

Whitepaper

# Toekomstbestendig isoleren

Duurzaam en circulair bouwen met verschillende  
bouwmaterialen en -methoden





# Inhoudsopgave

	Inleiding	3
<b>01</b>	MilieuPrestatie Gebouw: van 0,8 naar ...	5
	• Hoe komt de MPG tot stand?	5
	• Nationale Milieu Database (NMD)	6
<b>02</b>	Milieukostenindicatoren op basis van een Levenscyclusanalyse	7
	• Wat is een LCA?	7
	• De schaduwprijs (MKI) bepalen	10
	• Het doel van de schaduwprijs (MKI)	12
	• Eenvoudigere weergave in een EPD	12
	• Focus op 2030 of 2050	13
<b>03</b>	Producten en bouwmethoden vergelijken	15
	• Het verschil tussen glaswol en bio-based isolatiematerialen	15
	• Het verschil in type isolatie en binnenspouwbladen	18
	• Het verschil in bouwmethoden	19
<b>04</b>	Kijk eerst naar het ontwerp en daarna naar de producten	20
	• Welk hoofdelement levert de grootste bijdrage aan de MPG?	20
	• Duurzaamheid volgens de Paris Proof Indicator	22
	• Alleen focus op Paris Proof Indicator of verder kijken voor verduurzaming	24
	• De bijdrage van isolatie op de Paris Proof Indicator	25
<b>05</b>	De impact van installaties op de MPG-score	26
	• Bijna EnergieNeutrale Gebouwen	26
	• Drie BENG-eisen	26
	• Duurzaam ontwerpen	29
	• Goede details besparen meer dan hoge $R_c$ -waarden	30
	• Wat is een echt duurzaam bouwen?	33
	Maak slimme keuzes in het voortraject	34
	• Contact met jouw Isover adviseur	34
	• Drie handige tools	34
	Woordenlijst	35



# Inleiding

Duurzaam bouwen. Een onderwerp waar momenteel veel over wordt gesproken. Men begint steeds meer het belang ervan in te zien en de overheid stuurt bouwend Nederland door middel van wet- en regelgeving en subsidies in een duurzame richting. Maar wat is duurzaam bouwen? Heeft dit alleen betrekking op het materiaalgebruik of hebben keuzes in het ontwerp ook een belangrijke impact?

Nederland heeft zichzelf belangrijke doelen gesteld op het gebied van zowel CO<sub>2</sub>-reductie als circulariteit. In 2030 moet Nederland 55% minder broeikasemissies uitstoten vergeleken met 1990. Daarnaast is het doel 50% minder primaire abiotische grondstoffen te gebruiken. Abiotische grondstoffen zijn mineralen, metalen en fossiele grondstoffen en niet hernieuwbaar.

Daardoor passen deze grondstoffen niet in een circulaire economie, de doelstelling voor 2050. Een circulaire economie houdt in dat afval niet bestaat en grondstoffen steeds opnieuw worden gebruikt. Bovendien moet de uitstoot van CO<sub>2</sub> met 95% zijn gereduceerd ten opzichte van 1990. Dit alles om aan het Klimaatakkoord van Parijs te voldoen, met ultiem doel dat de aarde in 2050 met niet meer dan 1,5 à 2 graden Celsius is opgewarmd.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Rijksoverheid, 2016, [www.rijksoverheid.nl](http://www.rijksoverheid.nl)



Beide doelstellingen zijn logisch en de Nederlandse bouwsector heeft hierin een belangrijke rol. Deze sector is voor ongeveer 40% verantwoordelijk voor de totale CO<sub>2</sub>-uitstoot per jaar. Ook is maar liefst 24 miljoen ton afval in ons land per jaar afkomstig van deze sector. De doelstellingen leveren een grote bijdrage aan de verduurzaming van gebouwen in Nederland, zowel op de korte als op de lange termijn. De vraag is: in hoeverre zijn de doelstellingen bepalend voor de bouwmethodiek en het materiaalgebruik die we in de Nederlandse bouw toepassen?

In dit whitepaper gaan we in op de verschillende aspecten met betrekking tot toekomstbestendig isoleren en duurzaam bouwen, zoals de functie van de MilieuPrestatie Gebouw (MPG), de Milieukostenindicator (MKI), de Levenscyclusanalyse (LCA) en andere methoden om de duurzaamheid van een gebouw en materialen te bepalen, zoals de Paris Proof Indicator. Daarnaast staan we stil bij keuzes die tijdens de ontwerpfase en in de uitvoering kunnen worden gemaakt die bijdragen aan duurzamere gebouwen.





# MilieuPrestatie Gebouwen: van 0,8 naar ...

# 01

Optelsom Milieukostenindicatoren

:

levensduur van het gebouw

:

aantal vierkante meters bruto  
vloeroppervlak van het gebouw

=

**MilieuPrestatie Gebouwen**

Sinds 2012 kennen we in Nederland de MPG – MilieuPrestatie Gebouwen. De MPG is bij elke aanvraag voor een omgevingsvergunning verplicht en geeft aan wat de milieubelasting is van materialen die in een gebouw worden toegepast. Bij de invoering van de MPG op 1 januari 2018 was de maximum grenswaarde 1,0. Op 1 juli 2021 werd de milieuprestatie voor nieuwbouw woningen aangescherpt naar 0,8. Het doel is om de eis stapsgewijs scherper te stellen<sup>4</sup>, met als volgende stappen 0,5 per 1 januari 2025 en 0,3 in 2030. Het aanscherpen van de MPG naar 0,5 staat momenteel ter discussie. Dit komt door de extra milieu-indicatoren die binnenkort worden ingevoerd, wanneer de EN15804-A2 van kracht wordt. Dit staat gepland op 1 januari 2025.

## Hoe komt de MPG tot stand?

De MPG wordt uitgedrukt in een waarde in euro's per vierkante meter bruto vloeroppervlak (m<sup>2</sup> BVO). Dit wordt berekend door een optelsom van alle Milieukostenindicatoren (MKI) van de toegepaste materialen in een gebouw. Vervolgens wordt deze uitkomst gedeeld door de levensduur van het gebouw en het aantal vierkante meters bruto vloeroppervlak.

De MKI, ook wel bekend als de schaduwprijs, is op haar beurt weer een conclusie van de Levenscyclusanalyse van een product die kijkt naar alle fases, van productie tot einde levensduur.

Om tot een lage MPG te komen is het belangrijk om goed te kijken naar welke impact het ontwerp heeft en welke producten een onderbouwde milieuverklaring hebben.

<sup>4</sup>RVO – MilieuPrestatie Gebouwen - MPG, 2017, [www.rvo.nl](http://www.rvo.nl).

## Nationale Milieu Database (NMD)

Om tot een MPG te komen, zijn de MKI's dus van groot belang.

De Milieukostenindicatoren van producten die toegepast worden in een gebouw worden berekend op basis van de data uit de Nationale Milieu Database (NMD). In de NMD worden materialen gecategoriseerd in milieuverklaringen, voorheen productkaarten. We kennen de volgende drie categorieën milieuverklaringen:

- Categorie 1** | Productspecifieke data, welke door een onafhankelijke specialist worden getoetst. Van deze materialen is een LCA opgesteld.
- Categorie 2** | Merkongebonden data van groepen fabrikanten en / of toeleveranciers en branches. Denk hierbij aan informatie afkomstig van brancheverenigingen.
- Categorie 3** | Merkongebonden data van stichting Nationale Milieu Database.

Alleen categorie 1 en 2 milieuverklaringen zijn getoetst.

Omdat categorie 1 milieuverklaringen worden opgesteld op basis van één product, geeft dit de meest nauwkeurige berekening.







# Milieukostenindicatoren op basis van een Levenscyclusanalyse

## 02

### Wat is een LCA?

LCA staat voor Levenscyclusanalyse. Een gestandaardiseerde methode waarmee inzichtelijk wordt gemaakt wat de milieueffecten zijn van een product, proces of dienst, gedurende de levenscyclus. Hierbij wordt gekeken naar weegfactoren en verschillende impactcategorieën zoals klimaatverandering, verzuring, watergebruik en landgebruik gerelateerde impact. Een LCA houdt dus rekening met de gehele levenscyclus; van grondstofgebruik tot en met verwerking aan het einde van de levensduur. Daarom bestaat een LCA uit verschillende fases.

Productiefase en bouwfase (A)	Gebruiksfase (B)	Sloop- en verwerkingsfase (C)	Hergebruik, terugwinning en recycling (D)
<b>A1</b> Grondstofwinning	<b>B1</b> Gebruik product	<b>C1</b> Sloop	<b>D1</b> Herwinning grondstoffen
<b>A2</b> Transport naar producent	<b>B2</b> Onderhoud	<b>C2</b> Transport	
<b>A3</b> Productieproces	<b>B3</b> Reparatie	<b>C3</b> Afvalverwerking	
<b>A4</b> Transport naar gebruikslocatie	<b>B4</b> Vervanging	<b>C4</b> Finale afvalverwerking	
<b>A5</b> Installatie op gebruikslocatie	<b>B5</b> Vernieuwing		

**Milieu-impactcategorieën volgens EN-15804**

In de verschillende fases van de levenscyclus wordt berekend hoe groot de bijdrage is op verschillende impactcategorieën. Tot 2021 werden onderstaande 11 milieu-impactcategorieën toegepast op basis van EN15804+A1. EN15804 is de Europese norm voor het bepalen van duurzaamheid van bijvoorbeeld materialen. De eerste versie werd gepubliceerd in 2012.

**Milieu-impactcategorieën volgens EN-15804+A1, tot 2021.**

Milieu-impactcategorieën volgens EN-15804+A1	Indicator (zoals vermeld in een LCA)	Eenheid
Uitputting van abiotische grondstoffen, ex fossiele energiedragers	ADP-elementen	kg antimoon eq.*
Uitputting van fossiele energiedragers	ADP-brandstof <sup>7</sup>	kg antimoon eq.
Klimaatverandering	GWP-100j	kg CO2 eq.
Ozonlaagaantasting	ODP	kg CFK-11 eq.
Fotochemische oxidantvorming	POCP	kg ethyleen eq.
Verzuring	AP	kg SO2 eq.
Vermesting	EP	kg PO4- eq.
Humaan-toxicologische effecten	HTP	kg 1,4-dichloorbenzeen eq.
Ecotoxicologische effecten, aquatisch (zoetwater)	FAETP	kg 1,4-dichloorbenzeen eq.
Ecotoxicologische effecten, aquatisch (zeewater)	MAETP	kg 1,4-dichloorbenzeen eq.
Ecotoxicologische effecten, terrestrisch	TETP	kg 1,4-dichloorbenzeen eq.

\* eq is equivalent, wat gebruikt wordt om de vergelijkbare effecten van verschillende stoffen te beschrijven.



Sinds 2021 is deze lijst aangevuld. Een LCA dient nu ook berekend te worden op basis van EN15804+A2. Deze bepalingmethode, de vervanging van EN15804+A1, is nog niet (februari 2024) geaccrediteerd. Hierdoor moet een LCA momenteel zowel via de A1- als de A2-bepalingmethode worden opgesteld. Zolang bepalingmethode EN15804+A2 niet is geaccrediteerd is, door de invoering van de nieuwe lijst milieu-impactcategorieën, een dubbele rapportage nodig.

### Milieu-impactcategorieën volgens EN-15804+A2, sinds 2021.

Milieu-impactcategorieën (set 2)	klimaatverandering - totaal	kg CO <sub>2</sub> -eq.*
	klimaatverandering - fossiel	kg CO <sub>2</sub> -eq.
	klimaatverandering - biogeen	kg CO <sub>2</sub> -eq.
	klimaatverandering - landgebruik en verandering landgebruik	kg CO <sub>2</sub> -eq.
	ozonlaagaantasting	kg CFC11-eq.
	verzuring	mol H <sup>+</sup> -eq.
	vermesting zoetwater	kg P-eq.
	vermesting zeewater	kg N-eq.
	vermesting land	mol N-eq.
	smogvorming	kg NMVOC-eq.
	uitputting van abiotisch grondstoffen mineralen en metalen	kg Sb-eq.
	uitputting van abiotisch grondstoffen fossiele brandstoffen	MJ, net cal. val.
	watergebruik	m <sup>3</sup> world eq. deprived
	fijnstof emissie	ziekte-indicentie
	ioniserende straling	kBq U235-eq.
	ecotoxiciteit (zoetwater)	CTUe
	humane toxiciteit, carcinogeen	CTUh
	humane toxiciteit, non-carcinogeen	CTUh
	landgebruik gerelateerde impact / bodemkwaliteit	Pt

\* eq is equivalent, wat gebruikt wordt om de vergelijkbare effecten van verschillende stoffen te beschrijven.

Set A2 bevat meer milieu-impactcategorieën dan set A1. Het is daarom aannemelijk dat de MPG naar 1,0 gaat in plaats van 0,5. Er wordt immers meer gemeten. Dit zorgt voor een hogere MKI. Het voorstel van de nieuwe wegingsfactoren is momenteel ter inzage beschikbaar.

**De schaduwprijs (MKI) bepalen**

Nadat de volledige impact op het milieu in getallen inzichtelijk is gemaakt, kan er een waarde aan gekoppeld worden om uiteindelijk een schaduwprijs (MKI) te bepalen. Dit wordt gedaan middels de weegfactoren; de milieukosten per milieueffect. De weegfactoren geven aan hoeveel de milieukosten zijn per milieueffect om deze te vereffenen. Voor de diverse impactcategorieën worden verschillende bedragen aangehouden. Want niet ieder milieueffect brengt even grote

kosten met zich mee om deze te vereffenen. Zo zijn de kosten van de gevolgen van een beschadigde ozonlaag veel meer dan de kosten voor hinder door het licht.

**Milieukosten per milieueffect**

In het onderstaande overzicht staan de gehanteerde milieukosten per milieueffect weergegeven. Daarbij is te zien dat uitputting van de ozonlaag, eutrofiëring (vermesting) en verzuring van de bodem en water de grootste kosten met zich meebrengen.

Impactcategorie	Eenheid	Wegingsfactor (€ / eenheid)
Uitputting van ozon	kg CFC-11-EQ*	€ 30,00
Eutrofiëring	kg PO43-eq	€ 9,00
Verzuring van bodem en water	kg SO2-eq	€ 4,00
Photochemical oxidant creation (smog)	kg C2H4	€ 2,00
Uitputting van abiotische middelen - elementen	kg SB-eq	€ 0,15
Uitputting van abiotische middelen - fossiele brandstoffen	kg SB-eq	€ 0,15
Menselijke toxiciteit	kg 1,4 DB-eq	€ 0,09
Terrestrial ecotoxicity	1,4 DB-eq	€ 0,06
Opwarming	kg CO2-eq	€ 0,05
Freshwater ecotoxicity	kg 1,4 DB-eq	€ 0,03
Marine water ecotoxicity	kg 1,4 DB-eq	€ 0,0001

\* eq is equivalent, wat gebruikt wordt om de vergelijkbare effecten van verschillende stoffen te beschrijven.

Alle data van de impactcategorieën verrekend met de wegingsfactoren geven als uiteindelijk resultaat een schaduwprijs (MKI), weergegeven in een LCA rapportage.



Onderstaande afbeelding geeft een deel van de LCA rapportage weer van Isover Sonepanel van 40 mm dik. Aan de linkerkant worden de parameters weergegeven, met daarachter de schaduwkosten die per fase worden gemaakt. In de laatste kolom (total) staan de totale schaduwkosten per fase. Bij elkaar opgeteld geeft dit de schaduwprijs (MKI) (total/SP) van dit product weer. Isover Sonepanel 40 mm dik heeft dus een schaduwprijs (MKI) van € 0,17 per m<sup>2</sup>. Maar waar wordt de schaduwprijs (MKI) nu eigenlijk voor gebruikt?

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C4	D	Total
PERE	MJ	1.24E+0	6.28E-3	9.39E-1	7.68E-3	4.82E-2	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	1.62E-3	1.81E-4	6.58E-4	4.42E-2	2.29E+0
PERM	MJ	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	-5.95E-8	-5.95E-8
PERT	MJ	1.24E+0	6.28E-3	9.39E-1	7.68E-3	4.82E-2	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	1.62E-3	1.81E-4	6.58E-4	4.42E-2	2.29E+0
PENRE	MJ	6.84E+0	6.51E-1	2.01E+1	5.78E-1	6.20E-1	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	1.37E-1	1.20E-2	8.65E-2	-2.11E-1	2.88E+1
PENRM	MJ	2.08E-1	0.00E+0	9.18E-1	0.00E+0	2.30E-2	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	-3.05E-2	1.12E+0
PENRT	MJ	7.05E+0	6.51E-1	2.10E+1	5.78E-1	6.43E-1	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	1.37E-1	1.20E-2	8.65E-2	-2.41E-1	2.99E+1
SM	Kg	3.34E-1	0.00E+0	4.17E-2	0.00E+0	7.51E-3	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	3.83E-1
RSF	MJ	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0
NRSF	MJ	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0
FW	M3	1.16E-2	5.78E-5	7.00E-3	5.73E-5	4.58E-4	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	1.57E-5	-3.86E-6	8.70E-5	1.26E-3	2.06E-2
HWD	Kg	1.53E-5	1.16E-6	2.01E-5	1.43E-6	8.66E-7	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	3.27E-7	2.29E-8	1.22E-7	3.16E-7	3.97E-5
NHWD	Kg	7.48E-2	2.41E-2	1.14E-1	2.60E-2	1.99E-2	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	8.19E-3	4.44E-4	5.53E-1	1.55E-2	8.36E-1
RWD	Kg	2.63E-5	4.12E-6	2.52E-5	3.71E-6	1.41E-6	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	8.48E-7	6.42E-8	5.35E-7	9.77E-7	6.32E-5
CRU	Kg	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0
MFR	Kg	0.00E+0	0.00E+0	8.05E-3	0.00E+0	2.67E-3	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	6.51E-2	0.00E+0	0.00E+0	7.58E-2
MER	Kg	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0
EE	MJ	0.00E+0	0.00E+0	6.42E-4	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	3.84E-1
EET	MJ	0.00E+0	0.00E+0	4.06E-4	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	2.43E-1	2.44E-1
EEE	MJ	0.00E+0	0.00E+0	2.36E-4	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	1.41E-1	1.41E-1
SP	s€	s€ 0,05	s€ 0,01	s€ 0,09	s€ 0,00	s€ 0,01	s€ 0,00	s€ 0,00	s€ 0,00	s€ 0,00	s€ 0,00	s€ 0,00	s€ 0,00	s€ 0,01	s€ 0,17

Een deelweergave van de LCA van Isover Sonepanel 40 mm (december 2023).



### Het doel van de schaduwprijs (MKI)

De Milieukostenindicator (MKI) is een getal dat wordt uitgedrukt in Euro's en geeft aan hoe duurzaam een product, proces of dienst is. Door middel van de MKI kan een eerlijk vergelijk gemaakt worden tussen verschillende producten en in de verschillende fasen. Zo wordt duidelijk hoe duurzaam deze producten zijn ten opzichte van elkaar. De MKI wordt ook wel de schaduwprijs of schaduwkosten genoemd. Over het algemeen zijn de kosten die hiermee bedoeld worden niet direct zichtbaar. Denk bijvoorbeeld aan hogere ziekenhuiskosten door luchtvervuiling of kosten voor een juiste infrastructuur van hemelwaterafvoer door een toename van wateroverlast. Doordat deze kosten min of meer verborgen zijn, maar de rekening ervan wel door de samenleving wordt betaald, wordt de schaduwprijs ook wel maatschappelijke kosten genoemd.

### Eenvoudigere weergave in een EPD

Een LCA is een lange rapportage met een grote hoeveelheid getallen, zoals de MKI per fase en impactcategorie. Hierdoor is een LCA niet voor iedereen even overzichtelijk. Om deze reden wordt vaak een korte versie van een LCA gebruikt: de EPD. Een Environmental Product Declaration is eenvoudiger te lezen en daardoor gemakkelijker in gebruik dan een complete LCA-rapportage. Naar verwachting wordt de EPD in de toekomst meer gebruikt. De Europese Unie streeft ernaar deze onderdeel te laten uitmaken van de Declaration of Performance (DoP). Dit heeft als doel dat producten beter met elkaar vergeleken kunnen worden om zo de meest duurzame keuze te kunnen maken.

## Focus op 2030 of 2050

Door de doelstelling om in 2030 de uitstoot van broeikasemissies met 55% te reduceren, kijkt men steeds vaker naar de schaduwkosten die in de productiefase worden gemaakt. Daarin zijn de broeikasemissies meegenomen die nodig zijn om een product te produceren.

De productiefase is onderverdeeld in drie deelfases, welke in een LCA als volgt staan weergegeven:

## Productiefase | Fase A1 tot en met A3

**A1** | Grondstofwinning

**A2** | Transport van grondstoffen naar producent

**A3** | Productieproces

Naast het reduceren van broeikasemissies, heeft Nederland ook de doelstelling voor een circulaire economie in 2050. De laatste fases van een LCA geven weer wat de mogelijkheden zijn voor hergebruik, terugwinning en recycling. Het is dus van belang of wellicht belangrijker dat de laatste fases ook in ogenschouw worden genomen.

## Sloop- en verwerkingsfase |

### Fase C1 tot en met C4

**C1** | Sloop

**C2** | Transport

**C3** | Afvalverwerking

**C4** | Finale afvalverwerking

## Milieulasten en -baten buiten de systeemgrenzen van het bouwwerk | Fase D

Mogelijkheden voor hergebruik, terugwinning en recycling.

### Inzicht in verduurzamingsmogelijkheden

Fabrikanten kunnen door de verschillende fases van de LCA zien waar zij in het proces verder moeten verduurzamen om een lagere MKI te realiseren. Zo zijn er materialen die in de productiefase een hoge impact op de MKI hebben, ten opzichte van de totale MKI. Daarentegen kan het zijn dat deze materialen een hele lage of zelfs geen impact op de MKI hebben in de fases C1 tot en met C4 en D door de vele mogelijkheden op het gebied van hergebruik, terugwinning en recycling.

Het zwaartepunt van de milieu impact van Isover Sonepanel ligt voornamelijk in de productiefase (A1 t/m A3). Ten opzichte van de totale MKI van slechts € 0,17 per m<sup>2</sup>, is de MKI van de productiefase

€ 0,09 per m<sup>2</sup>. Dit komt mede door de oven waarin glas wordt gesmolten. Het doel van de Saint-Gobain Groep is 'Making The World A Better Home'. Daarmee is duurzaamheid een van de belangrijkste pijlers van het bedrijf. Om deze reden wordt het productieproces in 2024 verduurzaamd. De oven wordt geëlektrificeerd, waardoor de hoeveelheid broeikasgassen in de productiefase flink reduceren. Hierdoor daalt de impact op de MKI in de productiefase (A1 t/m A3), waardoor de MKI van Isover Sonepanel ook daalt.

In de laatste fases van de LCA, C1 t/m C4 en D, is het aandeel van Isover Sonepanel slechts € 0,01 per m<sup>2</sup>. Dit komt doordat glaswol oneindig recyclebaar is en veel mogelijkheden biedt voor hergebruik, terugwinning en recycling.





# Producten en bouw- methoden vergelijken

## 03

Door middel van een LCA is het mogelijk een eerlijk vergelijking te maken tussen bouwmaterialen, -methoden en constructies. Dit maakt inzichtelijk welke bouwmethode het meest duurzaam is. Dit geldt ook op constructie- en materiaalniveau. Bijvoorbeeld het verschil tussen stapelbouw en houtskeletbouw of het verschil tussen dakplaten en prefab dakelementen.

Ook op materiaalniveau is het mogelijk om een vergelijking te maken. Dit kan op basis van de totale MKI, dus de gehele levenscyclus van een product, of op basis van de impact van de verschillende fases in de LCA. Bij isolatie wordt voornamelijk gekeken naar de productiefase (A1 tot en met A3) en einde levenscyclus (C1 tot en met C4 en D).

### Het verschil tussen glaswol en bio-based isolatiematerialen

Om te isoleren zijn er diverse materialen beschikbaar. Een van de bekendste materialen is glaswol. Er komt ook steeds meer interesse in bio-based isolatie. Deze producten verschillen in basis veel van elkaar. Glaswol isolatie wordt gemaakt van glas, waarbij het gewicht van Isover glaswol voor meer dan 50% bestaat uit gerecycled materiaal. Bio-based isolatiematerialen worden grotendeels gemaakt van natuurlijke materialen.

### MKI per fase van de LCA | Berekend over de totale BVO en levensduur

Fase van de LCA	MKI van 50 m <sup>2</sup> glaswol (40 mm) Categorie 1 NMD	MKI van 50 m <sup>2</sup> vlaswol (40 mm) Categorie 1 NMD	MKI van 50 m <sup>2</sup> houtwol (40 mm) Categorie 1 NMD	MKI van 50 m <sup>2</sup> hennep en jute vezels (40 mm) Categorie 1 NMD
A. Productiefase	7,540	7,015	10,714	9,411
A. Constructiefase	0,522	1,620	1,655	1,521
B. Gebruiksfase	0,000	0,000	0,000	0,000
C. Afdankfase	0,076	1,341	0,676	1,051
D. Buiten gebouwlevensloop	0,251	-0,928	-2,424	-1,914
<b>Schaduwprijs / MKI</b>	<b>8,389</b>	<b>9,048</b>	<b>10,621</b>	<b>10,069</b>

Gegevens van november 2023.

De impact van de producten verschilt per fase flink van elkaar en vooral in fase D. Waar de andere materialen een negatieve schaduwprijs hebben in fase D, heeft Isover glaswol een positieve schaduwprijs in deze fase.

Toch is glaswol van Isover volledig recyclebaar. Dit komt door het aandeel secundair materiaal dat bij Isover glaswol in fase A1 tot en met A3 wordt meegenomen in plaats van 'winst' in fase D. Glaswol van Isover bestaat immers voor minimaal 50% van het gewicht van de isolatie uit gerecycled content.

Daarom is het niet alleen goed om te kijken naar de milieu-impact per fase. Bekijk ook de totale schaduwprijs van het product.

### Vlaswol (40 mm - 50 m<sup>2</sup>)

Milieu-impactcategorieën (ongewogen)	FASE A	FASE A	FASE B	FASE C	FASE D	ALLE FASEN	EENHEID
	PROD	CONSTR					
Uitputting abiotische grondstoffen (exclusief fossiele energiedragers) - ADP	1.17e-3	2.98e-4	0	5.76e-5	8.93e-5	<b>1.62e-3</b>	kg Sb eq
Uitputting fossiele energiedragers - ADP	4.96e-1	8.64e-2	0	1.43e-2	-4.13e-4	<b>5.96e-1</b>	kg Sb eq
Klimaatverandering - GWP 100 jaar	5.99e+1	1.42e+1	0	2.07e+1	-3.56e+0	<b>9.13e+1</b>	kg CO2 eq
Aantasting ozonlaag - ODP	5.81e-6	2.08e-6	0	6.37e-7	-1.53e-6	<b>7.00e-6</b>	kg CFK-11 eq
Fotochemische oxidantvorming - POCP	3.39e-2	7.87e-3	0	1.29e-3	-8.00e-3	<b>3.51e-2</b>	kg C2H4 eq
Verzuring - AP	2.72e-1	5.55e-2	0	1.36e-2	-5.07e-2	<b>2.91e-1</b>	kg SO2 eq
Vermesting - EP	6.61e-2	1.13e-2	0	3.49e-3	-2.20e-2	<b>5.89e-2</b>	kg PO4 eq
Humane toxiciteit - HTP	2.22e+1	5.48e+0	0	1.96e+0	-3.73e+0	<b>2.59e+1</b>	kg 1,4-DCB eq
Zoetwater aquatische ecotoxiciteit - FAETP	6.22e-1	1.70e-1	0	9.55e-2	-6.67e-2	<b>8.21e-1</b>	kg 1,4-DCB eq
Mariene aquatische ecotoxiciteit - MAETP	1.61e+3	5.60e+2	0	3.64e+2	5.94e+1	<b>2.59e+3</b>	kg 1,4-DCB eq
Terrestrische ecotoxiciteit - TETP	1.57e-1	1.79e-2	0	6.18e-3	-3.13e-2	<b>1.50e-1</b>	kg 1,4-DCB eq
MKI (gewogen gesommeerd)	<b>7.01e+0</b>	<b>1.62e+0</b>	<b>0</b>	<b>1.34e+0</b>	<b>-9.28e-1</b>	<b>9.05e+0</b>	

Glaswol (40 mm - 50 m<sup>2</sup>)

Milieu-impactcategorieën (ongewogen)	FASE A PROD	FASE A CONSTR	FASE B	FASE C	FASE D	ALLE FASEN	EENHEID
Uitputting abiotische grondstoffen (exclusief fossiele energiedragers) - ADP	2.12e-3	9.46e-5	0	1.27e-5	8.01e-4	<b>3.03e-3</b>	kg Sb eq
Uitputting fossiele energiedragers - ADP	6.79e-1	2.81e-2	0	5.35e-3	-4.34e-3	<b>7.08e-1</b>	kg Sb eq
Klimaatverandering - GWP 100 jaar	8.70e+1	6.36e+0	0	6.02e-1	3.49e-1	<b>9.43e+1</b>	kg CO2 eq
Aantasting ozonlaag - ODP	7.78e-6	5.80e-7	0	1.29e-7	-2.56e-8	<b>8.46e-6</b>	kg CFK-11 eq
Fotochemische oxidantvorming - POCP	2.45e-2	1.54e-3	0	4.38e-4	8.68e-4	<b>2.74e-2</b>	kg C2H4 eq
Verzuring - AP	2.72e-1	1.24e-2	0	3.06e-3	1.83e-2	<b>3.06e-1</b>	kg SO2 eq
Vermesting - EP	4.11e-2	2.08e-3	0	5.96e-4	2.38e-3	<b>4.62e-2</b>	kg PO4 eq
Humane toxiciteit - HTP	1.56e+1	1.25e+0	0	2.62e-1	1.40e+0	<b>1.85e+1</b>	kg 1,4-DCB eq
Zoetwater aquatische ecotoxiciteit - FAETP	7.91e-1	4.78e-2	0	7.07e-3	4.21e-2	<b>8.88e-1</b>	kg 1,4-DCB eq
Mariene aquatische ecotoxiciteit - MAETP	1.29e+3	1.35e+2	0	2.54e+1	9.76e+1	<b>1.54e+3</b>	kg 1,4-DCB eq
Terrestrische ecotoxiciteit - TETP	2.45e-1	8.01e-3	0	8.56e-4	3.89e-3	<b>2.58e-1</b>	kg 1,4-DCB eq
MKI (gewogen gesommeerd)	<b>7.54e+0</b>	<b>5.22e-1</b>	<b>0</b>	<b>7.58e-2</b>	<b>2.51e-1</b>	<b>8.39e+0</b>	

Uit de gegevens is te herleiden dat dit specifieke product glaswol in de productiefase hogere schaduwkosten heeft dan vlaswol. In kolom 'Fase A Productie' wordt zichtbaar dat dit te maken heeft met de energiebron die de huidige oven gebruikt. Dit is ook de reden dat Isover Nederland de huidige oven in 2024 vervangt voor een hybride exemplaar. Wat ook opvalt is dat in het einde van levenscyclus glaswol lagere schaduwkosten heeft.

Dit komt voornamelijk door het verschil in verzuring, vermisting, humane toxiciteit en de ecotoxiciteiten ten opzichte van vlaswol.

De gegevens zijn afkomstig uit GPR Materiaal. Dit is een software pakket waarbij, op basis van gegevens uit de Nationale Milieu Database, de MKI, MPG en de Paris Proof Indicator kan worden berekend.

**Het verschil in type isolatie en binnenspouwbladen**

Het behalen van een lage MPG-score houdt ook in dat in het ontwerptraject belangrijke beslissingen worden genomen. Door verder te kijken dan alleen het toepassen van materialen met een categorie 1 milieuverklaring, kunnen grote stappen worden gezet. Bijvoorbeeld door de bouwmethodiek en het materiaalgebruik op constructieniveau onder de loep te nemen. Denk hierbij aan de keuze voor prefab houtskeletbouw en type binnenspouwblad.

Opbouw spouwmuur (binnenspouwblad + isolatie t.b.v. een Rc 4,7 + baksteen metselwerk 100 mm)	Schaduwprijs (MKI)*			
	Binnen- spouwblad	Spouw- isolatie	Baksteen metselwerk	Totaal
Kalkzandsteen 100 mm, Isover Mupan Ultra XS	€ 1,56	€ 0,99	€ 2,88	€ 5,43
Kalkzandsteen 100 mm, Isover Mupan Plus	€ 1,56	€ 0,86	€ 2,88	€ 5,30
Kalkzandsteen 100 mm, Rockfit Supra Silver	€ 1,56	€ 0,89	€ 2,88	€ 5,33
Kalkzandsteen 100 mm, Isover Multimax 31 Ultra	€ 1,56	€ 1,04	€ 2,88	€ 5,48
Kalkzandsteen 100 mm, PIR v.v. alulaminaat coating	€ 1,56	€ 2,45	€ 2,88	€ 6,89
Kalkzandsteen 100 mm, Kooltherm K8 Plus	€ 1,56	€ 1,21	€ 2,88	€ 5,65
Kalkzandsteen 100 mm, Isofort EPS	€ 1,56	€ 1,11	€ 2,88	€ 5,55
Kalkzandsteen 100 mm, XPS (generiek)	€ 1,56	€ 4,35	€ 2,88	€ 8,79
Kalkzandsteen 100 mm, EPS (generiek)	€ 1,56	€ 1,75	€ 2,88	€ 6,19
<b>Gemiddelde van kalkzandsteen</b>				<b>€ 6,06</b>
Prefab beton 90 mm, Isover Mupan Plus	€ 3,25	€ 0,86	€ 2,88	€ 6,99
Prefab beton 90 mm, PIR v.v. alulaminaat coating	€ 3,25	€ 2,45	€ 2,88	€ 8,58
Prefab beton 90 mm, Kooltherm K8 Plus	€ 3,25	€ 1,21	€ 2,88	€ 7,34
<b>Gemiddelde van prefab beton</b>				<b>€ 7,63</b>

Overzicht spouwmuurconstructies met verschillende soorten isolatie en binnenspouwbladen (Zuivergroen, mei 2023).

In het overzicht staan verschillende type isolatiematerialen en binnenspouwbladen weergegeven om een isolatiewaarde van  $R_c$  4,7 te behalen. De verschillen in schaduwpreizen worden voornamelijk veroorzaakt door het type binnenspouwblad. Echter kunnen de verschillen in isolatiematerialen ook oplopen tot een factor 5, wat in sommige gevallen voor meer verhoging van de totale MKI zorgt dan het verschil tussen een binnenspouwblad van kalkzandsteen of beton.



**Het verschil in bouwmethoden**

Het is ook mogelijk om te kijken naar de verschillende bouwmethoden. De gemiddelde schaduwprijs van een steenachtig binnenspouwblad (kalkzandsteen € 6,06 per m<sup>2</sup> en beton € 7,63 per m<sup>2</sup>) met metselwerk is significant hoger dan de gemiddelde schaduwprijs van € 2,65 per m<sup>2</sup> bij houtskeletbouwgevels.

**Onderzoek WE adviseurs prefab isolatie.**

	Schaduwprijs (MKI) per m <sup>2</sup> voor een Rd 5,0					
	Gipskar- tonplaat	Hout- volume	Folie	Isolatie	Rabat- delen	Totaal
HSB-element 235 v.v. Isover Systemroll 400 en rabatdelen	€ 0,30	€ 0,83	€ 0,07	€ 0,58	€ 0,65	€ 2,43
HSB-element 235 v.v. Isover Systemroll 700 en rabatdelen	€ 0,30	€ 0,83	€ 0,07	€ 0,54	€ 0,65	€ 2,39
HSB-element 245 v.v. Isover Systemroll 1000 en rabatdelen	€ 0,30	€ 0,83	€ 0,07	€ 0,80	€ 0,65	€ 2,65
HSB-element 245 v.v. Isolvas PN en rabatdelen	€ 0,30	€ 0,83	€ 0,07	€ 1,04	€ 0,65	€ 2,89
HSB-element 245 v.v. cellulose en rabatdelen (generiek)	€ 0,30	€ 0,83	€ 0,07	€ 1,05	€ 0,65	€ 2,90
HSB-element 245 v.v. Isolena en rabatdelen	€ 0,30	€ 0,83	€ 0,07	€ 0,59	€ 0,65	€ 2,44
HSB-element 245 v.v. Hempflax en rabatdelen	€ 0,30	€ 0,83	€ 0,07	€ 0,91	€ 0,65	€ 2,76
HSB-element 245 v.v. Gutex Thermoflax en rabatdelen	€ 0,30	€ 0,83	€ 0,07	€ 0,91	€ 0,65	€ 2,76
<b>Gemiddelde van HSB-element:</b>						<b>€ 2,65</b>

Overzicht samengesteld op basis van gegevens uit een rapportage van Zuivergroen (Zuivergroen, mei 2023).

In set A2 worden 19 milieu-impactcategorieën gemeten. Door deze toename wordt het aannemelijk dat de schaduwpreizen van prefab beton en prefab houtskeletbouw anders worden. Dit komt mede door de milieu-impactcategorieën; fijnstof, natuurimpact van landgebruik en watergebruik. De wegingsfactoren van set A2 zijn nog niet definitief. De resultaten in de tabellen kunnen nu alleen nog op basis van set A1 aangegeven worden.



# Kijk eerst naar het ontwerp en daarna naar de producten

## 04

### **Welk hoofdelement levert de grootste bijdrage aan de MPG?**

In het vorige hoofdstuk is het vergelijkt tussen producten, constructies en bouwmethoden gemaakt. Hieruit wordt duidelijk wat het verschil in de MKI is tussen de verschillende bouwmethoden en constructies. Maar is deze MKI nu veel of weinig of zijn er nog andere materialen en constructietypes die een veel grotere impact hebben?

Om deze vraag te beantwoorden kan gebruikt gemaakt worden van GPR Materiaal. In dit softwarepakket staan referentiewoningen met daarbij de MPG, MKI, GWP en Paris Proof Indicator. In deze berekeningen wordt onderscheid gemaakt in verschillende hoofdelementen van een gebouw. De resultaten laten zien wat de bijdrage per hoofdelement is op de MPG. Dit biedt in het voortraject nuttige informatie om de juiste keuzes te maken in het ontwerp.

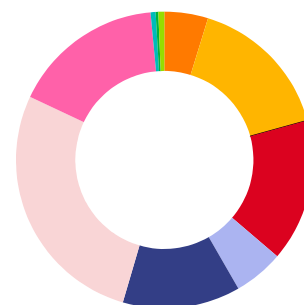
### MPG per hoofdelement

Om een voorbeeld te geven staan hieronder de resultaten van een referentiewoning uit GPR Materiaal. Voor de isolatie van de spouwmuur is gekozen voor Isover Mupan Ultra XS en voor de isolatie van het dak is gekozen voor Isover Systemroll 700. Het overzicht laat zien dat de klimaatinstallaties het grootste aandeel hebben op de MPG, gevolgd door elektrische installaties.

#### MPG

0,656

● Fundering	0,031	5 %	● Vloeren	0,105	16 %
● Draagconstructie	0,000	0 %	● Gevel	0,102	16 %
● Daken	0,036	5 %	● Binnenwanden	0,084	13 %
● Klimaatinstallaties	0,180	27 %	● Elektrische installaties	0,108	17 %
● Toe- en afvoeren	0,003	1 %	● Verkeersruimte	0,002	0 %
● Vaste voorzieningen	0,004	1 %	● Terrein	0,000	0 %



Het aandeel isolatie valt onder gevel, deze heeft een MPG van € 0,102. De bijdrage van de spouwmuurisolatie bij deze referentiewoning bedraagt € 0,004, slechts 4% van de totale gevel.

#### Gevels, dicht

0,048

##### Buitenwanden; constructief,

Cat. 3 Spouwmuren buitenblad, Baksteenmetselwerk

dikte 100 mm 50,5 m<sup>2</sup> 0,028

Cat. 2 Massieve wanden dragend, Beton, prefab, woningbouw; AB-FAB

dikte 100 mm 45,4 m<sup>2</sup> 0,015

##### Buitenwanden; niet-constructief

Cat. 1 Isover Mupan Ultra XS

rdeclaredwaarde 4.45 m<sup>2</sup>k/w 47,9 m<sup>2</sup> 0,004

Hieruit blijkt dat de keuze voor het isolatiemateriaal een hele kleine bijdrage heeft op de MPG. Op welke manier kan de bijdrage per hoofdelement worden verlaagd om een lagere MPG te behalen? Hierbij is het goed om te kijken naar duurzame keuzes in de ontwerpfase. Hier gaan we dieper op in, in hoofdstuk 5.

### Duurzaamheid volgens de Paris Proof Indicator

In het vorige hoofdstuk is duidelijk geworden wat de schaduwprijs per m<sup>2</sup> toegepast materiaal per constructie is. De Dutch Green Building Council (DGBC) heeft een rekenmethodiek ontwikkeld om de milieukosten per m<sup>2</sup> te berekenen voor zowel bestaande gebouwen als nieuwbouw. Deze rekenmethodiek, de Paris Proof Indicator (PPI), geeft aan hoeveel broeikasgassen in CO<sub>2</sub>-equivalenten vrijkomen tijdens de productie- en bouwfase. Hierbij gaat het om fases A1 tot en met A5 uit de Levenscyclusanalyse.

### Het doel van de Paris Proof Indicator

De PPI maakt het mogelijk om producten te beoordelen en te vergelijken op basis van de emissies die nodig zijn aan het begin van de levenscyclus van een product. De noodzaak om deze emissies te reduceren komt voort uit het doel om in 2050 de aarde met niet meer dan 1,5 graden Celsius te laten opwarmen. Daarnaast is dit erop gericht om in 2030 55% minder broeikasgassen uit te stoten dan in 1990.

De PPI wordt berekend aan de hand van de schaduwkosten in de fases A1 tot en met A5 bij de impactcategorie Global Warming Potential (GWP) en deze vervolgens te delen door het BVO van een gebouw. Zo wordt duidelijk welke bijdrage de producten hebben aan het broeikaseffect: de opwarming van de aarde. Het is met de PPI dus mogelijk om een vergelijking te maken op benodigde broeikasgassen in de productie- en bouwfase, naast het vergelijking in schaduwpreizen. Niet alle broeikasgassen die nodig zijn in de eerste fase van de LCA hebben hetzelfde opwarmend vermogen. Dit is het effect van een broeikasgas gedurende een bepaalde periode op de opwarming van de aarde. Hierbij wordt als referentie CO<sub>2</sub> gebruikt en heeft daarom als referentiewaarde 1. Om de uitstoot van de verschillende broeikasgassen in eenzelfde eenheid uit te kunnen drukken en om hun gezamenlijk effect te kunnen berekenen, worden de uitgestoten broeikasgassen omgerekend naar CO<sub>2</sub>-equivalenten gedurende een periode van 100 jaar.

Broeikasgas	Formule	GWP
Koolstofdioxide	CO <sub>2</sub>	1
Methaan	CH <sub>4</sub>	28
Lachgas of distikstofoxide	N <sub>2</sub> O	273
Zwavelhexafluoride	SF <sub>6</sub>	25.200
Stikstoftrifluoride	NF <sub>3</sub>	17.400
Gefluoreerde gassen	HFK, CFK, PFK	771 - 7.380



### Grenswaarde CO<sub>2</sub>-uitstoot nieuwbouw

Ondanks dat CO<sub>2</sub> een lage GWP heeft ten opzichte van andere broeikasgassen, is dit wel het broeikasgas met het grootste aandeel in het broeikaseffect. Namelijk meer dan 50%. Sinds de jaren '90 is de hoeveelheid CO<sub>2</sub> gestegen naar 36 miljard ton per jaar. Dit moet in 2030 en 2050 met respectievelijk 55% en 95% worden gereduceerd.

DGBC en NIBE hebben gezamenlijk gekeken naar wat de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de bouwsector mag zijn om aan deze doelstellingen te voldoen.

Op basis van het verwachte bouwvolume tot aan 2050 is een CO<sub>2</sub>eq.-budget voor materiaalgebruik (fases A1 tot en met A5) per vierkante meter nieuwbouwwoning bepaald. Door dit te koppelen aan grenswaarden per periode, worden in de toekomst steeds meer bouwmaterialen en -methoden toegepast met een gunstige PPI-score en die bijdragen aan het reduceren van broeikasemissies.

	Materiaalgebonden kg CO <sub>2</sub> -eq. per m <sup>2</sup>			
	2021	2030	2040	2050
<b>Woning (eengezins)</b>	200	126	75	45
<b>Woning (meergezins)</b>	220	139	83	50
<b>Kantoor</b>	250	158	94	56
<b>Retail vastgoed</b>	260	164	98	59
<b>Industrie</b>	240	151	91	54

Overzicht van grenswaarden nieuwbouw materiaalgebonden kg CO<sub>2</sub>-eq. per m<sup>2</sup>.

**Alleen focus op Paris Proof Indicator of verder kijken voor verduurzaming**

Een belangrijke vraag is: 'Draagt het vergelijken van producten volgens alleen de PPI bij aan de te behalen doelstellingen van zowel 2030 als 2050?'. Het antwoord hierop is 'nee'. Door alleen te kijken naar de PPI, wordt de focus gelegd op het reduceren van broeikasgassen. Door de duurzaamheid van producten ook te vergelijken op de andere fases van de LCA, wordt gekeken naar hoe producten bijdragen aan een circulaire economie. Een belangrijke doelstelling die gesteld is voor 2050. Het is dus belangrijk om bouwmaterialen toe te passen die in de productie- en bouwfase weinig broeikasgassen uitstoten én die, wanneer een gebouw gesloopt wordt, herbruikbaar of recyclebaar zijn.

**Bio-based bouwmaterialen**

In de bouwsector groeit de interesse in bio-based bouwmaterialen. Bijvoorbeeld een houtskeletbouw-

woning met houtvezelisolatie. Deze materialen nemen in de periode voordat ze worden verwerkt tot bouw materiaal CO<sub>2</sub> op uit de lucht. Dit heeft dus een gunstig effect op het behalen van doelstellingen op de korte termijn. De CO<sub>2</sub> opslag wordt in de productiefase van de LCA meegenomen en staat in de EN15804+A2 omschreven als GWP-biogenic.

Echter moet in de eindfase (C1 t/m C4) meegenomen worden welke invloed de koolstofvastlegging heeft. Is een product niet recycle- of herbruikbaar en moet deze verbrand of gestort worden, dan komt de opgeslagen CO<sub>2</sub> weer vrij. Hierbij is dus eigenlijk geen sprake van CO<sub>2</sub>-reductie omdat deze later weer wordt uitgestoten. Europees is er nog geen vastgestelde methode voor het bepalen van de CO<sub>2</sub>-opslag tijdens de levenscyclus. Daarnaast is de EN15804+A2 in Nederland nog niet geaccrediteerd en daardoor kan dit nu nog niet worden meegenomen.



### De bijdrage van isolatie op de Paris Proof Indicator

Net zoals bij de MPG, levert niet ieder hoofdelement een even grote bijdrage aan de totale berekening van de PPI. In de onderstaande berekening, gebaseerd op een tussenwoning met een bruto vloeroppervlak van 146 m<sup>2</sup> en een gebouwlevensduur van 75 jaar, is Isover Mupan Ultra XS toegepast als spouwmuurisolatie en Isover Systemroll 700 om het prefab dak te isoleren.

MPG		MKI	
Berekend per m2 BVO, per jaar		Berekend over de totale BVO en levensduur	
A. Productiefase	0,178	A. Productiefase	1.947,530
A. Constructiefase	0,012	A. Constructiefase	131,849
B. Gebruiksfase	0,139	B. Gebruiksfase	1.523,562
C. Afdankfase	0,021	C. Afdankfase	228,692
D. Buiten gebouwlevensloop	-0,018	D. Buiten gebouwlevensloop	-192,444
<b>Resultaat voor overnemen in GPR Gebouw 4.3</b>		<b>Resultaat voor overnemen in GPR Gebouw 4.4</b>	
Klimaatverandering - GWP 100 jaar		Klimaatverandering - GWP 100 jaar	
Berekend in kg CO2 eq, per m2 BVO, per jaar		Berekend in kg CO2 eq, per jaar	
2,610		381,074	
<b>Paris Proof Indicator (materiaalgebonden emissies)</b>			
Embodied carbon in kg CO2 eq, per m2 BVO			
126			

De Paris Proof Indicator is 126 kg CO<sub>2</sub>-eq. per m<sup>2</sup> bruto vloeroppervlak. Dit is berekend door milieucategorie 'Klimaatverandering - GWP 100 jaar' in de productie en bouwfase bij elkaar op te tellen (18.460 kg CO<sub>2</sub>-eq.) en te delen door het bruto vloeroppervlak van 146 m<sup>2</sup>. Hiermee voldoet de referentiewoning aan de voorgenomen grenswaarden van nieuwwoningen in 2030 van 126 bij eengezins- en 139 kg bij meergezinswoningen CO<sub>2</sub>-eq. per m<sup>2</sup> bruto vloeroppervlak.

Wanneer alleen gekeken wordt naar de PPI van 47,9 m<sup>2</sup> Isover Mupan Ultra XS in 131 mm, dan is de materiaal gebonden emissie 2,68 kg CO<sub>2</sub>-eq. per m<sup>2</sup> bruto vloeroppervlak.

Ook hier, net zoals bij de MPG, geldt dat het aandeel van de isolatie op de gehele constructie heel klein is, 2,68 kg CO<sub>2</sub> eq. van in totaal 126 kg CO<sub>2</sub> eq. Om de woning duurzaam te realiseren, moet dus niet alleen gekeken worden naar het soort isolatie. In de ontwerpfase moeten beslissingen worden genomen die van grote invloed zijn om het uiteindelijke resultaat op het gebied van duurzaamheid.

Bij de MPG was duidelijk te zien dat er sprake is van een installatiedruk. De schaduwkosten van installaties hebben een grote impact op de MPG. Uiteraard zijn installaties wel nodig. Het is dus de vraag op welke manier de impact van installaties kan worden verkleind?

# De impact van installaties op de MPG-score

## 05

Een lage waarde in BENG 1, heeft effect op de waarde van BENG2 en dit zorgt ervoor dat er minder (zware) installaties nodig zijn in BENG 3.

Om de impact van installaties op de MPG-score inzichtelijk te maken, wordt gekeken naar de BENG-eisen en TO juli, die volgens NTA8800 zijn opgesteld.

### **Bijna EnergieNeutrale Gebouwen**

Sinds 1 juli 2021 moeten alle nieuwbouwwoningen in Nederland, zowel woning- als utiliteitsbouw, voldoen aan de eisen voor Bijna EnergieNeutrale Gebouwen (BENG). Binnen de Europese Unie zijn er afspraken gemaakt om de energieprestaties van gebouwen te verbeteren. De Europese richtlijn Energy Performance of Building Directive (EPBD) geeft aan dat vanaf juli 2021 alle nieuwe gebouwen Nearly Zero Energy Building (NZEB) moeten zijn. De term BENG is een letterlijke vertaling hiervan. Voor de invulling van NZEB naar lokale wetgeving, krijgen de lidstaten zelf de vrijheid om eigen eisen en indicatoren te bepalen. Klimatologische omstandigheden verschillen tenslotte per Europees

land, net als de eisen die we stellen aan het binnenklimaat of de kosteneffectiviteit van maatregelen.

### **Drie BENG-eisen**

In Nederland gelden drie BENG-eisen voor het vaststellen van de energieprestatie van een gebouw.

**BENG 1** | De maximale energiebehoefte (kWh/m<sup>2</sup> gebruiksoppervlakte/jaar) van een gebouw voor verwarming en koeling.

**BENG 2** | Een maximaal primair fossiel energiegebruik per jaar (kWh/m<sup>2</sup> gebruiksoppervlakte/jaar) voor verwarming, koeling, warm tapwater en ventilatie.

**BENG 3** | Het minimale aandeel (%) hernieuwbaar op te wekken energie.



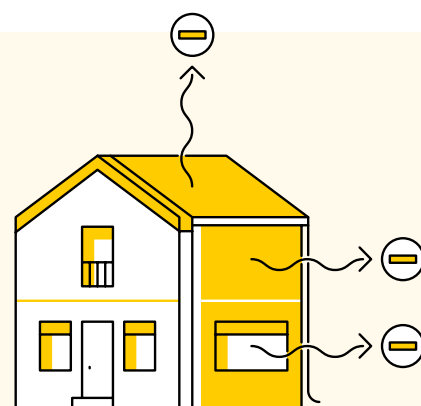
**BENG 1**

De BENG1-eis stelt een maximum aan de hoeveelheid energie die een gebouw nodig heeft voor verwarming en koeling. Deze energiebehoefte wordt uitgedrukt in thermische kilowattuur (kWh) per vierkante meter gebruiksoppervlak per jaar. De indicator Energiebehoefte gaat dus over het beperken van de energievraag van het gebouw zelf.

**Wat heeft invloed op BENG 1?**

Van invloed op de BENG 1-eis zijn:

- Stedenbouwkundig ontwerp en oriëntatie van het gebouw;
- Compactheid van het gebouw;
- Isolatie van gevels, daken en vloeren;
- Beglazing en zontoetreding;
- Luchtdichtheid;
- Zonwering.



Indien een woning een gunstige oriëntatie heeft ten opzichte van de zontoetreding, levert dit een positieve bijdrage aan het verwarmen van de woning. Echter kan het ook betekenen dat in bepaalde periodes zonwering nodig is om oververhitting te voorkomen.

**BENG 2**

De BENG 2-eis stelt een maximum aan de hoeveelheid primair fossiele brandstof (kWh) per vierkante meter gebruiksoppervlak per jaar die nodig is voor verwarming, koeling, warm tapwater en ventilatie. Voor utiliteitsbouw is deze indicator aangevuld met het energieverbruik dat nodig is voor verlichting en bevochtiging of ontvochtiging. Voor zowel woning- als utiliteitsbouw geldt dat de hoeveelheid eigen duurzaam opgewekte energie, bijvoorbeeld door zonnepanelen,

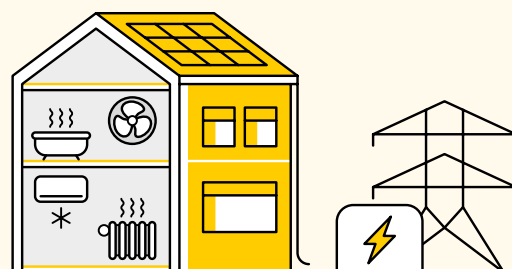
mag worden afgetrokken van het primair fossiel energieverbruik.

Primaire energie is de energie die aan de bron nodig is om het uiteindelijke energieverbruik in de woning te dekken. Tijdens opwekking, transport en verdeling van energie gaat altijd een hoeveelheid energie verloren. Bij energiebehoefte (BENG 1) wordt dit niet meegerekend en gaat het alleen om de hoeveelheid energie die een gebouw nodig heeft voor verwarming en koeling.

**Wat heeft invloed op BENG 2?**

Van invloed op de BENG 2-eis zijn:

- Energiebehoefte van de woning (zie BENG 1);
- Efficiënte installaties;
- Warmteafgifte op lage temperatuur;
- Warmwater met korte leidingen;
- Type ventilatiesysteem, bijvoorbeeld met warmteterugwinning;
- Toepassing van hernieuwbaar energie.



Totale hoeveelheid benodigde energie voor verwarmen, koelen, tapwater en ventilatie

-

Totale hoeveelheid eigen opgewekte energie

+

Percentage rendementsverlies (primaire energiefactor, ofwel PEF)

=

**Primair fossiel energieverbruik**

-31%

De primaire energiefactor (PEF) bepaalt welk rendement ons elektriciteitsnetwerk heeft. Dit is ook afhankelijk van het aandeel hernieuwbare energie. Hoe meer windmolens en zonnepanelen en hoe minder kolencentrales, des te beter is het rendement van ons elektriciteitsnetwerk.

De BENG-rekenmethodiek gaat uit van een rendement van 69%. Dat terwijl de vorige EPC-rekenmethodiek (NEN7120) uitging van een

rendement van slechts 40%.

De reden dat NTA8800 van een beter rendement uitgaat komt voort uit de energiedoelstellingen die de Nederlandse overheid heeft voor vergroening van het elektriciteitsnetwerk. Deze vergroening zorgt de komende jaren voor een gunstigere PEF, omdat er minder fossiele brandstoffen worden ingezet. De overheid scherpt de PEF steeds verder aan, naarmate ons elektriciteitsnetwerk efficiënter en duurzamer wordt.

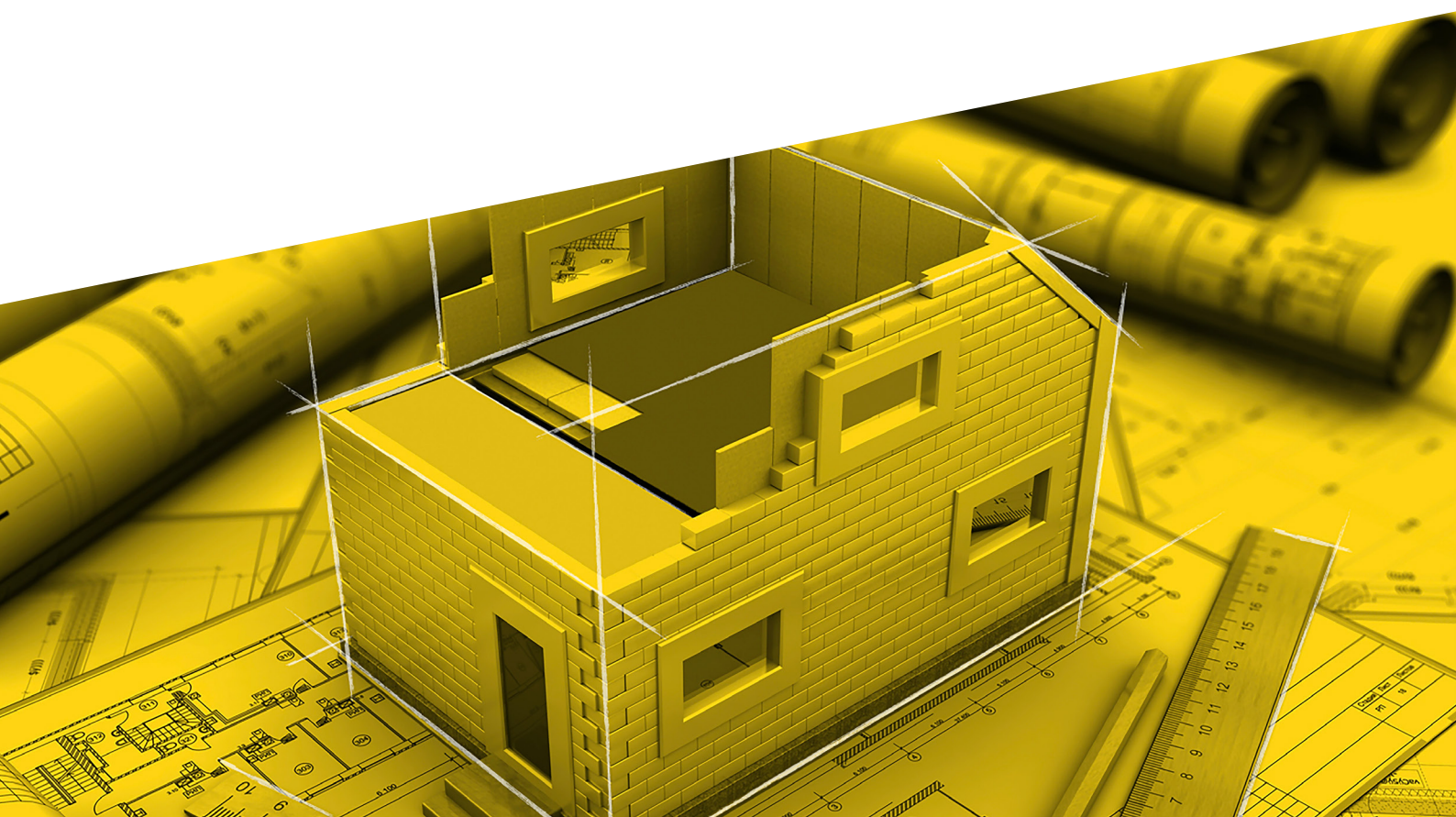
**Duurzaam ontwerpen**

Het benodigde primair fossiel energieverbruik is dus een optelsom van de uitkomst van BENG 1, de benodigde energie voor het verwarmen en koelen, en BENG 2, de benodigde energie voor tapwater en ventilatie. Vervolgens wordt hier de hoeveelheid opgewekte energie vanaf getrokken.

In de MPG-berekeningen is te zien dat installaties een grote impact hebben op de uitkomst. Dus door BENG 1 zo laag mogelijk te houden, is er minder energie nodig voor het verwarmen en koelen, met als resultaat dat er minder installaties nodig zijn om aan de BENG 2 eis te voldoen.

Zoals beschreven bij BENG 1 zijn er diverse aspecten die van invloed zijn op de uitkomst van de eis.

Er kunnen verschillende maatregelen genomen worden die een impact hebben op het verlagen van de MPG. Bijvoorbeeld het toepassen van triple glas in de gehele woning of zonwering. Oriëntatie en luchtdichtheid hebben geen of een zeer lage invloed op de MPG. Uit het onderzoek BENG concepten 2020 (DGMR, 2019), dat Isover heeft laten uitvoeren door DGMR, blijkt welke besparing per kWh/m<sup>2</sup> per jaar de verschillende maatregelen opleveren bij een referentie hoekwoning.



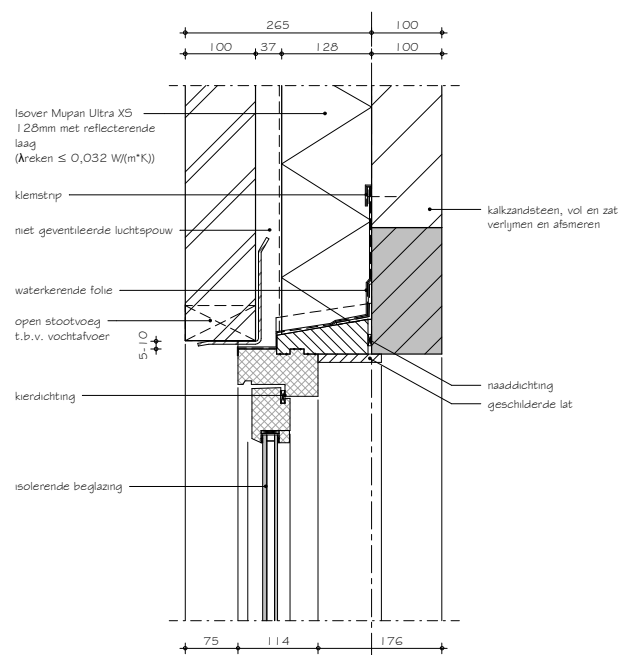
### Goede details besparen meer dan hoge $R_c$ -waarden

Vaak wordt gedacht dat het verhogen van de  $R_c$ -waarde van een woning een grote impact heeft op het verlagen van de uitkomst van BENG 1. In de onderstaande tabel is te zien, dat het verhogen van de  $R_c$ -waarde geen grote bijdrage levert.

Woning M hoek		eis	Rc gevel 4,7 glaswol	Rc gevel 5,5 glaswol	Rc gevel 4,7 PIR	Rc gevel 5,0 PIR	Rc gevel 5,5 PIR	Rc gevel 4,7 resol	Rc gevel 5,0 resol	Rc gevel 5,5 resol	Rc dak 7,0 pref. glaswol	Rc dak 8,0 pref. glaswol	Rc dak 6,3 sandwich	Rc dak 7,0 sandwich	Rc dak 8,0 sandwich	Triple glas	infil 0.25	koude-brug forf.	ventilatie WTW	PV voidaks 3500>5120 Wp	
<b>BENG</b>																					
BENG1 energiebehoefte	kWh/m <sup>2</sup>	≤ 66,2	61,55	62,07	60,80	62,07	61,55	60,80	62,07	61,55	60,80	61,15	60,69	61,55	61,15	60,69	56,71	59,64	72,42	61,55	61,55
BENG2 primaire energie	kWh/m <sup>2</sup>	≤ 30	29,79	30,00	29,49	30,00	29,79	29,49	30,00	29,79	29,45	29,45	29,79	29,63	29,45	27,88	29,04	34,21	30,16	-7,96	
BENG3 aandeel HE	%	≥ 50%	62%	62%	61%	62%	62%	61%	62%	62%	61%	62%	61%	62%	62%	61%	61%	62%	55%	110%	
NO	K	≤ 1	0,73	0,73	0,74	0,73	0,73	0,74	0,73	0,73	0,74	0,73	0,73	0,73	0,74	0,69	0,75	0,56	1,57	0,73	
ZO	K	≤ 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	
ZW	K	≤ 1	0,49	0,48	0,49	0,48	0,49	0,49	0,48	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,47	0,50	0,37	1,07	0,49	
NW	K	≤ 1	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08	0,06	0,19	0,08	
TO juli voldoet?			ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nee	ja	
Besparing BENG 1	kWh/m <sup>2</sup>		0,00	-0,52	0,75	-0,52	0,00	0,75	-0,52	0,00	0,75	0,40	0,86	0,00	0,40	0,86	4,84	1,91	-10,87	0,00	0,00
Besparing BENG 2	kWh/m <sup>2</sup>		0,00	-0,21	0,30	-0,21	0,00	0,30	-0,21	0,00	0,30	0,16	0,34	0,00	0,16	0,34	1,91	0,75	-4,42	-0,37	37,75

### Goede details en focus op luchtdichtheid

Door focus te hebben op het bouwen met een goede luchtdichtheid is het wel mogelijk de uitkomst van BENG 1 te verlagen. Bij een infiltratie  $Q_{v10}$  van 0,25, daalt het energieverbruik in BENG 1 met 1,91 kWh/m<sup>2</sup>. Door het toepassen van details met berekende psi-waarden, wordt 10,87 kWh/m<sup>2</sup> bespaard. In totaal dus een besparing van 12,78 kWh/m<sup>2</sup>. Op jaarbasis is dat bij een vloeroppervlak van 133 m<sup>2</sup> een besparing van 1.699 kWh, een aanzienlijke hoeveelheid. Omdat berekende psi-waarden zo'n grote impact hebben, biedt Isover Nederland standaard 24 BENG ISSO referentiedetails. Voor zowel dak als gevel zijn de  $R_c$ -waarde en psi-waarde doorberekend.



Download gratis 24 BENG ISSO details op Isover.nl

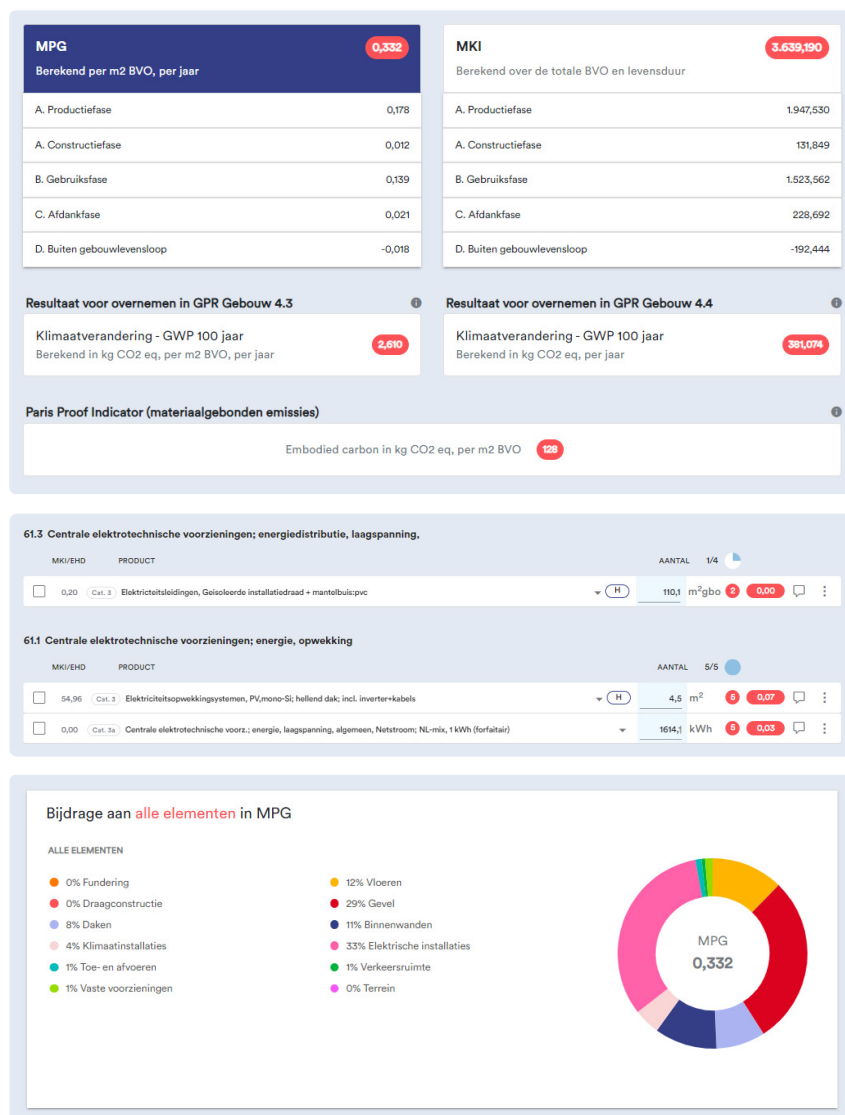


Door het toepassen van een warmtepomp of een warmte terug win installatie (WTW) met een rendement van 4,0, is de energiebehoefte door een goede luchtdichtheid op jaarbasis 424 kWh lager (1.699 kWh / cop\* 4). Deze zelfde berekening kan gemaakt worden voor zonnepanelen, een veelgebruikte methode bij woningen om energie op te wekken. Om de werkelijke opbrengst van een zonnepaneel te berekenen, moet je in Nederland de hoeveelheid Wattpiek van een paneel

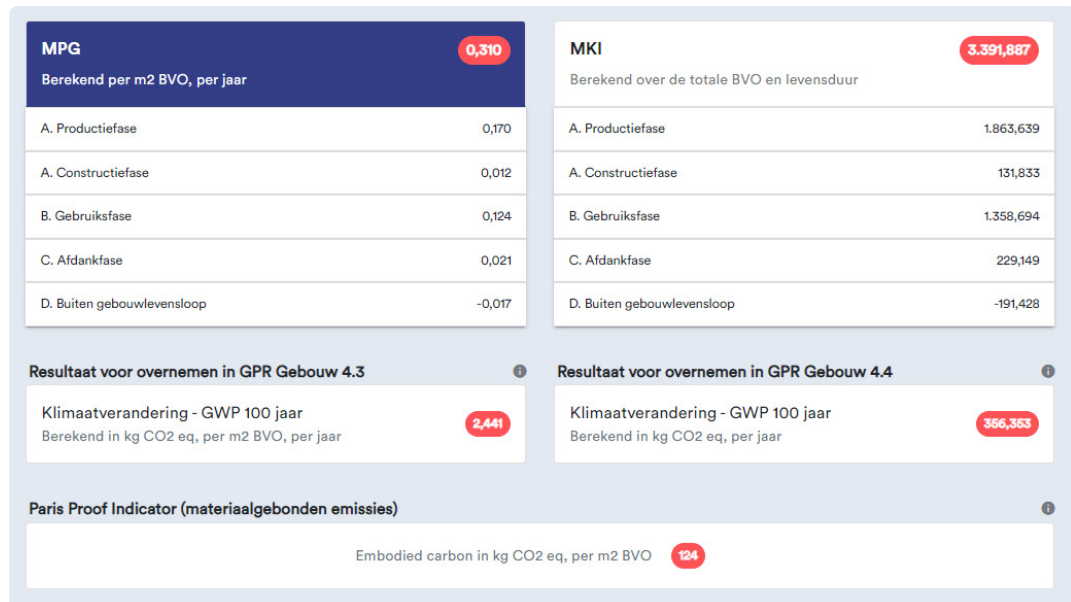
vermenigvuldigen met een factor 0,85 om het aantal kWh per paneel te bepalen. Het gemiddeld vermogen van een zonnepaneel is 370Wp en wekt dus zo'n 315 kWh per jaar op. Dus door goede details te gebruiken met berekende psi-waarden en een luchtdichtheid aan te houden van Qv10 van 0,25, is er een zonnepaneel van 1,65 m<sup>2</sup> minder nodig. Via GPR Materiaal kan bij een referentiewoning worden achterhaald wat het effect is van een zonnepaneel minder op de MPG.

\* coefficient of performance

### MPG berekening met 4,5 m<sup>2</sup> zonnepanelen





MPG berekening met 3,0 m<sup>2</sup> zonnepanelen

## 61.3 Centrale elektrotechnische voorzieningen; energiedistributie, laagspanning.

MKI/EHD	PRODUCT	AANTAL	1/4
0,20	Cat. 3 Elektrische leidingen, Geïsoleerde installatiedraad + mantelbuis:pvc	110,1	m <sup>2</sup> gbo 2 0,00

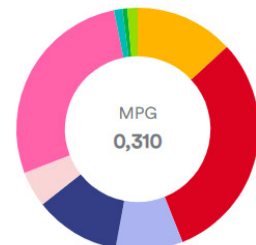
## 61.1 Centrale elektrotechnische voorzieningen; energie, opwekking

MKI/EHD	PRODUCT	AANTAL	5/5
54,96	Cat. 3 Elektrische opwekkingsystemen, PV,mono-Si; hellend dak; incl. inverter+kabels	3	m <sup>2</sup> 6 0,05
0,00	Cat. 3a Centrale elektrotechnische voorz.; energie, laagspanning, algemeen, Netroom; NL-mix, 1 kWh (forfaitair)	1614,1	kWh 6 0,03

## Bijdrage aan alle elementen in MPG

## ALLE ELEMENTEN

- 0% Fundering
- 0% Draagconstructie
- 9% Daken
- 5% Klimaatinstallaties
- 1% Toe- en afvoeren
- 1% Vaste voorzieningen
- 13% Vloeren
- 31% Gevel
- 11% Binnenwanden
- 28% Elektrische installaties
- 1% Verkeersruimte
- 0% Terrein



**Effect op de MPG**

De daling in de MPG, van 0,347 naar 0,324, komt door een verlaging in het aandeel installaties. In de eerste berekening met 4,5 m<sup>2</sup> zonnepanelen was het aandeel van de elektrische installaties 31%. In de tweede berekening, waarbij enkel de hoeveelheid zonnepanelen is verlaagd naar 3,0 m<sup>2</sup>, is het aandeel elektrische installaties gedaald naar 25%.

**Effect op de Paris Proof Indicator**

Naast een daling in de MPG is ook de PPI gedaald van 127 kg CO<sub>2</sub>-eq. per m<sup>2</sup> BVO naar 123 kg CO<sub>2</sub>-eq. m<sup>2</sup> BVO. Echter de opbrengst van een zonnepaneel is gemiddeld 315 kWh, wat een besparing oplevert van 116 kg CO<sub>2</sub>-eq. Hieruit blijkt dus dat de samenhang tussen BENG en MPG nog verder kan worden geoptimaliseerd.

**Wat is een echt duurzaam bouwen?**

Is het raadzaam om helemaal geen installaties toe te passen? Zeker niet! Zelf energie opwekken en installaties toepassen met een hoog rendement, horen absoluut bij het realiseren van duurzame woningen en gebouwen. Echter moeten er in het ontwerp keuzes worden gemaakt, die ervoor zorgen dat BENG 1 zo laag mogelijk blijft, zonder extra materialen toe te voegen. Het ophogen van de R<sub>c</sub>-waarde heeft geen grote invloed op het verlagen van de uitkomst van BENG 1. Echter leidt een hoge R<sub>c</sub>-waarde wel tot een hogere MPG. Dit komt doordat er meer materiaal moet worden gebruikt of omdat er isolatie moet worden toegepast op basis van fossiele brandstoffen met een veel hogere MKI. Daarom is een integrale benadering, waarbij eerst gekeken wordt naar het ontwerp en daarna naar de toe te passen producten, van belang.



# Maak slimme keuzes in het voortraject

Uiteraard wordt er gebouwd volgens de BENG-normering. Maar wat is nu echt duurzaam bouwen én isoleren? Isover Nederland heeft hier een helder en onderbouwd beeld over. Daarnaast volgen we de ontwikkelingen in de bouw en daaraan gerelateerde wetgeving op de voet. We delen deze informatie graag met je. De adviseurs staan voor je klaar voor vrijblijvend advies.

## Contact met uw Isover adviseur

Voor vragen kun je terecht bij jouw Isover adviseur. Wat jouw ambities op het gebied van duurzaam bouwen ook zijn, we helpen je graag op weg. Neem contact op met:



**Dennis Aldridge**  
+31 (0)6 83 01 40 26  
dennis.aldridge@saint-gobain.com



**Joyce Schreurs**  
+31 (0)6 51 69 99 84  
joyce.schreurs@saint-gobain.com

## Drie handige tools

### 24 BENG ISSO-details

Voor zowel dak als gevel  $R_c$ - en  $\psi$ -waarde, gratis te downloaden op Isover.nl

[www.isover.nl/kenniscentrum/  
24-beng-isso-details-download-  
nu-gratis](http://www.isover.nl/kenniscentrum/24-beng-isso-details-download-nu-gratis)



### Isover Spouwcheck controles

Ondersteuning op afstand op de kwaliteit van de spouwmuur te waarborgen.

### Isover Toolboxmeeting

Begeleiding in de verwerking om de kwaliteit te waarborgen.





# Woordenlijst

## **Abiotische grondstoffen**

Mineralen, metalen en fossiele grondstoffen. Deze grondstoffen zijn niet hernieuwbaar.

## **MPG | MilieuPrestatie Gebouwen**

Geeft aan wat de milieubelasting is van de materialen die in een gebouw worden toegepast. De MPG is bij elke aanvraag voor een omgevingsvergunning verplicht. Dit geldt voor kantoorgebouwen groter dan 100 m<sup>2</sup> en nieuwbouwwoningen (RVO Nederland, 2017).

## **MKI | Milieukostenindicator**

Vat alle milieueffecten samen in één score en wordt uitgedrukt in euro's. Het weegt alle relevante milieueffecten die ontstaan tijdens de levenscyclus van een product en telt deze op tot één enkele score. Andere benamingen zijn schaduwprijs of schaduwkosten (AanbestedingsCafe, datum onbekend).

## **GWP | Het Global Warming Potential**

Een relatieve maat die het aardopwarmingsvermogen van een broeikasgas aangeeft vergeleken met dat van koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>). Gebruikelijk is om uit te gaan van het 100-year GWP: het opwarmingsvermogen in een periode van 100 jaar van 1 kg van het gas ten opzichte van 1 kg CO<sub>2</sub> (Rijkswaterstaat – Kenniscentrum InfoMil, datum onbekend).

## **Paris Proof Indicator**

De Paris Proof Indicator geeft aan hoeveel broeikasgassen (uitgedrukt in CO<sub>2</sub>-equivalenten) vrij komen tijdens de productie- en bouwfase (W/E Adviseurs, 2022).



**Isover Nederland**  
4131 NH Vianen  
Tel.: 0347 - 358 400  
E-mail: [helpdesk@isover.nl](mailto:helpdesk@isover.nl)  
[www.isover.nl](http://www.isover.nl)

Alle rechten voorbehouden. Niets uit de inhoud mag worden verveelvoudigd, overgedragen, gedistribueerd, gepubliceerd of openbaar worden gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Isover Nederland, tenzij anders aangegeven. Wijziging van de inhoud is uitdrukkelijk verboden. Wijzigingen voorbehouden. Daar elke toepassing en/of gebruik in de praktijk gebaseerd is op de ter plaatse geldende omstandigheden, kunnen geen rechten worden ontleend aan de gegeven informatie in dit document.