

Integrale milieu- en energieprestatie van nieuwbouwwoningen

Whitepaper over milieu-effecten en 10 tips voor een betere MPG.



Beter isoleren



Efficiënter installeren



Duurzaam investeren



Nederlandse
Isolatie Industrie

www.nii.nl

Inleiding

Dagelijks verschijnen berichten in de media over klimaatverandering, grondstoftekorten en stijgende energie- en bouwkosten. Hierdoor neemt de noodzaak toe om duurzaam, energiezuinig en circulair te bouwen. Dit is met de MPG- en BENG-eisen ook verankerd in het Bouwbesluit.

Als professionals in de bouw- en vastgoedsector leveren wij een belangrijke bijdrage aan het realiseren van de energie-, milieu- en klimaatdoelstellingen. Maar wat is hiervoor de juiste strategie? Inzetten op vraagbeperking van energie, zoveel mogelijk duurzame energie opwekken of juist kiezen voor duurzame materialen?



Wij zijn Nico, Isabelle en Isaac en wij vertellen vanuit onze expertise hoe de wet- en regelgeving over duurzaam bouwen in elkaar zit en welke invloed energie- en materiaalgebruik hebben op de milieuprestatie van nieuwbouwwoningen.

Dit doen wij in vier blokken. In blok 1 vertelt Nico over de achtergronden van de MPG. In blok 2 laat Isabelle zien hoe je een MPG-berekening maakt en welke informatie je daarvoor nodig hebt. In blok 3 legt Isaac uit hoe je verantwoorde keuzes maakt bij het ontwerp van energiezuinige woningen met behulp van de MEPG (combinatie van MPG en BENG). En in blok 4 geven we 10 tips om de MPG en MEPG van jouw woningbouwprojecten te verbeteren.



Nico
klimaat- en
milieuwetenschapper



Isabelle
architect



Isaac
vastgoedmanager bij een
woningcorporatie

Milieuprestatie van Gebouwen

Voor veel ontwikkelaars, corporaties, architecten, adviseurs en bouwers is de Milieuprestatie van Gebouwen (MPG) een nieuw en onbekend begrip. Terwijl het gebruik van bouwmaterialen en installaties een grote invloed heeft op de milieubelasting.

Mijn naam is Nico. Als klimaat- en milieuwetenschapper houd ik mij al decennia lang bezig met duurzaam en energiezuinig bouwen. Ik vertel je graag meer over de achtergronden van de MPG.

Voorschriften voor duurzaam bouwen in Bouwbesluit

Het Bouwbesluit stelt voorschriften uit het oogpunt van energiezuinigheid en milieu^[1]. Hieronder vallen voorschriften en eisen voor de energiezuinigheid, thermische isolatie en de milieuprestatie van gebouwen. In de vorige [whitepaper over BENG](#) vertelde ik samen met Isabelle en Isaac al uitgebreid over de energieprestatie-eisen. Nu ga ik in op de milieuprestatie-eisen.

Elk nieuw te bouwen kantoor met een gebruiksoppervlakte (GO) van minimaal 100 m² en alle nieuwbouwwoningen moeten bij de aanvraag van de omgevingsvergunning voldoen aan de MPG-eis. De MPG-eis is uitgedrukt in schaduwkosten. Dit zijn de kosten die gemaakt moeten worden om de schade aan het milieu door materiaalgebruik ongedaan te maken^[2].

Alle schaduwkosten worden bij elkaar opgeteld en vervolgens gedeeld door de levensduur en het bruto vloeroppervlakte (BVO) van het gebouw. Voor woningbouw mogen de schaduwkosten maximaal 0,8 Euro per m² BVO per jaar bedragen. In algemene zin geldt: hoe duurzamer de woning, hoe lager de MPG.



[1] Bouwbesluit 2012 (2022): <https://rijksoverheid.bouwbesluit.com/Inhoud/docs/wet/bb2012/hfd5>

[2] RVO (2021): MilieuPrestatie Gebouwen – MPG, <https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/milieuprestatie-gebouwen-mpg>

Isabelle gaat straks uitgebreid in op het berekenen van de MPG. Ik leg je eerst uit hoe de MPG is opgebouwd en hoe de milieuschade door materiaalgebruik en installaties wordt bepaald.

Bepalingsmethode en Nationale Milieudatabase

De MPG wordt bepaald volgens de Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken. Deze methode is ontwikkeld om de materiaalgebonden milieuprestatie van gebouwen over hun hele levenscyclus eenduidig en controleerbaar te berekenen. De Nederlandse Bepalingsmethode is gebaseerd op de Europese norm EN 15804 ^[3].

De Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken vormt een samenhangend geheel met de Nationale Milieudatabase (NMD). De NMD is gevuld met productkaarten die informatie geven over de milieubelasting van materialen en installaties. Er zijn drie categorieën productkaarten in de NMD opgenomen^[4]:

Categorie 1:

Deze productkaarten bevatten merkgebonden data van fabrikanten en toeleveranciers. De inhoud hiervan is getoetst door een onafhankelijke, gekwalificeerde deskundige.

Categorie 2:

Deze productkaarten bevatten merkloze data van groepen van fabrikanten, toeleveranciers en/of brancheorganisaties. De inhoud is getoetst door een onafhankelijke, gekwalificeerde deskundige, met vermelding van representativiteit voor bijvoorbeeld de Nederlandse markt of voor een groep van producten of producenten.

Categorie 3:

Deze productkaarten bevatten merkloze data van Stichting NMD. De producten zijn niet getoetst volgens het toetsingsprotocol en vallen onder de verantwoordelijkheid van Stichting NMD zelf. Over de milieueffecten van deze productkaarten is een toeslagfactor berekend. Deze factor is vastgesteld op 30%^[3].

Categorie 3 productkaarten moet je zien als vangnet voor producten waarvan geen productkaarten uit categorie 1 of 2 beschikbaar zijn. Door de toeslagfactor levert het werken met productkaarten uit categorie 3 conservatieve en veelal ongunstige rekenresultaten op.

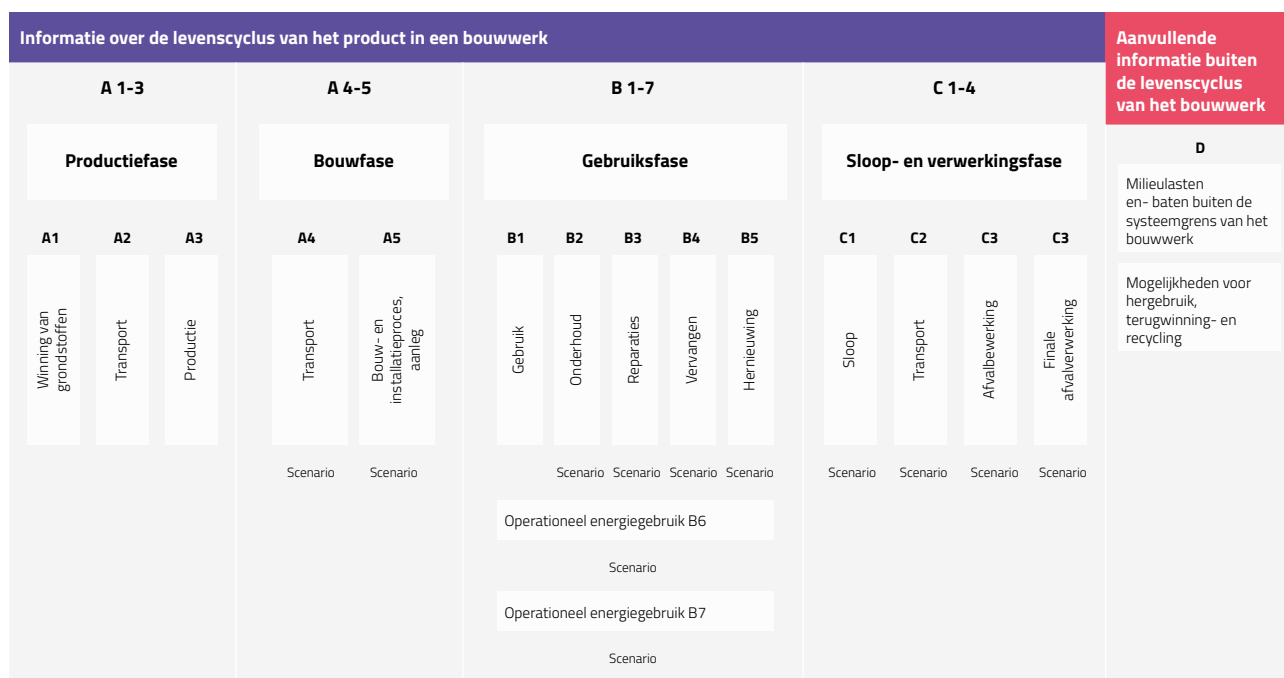
“Gebruik zoveel mogelijk producten uit categorie 1 en 2. Producten uit categorie 3 fungeren als vangnet”

[3] Stichting Bouwkwiteit (2019): Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken, <https://milieudatabase.nl/wp-content/uploads/2019/05/SBK-Bepalingsmethode-versie-3.0-1-januari-2019.pdf>

[4] Nationale Milieudatabase (2022): <https://milieudatabase.nl/database/nationalemilieudatabase/>

LCA en EPD

Om de milieu-impact van een product in kaart te brengen wordt een levenscyclusanalyse (LCA) uitgevoerd. Hierbij wordt gekeken naar milieueffecten, zoals broeikasgasemissies, gebruik van fossiele energie, verzuring en aantasting van de ozonlaag^[5]. Een LCA geeft inzicht in de milieu-impact van het product tijdens de hele levenscyclus: van grondstofwinning, productieproces, transport, gebruik tot aan einde levensduur (cradle-to-grave) of hergebruik (cradle-to-cradle). In de onderstaande afbeelding zie je de verschillende fases terug.



Een LCA-rapport geeft een uitgebreide weergave van de levenscyclus van materialen. Om de informatie op een eenduidige manier weer te geven, worden de resultaten verwerkt in een overzichtelijk en gestandaardiseerd document, de zogenaamde Environmental Product Declaration (EPD).

Het proces en de inhoud om tot een EPD te komen staan beschreven in de Bepalingsmethode. Deze volgt op de eerder aangehaalde EN 15804^[6]. Na verificatie en goedkeuring van de EPD kan de productkaart als categorie 1 of 2 worden opgenomen in de NMD.

Productkaarten die in de NMD staan blijven 5 jaar geldig. Na deze periode moet je de productkaarten actualiseren. Tussentijds kunnen de productkaarten ook gewijzigd worden, bijvoorbeeld na veranderingen in het productieproces die van invloed zijn op de milieuprestatie^[4].

[5] Ecomatters (2022): LCA & EPD, <https://www.ecomatters.nl/nl/services/lca-epd/>

[6] Ecochain (2022): Environmental Product Declaration (EPD) – Overzicht, <https://ecochain.com/nl/knowledge-nl/environmental-product-declaration-epd-overzicht/>

Milieu-impactcategorieën

De totale milieu-impact van materialen is opgebouwd uit verschillende categorieën. De huidige versie van het Bouwbesluit wijst de Bepalingsmethode van 2019 aan^[1]. Deze volgt de 11 milieu-impactcategorieën die staan beschreven in EN 15804/A1:2013 ^[3].

Milieu-impactcategorie	Indicator	Eenheid
Uitputting van abiotische grondstoffen, ex fossiele energiedragers	ADP-elementen	kg antimoon
Uitputting van fossiele energiedragers	ADP-brandstof ⁷	kg antimoon
Klimaatverandering	GWP-100j	kg CO ₂
Ozonlaagaantasting	ODP	kg CFC 11
Fotochemische oxidantvorming	POCP	kg etheen
Verzuring	AP	kg SO ₂
Vermesting	EP	kg (PO ₄) ³⁻
Humaan-toxicologische effecten	HTP	kg 1,4 dichloorbenzeen
Ecotoxicologische effecten, aquatisch (zoetwater)	FAETP	kg 1,4 dichloorbenzeen
Ecotoxicologische effecten, aquatisch (zeewater)	MAETP	kg 1,4 dichloorbenzeen
Ecotoxicologische effecten, terrestrisch	TETP	kg 1,4 dichloorbenzeen

Inmiddels is er een nieuwere versie van de norm en Bepalingsmethode beschikbaar. Hierin is een uitbreiding en uitsplitsing gekomen naar 19 milieu-impactcategorieën^[7], volgend op EN 15804/A2:2019. Het is op dit moment nog niet duidelijk wanneer de nieuwe versie wordt aangewezen in het Bouwbesluit.



[7] Stichting Nationale Milieudatabase (2022): Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken, https://milieudatabase.nl/wp-content/uploads/2022/04/Bepalingsmethode_Milieuprestatie_Bouwwerken_maart_2022.pdf

Milieu-impactcategorie	Indicator	Eenheid
Klimaatverandering - totaal	GWP-totaal	kg CO ₂ -eq.
Klimaatverandering - fossiel	GWP-fossiel	kg CO ₂ -eq.
Klimaatverandering - biogeen	GWP-biogeen	kg CO ₂ -eq.
Klimaatverandering - landgebruik en verandering in landgebruik	GWP-luluc	kg CO ₂ -eq.
Ozonlaagaantasting	ODP	kg CFC11-eq.
Verzuring	AP	mol H ⁺ -eq.
Vermesting zoetwater	EP-zoetwater	kg P-eq.
Vermesting zeewater	EP-zeewater	kg N-eq.
Vermesting land	EP-land	mol N-eq.
Smogvorming	POCP	kg NMVOC-eq.
Uitputting van abiotische grondstoffen mineralen en metalen	ADP-mineralen&metalen	kg Sb-eq.
Uitputting van abiotische grondstoffen fossiele brandstoffen	ADP-fossiel	MJ, net cal. val.
Watergebruik	WDP	m ³ world eq. deprived
Fijnstof emissie	Ziekte door PM	Ziekte-incidentie
Ioniserende straling	Humane blootstelling	kBq U235-eq.
Ecotoxiciteit (zoetwater)	CTU ecosysteem	CTUe
Humane toxiciteit, carcinogeen	CTU humaan	CTUh
Humane toxiciteit, non-carcinogeen	CTU humaan	CTUh
Landgebruik gerelateerde impact / bodemkwaliteit	Bodemkwaliteitsindex	Dimensieloos

Levensduur

Voor woningbouw wordt gerekend met een levensduur van 75 jaar. Er zijn echter ook producten in, op of aan de woning die een kortere levensduur hebben, zoals de meeste installaties. Hiermee wordt rekening gehouden in de Bepalingsmethode.

Ieder product krijgt een eigen referentielevensduur toegekend. Als een fabrikant kan aantonen dat de levensduur van hun producten langer is dan de referentielevensduur, dan kan dit door de fabrikant gedeclareerd worden. Dit stimuleert innovatie en verlenging van de levensduur.

Milieukostenindicator

Ik heb uitgelegd hoe de regelgeving en productkaarten voor de MPG in elkaar zitten. De laatste stap over de achtergronden van de MPG is de weegfactor om de milieu-impactcategorieën om te rekenen naar de milieukostenindicator (MKI).

Aan de 11 milieu-impactcategorieën is een weegfactor gekoppeld. De weegfactor drukt uit welke kosten er gemaakt moeten worden om de schade aan het milieu, door het materiaalgebruik, te vermijden of ongedaan te maken met de daarvoor bekende en reguliere oplossingen. Denk hierbij aan de kosten voor dijkverhoging vanwege klimaatverandering of de extra zorgkosten van menselijke huidschade door Uv-straling vanwege aantasting van de ozonlaag^[8].

Voor de CO₂ equivalent is deze weegfactor bijvoorbeeld € 0,05. Dit betekent dat het 5 cent kost om de milieuschade door de uitstoot van iedere kilogram CO₂ equivalent te vermijden of ongedaan te maken.

Milieu-impactcategorie	Indicator	Eenheid
Uitputting abiotische grondstoffen (exclusief fossiele energiedragers) - ADP	kg Sb eq	€ 0,16
Uitputting fossiele energiedragers - ADP	kg Sb eq	€ 0,16
Klimaatverandering - GWP 100 jaar	kg CO ₂ eq	€ 0,05
Aantasting ozonlaag - ODP	kg CFK-11 eq	€ 30,00
Fotochemische oxidantvorming - POCP	kg C ₂ H ₄ eq	€ 2,00
Verzuring - AP	kg SO ₂ eq	€ 4,00
Vermesting - EP	kg PO ₄ eq	€ 9,00
Humane toxiciteit - HTP	kg 1,4-DCB eq	€ 0,09
Zoetwater aquatische ecotoxiciteit - FAETP	kg 1,4-DCB eq	€ 0,03
Mariene aquatische ecotoxiciteit - MAETP	kg 1,4-DCB eq	€ 0,00001
Terrestrische ecotoxiciteit - TETP	kg 1,4-DCB eq	€ 0,06

[8] Stichting Nationale Milieudatabase (2022): Inkopen met de milieuprestatie gebouwen (MPG), https://milieudatabase.nl/wp-content/uploads/2020/11/Publicatie_Inkopen_met_MPGdef.pdf

Hoe bereken je de MPG?

De MPG-eis voor nieuwbouwwoningen ligt op 0,8. Oftewel, 80 cent per vierkante meter BVO per jaar. Deze eis wordt naar verwachting in 2025 en uiterlijk in 2030 aangescherpt naar 0,5. Veel gemeentes en opdrachtgevers kiezen nu al voor scherpere eisen om te voldoen aan hun duurzaamheidsambities.

Mijn naam is Isabelle. Ik ben architect en heb dagelijks te maken met interessante uitdagingen om de milieubelasting van woningen te beperken. Ik laat je zien hoe je een MPG-berekening opstelt, welke onderdelen je wel en niet moet meerekenen en welke onderdelen bepalend zijn voor de hoogte van de MPG.

Om je te laten zien hoe de MPG wordt berekend gebruik ik onderstaande hoekwoning als voorbeeld. Het GO van deze woning bedraagt 120 m². Het BVO is 159 m².



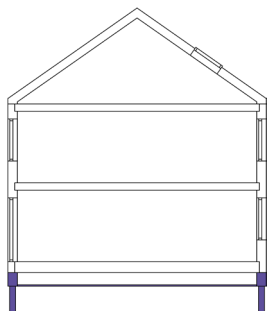
In onderstaande tabel staan andere belangrijke kenmerken van de woning.

Bouwkundig		Bouwbesluit				
Rc-begane grondvloer		$\geq 3,70 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ - ribcassettevloer				
Rc-gevel		$\geq 4,70 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$				
Rc-dak		$\geq 6,30 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$				
U-ramen en deuren		HR++ in houten kozijnen 1,5 tot 1,6 W/m ² ·K				
Infiltratie (qv10;spec)		0,60 dm ³ /s·m ²				
Lineaire thermische bruggen		Bijlage I – NTA 8800:2022				
Casco		Kalkzandsteen wanden, breedplaatvloer op verdiepingen				
Installaties						
Verwarmingssysteem		Lucht/water warmtepomp 7 kW				
Koelingssysteem		Lucht/water warmtepomp 7 kW (actief)				
Afgiftesysteem verwarming en koeling		Ventilatorconvectoren				
Tapwatersysteem		Warmtepomp 7 kW met interne boiler				
Douche-wtw		-				
Ventilatiesysteem		C.4a – CO ₂ -meting in woonkamer				
PV-panelen indien aanwezig		330 Wp per paneel				
Energieprestaties en aantal PV-panelen		PV st.	BENG 1	BENG 2	BENG 3	kWh*
Bijna energieneutraal (BENG)		6	63,92	28,72	71,4%	2.377

* Elektragebruik op de meter is berekend met Uniec 3 conform de voorwaarden van NTA 8800.

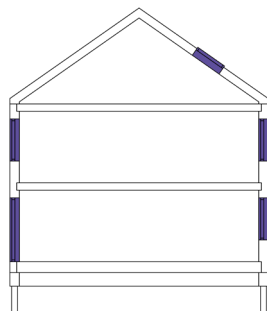
Wat telt mee in de MPG?

Om een goede MPG-berekening te maken is het belangrijk om te weten welke onderdelen van de woning wel en niet meetellen. Hieronder heb ik met pictogrammen aangegeven welke onderdelen je wel en niet moet meerekenen in de MPG. Dit overzicht is gebaseerd op de onderzoeksgegevens van W/E Adviseurs in samenwerking met ingenieursbureau LBP | Sight^[9].



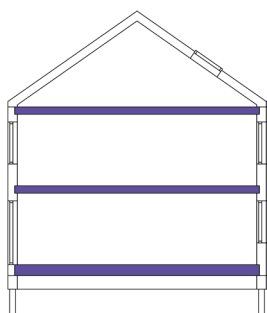
Fundering en bodemvoorzieningen:

- Grondaanvullingen;
- Funderingsbalken en -stroken;
- Funderingspalen;
- Keerwanden.



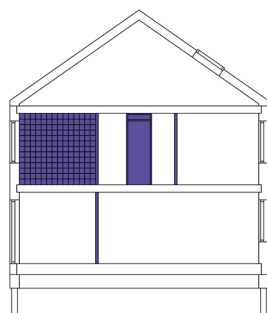
Gevel- en dakopeningen:

- Kozijnen en stelkozijnen;
- (Dak)ramen, lichtkoepels en lichtstraten;
- Deuren;
- Beglazing;
- Hang- en sluitwerk;
- Vensterbanken;
- Lateien.



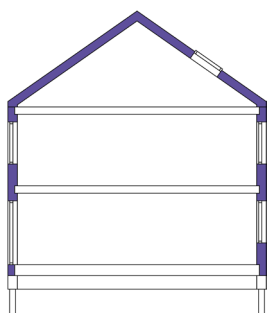
Vloeren en hoofddraagconstructies:

- Constructievloeren;
- Dekvloeren;
- Vloerisolatie (thermisch, akoestisch);
- Dragende wanden;
- Kolommen en liggers.



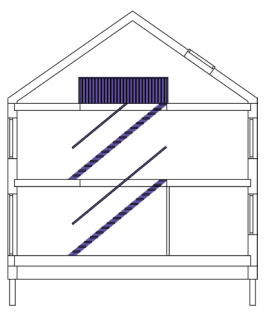
Binnenwanden, inbouw- en afwerking:

- Binnenwanden;
- Binnendeuren en -kozijnen;
- Binnendeurdorpels;
- Plafondafwerking (spuitpleisterwerk, verlaagd plafond);
- Wand- en vloertegels.



Gevels en daken:

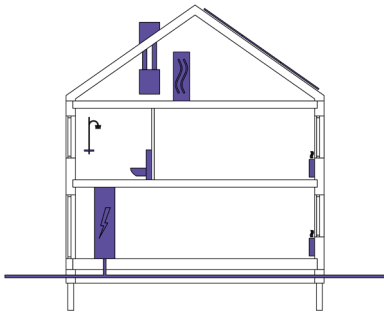
- Gevelafwerking;
- Binnenbladen en gevelelementen;
- Isolatie;
- Gevelafwerking (baksteen, pleisterwerk);
- Dakconstructie;
- Dakafwerking (dakpannen, baanvormige dakbedekking).



Verkeersruimte:

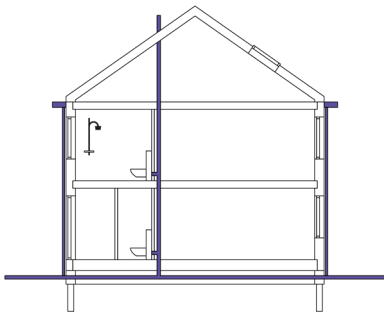
- Trappen;
- Balustrades;
- Leuningen.

[9] W/E adviseurs (2019): Materialisatie referentiebouwwerken - Uitbreiding toepassing BENG-referentiegebouwen & toevoeging GWW-referentie ten behoeve van set referentiegebouwen voor monitoring- en effectstudies Milieuprestatie, https://milieudatabase.nl/wp-content/uploads/2019/10/WE9799-Eindrapport-Materialisatie-referentiegebouwen_22-juli-2019.pdf



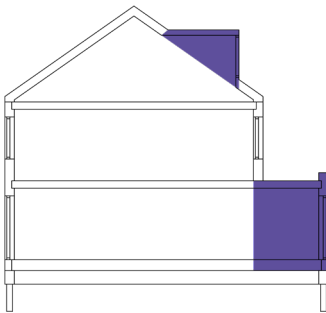
Installaties:

- Warmte-, koudeopwekking en opwekking warm tapwater;
- Warmte- en koudeafgifte en –distributie;
- Ventilatie- en luchtverdeelsysteem;
- Sanitair (discussiepunt);
- PV-installatie (panelen, onderconstructie, omvormer);
- Aansluiting extern energienet op perceelniveau.



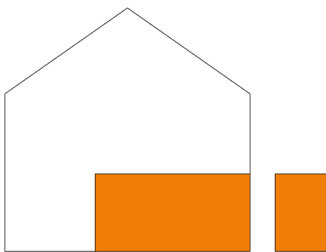
Aan- en afvoeren:

- Binnenriolering;
- Hemelwaterafvoer (goten en standleidingen);
- Warm- en koudwaterleidingen (distributie);
- Buitenriolering op perceelniveau.



Uitbreidingen

- Vergunningsvrije en niet vergunningsvrije:
- Dakkapellen;
- Uitbouwen;
- Aanbouwen;
- Opbouwen.



Niet meetellend in de MPG:

- Garages;
- Bergingen;
- Inrichting van buitenruimtes (schuttingen, bestrating);
- Losse interieurinrichting (kasten, tafels, banken, stoelen);
- Keukens;
- Vloerbedekking (tapijt, parket, e.d.);
- Verlichting van woonfunctie;
- Communicatie en rookmelders;

Kort gezegd komt het erop neer dat alle bouwkundige en installatietechnische voorzieningen van de woning moeten worden meegenomen waaraan direct of indirect voorschriften zijn verbonden vanuit het Bouwbesluit.

Voor appartementen moet je naast de genoemde voorzieningen ook rekening houden met de materialisatie van verkeersruimten (galerijen, portieken) en buitenruimtes (balkons en loggia's).

Uittrekstaten van hoeveelheden

Alle producten in de NMD zijn voorzien van een functionele eenheid (m², m³, stuks, e.d.). Deze eenheid geeft aan hoe je de producten moet invoeren in de software.

Daarnaast zijn de meeste producten te verscalen. Zo moet je bij isolatiematerialen naast het aantal m² vaak de dikte of de Rd-waarde opgegeven.

Het uittrekken van de hoeveelheden en deze verwerken in overzichtelijke hoeveelhedenstaten kost veel tijd. Het genereren van de hoeveelheden uit BIM-modellen kan je helpen om tijd te besparen, maar vergt wel een nauwkeurige parametrische invoer.

Om tot de juiste materialen, installaties en hoeveelheden te komen heb je minimaal de volgende gegevens nodig:

- Plattegronden, gevelaanzichten en doorsnedes;
- Bouwdetails;
- BENG-berekening om energiegebruik en benodigde installaties vast te stellen om te voldoen aan de energieprestatie-eis.

Om tot een nauwkeurige MPG-berekening te komen heb je dus een gedetailleerd ontwerp nodig. Bij voorkeur beschik je over een definitief of een nog verder uitgewerkt ontwerp. Een schetsontwerp of voorlopig ontwerp heeft vaak onvoldoende detailniveau om een realistische weergave van de milieubelasting te kunnen bepalen.

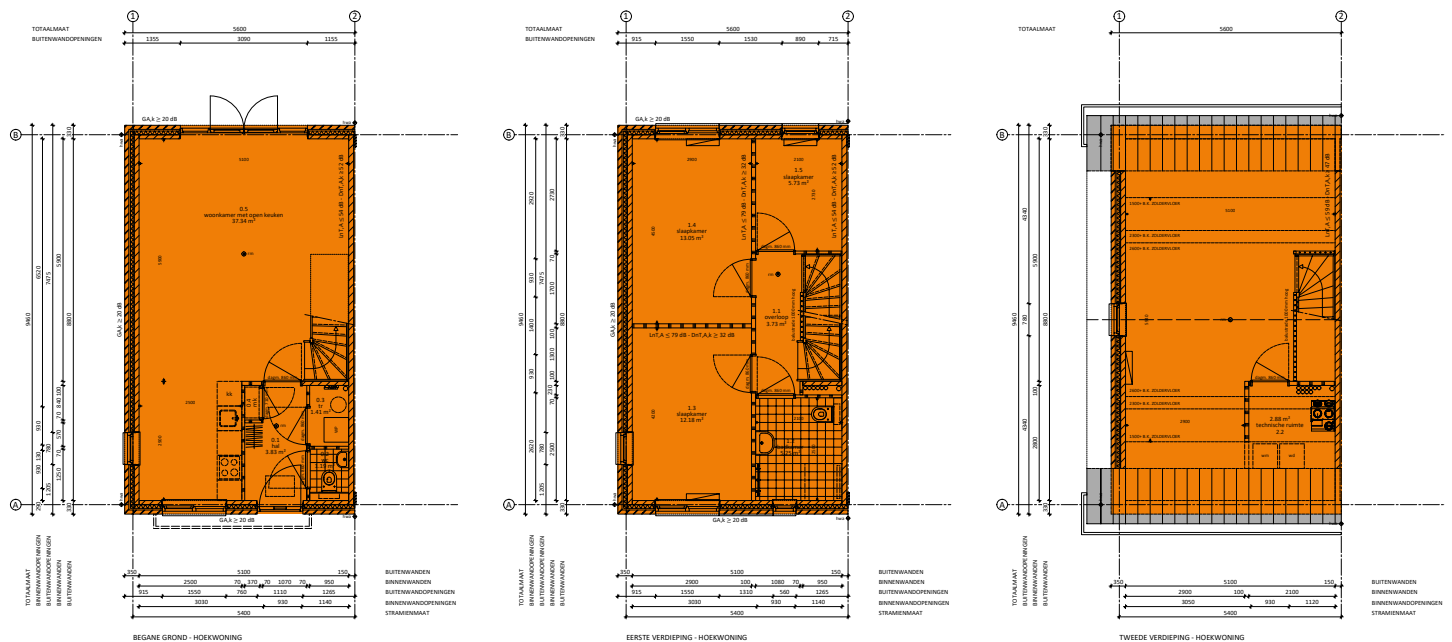
Maken van de MPG-berekening

Nu we alle bouwmaterialen en installaties van onze woning hebben voorzien van de juiste hoeveelheden per functionele eenheid kunnen we de MPG-berekening maken. Hiervoor moet je een gevalideerd rekeninstrument (software) gebruiken^[10].

Naast de invoer van de bouwmaterialen en installaties moet je ook het BVO opgeven, bepaald volgens NEN 2580. De BVO van een woning is de oppervlakte, gemeten op vloerniveau langs de buitenomtrek van de opgaande scheidingsconstructies^[11]. Op de onderstaande afbeelding heb ik het BVO van onze woning met een oranje arcering aangegeven.

[10] Stichting Nationale Milieudatabase (2022): Rekeninstrumenten, <https://milieudatabase.nl/milieuprestatie/rekeninstrumenten/>

[11] NEN (2008): NEN 2580:2007/C1:2008 nl - Oppervlakten en inhouden van gebouwen - Termen, definities en Bepalingsmethoden



Het nauwkeurig opgeven van het BVO is belangrijk omdat de totale milieukosten uitgedrukt in de MKI worden gedeeld door het BVO van de woning en door de levensduur van 75 jaar.

Van MKI naar MPG

Als alle bouwmaterialen en installaties zijn ingevoerd in de berekening, krijg je een compleet overzicht van de totale milieu-impact. Ook per milieu-impactcategorie is gedetailleerde informatie beschikbaar. In de tabel op de volgende pagina heb ik de emissies van onze woning weergegeven. Hierin zie je bijvoorbeeld hoeveel kilogram CO₂ equivalent er wordt uitgestoten tijdens de volledige levenscyclus van de woning.

Zoals ik al eerder aangaf worden alle milieu-impactcategorieën gewaardeerd met een weegfactor. De hoeveelheden materialen en installaties worden vermenigvuldigd met deze weegfactor per milieu-impactcategorie. De eindscore van alle fases worden bij elkaar opgeteld en vormen de MKI. In de tabel is de MKI met een rood vlak gearceerd.

Het omrekenen van de MKI naar de MPG is heel eenvoudig. Eerst deel je de MKI door het BVO van de woning (159 m²) en daarna door de gestandaardiseerde levensduur van 75 jaar.

Hiermee komt de MPG van onze woning uit op:

$$\text{MPG} = 7.989 / 159 = 50,25$$

$$50,25 / 75 = 0,670$$

Deze waarde is lager dan de drempelwaarde uit het Bouwbesluit (0,80) en dus voldoet onze woning aan de MPG-eis.

	Productiefase	Bouwfase	Gebruiksfase	Sloop- en verwerkingsfase	Milieulasten, -baten en hergebruik	Alle fases	Eenheid
Milieu-impactcategorieën (ongewogen)	A 1-3	A 4-5	B 1-7	C	D	A - D	
Uitputting abiotische grondstoffen – ADP	20,90	0,04	0,00	0,01	-0,18	20,77	kg Sb eq
Uitputting fossiele energiedragers – ADP	293,00	23,60	1,56	4,54	-49,00	273,70	kg Sb eq
Klimaatverandering – GWP 100 jaar	47.400,00	3.880,00	7.080,00	3.700,00	-5.800,00	56.260,00	kg CO2 eq
Aantasting ozonlaag – ODP	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	kg CFK-11 eq
Fotochemische oxidantvorming – POCP	39,90	2,22	0,49	0,79	-3,90	39,50	kg C2H4 eq
Verzuring – AP	224,00	17,40	0,86	6,28	-24,90	223,64	kg SO2 eq
Vermesting – EP	51,10	3,78	0,14	1,34	-7,10	49,26	kg PO4 eq
Humane toxiciteit – HTP	38.000,00	1.930,00	127,00	737,00	-3.440,00	37.354,00	kg 1,4-DCB eq
Zoetwater aquatische ecotoxiciteit – FAETP	540,00	40,50	115,00	75,60	-31,60	739,50	kg 1,4-DCB eq
Mariene aquatische ecotoxiciteit – MAETP	2.420.000,00	174.000,00	119.000,00	343.000,00	-321.000,00	2.735.000,00	kg 1,4-DCB eq
Terrestrische ecotoxiciteit – TETP	775,00	8,43	1,97	53,40	17,40	856,20	kg 1,4-DCB eq
MKI (gewogen gesommeerd)	4.010,00	374,00	3.670,00	292,00	-357,00	7.989,00	€

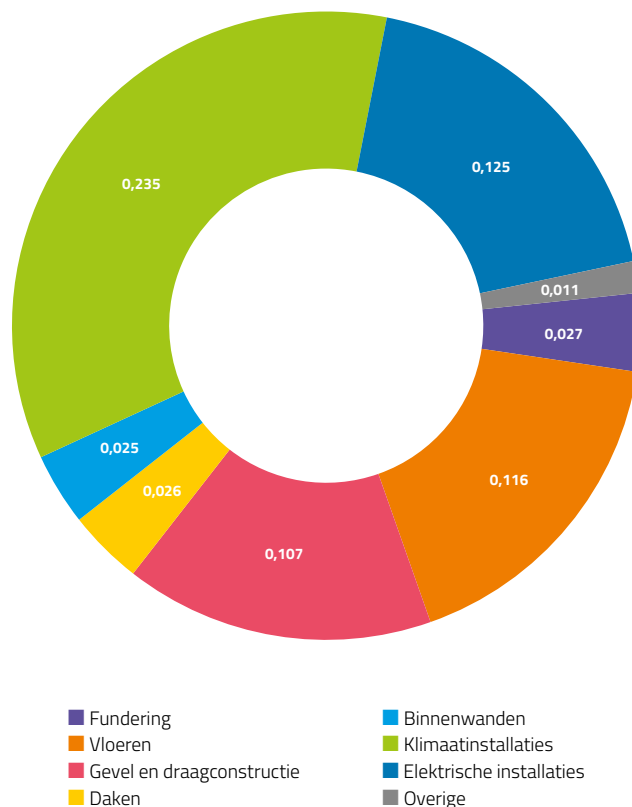
Milieu-impact per onderdeel

In het cirkeldiagram zie je welke onderdelen van de woning de grootste bijdrage leveren aan de MPG. Hierin valt op dat de installaties een zeer grote impact hebben.

De optelsom van de elektrische installaties en klimaatinstallaties bedraagt meer dan 50% van de totale MPG. Dit komt doordat PV-panelen en de warmtepomp een grote milieubelasting hebben. En dat terwijl ik in dit voorbeeld al met de categorie 1 productkaarten heb gewerkt voor deze installaties. Bij gebruik van categorie 3 producten zou de milieu-impact door deze installaties nog groter zijn.

Ook de gevels, draagconstructie en vloeren vormen een grote post. Dit komt doordat deze bouwdeelen veel materialen bevatten en doordat de milieu-impact van beton, baksteen en glas relatief hoog is.

Verderop in deze whitepaper geven wij 10 tips waarmee je de milieu-impact van je woningen kunt verlagen.



“Het zwaartepunt van de milieuprestatie ligt bij de elektrische en klimaatinstallaties”

De juiste strategie voor duurzame woningen

Het is belangrijk om integraal te kijken naar de verduurzamingsopgave in de gebouwde omgeving. Daarmee bedoel ik dat je de energie- en milieuprestatie in samenhang moet bekijken. Dit resulteert in een breder afwegingskader voor verduurzamingsbeslissingen, versnelt innovaties en stimuleert de circulaire economie.

Mijn naam is Isaac en ik ben vastgoedmanager bij de woningcorporatie. Ik laat je zien hoe wij duurzame keuzes maken voor de ontwikkeling van onze nieuwbouwwoningen. Daarbij begin ik met de uitleg van het verschil tussen de MPG en de MEPG.

MPG, BENG en MEPG

Nico en Isabelle hebben in de vorige hoofdstukken uitgelegd hoe de MPG in elkaar zit en hoe je deze moet berekenen. Zij hebben aangegeven dat de MPG alleen rekening houdt met de milieubelasting van materialen en installaties en niet met de milieubelasting van het energiegebruik.

In de huidige wet- en regelgeving zijn energie- en materiaalgebruik twee aparte onderdelen met eigen eisen en afbakening. Dit maakt het lastig om BENG en MPG onderling te vergelijken. Maar gelukkig is er inmiddels een oplossing: de MEPG. Met de MEPG kijk je integraal naar de Milieu- en Energieprestatie van Gebouwen.

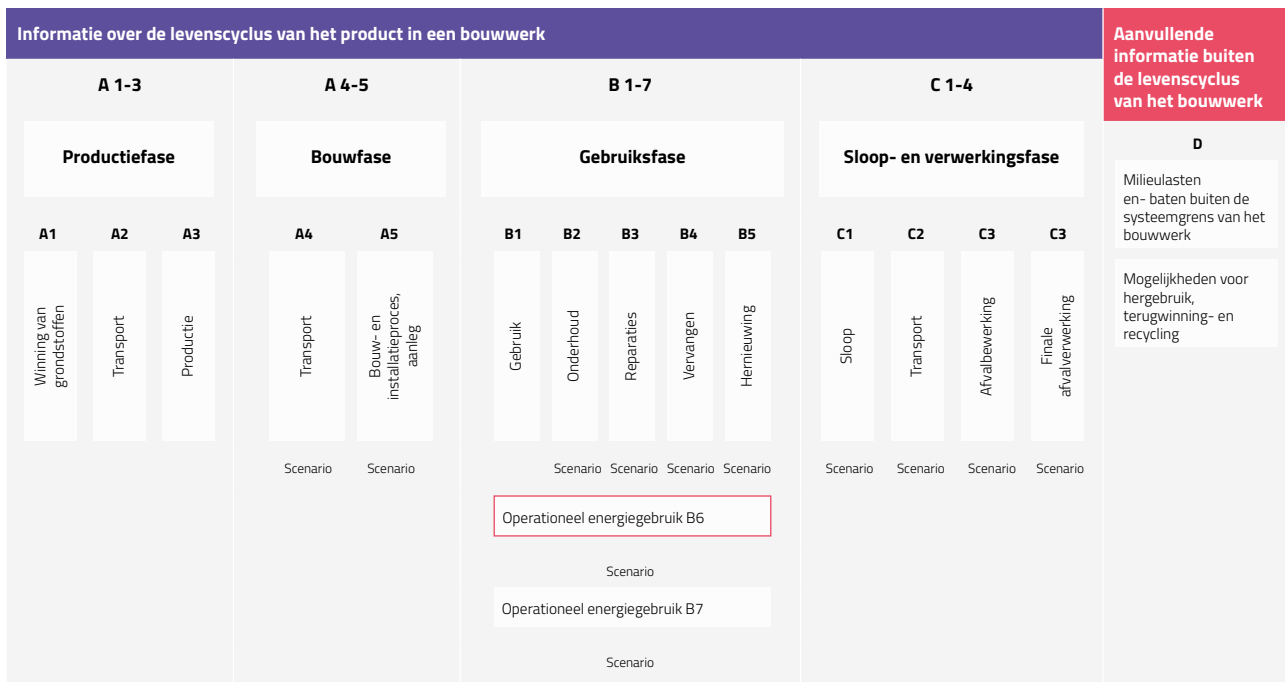
Hiervoor zijn speciale productkaarten ontwikkeld voor energiedragers en –netten voor aardgas, externe warmtelevering en elektriciteit. Daarmee kan je het operationeel energiegebruik (fase B6) meewegen in de totale milieubelasting van het bouwplan^[12].

“Echt duurzame keuzes maak je door te kijken naar samenhang tussen energieprestatie en materiaal”



Isaac
vastgoedmanager bij een
woningbouwcorporatie en gebruikt BENG
om duurzame keuzes te kunnen maken

[12] LBP | Sight (2022): EINDCONCEPT - LCA Rapportage productkaarten Energiedragers Nationale Milieudatabase



Dit geeft je de mogelijkheid om in de ontwerpfase integraal te sturen op duurzaamheidsambities. Je ziet namelijk direct wat de juiste strategie is voor jouw projecten.

Ik leg je uit hoe wij bij de woningbouwcorporatie verantwoorde keuzes maken voor de duurzaamheid van onze nieuwbouwopgave met gebruik van de MEPG.

Uitleg op basis van referentiewoningen

Om gerichte keuzes te maken hebben wij Isabelle twee referentiewoningen laten ontwerpen. Eén met een hellend dak en één met een plat dak. De woning is gebouwd met gangbare technieken voor casco, isolatie en installaties.

Voor dit voorbeeld heeft Isabelle twee maatregelpakketten opgesteld te weten: Bouwbesluit en Trias Energetica. Het Bouwbesluitpakket gaat uit van de grenswaarden voor de thermische schil, zoals opgenomen in het Bouwbesluit. Het pakket volgens de Trias Energetica gaat uit van een beter geïsoleerde thermische schil en efficiënte(re) installaties. Hiermee krijgen we inzicht in het effect van het compenseren van het energiegebruik (Bouwbesluit) versus het besparen op energiegebruik (Trias Energetica). In dit voorbeeld kijken we naar de milieuprestatie van de hoekwoningen.



Energieprestatie NTA 8800

Voor het maken van een MEPG-berekening moet je weten hoeveel energie de woning nodig heeft voor verwarmen, koelen, warm tapwaterproductie en ventilatie. In tegenstelling tot BENG kijken we bij de MEPG niet naar het primaire energiegebruik, maar naar het gebouwgebonden energiegebruik op de meter.

In de tabellen zie je welke maatregelen we hebben genomen en tot welke energieprestaties deze maatregelen leiden. Daarbij geven we de maatregelen en prestaties voor de hoekwoning met hellend dak en plat dak in aparte tabellen weer.

Zoals je ziet hebben de woningen met het Trias Energetica-maatregelpakket aanzienlijk minder PV-panelen nodig dan de woningen met het Bouwbesluitpakket. Bovendien zijn de Trias Energetica-woningen makkelijker op te schalen naar het niveau van energieneutraal, omdat daarvoor slechts een beperkte hoeveelheid PV-panelen nodig is.

Hoekwoning met hellend dak

Bouwkundig	Bouwbesluit (BB)					Trias Energetica (TE)				
Rc-begane grondvloer	≥ 3,70 m²·K/W – ribcassettevloer					≥ 5,00 m²·K/W – ribcassettevloer				
Rc-gevel	≥ 4,70 m²·K/W – spouwmuur					≥ 6,50 m²·K/W – spouwmuur				
Rc-dak	≥ 6,30 m²·K/W – geïsoleerd dakelement					≥ 8,00 m²·K/W geïsoleerd dakelement				
U-ramen en deuren	1,5 tot 1,6 W/m²·K – HR++-beglazing					0,9 tot 1,2 W/m²·K – Triple-beglazing				
Infiltratie (qv10;spec)	0,60 dm³/s·m²					0,20 dm³/s·m²				
Lineaire thermische bruggen	Bijlage I – NTA 8800:2022					Bijlage I – NTA 8800:2022				
Casco	Kalkzandsteen wanden met breedplaatvloer op verdiepingen					Kalkzandsteen wanden met breedplaatvloer op verdiepingen				
Installaties										
Verwarmingssysteem	Lucht/water warmtepomp 7 kW					Brine/water warmtepomp 4 kW				
Koelingssysteem	Lucht/water warmtepomp 7 kW (actief)					Brine/water warmtepomp 4 kW (passief)				
Afgiftesysteem verwarming en koeling	Ventilatorconvectoren*					Vloerverwarming/-koeling				
Tapwatersysteem	Warmtepomp 7 kW met interne boiler					Warmtepompboiler				
Douche-wtw	-					Douchepijp-wtw				
Ventilatiesysteem	C.4a – CO2-meting in woonkamer					D.5a – 2-zone met CO2-sensoren in wk en hslpk				
PV-panelen indien aanwezig	330 Wp per paneel**					330 Wp per paneel**				
Energieprestaties en aantal PV-panelen	PV st.	BENG 1	BENG 2	BENG 3	kWh***	PV st.	BENG 1	BENG 2	BENG 3	kWh***
Bijna energieneutraal (BENG)	6	63,92	28,72	71,4%	2.378	0	52,37	18,74	63,8%	1.551
Ergieneutraal	15	63,92	-0,98	100,9%	-82	6	52,37	-1,06	102,0%	22,96

Hoekwoning met plat dak

Bouwkundig	Bouwbesluit (BB)					Trias Energetica (TE)				
Rc-begane grondvloer	$\geq 3,70 \text{ m}^2\text{K/W}$ - ribcassettevloer					$\geq 5,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ - ribcassettevloer				
Rc-gevel	$\geq 4,70 \text{ m}^2\text{K/W}$ - spouwmuur					$\geq 6,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ - spouwmuur				
Rc-dak	$\geq 6,30 \text{ m}^2\text{K/W}$ - geïsoleerd dakelement					$\geq 8,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ geïsoleerd dakelement				
U-ramen en deuren	1,5 tot 1,6 W/m ² K – HR++-beglazing					0,9 tot 1,2 W/m ² K – Triple-beglazing				
Infiltratie (qv10;spec)	0,35 dm ³ /s·m ²					0,15 dm ³ /s·m ²				
Lineaire thermische bruggen	Bijlage I – NTA 8800:2022					Bijlage I – NTA 8800:2022				
Casco	Kalkzandsteen wanden met breedplaatvloer op verdiepingen					Kalkzandsteen wanden met breedplaatvloer op verdiepingen				
Installaties										
Verwarmingssysteem	Lucht/water warmtepomp 7 kW					Brine/water warmtepomp 4 kW				
Koelingssysteem	Lucht/water warmtepomp 7 kW (actief)					Brine/water warmtepomp 4 kW (passief)				
Afgiftesysteem verwarming en koeling	Ventilatorconvectoren*					Vloerverwarming/-koeling				
Tapwatersysteem	Warmtepomp 7 kW met interne boiler					Warmtepompboiler				
Douche-wtw	-					Douchepijp-wtw				
Ventilatiesysteem	C.4a – CO ₂ -meting in woonkamer					D.5a – 2-zone met CO ₂ -sensoren in wk en hslpk				
PV-panelen indien aanwezig	330 Wp per paneel**					330 Wp per paneel**				
Energieprestaties en aantal PV-panelen	PV st.	BENG 1	BENG 2	BENG 3	kWh***	PV st.	BENG 1	BENG 2	BENG 3	kWh***
Bijna energieneutraal (BENG)	6	63,77	28,72	70,5%	54,28	0	53,16	21,16	65,1%	23,21
Ergeneutraal	17	63,77	-2,73	102,8%	54,28	8	53,16	-1,72	102,8%	23,21

* Ter beperking van comfortklachten door koudeval en ter voorkoming van gezondheidsrisico's van (te) hoge vloertemperaturen (>29 °C volgens EN 1264) is het advies om de warmte af te geven met (ventilator)convectoren bij woningen met ventilatiesysteem C.

** De huidige generatie PV-panelen hebben een opwekvermogen van 360 tot 400 Wp. Gekozen voor 330 Wp vanwege aanwezigheid in NMD. Van huidige generatie PV-panelen zijn op moment van schrijven nog geen productkaarten beschikbaar.

*** Elektracegebruik op de meter is berekend met Uniec 3 conform de voorwaarden van NTA 8800.

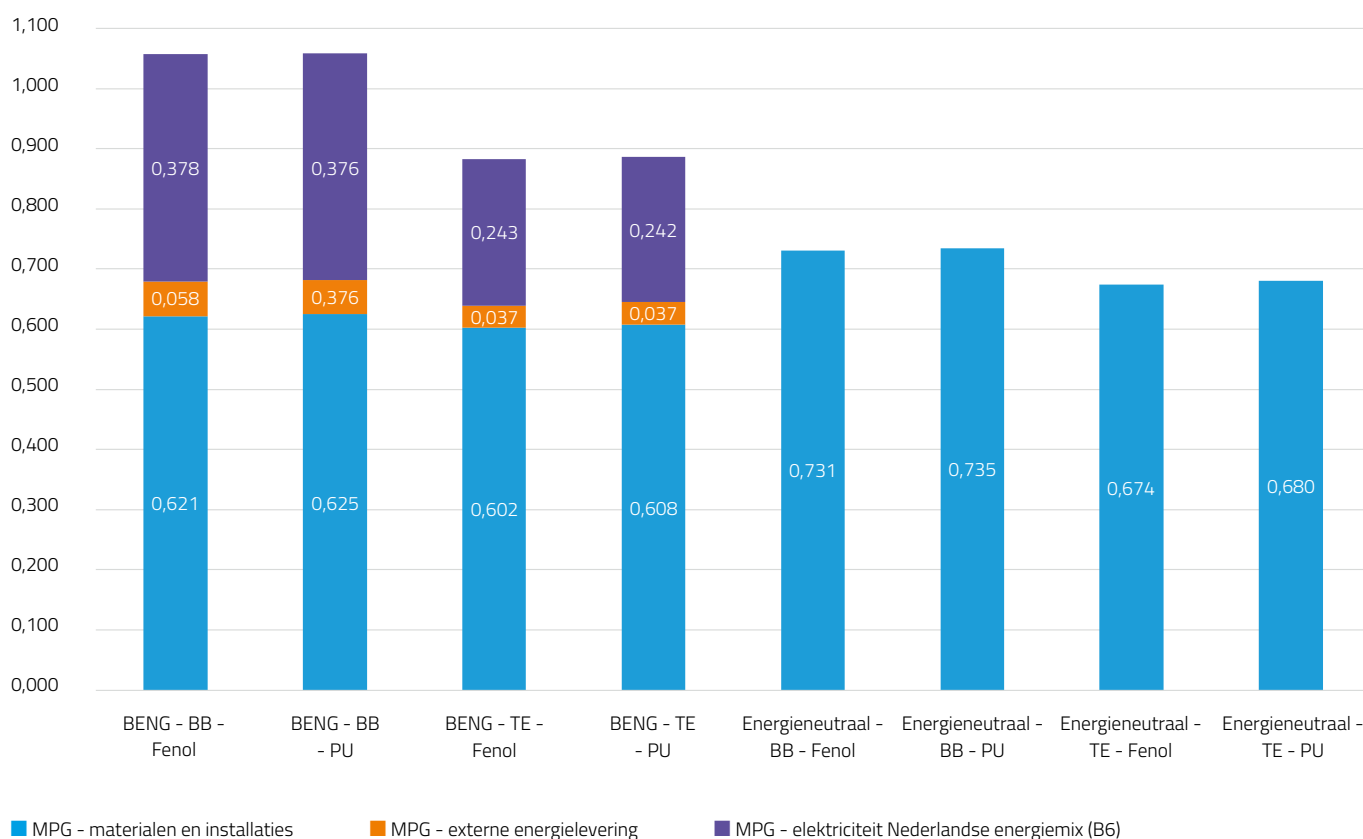
MEPG hoekwoning met hellend dak

Zoals je in de tabel hebt kunnen zien is deze woning voorzien van een spouwmuur, een ribcassettevloer en een geïsoleerd dakelement met EPS. Voor de spouwmuur hebben we twee hoogwaardige isolatiematerialen met elkaar vergeleken, te weten Fenolschuim met een lambdawaarde van 0,021 W/m·K en PU-schuim met een lambdawaarde van 0,022 W/m·K.

Als we kijken naar de resultaten die in de grafiek zijn weergegeven, dan zien we dat de woning met Trias Energetica-maatregelen op alle vlakken beter scoort dan de woning met Bouwbesluitmaatregelen. Je moet weliswaar meer materiaal gebruiken om de woning goed te isoleren, maar je bespaart op het aantal PV-panelen. Dit resulteert onder de streep in een lagere milieubelasting.

Ook de milieubelasting door het operationele energiegebruik is lager van de woning met Trias Energetica-maatregelen. Hierbij hebben we gerekend met de milieubelasting van de huidige Nederlandse energiemix voor elektriciteit. Die bestaat voor 27% uit groene stroom en voor 73% uit grijze stroom^[12].

In de tabel is te zien dat zowel de woning met Fenol- als PU-spouwisolatie ruimschoots voldoen aan de MPG-eis. De woning met Fenol-spouwisolatie heeft een iets lagere milieubelasting door materiaalgebruik en installaties. Daarentegen is de milieubelasting door energiegebruik bij de variant met PU-schuim iets lager. Dit komt doordat die woning een iets groter BVO heeft vanwege de iets minder slanke gevelconstructie.



MEPG hoekwoning met plat dak

Deze woning is voorzien van een gepleisterde gevel op EPS-isolatie, een ribcassettevloer met EPS en een plat dak met PU-isolatie.

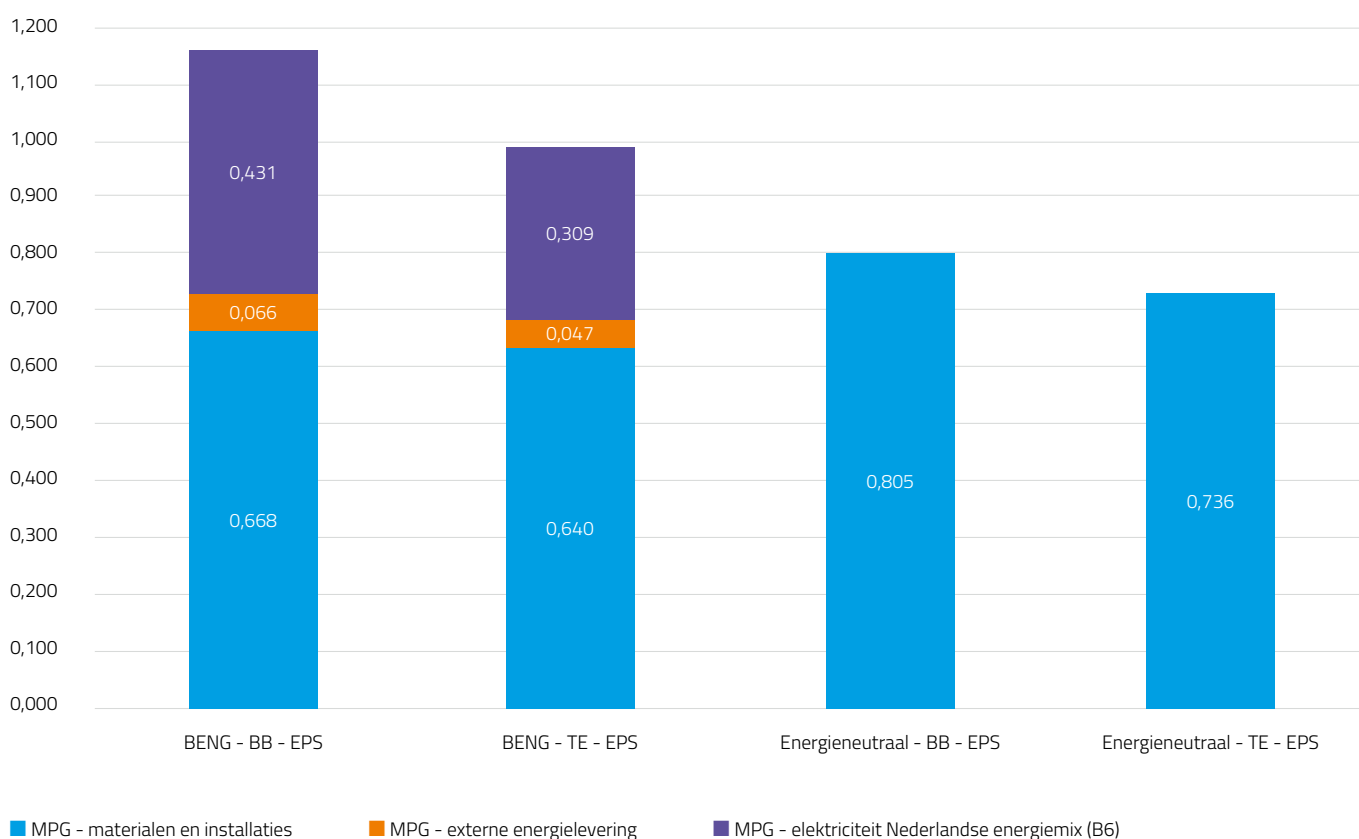
Als we kijken naar de resultaten die in de grafiek zijn weergegeven, dan zien we wederom dat de woning met Trias Energetica-maatregelen op alle vlakken beter scoort dan de woning met Bouwbesluitmaatregelen.

Ook bij deze woning wordt het extra materiaalgebruik om het energiegebruik te reduceren ruimschoots goedge maakt door de besparing op het aantal PV-panelen.

Ook zien we dat het verstandig is om te kiezen voor een energieneutrale woning. Dit levert over het geheel de laagste milieubelasting op. Door het lage energiegebruik is dit ook nog eens gunstig voor de portemonnee van onze huurders.

Daarnaast valt op dat de totale MPG en MEPG van de woning met plat dak iets hoger ligt dan die van de woning met hellend dak. Dit komt doordat deze woning groter is, waardoor je meer materialen en energie gebruikt.

Deze rekenvoorbeelden tonen nogmaals aan dat een energieneutrale woning volgens de filosofie van Trias Energetica de meest verantwoorde keuze is voor milieu, energie en klimaat.



10 tips voor een betere MPG

Wij hebben je in deze whitepaper meegenomen in de wereld van MPG en MEPG. Tot slot geven wij je nog 10 tips om de MPG van jou woningen te verlagen en de duurzaamheid te verbeteren.

Tip 1. beperk de energievraag

Zorg voor beperking van de energievraag door een goed geïsoleerde woning met efficiënte installaties. Hiermee beperk je het aantal PV-panelen. PV-panelen zijn belangrijk voor de opwekking van duurzame energie, maar hebben een relatief hoge milieubelasting op materiaalniveau^[13]. Dit komt doordat de cellen worden gemaakt van schaarse grondstoffen en doordat er veel energie nodig is voor de productie.

Tip 2. beperk het aandeel open delen in gevel en dak

De open delen in gevel en dak hebben doorgaans een hogere milieubelasting dan dichte delen. Dit komt hoofdzakelijk doordat de milieubelasting per m² beglazing hoog is^[8]. Bovendien ligt de isolatiewaarde van open delen beduidend lager dan van dichte delen, waardoor woningen met veel glas een hoger energiegebruik hebben.

Tip 3. gebruik zoveel mogelijk producten uit categorie 1 en 2

Productkaarten uit categorie 1 en 2 geven realistische waarden voor de milieubelasting. Kaarten uit categorie 3 zijn bedoeld als vangnet en hebben een opslag van 30%, waardoor ze een negatieve invloed hebben op de MPG.



Isaac
vastgoedmanager bij
een woningcorporatie

Isabelle
architect

Nico
klimaat- en
milieuwetenschapper

[13] W/E adviseurs (2017): Onderzoek 'Principes en parameters Milieuprestatie Gebouwen (MPG)' - Op basis van ervaringen in 2012 – 2016, <https://milieudatabase.nl/wp-content/uploads/2019/05/Eindrapport-Onderzoek-principes-en-parameters-MPG-24-02-2017.pdf>

Tip 4 – kies voor producten met een lange levensduur

Het aantal producten met een gedeclareerde lange(re) levensduur is nog beperkt. Maar, indien je de mogelijkheid hebt om producten met lange levensduur te selecteren levert dit doorgaans een aanzienlijke verbetering van de MPG op.

Tip 5 – bouw compact

Met compact bouwen bedoelen we beperken van het gevel- en dakoppervlakte en het bijbehorende materiaalgebruik. Want, hoe meer materialen de woning per vierkante meter BVO nodig heeft, hoe ongunstiger de MPG. Woningen met een groot gevel- en dakoppervlakte en een klein BVO, zoals bungalows hebben door hun ongunstige verhouding een hoge MPG.

Tip 6 – maak slimme materiaalkeuzes

De keuze van materialen heeft grote invloed op de MPG. Zo zorgt hoogwaardig isolatiemateriaal met een lage lambdawaarde voor smallere funderingsbalken en smallere detaillaansluitingen, waardoor materiaal wordt bespaard. Hetzelfde geldt voor slankere vloer- en dakconstructies. Ook hiermee kan materiaal bespaard worden. Ook de keuze voor lichte en niet massieve materialen levert winst op. Zo is de milieubelasting van een kanaalplaatvloer bijvoorbeeld lager dan van een breedplaatvloer^[12]. Ook recyclebare producten en producten met biobased grondstoffen hebben vaak een gunstig effect op de MPG.

Tip 7 – kies voor losmaakbare producten en detaillering

Helaas wordt losmaakbaarheid op dit moment nog in beperkte mate gewaardeerd. Maar voor de onderdelen waar de losmaakbaarheid wel in kaart is gebracht, is het effect op de milieuprestatie gunstig. Zo is de milieubelasting van losliggende en geballaste dakbedekking lager dan verkleefde dakbedekking.

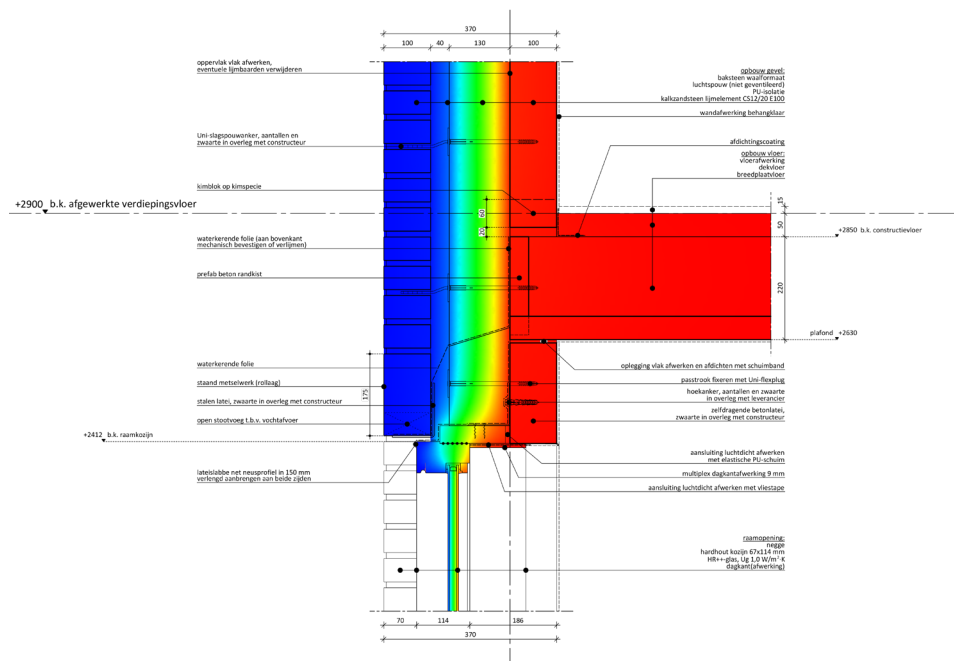
Tip 8 – maak de MPG-berekening vroegtijdig in het proces

In de praktijk wordt de MPG-berekening vaak als laatste berekening gemaakt. Dit is logisch gezien de grote hoeveelheid benodigde informatie die daarvoor nodig is.

Met de strenger wordende eisen wordt het steeds lastiger om de MPG-eis te behalen. Het is daarom slim om vroegtijdig een globale berekening te maken die richting geeft aan de milieuprestatie van je ontwerp. Je wilt namelijk niet aan het eind van het ontwerpproces geconfronteerd worden met een te hoge MPG, waardoor je het ontwerp en bijbehorende tekeningen en berekeningen moet aanpassen.

Tip 9 – Gebruik ψ -waarden in de BENG-berekening

Zoals we hebben gezien zijn energie- en materiaalgebruik communicerende vaten. Door toepassing van ψ -waarden worden de warmteverliezen door de lineaire thermische bruggen (koudebruggen) realistisch berekend binnen BENG en voorkom je dat een toeslagfactor wordt berekend op de thermische prestatie van jou gevels, daken en vloeren. Dit resulteert erin dat je dankzij het gebruik van ψ -waarden minder PV-panelen en/of andere installaties nodig hebt en dat is gunstig voor de MPG-score.



Tip 10 – bereken de MEPG van je bouwplannen

Momenteel worden er nog geen eisen gesteld aan de integrale milieuprestatie van materiaal- en energiegebruik. Maar als je echt inzicht wilt hebben in de duurzaamheid van jou project, dan is het berekenen van de MEPG een absolute aanrader.

Isaac – vastgoedmanager woningcorporatie

Maatregelen die goed zijn voor verbetering van de energieprestatie zorgen vaak voor een toename van het materiaalgebruik en daardoor voor een hogere MPG-score. Hierdoor lijken BENG en MPG vaak tegenpolen van elkaar te zijn. In deze whitepaper hebben wij laten zien dat dit een onjuiste veronderstelling is. Door integraal te kijken naar de milieu-impact, met behulp van de MEPG, zien we juist dat inzetten op energievraagbeperking tot de laagste milieubelasting leidt. Kortom, kijk niet solitair, maar integraal naar de duurzaamheid van je bouwplannen.

Isabelle - architect

De meeste nieuwbouwwoningen voldoen vrij eenvoudig aan de huidige MPG- en BENG-eis. Maar let op! De eisen worden steeds verder aangescherpt, waardoor het belangrijk is om vroegtijdig na te denken over de integrale prestatie van je projecten. Wij hopen je met deze whitepaper handvatten te hebben gegeven om slim te ontwerpen aan duurzame en energiezuinige nieuwbouwwoningen.

Nico – klimaat- en milieuwetenschapper

De resultaten spreken voor zich. Beperking van de energievraag in combinatie met duurzaam materiaalgebruik is de meest efficiënte strategie om onze klimaat- en milieudoelstellingen te behalen. Maar we moeten ons tegelijkertijd beseffen dat de weg naar een klimaatneutrale gebouwde omgeving nog lang is. Daarom is innovatie nodig om de milieubelasting van gebouwen, bouwmaterialen en installaties verder te reduceren.



Isaac
vastgoedmanager bij
een woningcorporatie

Isabelle
architect

Nico
klimaat- en
milieuwetenschapper

Milieubewust bouwen doen we met kunststof isolatie

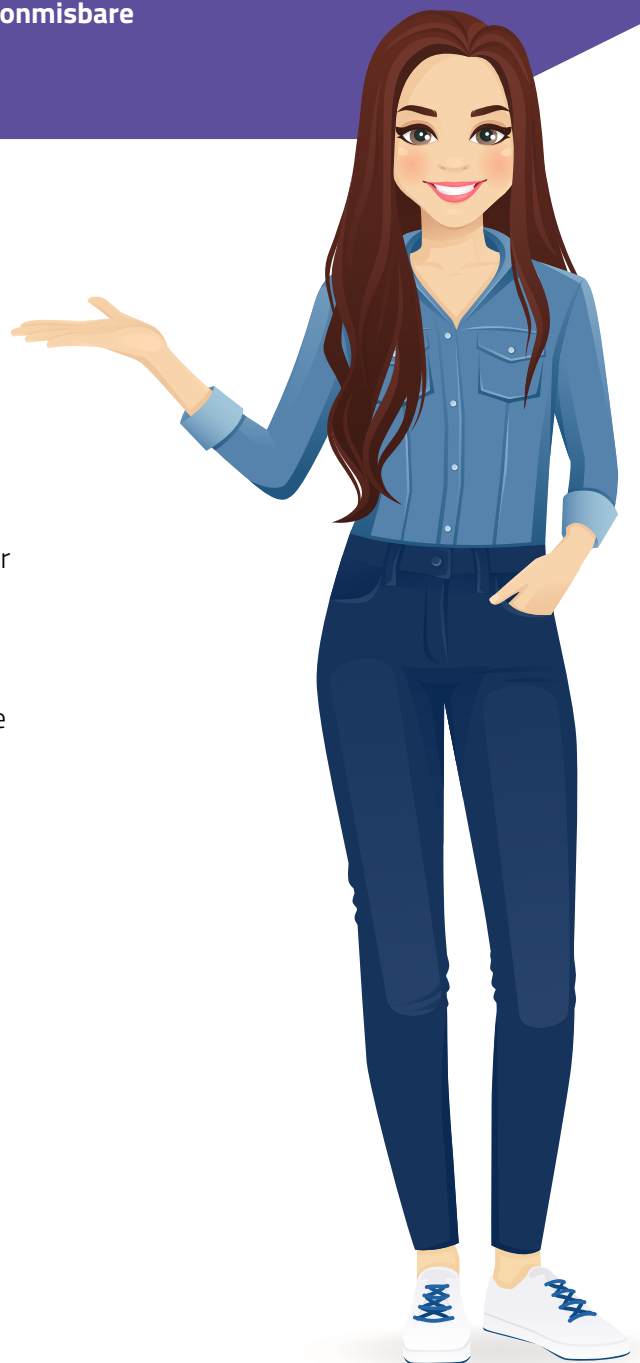
Wij hebben je in deze whitepaper meegenomen in de wereld van milieubewust bouwen. Hoewel sommige mensen bij kunststof isolatie niet direct de associatie leggen met milieubewust bouwen leg ik je uit waarom kunststof isolatie juist wel een onmisbare schakel is.

De thermische geleidbaarheid of warmtegeleidingscoëfficiënt bepaalt hoe goed isolatiemateriaal presteert. De thermische geleidbaarheid wordt uitgedrukt in λ -waarde (lambda). Hoe lager de λ -waarde, hoe beter het materiaal isoleert.

Voor de meeste gevels en daken wordt een keuze gemaakt tussen minerale wol en kunststof isolatie. Onder minerale wol vallen steenwol en glaswol. Onder kunststof isolatie vallen: EPS, PIR, PUR, en Fenol.

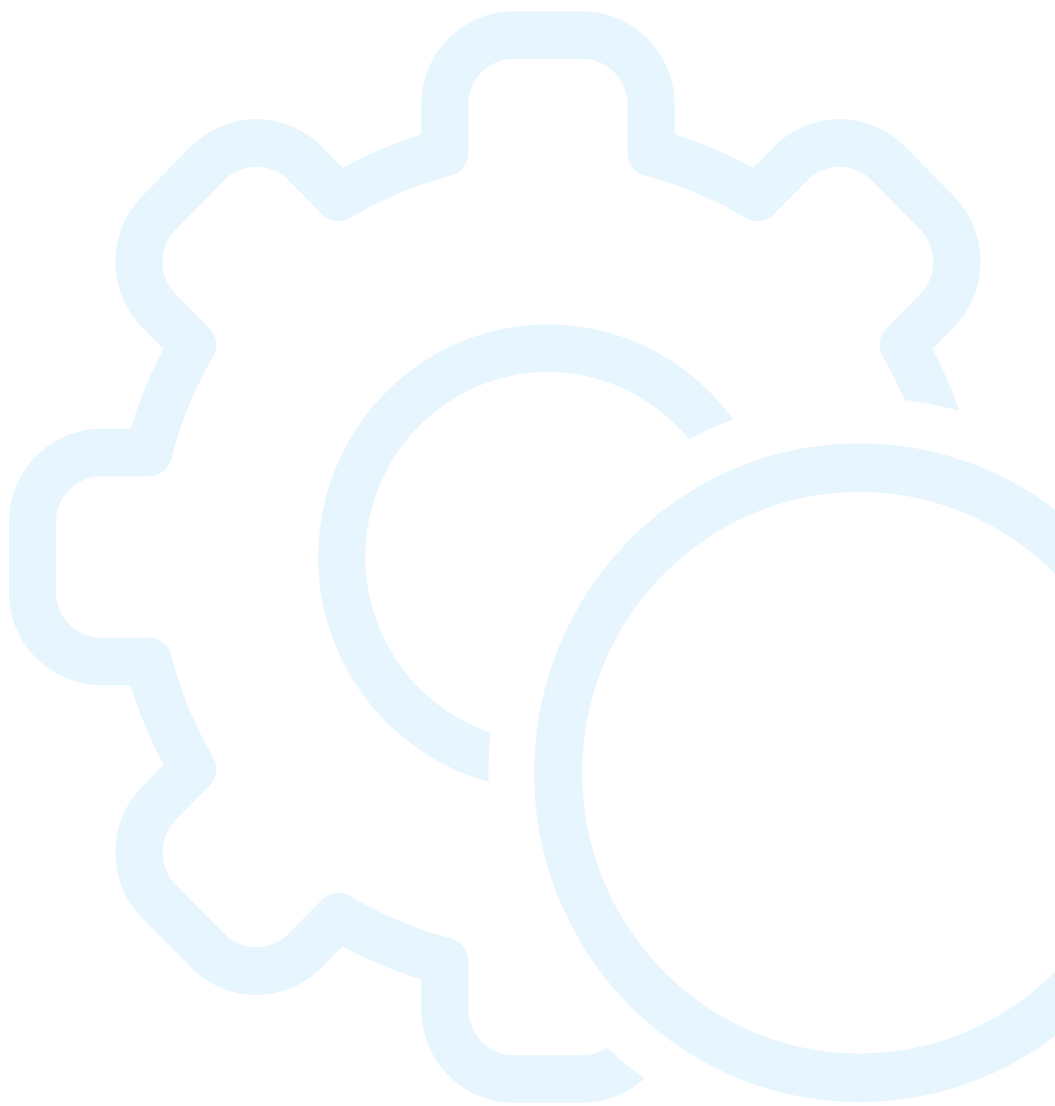
Uit onafhankelijk beoordeelde kwaliteitsverklaringen blijkt dat kunststof isolatie beter isoleert dan minerale wol. De λ -waarde van hardschuim varieert tussen 0,038 en 0,018 W/m·K. Minerale wol daarentegen heeft een λ -waarde van 0,040 tot 0,030 W/m·K.

Dit betekent dat je met kunststof isolatie slanker kan bouwen. Hierdoor bespaar je op materiaalgebruik en dat is gunstig voor de milieuprestatie. Want hoe dunner de gevel en het dak, hoe minder materiaal je hoeft te gebruiken voor de fundering, spouwankers en –pluggen, kozijnaansluitingen, vensterbanken, dakconstructie en dakafwerking. Dit bespaart niet alleen op materiaalgebruik, maar ook op bouwkosten.



Graag zet ik de belangrijkste voordelen van kunststof isolatie voor duurzaam en energiezuinig bouwen voor je op een rij.

- Kunststof isolatie behoudt z'n kwaliteit en heeft een lange levensduur.
- Kunststof isolatie is vochtbestendig en waterafstotend met behoud van het isolerend vermogen gedurende de gehele gebruiksfase.
- Kunststof isolatie heeft een goede milieuscore (lage schaduwkosten in de NMD).
- Het productieproces van kunststof isolatie heeft een lage milieubelasting.
- De meeste kunststof isolatiematerialen zijn losmaakbaar te verwerken en uitstekend te recycleren.
- Kunststof isolatie heeft een goede drukvastheid en is bij uitstek geschikt voor toepassing op platte daken.
- Kunststof isolatie is licht in gewicht, waardoor je kan volstaan met lichtere constructies.
- Kunststof isolatie is gunstig geprijsd.



Voor een duurzame toekomst

In deze whitepaper hebben onze ouders en onze grootvader laten zien wat je kunt doen om duurzame en toekomstbestendige woningen te ontwikkelen, ontwerpen en bouwen. Dat is goed voor het milieu en voor onze toekomst.

Heb je na het lezen van deze whitepaper nog vragen? Neem dan gerust contact op met de Nederlandse Isolatie Industrie.



Deze whitepaper is opgesteld door Develop Inc.

Nederlandse Isolatie Industrie

Postbus 420
2260 AK Leidschendam
070 - 444 0660
info@nii.nl
www.nii.nl



Nederlandse
Isolatie Industrie

www.nii.nl