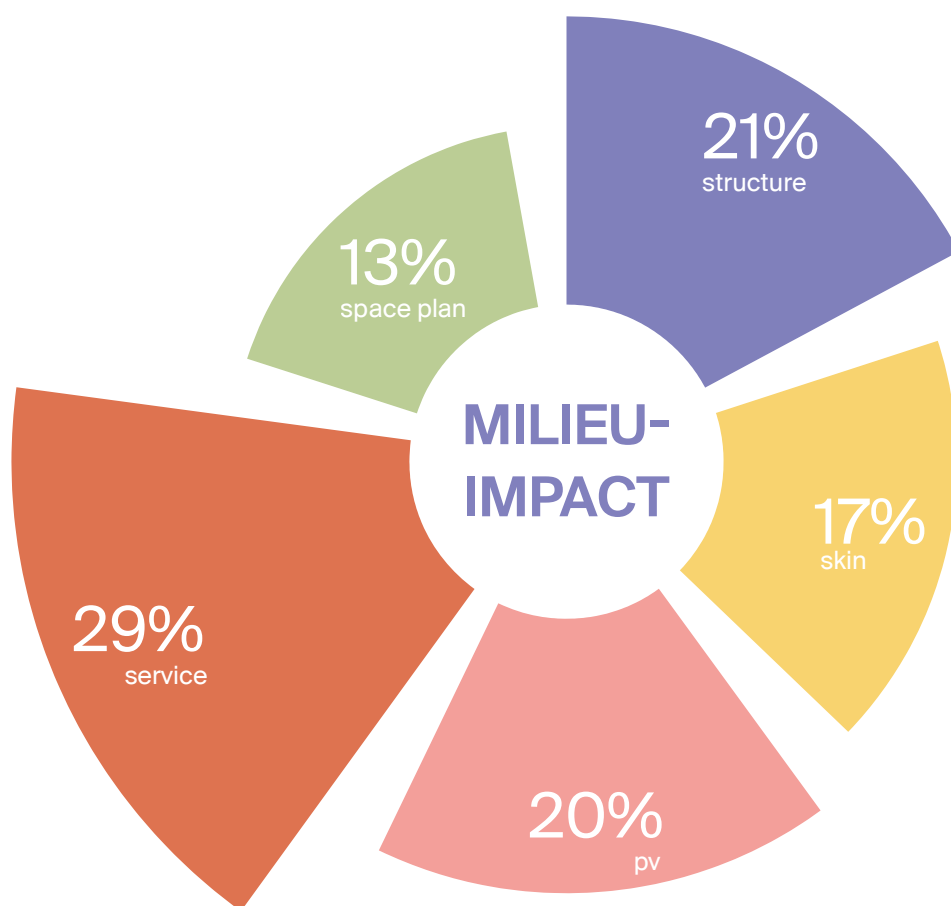


CARBON-BASED DESIGN

Ontwerpprincipes voor CO₂-reductie van woningbouw

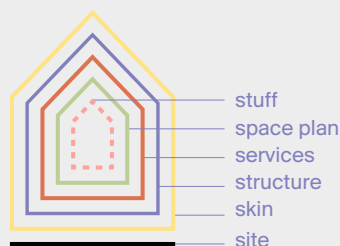
De steeds hogere CO₂-concentratie in de lucht zorgt voor de opwarming van de aarde. De bouwsector is verantwoordelijk voor circa 38% van de mondiale CO₂-emissies. Alleen al het materiaalgebruik is 11% van de mondiale CO₂-emissies¹.



Om doelgericht CO₂-emissies in de bouw te reduceren maken we onderscheid tussen **materiaalgebonden emissies** (die vrijkomen bij de productie en verwerking van bouwmaterialen), en **operationele emissies** (die vrijkomen bij het dagelijks energieverbruik om het gebouw te laten functioneren). Terwijl we al jaren bezig zijn met het terugdringen van de operationele emissies is er nog veel winst te halen met materiaalgebonden emissies.

De grafiek toont de verhoudingen van materiaalgebonden emissies, verdeeld in de lagen van Brand die onderscheiden zijn op basis van levensduur: **Site, Structure, Skin, Services, Space Plan, Stuff**².

Elk van deze lagen heeft een andere levensduur en vraagt daarom om een andere aanpak. Door onderscheid in deze lagen te maken zijn gerichte aanpassingen mogelijk zonder andere lagen te beïnvloeden.



1. United nations (2020). United Nations Environment Programme. Emissions Gap Report 2020, Nairobi.
2. S. Brand (1994). How buildings learn. What happens after they're built. PV-panelen hebben zo'n groot aandeel in de milieupact van gebouwen, en ze kunnen per gebouw zeer verschillend toegepast worden. Daarom hebben PV-panelen een eigen categorie in het diagram gekregen.

Deze publicatie is gebaseerd op het onderzoek Carbon Based Design (2022) van Cityföster en RVO. Voor het volledige onderzoek zie cityfoerster.net

STRUCTURE (DRAAGSTRUCTUUR)

De draagconstructie heeft de langste levensduur en grootste bouwmasa, en daardoor veel potentie voor CO₂ reductie. Een laag er boven is locatie (**SITE**). Door woningbouw in binnenstedelijke gebieden te concentreren, kunnen bestaande faciliteiten en infrastructuur benut worden, wat resulteert in aanzienlijk lagere CO₂-emissies.

MAATREGELEN

Renovatie boven nieuwbouw - Benut bestaande gebouwen, want bij renovatie komt er tot 75% minder materiaalgebonden emissies vrij dan bij nieuwbouw³.

Flexibele plattegrond - Open plattegronden en hoge verdiepingen zijn geschikt voor verschillende toepassingen. Dat verlengt de levensduur: het kan eenvoudig aangepast worden aan nieuw gebruik en verschillende levensfasen.

Draagconstructie van hout - Industriële houtproducten zijn goede alternatieven voor staal en beton. Het zijn hernieuwbare materialen die een deel CO₂ (tijdelijk) kunnen opslaan.

Hergebruik bestaande componenten - Door hergebruik wordt de levensduur verlengd en wordt nieuwe CO₂-uitstoot vermeden.

Ontwerp demontabel - Dit is nuttig voor volledig hergebruik, maar ook voor kleinschalige renovaties en aanpassingen aan het gebouw.

PRINCIPE



IMPACT



SKIN (GEVEL)

De gevel en het dak vormen de gebouwschil, die zorgt voor uitwisseling van warmte, lucht, vocht, licht en geluid tussen binnen en buiten. De vorm (compactheid), de oriëntatie, het oppervlak en de bouwfysische eigenschappen hebben dus een grote invloed op operationele emissies.

MAATREGELEN

Ontwerp compact - Hoe compacter het gebouw, des te kleiner de oppervlakte van de gebouwschil. Dat reduceert kosten, materiaalgebruik en operationele emissies.

Reduceer glasoppervlak - Glas heeft de grootste CO₂ uitstoot van de gebouwschil⁴. Door het glasoppervlak te reduceren worden daarnaast operationele emissies beperkt.

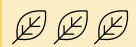
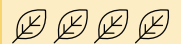
Demontabele gevel(elementen) - De gevel vraagt om onderhoud en elementen worden vervangen. Demontabele elementen zorgen ervoor dat alleen dat vervangen hoeft te worden wat nodig is en stimuleren hergebruik.

Biobased materialen - Deze materialen zijn hernieuwbaar en reduceren materiaalgebonden emissies. Belangrijk is niet alleen te kijken naar CO₂-emissies, maar de gehele milieupact (zoals toxiciteit) te beschouwen.

PRINCIPE



IMPACT



Reduce

Door producten en gebouwen slimmer te benutten, kan productie worden verminderd of voorkomen. Het gebouw met de minste emissies is het gebouw dat niet gebouwd hoeft te worden.



Reuse

Door hergebruik kan de levensduur van gebouwen en producten verlengd worden. Emissies van nieuwe producten worden vermeden.



Recycle

Het nuttig toepassen van gerecycled materiaal nu of het toekomstig mogelijk maken van gemakkelijk recycling door middel van ontwerp.

SERVICES (INSTALLATIES)

Hoewel gebouwinstallaties momenteel worden gebruikt om operationele emissies te verminderen, hebben de materiaalgebonden emissies van deze installaties op hun beurt een aanzienlijke impact.

MAATREGELEN

Passief bouwen - Dit betekent dat installaties minimaal nodig zijn voor het binnenklimaat (zonoriëntatie, thermische massa e.d.). Deze toepassingen hebben wel materiaalgebonden emissies maar geen operationele emissies.

Aanpasbare installaties - De onderdelen van installaties veroorzaken zelf weinig materiaalgebonden emissies, maar kunnen wel helpen om de gebouwindeling flexibeler te maken (zie ook "structure" en "space plan")

PV panelen - In een MPG-berekening worden de PV-panelen meegerekend die noodzakelijk zijn om aan de BENG-eisen te voldoen. Een energiezuinig installatie concept loont. De rest kan aangevuld worden met hernieuwbare energie met een lage milieupact.

Lokale energienetten - Hoogbouw heeft niet genoeg dakoppervlak om de energiebehoefte met PV op te wekken. Een lokaal energienet waarin meerdere gebouwen energie opwekken en onderling delen kan interessant zijn.

PRINCIPE



IMPACT



SPACE PLAN (PLATTEGROND)

De plattegrond bevat alle niet-structurele elementen (vloerafwerking, plafonds, binnenmuren). Deze laag heeft de kleinste impact, maar maakt een bepaald gebruik mogelijk. Ook kan een goed ontwerp extra aanschaf van spullen (STUFF) voorkomen, bijvoorbeeld door delen te stimuleren (zoals wasmachines of fitnessapparatuur).

MAATREGELEN

Efficiënt ruimtegebruik - Door gebruik te faseren of te combineren wordt de plattegrond beter benut (minder m²/persoon) en kan het gebouw compacter.

Gebruiksflexibiliteit - Lichtgewicht, demontabele interieurdelen en met een lange levensduur ondersteunen een flexibel ruimtegebruik (zie ook "structure")⁵.

Biobased interieur - Maak interieurdelen van biobased materialen die staal en beton vervangen en hernieuwbaar zijn (houtbouw, plantaardige isolatiematerialen, zie ook "structure").

Vermijd cementdekvloeren - Cementdekvloeren maken de vloer niet-demontabel, en in combinatie met vloerverwarming is de plattegrond niet meer aanpasbaar. Alternatieve producten zijn egalisatiekorrels in combinatie met een droge (niet gestorte) dekvloer.

PRINCIPE



IMPACT

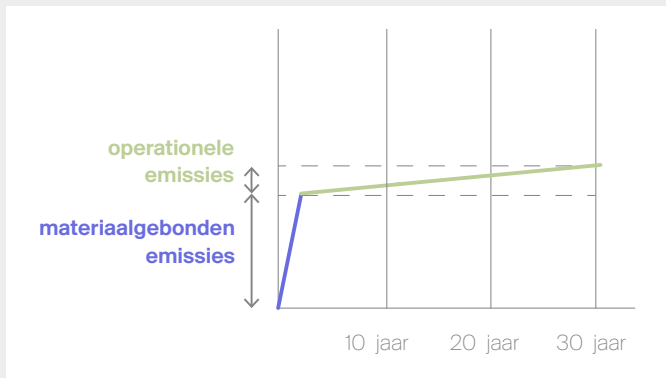


3. King, B. (2017) The New Carbon Architecture: Building to cool the climate, p. 35

4. Meer dan 16% van de materiaalgebonden emissies. Sobota, M., Driessen, I., & Holländer, M. (2022). Carbon-based Design: Onderzoek naar de milieupact van de woningbouw, p. 45.

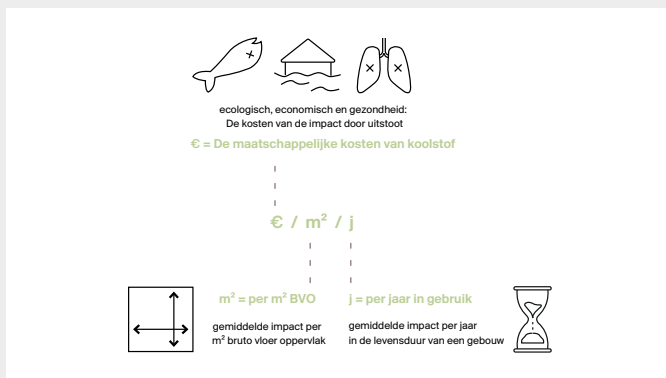
5. Alba Concepts heeft een zogenaamde losmaakbaarheidsindex ontwikkeld, en ook MAT8 van BREEAM brengt verschillende aspecten in beeld.

MATERIAALGEBONDEN & OPERATIONEEL



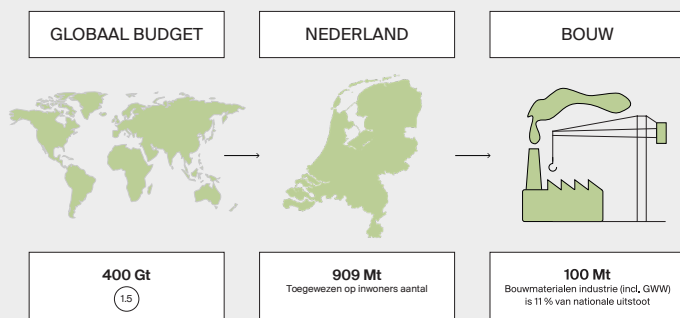
Materiaalgebonden emissies komen vrij bij de productie van materialen en op de bouwplaats. Operationele emissies worden veroorzaakt tijdens het gebruik van een gebouw (electriciteit, gas, water, verwarming). Materiaalgebonden emissies worden eenmalig uitgestoten, operationele emissies daarentegen voortdurend. Hierdoor stapelt de operationeel uitgestoten CO₂ zich op in de atmosfeer, die emissies zijn dus accumulatief. Dit noemen we de tijds waarde van CO₂. Materiaalgebonden emissies zijn langer in de lucht en hebben daarmee een groter klimaateffect.

MILIEUPRESTATIE GEBOUWEN (MPG)



De MPG duidt de milieubelasting die ontstaat gedurende de verschillende levensfasen van een gebouw, met uitzondering van de gebruiksfase. Deze berekening wordt gemaakt met levenscyclusanalyses (LCA) per bouwproduct, geregistreerd met een milieuverklaring in de Nationale Milieu Database (NMD). De MPG wordt uitgedrukt in schaduwkosten: een fictieve prijs (€) waarvoor de verschillende milieueffecten (genormaliseerd via aangenomen maatschappelijke kosten) opgeteld zijn, en door het BVO (m²) en de levensduur (standaard 75 jaar) worden gedeeld.

PARIS PROOF CO2 BUDGET



Nederland heeft het parijs akkoord ondertekend om de opwarming van de aarde te beperken tot 1,5 grad. De Dutch Green Building Council heeft dit vertaald naar een CO₂-budget voor de bouwsector. Door te berekenen hoeveel CO₂ een gebouw uitstoot wordt bepaald of deze „Paris Proof“ is. Deze "Paris Proof Score" omvat materiaalgebonden CO₂-emissies per vierkante meter over een beschouwingsperiode van 30 jaar. Deze score wordt uitgedrukt in CO₂-equivalenten per vierkante meter BVO (kgCO_{2e}/m²).

TOETSINGSKADERS

Milieu-impact & materiaalgebruik	Milieu-impact (MPG)	Milieu-Prestatie Gebouwen (€ / m ² BVO / jaar)
	Embodied Carbon (MPG-2)	Paris Proof Protocol (kg CO ₂ -eq / m ² BVO)
	Construction Stored Carbon	Construction Stored Carbon (kg CO ₂ -eq)
Gebouwflexibiliteit	Materiaalgebruik	Hernieuwbaar / Hergebruikt / Gerecycled (%massa)
	Hergebruikpotentie	Totaal (%massa)
	Adaptief vermogen	Methode Adaptief Vermogen Gebouw (%)
Omgang restmateriaal	Loosmaakbaarheid	Meetmethodiek Losmaakbaarheid 2.0 (%)
	Omgang restmateriaal (sloop)	Totaal (%massa)
Gezonde materialen	Omgang restmateriaal (bouw)	Totaal (%massa)
	Toxiciteit	# Certificaten (C2C, REACH, Living Building)

De MPG beschouwt 11 aspecten van milieu-impact, gericht op materiaalgebonden emissies. Een goede MPG score betekent echter niet direct een lage CO₂ uitstoot. Het Nieuwe Normaal is een leidraad voor circulair bouwen die meerdere methodes in acht neemt⁶. De indicatoren van de leidraad kunnen gebruikt worden om circulaire prestaties uit te vragen voor een project. Veel maatregelen uit deze brochure passen in de onderwerpen van de leidraad en kunnen benaderd worden met ontwerpprincipes van Carbon Based Design.