

W/E rapport 30703

Koplopers in de woningbouw

Inventarisatie en analyse van woongebouwen met een (zeer) lage MPG

Stichting W/E adviseurs
Eindhoven, 26 april 2022



Koplopers in de woningbouw

Inventarisatie en analyse van woongebouwen met een (zeer) lage MPG

Opdrachtgever

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO)
Postbus 8242, 3503 RE, Utrecht

Bezoekadres: Croeselaan 15, 3521 BJ, Utrecht
Contactpersoon: M. (Menno) Brouwer
06-5239 0655 | menno.brouwer@rvo.nl

Opdrachtnemer

W/E adviseurs
Jan van Hooffstraat 8^E, 5611 ED EINDHOVEN

Contactpersoon: drs. R.J. (Rianne) van der Veen
030 - 677 8777 | 06 - 5323 7832 | veen@w-e.nl

Auteurs:
Rianne van der Veen
Esmeralda Hemelaar

Projectnummer

W/E 30703

Versie

Versie 1.0

Inhoudsopgave

Samenvatting 3

1 Inleiding 5

1.1	Aanleiding	5
1.2	Doel en onderzoeksvragen	5
1.3	Projectaanpak	6
1.4	Achtergronden Milieuprestatieberekening gebouw - MPG	8

2 Resultaten 13

2.1	Inventarisatie en selectie	13
2.2	Overzicht gebouwkenmerken	14
2.3	Correctheid invoer	22
2.4	Succesfactoren lage MPG	22
2.5	Relatie met energieconcept	25
2.6	Onderscheid naar woningtypen	28
2.7	Knelpunten waardering duurzamer ontwerp	28
2.8	Belemmeringen opschaling	29

3 Conclusies en aanbevelingen 31

3.1	Correctheid invoer	31
3.2	Succesfactoren lage MPG	31
3.3	Relatie met energieconcept	32
3.4	Waardering duurzamer ontwerp	33
3.5	Inregeling eis	33
3.6	Belemmeringen opschaling	34

	Bijlage 1 Analyseschema	35
--	--------------------------------	-----------

Samenvatting

Voor dit onderzoeksproject zijn twintig woningen (13 grondgebonden en 7 woongebouwen) geanalyseerd met de volgende projectdoelstelling:

Het project moet inzicht bieden in de wijze waarop er bij woningen en woongebouwen een (zeer) lage MPG gerealiseerd is, en waarin deze gebouwen onderscheidend zijn ten opzichte van 'reguliere', minder goed scorende, woningen en woongebouwen.

Ervaren belemmeringen bij MPG-analyses

Een eerste inzicht is dat het op dit moment lastig is om de beoogde MPG-analyses te kunnen doen. Bij het verzamelen, selecteren en analyseren van de projecten, zijn de volgende belemmeringen ervaren:

- Er is geen vaste plek voor het beheren van de berekeningen en het monitoren van de resultaten.
- De status en kwaliteit van berekeningen zijn onduidelijk.
- De verschillende MPG/NMD-versies maken dat de berekeningen onderling moeilijk te vergelijken zijn.
- Een rapport/uitdraai van een MPG-berekening bevat vaak niet de geschikte informatie om dergelijke analyses te kunnen maken.

Gezien de centrale plek van de MPG bij het sturen richting duurzame gebouwen, is het wenselijk dat het monitoren en analyseren beter gefaciliteerd gaat worden.

Succesfactoren lage MPG

Een belangrijk inzicht uit het onderzoek is dat de 'reguliere' referentiegebouwen al een goede MPG-score hebben (de MPG van de referentie tussenwoning is circa 0,5 en van het referentie woongebouw circa 0,7). Deze referentiegebouwen zijn traditionele betonnen gebouwen. Er zijn dus geen onderscheidende kenmerken nodig om een relatief lage MPG te halen.

De geanalyseerde projecten hebben wel vrijwel allemaal een nog lagere MPG dan de referentiegebouwen. Dit blijkt deels te komen door een incorrecte invoer. Door de hiervoor genoemde belemmeringen is het lastig om hierop te controleren en te corrigeren.

Als we kijken naar gebouwkenmerken, die ervoor zorgen dat de geanalyseerde projecten een nog lagere MPG hebben dan de referentiewoningen, komen er een aantal strategieën naar boven, waarmee de MPG verlaagd kan worden:

- Toepassen van producten met een lage MKI
- Toepassen van hergebruikt materiaal
- Toepassen van gerecycled materiaal
- Toepassen van hernieuwbaar (biobased) materiaal
- Langere gebouwlevensduur
- Losmaakbaar en modulair bouwen

Bij de geanalyseerde projecten is het toepassen van hernieuwbaar (biobased) materiaal de strategie die veruit het meest is toegepast.

Knelpunten waardering duurzamer ontwerp

Recycling wordt altijd al in de MPG meegenomen, hergebruik heeft pas recent een plek in de methode gekregen. Een belemmering bij het gericht ontwerpen op recycling en/of hergebruik is het beperkte inzicht dat de MPG-rekentools. Hier zijn wel verbeteringen voorzien.

Ook andere circulaire (duurzame) ontwerp oplossingen worden niet of beperkt in de MPG gewaardeerd. Losmaakbaarheid en modulair bouwen leidt niet direct tot een lagere MPG. Dat geldt ook een kleinere transportafstand en CO₂-opslag in biobased producten. Onderzoek naar de wijze waarop deze oplossingen wel een plek kunnen krijgen is gewenst en deels al in gang gezet.

Een knelpunt is dat veel innovatieve producten (nog) niet in de NMD staan. Deze producten kunnen daardoor niet worden geselecteerd. Bij een aantal duurzame productopties zijn alleen categorie 3 productkaarten beschikbaar, zoals bij PV-panelen. Door de 30% opslag valt de milieu-impact van deze producten, en daardoor van het totale gebouw, een stuk hoger uit.

Relatie met energieconcept

Dit onderzoeksproject bevestigt de sterke relatie tussen het energieconcept en de MPG van een gebouw. Een goede energieprestatie resulteert meestal in een hogere MPG, doordat extra materialen worden toegepast. Met name PV-panelen hebben een zware milieulast en kunnen de MPG van een gebouw zeer sterk verhogen (bij enkele geanalyseerde projecten zijn PV-panelen verantwoordelijk voor circa 50% van de MPG). Bij veel van de geanalyseerde projecten is ook op een goede energieprestatie gestuurd. Als we bij deze projecten corrigeren voor de impact van PV-panelen (de impact van elektrische installaties bij alle gebouwen weglaten), zien we dat de projecten nog beter presteren dan de toch al goed scorende referentiegebouwen.

Het blijkt belangrijk om in een vroeg stadium na te denken over een optimaal energieconcept, ook in relatie tot de MPG. Een goed doordacht energieconcept kan ertoe leiden dat er bijvoorbeeld weinig PV nodig is, terwijl er toch een goede energieprestatie wordt gerealiseerd. Een manier tot een optimaal energieconcept te komen is de integrale beschouwing met de MPG+-methode, waarbij de impact van het materiaal- en energiegebruik bij elkaar zijn opgeteld.

Belangrijkste aanbevelingen

Hieronder staan de belangrijkste aanbevelingen kort samengevat. In hoofdstuk 3 is nader toelichting te vinden op deze, en andere aanbevelingen. Hier is ook een nadere specificatie van wat precies nodig is te vinden.

- Onderzoek hoe (centrale) monitoring van MPG-berekeningen, in samenhang met het verbeteren van kwaliteitsborging en duidelijkheid over protocollen en rekenregels, kan worden opgepakt.
- Communiceer over de strategieën om de MPG te verlagen en onderzoek hoe beter op een aantal strategieën kan worden gestuurd (toepassen van hergebruikt, gerecycled en recyclebaar materiaal) en hoe een aantal strategieën beter kan worden gewaardeerd (losmaakbaar bouwen, CO₂-opslag in biobased producten, korte transportafstanden).
- Zorg voor meer duurzame en innovatieve producten in de NMD, zodat duurzame ontwerpen beter kunnen worden gewaardeerd. Getoetste producten, zonder de 30% opslag, hebben daarbij de voorkeur. In het specifiek geldt het bovenstaande PV-panelen, waarbij er nu weinig te kiezen is.
- Onderzoek hoe voorkomen kan worden, dat een goede energieprestatie wordt afgestraft op de MPG. Dit bijvoorbeeld met de MPG+ of door andere regels wat betreft het meenemen van PV-panelen in de MPG berekening.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Op 14 juli 2021 is de PBL Beleidsbrief ‘Mogelijke doelen voor een circulaire economie’ aangeboden aan de Tweede Kamer. Deze brief gaat over de concretisering van doelen voor de circulaire economie (CE). PBL (Planbureau voor de Leefomgeving) geeft in de Beleidsbrief aan, dat de volgende stap gericht moet zijn op het selecteren van productgroepen (fase 1), die het grootse effect sorteren op klimaat, milieuvervuiling, biodiversiteit en leveringszekerheid. In fase 2 staat de nadere uitwerking en concretisering van de doelen voor specifieke productgroepen centraal. Daarna volgt de uitwerking hiervan in roadmaps en de daarbij behorende uitvoeringsplannen voor de komende vier jaar.

In fase 1 zijn door de departementen I&W en BZK in samenwerking met de Transitieagenda Bouw onder andere de productgroepen woningbouw, kantoren/ bedrijfhallen geselecteerd. Deze productgroepen komen ook naar voren in de studie van EIB, Metabolic en SGS Search: ‘Materiaalstromen, milieu-impact en energieverbruik in de woning- en utiliteitsbouw, Uitgangssituatie en doorkijk naar 2030’. Fase 2 is gericht op het concretiseren van de doelen voor deze productgroepen. Basis vormt het einddoel van de Transitieagenda Bouw (zie kader). Relevant bij deze doelstelling is het voorkomen van milieuschade en het voorkomen van leveringsrisico’s.

Het voorkomen van milieuschade wordt geoperationaliseerd door de MKI/MPG (Milieu Kosten Indicator en Milieuprestatie Gebouw). Gericht op het concretiseren van de doelen heeft de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) daarom behoefte aan een inventarisatie en analyse van ‘koplopers’. Dit zijn de bouwwerken, waarbij een (zeer) lage MKI/MPG is gerealiseerd. De inzichten kunnen gebruikt worden voor de ambitie- en normstelling. In opdracht van RVO heeft W/E adviseurs een onderzoek uitgevoerd, waarin de bovenstaande inventarisatie en analyse zijn uitgevoerd voor ‘koplopers’ bij de woningbouw.

1.2 Doel en onderzoeksvragen

Centraal staat de vooraf geformuleerde projectdoelstelling:

Het project moet inzicht bieden in de wijze waarop er bij woningen en woongebouwen een (zeer) lage MPG gerealiseerd is, en waarin deze gebouwen onderscheidend zijn ten opzichte van ‘reguliere’, minder goed scorende, woningen en woongebouwen.

De primaire doelgroep is de RVO. RVO wil meer inzicht om scherper de acties te kunnen uitzetten. Bij een aantal acties is betrokkenheid van het Ministerie van BZK en Stichting NMD aan de orde.

De projectdoelstelling is verder uitgewerkt in een aantal onderzoeksvragen:

- Wat zijn de succesfactoren voor een lage MPG?
- Welke circulaire strategieën zijn toegepast en welke invloed hebben deze op de MPG?
- Wat is de relatie met het energieconcept van de woning (bouwkundig en installatietechnisch)?
- Welke doorontwikkeling van het MPG-stelsel is nodig om duurzaamheid in de MPG te kunnen meten?
- Zijn er bij de grootschalige benutting van bepaalde optimalisatieopties problemen vanuit het oogpunt van leveringszekerheid te verwachten?

Bij de start van het project is een analyseschema opgesteld in samenwerking met DGBC (Dutch Green Building Council) en RVO. In dit analyseschema is de behoefte aan inzicht gespecificeerd en is vastgelegd

hoe aan deze behoefte kan worden voldaan. In het analyseschema zijn de onderzoeksvragen verder uitgewerkt. De volledige lijst is opgenomen in bijlage 1.

DGBC heeft parallel aan dit onderzoek een vergelijkbaar onderzoek uitgevoerd voor kantoor- en bedrijfsgebouwen. Er is samengewerkt om de onderzoeken vergelijkbaar uit te voeren. Zo is er bijvoorbeeld gezamenlijk een analyseschema opgesteld.

1.3 Projectaanpak

1.3.1 Dataverzameling en selectie gebouwen

Zoals bij de start van het project voorzien zijn er 20 werkelijke te bouwen (gunningsstadium) of gebouwde woningen en woongebouwen geselecteerd. Bij al deze gebouwen is de MPG laag of zeer laag.

Het aantal is te klein om, met statistische resultaten gestaafde, uitspraken te kunnen doen. Het betreft daarom een kwalitatieve analyse, waarbij op pragmatische wijze naar een maximaal inzicht wordt toegewerkt.

De projecten zijn afkomstig van verschillende bronnen, waaronder bureaus die veel MPG-berekeningen uitvoeren (W/E adviseurs, LBP Sight), de gemeente Utrecht (afdeling Handhaving) en contacten via een oproep op LinkedIn. Bij de geselecteerde gebouwen zijn de MPG-berekening en energieprestatieberekening opgevraagd.

1.3.2 Analyse

Analyse geselecteerde woningen

De analyse is uitgevoerd in de volgende stappen:

1. De basis voor de analyse vormt de MPG-berekening per gebouw. Gestart is met een check op de correctheid van de invoer. De lage MPG kan ook het gevolg zijn van, al dan niet bewuste, fouten bij de invoer. Een veel voorkomend voorbeeld is de opgave van te weinig PV. Bij de check gaat het om gebouwkenmerken (BVO, gebouwlevensduur), productkeuzen en hoeveelheden en dimensies (schaling). De controle is uitgevoerd aan de hand van de MPG-berekening en de energieberekening. Tekeningen waren niet beschikbaar, dus mogelijk zijn niet alle fouten achterhaald.
2. Vervolgens is de MPG-berekening doorgenomen aan de hand van het analyseschema met onderzoeksvragen. Hierbij is gebruik gemaakt van de vergelijking met een voor het betreffende gebouw relevante RVO-voorbeeldgebouw, de bijbehorende energieprestatieberekening en de eigen expertise met MPG-berekeningen.
3. Waar zinvol is ingezoomd op de elementen/producten en/of de modules uit de EN15804.
4. Gericht op de integrale benadering is er per gebouw een MPG+-berekening gemaakt, op basis van de MPG- en energieprestatieberekening.

Bij alle vraagstukken is bekeken of nog onderscheid te maken is naar het woningtype of de grootte (BVO) van de woningen/woongebouwen. De resultaten van de analyse zijn weergegeven in het volgende hoofdstuk.

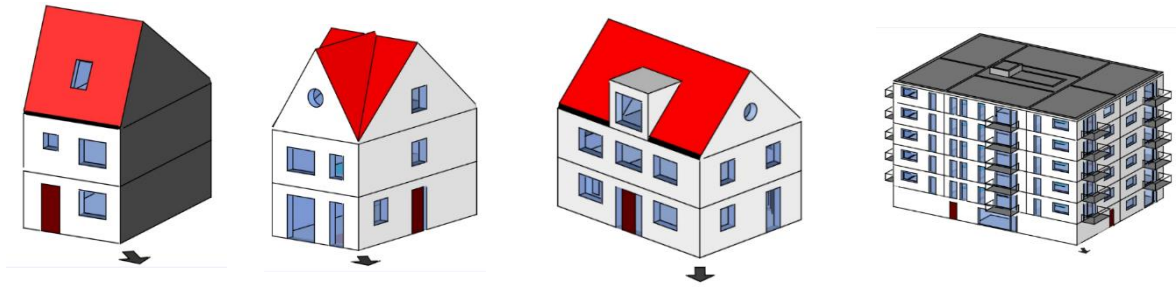
Referentiewoningen

In deze analyse worden de onderzochte projecten vergeleken met zogeheten referentiewoningen. Stichting NMD heeft deze set aan referentiewoningen laten ontwikkelen, waarbij het doel is dat deze referentiewoningen de te verwachten nieuwbouw op een afdoende wijze representeert. Met deze set aan referentiewoningen kunnen op steekhoudende wijze effect- en monitoringsstudies gericht op eventuele wijzigingen in de MPG worden uitgevoerd. De referentiewoningen die in deze analyse worden gebruikt zijn:

- Woning, tussen, small (hellend dak)
- Woning, hoek medium
- Woning vrij

- Woongebouw, medium

De referentiewoningen staan hieronder verbeeld.



Figuur 1 -1: van links naar rechts visualisatie van: Woning, tussen, small (hellend dak); Woning, hoek medium; Woning vrij; Woongebouw, medium

Hieronder staat beschreven hoe de referentiewoningen grofweg zijn opgebouwd.

Woning, tussen, small (hellend dak):

- Gevel van massieve dragende betonnen wanden en baksteen buitenblad
- Massieve betonnen binnenwanden
- Betonnen vloeren
- Warmtepomp
- 4,5 m² PV-panelen

Woning, hoek, medium:

- Gevel van beton en dragend baksteen buitenblad
- Massieve betonnen binnenwanden
- Betonnen vloeren
- Warmtepomp
- 5 m² PV-panelen

Woning, vrij:

- Gevel van beton en dragend bakstenen buitenblad
- Massieve gipsblokken binnenwanden
- Betonnen vloeren
- Warmtepomp
- 7 m² PV-panelen

Woongebouw, medium:

- Gevel van beton en dragend baksteen buitenblad
- Massieve betonnen binnenwanden
- Betonnen vloeren
- 31 Warmtepompen
- 291,4 m² PV-panelen

Workshop

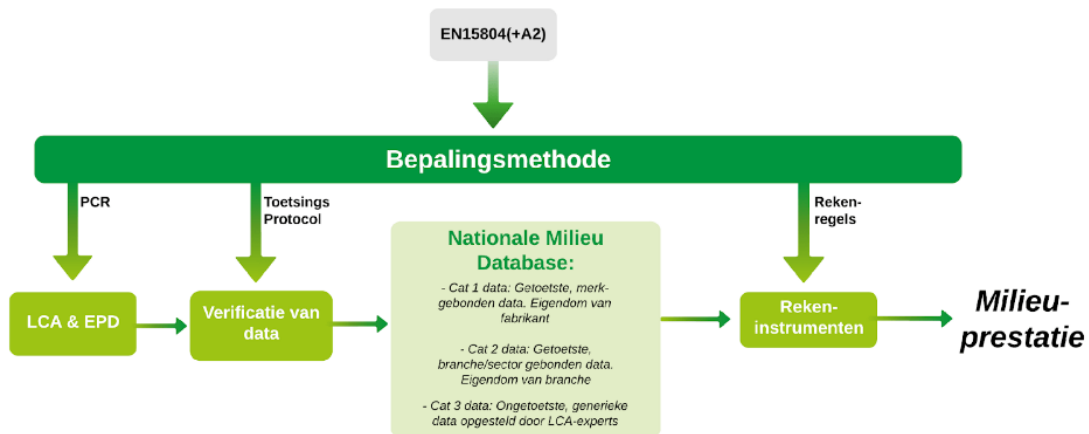
In een workshop met RVO, DGBC en W/E adviseurs zijn de resultaten uit de onderzoeken naar woningen, kantoren en bedrijfsgebouwen naast elkaar gelegd en met elkaar vergeleken. De conclusies en aanbevelingen zijn met elkaar besproken. Na de workshop is de rapportage aangevuld en afgerond.

1.4 Achtergronden Milieuprestatieberekening gebouw - MPG

1.4.1 MPG-MKI-stelsel

De milieuprestatieberekening is de 'nationale' methode voor het bepalen van de materiaalgebonden milieulast van bouwwerken (B&U en GWW). Een belangrijke toepassing is het Bouwbesluit, waarin voor de vergunningaanvraag bij een gebouw met een woonfunctie of een kantoorgebouw een berekening en het voldoen aan de eis (0,8 voor de woonfunctie en 1.0 voor het kantoorgebouw) wordt vereist. Daarnaast is de MPG is door het Transitieteam Circulaire Bouweconomie benoemd als dé methode voor het vaststellen van duurzaamheidseffecten door het toepassen van circulaire principes tijdens de levensloop van bouwwerken.

Met de methode, de Nationale Milieudatabase en het kwaliteitsborgingsysteem (o.a. toetsing op productdata en validatie van rekentools, zie Figuur 1-1) is de behoefte ingevuld. Inmiddels is de nationale methode geheel conform de Europese norm EN15804 (productniveau). De bepalingmethode wordt doorontwikkeld en beheerd door de Stichting NMD. Gericht op de toepassing in het Bouwbesluit gebeurt dit in nauwe samenhang met het ministerie van BZK.



Figuur 1-1: kwaliteitsborgingsysteem Stichting NMD
(bron: <https://milieudatabase.nl/milieuprestatie/bepalingsmethode>)

Methodische opzet MPG

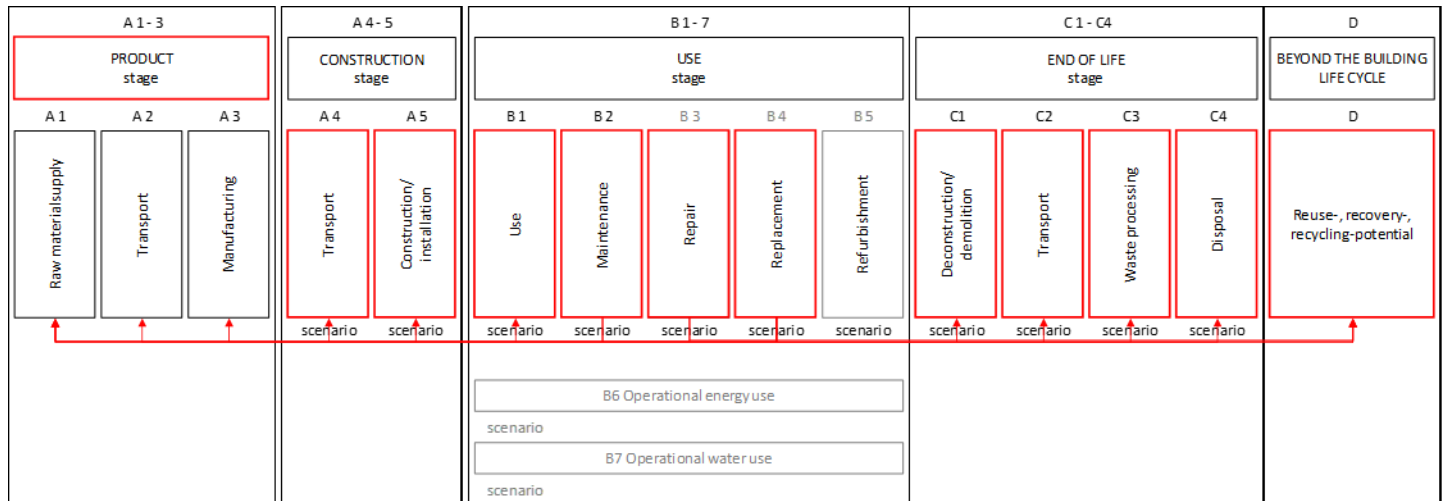
Basis voor de bepalingmethode is de Life cycle assessment (LCA), waarin de milieubelasting in alle levensfasen van een product wordt beschouwd. De spelregels zijn vastgelegd in de Europese norm EN15804. Bij de EN15804 is de levenscyclus van een product opgedeeld in 5 stadia en 17 modules (Figuur 1-2). In het gebruiksstadium B zijn ook B6 (Operationeel energiegebruik) en B7 (Operationeel watergebruik) opgenomen. Omdat het bij deze modules respectievelijk de energie- en water-gerelateerde belasting betreft, zijn deze modules niet in de MPG meegenomen¹. Hetzelfde geldt voor B5 (Renovatie), omdat de EN15804 voorschrijft dat het alleen gaat om renovaties, die al bij de nieuwbouw zijn/waren voorzien (in de praktijk geen reële situatie).

Per module zijn alle processen, en de daarmee samenhangende milieubelasting, geïnventariseerd. Deze informatie is per product vastgelegd in de NMD. Daarbij is de informatie over de modules A1, A2 en A3 samengevoegd, waardoor de set in de NMD uiteindelijk 12 datavelden (rood omcirkeld in Figuur 1-2) omvat.

Naarmate een module verder in de tijd ligt, is de onzekerheid over de uiteindelijke milieubelasting groter. Vanaf module A4 spreekt men dan ook van scenario's, die pas een werkelijke invulling krijgen als het

¹ In Nederland is er voor gekozen voor de gescheiden behandeling. Een nadeel is dat bij energiebesparende producten, zoals isolatie en PV, alleen de lasten in de MPG wordt meegenomen en niet de baten. Dit kan tot een vanuit duurzaamheidsoogpunt ongewenste sub optimalisatie leiden. Om toch een integrale afweging te kunnen maken is de MPG+-methode ontwikkeld, waarbij B6 (belasting door operationeel energiegebruik) wel wordt meegenomen.

product wordt toegepast in een bouwwerk. Bij veel van de modules wordt gewerkt met default aannamen, die vastgelegd zijn in de productdata en niet bij de MPG-berekening aangepast kunnen worden. Dit is een knelpunt voor duurzame afwegingen bij onderhoudsingenrepen, omdat het handelingsperspectief vaak juist gekoppeld is aan bijvoorbeeld het transport (A4 en C1) of verwerking (stadium C en D). Ook de modules (A5), onderhoud (B2), reparatie (B3) en de wijze van verwijdering (C1) zijn juist bij onderhoud relevant.



Figuur 1-2: stadia en modules conform EN15804 (rood: in de NMD opgenomen stadia/modules)

De MPG wordt vervolgens in een drietal hoofdstappen bepaald. De precieze wijze van berekenen is vastgelegd in een uitgebreide set rekenregels:

1. Vaststellen van de Milieukostenindicator (MKI) van het product
Hierbij wordt de milieubelasting over alle modules gesommeerd.
2. Vaststellen van de MKI van het bouwwerk
Hierbij worden de MKI's van alle producten, die gedurende de gebouwlevensduur gebruikt worden, gesommeerd. Er wordt rekening gehouden met de hoeveelheid product, eventuele afwijkende dimensies (schaling) en vervangingen.
3. Vaststellen MPG (Milieuprestatie gebouw)
Bij de B&U wordt de MKIgebouw teruggerekend naar de functionele eenheid (vergelijkingseenheid) van 1 m² BVO (bruto vloeroppervlak) en 1 jaar. Dit is de MPG.

1.4.2 Modelling en optimalisatie MPG

Zeker als het een scherpere eis betreft, is het belangrijk dat het gebouw zo correct en nauwkeurig mogelijk in de gevalideerde rekentools ingevoerd kan worden. Het gaat onder andere om het kunnen kiezen van de producten, die in werkelijkheid zullen worden toegepast, en het zo goed mogelijk mee kunnen laten wegen van specifieke voorzieningen die invloed hebben op de duurzaamheid. Daarbij is er een besef dat het altijd een benadering zal zijn, het blijft een modellering.

Bestaande optimalisatiemogelijkheden

Gericht op de toepassing Bouwbesluit dient de MPG-berekening uitgevoerd te worden met een door Stichting NMD gevalideerd rekeninstrument. Voor de modellering van het gebouw(ontwerp) dient de uitvoerder van de berekening de volgende kenmerken op te geven:

- **Bruto vloeroppervlak (BVO) in m²**
Doordat de MKI van het gebouw teruggerekend wordt naar 1 m² BVO, heeft deze invoer een relevante invloed op de MPG. Een groter BVO vraagt over het algemeen ook meer materiaal. Door een bepaald BVO met een zo klein mogelijke materiaalinvestering (efficiënte gebouwworm, weinig inspruingingen etc) te realiseren kan desondanks de MPG worden verlaagd. De ervaring leert dat het bij gebouwen met een kleiner BVO lastiger is om een goede MPG te realiseren (zoals tiny houses). Iets om aandacht voor te hebben als de eis scherper wordt.

- **Gebouwlevensduur in jaren**

Bij het omrekenen van de MKI van het gebouw naar de MPG, wordt ook teruggerekend naar 1 jaar. Een langere gebouwlevensduur heeft een relevante invloed op de MPG, hoewel deze anders dan vaak gedacht niet recht evenredig is. Dit omdat er alleen bij de langcyclische producten (casco, gevel) winst wordt geboekt, bij de andere producten, zoals installaties, neemt het aantal vervangingen evenredig toe met het verlengen van de levensduur. Voor de gebouwlevensduur bestaan defaultwaarden, waarvan alleen van afgeweken mag worden als de langere levensduur aannemelijk wordt gemaakt. Omdat hiervoor nog geen breed geaccepteerde richtlijnen bestonden is tot nu toe nog nauwelijks van deze optimalisatiemogelijkheid gebruik gemaakt.

- **Toegepaste producten**

Conform de NL-SfB- elementenclassificering is het gebouw opgedeeld in elementen en elementonderdelen. Hieraan zijn functionele beschrijvingen gekoppeld. Benoemd is welke elementonderdelen / functionaliteiten gedekt moeten worden met producten. Hiertoe moet de uitvoerder aangeven met welke producten dit bij zijn gebouw gebeurt. Dit door bij de elementonderdelen voor het meest representatieve product te kiezen. Hierbij is de voorkeursvolgorde categorie 1 (specifiek product/merk), categorie 2 (branche gemiddeld), categorie 3 (generiek, met 30% opslag). Door producten te kiezen waarvan de MKI per eenheid product laag is kan de MPG omlaag worden gebracht.

- **Specificatie per product (aantal eenheden en dimensionering)**

Per product moet de uitvoerder opgeven wat het aantal eenheden (bijvoorbeeld 127 m² van een bepaald kozijn type) is dat in het gebouw wordt toegepast. Het beperken van het aantal eenheden (materiaal efficiëntie) is een relevante optimalisatieknop (zie ook de samenhang met het BVO). Naast het aantal eenheden moeten ook de aangegeven dimensies overeenkomstig het werkelijke gebouw worden gemaakt. Het kan dat de default dimensie juist is, maar soms zal ook een zwaardere dimensie nodig zijn (bijvoorbeeld een vloer van 320 mm ipv 280 mm dikte). Natuurlijk kan ook op de dimensies geoptimaliseerd worden, een 10% minder dikke wand levert een relevante materiaalbesparing op.

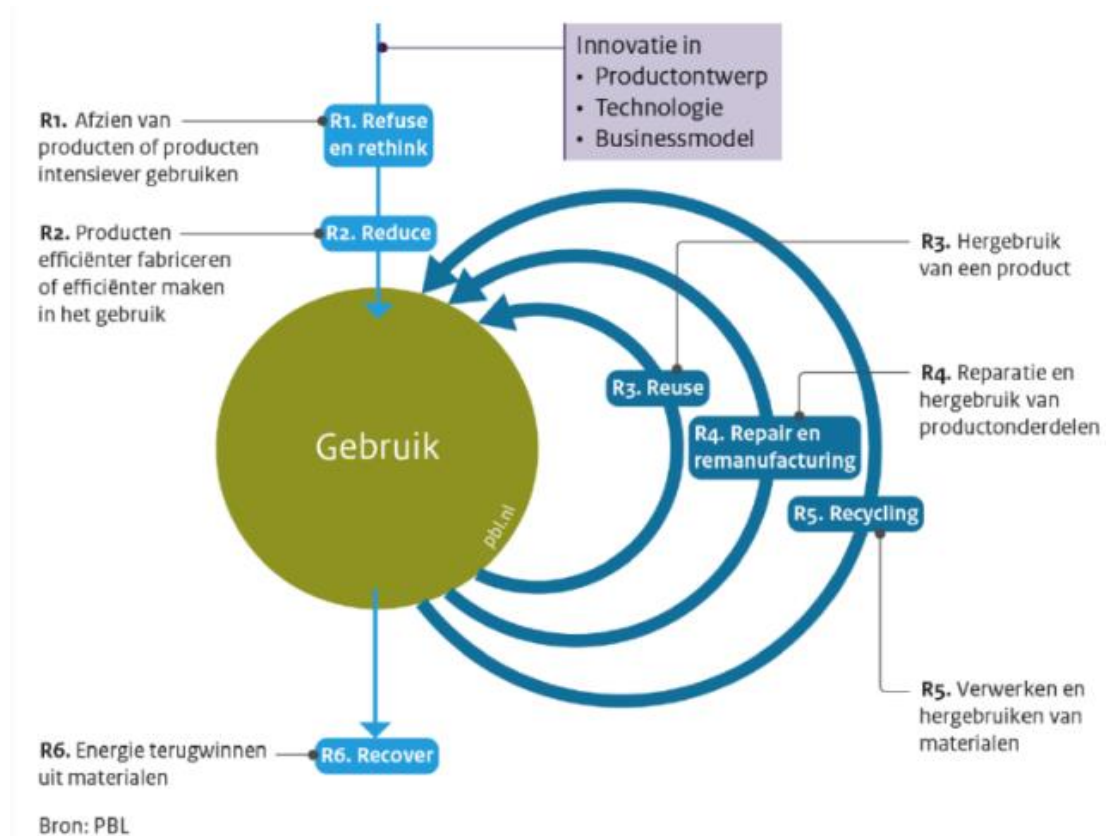
- **Externe levering**

De scope van de berekening is het fysieke gebouw (kavelgrens). Om gebouwgebonden systemen niet te benadeln ten opzichte van niet-gebouwgebonden systemen, is men verplicht om de externe levering op te geven. Het gaat hierbij om het aantal eenheden elektra, gas of warmte. Aan elke eenheid van een bepaalde energiedrager is een forfaitaire materiaalgebonden milieulast gekoppeld. Door een slimme keuze van het energieconcept en energiebesparende maatregelen kan de uitvoerder de MPG-bijdrage van de externe levering verminderen. Wel moet hij of zij daarbij rekening houden met de gebouwgebonden voorzieningen. De milieulast van bijvoorbeeld extra isolatie, driedubbelglas of PV-panelen kan juist weer tot een MPG-verhoging leiden.

1.4.3 Transitie van traditioneel naar industriële/circulaire bouw

Het systeem is in eerste instantie opgetuigd gericht op de traditionele bouw. Door bij het ontwerp goede keuzen te maken kan de MPG worden verlaagd. Bij een bepaalde MPG blijken deze keuzemogelijkheden niet meer voldoende om een verdere verlaging te bereiken. Hier komen meer innovatieve ontwerpoplossingen en bouwconcepten in beeld, zoals industrieel bouwen, adaptief bouwen en de toepassing van circulaire principes, zoals toepassing van hergebruikte materialen of hernieuwbare materialen en losmaakbaar of demontabel bouwen. Er bestaan verschillende indelingen voor de circulaire strategieën. In dit onderzoek is de indeling volgens RVO toegepast, namelijk:

- Materiaal-efficiency; Reduce + Refuse (Close the loop)
- Hergebruik en reparatie; Re-use en hergebruikte materialen (Slow the loop)
- Biobased en hernieuwbare materialen (substitutie)
- Recycling van materialen (Close the loop)



Figuur 1-3: Circulaire strategieën

Recent of binnenkort geoperationaliseerde optimalisatiemogelijkheden

Het is zeer wenselijk dat alle ontwerpkeuzen, die tot een werkelijke duurzaamheidswinst leiden, ook in de MPG gewaardeerd kunnen worden. Niets is zo frustrerend als je een slimme oplossing hebt, waarvoor je niet beloond wordt. Mede vanwege de nog steeds toenemende aandacht voor het klimaat en circulariteit neemt ook het aantal innovatieve producten en ontwerp oplossingen toe. De Stichting NMD tracht al deze innovaties een plek te geven binnen het MPG-systeem.

- **Uitbreiding producten in de NMD**

Er zijn, en worden, versneld producten aan de NMD toegevoegd. Hierbij is er extra aandacht voor producten, die tot voor kort niet of te beperkt te kiezen waren, zoals innovatieve producten, biobased producten en installaties.

- **Specifieke gebouwlevensduur**

Er is een richtlijn opgesteld over de wijze waarop een specifieke gebouwlevensduur vastgesteld en aangetoond kan worden. Hiermee wordt het mogelijk om het ontwerpen op een langere gebouwlevensduur (hoge kwaliteit of een goed adaptief vermogen²) gehonoreerd te krijgen.

- **Hergebruik**

Aan de MPG-bepalingsmethode zijn afspraken toegevoegd over de wijze waarop met hergebruik omgegaan dient te worden. Onderscheiden worden voorzien en onvoorzien hergebruik. Voorzien hergebruik heeft via het veronderstelde verwerkingsscenario zijn doorwerking in de productdata in de NMD. Deze producten onderscheiden zich verder niet van andere producten in de NMD. De uitvoerder van de berekening kan kiezen voor producten, waarbij van productgebruik sprake is. Of dit het geval is kan hij of zij zien in de NMD-viewer.

Daarnaast kan de uitvoerder binnenkort bij elk 'regulier' NMD-product aangeven, dat er in het gebouw geen nieuwe, maar een tweedehandsversie van het product wordt toegepast. De rekeninstrumenten rekenen dan met een lagere MKI (range 20-40%) per eenheid product. De functionaliteit van het kunnen labelen komt nog beschikbaar in de gevalideerde rekeninstrumenten.

² Recent is een RVO-onderzoek afgerond, waarin een methode voor het waarderen van het adaptief vermogen is uitgewerkt. Deze methode zal waarschijnlijk bij de update van de richtlijn gebouwlevensduur worden overgenomen.

- **Inzicht (modulescores, indicatoren, productviewer)**

Om gericht te kunnen optimaliseren is er inzicht in de kenmerken en milieulast van producten nodig. De Stichting NMD is druk bezig dit inzicht te vergroten. De gevalideerde rekeninstrumenten geven bij de resultaten niet alleen de totale MPG maar ook de scores per module en extra indicatoren, zoals de hoeveelheid materiaal voor recycling weer. Daarnaast is er een viewer beschikbaar, waarin er zoveel mogelijk (bij de getoetste producten is vaak een deel van de informatie niet openbaar) informatie per product wordt gegeven.

- **Toekomstige aanpassingen?**

Er zijn een aantal circulaire principes waarbij nog gekeken wordt of ze een (andere) plek kunnen krijgen in de MPG-methode. Een voorbeeld is een andere waardering van biobased producten (o.a CO₂-opslag en waardering verbranding). Een ander voorbeeld is losmaakbaarheid. Denkbaar is een aanpak waarbij de potentie van hergebruik wordt vastgelegd in de productdata, maar waarbij de winst pas geboekt wordt als het product uiteindelijk daadwerkelijk losmaakbaar in het gebouw is toegepast. Andere opties zijn het onder voorwaarden mogen overrulen van defaultwaarden bij bijvoorbeeld de productafstand of de onderhouds/vervangingscycli, waarbij het aantonen en toetsen natuurlijk een kritisch punt is.

1.4.4 MPG+

De MPG+ biedt inzicht in de totale milieu-impact van energie en materialen van een gebouw tezamen, uitgedrukt in één getal, in schaduw-euro/m². Om de effecten van energie en materiaal te kunnen sommeren is de DPG-methode uit TKI-KIEM3 gehanteerd³, waarmee de milieu-impact als gevolg van het energie- en materiaalgebruik tijdens de levensloop van een gebouw op dezelfde wijze bepaald kan worden. In 2022 zijn de impactfactoren voor materialisatie van energiedragers geactualiseerd. In dit onderzoek is volgens deze actualisatie gerekend.

Voor dit onderzoek is voor de verschillende projecten een MPG+ berekening gemaakt. De energieprestatie van een gebouw heeft effect op de MPG-score, omdat er voor een betere energieprestatie over het algemeen meer materiaal moet worden toegepast (en in het specifiek vaak materiaal met een hoge milieu-impact). De projecten in dit onderzoek hebben een verschillende energieprestatie. Daarom is het zinvol om inzicht te hebben in de milieu-impact van zowel materiaal als energiegebruik, om gebouwen op hun totale milieu-impact te kunnen vergelijken.

³ Zie: <http://tki-kiem.nl/>

2 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten gepresenteerd van de analyse van de MPG-berekening van 20 woningbouwprojecten (grondgebonden en gestapelde woningen). De kenmerken van de woningen, de succesfactoren om tot een lage MPG-score te komen, de relatie met het energieconcept en de knelpunten om met de MPG een duurzaam ontwerp te waarderen komen aan bod.

2.1 Inventarisatie en selectie

2.1.1 Inventarisatie

Volgens de in paragraaf 1.3.1 beschreven aanpak zijn twintig projecten geselecteerd waarvoor de MPG-berekening is geanalyseerd.

Om tot een selectie van twintig projecten is eerst een brede inventarisatie gedaan. Bij deze inventarisatie zijn een aantal voorwaarden gehanteerd:

- De MPG is lager dan 0,5 tot 0,6.
- De woning(en) is/zijn recent gebouwd of worden binnenkort gerealiseerd (de vergunning is aangevraagd).
- De MPG is berekend met een gevalideerde rekentool en een recente versie van de Bepalingsmethode (voorkeur versie 3.0, en anders 2.3).
- De energieprestatieberekening is beschikbaar.

De inventarisatie zelf heeft al een aantal relevante inzichten opgeleverd:

1. **Geen vastgestelde plek(ken) voor opslag berekeningen**
Een ervaring, die ook al bij eerdere inventarisaties is opgedaan, is dat er geen afspraken zijn over de locatie(s), waar de (vergunde) berekeningen worden beheerd/opgeslagen. Er wordt nu geput uit gegevens van indieners en diverse databases, vooral gekoppeld aan de gevalideerde rekeninstrumenten. Met een centraal registratiesysteem zou dit knelpunt opgelost kunnen worden.
2. **Onduidelijke status/kwaliteit berekeningen**
Het is onduidelijk wat de status / kwaliteit van de berekeningen is. Is het de berekening die is ingediend, of betreft het een eerste verkenning of variant? Ook niet duidelijk is of de berekening getoetst en correct bevonden is. Een vorm van certificering is wenselijk, liefst in combinatie met de centrale registratie.
3. **Verschillende MPG/NMD-versies**
Bij 1 is al aangegeven dat het lastig is om een set berekeningen van enige omvang te verkrijgen. Daardoor is het niet te voorkomen dat de set berekeningen bevat op basis van verschillende MPG/NMD-versies. Knelpunt hierbij is dat de volatiliteit per versie de inzichten op basis van deze set vertroebelt. Dezelfde gebouwen scoren bij de verschillende versies steeds anders, soms hoger en soms lager. Omdat bekend is dat het verschil tussen versie 2.3 en 3.0 minimaal is, is ervoor gekozen om berekeningen met beide versies te gebruiken.
4. **Verschillend detailniveau in rapporten**
Sommige verkregen uitdraaien van de MPG-berekening, afhankelijk van de software waarmee ze zijn gemaakt, bevatten alleen een materiaalstaat en geven geen inzicht in de MPG per bouwdeel.

Door bovenstaande oorzaken bleek het lastig om projecten te vinden die voldeden aan de criteria. Van de wel geschikte projecten vielen er nog een aantal af, bijvoorbeeld omdat er geen energieberekening beschikbaar was, of omdat de verkregen uitdraai van de MPG-berekening alleen een materiaalstaat bleek zonder specificatie van de MPG per bouwdeel.

2.1.2 Selectie gebouwen

Uit de 'longlist' van projecten is een selectie gemaakt van 20 projecten. Bij de selectie is met het volgende rekening gehouden:

- Een spreiding over de diverse woningtypen:
 - Rijwoning – tussenwoning
 - Rijwoning – hoekwoning
 - Woongebouw
- Een spreiding in BVO, omdat deze invloed heeft op de MPG
- Projecten met een zo laag mogelijke MPG
- Bij voorkeur projecten met een goede energieprestatie (lage EPC of BENG)

Een overzicht van de geselecteerde projecten inclusief kenmerken is opgenomen in de volgende paragraaf.

2.2 Overzicht gebouwkenmerken

Er zijn dertien projecten met grondgebonden woningen geanalyseerd en zeven woongebouwen. In deze paragraaf wordt de analyse van verschillende aspecten van de gebouwkenmerken aan de hand van verschillende grafieken verder toegelicht. Ter introductie toont tabel 1 een samenvatting van de kenmerken van de projecten en geeft tabel 2 per project een kwalitatieve omschrijving.

Tabel 1: Kenmerken van de geanalyseerde projecten.

#	Type	MPG	Verschil referentie	MPG+	BVO per woning (m2)	Draagconstructie, gevel	Circulaire strategieën**					PV per woning (m2)	EPC/ BENG2
							H	B	L	D	M		
1	Tussen	0,51*	-0,2%	0,48	101	HSB, hout	V	V		V	V	13,2	EPC: 0,16
2	Tussen	0,42	-18%	0,68	157	Beton, baksteen					V	0	BENG2: 26,0
3	Tussen	0,36	-28%	0,63	157	CLT, baksteen		V			V	0	BENG2: 26,6
4	Tussen	0,38	-25%	-	157	CLT, hout		V			V	0	BENG2: 26,4
5	Tussen	0,45	-10%	0,64	157	Beton, baksteen						1,7	BENG2: 18,0
6	Tussen	0,59*	+16%	0,66	99	HSB, hout		V			V	19,2	BENG2: -1,4
7	Hoek	0,60*	+4,6%	0,71	108	HSB, hout		V			V	19,2	BENG2: 4,6
8	Tussen	0,37*	-27%	-	134	Beton, baksteen						n.b.	-
9	Tussen	0,50	-0,4%	0,80	154	HSB & staal, steenstrips		V		V	V	9,6	BENG2: 29,6
10	Hoek	0,46*	-22%	0,66	327	HSB & cellenbeton, baksteen		V			V	9,8	EPC: 0,40
11	Hoek	0,57	-1,2%	0,51	249	Beton, baksteen					V	24,5	EPC: -0,06
12	Tussen	0,47	-7%	-	174	HSB, hout & beton		V		V	V	13,2	EPC: 0
13	Hoek	0,47	-19%	-	181	HSB, hout & beton		V		V	V	13,2	EPC: 0
14	Gebouw	0,44	-36%	0,52	120	HSB, hout		V			V	7,7	EPC: 0,13
15	Gebouw	0,52	-25%	0,60	120	Beton, baksteen					V	7,7	EPC: 0,08
16	Gebouw	0,60	-13%	-	139	Beton, hout			V		V	9,6	EPC: 0
17	Gebouw	0,43	-38%	-	45	CLT & HSB, hout		V			V	0***	EPC: 0,4
18	Gebouw	0,65*	-5,4%	-	84	KZS, baksteen						n.b.	-
19	Gebouw	1,00	+45%	0,93	51	CLT, hout		V			V	10,9	EPC: -0,34
20	Gebouw	0,54	-22%	-	77	Beton, baksteen						2,0	EPC: 0,4

*gecorrigeerd voor ontbrekende of onvolledige PV

**Circulaire strategieën:

- H: Hergebruik van materialen
- B: Biobased / hernieuwbare materialen
- L: Langere gebouwlevensduur
- D: Demontabel en losmaakbaar bouwen
- M: Materialen met een lagere MKI

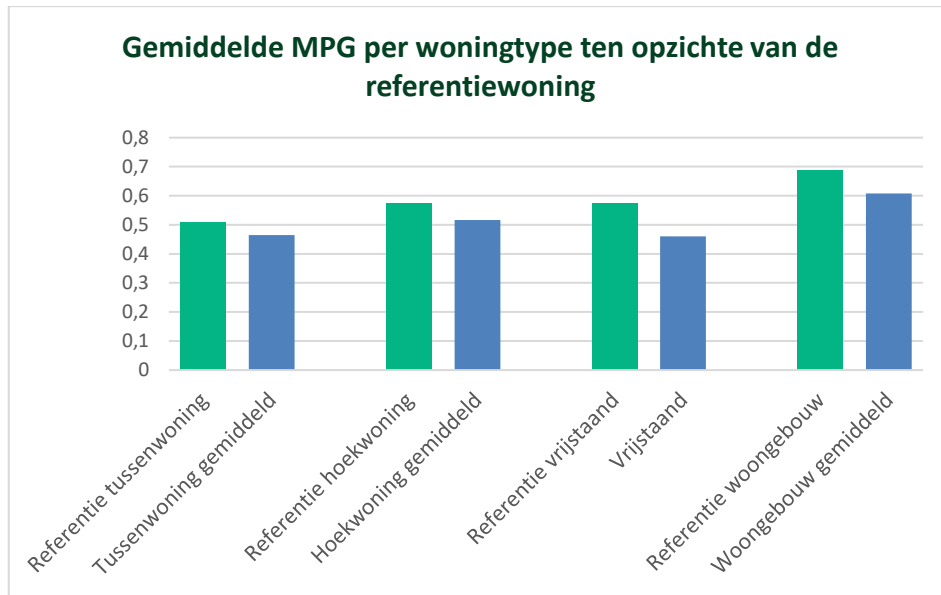
***stadsverwarming

Tabel 2: Kwalitatieve van de geanalyseerde projecten.

#	Kwalitatieve omschrijving
1	Project met zeven grondgebonden woningen. Sterke focus op duurzaamheid, circulariteit en toepassing van hergebruikte materialen.
2	Variant van een standaard rijtjeswoning.
3	Variant van een standaard rijtjeswoning.
4	Variant van een standaard rijtjeswoning.
5	Variant van een standaard rijtjeswoning.
6	Conceptwoning in hout die is opgebouwd uit twee in de fabriek gemaakte modules. Ontwikkeld met het doel om snel en betaalbaar duurzame en gezonde woningen te realiseren.
7	Conceptwoning in hout die is opgebouwd uit twee in de fabriek gemaakte modules. Ontwikkeld met het doel om snel en betaalbaar duurzame en gezonde woningen te realiseren.
8	Project met meerdere type woningen waaronder tussenwoningen (voor dit rapport geanalyseerd). Doelstellingen op het gebied van energieprestatie en circulariteit.
9	Conceptwoning die duurzaam en betaalbaar zijn, snel te bouwen zijn én verplaatsbaar zijn.
10	Rijtjeswoning.
11	Project met 86 woningen waaronder tussenwoningen (voor dit rapport geanalyseerd). Focus op energieneutraliteit.
12	Project met meerdere type woningen met veel nadruk op energie en op natuurinclusief, circulair en gezond bouwen. In het kader van circulariteit o.a. droge verbindingen, gerecycled beton en C2C producten.
13	Project met meerdere type woningen met veel nadruk op energie en op natuurinclusief, circulair en gezond bouwen. In het kader van circulariteit o.a. droge verbindingen, gerecycled beton en C2C producten.
14	Kalkzandsteen woongebouw, beoordeeld als redelijk standaard bouw.
15	Houtbouw woongebouw, beoordeeld als redelijk standaard bouw.
16	Woongebouw met twintig appartementen met veel aandacht voor de natuur en natuurlijke materialen, onder andere lokaal geogste boomstammen als ondersteuning voor de buitenruimte.
17	Woongebouw met vijf woonlagen, opgebouwd uit houten modules.
18	Woongebouw met comfortabele en energiezuinige woningen.
19	Woongebouw met veel aandacht voor duurzaamheid en circulariteit. Onder andere nul-op-de-meter en en CLT.
20	Woongebouw met aandacht voor duurzaamheid en gezondheid.

2.2.1 Gemiddelde MPG ten opzichte van referentiewoningen

Van de onderzochte projecten hebben tussenwoningen de laagste gemiddelde MPG, daarna komen de hoekwoningen en vrijstaande woningen. Opvallend is dat de referenties, zeker bij de grondgebonden woningen, al richting de 0,5 gaan, en alle referenties duidelijk lager scoren dan de huidige eis van 0,8. Van de onderzochte projecten hebben de woongebouwen de hoogste gemiddelde MPG. Van bijna alle onderzochte projecten is de MPG lager dan van de referentiewoningen (gemiddeld 8 tot 20%). Dit wordt voor een deel verklaard door incorrecte invoer van gegevens, en voor een deel door duurzame ontwerpkeuzes. In paragraaf 2.3 en 2.4 wordt hier verder op ingegaan.

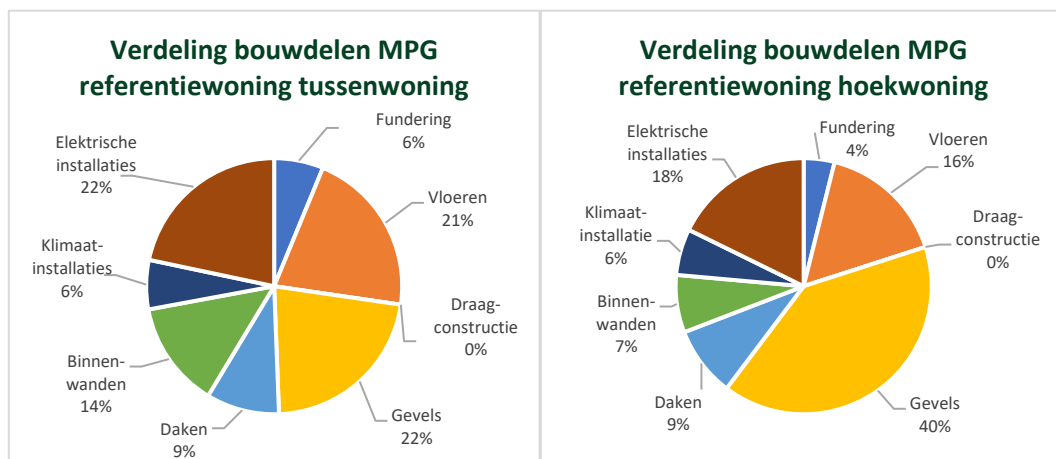


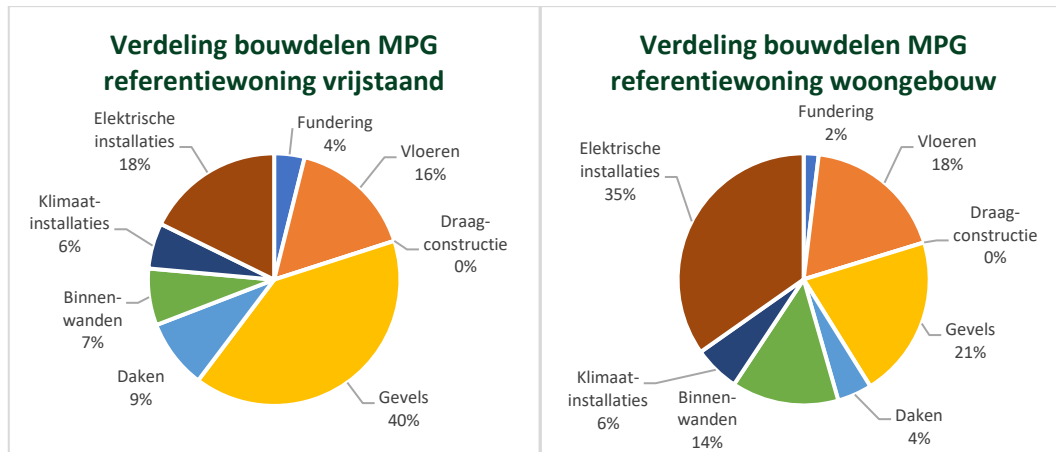
Figuur 2-1: Gemiddelde MPG per woningtype ten opzichte van de referentiewoning

2.2.2 Verdeling MPG naar bouwdelen

Figuur 2-2 tot 2-5 tonen van ieder type referentiewoning de verdeling van de MPG naar bouwdelen. Een aantal opvallende aspecten zijn:

- De elektrische installaties (PV-panelen en externe levering) vormen een groot deel van de MPG. Bij woongebouwen is dit zelfs 35%.
- Daarna zijn de vloeren en de gevel de dominante bouwdelen.
- Bij de hoekwoning en de vrijstaande woning zit meer impact in de gevel ten opzichte van de tussenwoning. Dit is logisch omdat hoekwoningen en vrijstaande woningen meer gevel hebben.
- Bij de referentiewoningen is de impact van de dragende wanden bij de categorie gevel ondergebracht (in plaats van de categorie 'draagconstructie'). Deze categorisering van bouwdelen is bij een deel van de onderzochte projecten anders. Daardoor is het niet mogelijk een één op één vergelijking per bouwdeel te maken.

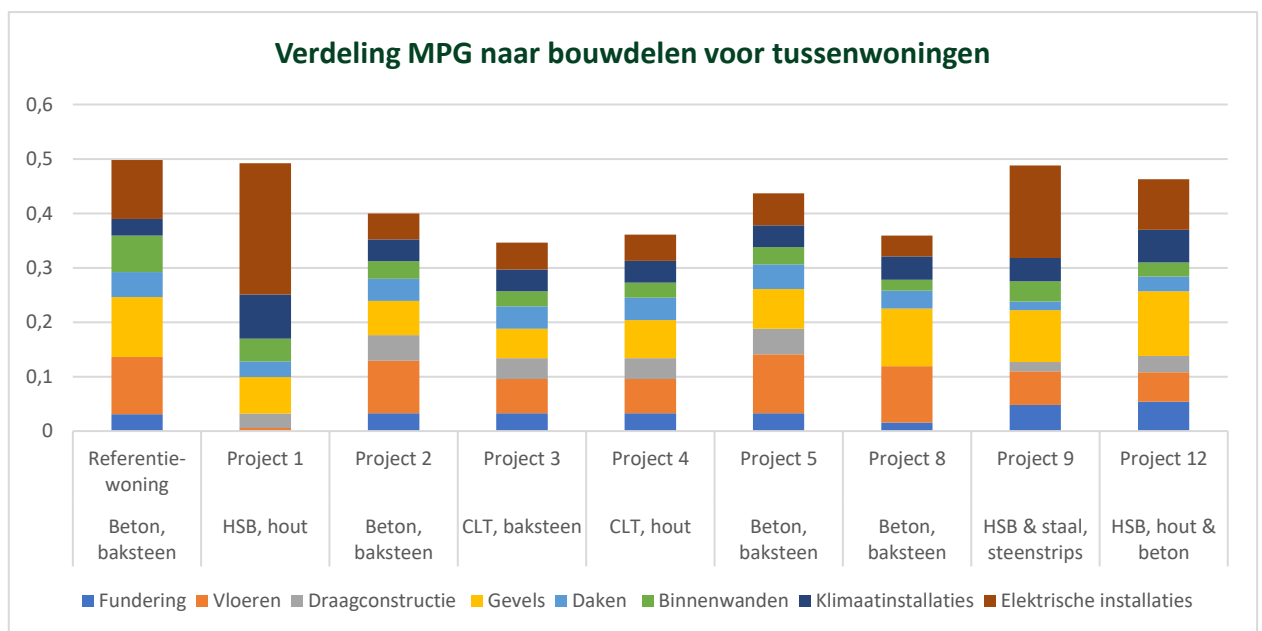




Figuren 2-2 tot en met 2-5: Verdeling MPG naar bouwdelen van de verschillende type referentiewoningen

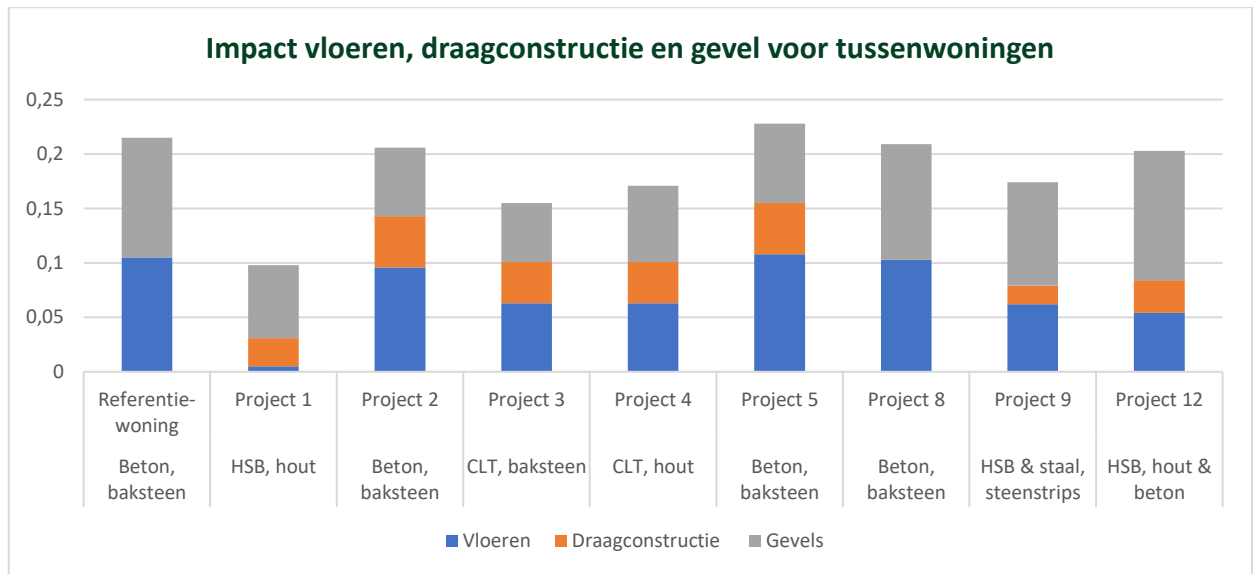
De figuren 2-6 en 2-7 tonen van 9 projecten⁴ van tussenwoningen de verdeling van de MPG naar bouwdelen. Een aantal opvallende aspecten zijn:

- De bouwdelen die over het algemeen de grootste impact hebben zijn de vloeren, de gevels en de elektrische installaties.
- De impact van de fundering verschilt per project en de mate van impact van de fundering heeft een aanzienlijk effect op de totale MPG. Er kan moeilijk worden gestuurd op de impact van de fundering, omdat dit locatieafhankelijk is; zo is op zandgrond minder paalfundering nodig dan op veen.
- Uit de figuur blijkt niet dat bij HSB minder fundering nodig is dan bij beton, terwijl dat wel de verwachting is. Mogelijk zijn standaardwaarden gebruikt, terwijl de fundering in werkelijkheid lichter is.
- Bij projecten uitgevoerd in HSB of CLT is de impact van de vloeren, draagconstructie en gevel lager dan bij de projecten uitgevoerd in beton, hoewel het verschil beperkt is. Daarbij geldt dat de projecten waarin HSB is gecombineerd met staal of beton de MPG weer relatief iets hoger ligt. In project 1 is de bestaande vloer hergebruikt, wat een lage MPG op het onderdeel vloeren oplevert.
- Door met name variatie in de milieu-impact van fundering en elektrische installaties is de totale MPG van de projecten in HSB of CLT niet altijd lager dan projecten in beton.



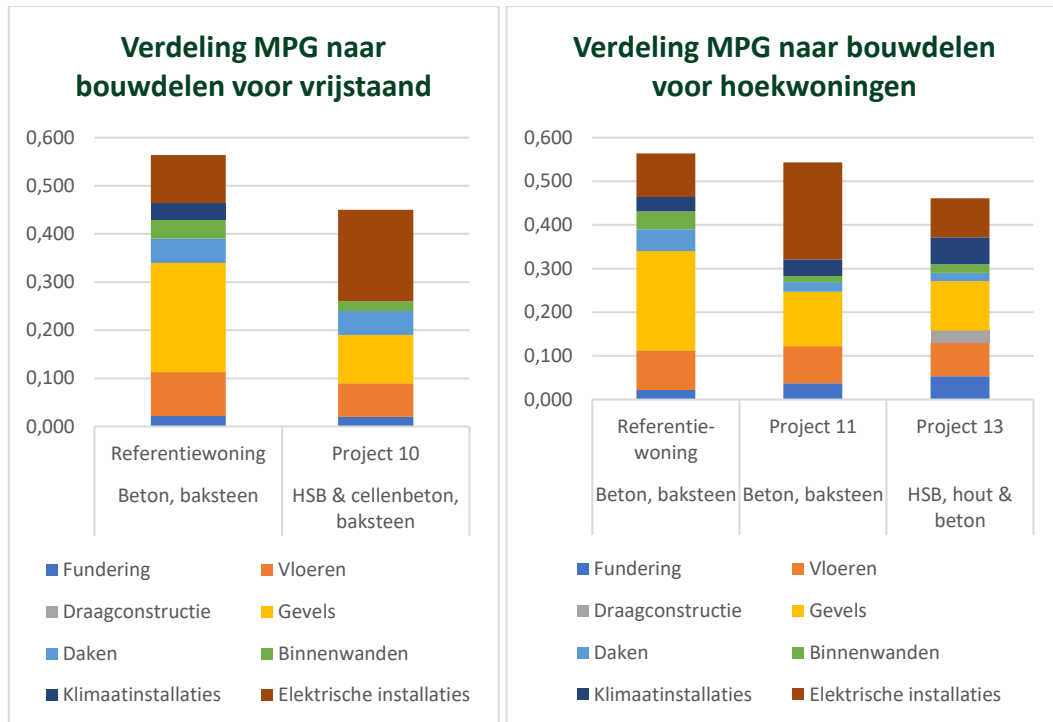
⁴ Bij de overige projecten (project 6 en 7) is de MPG berekening in GPR Gebouw gemaakt. De categorisering van bouwdelen is anders in deze software dan in de GPR Materiaal software (waar de andere projecten in zijn gemaakt) en daarom is een vergelijking op bouwdeel niveau met de andere projecten niet mogelijk.

Figuur 2-6: Verdeling MPG naar bouwdelen voor tussenwoningen



Figuur 2-7: Impact vloeren, draagconstructie en gevel voor tussenwoningen

De figuren 2-8 en 2-9 tonen van 3 projecten van vrijstaande woningen en hoekwoningen de verdeling van de MPG naar bouwdelen. Ook hier geldt dat de vloeren, gevels en elektrische installaties de bouwdelen zijn met het grootste aandeel in de MPG van de projecten. In alle drie de projecten is de milieu-impact van de gevels lager, waardoor de totale MPG lager wordt ten opzichte van de referentiewoning. Bij project 10 en 11 neemt de totale MPG toe doordat er meer elektrische installaties (met name PV-panelen) zijn toegepast, met bijhorende hoge milieu-impact. De vrijstaande woning en de twee hoekwoningen zijn allemaal verschillend wat betreft materiaalgebruik. Het is op basis van (slechts) drie projecten niet mogelijk conclusies te trekken over de relatie tussen materiaalgebruik en de MPG.



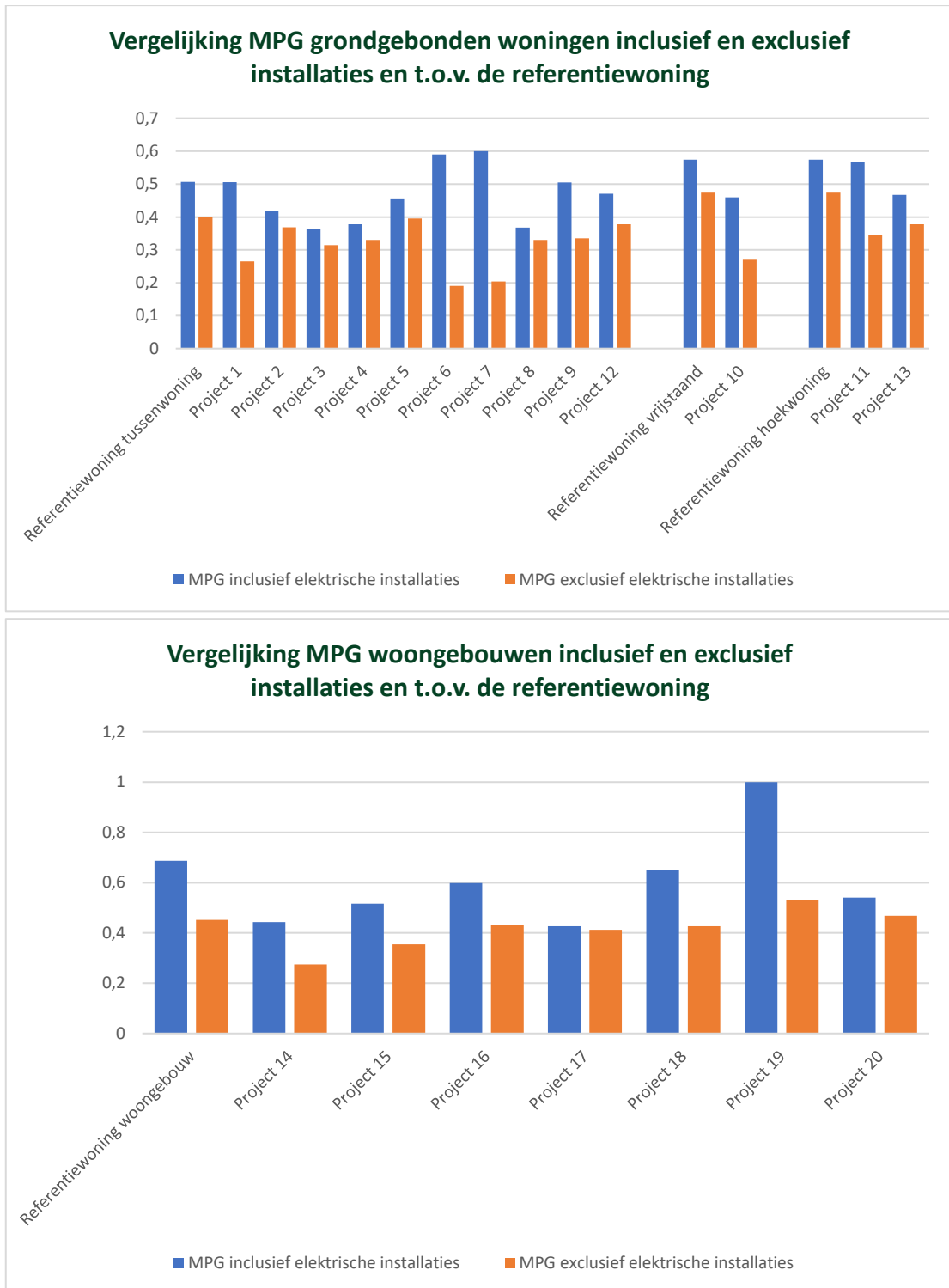
Figuur 2-8 en figuur 2-9: Verdeling MPG naar bouwdelen voor vrijstaande woningen en hoekwoningen

2.2.3 MPG zonder elektrische installaties

Elektrische installaties vormen een relatief groot deel van de MPG, met name als er veel PV-panelen zijn toegepast. Sturen op een lagere milieu-impact door elektrische installaties komt in de praktijk neer op sturen op minder PV-panelen, dit heeft echter een negatief effect op de energieprestatie van het gebouw.

Bij veel van de onderzochte projecten is er sprake van een ambitieuze energieprestatie, ambitieuzer dan de referentiewoning, namelijk energieneutraal of nul-op-de-meter. Dit zorgt bij deze projecten voor een hogere milieu-impact van elektrische installaties, en daarmee voor een hogere MPG. Door de hogere MPG kunnen deze projecten echter (onterecht) als minder duurzaam worden beoordeeld. Het is daarom interessant om te kijken naar de MPG van de projecten exclusief de milieu-impact van elektrische installaties. Dit is weergegeven in de figuren 2-10 en 2-11.

Het wordt zichtbaar dat enkele projecten een relatief hoge MPG hebben, hoger dan de referentiewoning. Het gaat om project 6, 7 en 19. De MPG bij deze projecten wordt voor circa 50-75% veroorzaakt door elektrische installaties, met name PV-panelen. Als we kijken naar een MPG zonder installaties en deze drie projecten vergelijken met de betreffende referentiewoning dan zien we dat de projecten wel een lagere MPG hebben dan de referentiewoning.



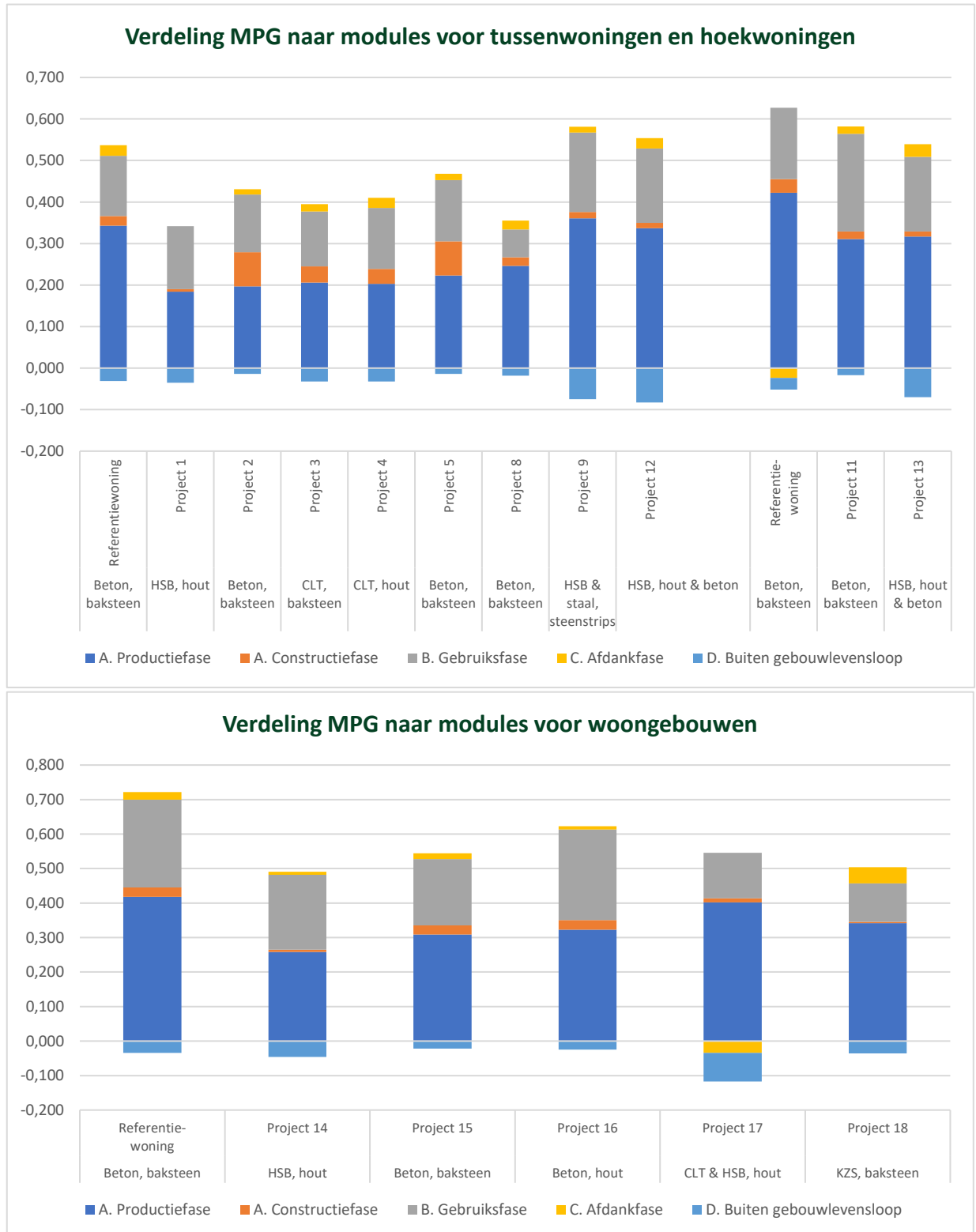
Figuur 2-10 en figuur 2-11: MPG exclusief elektrische installaties

2.2.4 MPG per module

In de figuren 2-12 en 2-13 is de opdeling van de MPG naar modules A t/m D weergegeven. Module D levert een milieuwinst op (door hergebruik, recycling en verbranding) en is daarom als negatieve waarde onder de X-as weergegeven. Uit de grafiek kunnen een aantal conclusies worden getrokken:

- Module A Productiefase levert de grootste bijdrage aan de MPG, gevolgd door module B Gebruiksfase.
- Bij woningen in beton is module A Constructiefase groter dan bij de houtbouw woningen.

- Bij de houtbouw woningen is module D groter dan bij de woningen in beton. Dit komt door de verbranding van hout, wat energie oplevert.



Figuur 2-12 en figuur 2-13: Verdeling MPG naar modules

2.3 Correctheid invoer

Bij het controleren van de MPG-berekening vonden we veel onjuiste of ontbrekende gegevens. In de toetsing door handhaving zijn deze fouten blijkbaar niet geconstateerd. De belangrijkste elementen die niet of niet volledig zijn ingevoerd zijn:

- Fundering: geen funderingsbalken
- PV-panelen
- Externe levering elektriciteit
- Externe warmtelevering van stadsverwarming
- Schaling is niet of niet juist toegepast.

Mogelijke verklaringen voor fouten zijn:

- Onduidelijke rekenregels (verschillende interpretaties).
- Ingewikkelde rekenregels (te hoog kennisniveau vereist)
- “Slordigheden” (spel- en rekenfouten)

Er is onder andere onduidelijkheid over de afspraken omtrent PV-panelen. Bijvoorbeeld bij de combinatie met stadsverwarming. En bij energieneutrale woningen is er onduidelijkheid over de vraag of alle PV-panelen moeten worden ingevoerd of alleen het deel dat nodig is om de BENG-eisen te halen. Volgens de regels dienen de vierkante meters PV-panelen die aangehouden zijn in de BENG berekening (energieprestatie) ook te worden meegenomen in de MPG berekening (milieuprestatie).

Bij MPG-berekeningen voor MIA/Vamil zijn PV-panelen bewust niet ingevoerd, omdat dit voor de subsidieaanvraag niet hoeft. Dit maakt de projecten onderling wel lastiger te vergelijken, vooral omdat PV een groot deel (ca. 30%) is van de MPG.

Hergebruik van materialen/elementen is in de onderzochte projecten op de ‘oude’ manier ingevoerd: door die materialen weg te laten. Destijds was dat niet ‘fout’, maar tegenwoordig is dat niet toegestaan.

Door deze fouten is de MPG van de projecten naar schatting 5 tot 50% lager dan in werkelijkheid. Bij projecten met ontbrekende of onvolledige PV is de MPG hierop gecorrigeerd, om een meer realistische MPG te kunnen tonen.

2.4 Succesfactoren lage MPG

De referentiewoningen (zie paragraaf 1.3.2) zijn traditioneel in beton gebouwde woningen. Deze referentiewoning hebben al een lage MPG ten opzichte van de huidige wettelijke eisen: de referentie tussenwoning heeft een MPG van 0,51 en het referentie woongebouw heeft een MPG van 0,68. Ook met traditionele bouw kan dus een lage MPG worden behaald. Er zijn verschillende knoppen om aan te draaien als men de MPG binnen traditionele bouw verder wil verlagen, zoals in paragraaf 1.4.2 is beschreven. Uit de analyse blijkt dat bij een deel van de projecten inderdaad is gekozen voor traditionele bouw. Om de MPG lager dan de referentiewoning te laten uitkomen is gedraaid aan de knop “toegepaste producten”. In paragraaf 2.4.1 wordt dit verder toegelicht.

Zoals in paragraaf 1.4.3 is beschreven is er een grens aan de keuzemogelijkheden om de MPG te verlagen binnen traditioneel gebouw. Er moet gekozen worden voor meer innovatieve oplossingen om de MPG nog verder te verlagen. Dit is in het specifiek relevant voor woningen met een ambitieuze energieprestatie. Zulke woningen, die bijvoorbeeld energieneutraal of energieleverend zijn, hebben vaak meer PV-panelen dan de referentiewoningen (die een energieprestatie volgens Bouwbesluit hebben). Deze PV-panelen zorgen voor een verhoging van de MPG, waardoor, indien het wenselijk is dat de woning een (zeer) lage MPG heeft, er naar innovatieve ontwerp oplossingen en concepten moet worden gekeken. Bijvoorbeeld circulaire strategieën.

RVO heeft een aantal circulaire strategieën benoemd (zie paragraaf 1.4.3). Er is onderzocht of deze strategieën een positief effect hebben op de MPG. Strategieën die meestal een positief effect hebben:

- toepassing van herbruikbaar of gerecycled materiaal
- toepassen van hernieuwbaar materiaal
- langere gebouwlevensduur
- losmaakbaar en modulair bouwen

Deze strategieën worden in de paragrafen 2.4.2 tot en met 2.4.6 toegelicht.

2.4.1 Producten met een lage MKI

Bij zeven projecten (vijf grondgebonden, twee woongebouwen) wordt winst gehaald door producten te vervangen door producten met een lagere MKI, eventueel in combinatie met andere strategieën. Dit gaat bijvoorbeeld om betonnen vloeren met een lagere MKI (eventueel door keuze van beton met menggranulaat), isolatiemateriaal met een lagere MKI of dakpannen met een lagere MKI of een constructie van kalkzandsteen. Daarnaast leidt het gebruik van een HSB- of CLT-constructie meestal tot een lagere MKI ten opzichte van beton.

2.4.2 Toepassen hergebruikt materiaal

Bij één project (grondgebonden woningen) worden hergebruikte materialen toegepast en dit heeft een positief effect op de MPG. In één project (grondgebonden) is hergebruikt materiaal toegepast, in de volgende gebouwdelen:

- Begane grondvloer;
- Fundering;
- Gevelbekleding;
- Bergingen.

Het effect van hergebruik op de MPG is in dit project relatief groot. Het invoeren van de milieu-impact gebeurde volgens een hele globale richtlijn, waarmee de winst door hergebruik erg rooskleurig werd ingeschat. Inmiddels zijn er meer uitgewerkte richtlijnen voor het omgaan met hergebruik opgesteld⁵. Het positieve effect van het toepassen van hergebruikte producten is daarmee kleiner geworden, maar het is nog steeds een goede strategie. De rekenregels omtrent hergebruik zijn naar verwachting nog niet voldoende bekend in de markt. Met de introductie van labels voor hergebruik in MPG-rekentools zal het eenvoudiger worden om te rekenen met onvoorzien hergebruik (zie paragraaf 1.4.3).

2.4.3 Toepassen gerecycled materiaal

In meerdere projecten is gerecycled materiaal toegepast. Uit achtergronddocumentatie van één project waarin beton met een hoog percentage recycalaat wordt toegepast blijkt de uitdaging om deze producten in de MPG-berekening te verwerken. Van dit product is namelijk geen productkaart beschikbaar. Een eventueel lagere MKI van deze producten vertaalt zich in dit geval dan ook niet naar een lagere MPG-berekening.

Op dit moment is op basis van een MPG-berekening niet altijd na te gaan of er gebruik is gemaakt van materiaal met gerecycled content. Een MPG-berekening maakt dit niet volledig inzichtelijk, want het percentage gerecyclede grondstoffen staat meestal niet in de productnaam. Om dit te achterhalen moeten de achtergrondrapporten van de LCA-berekeningen van de productkaarten worden geraadpleegd, welke niet standaard beschikbaar zijn. Instrumenten om de MPG te berekenen bieden op dit moment ook geen mogelijkheid om te selecteren op producten met gerecycled materiaal. Dat betekent dat het effect van deze strategie niet duidelijk onderzocht kon worden.

Om voor de MIA/Vamil-subsidie categorie Circulaire woning in aanmerking te komen moeten er minimaal vijf producten gebruikt worden met een categorie 1 productkaart in de NMD, waarbij voor de

⁵ <https://milieudatabase.nl/wp-content/uploads/2020/10/Wijzigingsblad-Bepalingsmethode-1.0-juli-2020-Milieuprestatie-her-te-gebruiken-producten.pdf>

bouwmaterialen uit de NMD blijkt dat deze materialen voor ten minste 50% op gewichtsbasis bestaan uit gerecycled materiaal. Ook voor dit doel is het wenselijk om het percentage gerecyclede grondstoffen inzichtelijk te maken in de NMD-viewer en de MPG-rekentools.

2.4.4 **Hernieuwbaar (biobased) materiaal**

In elf projecten is deze strategie toegepast, waarbij de hoofddraagconstructie in hout is uitgevoerd: HSB (houtskeletbouw) of CLT (kruislaags gelamineerd hout). In veel gevallen is dit een goede strategie om tot een lagere MPG te komen. Daarnaast kunnen delen van het gebouw in hout worden uitgevoerd, zoals de vloer, gevel, dak of binnenwanden. Dit heeft ook een positief effect op de MPG.

Een HSB-constructie heeft bij zowel een grondgebonden woning als een woongebouw het grootste positieve effect. Hoewel het positieve effect van een HSB-constructie bij één project (een grondgebonden woning) teniet is gedaan door de combinatie met stalen kolommen en liggers, waarbij de impact van het staal groot is.

Bij een grondgebonden woning heeft een dragende CLT-constructie ook een positief effect hoewel minder groot dan bij HSB, en bij een woongebouw waarin CLT wordt gecombineerd met HSB is er ook een positief effect op de MPG zichtbaar. Toepassen van houten elementen in combinatie met steenachtig materiaal heeft ook een positief effect, hoewel in mindere mate. Bij één project is een woongebouw volledig met CLT gebouwd (CLT massieve dragende wanden en CLT vloeren). Dit heeft in dit geval geen positief effect op de MPG. t.o.v. de referentiewoning. Belangrijk is dat ten tijde van het maken van de MPG-berekening er alleen categorie 3 CLT productkaarten beschikbaar waren. Tegenwoordig zijn er categorie 1 CLT productkaarten beschikbaar. Een berekening op basis van deze nieuwe productkaarten toont vermoedelijk een zeer ander beeld.

Een aandachtspunt bij toepassing van CLT is de lagere geluidsisolatie ten opzichte van beton. Daardoor is er extra isolatie nodig bij woningscheidende wanden en vloeren. Bij tussenwoningen is dit probleem minder aanwezig omdat er geen woningscheidende vloeren zijn. De woningscheidende wanden kunnen bij grondgebonden woningen ontkoppeld worden waardoor de extra isolatielagen niet nodig zijn.

2.4.5 **Langere gebouwlevensduur**

Bij één project (woongebouw) is in de MPG uitgegaan van een langere gebouwlevensduur (100 jaar in plaats van 75 jaar), onderbouwd volgens de toen geldende regels. Dit heeft een zeer significant positief effect op de MPG, de MPG daalt hierdoor met circa 0,2. Inmiddels zijn de regels voor het mogen afwijken van de default gebouwlevensduur nauwkeuriger beschreven⁶. Hierdoor zal er alleen aanspraak op een afwijkende levensduur gemaakt kunnen worden als de echt onderscheidende gebouwkenmerken aangetoond kunnen worden.

2.4.6 **Losmaakbaar en modulair bouwen**

Door losmaakbaar en modulair te bouwen kunnen producten beter worden hergebruikt. Dit levert voordeel op in module D en hiermee wordt een lagere MPG bereikt. Ook heeft het invloed op het adaptief vermogen van het gebouw. Als aangetoond kan worden dat de gebouwlevensduur hierdoor langer wordt dan 75 jaar, gaat de MPG omlaag.

In een aantal van de onderzochte projecten is in het ontwerp op losmaakbaarheid gestuurd:

- Casco is geschikt voor hergebruik op product-, elementen en materiaalniveau.
- HSB modulair elementensysteem droog gemonteerd.
- De woonunits zijn verplaatsbaar en elders volwaardig inzetbaar.
- De woningen zijn industrieel en modulair opgebouwd. Hierdoor kunnen de woningen makkelijker worden hergebruikt en is er minder materiaalverlies op de bouwplaats.

⁶ <https://milieudatabase.nl/wp-content/uploads/2021/11/WE-30015-Onderzoeksrapport-Richtlijn-specifieke-gebouwlevensduur-11-11-2021.pdf>

2.5 Relatie met energieconcept

Uit de analyse blijkt dat het energieconcept dat bij een gebouw is toegepast veel effect heeft op de MPG. Het effect kan zowel positief als negatief zijn. Dit is hieronder beschreven. Tevens is de MPG+ berekend, waarin de MPG van materialen en energie bij elkaar is opgeteld, wat leidt tot de totale milieu-impact van een gebouw.

2.5.1 Belangrijkste factoren voor MPG

Aspecten van het energieconcept met een effect op de MPG zijn met name de hoeveelheid PV-panelen en (in mindere mate) de keuze voor een warmtevoorziening. Dit heeft ook effect op de benodigde hoeveelheid externe levering.

Hoeveelheid PV-panelen

De materiaalgebonden milieulast van PV-panelen is hoog. De hoeveelheid PV is daardoor van grote invloed op de MPG van een gebouw. De toepassing van PV is vaak noodzakelijk om aan de BENG-eisen te kunnen voldoen. Wel kan die behoefte beïnvloed worden door het energieconcept.

PV heeft ook een relatie met de externe elektralivering. Wordt veel PV toegepast, dan zal de MPG relevant om hoog gaan. Een deel wordt echter weer gecompenseerd doordat de bijdrage van elektralivering omlaag gaat.

Bij drie projecten (twee grondgebonden, één woongebouw) zijn minder PV-panelen toegepast dan bij de referentiewoning. Het energieconcept van de projecten is zo opgebouwd dat er geen PV-panelen nodig zijn om aan de BENG-eisen in het Bouwbesluit te voldoen.

Bij één project (grondgebonden) is tot op passief niveau geïsoleerd. In combinatie met PV-panelen heeft deze woning zeer weinig netstroom (externe levering) nodig waardoor de MKI van elektriciteit lager uitvalt dan bij de referentiewoning, en dit heeft een positief effect op de MPG. Deze woning scoort hierbij dus ook goed op BENG1.

Als een energieconcept wordt gekozen met veel PV-panelen, bijvoorbeeld om een woning energieneutraal of energieleverend te maken kan dit een zeer negatief effect hebben op de MPG. Eén van de projecten (woongebouw project 19) is nul-op-de-meter en ruim 50% van de MPG van dit project wordt veroorzaakt door de toegepaste PV-panelen. Dit leidt tot een hoge MPG van 1.

Daarbij moet worden opgemerkt dat bij vrijwel alle projecten is gekozen voor PV-panelen met een categorie 3 productkaart. Bij twee woningen (grondgebonden, project 12 en 13) is gekozen voor een categorie 1 productkaart. Deze woningen zijn energieneutraal, en het aandeel van PV-panelen op de MPG is ongeveer 20%. Dit zijn woningen gebouwd met HSB en aangesloten op een warmtenet. De MPG van deze projecten is lager dan 0,5. Dus energieneutraal bouwen en een lage MPG kunnen samengaan.

In zes projecten (vijf grondgebonden, één woongebouw) zijn minder PV-panelen in de berekening opgenomen dan in werkelijkheid (op basis van energieprestatie berekeningen) worden toegepast. Bij drie van deze projecten gebeurde dit in het kader van de MIA/Vamil⁷ subsidieregeling. Bij één project is er een typefout gemaakt in de MPG-rekentool (372 in plaats van 4.372 m² PV ingevoerd). Van de overige projecten is onbekend waarom er minder PV-panelen in de berekening zijn opgenomen dan in werkelijkheid zijn toegepast. Voor alle projecten geldt dat de MPG toeneemt op het moment dat wordt gerekend met het werkelijk aantal PV-panelen dat wordt toegepast. Bij projecten met veel PV-panelen (12 tot 16 m²) gaat het om een toename van circa 0,2 op de MPG. Opvallend is dat bij de vier van deze

⁷ Bij de aanvraag van de MIA/Vamil-subsidie Circulaire woning hoeven PV-panelen niet opgenomen te worden in de MPG-berekening.

projecten 0,6 of lager blijft als wel met het werkelijke aantal PV-panelen wordt geregeld. Dit wordt bereikt doordat in deze projecten ook andere strategieën zijn toegepast om de MPG te verlagen.

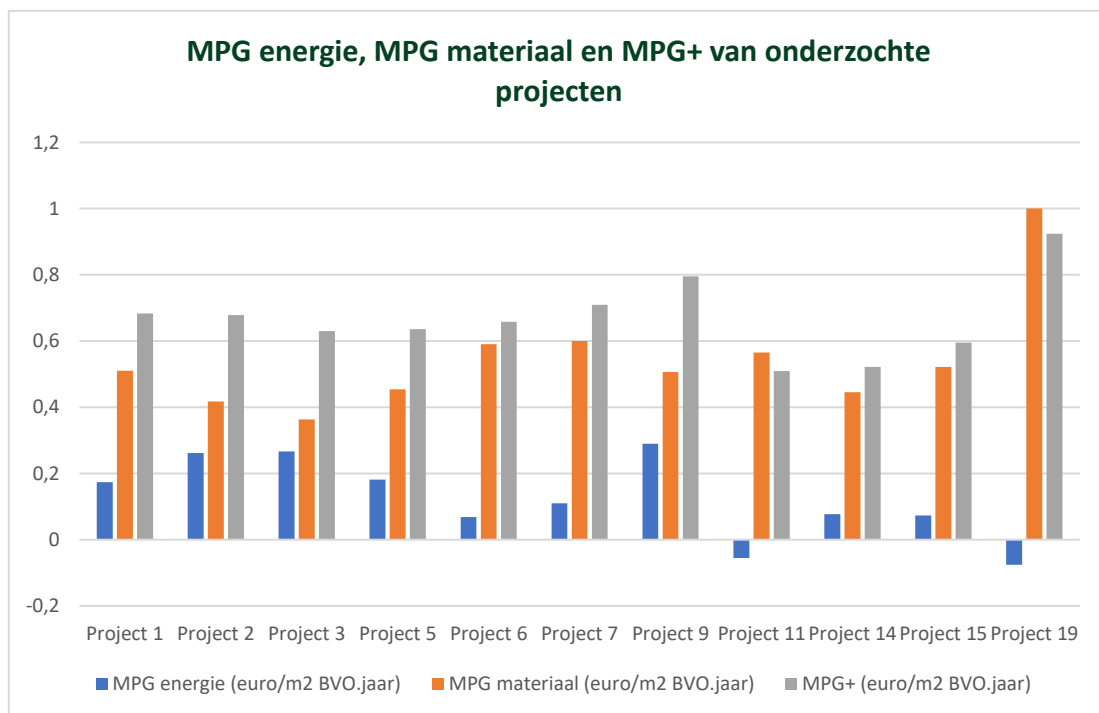
Klimaatinstallaties

In bijna alle projecten is een warmtepomp toegepast als warmtevoorziening en is er geen gasverbruik. In drie projecten is er aansluiting op een warmtenet. Welke warmtevoorziening er wordt toegepast beïnvloedt de MPG, omdat de MKI van de verschillende warmtevoorzieningen verschilt. Bij de projecten in deze analyse is niet naar voren gekomen dat één van de keuzes wat betreft warmtevoorziening een doorslaggevend effect heeft op de MPG, onder andere omdat de meeste projecten een warmtepomp hebben en geen gas verbruiken. Uit andere onderzoeken is bekend dat gas voor de MPG duidelijk ongunstiger is dan all electric (warmtepomp). Bij warmtelevering hangt het van de bron af. Bij een fossiele bron is all electric gunstiger, bij een duurzame bron komt het overeen.

Stadsverwarming kan onder voorwaarden gelden als deels hernieuwbare energie. In die situaties zijn geen of minder zonnepanelen nodig om de BENG-eisen te halen, wat een gunstige invloed heeft op de MPG. Ook is er minder externe levering van elektriciteit nodig vergeleken met een woning met warmtepomp. Wel moet de externe warmtelevering worden ingevoerd. In één onderzocht project (project 17) is een warmtenet aanwezig, maar is de externe warmtelevering niet ingevoerd. Dit is waarschijnlijk een fout. In deze MPG-berekening zijn ook geen PV-panelen ingevoerd. Het is niet bekend of de stadsverwarming in dit geval opgevoerd mag worden als hernieuwbare energie.

2.5.2 MPG+

De MPG neemt toe bij een ambitieus energieprestatie, doordat voor ambitieuze energieprestatie meer PV-panelen nodig zijn en PV-panelen hebben een hoge milieu-impact. Als een gebouw op zowel het gebied van energie als materialen ambitieus is, kan de MPG een vertekend beeld geven van de mate van duurzaamheid van dit gebouw, omdat een ambitieuze energieprestatie in feite negatief wordt gewaardeerd in het MPG-stelsel. Het gaat uiteindelijk om de totale milieu-impact in de hele levensfase van een gebouw. Daarom is de MPG+ berekend, waarbij de MPG van gebouwgebonden energieverbruik en de MPG van het materiaalgebruik bij elkaar zijn opgeteld. Dit is in onderstaande figuur weergegeven. Van een aantal projecten is het gebouwgebonden energieverbruik niet bekend en daarom kon hiervan de MPG+ niet worden berekend.



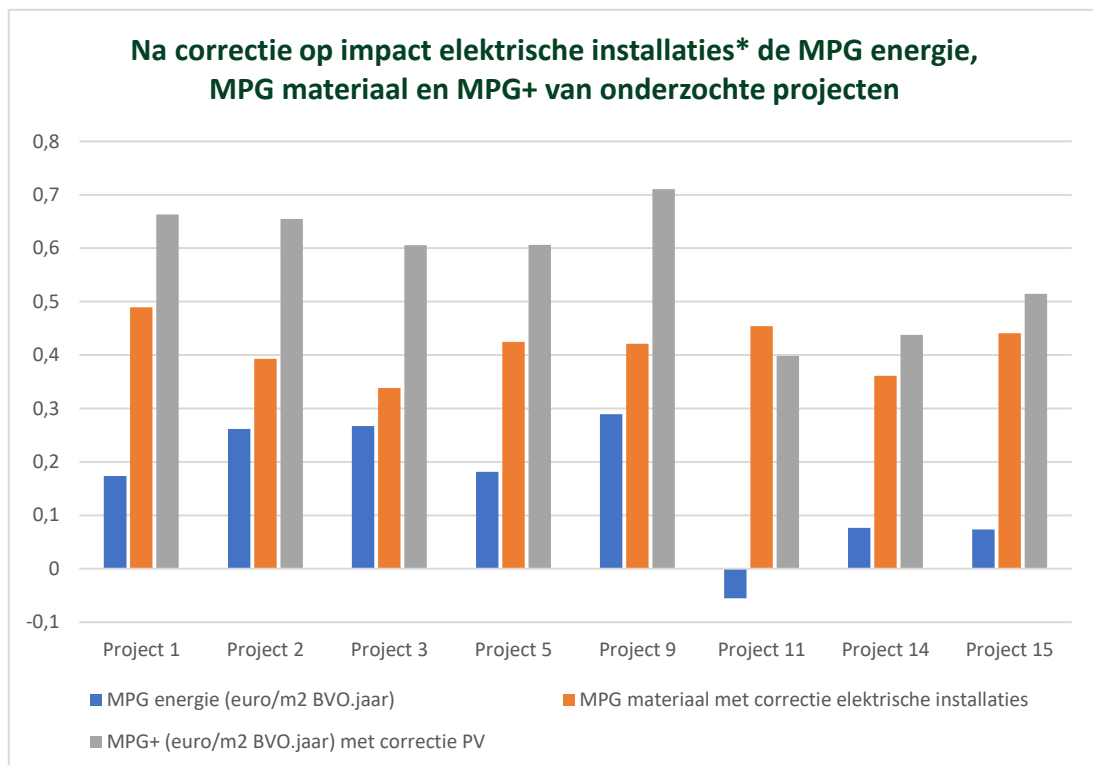
Figuur 2-10: MPG energie, MPG materiaal en MPG+ van onderzochte projecten

Uit figuur 2-10 kunnen we een aantal zaken concluderen:

- De MPG+ geeft een waardevol extra inzicht, waarmee wordt voorkomen dat ongewenste suboptimale keuzen worden gemaakt
- Bij een hogere MPG-materiaal kan blijken dat de integrale milieuprestatie (MPG+) toch goed is, doordat de hogere MPG-materiaal (meer dan) gecompenseerd wordt met een lagere MPG energie. Dit bij energieneutrale woningen, zoals project 3 en project 11.
- Soms is de hoeveelheid PV (en daardoor hoge MPG-materiaal) zo hoog dat dit niet gecompenseerd wordt door MPG-energie. Zoals bij project 19.

Elektrische installaties hebben een grote invloed op de MPG van materialen (ze vormen 10 tot 50% van de totale MPG), en daarmee op de MPG+. Echter, voor PV-panelen zijn vrijwel alleen categorie 3 productkaarten beschikbaar. De MKI van de PV-panelen is daardoor 30% hoger. Doordat het aandeel van PV-panelen in de totale MPG (en MPG+) hoog is kan dit een vertekend beeld opleveren. Daarom is met onderstaand grafiek (figuur 2-11) gecorrigeerd voor deze opslag van 30%. Daarnaast is er een extra 20% afgetrokken, om optimalisatie van nieuwe PV-panelen mee te laten wegen. Dit betekent dat de MKI van elektrische installaties in deze grafiek is gehalveerd (helaas is dit niet voor alle projecten mogelijk, in verband met verschillende instrumenten waarmee de berekening is gemaakt. Project 6, 7 en 19 vervallen daarmee uit deze grafiek). Als we figuur 2-10 en figuur 2-11 naast elkaar leggen kunnen we een aantal zaken concluderen:

- De MPG en de MPG+ gaat bij alle projecten uiteraard naar beneden.
- Het verschil is groter bij projecten die een goede energieprestatie hebben. Zoals bij project 11, 14 en 15. Bij deze projecten gaat de MPG+ met circa 0,1 omlaag.



*De impact van de elektrische installaties (waar PV onder valt) is in deze grafiek gehalveerd. Dit is gedaan om een beeld te geven van de MPG+ als er categorie 1 data van PV-panelen beschikbaar komt. De productkaarten van de PV-panelen zullen dan niet te maken hebben met de 30% ophoging die de categorie 3 productkaarten van PV-panelen nu beschikbaar en toegepast zijn en er wordt uitgegaan van een optimalisatie van deze PV-panelen zodat de productkaarten weer een extra 20% lager liggen dan de huidige categorie 3 productkaarten (totaal 50% lager).

Figuur 2-11: MPG energie, MPG materiaal en MPG+ van onderzochte projecten

2.6 Onderscheid naar woningtypen

De strategieën uit paragraaf 2.4 en 2.5 kunnen toegepast worden bij alle woningtypes. Wel verschilt het positieve effect per woningtype.

Tussenwoningen versus hoekwoningen en vrijstaande woningen

Een hoekwoning en een vrijstaande woning heeft relatief gezien meer gevel en een hoger aandeel draagconstructie. Daardoor is de MPG van hoekwoningen hoger dan van tussenwoningen. Een andere bouwconstructie zoals houtbouw heeft bij hoekwoningen en vrijstaande woningen relatief gezien dan ook meer effect.

Grondgebonden woningen versus woongebouwen

Woongebouwen hebben per m2 BVO een hogere MPG dan grondgebonden woningen, omdat er relatief gezien meer materiaal nodig is voor bijvoorbeeld de galerijen, trappenhuis en lift.

Woongebouwen hebben een hoger aandeel elektrische installaties, zoals bleek uit de taartdiagrammen in paragraaf 2.2. Dus keuzes die invloed hebben op PV-panelen en externe levering hebben bij woongebouwen relatief gezien meer effect.

2.7 Knelpunten waardering duurzamer ontwerp

In voorgaande paragrafen zijn strategieën benoemd waarmee in het ontwerp van een woning gestuurd kan worden op een lagere MPG. Er zijn ook een aantal aspecten in een duurzamer ontwerp die zich niet vertalen in een lagere MPG. In deze paragraaf worden de knelpunten beschreven die in dit onderzoek zijn geconstateerd.

2.7.1 Ontbrekende productkaarten

Om de duurzaamheid van productkeuzes goed te kunnen waarderen is het van belang dat van de toe te passen producten een categorie 1 of 2-productkaart in de NMD beschikbaar is. Indien dit niet het geval is vertaalt de duurzaamheid van een productkeuze zich niet naar een lage MPG, en ontstaat er dus een vertekend beeld van de milieu-impact van een project. Er zijn momenteel veel producten waarvoor alleen een categorie 3-productkaart beschikbaar is, met 30% opslag (categorie 3-kaarten hebben een 30% hogere MKI dan categorie 1 en 2-kaarten). De belangrijkste producten waarvoor dit geldt zijn:

- Biobased producten, waaronder HSB en CLT
- Installaties voor verwarming, koeling, ventilatie
- PV-panelen
- (Deels) gerecyclede producten
- Hergebruikte producten

Er lopen projecten voor het toevoegen van categorie 1- en 2-productkaarten, zoals voor installaties.

2.7.2 Ontwerpkeuzes met onvoldoende effect

Een aantal (circulaire) ontwerpkeuzes hebben nu nog niet zoveel positief effect op de MPG als ze zouden kunnen hebben. Een doorontwikkeling in de methodiek en rekentools is gewenst.

Losmaakbaar en modulair bouwen

Deze strategie heeft nu wel effect op de MPG (zie paragraaf 2.4.6), maar hierin is nog meer ontwikkeling gewenst. De lengte van de levensduur verschilt vaak per gebouwdonderdeel. Losmaakbaar bouwen heeft invloed op specifieke gebouwdelen, zoals de draagconstructie. Daarom is er een idee om als volgende stap de levensduur naar gebouwdonderdelen te specificeren.

CO₂-opslag in biobased materialen

Er is momenteel veel discussie over de CO₂-opslag in biobased materialen die in bouwwerken worden toegepast. SGS Search voert, in opdracht van het Ministerie van BZK, een onderzoek uit naar de wijze waarop CO₂-opslag in natuurlijke materialen kan worden meegerekend. Er is ook een wens om de einde levensduur scenario's van grote houten elementen zoals CLT aan te passen, zodat een langere levensduur en hergebruikspotentie worden gewaardeerd.

Korte transportafstand / lokale producten

In een aantal projecten is gebruik gemaakt van lokaal beschikbare materialen, waardoor de transportafstand voor deze materialen klein is. Een voorbeeld hiervan zijn populieren uit de omgeving die gebruikt zijn voor gevelbekleding. Dit heeft geen effect op de MPG, omdat de transportafstand niet aangepast kan worden in de MPG-rekentool. Dit is een vaste waarde die in de LCA wordt bepaald. Als de transportafstand aangepast zou kunnen worden bij het opstellen van de MPG-berekening, dan kan de meerwaarde van een kortere transportafstand zichtbaar worden in een lagere MPG. Hetzelfde geldt voor een ander transportmiddel, zoals schip in plaats van vrachtwagen.

2.7.3 Inzichten om gericht te kunnen optimaliseren

Om in de ontwerpfase gericht te kunnen optimaliseren op een lage MPG is het wenselijk om in de NMD en de MPG-rekentools meer informatie beschikbaar te stellen over de producten. Het gaat dan bijvoorbeeld om:

- Hoeveelheid gerecycled materiaal in een product (zie paragraaf 2.4.3).
- Recyclebaarheid na einde levensduur
- Hergebruik

Momenteel is veel informatie niet zichtbaar in de online viewer en in de MPG-rekentools. Daardoor is er ook niet op te sturen. De uitgangspunten zijn ook niet aanpasbaar, zoals de transportafstand. Voor een deel wordt de MPG-methodiek hier binnenkort op aangepast, zie hiervoor paragraaf 1.4.3. Bijvoorbeeld met een opdeling in modules en extra indicatoren zoals de hoeveelheid materiaal voor recycling.

Tevens is geconstateerd dat er een gebrek is aan goede ontwerpmethodes, waarmee op gebouwniveau eenvoudig verschillende ontwerpen vergeleken kunnen worden, bij voorkeur in een vroeg stadium van het ontwerpproces. Met een dergelijke methode of ontwerptool zouden verschillende opties uitgetoetst kunnen worden om te zien wat het effect is op de MPG. Bij voorkeur vanuit MPG+: energie + materiaal. Een voorbeeld is triple glas: dit levert betere isolatie op, dus een lager energieverbruik, maar een hogere milieu-impact op materiaal. Wat is de beste balans? In een project voor RVO dat dit jaar van start gaat⁸ komt dit onderwerp deels aan de orde.

2.8 Belemmeringen opschaling

Belangrijke aspecten die bijdragen aan een lage MPG die in dit onderzoek zijn geconstateerd zijn: bouwen met biobased materialen (hout), bouwen met hergebruikte materialen, energiezuinig bouwen en toepassen van producten met een lage MKI. Daarnaast worden steeds meer installaties toegepast om aan de energie-eisen te voldoen, zoals warmtepompen en zonnepanelen.

Bij het opschalen van bouwen met een lage MPG spelen een aantal belemmeringen een rol. De belangrijkste zijn hieronder benoemd.

Belemmeringen voor circulaire strategie hergebruik en recycling:

⁸ Intrinsiek circulair, Intrinsiek Circulair; naar hoogwaardig hergebruik van gebouwen en bouwdelen door integratie van demontage en ontwerp, Topsector Energie, RVO.

- **Er is discrepantie tussen nieuwbouw en sloop:** Er is veel meer materiaal nodig voor renovatie en nieuwbouw dan er vrijkomt bij de sloop⁹. Voor woningen is dit verschil een factor vier. De discrepantie wordt nog groter vanwege de geplande nieuwbouw van circa 1 miljoen woningen tot 2030.
- **Het aanbod van vrijkomend secundair materiaal uit sloop sluit slechts beperkt aan bij de vraag voor nieuwbouw en renovatie.** Dit verschilt per materiaalstroom. Voor keramiek, hout en steen sluiten vraag en aanbod relatief goed op elkaar aan. Voor glas en isolatiemateriaal is dit niet het geval, door de strengere EPC-eisen voor nieuwbouw.
- Hergebruik vraagt om een **andere aanpak**, in de vorm van kennis, tijd, geld en risico's.

Belemmeringen door schaarste:

- **Hogere prijzen en lange wachttijden:** door de grote bouwopgave, door Corona en door gestegen energieprijzen. Dit geldt voor alle bouwmaterialen en menskracht, met name hout, staal, aluminium, beton en glas.
- **Hout:** Een bijkomende oorzaak voor hout is dat landen die eerder niet op de Europese markt hout kochten dat nu wel doen, zoals China, India en de VS. Momenteel is 80% van het hout dat in Europa wordt toegepast afkomstig uit eigen bossen binnen Europa. Het effect van het handelsverbod met Rusland door de oorlog met de Oekraïne is daardoor naar verwachting relatief klein¹⁰.
- **Kritische grondstoffen** (schaarse metalen), zoals in zonnepanelen, batterijen en windmolens. De wereldwijde jaarlijkse vraag naar kritische metalen voor zonnepanelen is enorm en concurreert met de vraag uit andere sectoren. De mogelijkheden voor hergebruik en recycling zijn zeer beperkt: veel producten waar zeldzame metalen in verwerkt zitten zijn nog in gebruik. En de metalen zijn lastig uit de producten terug te winnen. Er lopen momenteel onderzoeken naar de ontwikkeling van circulaire zonnepanelen¹¹, zodat hoogwaardige recycling van (materialen uit) zonnepanelen kan worden gerealiseerd.

⁹ Rapport Materiaalstromen, milieu-impact en energieverbruik in de woning- en utiliteitsbouw, door EIB, Metabolic en SGS, 2019.

¹⁰ <https://blog.efi.int/does-the-eu-depend-on-russia-for-its-wood/>

¹¹ <https://circulairamaakindustrie.nl/themaproject/circulaire-zonnepanelen/>

3 Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk zijn de resultaten per onderdeel samengevat onder het kopje Constateringen. Vervolgens worden aanbevelingen gedaan. Van een aantal van die aanbevelingen is het bij W/E bekend dat deze al worden al opgepakt. Is dit het geval dan staat dit erbij vermeld.

3.1 Correctheid invoer

Constateringen

- De status en kwaliteit van de berekening is onduidelijk. Niet duidelijk is op welke berekening de vergunningstoets is uitgevoerd en welke berekening leidend is voor de realisatie (as-build-toets).
- De eis van 0,8 is eenvoudig haalbaar. Richting een eis van 0,5 wordt het kritischer. Bij een (fors) scherpere eis luistert de correctheid van de invoer nauwer.
- De wens is dat het ontwerp zeer nauwkeurig via de invoer in de rekentools gemodelleerd wordt. Dit is nu niet het geval. Dit door:
 - al dan niet bewust incorrecte invoer, door onduidelijkheden (scope, afbakening producten) en/of het gebrek aan toetsing;
 - het niet goed kunnen modelleren, door:
 - ontbreken van producten
 - niet kunnen optimaliseren (schaling), zoals bij installaties
 - circulaire strategieën die nog onvoldoende of niet gewaardeerd worden.

Aanbeveling

- Zorg ervoor dat de toetsing zowel bij de vergunningsaanvraag als na de realisatie serieus wordt opgepakt. Dit op korter termijn en na het ingaan van de wet kwaliteitsborging. Het serieus nemen van de toetsing is een absolute voorwaarde voor correcte berekeningen. W/E voert momenteel een verkenning uit voor een MPG-monitoringssysteem in opdracht van Stichting NMD, waarin toetsing ook wordt meegenomen.
- Zorg voor duidelijkheid over de status van een berekening, iets als een afmeldsysteem is wenselijk.
- Zorg ook voor een kwaliteitsborging op de invoer, eventueel via certificering van de uitvoerder¹².
- Zorg voor heldere instructie/richtlijnen voor de invoer (vergelijk de vele richtlijnen bij de energieprestatie) en eventueel een standaard format voor de MPG-rapportage.
- Overweeg een MPG-expertgroep op te richten, voor kennisuitwisseling en kennisontwikkeling. Deze expertgroep kan ook Stichting NMD ondersteunen bij de ontwikkeling van de MPG/MKI-methodiek.
- Versnel de ontwikkeling gericht op de koppeling de MPG aan BIM. Digitalisering kan bijdragen aan kwaliteitsverbetering en voorkomen van fouten. Dan hoeft de data niet meer handmatig overgezet te worden. Hiervoor lopen diverse onderzoeken en initiatieven.

3.2 Succesfactoren lage MPG

Constateringen

- Referentiewoningen hebben al een lagere MPG ten opzichte van de huidige wettelijke eisen. Met optimalisaties zoals efficiënt materiaalgebruik en producten met een lagere MKI kan de MPG nog verder verlaagd worden. Ergens is er een punt waarbij traditionele bouwmethoden en producten niet meer toereikend zijn. Dan is de overstap naar of aanvulling met circulaire principes noodzakelijk om nog een stap verder te zetten.

¹² Beoordelingsrichtlijn Kiwa Certificaat 'Vaststellen van de Milieuprestatie voor Gebouwen' (BRL K11005), die W/E en KIWA hebben ontwikkeld. De BRL K11005 moet borgen dat de MPG-berekening aan de door het bevoegd gezag gestelde kwaliteitseisen voldoet.

- De lage MPG is vooral gerealiseerd door over de linie de duurzame producten te selecteren. Met als enige meer circulaire strategie de toepassing van hout. Andere innovatieve of circulaire principes zijn beperkt toegepast (1x hergebruik, 1 x gebouwlevensuur). Voor een MPG van 0,5 bij woningen is meer blijkbaar nog niet nodig.
- In de onderzochte projecten is toepassing van houtbouw de belangrijkste succesfactor voor een lage MPG. Er wordt veel HSB en CLT toegepast als draagconstructie. Ook wordt hout toegepast in vloeren, gevel en dak. In sommige situaties leidt houtbouw niet tot een (veel) lagere MPG, bijvoorbeeld in combinatie met stalen kolommen en liggers. CLT heeft bij woongebouwen geen of minder effect.
- Andere succesfactoren voor een lage MPG die in de projecten zijn gevonden zijn:
 - toepassen hergebruikt materiaal (1 project)
 - langere gebouwlevensduur (1 project)
 - een ander energieconcept, zoals warmtelevering op basis van een duurzame bron
 - producten met een lagere MKI
 - losmaakbaar en modulair bouwen

Aanbeveling

- Communiceer over de succesfactoren voor een lage MPG. Maak ook duidelijk hoe er verder geoptimaliseerd kan worden (knoppen in paragraaf 1.4 beschreven)
- Waak voor een te eenzijdige focus op houtbouw. Naast de toepassing van biobased materialen zullen ook andere circulaire strategieën, zoals hergebruik, recycling en adaptiviteit, nodig zijn om te komen tot de doelen voor een circulaire en koolstofarme economie.
- Zorg voor meer bekendheid en duidelijkheid over rekenregels omtrent hergebruik en renovatie. Voorzien hergebruik zal in een groeiend aantal productkaarten een plek krijgen. Ook zullende MPG-rekentools binnenkort het waarderen van onvoorzien hergebruik gaan faciliteren. Een idee is een publicatie met voorbeelden en hun doorwerking in de MPG.

3.3 Relatie met energieconcept

Constateringen

- Energie en materialen zijn communicerende vaten in de MPG. Meest opvallend is de grote bijdrage van PV aan de MPG bij woningen met een zeer hoge energetische kwaliteit (energieneutraal, nul-op-de-meter of passief). Zonder PV zouden veel woningen aanzienlijk beter scoren.
- Er zijn mogelijkheden om met een betere schil een positief effect op zowel de energieprestatie als de MPG te realiseren. Een betere isolatie maakt, dat er minder installaties, PV-panelen en externe levering nodig zijn, wat een gunstig effect heeft op de MPG. Met de MPG+ kan de balans tussen energie en materiaal in een project worden gezocht.
- Bij PV is er nu nog weinig optimalisatie mogelijk. Energetisch goede woningen worden geconfronteerd met een nauwelijks te beïnvloeden last (30% opslag van categorie 3-producten).
- Bij woningtypen zoals de tussenwoning blijkt ook met PV een MPG lager dan 0,5 haalbaar.
- Er is veel verwarring rond de in te voeren hoeveelheid PV. Bij veel goed scorende woningen blijkt dit niet juist ingevuld.

Aanbeveling

- Communiceer over de winst die op de MPG is te boeken met het, in een vroeg stadium optimaliseren van het energieconcept. Zo kan gestuurd worden over een ontwerp met een goede energieprestatie en een goede MPG.
- Zorg dat er bij PV wat te optimaliseren is in de vorm van meer, bij voorkeur getoetste, PV-panelen en inverters in de NMD.
- Zorg voor een heldere communicatie over de invoer van PV, waarbij op dit moment interpretatieverschillen bestaan, met een grote invloed op de MPG.
- Onderzoek of het doelmatig is als een deel van de PV meegenomen hoeft te worden (zoals bij de MIA/Vamil-regeling). Uiteindelijk gaat het om de duurzaamheid, waarbij het niet uitmaakt of de belasting door energie of materiaal veroorzaakt wordt.

3.4 Waardering duurzamer ontwerp

Constateringen

Er zijn een aantal aspecten in een duurzamer ontwerp die zich niet vertalen in een lagere MPG, door de volgende knelpunten:

- De bijdrage van de installaties aan de MPG is groot, soms zelfs meer dan 50%. Doordat er bij installaties beperkte optimalisatiemogelijkheden zijn voelt dit als een 'dode' last. Dit komt doordat het aantal installatieproducten kaarten (zeker categorie 1 of 2) in de NMD gering is, en er bij onder andere elektrische installaties, PV-panelen, gerecyclede en hergebruikte (voorzien hergebruik) nauwelijks een keuze is. Ook de veelgebruikte eenheid m2gbo en het ontbreken van schalingsmogelijkheden beperken de optimalisatiemogelijkheden.
- Een aantal (circulaire) ontwerpkeuzes hebben nu nog niet zoveel positief effect op de MPG als ze zouden kunnen hebben. Het gaat om losmaakbaar bouwen, biobased producten toepassen en een kortere transportafstand of ander transportmiddel. Een doorontwikkeling in de methodiek en rekentools is gewenst.
- Om gericht te kunnen ontwerpen op een lagere MPG is het gewenst om in de NMD en MPG-ontwerptools meer inzicht te geven in informatie zoals hoeveelheid gerecycled materiaal in een product, mate van hergebruik en recyclebaarheid na einde levensduur.
- Er is behoefte aan een ontwerpmethodiek om op gebouwniveau een afweging te kunnen maken in keuzes op het gebied van materiaalgebruik en energieconcept (installaties, isolatie). Dus een afweging op basis van de MPG+, ook in een vroeger stadium van het ontwerpproces. Dit wordt dit jaar bekeken in het kader van het project Intrinsiek Circulair voor RVO.

Aanbeveling

- Stimuleer producenten en branches om productkaarten (LCA's) te laten maken en te laten opnemen in de NMD. Voor installaties is een traject gestart dat moet leiden tot meer installatieproducten in de NMD.
- Verken hoe modulair bouwen in de MPG-methodiek een betere waardering zou kunnen krijgen. Een optie is dat losmaakbaarheid aangetoond dient te worden (randvoorwaarde) om een product waarbij hergebruik voorzien is, te mogen selecteren.
- Voeg aan de productkaarten in de NMD informatie toe over de eigenschappen die tot een lage MPG leiden, zoals recycling, hergebruik en biobased materiaal.
- Verken of het wenselijk en mogelijk is om transportafstand en transportmiddel aanpasbaar te maken in de methodiek. Focus hierbij op producten waarbij transportafstand een significante invloed heeft op de MKI. Aandachtspunt hierbij is kwaliteitsborging.
- Bepaal wat de invloed is van ontbrekende data en het nog niet kunnen waarderen van bepaalde circulaire strategieën is op de MPG. De MPG zou eigenlijk lager moeten/kunnen zijn. De bandbreedte is in dit onderzoek niet gekwantificeerd. Dit wordt onderdeel van de verkenning naar een eis van 0,5, die binnenkort van start gaat.

3.5 Inregeling eis

Constateringen

- De eis van 0,8 is eenvoudig haalbaar. Richting een eis van 0,5 wordt het kritischer. Bij een (fors) scherpere eis luistert de inregeling veel nauwkeuriger.
- Bij tussenwoningen is een lage MPG makkelijk haalbaar. Bij andere woningtypen, zoals vrijstaand is dit juist lastiger. Zeker als er dan ook ongunstige factoren zijn zoals een kleine BVO en/of grijze warmtelevering. Bij woongebouwen is de MPG hoger dan bij grondgebonden woningen.
- Uit eerdere studies¹³ weten we dat bij gelijke uitvoering qua materialen en technieken van verschillende woningtypen er significante verschillen zijn in MPG-prestaties. Dat geldt ook voor kleine versus grote woningen, voor éénlaags versus gestapeld, en voor een smalle diepe versus brede

¹³ Onderzoek aanscherping MPG-eis, door W/E adviseurs in opdracht van RvO, 2019.

ondiepe tussenwoning. Hierdoor kan eenzelfde eis bij bijvoorbeeld een tussenwoning nauwelijks sturing geven en bij bijvoorbeeld een patiowoning (te) lastig haalbaar blijken.

- Dezelfde woning kan door data-technische en methodische aanpassingen per NMD-versie anders scoren. Bij de ene versie beter, bij de volgende weer slechter of andersom (volatiliteit).

Aanbeveling

- Zorg voor de diversiteit van woningen voor een optimale balans tussen voldoende prikkel en haalbaarheid, dit door bijvoorbeeld:
 - differentiatie, naar woningtypen en wellicht een andere kenmerk
 - werken met een correctiefactor op basis van één of meerdere woningkenmerken (zie epc).
- Zorg voor een helder protocol bij combigebouwen.
- Zorg dat de volatiliteit in de MPG-score verminderd. Bij het aanscherpen van de eis luistert het steeds nauwkeuriger, de huidige volatiliteit wordt steeds minder acceptabel. Een eis van 0,5 gekoppeld aan een fluctuerende maatlat zegt niet zoveel. Minder volatiliteit zou bereikt kunnen worden door niet met een absolute maar relatieve score te gaan werken (bijvoorbeeld door een ijking met behulp van een benchmark op basis referentiewoningen).

3.6 Belemmeringen opschaling

Constateringen

- Voor de opschaling van hergebruik zijn een aantal belemmeringen benoemd:
 - er is 4x keer meer materiaal nodig voor nieuwbouw dan er vrijkomt bij sloop;
 - het aanbod van vrijkomend materiaal sluit beperkt aan bij de vraag;
 - hergebruik vraagt om een andere aanpak.
- Er is sprake van schaarste, hoge prijzen en lange levertijden voor veel bouwproducten. Dit geldt in het bijzonder voor hout. Kritische grondstoffen spelen een rol bij onder andere zonnepanelen.

Bijlage 1 Analyseschema

1. Algemene kenmerken

- Bouwjaar, type, BVO, vormfactor e.d.
- MPG totaal, MPG per bouwdeel en per module
- Energieprestatie: EPC of BENG, type verwarming, PV-panelen, externe levering
- Versie NMD

2. Succesfactoren lage MPG-score

- Bij welke elementen zijn de scores duidelijk lager dan die bij het overeenkomstig voorbeeldgebouw?
- Bij welke modules (EN15804) zijn de scores duidelijk lager? (indien inzichtelijk met nieuwe versie)
- Zijn de verschillen te herleiden naar een incorrecte invoer?
- Indien ja: Zijn deze verschillen ook bij andere gebouwen te vinden, of wordt de winst bij andere elementen behaald?
- Zijn de verschillen te herleiden naar duurzamere ontwerpkeuze?
- Indien ja: Zijn deze verschillen ook bij andere gebouwen te vinden, of wordt de winst bij andere elementen behaald?
- Is er een verschil te ontdekken bij de verschillende bouwtypen en BVO's, of ook m3 en gevel open/dicht verhouding? Zo ja welke? (meervoudig antwoord mogelijk)

3. Invloed van circulaire strategieën

- Zijn de verschillen te herleiden naar inzet van de circulaire strategieën (RVO-set)? (hierbij wordt ook de uitsplitsing naar de modules gebruikt, zoals D als indicatie voor recycling/hergebruik)
 - Materiaal-efficiency; Reduce + Refuse (Close the loop)
 - Hergebruik en reparatie; Re-use en hergebruikte materialen (Slow the loop)
 - Biobased en hernieuwbare materialen (substitutie)
 - Recycling van materialen (Close the loop)
- Is bekend dat er op circulaire strategieën is ingezet, die niet tot een lagere MPG hebben geleid? Zo ja welke? (zoals demontabel, losmaakbaar, toekomstbestendig, flexibel etc.).
- Uitsplitsing naar modules (zoals D in verhouding tot A)
- Is er sprake van bijzondere invoer, gericht op het waarderen van de positieve effecten van de inzet op circulaire strategieën? Zo ja, betreft dit een invoer die conform de bepalingmethode is (bijvoorbeeld hergebruik of specifieke gebouwlevensduur)?

4. Relatie met het energieconcept

- Energieconcept (aanwezige installaties)
- Wat is de invloed van de aan het energieconcept gerelateerde bouwkundige en vooral de installatietechnische voorzieningen (o.a. PV en externe levering) op de MPG?
- Wat zou het MPG-niveau zijn geweest als de energetische ambitie meer standaard was geweest? (o.a. aantal PV-panelen gericht op BENG-eisen)?
- Wat is het beeld als niet naar de MPG, maar naar de MPG+ wordt gekeken (integraal kijkend naar MPG- én EPC-score samen)

5. Belemmering MPG-stelsel

- Komt het beeld op basis van de MPG overeen met het beeld van de duurzaamheid van het gebouw? Zijn eventuele afwijkingen, zoals ontbrekende strategieën of milieuaspecten, nu of bij doorontwikkeling in de MPG te vangen?
- Waar leidt het gebrek aan getoetste producten ertoe dat categorie 3 producten met een opslag van 30%? Hoeveel zou de MPG verder omlaag gaan als er getoetste producten beschikbaar waren geweest?

- Hoe zouden niet gewaarde circulaire strategieën wel een plek kunnen krijgen? Hoeveel zou de MPG om laag gaan als deze aanpassing zou zijn doorgevoerd? => niet logisch om dit per project te beantwoorden. De tweede vraag kan niet beantwoord worden.
- Waar komt de invoer bij installatie niet overeen, met de werkelijke installaties (gebaseerd op de energieberekening)? Waar leidt dit tot een hogere MPG? Waar is een optimalisatiemogelijkheid gewenst?

6. Leveringszekerheid

- Welke producten/materialen worden meer toegepast bij gebouwen met een lagere MPG ten opzichte van standaard gebouwen (vb meer hout of tweedehands producten)?
- Wat is de veranderende/extra materiaalvraag bij de meest relevante verschuivingen? (kwalitatieve en grove kwantitatieve indicatie)
- Zijn er bij de grootschalige benutting van bepaalde optimalisatieopties problemen vanuit het oogpunt van leveringszekerheid te verwachten? (op basis van potentiële verschuiving in vraag, door grove macrovertaling)