



POLSKI KOMITET  
NORMALIZACJI  
I MIAR

**Elektroenergetyczne  
i sygnalizacyjne  
linie kablowe**  
Projektowanie i budowa

PN-76  
E-05125

Zamiast  
PN-67/E-05125

Grupa katalogowa 0602

Power and signalling cable lines  
Designing and construction

Lignes de câble d'énergie électrique  
et de signalisation  
Etablissement et construction

Силовые и сигнальные  
кабельные линии  
Проектирование и постройка

**SPIS TREŚCI**

**1. WSTĘP**

- 1.1. Przedmiot normy
- 1.2. Zakres stosowania normy
- 1.3. Określenia

**2. POSTANOWIENIA OGÓLNE**

- 2.1. Własności urządzeń i materiałów
- 2.2. Wybór trasy kabla
- 2.3. Dobór kabla
- 2.4. Ochrona kabla
- 2.5. Układanie kabli
- 2.6. Łączenie, odgałęzienie i zakończenie kabli
- 2.7. Oznaczenie linii kablowych

**3. UKŁADANIE KABLI W ZIEMI**

- 3.1. Układanie kabli bezpośrednio w ziemi
- 3.2. Układanie kabli w rurach i blokach umieszczonych w ziemi

**4. UKŁADANIE KABLI W KANAŁACH I TUNELACH**

- 4.1. Postanowienia ogólne
- 4.2. Odległość między kablami
- 4.3. Rozmieszczenie kabli
- 4.4. Umocowanie kabli
- 4.5. Odległości między miejscami zamocowania lub zawieszenia kabla
- 4.6. Skrzyżowania
- 4.7. Prowadzenie w kanałach i tunelach kabli i rurociągów

**5. UKŁADANIE KABLI NA MOSTACH, MOLACH,  
NADBRZEŻACH I POMOSTACH KABLOWYCH**

- 5.1. Postanowienia ogólne

- 5.2. Sposoby układania kabli
- 5.3. Łączenie kabli

**6. UKŁADANIE KABLI W BUDYNKACH**

- 6.1. Postanowienia ogólne
- 6.2. Sposoby układania kabli
- 6.3. Wprowadzenie kabli do budynków
- 6.4. Przejście kabli przez ściany i stropy
- 6.5. Odległości między kablami
- 6.6. Odległości między miejscami zamocowania lub zawieszenia kabli
- 6.7. Skrzyżowanie kabli z innymi kablami i przewodami
- 6.8. Odległości kabli od rurociągów
- 6.9. Pomieszczenia kablowe w budynkach
- 6.10. Szyby kablowe

**7. BADANIA**

- 7.1. Rodzaje badań
- 7.2. Sprawdzenie kabli i osprzętu kablowego
- 7.3. Sprawdzenie linii kablowej po ułożeniu
- 7.4. Sprawdzenie ciągłości żył (roboczych i powrotnych) oraz zgodności faz
- 7.5. Pomiar oporu izolacji
- 7.6. Próba napięciowa izolacji
- 7.7. Ocena wyników badań linii kablowej

**INFORMACJE DODATKOWE**

1. Instytucja opracowująca normę
2. Istotne zmiany w stosunku do PN-67/E-05125
3. Normy i dokumenty związane
4. Autorzy projektu normy

Zgłoszona przez Ministerstwo Górnictwa i Energetyki  
Ustanowiona przez Polski Komitet Normalizacji i Miar dnia 7 czerwca 1976 r.  
jako norma obowiązująca w zakresie czynności określonych normą od dnia 1 stycznia 1977 r.  
(Dz. Norm. i Miar nr 18/1976 poz. 63)  
Przedruk dozwolony tylko za zgodą Polskiego Komitetu Normalizacji, Miar i Jakości



## 1. WSTĘP

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy jest projektowanie i budowa elektroenergetycznych linii kablowych prądu stałego i przemiennego napięcia znamionowe nie przekraczające 110 kV z linii kablowych sygnalizacyjnych.

**1.2. Zakres stosowania normy.** Normę należy stosować przy projektowaniu, budowie i przebudowie linii kablowych wykonanych kablami elektroenergetycznymi i sygnalizacyjnymi.

Norma nie stosuje się przy budowie linii układanych w torze, na obiektach pływających, na taborze trakcyjnym i bezszynowej oraz doświadczalnych linii kablowych; w kopalniach zaś podziemnych i odkrywkowych oraz w tunelach zbiorczych nie stosuje się tylko tych postanowień normy, które są zmienione postanowieniami dla tych kopalń lub zarządzeniem nr 11 MAGTiOŚ w tuneli zbiorczych.

### 1.3. Określenia

**1.3.1. Linia kablowa** — kabel wielożyłowy lub zespół kabli jednożyłowych w układzie wielofazowym albo kilka kabli jedno- lub wielożyłowych ułożonych równolegle, łącznie z osprzętem, ułożone na wspólnej trasie i łączące zaciski tych samych dwóch urządzeń elektrycznych jedno- lub wielofazowych albo jedno- lub wielobiegunowych.

**1.3.2. Trasa kablowa** — pas terenu lub przebieg, którego osią symetrii jest linia prosta, łamana lub falista, łącząca dwa lub więcej urządzeń elektrycznych, w którym ułożone są jedna lub więcej linii kablowych.

**1.3.3. Napięcie znamionowe linii ( $U$ )** — napięcie znamionowe przewodowe w przypadku prądu przemiennego lub międzybiegunowe w przypadku prądu stałego, na które linia kablowa jest zbudowana.

**1.3.4. Osprzęt elektroenergetycznych linii kablowych** — zbiór elementów przeznaczonych do łączenia, rozgałęziania lub zakończenia kabli, np. kołki, głowice, złączki, końcówki.

**1.3.5. Odległość między przedmiotami** — odległość między punktami przedmiotów najbliższej sobie położonymi, np. odległość kabla od innego kabla lub rurociągu.

**1.3.6. Odległość pozioma między przedmiotami** — odległość między rzutami poziomymi przedmiotów.

**1.3.7. Odległość pionowa między przedmiotami** — odległość między rzutami pionowymi przedmiotów.

**1.3.8. Skrzyżowanie** — takie miejsce na trasie kablowej, w którym jakakolwiek część rzutu pionowego linii kablowej przecina lub pokrywa jakakolwiek część rzutu poziomego innej linii

kablowej lub innego urządzenia podziemnego albo naziemnego, np. rurociągu, toru kolejowego, drogi, wody żeglownej lub spławnej.

**1.3.9. Zbliżenie** — takie miejsce na trasie linii kablowej, w którym odległość między linią kablową a inną linią kablową, urządzeniem podziemnym lub drogą komunikacyjną itp. jest mniejsza niż odległość dopuszczalna dla danych warunków układania bez stosowania przegród lub osłon zabezpieczających i w którym nie występuje skrzyżowanie.

**1.3.10. Osłona kabla** — konstrukcja przeznaczona do ochrony kabla przed uszkodzeniami mechanicznymi, chemicznymi i działaniem łuku elektrycznego. Rozróżnia się następujące rodzaje osłon:

a) przykrycie — osłona ułożona nad kablem w celu ochrony przed mechanicznym uszkodzeniem od góry,

b) przegroda — osłona ułożona wzdłuż kabla w celu oddzielenia go od sąsiedniego kabla lub od innych urządzeń,

c) osłona otaczająca — osłona nie dzielona lub dzielona, chroniąca kabel ze wszystkich stron,

d) osłona otwarta — osłona chroniąca kabel z jednej, dwóch lub trzech stron.

**1.3.11. Blok kablowy** — osłona otaczająca kabla stanowiąca całość konstrukcyjną, mająca dwa lub więcej otworów, z których każdy jest przeznaczony do wciągnięcia jednego kabla.

**1.3.12. Pomieszczenie kablowe** — pomieszczenie w budynku przeznaczone do ułożenia kabli na podłodze, na ścianach lub na specjalnych konstrukcjach w celu ich rozprowadzenia pod pomieszczeniami rozdzielnic, nastawni, sterowni itp. lub obok tych pomieszczeń.

**1.3.13. Kanał kablowy** — kanał w ścianie, stropie, podłodze lub w ziemi przykryty płytami zdejmowanymi zupełnie lub częściowo, przeznaczony do układania kabli, nie przystosowany do poruszania się obsługi w jego wnętrzu.

**1.3.14. Tunel kablowy** — tunel przeznaczony do układania w nim kabli i przystosowany do poruszania się obsługi w jego wnętrzu.

**1.3.15. Szyb kablowy** — wydzielony obudowany pionowy szyb łączący więcej niż dwie kondygnacje budynku, przeznaczony do ułożenia w nim kabli.

**1.3.16. Pomost kablowy (estakada)** — konstrukcja naziemna przeznaczona do układania tylko kabli lub kabli oraz innych instalacji i urządzeń technologicznych.

**1.3.17. Drabinka kablowa** — konstrukcja wsporcza w formie drabinki przeznaczona do układania kabli.

**1.3.18. Korytka kablowe** — konstrukcja wsporcza przeznaczona do układania kabli, w postaci jednego elementu o trzech ścianach jednolitych lub azurowych.

**1.3.19. Bruzda** — wyłobienie w ścianie, w podsadce albo w stropie przeznaczone do ułożenia w nim kabla lub kabla w osłonie, a następnie przykrycia zaprawą cementową.

**1.3.20. Studzienka kablowa** — pomieszczenie podziemne przeznaczone do instalowania muf kablowych, ułatwiające przeciąganie i łączenie kabli układanych w kanałach i blokach.

**1.3.21. Ściana przeciwpożarowa w tunelu kablowym** — przegroda z drzwiami przeciwpożarowymi, służąca do podziału tunelu na strefy pożarowe.

**1.3.22. Przegroda przeciwpożarowa w tunelu kablowym** — przegroda z otworem przelazowym bez drzwi instalowana w strefie pożarowej tunelu, służąca do ograniczenia rozprzestrzeniania się pożaru w obrębie jednej strefy.

**1.3.23. Gródz przeciwpożarowa** — przegroda przeciwpożarowa stosowana w kanałach lub sztybach kablowych, wykonana w całym przekroju poprzecznym kanału lub sztybu kablowego.

**1.3.24. Pozostałe określenia** — wg PN-61/E-01002.

## 2. POSTANOWIENIA OGÓLNE

### 2.1. Własności urządzeń i materiałów

**2.1.1. Kable, osprzęt i materiały pomocnicze** stosowane do budowy linii kablowych powinny odpowiadać wymaganiom Polskich Norm, norm branżowych lub norm zakładowych. W przypadku braku norm wymagania techniczne dotyczące kabli i osprzętu powinny być uzgodnione między wytwórcą i odbiorcą.

**2.1.2. Osłony kabli.** Konstrukcje i materiał osłon powinny być takie, aby zapewnione były wymagane w warunkach użytkowania właściwości ochronne osłon.

**2.1.3. Tunele i kanały kablowe** powinny być wykonane z materiałów niepalnych i powinny być tak zbudowane, aby przenikanie do ich wnętrza wody i zanieczyszczeń było utrudnione. Powinny one mieć należycie wykonane odwodnienie np. w postaci rowków lub studzienek do odprowadzenia wody ściekowej i kondensacyjnej.

Tunele i kanały powinny mieć zapewnione przewietrzanie naturalne lub sztuczne, przerywane w przypadku pożaru; przewietrzania nie należy

przerywać w przypadku kabli o izolacji z tworzywa, którego rozkład następuje szybciej bez dostępu powietrza w podwyższonej temperaturze i w atmosferze spalin.

Tunele powinny mieć wysokość w świetle co najmniej 200 cm.

Odstępy między konstrukcjami wsporczymi i półkami powinny umożliwiać swobodny dostęp w celu układania i wyjmowania kabli.

Przejścia komunikacyjne nie powinny być węższe niż 80 cm.

Tunele powinny mieć na obu końcach zamykane wejścia lub włazy, przy czym średnica wjazdu nie powinna być mniejsza niż 80 cm.

Tunele o długości przekraczającej 100 m powinny być podzielone na strefy pożarowe o długości do 100 m. Każda strefa powinna być ograniczona ścianami przeciwpożarowymi ze szczelnymi, dwustronnie otwierającymi się drzwiami przeciwpożarowymi o odporności ogniowej 1 h oraz powinna mieć dodatkowe wejścia lub włazy z zewnątrz tunelu. Włazy powinny być tak wykonane, aby otwarcie ich z wnętrza tunelu było łatwe. Na zewnątrz włazy powinny być wyraźnie oznaczone i nie mogą być tarasowane.

Ponadto każda strefa pożarowa powinna mieć co najmniej dwa otwory z zewnątrz tunelu, umożliwiające podawanie środków gaśniczych i odprowadzanie gazów; do tego celu mogą być przystosowane otwory wentylacyjne.

Zaleca się dzielenie poszczególnych stref pożarowych przegrodami przeciwpożarowymi na odcinki po około 50 m.

W uzasadnionych ekonomicznie przypadkach zaleca się instalowanie w tunelach czujek, do wykrywania pożarów, połączonych z instalacją alarmową oraz stałych lub półstałych instalacji gaśniczych.

Tunele o długości ponad 20 m powinny mieć oświetlenie elektryczne tak wykonane, aby bezpieczne przejście osób było możliwe bez konieczności posługiwania się dodatkowym źródłem światła.

Kanały powinny być przykryte płytami z materiałów niepalnych. Płyty te powinny być zdejmowane lub otwierane na całej długości kanału. Dopuszcza się wykonywanie kanałów przykrytych zdejmowanymi lub otwieranymi płytami na części długości kanału, jeśli długość odcinka kanału z płytami nie zdejmowanymi nie przekracza 1,5 m, a długość odcinka kanału z płytami zdejmowanymi nie jest mniejsza niż 1,5 m.

Kanały kablowe — jeżeli nie są na całej długości zasypywane piaskiem — powinny być podzielone na strefy pożarowe przez zastosowanie gródz przeciwpożarowych, wykonanych np. z warstw

piasku o długości 1 m obudowanej z obu stron cegłą. Grodzie takie nie mogą utrudniać odwodnienia kanałów.

W kanałach kablowych wykonanych na zewnątrz budynków i znajdujących się powyżej poziomu wody gruntowej dopuszcza się dno kanału gruntowe, pokryte na całej powierzchni utętą warstwą piasku i żwiru o grubości co najmniej 10 cm.

**2.1.4. Pomosty kablowe.** Konstrukcja pomostu powinna:

— mieć dostateczną wytrzymałość mechaniczną i rezerwę miejsca na ułożenie dodatkowych kabli związanych z rozwojem zakładu przemysłowego, w którym pomost został zbudowany,

— zapewniać osłonę kabli na całej długości od bezpośredniego działania promieni słonecznych,

— umożliwiać okresowe czyszczenie kabli gromadzącego się na nich pyłu i innych zanieczyszczeń.

Pomosty kablowe powinny być wyposażone w odpowiednie półki, drabinki kablowe lub korytka kablowe.

Metalowa konstrukcja pomostu powinna być wykonana zgodnie z postanowieniami Zarządzenia MGTiOŚ z dnia 26 sierpnia 1972 r.

W przypadku wykorzystania do układania kabli mostów wspólnych (z innymi instalacjami technologicznymi, np. rurociągami) konstrukcja pomostów powinna być taka, aby kable nie były narażone na uszkodzenia podczas prac przy innych instalacjach.

**2.1.5. Szyby kablowe** powinny być podzielone na strefy pożarowe szczelnymi grodziami przeciwpożarowymi w celu uniknięcia efektu kominowego i ograniczenia skutków pożaru. Przegrody te powinny mieć odporność ogniową co najmniej 1 h i powinny być rozmieszczone co 3 kondygnacje w odległościach nie przekraczających 9 m. W budynkach wysokich wielokondygnacyjnych o wysokości powyżej 25 m, od wysokości 25 m przegrody takie w szymbach kablowych należy rozmieszczać na każdej kondygnacji.

Należy zapewnić dostęp do każdej strefy pożarowej z odpowiedniej kondygnacji budynku przez drzwi o odporności ogniowej 1 h. Jeżeli szymba kablowa ma przekrój o niewielkich rozmiarach, zastępstwo drzwi mogą być zastosowane odpowiednie rozmieszczone przykrycia pionowe na jednej ze stron. Przykrycia te powinny mieć odporność ogniową 1 h.

Przejścia kabli przez poziome przegrody przeciwpożarowe i przez ściany szybu należy wykonywać wg 6.4.

**2.1.6. Pomieszczenia kablowe w budynkach.** Pomieszczenia kablowe pod rozdzielnicami powinny

być podzielone na części przynależne do poszczególnych sekcji rozdzielnic lub do różnych rozdzielnic jednosekcyjnych ogniodpornymi ścianami działowymi o odporności ogniowej co najmniej 1 h. Dotyczy to również pomieszczeń kablowych pod sterownikami i nastawniami, które zaleca się podzielić na części przynależne do różnych pulpitów lub szaf albo grup szaf sterowniczych (przełącznikowych), połączonych z wydzielonymi ciągami technologicznymi lub niezależnymi zespołami urządzeń.

Dopuszcza się jedno pomieszczenie kablowe pod kilkoma rozdzielnicami należącymi do jednego zespołu technologicznego. Dotyczy to odpowiednio nastawni i sterowni.

W ścianach działowych ogniodpornych powinny być szczelne dwustronnie otwierające się bez użycia klucza drzwi o odporności ogniowej 1 h.

Z każdego pomieszczenia kablowego powinny być co najmniej dwa wyjścia, przy czym:

— jednym z nich może być właz w stropie pomieszczenia wykonany wg 2.1.3.

— jedno może prowadzić do sąsiedniego pomieszczenia kablowego.

Wyprowadzenia kabli z pomieszczeń kablowych powinny być tak rozmieszczone, aby kable z każdej części pomieszczenia wychodziły bezpośrednio na zewnątrz, bez potrzeby przeprowadzania ich przez sąsiednie pomieszczenia kablowe.

Przejścia kabli przez ściany zewnętrzne pomieszczeń kablowych oraz z tych pomieszczeń do rozdzielni, nastawni lub sterowni należy wykonywać wg 6.4.

W ekonomicznie uzasadnionych przypadkach zaleca się instalowanie w pomieszczeniach kablowych czujek do wykrywania pożarów, połączonych z instalacją alarmową oraz stałych lub półstałych instalacji gaśniczych.

**2.1.7. Rury i bloki kablowe.** Konstrukcja oraz materiały rur i bloków kablowych powinny być takie, aby w określonych warunkach użytkowania były zapewnione właściwości ochronne tych elementów.

Wnętrza rur i otworów w blokach kablowych powinny być gładkie lub powleczone warstwą wygładzającą ich powierzchnię w celu ułatwienia przesuwania kabli. Warstwa ta nie powinna działać korodująco na powłoki kabli.

Rury i bloki powinny być tak ułożone, aby nie zbierała się w nich woda, a ponadto — przy ułożeniu ich w ziemi — powinno być utrudnione przedostawanie się do ich wnętrza wody i ich zamulenie.

Rury i bloki w ścianach i stropach (tuneli, kanałów lub budynków) po ułożeniu kabli powinny być uszczelnione materiałem ogniodpornym.

2.1.8. Studzienki kablowe należy budować w miejscach założenia trasy kabli układanych w blokach i miejscach łączenia lub odgałęzienia kabli układanych w kanałach lub blokach, a ponadto na prostych odcinkach trasy kabli układanych w blokach w odległościach nie przekraczających 60 m.

Studzienki kablowe powinny być wykonane z materiałów niepalnych i powinny być przykryte zdejmowanymi płytami lub powinny mieć zamknięty właz. Wielkość studzienek kablowych powinna umożliwiać wykonanie łączeń kabli i przeciąganie ich z zachowaniem postanowień wg 2.5.4, a powierzchnia dna powinna wynosić co najmniej 80×80 cm.

2.2. Wybór trasy kabla. Trasę kabla należy ustalić z uwzględnieniem następujących postanowień:

a) liczba skrzyżowań i zbliżeń kabla na trasie z innymi urządzeniami oraz liczba przejść przez ściany, stropy i inne przeszkody powinna być możliwie mała; prowadzenie kabli przez pomieszczenia i strefy zagrożone wybuchem lub pożarem należy ograniczyć do kabli zasilających urządzenia w tych pomieszczeniach lub strefach przy zachowaniu warunków określonych w odrębnych przepisach dotyczących wykonywania instalacji elektrycznych w takich pomieszczeniach lub strefach;

b) odprowadzanie ciepła z kabla do otoczenia nie powinno być utrudnione; należy unikać zbliżenia kabla do rurociągów cieplnych i układania kabla wzdłuż ścian z przewodami kominowymi; prowadząc kabel po wierzchu, należy unikać miejsc nasłonecznionych;

c) kabel powinien być jak najmniej narażony na uszkodzenia mechaniczne i szkodliwe wpływy chemiczne; powinno przy tym być zapewnione bezpieczeństwo eksploatacji, ciągłość ruchu, przejrzystość ułożenia, łatwy dostęp do trasy kabla przy budowie i eksploatacji; w przypadku ułożenia kabla w ziemi trasa powinna przechodzić (po uwzględnieniu przyszłego zagospodarowania i niwelacji terenu) wzdłuż dróg, ulic lub przez trawniki w pasach do tego przeznaczonych; wzdłuż rzek i brzegów jezior trasa kabla powinna przechodzić poza miejscami narażonymi na podmywanie przez wodę, zaleca się również unikać prowadzenia kabli przez tereny mogące ulec zalewowi;

d) linie rezerwowe zaleca się prowadzić innymi trasami niż linie rezerwowane; linie przyłączone do różnych wydzielonych zespołów urządzeń zaleca się prowadzić oddzielnymi trasami.

## 2.3. Dobór kabla

2.3.1. Warunki środowiska. Kabel na odcinku linii zawartym między sąsiednimi miejscami połączenia, np. mufami, mufą i głowicą, głowicami, powinien być dobrany do najbardziej nie sprzyjających na tym odcinku warunków środowiska.

2.3.2. Napięcie znamionowe kabla nie powinno być mniejsze niż napięcie znamionowe sieci, do której linia wykonana tym kablem ma być włączona.

2.3.3. Materiał żyły kabla. Zaleca się stosowanie kabli z żyłami aluminiowymi, z wyjątkiem przypadków, gdy:

a) mufy lub głowice kablowe znajdują się w miejscach niebezpiecznych albo zagrożonych ze względu na możliwość wybuchu, w pobliżu materiałów wybuchowych oraz w miejscach narażonych na wstrząsy i w atmosferze agresywnej w stosunku do aluminium,

b) instalacje lub urządzenia podlegają stałym drganiom,

c) kable przeznaczone są do sterowania i sygnalizacji bezpieczeństwa, automatycznej regulacji napięcia oraz w takich obwodach pomocniczych, których uszkodzenie może być niebezpieczne dla życia ludzkiego lub spowodować znaczne straty materialne.

W przypadkach wg poz. a)–c) należy stosować kable z żyłami miedzianymi.

2.3.4. Przekrój żył kabla powinien być dobrany w zależności od dopuszczalnego spadku napięcia i dopuszczalnej temperatury nagrzania kabla przez prądy robocze i zwarciowe wg Zarządzenia nr 29 MGiE z dnia 17 lipca 1974 r. oraz powinien spełniać wymagania skuteczności zerowania w instalacjach zerowanych wg Zarządzenia MGiE oraz MBiPMB z dnia 31 grudnia 1968 r.

W przypadku występowania odmiennych warunków odprowadzania ciepła z kabla na różnych odcinkach trasy linii kablowej przekrój żył kabla należy dobrać do najbardziej nie sprzyjających warunków chłodzenia, jeżeli długość takiego odcinka trasy przekracza dopuszczalną, określoną w przepisach szczegółowych w Zarządzeniu nr 29 MGiE z 17 lipca 1974 r.

Dopuszcza się dobór przekroju żył kabli bez uwzględnienia dopuszczalnej temperatury przy zwarciach w przypadku linii kablowej zasilającej pojedynczy odbiornik (np. silnik), jeżeli:

- linia jest ułożona na oddzielnej trasie,
- jest to uzasadnione ekonomicznie,
- trasa linii nie przebiega przez pomieszczenia zagrożone wybuchem lub pożarem (np. kotłownia, młynownie węgla); nie dopuszcza się układania takich linii we wspólnych kanałach, tunelach, drabinkach kablowych itp. z innymi kablami.

Przekrój wszystkich żył kabla powinien być jednakowy. Dopuszcza się stosowanie kabli czterożyłowych o zmniejszonym przekroju żyły zerowej, jeżeli:

- są to kable o napięciu znamionowym do 1 kV,

— przekrój pozostałych żył jest większy niż 16 mm<sup>2</sup>,

— linia wykonana takim kablem zasila prze-  
ważnie odbiorniki trójfazowe.

W sieciach czteroprzewodowych prądu prze-  
miennego powinno się stosować kable czterożył-  
owe. Dopuszcza się wykorzystanie powłoki alumi-  
niowej kabli trójżyłowych o napięciu do 1 kV  
jako przewodu zerowego w sieci czteroprzewodo-  
wej z bezpośrednio uziemionym punktem zero-  
wym, jeżeli:

— na powłóce aluminiowej kabla jest wytłocz-  
ona warstwa polwinitu,

— kabel pracuje w środowisku nie zagrożonym  
wybuchem,

— prąd w przewodzie zerowym nie przekracza  
5% prądu fazowego podczas eksploatacji,

— są spełnione postanowienia dotyczące ochro-  
ny przeciwporażeniowej wg Zarządzenia MGİE  
i MBiPMB z dnia 31 grudnia 1968 r.

**2.3.5. Izolacja żył.** Kable o izolacji papierowej  
nasyconej syciwem zwykłym można stosować, je-  
żeli różnica poziomów między najwyższym i naj-  
niższym punktem odcinka linii kablowej zawar-  
tego między sąsiednimi mufami lub mufą i głó-  
wicą nie przekracza 10 m. W przypadku gdy róż-  
nice poziomów między punktami linii kablowej są  
większe niż 10 m należy stosować kable o izola-  
cji papierowej nasyconej syciwem nie ściekają-  
cym lub kable równorzędne np. o izolacji z twor-  
zyw sztucznych. Również części końcowe — nie  
krótsze niż 20 m — linii kablowych o napięciu  
15÷40 kV należy wykonywać kablami o izolacji  
papierowej nasyconej syciwem nie ściekającym  
lub równorzędnym, jeżeli nie zostały one zastoso-  
wane na całej długości linii.

### **2.3.6. Powłoki, pancerze i osłony ochronne kabli**

**2.3.6.1. Postanowienia ogólne.** Powłoki, pan-  
cerze i osłony ochronne kabli powinny chronić izo-  
lację kabla przed szkodliwym oddziaływaniem  
środowiska występującego na trasie linii kablo-  
wej.

Przy doborze kabli należy przestrzegać następu-  
jących zasad:

a) w przypadku możliwości występowania w  
kablach naprężeń rozciągających należy stosować  
kable opancerzone drutami,

b) w miejscach narażonych na silne wstrząsy  
zaleca się stosować kable o powłokach alumini-  
owych, o powłokach ze stopu ołowiu wg PN-76/  
E-90250 lub o powłokach z tworzyw sztucznych,

c) pancerze kabli jednożyłowych, przeznaczo-  
nych do pracy w linii prądu przemiennego powin-  
ny być wykonane z materiału niemagnetycznego,

d) żyły kabli, np. sygnalizacyjnych, powinny  
być chronione przed szkodliwym wpływem pól

elektromagnetycznych, jeżeli takie wpływy wy-  
stępują i jeżeli mogłyby zakłócać działanie obwo-  
dów, do których kabel należy.

**2.3.6.2. Rodzaje kabli układanych bezpośrednio  
w ziemi i w powietrzu w przestrzeniach zewnętrz-  
nych.** Przy układaniu kabli bezpośrednio w ziemi  
i w powietrzu w przestrzeniach zewnętrznych na-  
leży stosować co najmniej:

a) kable o powłóce ołowianej, opancerzone ta-  
śmami lub drutami metalowymi, o osłonie ochron-  
nej przeciwkorozyjnej,

b) kable o powłóce ołowianej, nieopancerzone,  
o osłonie ochronnej z tworzyw sztucznych,

c) kable o powłóce aluminiowej, nieopancerzo-  
ne, o osłonie ochronnej przeciwkorozyjnej,

d) kable o powłóce z tworzyw sztucznych, nie-  
opancerzone.

Przy układaniu kabli bezpośrednio w ziemi ule-  
gającej ruchom naturalnym, na przykład na tere-  
nach odbudowy górniczej, zaleca się stosowanie  
kabli o osłonie ochronnej mającej małą przyczep-  
ność do gruntu otaczającego kabel, na przykład  
z tworzywa sztucznego.

**2.3.6.3. Rodzaje kabli układanych pod wodą.**  
Przy układaniu kabli pod wodą należy stosować  
kable opancerzone drutami o osłonie ochronnej  
przeciwkorozyjnej na pancerzu niezależnie od  
materiału powłoki.

Dopuszcza się układanie kabli w pancerzu w po-  
staci obwoju z dwóch taśm metalowych pod nie-  
splawnymi rzekami i wodami.

**2.3.6.4. Rodzaje kabli układanych w tunelach  
kablowych, kanałach, rurach, blokach i w powie-  
trzu w pomieszczeniach.** W tunelach, kanałach, ru-  
rach, blokach i w powietrzu w pomieszczeniach  
należy stosować kable co najmniej:

a) o powłóce ołowianej opancerzone lub nie-  
opancerzone bez osłony ochronnej przeciwkoro-  
zyjnej,

b) o powłóce aluminiowej nieopancerzone o  
osłonie ochronnej przeciwkorozyjnej trudno pal-  
nej (np. z odpowiednich tworzyw sztucznych),

c) o powłóce z tworzyw sztucznych nieopance-  
rzone.

Dopuszcza się stosowanie w pomieszczeniach  
kabli o powłóce aluminiowej bez osłony ochronnej  
przeciwkorozyjnej, jeżeli środowisko otaczające  
kabel nie oddziałuje niszcząco na powłokę alumi-  
niową i jeżeli powłoka nie jest wykorzystana jako  
żyła zerowa.

## **2.4. Ochrona kabla**

**2.4.1. Ochrona izolacji kabla.** Podczas przecho-  
wywania, układania i montażu końce kabla należy  
zabezpieczyć przed wilgocią oraz wpływami che-  
micznymi i atmosferycznymi przez:

— szczelne zalutowanie powłoki, w przypadku kabla o izolacji papierowej dopuszcza się zabezpieczenie końców kabla na czas do 48 h, przez co najmniej trzykrotny obwój taśmą izolacyjną i polanie ogrzaną zalewą bitumiczną,

— nałożenie kapturka z tworzywa sztucznego (rodzaju jak izolacja) i uszczelnienie go do powłoki kabla odpowiednią taśmą — w przypadku kabla o izolacji z tworzywa sztucznego.

**2.4.2. Ochrona przed uszkodzeniami mechanicznymi.** W miejscach, w których w zwykłych warunkach użytkowania przewiduje się występowanie naprężeń mechanicznych mogących spowodować uszkodzenie kabla o danej konstrukcji, kabel należy układać w rurach betonowych i kamionkowych, blokach, kanałach i tunelach.

W szczególności należy chronić kable:

- a) ułożone w ziemi pod drogami, torami itp.,
- b) ułożone na wysokości nie przekraczającej 2 m od podłogi w miejscach dostępnych dla osób nie należących do obsługi urządzeń elektrycznych, np. przy przejściach przez stropy, w magazynach, korytarzach transportowych,
- c) ułożone na mostach, np. w miejscach przejść przez szczeliny dylatacyjne, w miejscach przejść z konstrukcji stalowej na filary, przyczółki mostowe lub do ziemi,
- d) w miejscach wyjścia z rur, bloków itp.; w miejscach tych kable należy tak ułożyć i zabezpieczyć, aby nie były narażone na uszkodzenie, a zwłaszcza na zgniecenie.

**2.4.3. Ochrona przed korozją powodowaną czynnikami chemicznymi.** W środowiskach o wysokim stopniu korozyjności, np. zawierających gazy lub ciecze działające niszcząco na osłony ochronne włókniste, pancerze lub powłoki kabli, należy stosować kable o osłonach przeciwkorozyjnych z odpowiednich tworzyw sztucznych lub układać je w dobrze uszczelnionych rurach, blokach itp.

Przy układaniu kabli bezpośrednio w ziemi, jeżeli zachodzi obawa występowania nadmiernej korozji pancerza lub powłoki kabli, np. w przypadkach przenikania do gruntu ścieków przemysłowych lub w przypadku gruntu zmieszanego z żużlem albo popiołem, zaleca się badanie korozyjności gruntu.

**2.4.4. Ochrona części metalowych kabli przed korozją powodowaną prądami błędzającymi.** Kable o powłoce i pancerzu metalowym, układane w ziemi w strefie działania prądów błędzających, powinny być chronione przed korozją elektrolityczną powodowaną tymi prądami wg PN-66/E-05024.

**2.4.5. Ochrona kabli przed działaniem łuku elektrycznego.** Kable powinny być tak ułożone, aby w

przypadku przebicia izolacji i powstania łuku elektrycznego na jednym z nich sąsiednie kable nie uległy uszkodzeniu.

W przypadku kabli ułożonych bezpośrednio w ziemi wystarczające jest spełnienie odległości w tabl. 1.

W szczególnie ważnych liniach kablowych, których uszkodzenie może spowodować zagrożenie życia lub zdrowia ludzkiego albo znaczne straty materialne, kable ułożone w jednej warstwie powietrza, w kanałach lub tunelach należy zabezpieczyć przed działaniem łuku elektrycznego przez ułożenie jednego lub więcej kabli w osłonach otwartych na całej długości zbliżenia kabl

## 2.5. Układanie kabli

**2.5.1. Postanowienia ogólne.** Układanie kabli powinno być wykonane w sposób wykluczający ich uszkodzenie przez zginanie, skręcanie, rozciąganie itp. Ponadto przy układaniu powinny być zachowane środki ostrożności zapobiegające uszkodzeniu innych kabli lub urządzeń znajdujących się na trasie budowanej linii.

Zaleca się stosowanie rolek w przypadku układania kabli o masie większej niż 4 kg/m. Rolki powinny być ustawione w takich odległościach od siebie, aby spoczywający na nich kabel nie dotykał podłoża.

Dopuszcza się mechaniczne układanie kabli przy użyciu:

a)ciągarki wyposażonej w dynamometr przy użyciu uchwytu do bezpośredniego ciągnięcia żył, przy czym siła naciągu w kG nie może przekroczyć wartości  $2,7 \cdot S$ ;  $S$  — suma przekrojów żył ciągniętego kabla w mm<sup>2</sup>;

b)rolek napędzanych pod warunkiem, że wielkość siły nacisku dowolnej rolki napędzanej na kabel, z wyjątkiem kabli o powłoce ołowianej nieopancerzonych i kabli olejowych, nie będzie większa niż 150 kG; w przypadku kabli o powłoce ołowianej nieopancerzonych i kabli olejowych siła nacisku należy dobrać według instrukcji fabrycznej.

**2.5.2. Temperatura otoczenia i kabla.** Temperatura otoczenia i kabla przy układaniu nie powinna być niższa niż:

a) 4°C — w przypadku kabli o izolacji papierowej o powłoce metalowej,

b) 0°C — w przypadku kabli o izolacji i powłoce z tworzyw sztucznych.

W przypadku kabli o innej konstrukcji niż wymienione w poz. a) i b) temperatura otoczenia i temperatura układanego kabla — wg ustaleń wytwórcy.

Dopuszcza się układanie kabli przy niższej tem-



peraturze otoczenia niż wg poz. a) i b), jednak nie niższej niż  $-10^{\circ}\text{C}$ , jeżeli temperatura w żadnym miejscu kabla podczas jego układania nie jest mniejsza niż wg poz. a) lub b). Zaleca się ogrzewanie kabli prądem elektrycznym przepływającym przez żyły lub żyły i powłokę metalową.

Zabrania się podgrzewania kabli ogniem.

Wzrost temperatury otoczenia ułożonego kabla na dowolnie małym odcinku trasy linii kablowej powodowany przez sąsiednie źródła ciepła, np. rurociąg ciepły, nie powinien przekraczać  $5^{\circ}\text{C}$ . W przypadku gdy wzrost ten jest większy należy: zmienić trasę linii, zastosować izolację cieplną źródła ciepła lub zastosować odcinek kabla o takim przekroju żył, aby temperatura żyły przy obciążeniu nie przekraczała wartości dopuszczalnych dla danego kabla.

**2.5.3. Zginanie kabli.** Przy układaniu kabli można zginać kabel tylko w przypadkach koniecznych, przy czym promień zgięcia powinien być możliwie duży, nie mniejszy niż:

a) 25-krotna zewnątrz średnica kabla — w przypadku kabli olejowych,

b) 20-krotna zewnątrz średnica kabla — w przypadku kabli jednożyłowych o izolacji papierowej i o powłoce ołowianej, kabli o izolacji polietylenowej i o powłoce polwinitowej oraz kabli wielożyłowych o izolacji papierowej i o powłoce aluminiowej o liczbie żył nie przekraczającej 4,

c) 15-krotna zewnątrz średnica kabla — w przypadku kabli wielożyłowych o izolacji papierowej i o powłoce ołowianej oraz w przypadku kabli wielożyłowych skręcanych z kabli jednożyłowych o liczbie żył nie przekraczającej 4,

d) 10-krotna zewnątrz średnica kabla — w przypadku kabli o izolacji gumowej lub z tworzyw sztucznych nie wymienionych w poz. b) i c) i o powłoce metalowej lub niemetalowej oraz w przypadku kabli sygnalizacyjnych.

**2.5.4. Układanie kabli jednożyłowych.** Kable jednożyłowe o powłokach metalowych obciążone prądem przemiennym należy układać tak, aby nagrzewanie osłon przez prądy wirowe było jak najmniejsze. Osłony i zamocowania kabli jednożyłowych powinny być wykonane z materiału niemagnetycznego oraz powinny być dostosowane do sił dynamicznych występujących przy zwarciach w danej linii.

Dopuszcza się stosowanie osłon i zamocowań wykonanych z materiału magnetycznego, jeśli są one dzielone i nie tworzą zamkniętych obwodów magnetycznych.

W niedzielonej osłonie otaczającej z materiału magnetycznego (np. w rurze żeliwnej) dopuszcza się układanie kabli jednożyłowych, tworzących układ trójfazowy.

**2.5.5. Odległość kabli od innych kabli lub przewodów.** Kable należy układać w takich odległościach, aby w normalnych warunkach pracy i przy zakłóceniach nie wywoływały w sąsiednich liniach elektrycznych niepożądanych zjawisk, np. indukcji prądów.

Kable ułożone równolegle obok siebie nie powinny się stykać.

Dopuszcza się stykanie ze sobą na całej długości kabli:

a) sygnalizacyjnych,

b) sygnalizacyjnych z elektroenergetycznymi przyłączonych do tego samego odbiornika,

c) elektroenergetycznych jednożyłowych stanowiących jedną linię trójfazową,

d) elektroenergetycznych przeznaczonych do zasilania urządzeń oświetleniowych,

e) elektroenergetycznych (bez ograniczenia napięcia) stanowiących tory jednej linii wielotorowej,

f) elektroenergetycznych o napięciu znamionowym do 1 kV ułożonych w powietrzu, jeżeli tworzą jeden układ wielofazowy.

W przypadku gdy równolegle z kablami układa się inne przewody, np. przewody w rurach, odległość od tych przewodów lub osłon nie powinna być mniejsza niż dopuszczalna odległość między kablami.

**2.5.6. Pionowe i pochyłe układanie kabli.** Kable ułożone pionowo albo pochyło powinny być tak umocowane, aby siła naciągu nie wywoływała nadmiernych naprężeń w kablu, nie powodowała osiowego przesunięcia kabla i aby miejsca połączeń, tj. mufy i głowice, nie były obciążone naciągiem.

Jeżeli nie można uniknąć siły naciągu w miejscu łączenia kabli, w przypadku kabli opancerzonych drutami należy stosować mufy przystosowane do przenoszenia naciągu, umożliwiające połączenie panczerzy obu odcinków kabli, w przypadku zaś innych kabli przy mufie należy stosować zapas wystarczający do skompensowania możliwych przesunięć kabla.

Łączenie kabli powinno być wykonywane na poziomym dnie rowu.

## 2.6. Łączenie, odgałęzianie i zakańczanie kabli

**2.6.1. Sposób łączenia, odgałęziania i zakańczania.** Łączenie, odgałęzianie i zakańczanie kabli należy wykonywać przy użyciu muf i głowic kablowych.

Nie należy stosować muf odgałęźnych do kabli o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV.

W pomieszczeniach i w przestrzeniach zewnętrznych osłoniętych przed bezpośrednim działaniem opadów atmosferycznych dopuszcza się nie-



stosowanie głowic do kabli o izolacji gumowej lub z tworzyw sztucznych o napięciu znamionowym nie przekraczającym 6 kV, jeżeli kable te nie są połączone, np. w mufie, z kablami o izolacji papierowej i jeżeli kable są zabezpieczone przed wnikaniem wody i skroplin do wnętrza kabla.

W przestrzeniach zewnętrznych nie osłoniętych przed bezpośrednim działaniem opadów atmosferycznych dopuszcza się niestosowanie głowic do kabli o izolacji i powłoce z tworzyw sztucznych o napięciu znamionowym nie przekraczającym 1 kV, jeżeli kable te nie są połączone w mufie z kablami o izolacji papierowej i jeżeli końce kabli ułożone są trwale w sposób uniemożliwiający wnikanie wody i skroplin do wnętrza kabla, na przykład zgięte w dół.

W mufach odgałęźnych kabli o powłoce aluminiowej zaleca się wykonywać odgałęzienie bez przecinania powłoki kabla, np. przez nacięcie po linii śrubowej i odwiniecie części powłoki.

**2.6.2. Dobór muf i głowic.** Mufy i głowice powinny być dostosowane do typu kabla, jego napięcia znamionowego, przekroju i liczby żył. Mufy i głowice oraz bezgłowicowe zakończenia kabli powinny być dostosowane do mocy zwarcia, występujących w miejscach ich zainstalowania. W pomieszczeniach zaleca się instalowanie głowic z możliwie małą zawartością zalewy kablowej.

Do kabli o izolacji z papieru nasyconego o napięciu 15 kV i wyższym zaleca się stosować głowice o konstrukcji umożliwiającej wzrokowe określenie poziomu zalewy w głowicy.

Mufy przelotowe kabli o powłoce metalowej o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV powinny mieć wkładki metalowe do łączenia z powłokami metalowymi łączonych kabli.

**2.6.3. Miejsca instalowania muf i głowic.** Mufy i głowice powinny być tak umieszczone, aby nie było nadmiernie utrudnione wykonywanie prac montażowych.

Zabrania się instalować mufy w pomieszczeniach zagrożonych wybuchem. W pomieszczeniach, tunelach, kanałach i szybach kablowych należy unikać stosowania muf.

W przypadku wiązek kabli składających się z kabli jednożyłowych, zaleca się przesunięcie względem siebie (wzdłuż kabla) muf montowanych na poszczególnych kablach.

**2.6.4. Własności muf i głowic** powinny być zgodne z postanowieniami PN-74/E-06401.

Metalowe wkładki muf przelotowych powinny być przylutowane szczelnie do powłok metalowych kabli.

Miejsca połączeń żył kabli w mufach powinny być izolowane oddzielnie, przy czym rozkład pola elektrycznego w izolacji tych miejsc powinien być

zbliżony do rozkładu pola w kablu. Na izolacji miejsc łączenia żył zaleca się stosować materiały izolacyjne o własnościach zbliżonych do własności izolacji łączonych kabli. Dopuszcza się niewykonanie oddzielnego izolowania miejsc łączenia żył kabli o napięciu znamionowym nie przekraczającym 1 kV, jeżeli mufy wykonywane są z żywic samoutwardzalnych.

Izolatory i kadłuby głowic oraz wkładki metalowe muf do kabli o izolacji papierowej powinny być wypełnione zalewą izolacyjną o właściwościach syciwa, którym nasycona jest papierowa izolacja kabla. W przypadku muf i głowic do kabli o izolacji papierowej na napięcie nie przekraczające 1 kV dopuszcza się stosowanie zalewy izolacyjnej bitumicznej.

Izolatory i kadłuby głowic oraz kadłuby muf do kabla o izolacji z tworzyw sztucznych powinny być wypełnione zalewą izolacyjną nie działającą szkodliwie na izolację i inne elementy tych kabli. Dopuszcza się stosowanie zalewy izolacyjnej nie spełniającej tego wymagania pod warunkiem nałożenia na elementy kabla, stykające się z zalewą, warstwy ochronnej skutecznie i trwale zabezpieczającej te elementy przed szkodliwym oddziaływaniem zalewy.

Mufy zaporowe kabli olejowych należy instalować w pomieszczeniach.

Mufy przelotowe kabli olejowych umieszczone bezpośrednio w ziemi powinny mieć osłonę otaczającą wykonaną z materiałów niepalnych, np. z cegieł połączonych zaprawą.

Na nasypach nieosiadłych i na terenach szkód górniczych oraz na terenach, w których mogą wystąpić naturalne ruchy gruntu, mufy powinny być dostosowane do mogących wystąpić obciążeń mechanicznych.

**2.6.5. Połączenia metalowych powłok, żył i pancerzy kabli**

**2.6.5.1. Własności elektryczne połączeń żył** powinny być zgodne z postanowieniami PN-74/E-06401.

Przewodność połączenia metalowych powłok kabli lub pancerzy powinna być nie mniejsza niż przewodność łączonych powłok lub pancerzy. W przypadku łączenia aluminiowych powłok kabli dopuszcza się przewodność połączenia (w tym również odwinętej części powłoki) nie mniejszą niż 0,7 przewodności powłoki.

**2.6.5.2. Wykonanie połączeń.** Metalowe powłoki kabli oraz pancerze powinny być połączone metalicznie ze sobą oraz z metalowymi kadłubami muf przelotowych i głowic.

Połączenia powłok aluminiowych ze sobą i kadłubem mufy należy wykonywać wewnątrz mufy przy użyciu przewodów aluminiowych o przekroju

zapewniającym spełnienie wymagań wg 2.6.5.1, lecz nie mniejszym niż 10 mm<sup>2</sup>.

Połączenia ze sobą powłok, żył powrotnych i pancerzy kabli z materiałów innych niż aluminium należy wykonywać przewodami miedzianymi o przekroju zapewniającym spełnienie wymagań wg 2.6.5.1, lecz nie mniejszym niż 6 mm<sup>2</sup>.

Połączenia powinny być wykonywane przez lutowanie lub spawanie. Dopuszcza się inne sposoby łączenia żył powrotnych kabli o izolacji z tworzyw sztucznych ze sobą i z przewodami.

W przypadku muf z wkładkami metalowymi przylutowanymi do metalowych powłok obu łączonych odcinków kabli nie wymaga się dodatkowego łączenia powłok przy użyciu oddzielnych przewodów.

**2.6.6. Ochrona przeciwporażeniowa.** Metalowe głowice kabli powinny być połączone z uziemieniami w sposób widoczny.

Powłoki aluminiowe kabli mogą być bezpośrednio w rozdzielni połączone z szyną zerową lub uziemiającą.

W przypadku stosowania głowic z materiału izolacyjnego lub bezgłowicowego zakończenia kabla metalowe powłoki i pancerze kabli należy połączyć z uziemionymi częściami rozdzielnic.

Dopuszcza się niewykonywanie połączenia metalowych głowic oraz metalowych powłok i pancerzy kabli z uziemionymi częściami metalowymi jednej z dwóch rozdzielnic połączonych liniami kablowymi, jeżeli ma to zapobiec wynoszeniu w warunkach zakłóceńowych wysokiego potencjału elektrycznego poza teren tej rozdzielnicy przez metalowe powłoki i pancerze kabli oraz jeżeli zastosowane zostaną specjalne środki ochronne; zabezpieczające obsługujących tę rozdzielnicę przed porażeniem przy dotykaniu zewnętrznych metalowych części linii kablowej.

Pancerze i powłoki metalowe kabli oraz metalowe kadłuby muf powinny stanowić nieprzerwany ciąg przewodzący linii kablowej. Jeżeli zastosowane zostaną specjalne środki ochronne zapobiegające porażeniu przy dotykaniu zewnętrznych metalowych części linii kablowej, dopuszczalne jest przerwanie elektrycznej ciągłości tych części w następujących przypadkach:

- a) gdy stosuje się mufy izolacyjne w celu zapobieżenia przepływowi prądów błądzących przez metalowe części kabla,
- b) gdy ma ono zapobiec połączeniu oddzielnych uziemień przez metalowe części kabla.

## 2.7. Oznaczenie linii kablowych

**2.7.1. Oznaczniki kabla.** Kable ułożone w ziemi powinny być zaopatrzone na całej długości w trwałe oznaczniki rozmieszczone w odstępach nie większych niż 10 m oraz przy mufach i w miej-

scach charakterystycznych, np. przy skrzyżowaniach, wejściach do kanałów i rur.

Kable ułożone w powietrzu powinny być zaopatrzone w trwałe oznaczniki przy głowicach lub skrzynkach oraz w takich miejscach i w takich odstępach, aby rozróżnienie kabla nie nastęczało trudności.

Oznaczniki kabli ułożonych w kanałach i tunelach należy umieszczać w odległościach nie większych niż 20 m.

Na oznacznikach należy umieścić trwałe napisy zawierające co najmniej:

- a) symbol i numer ewidencyjny linii,
- b) oznaczenie kabla wg odpowiedniej normy,
- c) znak użytkownika kabla,
- d) znak fazy (tylko przy kablach jednożyłowych),
- e) rok ułożenia kabla.

W przypadku kabli sygnalizacyjnych dopuszcza się umieszczenie na oznacznikach tylko:

- a) symbolu i numeru ewidencyjnego linii,
- b) znaku użytkownika kabla.

W przypadku gdy kabel na całej swojej długości leży na ogrodzonym terenie użytkownika, na oznaczniku kabla można nie umieszczać znaku użytkownika.

**2.7.2. Oznaczenie trasy.** Trasa kabli ułożonych w ziemi powinna być na całej długości i szerokości oznaczona folią z tworzywa sztucznego o trwałym kolorze:

- a) niebieskim — w przypadku kabli elektroenergetycznych o napięciu znamionowym do 1 kV,
- b) czerwonym — w przypadku kabli elektroenergetycznych o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV.

Folia powinna mieć grubość co najmniej 0,5 mm. Szerokość folii powinna być taka, aby przykrywała ułożone kable, lecz nie mniejsza niż 20 cm. Krawędzie pasa folii powinny sięgać co najmniej do zewnętrznych krawędzi skrajnych kabli, a w przypadku, gdy szerokość rowu kablowego jest większa niż szerokość trasy ułożonych kabli, krawędzie pasa folii powinny wystawać poza krawędzie skrajnych kabli równomiernie z obu stron trasy.

Ponadto trasa kabli ułożonych w ziemi na terenach niezabudowanych z dala od charakterystycznych stałych punktów terenu powinna być oznaczona widocznymi trwałymi oznacznikami trasy, np. słupkami betonowymi wkopanymi w ziemię w sposób nie utrudniający komunikacji. Można nie oznaczać tras kabli układanych wzdłuż ulic z istniejącą trwałą zabudową, umożliwiającą dokładne zwymiarowanie położenia kabla na planach sytuacyjnych. Na oznacznikach należy umieścić trwały napis w postaci ogólnego symbolu kabla K. Zaleca się na oznacznikach umieszczać znak użyt-

kownika kabla i oznaczenie kierunku przebiegu trasy kabla. Na prostej trasie kabla oznaczniki powinny być umieszczone w odstępach około 100 m, ponadto należy je umieszczać w miejscach zmiany kierunku kabla i w miejscach skrzyżowań lub zblżeń.

Zaleca się oznaczanie miejsca ułożenia w ziemi muf kablowych oznacznikami wkopanymi w ziemię nad mufą kablową i oznaczonych literą M albo na terenach zabudowanych za pomocą oznaczników ściennych umieszczonych na budynkach i trwałych ogrodzeniach na wysokości 150 cm nad chodnikiem.

Oznaczniki trasy kabli układanych w ziemi na użytkach rolnych należy umieszczać tak, aby nie utrudniały prac rolnych i stosować takie oznaczniki, które umożliwią łatwe i jednoznaczne określenie przebiegu trasy kabli.

Przy skrzyżowaniach z rzekami spławnymi i żeglownymi położenie linii kablowych należy oznaczyć na obu brzegach trwałymi tablicami ostrzegawczymi, dobrze widocznymi ze środka rzeki. Tablice należy ustawić na osi trasy linii kablowej, umieszczając je na słupkach o wysokości co najmniej 2 m, płaszczyzną równoległą do rzeki. W pewnych przypadkach, np. przy bardzo szerokich wodach, zamiast tablic — lub niezależnie od nich — mogą być zainstalowane pływające boje wskazujące miejsce i kierunek ułożenia kabla. O potrzebie i rodzaju oznaczania skrzyżowania decyduje administracja dróg wodnych.

### 3. UKŁADANIE KABLI W ZIEMI

#### 3.1. Układanie kabli bezpośrednio w ziemi

**3.1.1. Postanowienia ogólne.** Kable należy układać na dnie wykopu, jeżeli grunt jest piaszczysty, w pozostałych przypadkach kable należy układać na warstwie piasku o grubości co najmniej 10 cm.

Nie należy układać kabli bezpośrednio na dnie wykopu kamienistego lub w ziemi, która mogłaby uszkodzić kabel, np. ostry żwir, ani bezpośrednio zasypywać tą ziemią.

Ułożone kable należy zasypać warstwą piasku o grubości co najmniej 10 cm, następnie warstwą rodzimego gruntu o grubości co najmniej 15 cm, a następnie przykryć folią z tworzywa sztucznego wg 2.7.2.

Odległość folii od kabla powinna wynosić co najmniej 25 cm.

W przypadku braku folii do przykrycia kabli można użyć cegieł, kształtek ceramicznych itp.

**3.1.2. Głębokość ułożenia kabli w ziemi mierzona od powierzchni ziemi do zewnętrznej powierzchni kabla górnej warstwy powinna wynosić co najmniej.**

50 cm — w przypadku kabli o napięciu znamionowym do 1 kV ułożonych pod chodnikiem, przeznaczonych do oświetlenia ulicznego, do zasilania prześwietlonych znaków drogowych i sygnalizacji ruchu ulicznego.

70 cm — w przypadku pozostałych kabli o napięciu znamionowym do 1 kV, z wyjątkiem kabli ułożonych w ziemi na użytkach rolnych,

80 cm — w przypadku kabli o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV, lecz nie przekraczającym 15 kV, z wyjątkiem kabli ułożonych w ziemi na użytkach rolnych,

90 cm — w przypadku kabli o napięciu znamionowym do 15 kV ułożonych w ziemi na użytkach rolnych,

100 cm — w przypadku kabli o napięciu znamionowym wyższym niż 15 kV.

Jeżeli głębokości te nie mogą być zachowane, np. przy wprowadzeniu kabla do budynku, przy skrzyżowaniu lub obejściu podziemnych urządzeń, dopuszczalne jest ułożenie kabla na mniejszej głębokości; jednak na tym odcinku kabel należy chronić odpowiednią osłoną, np. rurą.

Głębokość ułożenia kabla przy skrzyżowaniu z drogami kołowymi, drogami kolejowymi, rzekami i innymi wodami powinna spełniać wymagania podane w 3.1.7.4÷3.1.7.6.

**3.1.3. Zapas kabla w wykopie.** Kable powinny być ułożone w wykopie linią falistą z zapasem (1÷3% długości wykopu) wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu.

Przy mufach zaleca się pozostawić zapas kabli po obu stronach mufy, łącznie nie mniej niż:

5 m — w przypadku kabli olejowych o napięciu znamionowym 110 kV,

4 m — w przypadku kabli o izolacji papierowej nasyconej lub z tworzyw sztucznych, o napięciu znamionowym 15÷40 kV,

3 m — w przypadku kabli o izolacji papierowej nasyconej lub z tworzyw sztucznych o napięciu znamionowym od 1 kV do 10 kV,

1 m — w przypadku kabli o izolacji z tworzyw sztucznych o napięciu znamionowym 1 kV.

Przy wprowadzeniu kabli do głowic, tuneli i kanałów zapas kabla powinien wynosić połowę wartości podanych wyżej z dodaniem 2 m.

**3.1.4. Układanie warstwowe kabli w ziemi.** Na zamkniętym terenie zakładu przemysłowego dopuszcza się układanie kabli bezpośrednio w ziemi w dwóch lub więcej warstwach. Nie dotyczy to kabli o napięciu znamionowym 110 kV.

Głębokość ułożenia górnej warstwy kabli — wg 3.1.2.

Pionowa odległość między warstwami nie może być mniejsza niż 15 cm, licząc między punktami najbardziej zbliżonymi na powierzchni kabli.

miejsce na ułożenie dodatkowych kabli na tej samej trasie.

**3.1.5. Układanie kabli wzdłuż ulic i dróg.** Kable należy układać poza częściami dróg i ulic przeznaczonymi do ruchu kołowego, np. pod trawnikami, w odległości równej co najmniej 50 cm od granicy pasa drogowego i od fundamentów budynków.

Odległość kabli od projektowanego zadrzewienia drogowego lub od pni istniejących drzew powinna wynosić co najmniej 1,5 m; w przypadku drzewostanu podlegającego ochronie odległość tę należy uzgodnić z kompetentnymi władzami terenowymi.

W przypadkach koniecznych dopuszcza się układanie kabli w częściach ulic i dróg przeznaczonych do ruchu kołowego. Wtedy kable należy układać na skraju części ulic i dróg przeznaczonych do ruchu kołowego, w rurach lub w blokach. Odległość górnej powierzchni rury lub bloku od powierzchni drogi lub ulicy powinna wynosić co najmniej 100 cm. W przypadku dróg i ulic o twardej nawierzchni, np. bruk, beton, asfalt, mufy kablowe należy umieszczać w studzienkach.

### 3.1.6. Odległości

**3.1.6.1. Odległości między kablami.** Najmniejsze dopuszczalne odległości przy skrzyżowaniach i zbliżeniach kabli ułożonych bezpośrednio w ziemi — wg tabl. 1.

**3.1.6.2. Odległość kabli od innych urządzeń podziemnych.** Najmniejsze dopuszczalne odległości kabli elektroenergetycznych i sygnalizacyjnych ułożonych bezpośrednio w ziemi od innych urządzeń podziemnych — wg tabl. 2.

Tablica 1. Odległości między kablami ułożonymi w ziemi przy skrzyżowaniach i zbliżeniach

Lp.	Skrzyżowanie lub zbliżenie	Najmniejsza dopuszczalna odległość, cm	
		pionowa, przy skrzyżowaniu	pozioma, przy zbliżeniu
1	2	3	4
1	Kable elektroenergetycznych na napięcie znamionowe sieci do 1 kV z kablami tego samego rodzaju lub sygnalizacyjnymi	25	10
2	Kable sygnalizacyjnych i kabli przeznaczonych do zasilania urządzeń oświetleniowych z kablami tego samego rodzaju	25	mogą stykać się

Lp.	Skrzyżowanie lub zbliżenie	Najmniejsza dopuszczalna odległość, cm	
		pionowa, przy skrzyżowaniu	pozioma, przy zbliżeniu
1	2	3	4
3	Kable elektroenergetycznych na napięcie znamionowe sieci do 1 kV z kablami elektroenergetycznymi na napięcie znamionowe sieci wyższe niż 1 kV	50	10
4	Kable elektroenergetycznych na napięcie znamionowe sieci wyższe niż 1 kV i nie przekraczające 10 kV z kablami tego samego rodzaju		25
5	Kable elektroenergetycznych na napięcie znamionowe sieci wyższe niż 10 kV z kablami tego samego rodzaju	50	50
6	Kable elektroenergetycznych z kablami telekomunikacyjnymi		25
7	Kable różnych użytkowników	—	25
8	Kable z mufami sąsiednich kabli		25

Tablica 2. Odległości kabli ułożonych w ziemi od innych urządzeń podziemnych

Lp.	Rodzaj urządzenia podziemnego	Najmniejsza dopuszczalna odległość, cm	
		pionowa, przy skrzyżowaniu	pozioma, przy zbliżeniu
1	2	3	4
1	Rurociągi wodociągowe, ściekowe, ciepłe, gazowe z gazami niepalnymi	80 <sup>1)</sup> przy średnicy rurociągu do 250 mm i 150 <sup>2)</sup> przy średnicy rurociągu większej niż 250 mm	50
2	Rurociągi z cieczami palnymi		100
3	Rurociągi z gazami palnymi o ciśnieniu do 0,4 MPa	wg BN-74/8976-69	wg BN-75/8976-72

cd. tabl. 2

Lp.	Rodzaj urządzenia podziemnego	Najmniejsza dopuszczalna odległość, cm	
		pionowa, przy skrzyżowaniu	pozioma, przy zbliżeniu
1	2	3	4
4	Rurociągi z gazami palnymi o ciśnieniu wyższym niż 0,4 MPa do 6,4 MPa	wg BN-/80 8976-30-	wg BN-71/ 8976-31
5	Zbiorniki z płynami palnymi	200	
6	Części podziemne linii napowietrznych (ustój, podpora, odciążka)	—	80
7	Ściany budynków i inne budowle, np. tunele, kanały, z wyjątkiem urządzeń wyszczególnionych w lp. 1÷6	—	50
8	Skrajna szyna toru nie przystosowanego do trakcji elektrycznej	100 — między osłoną kabla i stopą szyny	250
9	Skrajna szyna toru trakcji elektrycznej	50 — między osłoną kabla i dnem rowu odwadniającego	wg PN-66/ E-05024
10	Skrajny koniec podkładu toru manewrowego i bocznicy kolejowej, nie przystosowanych do trakcji elektrycznej na zamkniętym terenie zakładu przemysłowego		80 <sup>3)</sup>
11	Urządzenia ochrony budowli od wyładowań atmosferycznych	wg Zarządzenia nr 16 Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 26 sierpnia 1972 r.	

<sup>1)</sup> Dopuszcza się zmniejszenie odległości do 50 cm pod warunkiem zastosowania osłony z rury stalowej o długości wg tabl. 3.

<sup>2)</sup> Dopuszcza się zmniejszenie odległości do 80 cm pod warunkiem zastosowania osłony z rury stalowej o długości wg tabl. 3.

<sup>3)</sup> Jeżeli z uzasadnionych względów odległość ta nie może być zachowana, dopuszcza się zmniejszenie jej do 30 cm, lecz należy zastosować osłony otaczające.

### 3.1.7. Skrzyżowania i zbliżenia kabli między sobą i z innymi urządzeniami podziemnymi

**3.1.7.1. Postanowienia ogólne.** Zaleca się krzyżować kable z drogami, ulicami, torami kolejowymi i wodnymi oraz innymi kablami i urządzeniami podziemnymi pod kątem zbliżonym do 90° i w

miarę możliwości w najwcześniejszym miejscu krzyżowanego urządzenia.

Każdy z krzyżujących się kabli elektroenergetycznych i sygnalizacyjnych ułożony bezpośrednio w ziemi powinien być chroniony przed uszkodzeniem w miejscu skrzyżowania i na długości po 50 cm w obie strony od miejsca skrzyżowania. Ochronę tę może stanowić podwójna warstwa cegieł ułożona nad kablem włączonym do sieci o napięciu znamionowym do 1 kV, z wyjątkiem kabli należących do różnych zakładów, które powinny mieć osłony otaczające. Kable włączone do sieci o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV powinny być zabezpieczone osłoną otaczającą.

Ochrona przed uszkodzeniami kabli elektroenergetycznych i sygnalizacyjnych ułożonych bezpośrednio w ziemi i krzyżujących się z rurociągami, drogami kołowymi, torami kolejowymi, rzekami i innymi wodami — wg tabl. 3 na str. 14.

W miejscach skrzyżowań z drogami o trwałym podłożu, np. z ulicami, torami trakcyjnymi, zaleca się ułożenie rur rezerwowych lub bloków z otworami zerwowymi w celu umożliwienia ułożenia kabli dodatkowych lub wymiany kabli uszkodzonych bez rozkopywania dróg.

**3.1.7.2. Wykonanie skrzyżowań i zbliżeń kabli między sobą.** Linia wyższego napięcia powinna być zakopana głębiej niż linia niższego napięcia a linia elektroenergetyczna lub sygnalizacyjna głębiej niż telekomunikacyjna.

Odległość między kablami przy skrzyżowaniu i zbliżaniu — wg 3.1.6.1. W przypadku gdy z uzasadnionych względów odległości te nie mogą być zachowane, dopuszczalne jest ich zmniejszenie pod warunkiem zastosowania przegród, przykryć lub osłód otaczających (rury betonowe, rury kamionkowe, bloki itp.).

**3.1.7.3. Wykonanie skrzyżowań i zbliżeń kabli z rurociągami.** Przy skrzyżowaniu kabli z rurociągami podziemnymi zaleca się układanie kabli nad rurociągami. Jeśli kabel jest ułożony pod rurociągiem, to miejsce skrzyżowania należy oznaczyć np. przez ułożenie nieprzerwanego ciągu cegieł nad rurociągiem lub ochronnej folii z tworzywa sztucznego wg 2.7.2 na długości po 50 cm w obie strony od miejsca skrzyżowania.

Odległości kabli przy skrzyżowaniu i zbliżeniu — wg 3.1.6.2.

**3.1.7.4. Wykonanie skrzyżowań z drogami kołowymi.** Przy skrzyżowaniu kabli z drogami wolno wykorzystywać przepusty drogowe w części nie zalewanej wodą, jednak kable powinny być chronione od uszkodzeń mechanicznych zgodnie z 2.4.2.

Przy ułożeniu kabli bezpośrednio w ziemi ochrona kabla od uszkodzeń mechanicznych w

Tablica 3. Rodzaj ochrony przed uszkodzeniami oraz długość ochrony kabla przy skrzyżowaniu z rurociągami, drogami kołowymi, torami kolejowymi, rzekami i innymi wodami

Lp.	Rodzaj obiektu krzyżowanego	Rodzaj zabezpieczenia kabla	Długość ochrony kabla na skrzyżowaniu
1	2	3	4
1	Rurociąg	podwójne przykrycie kabla	długość kabla na skrzyżowaniu z rurą z dodaniem co najmniej po 50 cm z każdej strony
2	Droga kołowa	z krawężnikami (ulice)	długość kabla na skrzyżowaniu (z drogą wraz z krawężnikami) z dodaniem co najmniej po 50 cm z każdej strony
3		z rowami odwadniającymi	długość kabla na skrzyżowaniu z drogą wraz z rowami do zewnętrznej skarpy rowu z dodaniem co najmniej po 100 cm z każdej strony
4		na nasypie	mechanicznie wytrzymałe rury, bloki betonowe lub kanały
5	Tor kolei	z rowami	długość kabla na skrzyżowaniu z torem wraz z rowami do zewnętrznej skarpy rowu z dodaniem co najmniej po 100 cm z każdej strony
6		na nasypie	długość kabla na skrzyżowaniu z nasypem z dodaniem co najmniej po 100 cm z każdej strony
7	Rzeka lub inne wody	osłona otaczająca	w miejscu wyjścia kabla spod wody, na długości od najniższego do najwyższego powodziowego poziomu wody, z dodaniem co najmniej po 50 cm z każdej strony

miejscach skrzyżowania z drogą powinna odpowiadać postanowieniom wg 3.1.7.1.

Najmniejsza odległość pionowa między górną częścią osłony kabla a dolną powierzchnią trwałego podłoża drogi powinna wynosić co najmniej 20 cm, odległość zaś od górnej powierzchni drogi nie powinna być mniejsza niż 70 cm. Odległość między górną częścią osłony kabla a dnem rowu odwadniającego powinna wynosić co najmniej 50 cm.

Ponadto powinny być spełnione wymagania podane w 3.2.

**3.1.7.5. Wykonanie skrzyżowań i zbliżeń kabli z torami kolejowymi.** Przy skrzyżowaniu kabli z torami kolejowymi można wykorzystywać przepusty drogowe w części nie zalewanej wodą, przy czym kable powinny być chronione od uszkodzeń mechanicznych zgodnie z 2.4.2.

Najmniejsza odległość między osłoną kabla i stopą szyny trakcyjnej oraz między osłoną kabla a dnem rowu odwadniającego — wg tabl. 2.

**3.1.7.6. Wykonanie skrzyżowań i zbliżeń kabli z rzekami i innymi wodami.** Kabel powinien być ułożony w miarę możliwości na prostym i głębokim odcinku rzeki, na którym dno i brzegi nie podlegają większemu podmywaniu.

Podwodna część kabla nie powinna mieć złączy, jeśli zaś złącza są konieczne, to powinny one odpowiadać wymaganiom wg 2.6.2.

W miejscach wyjścia kabla spod wody (na brzegach wody) ochrona powinna odpowiadać wymaganiom podanym w tabl. 3 lp. 7, ponadto na brzegach wody kabel powinien być umocowany i zabezpieczony przed odsłonięciem, które może powstać na skutek podmycia lub splukania brzegu przez wody powodziowe; zabezpieczenie można wykonać np. przez zabrukowanie lub zabezpieczenie faszyną.

W przypadku skrzyżowania z drogami wodnymi:

a) splawnymi i żeglownymi zaleca się, aby kable były zagłębione na całej długości w dno na co najmniej 100 cm, nie wliczając w to warstw замуlenia, oraz zasypane żwirem i kamieniami; w przypadku wód o dnie skalistym i głębokości wody przekraczającej 4 m dopuszczalne jest ułożenie kabla bezpośrednio na dnie, tak aby dotykał on dna na całej długości,

b) niesplawnymi, przy długości skrzyżowania nie przekraczającej 20 m, kabel powinien być ułożony na dnie w osłonie otaczającej, lub zagłębiony w dno na głębokość 50 cm i zabezpieczony przykryciem; przy skrzyżowaniu o długości większej niż 20 m kabel powinien być zagłębiony w dno na całej długości na głębokość co najmniej 50 cm; skrzyżowanie z wodami niesplawnymi może być również wykonane inaczej: na podwodnej konstrukcji betonowej lub metalowej należy ułożyć kabel w osłonie otaczającej; dopuszcza się również



wykonanie skrzyżowania z wodami niespławnymi za pomocą pomostu kablowego o konstrukcji betonowej lub stalowej, umożliwiającej ułożenie kabla nad powierzchnią wody.

Znakowanie skrzyżowań — wg 2.7.2.

**3.1.7.7. Zbliżenie kabli z urządzeniami ochrony budowli od wyładowań atmosferycznych.** W przypadku konieczności ułożenia kabla w ziemi lub kanale w pobliżu urządzeń ochrony budowli od wyładowań atmosferycznych należy zastosować środki ochronne — wg Zarządzenia nr 16 Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 26 sierpnia 1972 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinna odpowiadać ochrona obiektów budowlanych od wyładowań atmosferycznych.

## 3.2. Układanie kabli w rurach i blokach umieszczonych w ziemi

**3.2.1. Postanowienia ogólne.** W rurach i blokach należy układać przede wszystkim kable nieopancerzone. Dopuszcza się wprowadzenie kabli opancerzonych do krótkich odcinków rur, np. przepustów pod jezdniami.

Rury betonowe, kamionkowe lub ceramiczne oraz bloki kablowe ułożone w ziemi powinny być ze sobą szczelnie spojone zaprawą cementową, tak aby nie przedostawała się do ich wnętrza woda i aby nie były zamulane.

W jednej rurze lub otworze bloku powinien być ułożony tylko jeden kabel; nie dotyczy to kabli jednożyłowych tworzących układ wielofazowy, kabli sygnalizacyjnych oraz kabla elektroenergetycznego i kabli sygnalizacyjnych przyłączonych do tego samego urządzenia, które mogą być umieszczone w jednej rurze lub w jednym otworze bloku.

Średnica wewnętrzna rury lub otworu w bloku powinna być równa co najmniej 1,5-krotnej zewnętrznej średnicy wprowadzonego kabla, nie mniejsza jednak niż 50 mm; w przypadku ułożenia kilku kabli w jednej rurze lub otworze bloku powierzchnia przekroju otworu nie powinna być mniejsza niż trzykrotna suma powierzchni przekrojów ułożonych kabli.

Miejsca wprowadzenia kabli do rur i otworów bloków powinny być uszczelnione, np. materiałem włóknistym i gliną.

**3.2.2. Głębokość umieszczenia rur i bloków w ziemi** mierzona od powierzchni terenu do górnej powierzchni rury lub bloku powinna wynosić co najmniej:

50 cm — przy układaniu linii kablowych pod chodnikami,

70 cm — przy układaniu linii kablowych w terenie bez nawierzchni,

100 cm — przy układaniu kabli w częściach dróg i ulic przeznaczonych do ruchu kołowego.

**3.2.3. Odwodnienie.** Rury i bloki należy układać ze spadkiem co najmniej 0,1%, w kierunku studzienek kablowych.

Jeżeli bloki kablowe i studzienki umieszczone są poniżej poziomu wód gruntowych albo w gruntach o znacznej zawartości kwasów i alkaliów, to należy stosować zabezpieczenie zewnętrznych powierzchni bloków i studzienek przed przenikaniem wody do ich wnętrza. Ponadto w studzienkach należy wykonać odwodnienie, np. przy użyciu drenów.

**3.2.4. Łączenie i odgałęzianie kabli.** Łączenie i odgałęzianie kabli układanych w rurach i blokach kablowych należy wykonywać w studzienkach kablowych.

**3.2.5. Skrzyżowania i zbliżenia linii kablowych w rurach i blokach z innymi urządzeniami podziemnymi i nadziemnymi** powinny odpowiadać wymaganiom podanym w 3.1.7. Minimalne odległości od tych urządzeń powinny być takie, jakich wymaga się w przypadku kabli w osłonie otaczającej.

## 4. UKŁADANIE KABLI W KANAŁACH I TUNELACH

**4.1. Postanowienia ogólne.** W kanałach i tunelach należy stosować kable wg 2.3.6.4. W przypadku stosowania kabli o powłoce ołowianej zaleca się stosować kable opancerzone.

W kanałach lub tunelach kable należy układać na dnie, na ścianach albo na konstrukcjach wsporczych. Kable układane na ścianach nie powinny do nich bezpośrednio przylegać. Odległość kabla od ściany powinna wynosić co najmniej 1 cm.

Nie należy układać kabli na dnie tunelu w przejściach przeznaczonych do poruszania się obsługi.

Przejścia kabli przez przegrody w tunelach powinny być uszczelnione materiałem ognioodpornym.

Dopuszcza się zasypywanie kanałów kablowych piaskiem, szczególnie w przypadkach zagrożenia wybuchem lub pożarem.

**4.2. Odległość między kablami** powinna być tak dobrana, aby spełnione były wymagania wg 2.5.5 i 2.5.6.

Odległość w świetle między kablami elektroenergetycznymi nie powinna być mniejsza niż średnica zewnętrzna grubszego z sąsiadujących kabli lub niż dwukrotna średnica kabla jednożyłowego ułożonego w wiązce składającej się z kabli jednożyłowych w układzie wielofazowym.

Odległość w świetle między kablami elektro-

energetycznymi o różnych napięciach znamionowych oraz między warstwami kabli elektroenergetycznych o tych samych lub różnych napięciach znamionowych nie powinna być mniejsza niż 15 cm.

Dotyczy to również odległości między warstwami kabli elektroenergetycznych a warstwami kabli sygnalizacyjnych.

W przypadku gdy kable są ułożone skupionymi grupami, np. grupami należącymi do różnych urządzeń lub użytkowników oraz w przypadku utrudnionych warunków chłodzenia zaleca się układanie kabli lub grup kabli w odległościach większych niż określone wyżej.

Dopuszcza się zmniejszenie tych odległości dla kabli określonych w 2.5.5 lub pod warunkiem zastosowania osłon otwartych wg 2.4.5.

**4.3. Rozmieszczenie kabli.** Kable o różnym napięciu lub sygnalizacyjne powinny być ułożone na oddzielnych konstrukcjach wsporczych (na półkach) w następującej kolejności od dołu:

- kable sygnalizacyjne,
- kable elektroenergetyczne na napięciu znamionowe do 1 kV,
- kable elektroenergetyczne na najwyższe napięcie znamionowe,
- kable elektroenergetyczne na coraz niższe pozostałe napięcia znamionowe.

Jeżeli kable mogą być rozmieszczone po obu stronach kanału lub tunelu, należy grupować kable o jednakowym napięciu po jednej stronie kanału lub tunelu.

Dopuszcza się ułożenie obok siebie (np. na wspólnej półce) kabli elektroenergetycznych i sygnalizacyjnych gdy kable te przynależą do tego samego odbiornika, np. są przeznaczone do zasilania i sterowania silnika; w tym przypadku kable o napięciu wyższym niż 1 kV powinny być oddzielone przegrodą od kabli sygnalizacyjnych.

W przypadku ułożenia na dnie kanału kabli o różnych napięciach znamionowych, odległość między grupami kabli o różnych napięciach powinna wynosić co najmniej 15 cm. Jeżeli odległość ta nie może być zachowana, należy zastosować przegrodę.

Powyzsze postanowienia nie dotyczą kabli olejowych oraz innych o napięciu znamionowym wyższym niż 40 kV. Kable o napięciu znamionowym wyższym niż 40 kV i kable olejowe należy układać w kanałach, w których nie są ułożone inne kable; w kanałach tych dopuszcza się ułożenie kabli sygnalizacyjnych należących do tego samego urządzenia pod warunkiem zastosowania osłony otwartej.

**4.4. Umocowanie kabli.** Kable powinny być przymocowane do ścian, sufitów i konstrukcji wsporczych za pomocą uchwytów lub wieszaków

o szerokości równej co najmniej zewnętrznej średnicy kabla; w przypadku umocowania kabli bez opancerzenia uchwyty powinny być zaopatrzone w elastyczne wkładki, np. z juty lub papy, o grubości co najmniej 2 mm, a kształt uchwytów, wieszaków i wkładek powinien być taki, aby kabel nie uległ uszkodzeniu.

Kable układane poziomo powinny być umocowane po obu stronach muf przelotowych; umocowanie to powinno uniemożliwiać osiowe przesunięcie się kabla w uchwycie, nie powodując jednak jego odkształcenia. Zaleca się mocowanie kabli na łukach. Na pozostałych odcinkach kabel może być zawieszony lub ułożony swobodnie na wieszakach lub podporach.

Kable układane pochyło lub pionowo powinny być umocowane na całej długości oraz pod głowicami.

**4.5. Odległości między miejscami zamocowania lub zawieszenia kabla** powinny być tak dobrane, aby kable nie załamywały się i nie były nadmiernie obciążone naciągiem.

Zaleca się, aby odległości między miejscami zamocowania lub zawieszenia nie przekraczały:

a) 40 cm — w przypadku kabli o powłoce ołowianej, nieopancerzonych, przy zawieszeniu poziomym lub pochyłym pod kątem do 30°,

b) 80 cm — przy zawieszeniu poziomym lub pochyłym pod kątem do 30° kabli innych niż wg poz. a), z wyjątkiem kabli opancerzonych drutami oraz przy pochyłym zawieszeniu przekraczającym kąt 30° kabli wymienionych w poz. a),

c) 150 cm — przy zawieszeniu poziomym lub pochyłym pod kątem do 30° kabli opancerzonych drutami oraz przy zawieszeniu pochyłym pod kątem większym niż 30° kabli innych niż wg poz. a).

Zaleca się mocowanie kabli w jak najmniejszej odległości od głowic i muf.

**4.6. Skrzyżowania.** Należy unikać wzajemnego krzyżowania się kabli w kanałach i tunelach.

Przy skrzyżowaniach kabli różnych użytkowników zaleca się układanie ich w tunelach i kanałach na różnych poziomach. W przypadku konieczności skrzyżowania grup kabli ułożonych na przeciwnych ścianach tunelu na jednym poziomie, odległość między grupami kabli różnych użytkowników powinna wynosić co najmniej 50 cm.

W miejscu skrzyżowania tuneli lub kanałów położonych na jednym poziomie kable obu tuneli (kanałów) powinny być oddzielone od siebie osłonami np. przez ułożenie w rurach, blokach na całej długości skrzyżowania.

W miejscu skrzyżowania tuneli lub kanałów położonych na różnych poziomach nie jest wymagana dodatkowa ochrona kabli.

**4.7. Prowadzenie w kanałach i tunelach kabli i rurociągów.** Dopuszcza się wykorzystywanie kanałów kablowych i tuneli do prowadzenia w nich rurociągów wodnych, wentylacyjnych, kanalizacyjnych i gazów niepalnych, np. sprężonego powietrza oraz rurociągów z gazami palnymi, jeśli odpowiednie przepisy dotyczące układania rurociągów gazowych zezwalają na układanie ich wspólnie z kablami i w zakresie napięć i typów określonych tymi przepisami; tunele lub kanały kablowe muszą być wtedy wyposażone w urządzenia wykrywające i zapobiegające ulatnianiu się gazu z rurociągu zgodnie z tymi przepisami.

Należy zachować odległość nie mniejszą niż 30 cm między rurociągami i prowadzonymi równolegle kablami. Dopuszcza się odległość mniejszą między kablami obwodów wtórnych i rurociągami sprężonego powietrza o ciśnieniu nie przekraczającym  $42 \text{ kG/cm}^2$  w przypadku, gdy zasilają one te same urządzenia elektryczne.

Dopuszcza się również ułożenie kabli w kanałach i tunelach rurociągów ciepłych, przy czym przekrój żył tych kabli powinien być dobrany z uwzględnieniem temperatury panującej w kanale lub w tunelu.

## 5. UKŁADANIE KABLI NA MOSTACH, MOLACH, NADBRZEŻACH I POMOSTACH KABLOWYCH

**5.1. Postanowienia ogólne.** Do układania na mostach, molach i nadbrzeżach należy stosować kable o powłokach metalowych lub kable opancerzone drutami stalowymi. Dopuszcza się układanie kabli o powłokach niemetalowych nieopancerzonych w metalowych kanałach, metalowych osłonach otaczających oraz na mostach stalowych, jeżeli metalowe części kanałów, osłon oraz części mostu stalowego są ze sobą połączone metalicznie uziemione po obu stronach mostu.

Na mostach kolejowych i mostach drogowych o dużym natężeniu ruchu kołowego należy stosować kable o powłokach odpornych na drgania, np. powłokach aluminiowych, ze stopu ołowiu wg PN-76/E-90250 lub z tworzyw sztucznych.

Na mostach drewnianych należy stosować kable bez zewnętrznych osłon włóknistych.

Na mostach, molach i nadbrzeżach należy układać kable w sposób zapewniający:

- nienaruszalność konstrukcji i niecstawianie wytrzymałości mechanicznej mostu, mola lub nadbrzeża,
- łatwość układania, montażu, kontroli i naprawy kabli,
- ochronę kabli przed uszkodzeniami mechanicznymi w czasie prac związanych z naprawą i konserwacją mostu, mola lub nadbrzeża.

**5.2. Sposoby układania kabli.** Na mostach, molach i nadbrzeżach kable można układać:

- w kanałach,
- pod chodnikami,
- na konstrukcji dźwigarów.

Kable pod chodnikami należy układać w osłonach otaczających. Dopuszcza się układanie pod chodnikami kabli bez osłon otaczających, jeżeli opancerzone są drutami stalowymi.

W miejscach przejścia kabli przez szczeliny dyfuzyjne, przejścia kabli z konstrukcji nośnej na filary i przyczółki oraz w miejscach przejścia kabli z ziemi na mosty, mola lub nadbrzeża, kable powinny mieć zapasy długości uniemożliwiające wystąpienie w kablu naprężeń rozciągających pod wpływem rozszerzalności termicznej konstrukcji mostu, mola lub nadbrzeża.

Na pomostach kablowych, kable należy układać na drabinkach kablowych, półkach lub w korytkach kablowych. Przy układaniu kabli na pomostach obowiązują postanowienia podane w 4.2÷4.7.

**5.3. Łączenie kabli.** Należy unikać łączenia kabli na mostach, molach i nadbrzeżach. W przypadku konieczności łączenia, mufy należy umieszczać w studzienkach kablowych.

## 6. UKŁADANIE KABLI W BUDYNKACH

**6.1. Postanowienia ogólne.** W budynkach należy układać kable bez osłony ochronnej włóknistej.

Przy wprowadzaniu do budynku kabli o powłoce ołowianej i o osłonie ochronnej włóknistej należy tę osłonę usunąć, a w przypadku kabli opancerzonych pancierz należy zabezpieczyć przed korozją.

**6.2. Sposoby układania kabli.** Kable w budynkach można układać:

- bezpośrednio przy ścianach i pod sufitami,
  - na odpowiednio przygotowanych konstrukcjach nośnych umocowanych do ścian, stropów lub konstrukcji stalowej,
  - w kanałach pod poziomem podłogi lub w kanałach ściennych,
  - w rurach lub blokach kablowych, ułożonych pod poziomem podłogi,
  - w bruzdach wykonanych w posadzce, w stropie lub ścianie; po ułożeniu kabla (bezpośrednio lub w osłonie) bruzdę należy przykryć zaprawą cementową o takiej wytrzymałości aby możliwe było łatwe odkrycie bruzdy (w celu wymiany kabla).
- Trwałe wmurowanie kabli w ściany, posadzki lub stropy jest niedozwolone.

**6.3. Wprowadzenie kabli do budynków.** Kabel przy wprowadzeniu do budynku powinien być za-

bezpieczony przed uszkodzeniami mechanicznymi osłoną otaczającą w postaci rury betonowej, kamionkowej lub stalowej. Rury te powinny być wmurowane w fundament lub w ścianę budynku i powinny przechodzić przez całą ich grubość tak, aby kabel można było łatwo wciągnąć.

Osłona w postaci rury powinna mieć wewnętrzną średnicę równą co najmniej 1,5-krotnej średnicy zewnętrznej kabla i powinna być ułożona ze spadkiem na zewnątrz budynku.

Po wciągnięciu kabla przez rurę do wnętrza pomieszczenia oba końce rury należy uszczelnić w celu zapobieżenia przedostawaniu się wody do wnętrza budynku. Uszczelnienie powinno być wykonane na długości po 10 cm z obu końców lub na całej długości rury, jeżeli jest ona krótsza niż 20 cm.

**6.4. Przejście kabli przez ściany i stropy.** Przejście kabli przez wewnętrzne ściany pomieszczeń, przegrody i stropy należy wykonywać w rurach, blokach itp. osłonach otaczających. Przejścia kabli przez ściany i stropy powinny być uszczelnione materiałem niepalnym, np. watą azbestową, zaprawą cementową z wełną żużlową itp. na długości co najmniej 10 cm przy przejściach przez ściany i 8 cm przy przejściach przez stropy.

W przypadku przejścia kabli przez ściany lub stropy oddzielające pomieszczenia wilgotne, niebezpieczne pod względem wybuchowym lub takie, w których istnieją pary i gazy żrące, rury należy uszczelnić materiałem odpornym na niszczące działanie środowiska.

Przejścia kabli przez ściany lub stropy do pomieszczeń zagrożonych wybuchem lub pożarem należy wykonać oddzielnie dla każdego kabla.

**6.5. Odległości między kablami** ułożonymi w budynkach powinny być takie, jak określono w 4.2.

**6.6. Odległości między miejscami zamocowania lub zawieszenia kabli** powinny być takie, jak określono w 4.5.

**6.7. Skrzyżowanie kabli z innymi kablami i przewodami.** Odległość między krzyżującymi się kablami i przewodami izolowanymi, np. przewodami w rurkach, powinna wynosić co najmniej:

5 cm — w przypadku kabli o napięciu do 1 kV,

15 cm — w przypadku kabli o napięciu wyższym niż 1 kV.

Kabel układany obok gołych przewodów wiodących prąd powinien być od nich oddalony tak samo, jak te przewody od ścian, konstrukcji wsporczych itp.

**6.8. Odległości kabli od rurociągów.** Najmniejsze dopuszczalne odległości kabli elektroenerge-

tycznych i sygnalizacyjnych od rurociągów w budynkach — wg tabl. 4.

Tablica 4. Odległość kabli od rurociągów w budynkach

Lp.	Rodzaj rurociągu	Najmniejsza dopuszczalna odległość od rurociągów, cm	
		nie wymagających okresowej konserwacji	wymagających okresowej konserwacji <sup>1)</sup>
1	2	3	4
1	Rurociągi powietrza sprężonego, wentylacyjne, wodociągowe, gazów palnych o ciśnieniu do 0,5 at	20	100
2	Rurociągi cieplne izolowane wodne i parowe	50	100
3	Rurociągi cieplne nieizolowane wodne i parowe	120	120
4	Rurociągi z cieczami palnymi	100	150
5	Inne urządzenia technologiczne	100	150

<sup>1)</sup> Odcinki rurociągów z zaworami, zasuwami itp. armaturą należy uważać za wymagające okresowej konserwacji.

Jeżeli zachowanie tych odległości jest niemożliwe z uzasadnionych względów, to kabel należy chronić od uszkodzeń mechanicznych metalowymi rurami lub innymi trwałymi osłonami, zastosowanymi na całej długości skrzyżowania lub zbliżenia, z dodaniem z każdej strony po 50 cm, a w przypadku rurociągów z płynami palnymi po 100 cm.

**6.9. Pomieszczenia kablowe w budynkach.** Przy układaniu kabli w pomieszczeniach kablowych w budynkach należy przestrzegać postanowień wg 4.2÷4.5, 6.2a)÷c), 6.3, 6.4.

W pomieszczeniach kablowych mogą być instalowane urządzenia współpracujące z ułożonymi w nich kablami, jak: odłączniki liniowe, przekładniki ziemnozwarciowe itp.

**6.10. Szyby kablowe.** Przy układaniu kabli w szymbach kablowych należy przestrzegać postanowień wg 4.2÷4.5, 6.2a), b), 6.3, 6.4.

## 7. BADANIA

**7.1. Rodzaje badań.** Przed przystąpieniem do budowy linii kablowej należy sprawdzić kable i osprzęt kablowy wg 7.2.

Po wybudowaniu linii należy wykonać następujące badania:

- a) sprawdzenie linii kablowej (7.3),
- b) sprawdzenie ciągłości żył i zgodności faz (7.4),
- c) pomiar oporu izolacji (7.5),
- d) próba napięciowa izolacji (7.6).

Ponadto w przypadku linii o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV zaleca się wykonać pomiar pojemności linii.

**7.2. Sprawdzenie kabli i osprzętu kablowego** polega na stwierdzeniu ich zgodności z wymaganiami norm przedmiotowych lub dokumentów według których zostały wykonane, na podstawie atestów, protokołów odbioru albo innych dokumentów.

**7.3. Sprawdzenie linii kablowej po ułożeniu.** Należy sprawdzić, czy budowa linii kablowej odpowiada wymaganiom normy; w przypadku układania kabli w ziemi lub zalewania chudym betonem sprawdzenie to należy wykonać przed zasypaniem lub zalaniem zaprawą.

**7.4. Sprawdzenie ciągłości żył (roboczych i powrotnych) oraz zgodności faz** należy wykonać przy użyciu przyrządów o napięciu nie przekraczającym 24 V.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli poszczególne żyły nie mają przerw oraz jeśli poszczególne fazy na obu końcach linii są oznaczone identycznie.

**7.5. Pomiar oporu izolacji** należy wykonać za pomocą megaomierza o napięciu nie mniejszym niż 2,5 kV, dokonując odczytu po czasie niezbędnym do ustalenia się mierzonej wartości.

Wynik pomiaru należy uznać za dodatni, jeżeli opór izolacji wynosi co najmniej:

20 MΩ/km — linii wykonanych kablami elek-

troenergetycznymi o izolacji z papieru nasyconego, o napięciu znamionowym do 1 kV,

50 MΩ/km — linii wykonanych kablami elektroenergetycznymi o izolacji z papieru nasyconego, o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV oraz kablami elektroenergetycznymi o izolacji z tworzyw sztucznych.

0,75 dopuszczalnej wartości oporu izolacji kabli wykonanych wg PN-77/E-90270, PN-76/E-90300 i ZN-70/MPM-13-K1099.

**7.6. Próba napięciowa izolacji.** Próbie napięciowej izolacji podlegają wszystkie linie kablowe

Dopuszcza się niewykonywanie próby napięciowej izolacji linii wykonanych kablami o napięciu znamionowym do 1 kV.

Próbie napięciową należy wykonać prądem stałym lub wyprostowanym.

W przypadku linii kablowej o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV, prąd upływu należy mierzyć oddzielnie dla każdej żyły.

Wynik próby napięciowej izolacji należy uznać za dodatni, jeżeli:

a) izolacja każdej żyły wytrzyma przez 20 min bez przeskoku, przebicia i bez objawów przebicia częściowego, napięcie probiercze o wartości równej 0,75 napięcia probierczego kabla wg PN-76/E-90250, PN-77/E-90270 lub PN-76/E-90300, albo przez 10 min napięcie probiercze o wartości 0,75 napięcia probierczego kabla wg ZN-74/MPM-13-K12111,

b) wartość prądu upływu dla poszczególnych żył nie przekroczy 300 μA/km i nie wzrasta w czasie ostatnich 4 min badania; w liniach o długości nie przekraczającej 300 m dopuszcza się wartość prądu upływu 100 μA.

**7.7. Ocena wyników badań linii kablowej.** Linie kablową należy uznać za nadającą się do eksploatacji, jeżeli wyniki badań 7.1a)-d) są dodatnie.

KONIEC

1. Instytucja opracowująca normę — Instytut Energetyki, Warszawa.

2. Istotne zmiany w stosunku do PN-67/E-05125

a) wprowadzono szereg postanowień mających na celu zwiększenie niezawodności zasilania odbiorników energii elektrycznej za pośrednictwem linii kablowych i zmniejszenie zagrożenia pożarowego, dotyczących:

- wyboru tras kablowych,
- pomieszczeń kablowych,
- pomostów kablowych (estakad),
- szybów kablowych,
- kanałów i tuneli kablowych,
- rozmieszczenia kabli,

b) wprowadzono postanowienia umożliwiające ekonomiczne wykorzystanie terenu zajmowanego pod linie kablowe przez dopuszczenie w uzasadnionych przypadkach warstwowego układania kabli w ziemi, przez zmniejszenie odległości kabli od niektórych przeszkód terenowych i przez zmniejszenie odstępów między kablami w kanałach, tunelach itp.,

c) dostosowano postanowienia normy do obecnie stosowanych rodzajów kabli, osłon, oznaczeń (folia) itp.,

d) wprowadzono postanowienia dotyczące mechanicznego układania kabli.

3. Normy i dokumenty związane

PN-61/E-01002 Przewody elektryczne. Nazwy i określenia

PN-66/E-05024 Ochrona podziemnych urządzeń metalowych przed korozją powodowaną prądami błądzącymi. Wymagania i badania techniczne

PN-74/E-06401 Elektroenergetyczne linie kablowe. Osprzet do kabli o napięciu znamionowym do 60 kV. Ogólne wymagania i badania

PN-76/E-90250 Kable elektroenergetyczne o izolacji papierowej i powłoce metalowej na napięcie znamionowe nie przekraczające 23/40 kV. Ogólne wymagania i badania

PN-77/E-90270 Kable elektroenergetyczne i sygnalizacyjne o izolacji gumowej. Ogólne wymagania i badania

PN-76/E-90300 Kable elektroenergetyczne i sygnalizacyjne o izolacji z tworzyw termoplastycznych na napięcie znamionowe nie przekraczające 18/30 kV. Ogólne wymagania i badania

BN-80/8976-30 Skrzyżowania gazociągów wysokiego ciśnienia z przeszkodami terenowymi

BN-71/8976-31 Odległości bezpieczne gazociągów wysokiego ciśnienia ułożonych w ziemi

BN-74/8976-69 Skrzyżowania gazociągów niskiego i średniego ciśnienia

BN-75/8976-72 Odległości bezpieczne gazociągów średniego i niskiego ciśnienia ułożonych w ziemi

ZN-74/MPM-13-K12111 Kable elektroenergetyczne o izolacji polietylenowej na napięcie znamionowe nie przekraczające 12/20 kV

ZN-70/MPM-13-K1099 Kable sygnalizacyjne o izolacji polietylenowej i powłoce polwinitowej na napięcie znamionowe 1 kV

Zarządzenie nr 29 Ministra Górnictwa i Energetyki z dnia 17 lipca 1974 r. w sprawie doboru przewodów i kabli elektroenergetycznych do obciążeń prądem elektrycznym

Zarządzenie Ministra Górnictwa i Energetyki oraz Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych z dnia 5 października 1966 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinna odpowiadać ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach elektroenergetycznych o napięciu wyższym niż 1 kV

Zarządzenie Ministra Górnictwa i Energetyki oraz Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych z dnia 31 grudnia 1968 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinna odpowiadać ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach elektroenergetycznych o napięciu do 1 kV

Zarządzenie nr 16 Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 26 sierpnia 1972 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinna odpowiadać ochrona obiektów budowlanych od wyładowań atmosferycznych

Zarządzenie nr 11 Ministerstwa Administracji, Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 13 kwietnia 1976 r. w sprawie tymczasowych wytycznych projektowania sieci uzbrojenia podziemnego w kanałach zbiorczych (Dz. Urz. MAGTIOŚ nr 2/1976)

4. Autorzy projektu normy — mgr inż. Paweł Cylke, ELEKTROPROJEKT, mgr inż. Ludwik Latocha, ELEKTROMONTAŻ, inż. Stanisław Peca, ELEKTROPROJEKT, mgr inż. Eryk Płocica, ENERGOPOMIAR

5. Wydanie 3 — stan aktualny: luty 1981; uaktualniono normy związane oraz wprowadzono zmiany:

zmiana 1 — Biuletyn PKNIM nr 1-2/1979,

zmiana 2 — Biuletyn PKNMIJ nr 4/81.