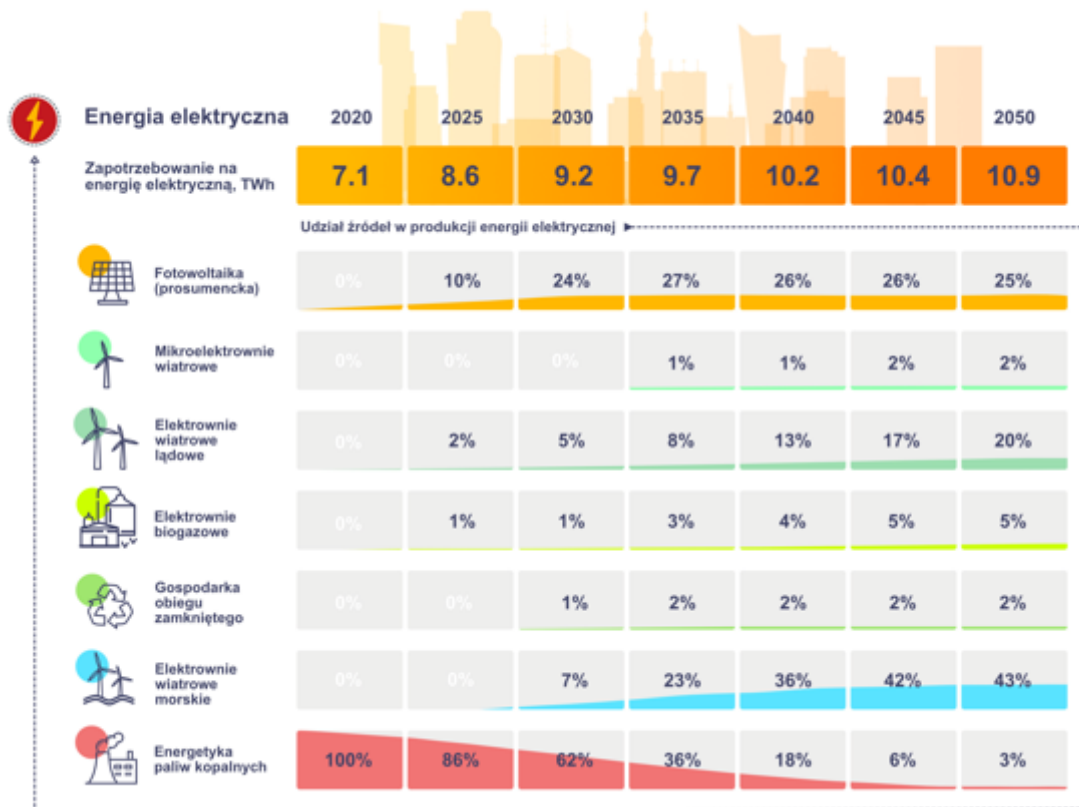
**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.

Nr ewidencyjny
190/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
91/127



Rys. 8.2 Trajektoria zmian struktury pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną w m.st Warszawa w latach 2020-2050



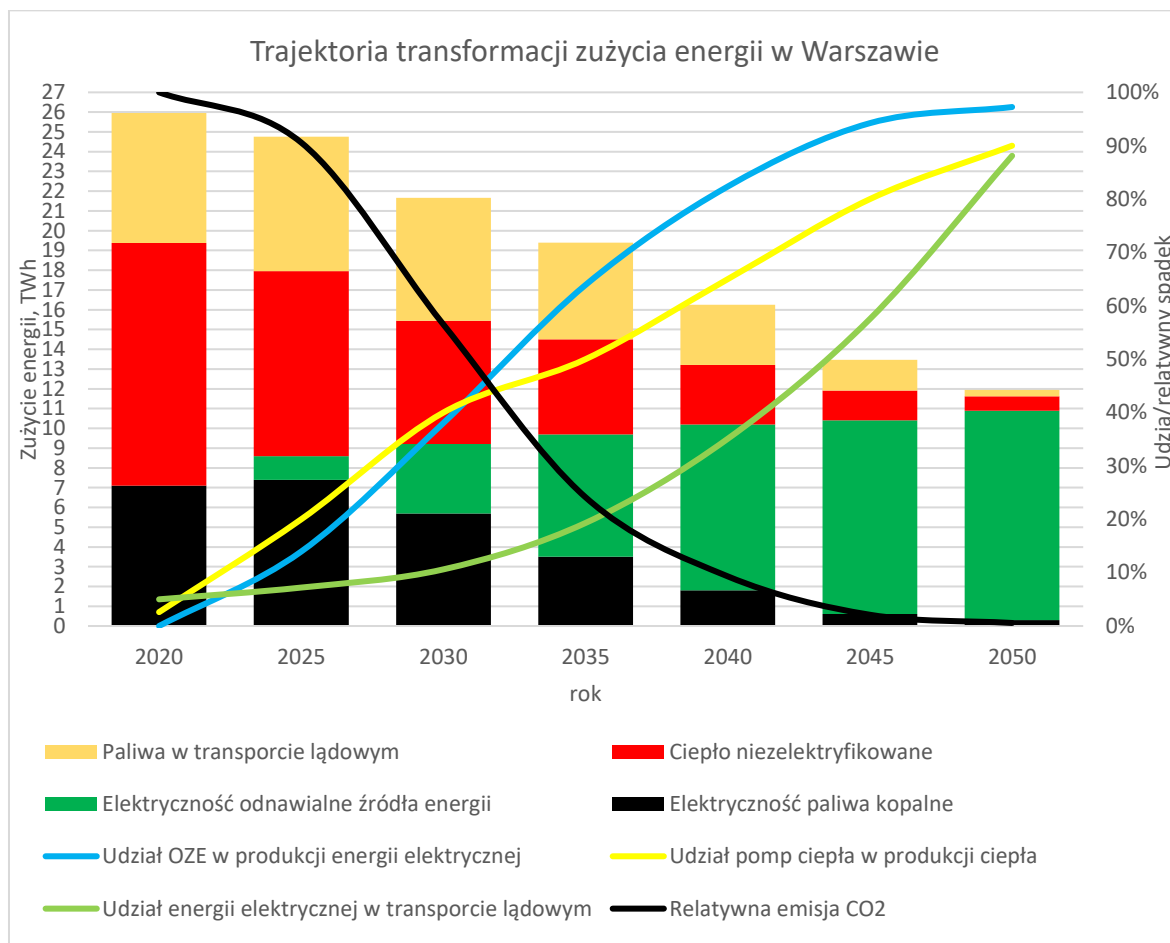
**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.

Nr ewidencyjny
190/TE/2022

Miasto Stołeczne Warszawa


Strona/Stron
92/127



Rys. 8.3 Trajektoria transformacji zużycia energii w m.st Warszawa w latach 2020-2050

Model 3 zakłada pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną pochodzącą ze źródeł OZE na poziomie wynoszącym 97%. Wynika to z przyjętych założeń związanych z analizą miks energetycznego za pomocą profili zapotrzebowania, produkcji w źródłach OZE z produkcją wymuszoną, minimalizacji wykorzystania magazynów energii, oraz mechanizmów kształtowania profili. Osiągnięcie 100% pokrycia OZE dla danych założeń wymagałoby wykorzystania znacznie większej mocy magazynów energii, które pracowałyby jedynie przez bardzo krótki czas (tj. kilkadziesiąt godzin rocznie). Dlatego zakłada się, że ten niewielki deficyt może zostać pokryty za pomocą istniejących technologii np. układów gwarantowanego zasilania (UGZ), lub poprzez rozwój technologii, np. zwiększenia produkcji w źródłach wiatrowych lub innych, które zastosowano w miksie energetycznym m. st. Warszawy.

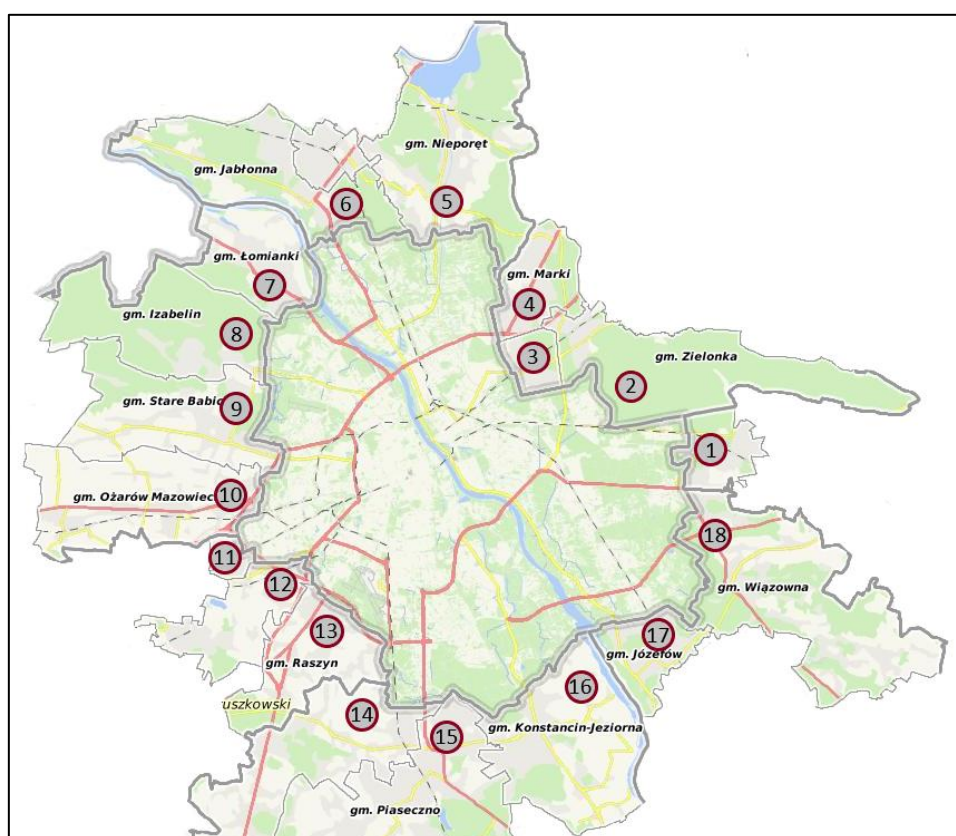
Miks źródeł OZE zlokalizowanych w m.st. Warszawie oraz jego otulinie proponowany w modelu 3 (PV, EWL, μ EW, EB, GOZ) pozwala na zaspokojenie niezbędnej mocy elektrycznej przez około 1300 godzin w ciągu roku (14%). Występujące niedobory mocy będą musiały być zbilansowane dostawami zewnętrznymi w pierwszej kolejności energetyki offshore (EWM) oraz następnie ze źródeł WEK. Maksymalny niedobór w skali roku wynosi ok. 1700 MW.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 93/127

Możliwe, że wraz z rozwiązaniem technologii wytwarzania zielonych gazów (biometan, zielony wodór) zasadnym będzie zastąpienie resztki paliw kopalnych energią odnawialną produkowaną w oparciu o zielone gazy.

Koncepcja modelu zakłada wykorzystanie poszczególnych technologii OZE zlokalizowanych na:


- terenie Warszawy,
- terenie otuliny warszawskiej (na którą składają się poszczególne gminy przylegające do Warszawy – Rys. 8.4),
- Bałtyku (morskie farmy wiatrowe).



Rys. 8.4 Granice administracyjne m.st. Warszawy wraz z otuliną warszawską w postaci gmin ościennych – osłona OK(W+)²⁵

1 – gmina Sulejówek; 2 – gm. Zielonka; 3 – gm. Ząbki; 4 – gm. Marki; 5 – gm. Nieporęt;
 6 – gm. Jabłonna; 7 – gm. Łomianki; 8 – gm. Izabelin; 9 – gm. Stare Babice;
 10 – gm. Ożarów Mazowiecki; 11 – gm. Piastów; 12 – gm. Michałowice; 13 – gm. Raszyn;
 14 – Lesznowola; 15 – gm. Piaseczno; 16 – gm. Konstancin-Jeziorna; 17 – gm. Józefów;
 18 – gm. Wiązowna.

²⁵ Opracowanie własne na podstawie serwisu mapowego Miasta Stołecznego Warszawy: [Mapa Warszawy \(um.warszawa.pl\)](http://MapaWarszawy.um.warszawa.pl) [dostęp:16.09.2021]

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 94/127

8.1 Fotowoltaika

Tabela 8.1 przedstawia wolumeny energii elektrycznej wymagane do pokrycia przez źródła PV w modelu 3 na trajektorii do roku 2050.

Tabela 8.1 Wolumeny energii elektrycznej prognozowane do wytworzenia w ramach technologii PV dla modelu 3 na trajektorii do 2050 r.

Rok	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Zapotrzebowanie PV, TWh/rok	0,9	2,2	2,6	2,7	2,7	2,7

Przyjmując, że zapotrzebowanie na energię elektryczną w modelu 3 pokrywane w miksie energetycznym ze źródeł PV będzie wynosiło 2,7 TWh/rok w 2050 roku, można dokonać oszacowania warszawskich powierzchni dachowych niezbędnych do wytworzenia tych wolumenów energii elektrycznej. Należy przy tym jednak pamiętać, że w sytuacji gdyby potencjał dachów okazał się niewystarczający to dostępne są również elewacje budynków wielorodzinnych (wysokich) oraz potencjał terenów otuliny warszawskiej.


Zakładając, że:

- powierzchnia dachów jest równa powierzchni zabudowy budynków i wynosi na dzisiaj ok. 43 mln m²,
- możliwości zamontowania instalacji PV wystąpią na 40% łącznej powierzchni dachowej,
- średnia wartość powierzchni dachowej wymaganej na każdy kWp instalacji PV wynosi ok. 9 m²/kWp,
- średni roczny uzysk energii z instalacji PV w warunkach warszawskich wyniesie ok. 1 MWh/kWp,

to:

- na powierzchniach dachowych jest możliwe do zainstalowania ok. 1,9 GWp, co przełoży się na roczny uzysk 1,9 TWh/rok energii elektrycznej.

Dodatkowo możliwe do wykorzystania będą powierzchnie elewacji budynków wielorodzinnych (wysokich). W Warszawie jest ok. 3 000 szt. budynków wielorodzinnych zbudowanych w latach 70. i 80. XX w. (technologia wielkiej płyty). Zakładając, że 75% z nich stanowią budynki wysokie (standard ówczesnego budownictwa) uzyskuje się liczbę 2250 szt. wysokich budynków w technologii wielkiej płyty, których elewacje (powyżej piątej kondygnacji) mogłyby zostać pokryte panelami fotowoltaicznymi. Na jednym budynku możliwe będzie zamontowanie ok. 180 kWp paneli PV, co przełoży się na roczny uzysk na poziomie ok. 90 MWh/rok. Skalując te wielkości na 2250 budynków można stwierdzić, że na elewacjach możliwe będzie do zainstalowania 405 MWp paneli, które w ciągu roku wytworzą ok. 0,2 TWh/rok energii elektrycznej.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 95/127</p>

łącznie dla powyższych założeń z obszaru wysokiego budownictwa wielorodzinnego z wielkiej płyty będzie możliwe do pozyskania rocznie ok. 2,1 TWh/rok energii elektrycznej (z łącznej mocy zainstalowanej 2,305 GWp).

Biorąc pod uwagę powyższe – bardzo zachowawcze założenia w każdym obszarze – można z całą pewnością stwierdzić (nie określając dokładnych wartości liczbowych), że potencjał fotowoltaiki na warszawskich dachach jest wystarczający do pokrycia prognozowanych wolumenów energii wytworzonych w tej technologii. Gdyby przyjąć założenie o wykorzystaniu powierzchni dachowych w 55% to wówczas (przyjmując pozostałe założenia bez zmian) potrzeby są zbilansowane dla modelu.

Dodatkowo nie uwzględniono:

- powierzchni wielorodzinnych dachowych budynków, które powstaną w przyszłości,
- powierzchni dachowych budynków innych niż wielorodzinne,
- poprawy efektywności ogniw fotowoltaicznych (wzrost mocy ogniwa w przeliczeniu na jego powierzchnie),
- rozwiązań pozwalających na „śledzenie słońca” poprzez regulacje kąta nachylenia panelu.

Potwierdzenie wartości sumarycznej mocy w układach fotowoltaicznych możliwych do zlokalizowania na terenie Warszawy można znaleźć w szacunkach innych autorów²⁶, gdzie podaje się nawet 3,5 GWp. Co przekładało by się na użycie powierzchni dachowych na poziomie ok 75%.


Biorąc wszystko powyższe pod uwagę można stwierdzić, że potencjał fotowoltaiki na terenie m.st. Warszawy w zupełności jest wystarczający, aby w technologii PV wytworzyć wolumeny energii przewidziane w modelu 3.

Potencjał otuliny warszawskiej dla wytwarzania energii elektrycznej w źródłach PV w zależności od przyjętych uwarunkowań prawnych i lokalnych szacowany jest w przedziale 2,8 GWp do 38 GWp. Nawet najniższa wartość jest w stanie w całości zaspokoić zapotrzebowanie na energię elektryczną z fotowoltaiki w modelu 3 nawet w przypadku gdyby niemożliwym było zainstalowanie źródeł PV na terenie samego miasta.

8.2 Mikroźródła wiatrowe

W analizie przyjęto, że zastosowanie rozwiązań opartych o mikroturbiny wiatrowe będzie możliwe na dachach wysokiej zabudowy wielorodzinnej. Założono możliwość zastosowania mikroźródeł wiatrowych o pionowej osi obrotu (VAWT) o mocy 2 kW zlokalizowanych na północnych krawędziach budynków tak, aby nie stanowiły one przeszkody dla funkcjonowania układów PV zlokalizowanych na dachach tych budynków. W zakresie mikroźródeł wiatrowych występują również m.in. rozwiązania o mocy 6 kW, jednak ze względu na brak szerszych doświadczeń z takimi jednostkami w polskich warunkach oraz większymi obciążeniami dla konstrukcji zarówno samego wiatraka (waga, większe masy wirujące) jak i budynku zdecydowano się ograniczyć do rozwiązań o mocy 2 kW. Podobne rozwiązania funkcjonują już na terenie Warszawy. Bardzo prawdopodobne, że w najbliższej przyszłości nastąpi rozwój technologii pozwalający na zainstalowanie większych układów

²⁶ „Miasto z klimatem. Neutralny klimatycznie system ciepłowniczy w Warszawie” Wyd.: Forum Energii. Autorzy: Instytut Badań Stosowanych Politechniki Warszawskiej Sp. z o.o., Krajowa Agencja Poszanowania Energii. Kwiecień 2022.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 96/127</p>

w przestrzeniach zurbanizowanych. W Warszawie znajduje się ok. 29 tys. budynków wielorodzinnych, z czego jak już pisano wcześniej ok. 2,25 tys. stanowią wieżowce wykonane w technologii wielkiej płyty. Średni roczny uzysk z pojedynczej mikrośiłowni wiatrowej o mocy 2 kW w warunkach wietrzności występujących w Warszawie i zlokalizowanej na wysokości ok. 30 m (wieżowce, wielka płyta) wynosi ok. 2,5 MWh/rok, podczas gdy uzysk na wysokości 11 m (niższe budownictwo) wyniesie już tylko 1,7 MWh/rok. Niemniej jednak potencjał mikroźródeł VAWT zainstalowanych na dachach budynków wielorodzinnych jest wart uwagi. Gdyby przyjąć, że możliwe byłoby zainstalowanie po trzy sztuki mikroturbiny wiatrowej na każdym budynku wielorodzinnym, wówczas rzeczywisty potencjał tych źródeł wyniósłby łącznie 0,15 TWh/rok. Przyjmując, że zapotrzebowanie na energię elektryczną pokrywane w tej technologii będzie wynosiło w 2050 roku 0,2 TWh/rok w modelu 3 można uznać, że jest to wynik możliwy do osiągnięcia biorąc pod uwagę fakt, iż ograniczono się w analizie wyłącznie do budynków wielorodzinnych oraz w obliczeniach przyjęto niską moc jednostkową urządzenia.


8.3 Lądowa energetyka wiatrowa

Otulina znajduje się w korzystnej strefie energetycznej wiatru, co oczywiście nie jest wyłącznym kryterium doboru lokalizacji farmy wiatrowej i szereg aspektów musi być wzięty pod uwagę przed podjęciem decyzji o budowie. Jednak głównym czynnikiem blokującym rozwój tego sektora energetyki jest dzisiaj tzw. zasada 10H. W analizie możliwości zastosowania lądowej energetyki wiatrowej za cel przyjęto określenie potencjału otuliny warszawskiej w zakresie umiejscowienia turbin o mocy ok. 4,8 MW przy założeniu, że zasada 10H ulegnie liberalizacji. Określany potencjał oznacza potencjał przestrzenny gmin tworzących otulinę, z którego wyłączono następujące obszary o funkcji i przeznaczeniu z uwzględnieniem rozpiętości stref ochronnych:

- tereny pod zabudowę²⁷;
- tereny wód powierzchniowych i mokradł;
- tereny cmentarne;
- tereny uprawy trwałej;
- tereny chronione;
- tereny sportowe;
- tereny zadrzewione;
- tereny kompleksów handlowych, usługowych i przemysłowych;
- teren pod drogami kołowymi, szynowymi i lotniskowymi;
- linii napowietrznych.

W analizie nie uwzględniono skutków ekonomicznych.

²⁷ Przy założeniu zniesienia obecnie obowiązującej reguły, według której lądowe elektrownie wiatrowe mogą być lokowane od zabudowań mieszkalnych w odległości co najmniej dziesięciokrotności wysokości elektrowni oraz dopuszczenie w ramach lokalnej procedury planistycznej odległości 500 m.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p>Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 97/127</p>

Odległość od zabudowy

Zgodnie z obowiązującą *Ustawą o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych*²⁸ odległość elektrowni wiatrowej od budynku mieszkalnego lub o funkcji mieszanej, w skład której wchodzi funkcja mieszkaniowa musi być równa lub większa od „*dziesięciokrotności wysokości elektrowni wiatrowej mierzonej od poziomu gruntu do najwyższego punktu budowli, wliczając elementy techniczne, w szczególności wirnik wraz z łopatami*”. Zgodnie z projektem ustawy²⁹, w której planuje się wprowadzić zmiany w tym zakresie wprowadzono dodatkowo zapis: „*Plan miejscowy może określać inną, niż określona w ust. 1, odległość elektrowni wiatrowej od budynku mieszkalnego albo budynku o funkcji mieszanej, w skład której wchodzi funkcja mieszkaniowa, większą niż zasięg oddziaływań elektrowni wiatrowej wynikający z prognozy, jednak nie mniejszą niż 500 metrów.*”

Odległość od zabudowy określają również przepisy dotyczące ochrony środowiska, szczególnie ochrony przed hałasem, polami elektromagnetycznymi oraz ochrony roślin i zwierząt.

Pole elektromagnetyczne jest emitowane przez wszystkie urządzenia, przez które przepływa prąd. Badania³⁰ wykazały, że pola elektromagnetyczne wytwarzane przez farmy wiatrowe nie mają wpływu na zdrowie człowieka, ponieważ urządzenia, które generują fale elektromagnetyczne znajdują się wewnątrz gondoli, w związku z czym są zamknięte w metalowym przewodniku, który wykazuje właściwości ekranizujące. W związku z czym założono, że 500 m od zabudowy mieszkaniowej jest wystarczające, aby zapewnić ochronę przed polem elektroenergetycznym.

W związku z powyższym, założono odległość minimalną 500 metrów od istniejących obszarów zabudowy.

Odległości uwarunkowane sprawnością turbin wiatrowych

Zgodnie z zaleceniami producenta oraz badaniami naukowymi odległość między wiatrakami powinna wynosić 5-8 średnic wirnika.


Na podstawie analizy przepisów i badań przyjęto, że dla jednej turbiny wiatrowej wystarczający będzie teren o powierzchni około 4 ha – pozwala to na zachowanie odległości równej około 1 średnicy wirnika od granicy działki. Dla większej liczby turbin powierzchnia terenu będzie rosła o kolejne 10 ha uwzględniając odległość od poszczególnych urządzeń.

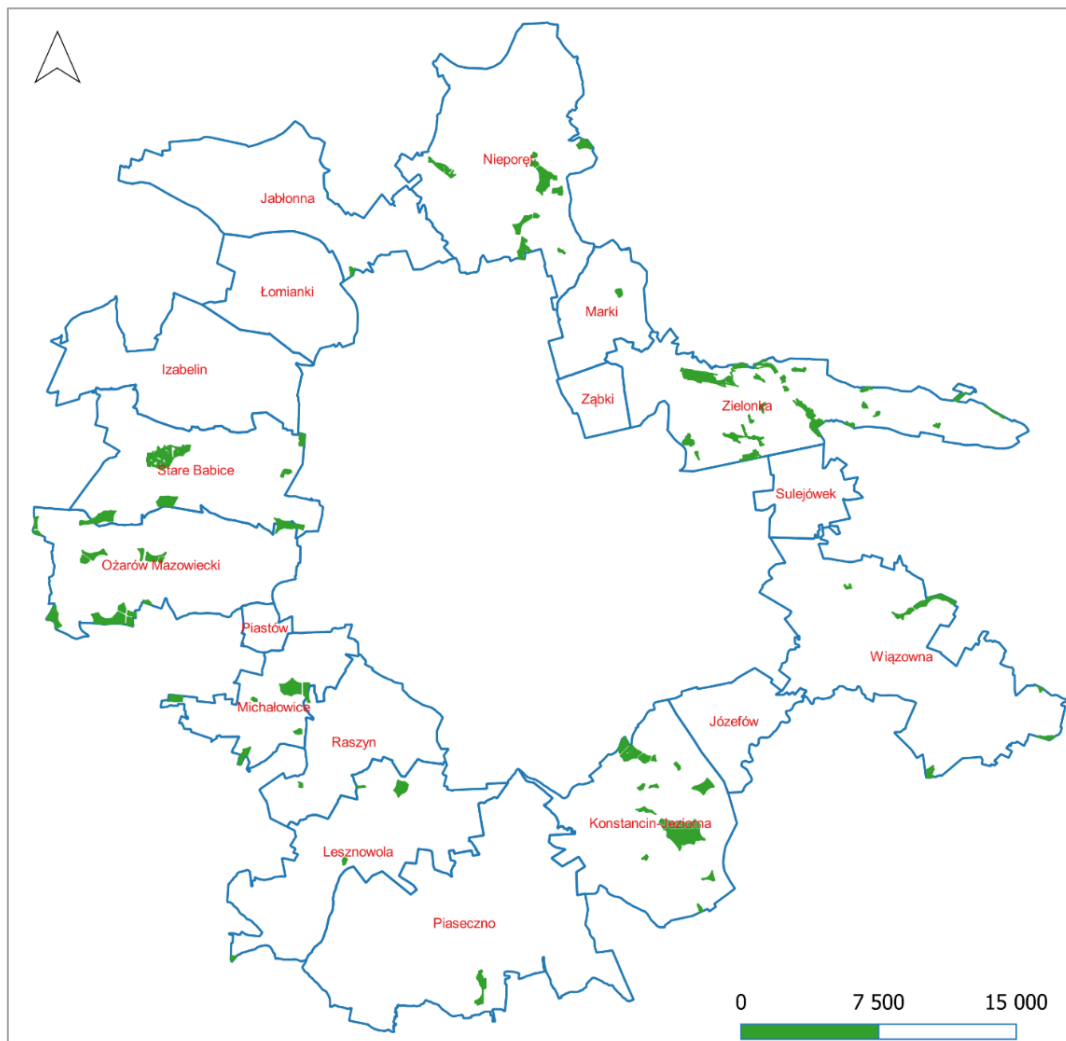
Zgodnie z założeniami przedstawionymi wcześniej określono potencjał przestrzenny otuliny dla farm wiatrowych, który przedstawia Rys. 8.5. Jednocześnie należy zaznaczyć, że potencjał ten nie uwzględnia aspektów ekonomicznych i prezentuje pełny potencjał przestrzenny.

²⁸ Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych – tekst jednolity na podstawie Obwieszczenia Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 14 kwietnia 2021 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych

²⁹ Ustawa o zmianie ustawy o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych oraz niektórych innych ustaw – projekt z dnia 27 kwietnia 2021 roku (UD 207)

³⁰ Kurytnik I. P., Drózd T., Kuciński S., Badania zaburzeń elektromagnetycznych na przyłączach energetycznych odnawialnych źródeł energii, „Przegląd Elektrotechniczny” 2014, nr 5

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 98/127



Rys. 8.5 Dostępność terenów otuliny warszawskiej pod farmy wiatrowe.

Całkowita powierzchnia pod lokalizację farm wiatrowych po zastosowaniu ograniczeń wyniosła 3048 ha. Następnie wykluczono obszary, których powierzchnia jest niewystarczająca dla umieszczenia co najmniej jednego wiatraka³¹, co w rezultacie dało powierzchnię 2683,07 ha. Analiza wykazała, że łącznie w otulinie umieścić można 293 wiatraki, co przekłada się na moc zainstalowaną na poziomie około 1406,4 MW (Tabela 8.2).

³¹ Minimalna powierzchnia terenu dla lokalizacji wiatraka jaką przyjęto w wyliczeniu to 4 ha.


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 99/127


Tabela 8.2 Struktura wielkość zainstalowanej mocy farm wiatrowych na dostępnym obszarze w otulinie warszawskiej

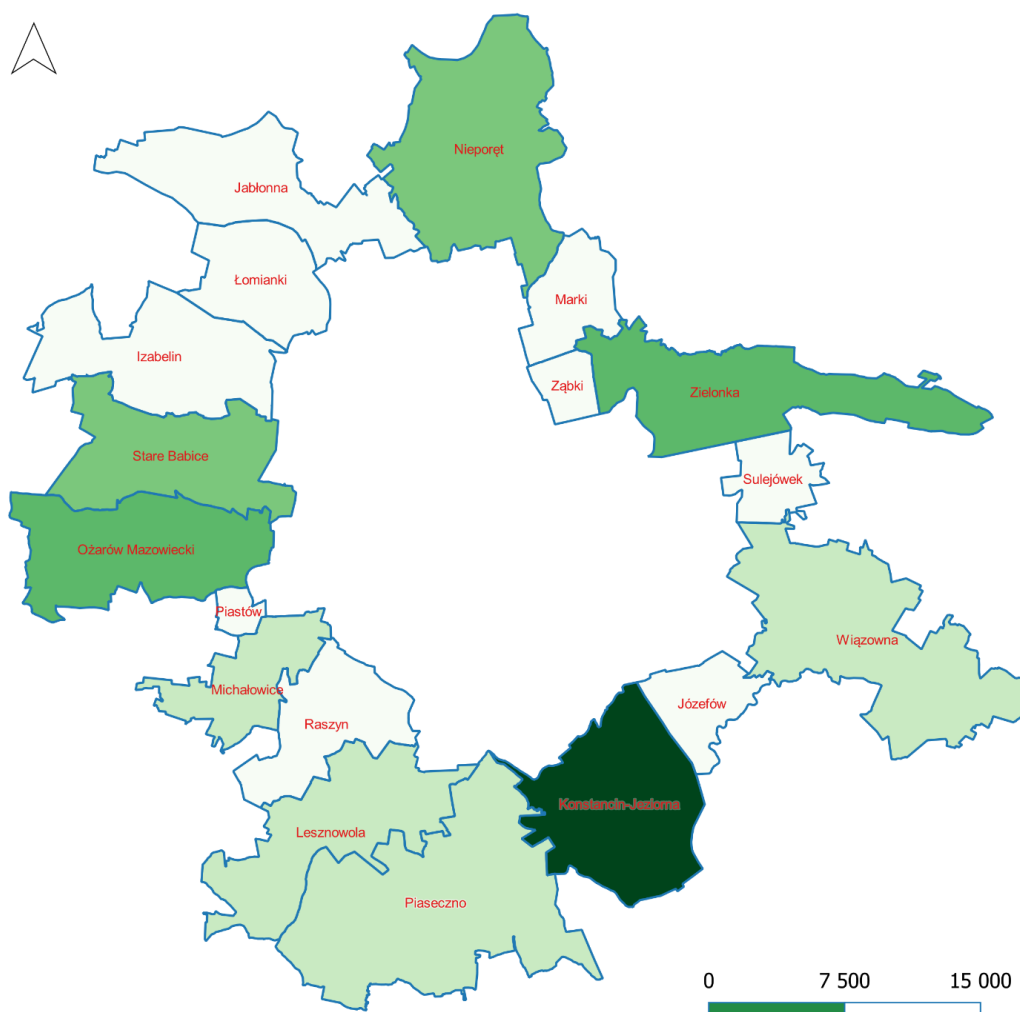
Ilość wiatraków dla dostępnej powierzchni	Ilość pól pozwalających na umieszczenie wiatraków	Łącznie wiatraków	Łączna moc zainstalowana w postaci turbin o mocy 4,8 MW
1	76	76	364,80
2	18	36	172,80
3	11	33	158,40
4	5	20	96,00
5	5	25	120,00
7	4	28	134,40
8	1	8	38,40
10	1	10	48,00
13	1	13	62,40
22	2	44	211,20

Zakładając, że farmy wiatrowe będą liczyły co najmniej 3 wiatraki, moc zainstalowana w otulinie może wynieść 868,80 MW.

Biorąc pod uwagę fakt, iż agregowanie źródeł w jednej lokalizacji (regionie kraju) może być bardziej efektywne z organizacyjnego punktu widzenia, (łatwiej postawić farmę kilku turbin w jednej lokalizacji niż przechodzić ścieżkę formalno-prawną dla pojedynczej turbiny w kilku rozrzuconych lokalizacjach), w pierwszej kolejności zagregowano potencjał lokalizacyjny pozwalający na postawienie co najmniej 3 turbin w jednej lokalizacji. W sytuacji gdy ten potencjał okazałby się niewystarczający dla pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną wytworzoną w turbinach wiatrowych w modelu 3, to wówczas jego uzupełnieniem stają się pojedyncze instalacje turbin wiatrowych. W związku z powyższym, zakładając, że farmy wiatrowe będą liczyły co najmniej 3 wiatraki, potencjalna moc zainstalowana w otulinie wyniesie 868,80 MW, podczas gdy potencjalna moc zainstalowana pozostałych turbin wynosi 537,6 MW co sumarycznie daje 1406,4 MW.

Na rysunku zamieszczonym poniżej (Rys. 8.6) przedstawiono mapę, która zawiera rozłożenie przestrzenne potencjału lokalizacji farm wiatrowych w otulinie warszawskiej.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 100/127



Rys. 8.6 Rozłożenie przestrzenne potencjału lokalizacji farm wiatrowych w gminach otuliny


Największy potencjał produkcji energii z farm wiatrowych posiada gmina Konstancin-Jeziorna, łącznie 807,09 ha.

Tabela 8.3 przedstawia wolumeny energii elektrycznej wymagane do pokrycia przez lądowe elektrownie wiatrowe na trajektorii do roku 2050.

Tabela 8.3 Wolumeny energii elektrycznej prognozowane do wytworzenia w ramach technologii lądowych elektrowni wiatrowych (EWL) dla modelu 3 na trajektorii do 2050 r.

Rok	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Zapotrzebowanie EWL, TWh/rok	0,2	0,5	0,8	1,3	1,8	2,2

Dla przeprowadzenia analizy służącej do określenia niezbędnych mocy wytwórczych wykorzystano komercyjny program TRNSYS ver. 18 służący do numerycznego modelowania instalacji

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 101/127

energetycznych, w którym zamodelowano pracę elektrowni wiatrowej w okresie 2018-2021 z uwzględnieniem danych meteorologicznych właściwych dla tego okresu. Podstawowe założenia przyjęte do modelowania pracy farmy wiatrowej zestawiono poniżej - na podstawie turbiny ENO 126 4.8 MW³²:

- Wysokość posadowienia: 100 m n.p.m.
- Wysokość pomiaru prędkości wiatru względem poziomemu terenu: 10 m
- Wysokość masztu (osi wirnika): 117 m
- Średnica wirnika: 126 m
- Procent mocy wyjściowej turbiny, który jest tracony z powodu nieefektywności i transmisji: 10%
- Liczba turbin: 5
- Prędkość wiatru, temperatura otoczenia, ciśnienie otoczenia – wg pliku *Weather - Poland - Mazowieckie - Warsaw hourly.xlsx*³³, odczyt danych bez interpolacji
- Wykładnik ścinania terenu (Site shear exponent): 0,18
- Intensywność turbulencji: 0,1
- Gęstość powietrza: 1,225 kg/m³
- Sposób regulacji turbiny: Pitch
- Moc znamionowa: 4 800 kW
- Prędkość wiatru dla mocy znamionowej: 14 m/s

Tabela 8.4 przedstawia zestawienie mocy turbiny wiatrowej w zależności od prędkości wiatru (turbina wiatrowa o mocy 4,8 MW).

Tabela 8.4 Charakterystyka mocy turbiny wiatrowej o mocy 4,8 MW


w, m/s	0	1	2	3	4	5	6	7	8
N, kW	0	0	0	0	100	450	850	1350	1900
w, m/s	9	10	11	12	13	14	15	16	17
N, kW	2450	3000	3550	4050	4475	4760	4880	4880	4880
w, m/s	18	19	20	21	22	23	24	25	
N, kW	4880	4880	4880	4880	4880	4880	4880	4880	

N, kW- moc turbiny wiatrowej

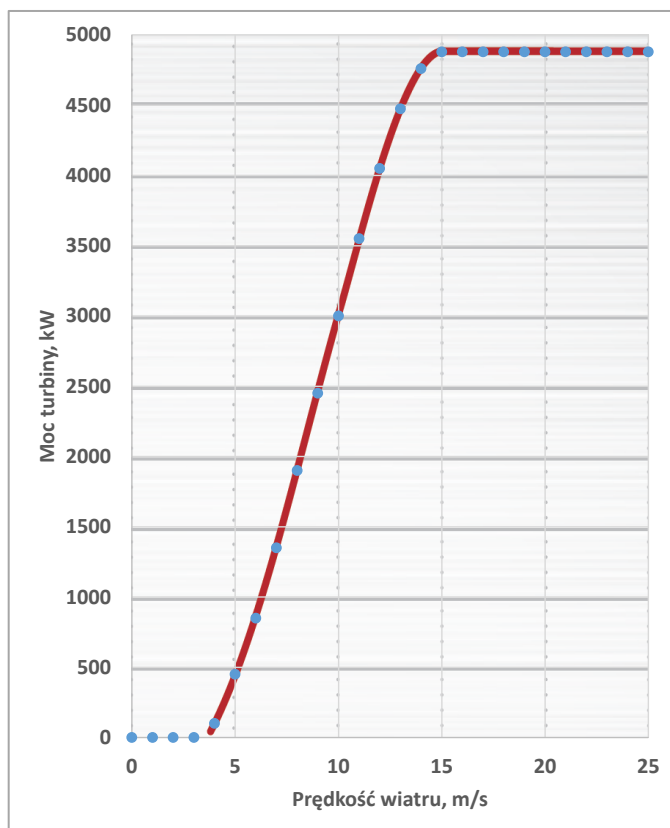
W, m/s- prędkość wiatru

³² https://www.eno-energy.com/en/wp-content/uploads/sites/2/2021/11/ENO_126_4_8_ENG_DB_AS_190730.pdf
[dostęp: 29.05.2022]

³³ Dane z NASA za pośrednictwem programu RETScreen Expert – Professional

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 102/127

Graficzną ilustrację zależności mocy turbiny wiatrowej (o mocy 4,8 MW) w zależności od prędkości wiatru obrazuje poniższy rysunek (Rys. 8.7).



Rys. 8.7 Charakterystyka moc turbiny ENO 126 4.8 MW

Na rysunku zamieszczonym poniżej (Rys. 8.8) przedstawiono model farmy wiatrowej o mocy 24 MW (5 x 4,8 MW) zbudowany w programie TRNSYS ver. 18.



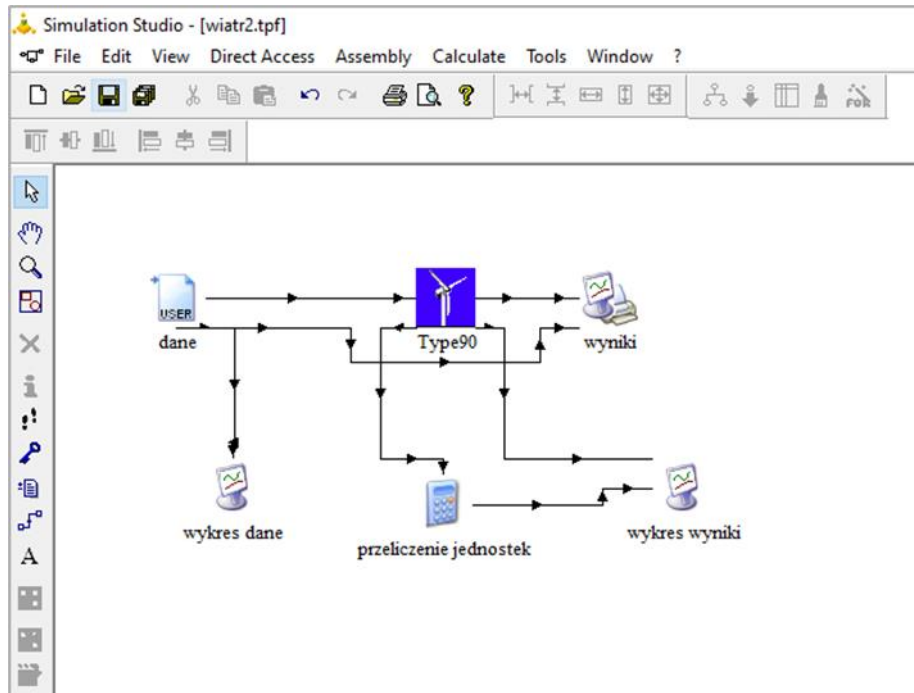
**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.

Nr ewidencyjny
190/TE/2022

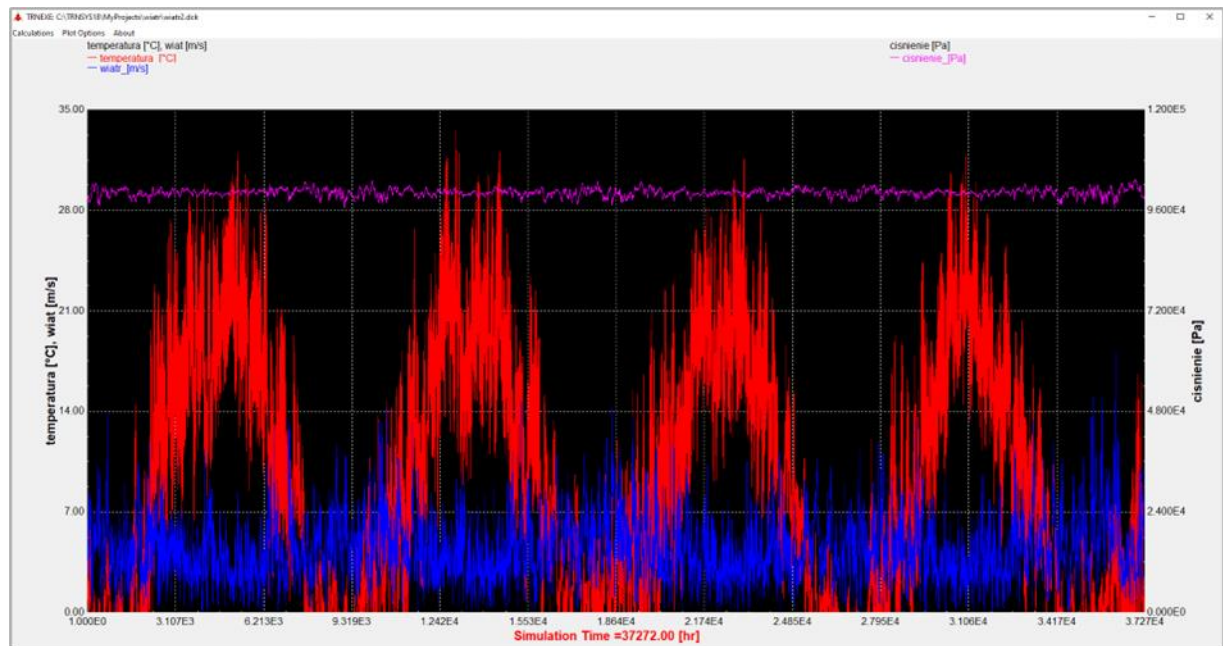
Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
103/127




Rys. 8.8 Ideowy schemat modelu zbudowanego w programie TRNSYS

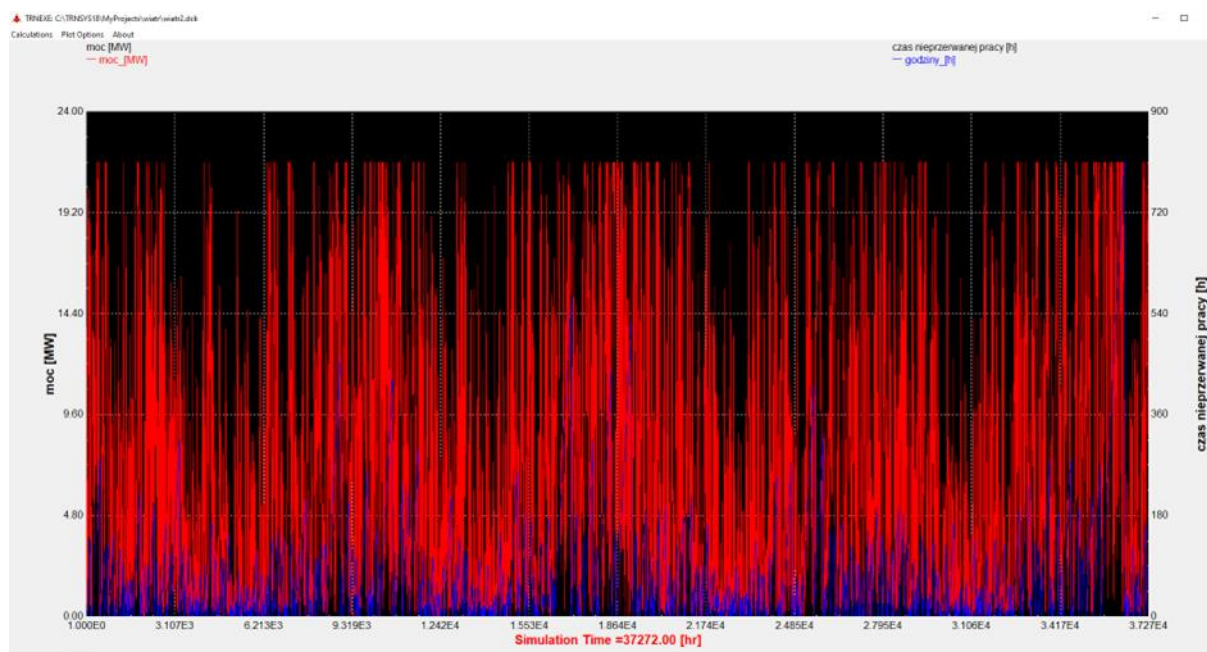
Dane wejściowe dla modelowania pracy farmy wiatrowej o mocy 24 MW zlokalizowanej na terenie otuliny zaprezentowano poniżej (Rys. 8.9).



Rys. 8.9 Dane wejściowe do analizy w zakresie temperatury (czerwony), wiatru (niebieski) oraz ciśnienia otoczenia (różowy) w latach 2018-2021


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 104/127</p>

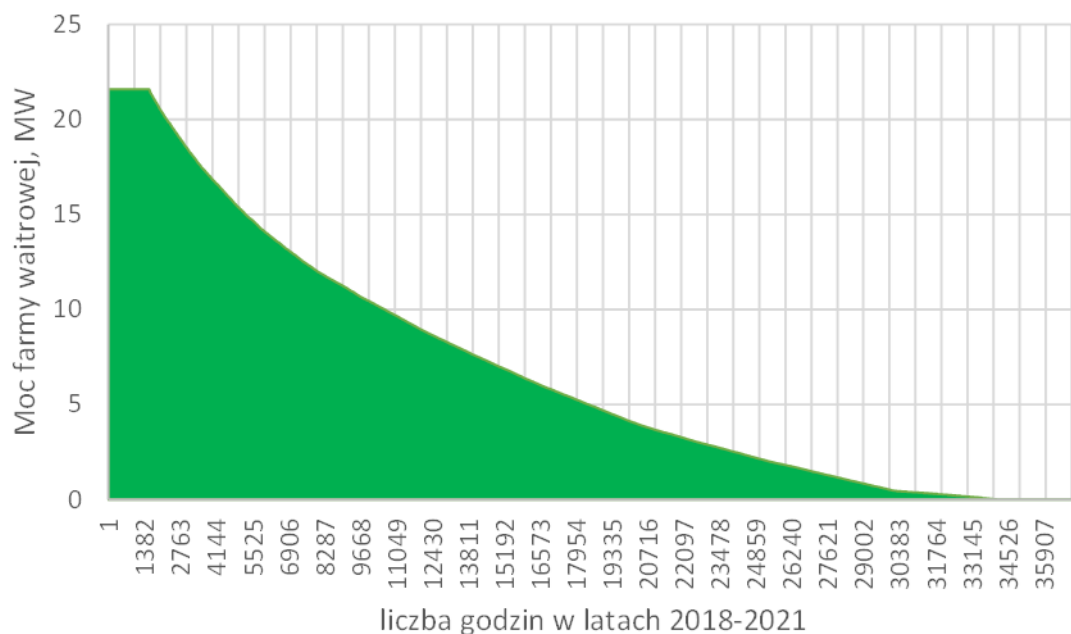
Wyniki obliczeń dla farmy wiatrowej przedstawiono na poniższym rysunku (Rys. 8.10). Okres analizy obejmował 4 lata (2018-2021).



Rys. 8.10 Wyniki obliczeń mocy (czerwony) dla lądowej farmy wiatrowej o mocy 24 MW dla danych wejściowych z lat 2018-2021

Wyniki obliczeń (Rys. 8.10) pozwoliły na opracowanie uporządkowanego wykresu mocy dla lądowej farmy wiatrowej 24 MW (Rys. 8.11) dla danych wejściowych za lata 2018-2021 r. (Rys. 8.9).

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 105/127




Rys. 8.11 Uporządkowany wykres mocy lądowej farmy wiatrowej o mocy 24 MW na podstawie danych za lata 2018-2021

Tabela 8.5 przedstawia wyniki symulacji farmy wiatrowej o mocy 24 MW za lata 2018-2021.

Tabela 8.5 Pokrycie potrzeb energetycznych oraz pozostałe wielkości charakteryzujące pracę lądowej farmy wiatrowej o mocy 24 MW

Rok	2018	2019	2020	2021	średnia
Moc turbiny wiatrowej, MW	4,80				
Liczba turbin wiatrowych, szt.	5				
Zainstalowana moc farmy wiatrowej, MW	24,00				
Roczna produkcja farmy wiatrowej, MWh/rok	50 883,76	63 663,75	61 573,21	55 804,70	57 981,36
Roczna produkcja energii z jednej turbiny, MWh/rok	10 176,75	12 732,75	12 314,64	11 160,94	11 596,27
Roczny wolumen energii elektrycznej z 1 MW zainstalowanej mocy, MWh/(MW rok)	2 120,16	2 652,66	2 565,55	2 325,20	2 415,89
Roczny czas pracy, h	7 920,00	8 202,00	8 111,00	7 840,00	8 018,25

Wyniki obliczeń z powyższej tabeli zostały uśrednione i tym samym można w przybliżeniu wnioskować, że roczne pokrycie energii elektrycznej przez farmę wiatrową o mocy 24 MW wynosi 57 981 MWh/rok. Zatem średnio z 1 MW zainstalowanej mocy można wyprodukować prawie

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 106/127

2 416 MWh/rok energii elektrycznej. Uśrednione wyniki symulacji posłużyły do analizy w zakresie pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną powstałej w lądowych elektrowniach wiatrowych zlokalizowanych na terenie otuliny warszawskiej. Tabela 8.6 przedstawia wyniki analiz dla modelu 3 w zakresie zastosowania lądowej energetyki wiatrowej.

Tabela 8.6 Wyniki analiz i obliczeń dla zastosowania energetyki wiatrowej lądowej dla modelu 3

Pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną za pomocą EWL dla modelu 3						
Technologia	2025	2030	2035	2040	2045	2050
EWL, TWh/rok	0,2	0,5	0,8	1,3	1,8	2,2
Wolumen energii elektrycznej z 1 MW zainstalowanej mocy, MWh/(MWrok)	2415,89					
Zainstalowana moc w lądowych farmach wiatrowych, MW	82,79	206,96	331,14	538,10	745,07	910,64

Dla modelu 3 wymagana moc zainstalowana kształtuje się na poziomie 0,9 GW. Biorąc pod uwagę potencjał otuliny warszawskiej szacowany na około 1,4 GW stwierdza się, że dla tej technologii nie ma ograniczeń przestrzennych, a głównym ograniczeniem będą zdolności przyłączeniowe źródeł w poszczególnych obszarach sieci.

8.4 Biogazownie


Poniższe analizy w zakresie możliwości zastosowania technologii biogazowych na terenie otuliny obejmują zarówno biogazownie o mocy klasy 1 MW_e oraz mikrobiogazowni o mocy do 50 kW_e.

Przy lokalizacji biogazowni bierze się pod uwagę następujące czynniki:

- dostępność substratów,
- odległość dostawcy surowców od biogazowni,
- dostępność infrastruktury technicznej,
- wielkość działki,
- brak zabudowy.

Podstawowymi czynnikami jakie muszą zostać spełnione, aby inwestycja w biogazownię zakończyła się sukcesem są dostępność surowców stosowanych do produkcji biogazu, ich cena oraz przystępny koszt transportu surowca do wybranej biogazowni. Dlatego konieczne jest sprawdzenie dostępności surowca w najbliższej okolicy planowanej inwestycji. Ogólnie przyjmuje się, że opłacalność dowozu biomasy występuje w zasięgu do 30 km³⁴.

³⁴ R. Golimowska, *Analiza dostępności surowców dla wybranych lokalizacji*, (w) Myczko A. (red.), Budowa i eksploatacja biogazowni rolniczych, poradnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych, ITP., warszawa – Poznań, 2011r., s. 45.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 107/127

O dostępności surowca w danej lokalizacji świadczy obecność zakładów przetwórstwa rolno-spożywczego, w tym rzeźni, dużych gospodarstw produkcji zwierzęcej (bydło, trzoda chlewna, drób), a także pól uprawnych, które mogą zostać zaadaptowane na cele upraw roślin energetycznych, takich jak wierzba krzewiasta czy ślázowiec pensylwański.

Na energetyczny surowiec, wykorzystywany w biogazowniach w pierwszej kolejności przeznaczane są produkty uboczne i pozostałości przemysłu rolno-spożywczego. Tego typu odpady stanowią obciążenie dla środowiska i wymagają odpowiedniej technologii składowania i utylizacji, dzięki procesowi fermentacji beztlenowej rozwiązujemy problem składowania tych odpadów i jednocześnie pozyskujemy energię. Najlepszym miejscem na budowę biogazowni są obszary w pobliżu zakładów przetwórstwa rolno-spożywczego. Taka lokalizacja gwarantuje możliwość regularnego odbioru surowca przez cały rok oraz ciepło wytworzone w biogazowni może być odbierane przez zakład będący dostawcą surowca, co przyczynia się do wzrostu opłacalności inwestycji.

Poniżej wymieniono zlokalizowane na terenie otuliny warszawskiej zakłady rolno-spożywcze, z których możliwe jest pozyskanie surowca:

- Mazowieckie Zakłady Przetwórstwa Rolno-Spożywczego „POL-AGRO” S.A.
- Eko-Vita Bryskiewicz P.
- Vitapol Sp. j.
- „Bajman” Przetwórstwo Rolno-Spożywcze
- Zakład Przetwórstwa Rolno-Spożywczego KOWAR Sp.j.
- Skup - Sprzedaż- Ubój Żywca s.c. Stanisław Frączkiewicz i Synowie

Tabela 8.7 przedstawia dla modelu 3 wymaganą roczną ilość energii elektrycznej niezbędną do wyprodukowania w biogazowniach wraz z trajektorią zmian do roku 2050.

Tabela 8.7 Wolumeny energii elektrycznej wymagane do wyprodukowania w biogazowniach wraz z trajektorią do roku 2050

Rok	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Zapotrzebowanie, TWh/rok	0,1	0,1	0,3	0,4	0,5	0,5

W obliczeniach przyjęto, że 90% zapotrzebowania na energię elektryczną pochodzącą z biogazowni pokrywają biogazownie o mocy elektrycznej 1 MW, a pozostałe 10% zapotrzebowania będą pokrywane przez mikrobiogazownie o mocy 50 kW. Budowa biogazowni o mocy 1 MW wymaga obszaru o powierzchni 2,12 ha³⁵. Natomiast biogazownie o mocy 50 kW wymagają 1,5 ha³⁶ powierzchni pod zabudowę.

³⁵ https://bip.lubsha.ug.gov.pl/download/attachment/13946/raport-scalony-biogazownia-nowy-swiat_uzupelniony_2019-05-20-002.pdf

³⁶ https://kolonowskie.pl/download/attachment/13398/1_biogazownia_rolnicza.pdf


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 108/127

Tabela 8.8 przedstawia wyniki analizy kluczowych parametrów określających liczbę instalacji biogazowych oraz wymaganą powierzchnię niezbędną do budowy tych instalacji wraz z trajektorią rozwoju do roku 2050.

Tabela 8.8 Wymagana liczba biogazowni - model 3

Parametr	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Wolumen energii elektrycznej pokrywany przez technologię biogazową, TWh/rok	0,1	0,1	0,3	0,4	0,5	0,5
Moc zainstalowana w biogazowniach, MW	18,2	18,2	54,55	73,7	91,9	91,9
Wolumen energii elektrycznej pokrywany przez technologię biogazową o mocy 1 MW, TWh/rok	0,09	0,09	0,27	0,36	0,45	0,45
Wolumen energii elektrycznej pokrywany przez technologię biogazową o mocy 50 kW, TWh/rok	0,01	0,01	0,03	0,04	0,05	0,05
Liczba biogazowni o mocy 1 MW, szt.	17	17	51	69	86	86
Liczba biogazowni o mocy 50 kW, szt.	24	24	71	94	118	118
Wymagana powierzchnia pod biogazownie o mocy 1 MW, ha	36,34	36,34	109,03	145,37	181,71	181,71
Wymagana powierzchnia pod mikrobiogazownie o mocy 50 kW, ha	35,29	35,29	105,88	141,18	176,47	176,47

W celu zapewnienia pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną wyprodukowaną w biogazowniach konieczne jest pozyskanie odpowiedniej ilości surowca. Tabela 8.9 przedstawia kilka rodzajów surowców wraz z ich wymaganą ilością niezbędną do zaspokojenia zapotrzebowania na energię elektryczną w poszczególnych latach.


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 109/127

Tabela 8.9 Zapotrzebowanie na surowiec w poszczególnych latach

Rok	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Rodzaj surowca	ton/rok					
Kiszonka kukurydziana	85 262	85 262	255 787	341 050	426 312	426 312
Obornik bydlęcy	223 832	223 832	671 497	895 330	1 119 162	1 119 162
Gnojowica bydlęca	747 508	747 508	2 242 524	2 990 032	3 737 540	3 737 540
Tłuszcze odpadowe	77 304	77 304	231 911	309 215	386 518	386 518
Odpady po ubojowe	160 051	160 051	480 154	640 205	800 256	800 256
Wytłoki owocowe	244 379	244 379	733 138	977 517	1 221 896	1 221 896
Wywar piwny	317 864	317 864	953 592	1 271 456	1 589 320	1 589 320
Odpady serwatkowe	1 515 152	1 515 152	4 545 455	6 060 606	7 575 758	7 575 758
Osad ściekowy	505 051	505 051	1 515 152	2 020 202	2 525 253	2 525 253

Poniżej przedstawiono wyniki obliczeń (Tabela 8.10), w których założono udział poszczególnych surowców pochodzenia rolno-spożywczego w pokryciu zapotrzebowania energetycznego w poszczególnych modelach. Udziały procentowe wybrano na podstawie liczby zakładów przetwórstwa rolno-spożywczego danego typu w okolicach Warszawy.


Tabela 8.10 Udział poszczególnych surowców pochodzenia rolno-spożywczego w pokryciu zapotrzebowania energetycznego w poszczególnych modelach

Surowiec	Udział w zapotrzebowaniu na energię, %
Wytłoki owocowe	40
Odpady po ubojowe	30
Wywar piwny	20
Odpady serwatkowe	10

Procentowy udział poszczególnych surowców pochodzenia rolno-spożywczego przekłada się na zapotrzebowanie na wybrane surowce energetyczne (Tabela 8.11).

Tabela 8.11 Zapotrzebowanie poszczególnych surowców w pokryciu zapotrzebowania energetycznego

Rodzaj surowca	Łączne zapotrzebowanie na surowce, t/rok					
	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Wytłoki owocowe	97 752	97 752	293 255	391 007	488 759	488 759
Odpady po ubojowe	48 015	48 015	144 046	192 061	240 077	240 077
Wywar piwny	63 573	63 573	190 718	254 291	317 864	317 864
Odpady serwatkowe	151 515	151 515	454 545	606 061	757 576	757 576
Suma	360 855	360 855	1 082 565	1 443 420	1 804 275	1 804 275

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 110/127

Poniżej przedstawiono wyniki obliczeń, w których oprócz surowców pochodzenia rolno-spożywczego uwzględniono osady ściekowe pozyskiwane z oczyszczalni ścieków (Tabela 8.12).

Tabela 8.12 Udział poszczególnych surowców w pokryciu zapotrzebowania energetycznego

Surowiec	Udział w zapotrzebowaniu na energię, %
Wytłoki owocowe	40
Osady ściekowe	35
Odpady po ubojowe	25

Tabela 8.13 przedstawia zapotrzebowanie na wybrane surowce energetyczne.

Tabela 8.13 Zapotrzebowanie poszczególnych surowców w pokryciu zapotrzebowania energetycznego

Rodzaj surowca	Łączne zapotrzebowanie na surowce, t/rok					
	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Wytłoki owocowe	97 752	97 752	293 255	391 007	488 759	488 759
Osady ściekowe	176 768	176 768	530 303	707 071	883 838	883 838
Odpady po ubojowe	40 013	40 013	120 038	160 051	200 064	200 064
Suma	314 532	314 532	943 597	1 258 129	1 572 661	1 572 661

Ocenia się, że ze wszystkich odpadów energetycznych pochodzenia roślinnego i zwierzęcego w województwie mazowieckim można pozyskać w kogeneracji 3 846 GWh/rok energii elektrycznej, z czego 3 719 GWh/rok z odpadów rolniczych i 127 GWh/rok z odpadów przetwórstwa rolno-spożywczego³⁷. Aby zapewnić odpowiednią ilość surowców niezbędnych do wytworzenia planowanej ilości energii z biogazowni konieczne będzie pozyskiwanie surowców z całego województwa mazowieckiego, sama otulina warszawy jest niewystarczająca.


8.5 Energetyka Morska Wiatrowa

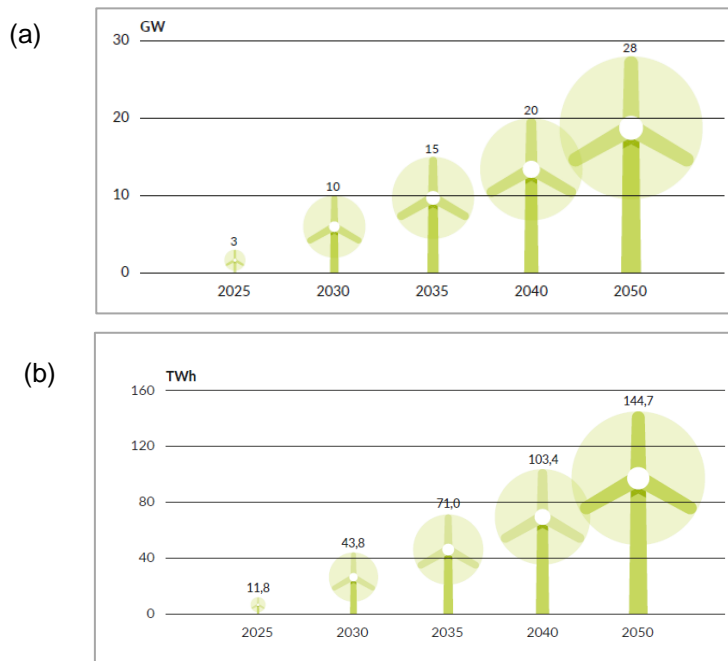
Na podstawie raportu BEMIP wydanego przez Komisję Europejską, zidentyfikowana i skumulowana moc na Morzu Bałtyckim przekracza 93 GW. W oparciu o modele warunków wiatrowych obiekty te mogłyby wygenerować 325 TWh/rok³⁸. W Polsce planowany rozwój i potencjał morskiej energetyki wiatrowej (MEW) prognozuje się na 20 GW w roku 2040 oraz 28 GW do roku 2050. Szacuje się, że produkcja energii elektrycznej w 2050 roku wyniesie 144,7 TWh/rok³⁹ (Rys. 8.12).

³⁷ *Uwarunkowania rozwoju biogazowni rolniczych w woj. mazowieckim*, Mazowieckie Biuro Planowania Regionalnego w Warszawie, ISSN 1896-6322, Warszawa 2015

³⁸ STUDY ON BALTIC OFFSHORE WIND ENERGY COOPERATION UNDER BEMIP Final Report ENER/C1/2018-456, Czerwiec 2019

³⁹ Raport Polskiego Stowarzyszenia Energetyki Wiatrowej pt: *Wizja dla Bałtyku. Wizja dla Polski. Rozwój morskiej energetyki wiatrowej w basenie Morza Bałtyckiego*. Wrzesień 2020.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 111/127



Rys. 8.12 Prognoza zainstalowanej mocy (a) oraz produkcji energii (b) z morskich farm wiatrowych do 2050 r. ⁴⁰


Tabela 8.14 Potencjał offshore dla Polski

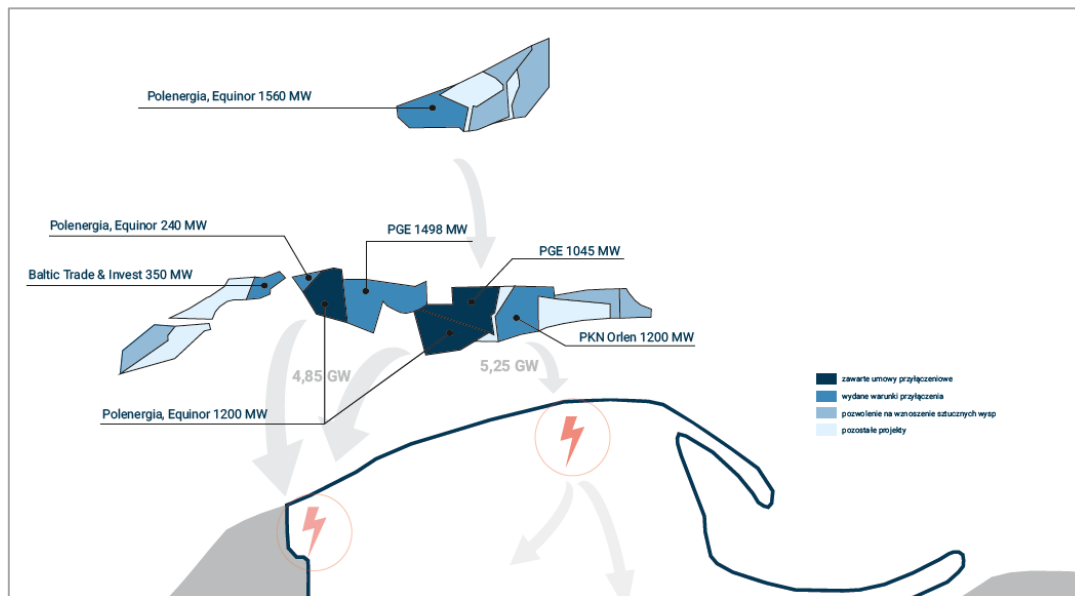
Technologia	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Całkowita moc zainstalowana w offshore, GW	3,0	10,0	15,0	20,0	b.d.	28,0
Całkowita produkcja energii elektrycznej z offshore, TWh/rok	11,8	43,8	71,0	103,4	b.d.	144,7

Z powyższych założeń wynika (Tabela 8.14), że z 1 MW zainstalowanego w MEW można wyprodukować 5167,8 MWh/rok energii elektrycznej. W odniesieniu do jednostkowej produkcji jest to ponad dwukrotnie więcej w porównaniu do energetyki wiatrowej zlokalizowanej na terenie otuliny warszawskiej.

Na poniższym rysunku (Rys. 8.13) przedstawiono planowane inwestycje morskie. Obecnie najbardziej zaawansowane projekty w tym względzie dotyczą Baltic II i Baltic III, realizowane przez Polenergię we współpracy z Equinorem oraz Grupy PGE.

⁴⁰ Raport Polskiego Stowarzyszenia Energetyki Wiatrowej pt: "Wizja dla Bałtyku. Wizja dla Polski. Rozwój morskiej energetyki wiatrowej w basenie Morza Bałtyckiego". Wrzesień 2020.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 112/127



Projekt morskich farm wiatrowych	PGE Baltica	POLENERGIA, Equinor	Baltic Power, ORLEN, NORTHLAND POWER
Moc zainstalowana, MW	2 543	1 440	1 200

Rys. 8.13 Planowane inwestycje morskie ⁴¹


Polska planuje inwestycje do roku 2050 i uzyskanie zainstalowanej mocy w wietrze na poziomie 28 GW i wolumenie produkcyjnym na poziomie 144,7 TWh/rok. Zapotrzebowanie na energię elektryczną do pokrycia w ramach tej technologii, w analizowanych modelach w skrajnym przypadku wynosi 4,7 TWh/rok co wynosi około 3,2% dostępnego wolumenu.

8.6 Gospodarka Obiegu Zamkniętego

Podstawowym założeniem koncepcji gospodarki obiegu zamkniętego (GOZ) jest minimalizacja zużycia zasobów surowcowych. Jednym ze sposobów jest dążenie do utrzymywania surowców w obiegu zamkniętym tak długo jak to tylko możliwe, aż do momentu kiedy surowiec staje się odpadem. W niniejszym podpunkcie przeanalizowano możliwość wytwarzania energii elektrycznej będącej wynikiem energetycznej utylizacji odpadów komunalnych i przemysłowych stanowiących jednocześnie paliwo odpadowe.

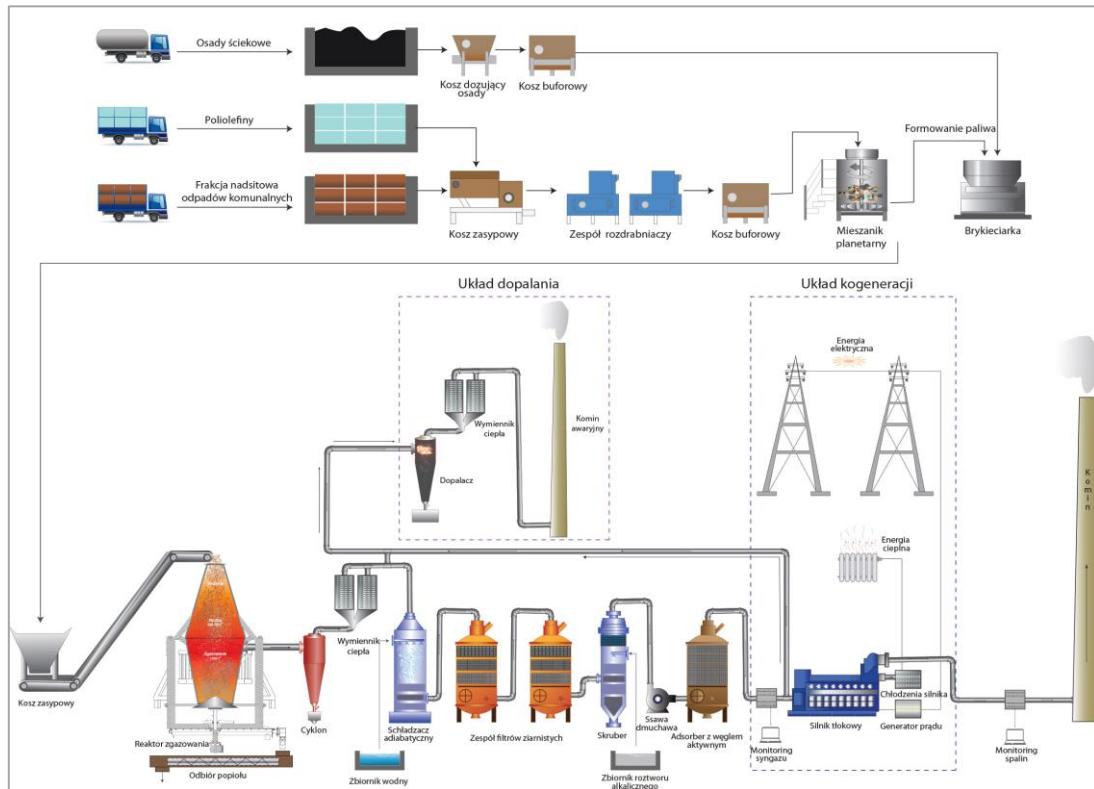
Wytwarzanie energii elektrycznej w ramach technologii opartej o GOZ w głównej mierze oparte jest na termicznym przekształcaniu odpadów.

⁴¹ Potencjał morskiej energetyki wiatrowej w Polsce i na Pomorzu 2020, Invest in Pomerania

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 113/127

Przykłady termicznej utylizacji odpadów:

1. Zgazowanie paliwa formowanego z odpadów komunalnych i osadów ściekowych oraz tworzyw sztucznych w procesie wytwarzania energii elektrycznej i ciepła w układzie skojarzonym (Rys. 8.14).



Rys. 8.14 Schemat technologii LIFETEC⁴²

⁴² <https://investeko.pl/technologie/>



**Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050
uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu**

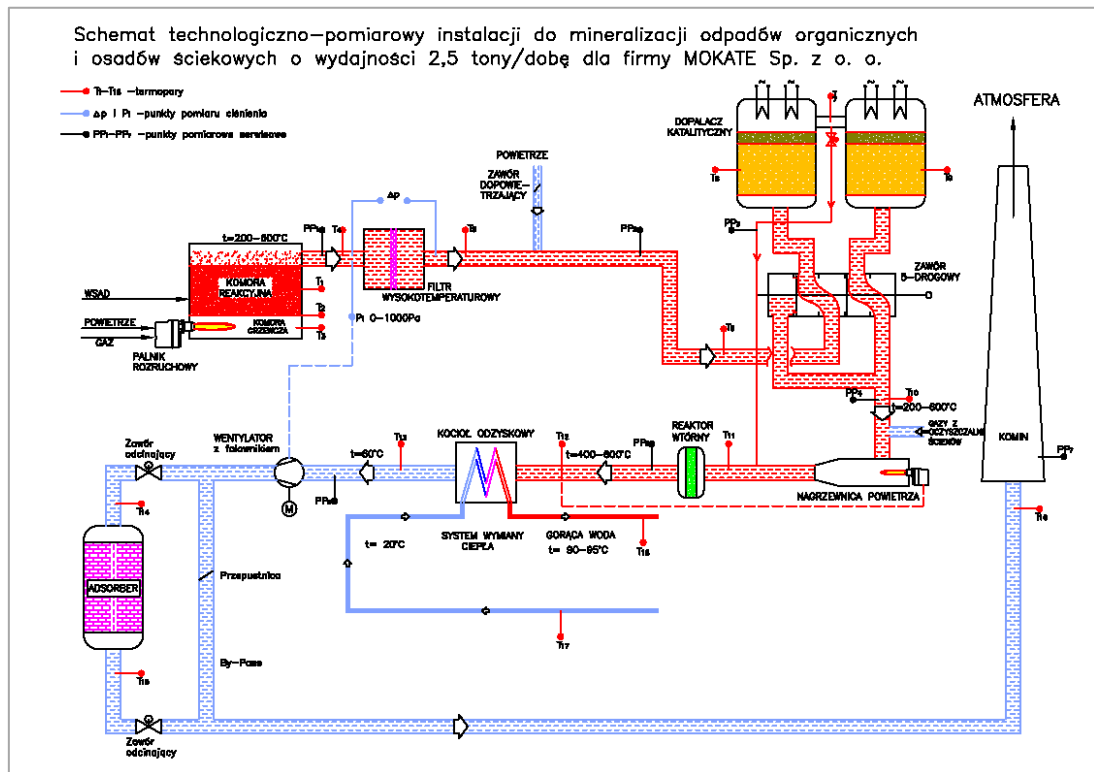
Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.

Nr ewidencyjny
190/TE/2022


Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
114/127

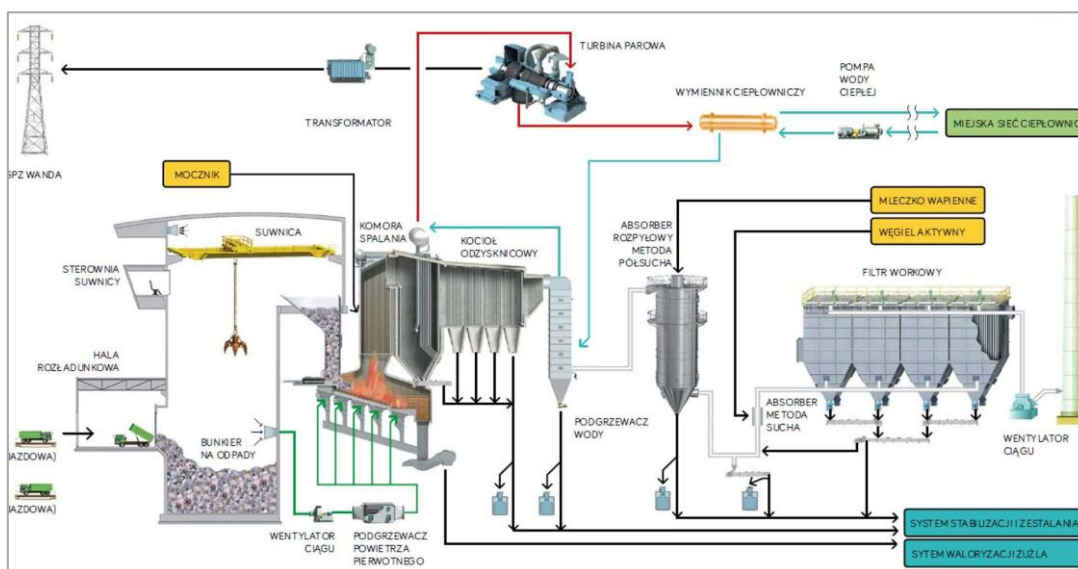
2. Mineralizacja odpadów organicznych -technologia C-GEN (Rys. 8.15)



Rys. 8.15 Schemat technologiczno- pomiarowy instalacji do mineralizacji odpadów organicznych i osadów ściekowych o wydajności 2,5 tony/dobę dla firmy MOKATE Sp z o.o.

	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 115/127

- Bezpośrednie spalanie paliwa odpadowego w kotle (np. w kotle rusztowym) w celu wytworzenia pary przegrzanej która w dalszym procesie rozprężana jest turbinie upustowo kondensacyjnej połączonej z generatorem. Dodatkowo turbina parowa poprzez upust zasila wymiennik ciepłowniczy (Rys. 8.16).



Rys. 8.16 Schemat technologiczno-funkcyjny spalarni w Krakowie.⁴³

Należy zaznaczyć, że z punktu widzenia zagospodarowania odpadów komunalnych technologia C-GEN stanowi konkurencję dla aktualnie rozbudowywanego Zakładu Unieszkodliwiania Stałych Odpadów Komunalnych w Targówku. Możliwości zastosowania technologii C-GEN zostaną przeanalizowane na podstawie weryfikacji dostępności paliwa odpadowego. Przyjęto założenie, że w pierwszej kolejności paliwo odpadowe trafia do Zakładu Unieszkodliwiania Stałych Odpadów Komunalnych w Targówku natomiast nadwyżka będzie mogła trafić do instalacji C-GEN.

A) Wytwarzanie energii elektrycznej w oparciu o technologie termicznej utylizacji odpadów komunalnych

W Warszawie szacowana ilość wytwarzanych odpadów komunalnych wynosi między 700⁴⁴-760⁴⁵ tys. ton. Zgodnie z ustawą z dnia 17 grudnia 2020 r. o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. 2020 poz. 2361) wprowadzona została konieczność przygotowania do ponownego użycia i recyklingu odpadów komunalnych.

Tabela 8.15 prezentuje wymagane poziomy (wagowy udział procentowy) recyklingu oraz ponownego użycia odpadów komunalnych.

⁴³ Wielgoński G., Czerwińska J. „Spalarnie odpadów komunalnych w Polsce”, Nowa Energia, nr 4(69)/2019

⁴⁴ <https://publicystyka.ngo.pl/recykling-rejs-na-polmetku> [dostęp: 27.04.2022]

⁴⁵ <https://warszawa19115.pl/-/rzetelnie-o-warszawskiej-gospodarce-odpadami> [dostęp: 18.05.2022]


	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 116/127

Tabela 8.15 Wymagane poziomy recyklingu⁴⁶

rok	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Udział recyklingu wagowo	20,00%	25,00%	35,00%	45,00%	55,00%	56,00%	57,00%	58,00%
rok	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Udział recyklingu wagowo	59,00%	60,00%	61,00%	62,00%	63,00%	64,00%	65,00%	65,00%
rok	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044
Udział recyklingu wagowo	65,00%	65,00%	65,00%	65,00%	65,00%	65,00%	65,00%	65,00%
rok	2045	2046	2047	2048	2049	2050		
Udział recyklingu wagowo	65,00%	65,00%	65,00%	65,00%	65,00%	65,00%		

Przyjmując jako średnią wartość odpadów komunalnych na poziomie 760 tys. ton oraz przy uwzględnieniu zapisów ustawy w zakresie wymaganego poziomu recyklingu, potencjał masowy do bezpośredniej utylizacji wyniesie w 2050 roku ok. 300 tys. ton (Tabela 8.16).


Tabela 8.16 Szacowna wielkość odpadów komunalnych możliwych do utylizacji

	2021	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Udział recyklingu, %	20,00%	55,00%	60,00%	65,00%	65,00%	65,00%	65,00%
Średnia ilość odpadów komunalnych, tys. ton	760,00	778,06	801,50	819,17	844,15	851,83	854,90
Liczba ludności, mln	1,978	2,025	2,086	2,132	2,197	2,217	2,225
Dostępna ilość odpadów do utylizacji, tys. ton	608,00	350,13	320,60	286,71	295,45	298,14	299,22

W Warszawie aktualnie trwa rozbudowa Zakładu Unieszkodliwiania Stałych Odpadów Komunalnych (ZUSOK), który zlokalizowany jest przy ul. Zabranieckiej 2 w Warszawie na terenie dzielnicy Targówek. Zakończenie inwestycji planowane jest na przełom 2023 i 2024 rok. ZUSOK będzie wyposażony w trzy niezależne linie technologiczne o łącznej wydajności 300 tys. ton rocznie. W ramach przekształcania zmieszanych odpadów komunalnych wytworzona zostanie rocznie energia elektryczna w ilości 100 GWh/rok oraz energia cieplna w ilości 200 GWh/rok⁴⁷. Biorąc powyższe pod uwagę, z pewnym przybliżeniem można założyć, że ilość generowanych odpadów komunalnych z uwzględnieniem wymaganego stopnia recyklingu pozwoli na dostarczanie wymaganej ilości odpadów do utylizacji dla tej instalacji. W związku z powyższym można przyjąć, że w ramach tej technologii (GOZ) możliwy potencjał do uzyskania jest równy planowanej produkcji instalacji w ZUSOK i wynosi 0,1 TWh/rok energii elektrycznej rocznie.

⁴⁶ Ustawa z dnia 17 grudnia 2020 r. o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz niektórych innych ustaw Dz.U. 2020 poz. 2361

⁴⁷ <https://um.warszawa.pl/-/prace-nad-rozbudowa-stolecznego-zusok-u-wkraczaja-w-kolejny-etap>

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p>Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 117/127</p>

B) Wytwarzanie energii elektrycznej w oparciu o technologie termicznej utylizacji osadów ściekowych. Jednym z elementów gospodarki obiegu zamkniętego jest zagospodarowanie osadów ściekowych.

W Warszawie funkcjonują 4 oczyszczalnie ścieków o wydajnościach odpowiednio⁴⁸:

- „Czajka” 400 tys. m³ ścieków/dobę
- „Południe” 60 tys. m³ ścieków/dobę
- „Pruszków” 36 tys. m³ ścieków/dobę
- „Dębe” 5 tys. m³ ścieków/dobę

Stacja Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych (STUOŚ), zlokalizowana na terenie Oczyszczalni „Czajka” w 2020 roku wyprodukowała 45 158 MWh/rok energii elektrycznej⁴⁹.

Podsumowanie potencjału obu technologii

Sumaryczny roczny potencjał wytwarzania energii elektrycznej w ramach GOZ szacowany jest rocznie na około 0,145 TWh/rok. W celu zaspokojenia zapotrzebowania na energię elektryczną z GOZ na poziomie 0,2 TWh/rok, odpady musiałyby zostać zaimportowane z gmin/powiatów otaczających miasto.

8.7 Podsumowanie potencjału OZE na potrzeby modelu


Na podstawie oceny potencjału i weryfikacji zaproponowanych poszczególnych technologii OZE stwierdza się, że wszystkie technologie mogą zostać w pełni zaimplementowane w ramach OZE dla miasta Warszawa i z dużym prawdopodobieństwem zagwarantują produkcję wymaganych wolumenów energii elektrycznej.

Potencjał w zakresie zaspokojenia potrzeb miasta na energię elektryczną z:

- Fotowoltaiki zlokalizowana na dachach i elewacjach budynków w mieście jest w stanie zaspokoić zapotrzebowanie na energię elektryczną na poziomie 70-100% (w zależności od przyjętych założeń dot. użytkowania dachów). Potencjał fotowoltaiki możliwej do zlokalizowania w otulinie miasta jest w stanie zapewnić wystarczający wolumen energii elektrycznej dla Warszawy i może stanowić uzupełnienie dla miasta w przypadku niewystarczającej liczby prosumenckich instalacji fotowoltaicznych - nawet dla najniższej oszacowanej wartości mocy zainstalowanej,
- Mikroźródła wiatrowe zlokalizowane w mieście są w stanie wygenerować 0,2 TWh/rok, co w całości pokrywa w 100% przewidziany wolumen energii elektrycznej przewidzianej dla tej technologii,
- Lądowa energetyka wiatrowa zlokalizowana na terenie otuliny warszawskiej jest w stanie zaspokoić przewidziany dla niej wolumen energii w modelu 3, a stosując farmy składające się

⁴⁸ Raport społecznej odpowiedzialności, Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w m.st. Warszawie Spółka Akcyjna, 2020

⁴⁹ *Ibidem*

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p>Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 118/127</p>

z 1 oraz 2 turbin wiatrowych można zwiększyć ich produkcję o ok 50% - należy pamiętać, że całość obliczeń została przeprowadzona przy założeniu zniesienia zasady „10H”,

- Biogazownie zlokalizowane na terenie otuliny warszawskiej są w stanie zapewnić wymagany wolumen produkcji energii elektrycznej, lecz mogą wymagać dostaw surowca z całego województwa mazowieckiego (potencjał samej otuliny miasta jest niewystarczający),
- Morska energetyka wiatrowa zlokalizowana na Bałtyku jest w stanie zapewnić wystarczający wolumen energii elektrycznej przewidziany dla miasta w modelu (zapotrzebowanie miasta stanowi zaledwie 3,2% potencjału morskiej energetyki wiatrowej dostępnego dla Polski).
- Gospodarka obiegu zamkniętego jest w stanie zapewnić przewidziany dla niej wolumen produkcji energii elektrycznej na poziomie 0,2 TWh, ale wymaga to sprowadzania części odpadów z poza miasta.



Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu

Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.

Nr ewidencyjny
190/TE/2022

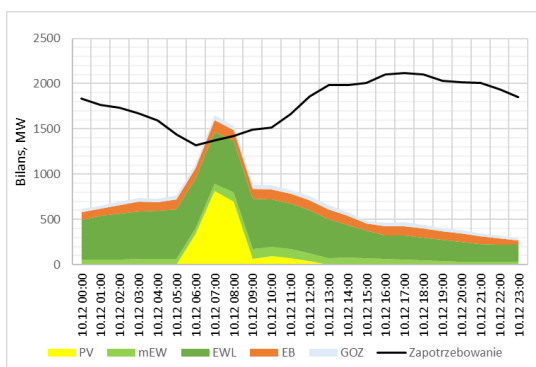
Miasto Stołeczne Warszawa

Strona/Stron
119/127

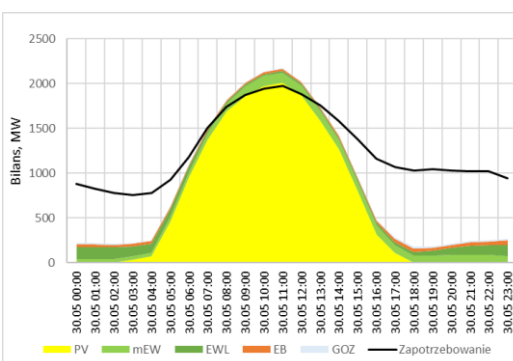
8.8 Bilans mocy elektrycznej dla Warszawy

W celu zobrazowania bilansu mocy dla Warszawy przedstawiono dobowy profil zapotrzebowania i produkcji z uwzględnieniem dodatkowych mocy dla zelektryfikowanego ciepłownictwa oraz transportu (model 3) na przykładzie dwóch dni, w których wystąpiło maksymalne zapotrzebowanie na moc elektryczną latem oraz zimą. Profil produkcji obejmuje tylko źródła OZE zlokalizowane na terenie miasta oraz otuliny (Rys. 8.17).

a) zima

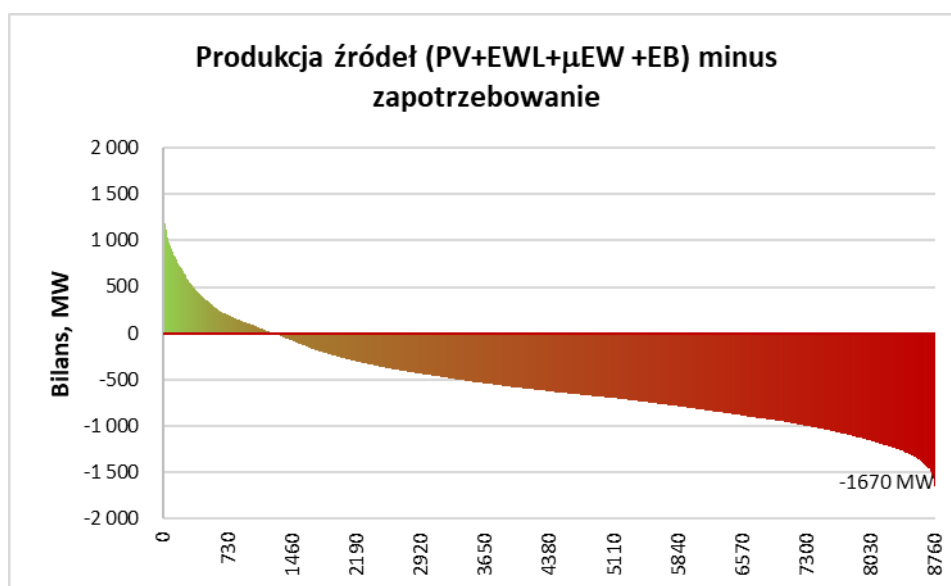


b) lato




Rys. 8.17 Bilans energii elektrycznej - zapotrzebowanie miasta oraz produkcja w zasobach lokalnych (miasto i otulina) dla modelu 3

Występujące niedobory mocy będą musiały być zbilansowane dostawami zewnętrznymi (EWM) oraz w dalszej kolejności z JREE/WEK. Maksymalny niedobór w skali roku wynosi ok. 1670 MW (Rys. 8.18).



Rys. 8.18 Uporządkowany bilans mocy – model 3 w 2050 roku

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 120/127</p>

Z analizy przeprowadzonej z wykorzystaniem profili szacowanego zapotrzebowania na energię elektryczną w elektroprosumeryzmie w roku 2050 oraz z uwzględnieniem profili produkcji rozproszonych źródeł OZE (PV, μ EW), które redukują potrzebę rozwoju sieci elektroenergetycznej ze względu na lokalne wykorzystanie wytworzonej energii (autokonsumpcja) wynika, że maksymalna moc, która musi być wytworzona z KSE/JREE lub wyprodukowana poza miastem, nie ulega zmniejszeniu w wyniku powstania instalacji OZE na terenie miasta. Wynika to z niedopasowania profili produkcji pomp ciepła względem profili produkcji źródeł PV. Jest to potencjał do kształtowania profili zapotrzebowania na energię elektryczną poprzez magazyny energii lub zmianę zachowań użytkowników sieci (ukierunkowanie na maksymalizację autokonsumpcji).

Przyjmując racjonalną pojemność magazynów energii wynikającą z analizy ekonomicznej oraz zakładając, że ich rola będzie związana z ograniczaniem konieczności rozwoju sieci dystrybucyjnych oszacowano, że pojemność powinna wynosić 2,7 GWh (model 3 w 2050 roku.)

Dopuszcza się zastosowanie magazynów energii o większej pojemności ale wymagałoby to przeprowadzenia analizy rozptywowej i ekonomicznej.

Określenie wpływu źródeł OZE na poszczególne punkty sieci (zmiana kierunków rozptywu wynikająca z lokalizacji poszczególnych źródeł OZE i tym samym zmiana obciążenia poszczególnych fragmentów sieci) byłoby możliwe dopiero po przeprowadzeniu szczegółowej analizy rozptyłów energii uwzględniając proces przyłączania kolejnych źródeł do sieci. Również w tym przypadku istnieje możliwość zintensyfikowania wykorzystania sieci poprzez zmianę sposobu użytkowania energii.

8.9 Koszty implementacji modelu

W ramach etapu III „Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu” przeanalizowano przyszłe koszty związane z zaopatrzeniem mieszkańców Warszawy w ciepło, energię elektryczną oraz koszty zapewnienia transportu. Dokonano porównania prognozowanych kosztów transformacji energetycznej w modelu 0 (BAU – business as usual) oraz w modelu 3.

Tabela 8.17 zawiera zbiorcze zestawienie wyników przeprowadzonej analizy porównawczej kosztów oraz analizy metodą DGC dla obu modeli transformacji w okresach 2023-2030 oraz 2023-2050.



	Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.	Nr ewidencyjny 190/TE/2022
	Miasto Stołeczne Warszawa	Strona/Stron 121/127

Tabela 8.17 Wyniki porównania kosztów

	Wyszczególnienie	Model 0	Model 3
Wyniki porównania pod kątem ekonomicznym (2023-2030)			
A.	Łączna wartość kosztów (mln zł)	123 333 mln zł	124 865 mln zł
B.	Łączna zdyskontowana wartość kosztów (mln zł)	100 208 mln zł	101 388 mln zł
C.	Zdyskontowany efekt ilościowy, tj. liczba mieszkańców zaopatrzonych w ciepło i energię elektryczną oraz z zapewnionym transportem (mln osób)	17,091 mln osób	17,091 mln osób
D.	DGC [zł/os./rok] (B/C)	5 863 zł/os./rok	5 932 zł/os./rok
Wyniki porównania pod kątem ekonomicznym (2023-2050)			
E.	Łączna wartość kosztów (mln zł)	449 237 mln zł	413 153 mln zł
F.	Łączna zdyskontowana wartość kosztów (mln zł)	255 287 mln zł	241 446 mln zł
G.	Zdyskontowany efekt ilościowy, tj. liczba mieszkańców zaopatrzonych w ciepło i energię elektryczną oraz z zapewnionym transportem (mln osób)	37,804 mln osób	37,804 mln osób
H.	DGC [zł/os./rok] (G/H)	6 753 zł/os./rok	6 387 zł/os./rok


Z powyższej tabeli wynika, że do 2030 roku w modelu 0 łączna zdyskontowana wartość kosztów wyniesie 100 208 mln zł, a w przypadku modelu 3 wartość ta wyniesie 101 388 mln zł czyli jest o 1,2% większa niż dla modelu 0. Do roku 2050 ww. wartości wynoszą dla modelu 0 i 3 odpowiednio 255 287 mln zł i 241 446 mln zł. Wartość dla modelu 3 jest niższa o 5,4%.

Porównanie wyników przeprowadzonej analizy kosztów pozwala stwierdzić, że analizowane modele transformacji różnią się poziomem kosztów. Model 3 jest rozwiązaniem przy którym łączny koszt jest niższy niż w modelu 0 w horyzoncie roku 2050, lecz droższym w horyzoncie roku 2030.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 122/127</p>


9 Wnioski i rekomendacje

1. W całym okresie analizy (2020 – 2050 r.) zapotrzebowanie na ciepło w obu analizowanych modelach 3 oraz 3a, ze względu na szybszą i głębszą termomodernizację budynków, jest mniejsze aniżeli w modelu 0 (BAU). Ze względu na zwiększoną substytucję produkcji ciepła energią elektryczną, modele 3 oraz 3a charakteryzują się znacznie większym zużyciem energii elektrycznej na potrzeby ciepłownicze w porównaniu do modelu 0 (BAU).
2. Przyspieszenie procesu pasywizacji budynków jest priorytetem. Konieczne jest wypracowanie w ramach możliwości samorządu mechanizmów wzmacniających nacisk na tempo zmian w zakresie pasywizacji zasobów budynkowych. Odrębną kwestią jest pasywizacja budynków objętych ochroną konserwatorską – budynki te wymagają indywidualnego podejścia.
3. W zakresie przyspieszenia pasywizacji budownictwa zaleca się:
 - zaostrzenie warunków technicznych dla nowo budowanych budynków (obecnie standard WT2021) – najlepiej w celu uzyskania zeroemisyjności (poprzez lobbowanie na rzecz zmiany prawa);
 - przeprowadzenie badań w celu ustalenia współczynników dla termomodernizacji budynków w zależności od funkcji, materiału budowlanego oraz roku powstania;
 - wsparcie procesów transformacji energetycznej obiektów zabytkowych poprzez zobowiązanie konserwatora zabytków do wypracowania katalogu odnawialnych źródeł energii dopuszczającego zastosowanie w obiektach zabytkowych.
4. Analiza wytwarzania ciepła do ogrzewania Warszawy w kontekście zastosowania różnych form elektryfikacji ciepłownictwa wykazała zwiększone zużycie energii elektrycznej w przypadku modelu 3a (w którym zasymulowano stosowanie pomp ciepła współpracujących z kotłami indukcyjnymi) w porównaniu do modelu 3.
5. Wprowadzenie w życie modelu 3a wymagałoby znacznie większych mocy przyłączeniowych związanych z elektryfikacją ciepłownictwa (o ok. 60% względem modelu 3). Moc przyłączy związanych z elektryfikacją w 2050 r. musiałaby w modelu 3 wzrosnąć do poziomu 1 GW, natomiast w modelu 3a do poziomu 1,7 GW.
6. Oba analizowane modele wytwarzania ciepła do ogrzewania (model 3 oraz 3a) w horyzoncie 2050 r. charakteryzują się o wiele głębszą redukcją łącznej emisji CO₂ aniżeli redukcja jaka miałaby miejsce w przypadku modelu 0 (BAU).
7. Model 3a w 2050 r. ze względu na zwiększone zużycie energii elektrycznej prezentuje minimalnie wyższe wartości emisji CO₂ (0,31 mln ton CO₂/rok) względem scenariusza z modelem 3 (0,30 mln ton CO₂/rok), w którym elektryfikacja ciepłownictwa wykorzystuje tylko i wyłącznie pompy ciepła. Oba scenariusze na tle modelu 0 (BAU) prezentują się bardzo korzystnie. Ich zmaterializowanie pozwoliłoby obniżyć łączną emisję CO₂ aż o 97% względem emisji zanotowanej w roku 2020 r. Transformacja w modelu 0 (BAU) pozwala na obniżenie tego wskaźnika tylko o 68%.
8. W związku z wykazanymi powyżej czynnikami stwierdza się, że model 3 jest bardziej korzystny od modelu 3a. Oznacza to, że elektryfikacja ciepłownictwa w Warszawie powinna być


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p>Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 123/127</p>

realizowana w oparciu o technologie pomp ciepła instalowanych indywidualnie w budynkach (model 3).

9. Zdaniem Wykonawcy należy promować pompy ciepła jako źródło pierwszego wyboru do zabezpieczenia potrzeb cieplnych nowobudowanych obiektów, nawet w sytuacji gdy obiekty te znajdują się w zasięgu sieci ciepłowniczej. Zatem w opinii Wykonawcy sieć ciepłownicza powinna być, jeśli to możliwe, źródłem drugiego wyboru.
10. W zakresie zabezpieczenia potrzeb cieplnych mieszkańców istniejących budynków należy postawić na upowszechnianie pomp ciepła. Dla miasta oznaczałoby to wdrożenie programów promujących tą technologię.
11. Produkcję energii z OZE oraz jej zużywanie na własne potrzeby mają w Polsce wspierać liczne mechanizmy - spółdzielnia energetyczna, prosument zbiorowy, prosument wirtualny, linia bezpośrednia. Zachęcają one, poprzez korzyści finansowe, osoby prywatne, instytucje, firmy itd., do budowy źródeł wytwórczych w celu zaspokojenia własnych potrzeb energetycznych.
12. Aktualne przepisy prawa uniemożliwiają m.st. Warszawie oraz podmiotom działającym na jego terenie tworzenie spółdzielni energetycznych. W zakresie linii bezpośrednich występują narzędzia prawne pozwalające na ich stosowanie, jednak na dzień opracowania raportu nie wydano w Polsce ani jednej decyzji pozwalającej na budowę tego typu linii.
13. Ze względu na rodzaj zabudowy Miasta (wiele budynków wielorodzinnych oraz biurowców) bardzo korzystnym rozwiązaniem jest prosument zbiorowy. Należy w tym zakresie maksymalnie wykorzystać możliwości zaoferowane przez obowiązujące prawo.
14. Prosument wirtualny również może stanowić cenne rozwiązanie w przypadku Miasta, jednak pewnego rodzaju ograniczeniem jest to, iż większość Warszawy ma energię elektryczną dostarczaną przez spółkę Stoen Operator, która ma koncesję na dystrybucję energii elektrycznej wyłącznie na terenie m.st. Warszawy oraz na terenach gmin otuliny Warszawy (źródło musi być w tej samej sieci dystrybucyjnej co odbiorca).
15. Na terenie m.st. Warszawy należy dążyć do maksymalizacji stopnia autokonsumpcji energii elektrycznej wytworzonej w lokalnych źródłach OZE.
16. Zaleca się lobbowanie w celu umożliwienia zakładania spółdzielni energetycznych na terenie miast.
17. Rekomenduje się ustanowienie obowiązku sytuowania odnawialnych źródeł energii w celu pokrycia fragmentu zapotrzebowania co najmniej części wspólnych budynków wielorodzinnych oraz nieruchomości niemieszkalnych.
18. Model 3 ze względów techniczno-ekonomicznych nie osiąga 100% OZE w produkcji energii elektrycznej (tylko 97%). Wynika to z potrzeby bilansowania systemu elektroenergetycznego w zakresie, którego nie są w stanie zapewnić bateryjne magazyny energii oraz praca elektrociepłowni na potrzeby sieci ciepłowniczej.
19. Możliwe, że wraz z rozwojem technologii wytwarzania zielonych gazów (biometan, zielony wodór) zasadnym będzie zastąpienie paliw kopalnych domykających bilans energetyczny energią odnawialną (zielone gazy).


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 124/127</p>

20. Potencjał fotowoltaiki zlokalizowanej na warszawskich budynkach (powierzchnie dachowe i elewacje budynków wysokich) jest wystarczający do pokrycia potrzeb energetycznych, które w miksie wytwórczym w modelu 3 przypisano do technologii PV (w przypadku możliwości wykorzystania odpowiedniego dużego odsetka powierzchni dachowych). Potencjał fotowoltaiki na terenie otuliny jest w stanie zaspokoić potrzeby energetyczne miasta nawet w przypadku braku instalacji fotowoltaicznych na terenie miasta.
21. Potencjał mikroźródeł wiatrowych zlokalizowanych na dachach budynków wielorodzinnych w Warszawie jest niezbyt duży (szacowany na ok. 0,2 TWh/rok) jednak wystarczający, aby w 2050 r. zaspokoić przyjęte w modelu 3 potrzeby do pokrycia przez tą technologię.
22. Kolejnym lokalnym (choć już nie w skali samego miasta) źródłem energii elektrycznej są lądowe farmy wiatrowe zlokalizowane w otulinie warszawskiej, które w przypadku liberalizacji zasady odległościowej będą w stanie zabezpieczyć wolumen rządu 2,2 TWh/rok (w 2050 r.).
23. Technologie biogazowe przewidziane do zastosowania w modelu 3 i mające zabezpieczać w 2050 r. wolumen rządu 0,5 TWh/rok nie znajdą na terenie otuliny warszawskiej wystarczającej ilości surowca do procesu produkcji biogazu. Ocenia się, że obszar pozyskiwania wsadu będzie musiał być rozszerzony na teren województwa mazowieckiego.
24. W zakresie morskich farm wiatrowych, mających zabezpieczać w 2050 r. ok. 43% potrzeb energetycznych, problemem nie jest wolumen niezbędny do zakontraktowania (stanowiący około 3,2% potencjału krajowych morskich farm wiatrowych w 2050 r.), lecz możliwości jego przesyłania do miasta.
25. Możliwości zastosowania technologii opartych o paliwa odpadowe (np. C-GEN) są mocno ograniczone ze względu na dostępność surowca, który będzie w pierwszej kolejności zasilał zakład ZUSOK w dzielnicy Targówek.
26. Miasto Warszawa nie jest w stanie zaspokoić swojego zapotrzebowania na energię elektryczną w 2050 r. w oparciu o źródła OZE zlokalizowane na terenie miasta oraz otuliny, dlatego 43% energii elektrycznej pochodziłaby z morskich farm wiatrowych, a brakujące 3% z WEK.
27. Przyjmując racjonalną pojemność magazynów energii wynikającą z analizy ekonomicznej oraz zakładając, że ich rola będzie związana z ograniczaniem wpływu źródeł OZE na sieć dystrybucyjną oszacowano, że pojemność ta powinna wynosić 2,7 GWh (model 3 w 2050 r.).
28. Do 2030 r. skumulowane koszty modelu 3 (125 mln zł) są wyższe niż dla modelu 0 (123 mln zł), a do 2050 r. skumulowane koszty są niższe dla modelu 3 (413 mln zł) niż dla modelu 0 (449 mln zł).


	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p>Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 125/127</p>

10 Bibliografia

- [1] WYTYCZNE do opracowania (do budowy) „Modelu energetycznego dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniającego warunki elektroprosumeryzmu”
- [2] Polityka energetyczna m.st. Warszawy do 2020 r. (uchwała nr LXIX/2063/2006 Rady m.st. Warszawy z dnia 27.02.2006 r.)
- [3] Warszawski Panel Klimatyczny – raport z realizacji, Warszawa 2021r. źródło: <https://eko.um.warszawa.pl/documents/63448/21693347/Warszawski+Panel+Klimatyczny+-+raport+z+realizacji.pdf/7564980b-b2ad-0dbc-32e3-87e8a4a34dbd?t=1634497734004> [dostęp: 21.10.2021]
- [4] Strategia rozwoju miasta stołecznego Warszawy do 2030 roku #Warszawa2030 – uchwała nr LXVI/1800/2018 Rady m.st. WARSZAWY z dnia 10 maja 2018 r.;
- [5] Analiza procesu wdrażania „Polityki energetycznej m.st. Warszawy do 2020 r.” ZRÓWNOWAŻONA KARTA WYNIKÓW. Wykonanie za rok 2019; Warszawa, grudzień 2020 roku;
- [6] Założenia do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla m.st. Warszawy – uchwała nr XXXV/1074/2020 Rady m.st. Warszawy z dnia 27 sierpnia 2020 r.;
- [7] Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego m.st. Warszawy – aktualna wersja tekstu i rysunków studium dostępna jest w Biuletynie Informacji Publicznej. Tekst stanowi załącznik nr 1, a rysunki - załącznik nr 2 do uchwały nr LXII/1667/2018 Rady m.st. Warszawy z dnia 1 marca 2018 r. oraz wyniki bieżących prac prowadzonych w ramach przygotowywanej nowelizacji Studium przez Miejską Pracownię Planowania Przestrzennego i Strategii Rozwoju;
- [8] Strategia adaptacji do zmian klimatu dla m.st. Warszawy do roku 2030 z perspektywą do roku 2050, przyjęta Uchwała rady m.st. Warszawy - Uchwała nr XV/339/2019 z dnia 4 lipca 2019 r.;
- [9] Wieloletnia Prognoza Finansowa m.st. Warszawy na lata 2021-2050 - uchwała Rady m.st. Warszawy nr XXXVII/1129/2020 z dn. 24.09.2020 r.;
- [10] Plan budowy ogólnodostępnych stacji ładowania pojazdów elektrycznych na obszarze m.st. Warszawy – uchwała nr XLI/1264/2020 z dnia 3 grudnia 2020 r.;
- [11] Wieloletni Plan Rozwoju i Modernizacji Urządzeń Wodociągowych i Urządzeń Kanalizacyjnych Miejskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji w m.st. Warszawie S.A. na lata 2021-2028 dotyczący miasta stołecznego Warszawy, gmin: Michałowice, Nieporęt, Raszyn, Serock, Wieliszew oraz miast Piastów i Pruszków – uchwała nr XLIII/1309/2021 Rady m.st. Warszawy z dnia 14 stycznia 2021 r.;
- [12] Program ochrony środowiska dla m.st. Warszawy na lata 2021-2024 – projekt; Warszawa 2021;
- [13] Mapa drogowa wdrażania rekomendacji Warszawskiego Panelu Klimatycznego;
- [14] Projekt Zielonej wizji Warszawy/Green City Action Plan (GCAP) lub też wyniki prac nad tym dokumentem dostępne w trakcie realizacji Przedmiotu Umowy.
- [15] Ustawa z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym (Dz.U.2020.713 j.t. ze zmianami);

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p align="center">Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p align="center">Strona/Stron 126/127</p>

- [16] Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U.2020.293 j.t. ze zmianami);
- [17] Polityka energetyczna Polski do 2040 r. – przyjęta przez Radę Ministrów w dniu 2 lutego 2021 r. wraz z ewentualnymi zmianami;
- [18] Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz.U.2020.833 j.t. ze zmianami);
- [19] Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych (Dz.U.2020.981 j.t. ze zmianami);
- [20] Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz.U.2020.261 j.t. ze zmianami);
- [21] Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej (Dz.U.2020.264 j.t. ze zmianami);
- [22] Ustawa z dnia 8 grudnia 2017 r. o rynku mocy (Dz.U.2020.247 j.t. ze zmianami);
- [23] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U.2020.1333 j.t. ze zmianami);
- [24] Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz o centralnej ewidencji emisyjności budynków (Dz.U.2020.22 j.t. ze zmianami);
- [25] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U.2020.1219 j.t. ze zmianami);
- [26] Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U.2020.797 j.t. ze zmianami);
- [27] Ustawa z dnia z dnia 17 grudnia 2020 r. o promowaniu wytwarzania energii elektrycznej w morskich farmach wiatrowych (Dz.U. 2021 poz. 234);
- [28] Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych (Dz.U.2020.1233 j.t. ze zmianami);
- [29] Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. 2021.110 j.t. ze zmianami);
- [30] Plany rozwoju przedsiębiorstw energetycznych funkcjonujących na terenie i na rzecz m.st. Warszawy, w zakresie produkcji, dystrybucji i przesyłu energii i paliw m.in. pod kątem zaspokojenia potrzeb energetycznych wynikających z Założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla m.st. Warszawy – uchwała nr XXXV/1074/2020 Rady m.st. Warszawy z dnia 27.08.2020 r.;
- [31] Szargut J.: Exergy metod – Technical and ecological applications. WIT-Press 2005.
- [32] Szargut J.: Egzergia. Poradnik obliczania i stosowania. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007.
- [33] Stanek W.: Analiza egzergetyczna w teorii i praktyce. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2016.
- [34] Stanek W. (Edytor): Thermodynamics for Sustainable Management of Natural Resources. Wydawnictwo SPRINGER 2017.
- [35] Stanek W., Gładysz P., Czarnowska L., Simla T.: Thermo-Ecology Exergy as a Measure of Sustainability. ELSEVIER 2019.

	<p align="center">Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu</p> <p align="center">Część III Suplement. Warszawski Panel Klimatyczny.</p>	<p>Nr ewidencyjny 190/TE/2022</p>
	<p align="center">Miasto Stołeczne Warszawa</p>	<p>Strona/Stron 127/127</p>

- [36] Kalina J., Stanek W.: Integracja systemowa technologii akumulacji energii elektrycznej. *Energetyka* 2020 nr 7 s. 303-315.
- [37] Projekt Planu Rozwoju innowy Stoen Operator Sp. z o.o. na lata 2020-2025.
- [38] PSE: Plan rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2021-2030.
- [39] Szymalski, W.: *Perspektywa ograniczenia emisji gazów cieplarnianych z transportu w metropolii – przypadek Warszawy*. In: Gajewski, J. & Paprocki, W. *Polityka klimatyczna i jej realizacja w pierwszej połowie XXI wieku*. P. 158-177. Sopot: Centrum Myśli Strategicznych. 2020. Available at: https://www.efcongress.com/wp-content/uploads/2020/10/Klimat_internet-zmniejszony.pdf
- [40] Szymalski W.: *Energy and CO2 emissions intensity of passenger transport means in Warsaw*, in: *Transport Problems 2020 – Proceedings of XII International Scientific Conference*, Silesian University of Technology, Katowice, 2021.
- [41] Urząd Regulacji Energetyki: *Informacja na temat planów inwestycyjnych w nowe moce wytwórcze w latach 2020-2034*, czerwiec 2021 r.