



NIEMAN[®]

DE RAADGEVENDE INGENIEURS

ONDERZOEK INPASSING

MILIEUPRESTATIE GEBOUWEN

IN BOUWREGELGEVING

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO)

30 november 2023

Partner in 't hart van de bouw!

Onderzoek inpassing milieuprestatie gebouwen in bouwregelgeving

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO)

Graadt van Roggenweg 200
3531 AH Utrecht

Vertegenwoordigd door: de heer ir. M. Brouwer van RVO

Wij gaan vertrouwelijk met uw gegevens om, geheel volgens de richtlijnen voor Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG). [Lees onze privacyverklaring.](#)

Nieman Raadgevende Ingenieurs B.V.

Vestiging Zwolle
Postbus 40147
8004 DC Zwolle
info@nieman.nl
www.nieman.nl

Uitgevoerd door: Mevrouw ing. E.L. van der Sluis - Sleurink
De heer ing. M.J. Dunnink
De heer ir. J.W. Pothuis
De heer ing. P. Kuindersma (Ingenii Bouwinnovatie)

Referentie: 20201563.004 / 30027

Status: **definitief**

Datum: 30 november 2023

Inhoudsopgave

Hoofdstuk 1	Inleiding	3
1.1	Aanleiding en achtergrond	3
1.2	Vraagstelling	4
1.3	Onderzoeksopzet	4
Hoofdstuk 2	Uitgangspunten	6
2.1	Relatie eerdere en lopende onderzoeken	6
2.2	Vertrek-/uitgangspunten	7
2.2.1	<i>MPG-eis voor iedere gebruiksfunctie</i>	7
2.2.2	<i>Bouwwerk met meerdere gebruiksfuncties van verschillende soort.</i>	7
2.2.3	<i>Eenheid in € per m² BVO</i>	9
2.2.4	<i>Demarcatie</i>	10
Hoofdstuk 3	Vorm- en gebruiksfactoren	11
3.1	Inleiding	11
3.2	Inpassing vorm-/gebruiksfactoren op milieuprestatieberekeningen	13
3.3	Aspect 'vorm'	15
3.3.1	<i>Inleiding</i>	15
3.3.2	<i>Voorstel (1): A_{is}/A_g</i>	16
3.3.3	<i>Voorstel (2): A_g</i>	18
3.3.4	<i>Opmerkingen bij voorstellen vormfactoren</i>	19
3.3.5	<i>Slot</i>	21
3.4	Aspect 'locatie'	22
3.4.1	<i>Inleiding</i>	22
3.4.2	<i>Voorstel</i>	24
3.5	Aspect 'gebruik'	26
3.5.1	<i>Inleiding</i>	26
3.5.2	<i>Nadere toelichting achtergrond</i>	27
3.5.3	<i>Voorstel</i>	28
Hoofdstuk 4	Uitwerkingen vorm-/gebruiksfactoren	30
4.1.1	<i>Uitwerking</i>	30
4.1.2	<i>Benodigde aanvullende onderzoeken</i>	35

Hoofdstuk 5	Conclusies en aanbevelingen	36
5.1	Context en doel	36
5.2	Samenvatting belangrijkste bevindingen	36
5.3	Slot	41
Bijlage 1 -	Overzichtsblad resultaten referentiegebouwen inclusief uitsplitsing aandeel per categorie (bron: DGMR, LBP Sight, W/E en Nieman)	
Bijlage 2 -	Voorbeelden principewerking voorstellen	
Bijlage 3 -	Analyse BVO ten opzichte van GO, m³ of m²	
Bijlage 4 -	Eerste analyse vormfactoren	

Hoofdstuk 1 Inleiding

Nieman Raadgevende Ingenieurs (hierna Nieman) heeft in opdracht van Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) een onderzoek uitgevoerd uit naar de inpassing van Milieu Prestatie Gebouwen (MPG) in de bouwregelgeving. In dit rapport leest u onze bevindingen.

1.1 Aanleiding en achtergrond

Voor het meten van de materiaalgebonden milieu-impact van gebouwen en bouwwerken in Nederland wordt gebruik gemaakt van de Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken. Volgens deze methode kan de milieuprestatie van gebouwen (MPG) bepaald worden waarna deze getoetst kan worden aan de door de overheid gestelde duurzaamheidsdoelen. Momenteel is er in het Bouwbesluit een MPG-eis gesteld aan de woonfunctie en aan kantoorgebouwen met een gebruiksoppervlakte groter dan 100 m². Vanuit duurzaamheidsambities is het streven om per 1 januari 2025 de geldende eisen voor woonfuncties en kantoorgebouwen aan te scherpen en tevens MPG-eisen te introduceren voor de gebruiksfuncties waarvoor momenteel nog geen eis geldt in de bouwregelgeving.

De beleidsvoornemens zijn uitgewerkt in de kamerbrief van Minister Hugo de Jonge d.d. 23 december 2022 en 4 oktober 2023 met de beleidsagenda voor het normeren en stimuleren van circulair bouwen. In deze brieven aan de Tweede Kamer is onder andere gesteld dat circulair bouwen samen met energie- en klimaatbeleid onderdeel is van een integraal beleid van de verduurzaming van de gebouwde omgeving. De voornemens zijn uitgewerkt in drie hoofdpunten:

- Het aanscherpen en verbreden van de milieuprestatie-eis voor nieuwe gebouwen en verbreden van de eis naar verbouw.
- Het introduceren van normering voor de CO₂-emissie van het materiaalgebruik in gebouwen.
- Het stimuleren van bouwen met biobased grondstoffen.

Om vervolgstappen te kunnen zetten omtrent de door de minister beoogde aanscherping en verbreding van de MPG-eis in de bouwregelgeving wordt momenteel op diverse aspecten diepgaand onderzoek gedaan. Nieman Raadgevende Ingenieurs is gevraagd RVO/BZK te ondersteunen door middel van een *'robuust en degelijk onderzoek ten behoeve van de onderbouwing van de beleidskeuzes voor de inpassing in bouwregelgeving van de aanscherping en verbreding van de MPG - en GWP-eis'*. Hierbij wordt opgemerkt dat in dit onderzoek alleen de focus wordt gelegd op de MPG-eis; de GWP-eis blijft buiten beschouwing.

1.2 Vraagstelling

Om vervolgstappen te kunnen zetten in de door de minister beoogde aanscherping en verbreding van de MPG-eis in de bouwregelgeving wordt op diverse aspecten diepgaand onderzoek gedaan. Dit betreffende onderzoek maakt daarmee onderdeel uit van een onderzoekreeks.

Op basis van praktijkervaring uit eerdere onderzoeken (zie o.a. opsomming in hoofdstuk 2) is reeds vastgesteld dat de milieuprestatie bij gebouwen met verschillende gebruiksfuncties en subgebruiksfuncties, ook bij gebruiksfuncties anders dan woonfuncties en kantoorgebouwen, op basis van de huidige rekenmethodiek in een aantal gevallen tot onbedoelde resultaten leidt.

Het doel van dit onderzoek is dan ook om een verbeterd inzicht te krijgen hoe concreet invulling gegeven kan worden aan de **vorm- en gebruiksfactoren** op de milieuprestatie om recht te kunnen doen aan de huidige grote differentiatie/spreiding in MPG-uitkomsten tussen bouwprojecten onderling vanwege de grote diversiteit aan gebouwvormen binnen de gebouwde omgeving.

1.3 Onderzoeksopzet

Dit onderzoek is een vervolg op een eerder door Nieman uitgevoerd verkennend onderzoek, zie de notitie '*Vorm-/gebruiksfactoren duiding uitkomsten milieuprestatie-eis*' d.d. 31 januari 2023. De eerste uitkomsten van dit verkennend onderzoek zijn parallel aan het nu lopende onderzoek voorgelegd aan de 'Klankbordgroep Milieuprestatie en GWP'. Onderstaand een korte toelichting op het gevolgde iteratieve proces alsook enkele uitgangspunten/afbakeningen:

- Na raadpleging van de klankbordgroep is allereerst een richtinggevend voorstel uitgewerkt welke vorm- en gebruiksfactoren mogelijk/nodig zijn om beleidskeuzes voor inpassing in bouwregelgeving van de aanscherping en verbreding van de MPG-eis te kunnen maken.
- Voor het voorstel is onder andere gebruik gemaakt van onderzoeksresultaten van andere bureaus, te weten DGMR, LBP Sight, W/E Adviseurs en Economisch Instituut voor de Bouw (EIB). Hierbij wordt opgemerkt dat het uitvoeren van reken-/validatiesessies geen onderdeel van de opdracht van Nieman Raadgevende Ingenieur uit hebben gemaakt.
- Dit richtinggevend voorstel is vervolgens besproken met de klankbordgroep en vervolgens verder uitgewerkt tot dit onderzoeksrapport.
- Insteek bij het vaststellen van mogelijke vorm- en gebruiksfactoren is dat met deze werkwijze bij vrijwel alle gebouwen (ook gebouwen met combinaties van gebruiksfuncties) een eenduidige MPG-eis bepaald kan worden.

- Het doel is dat in december 2023 principekeuzes gemaakt kunnen worden waarmee het systeem voor 80-90% voldoende robuust is. De verdere juridische uitwerking vindt dan plaats in 2024.
- Het wetgevingstraject met de juridische uitwerking vanuit het ministerie kent een doorloop van een jaar en start in januari 2024. Deze juridische uitwerking is geen onderdeel van deze opdracht.

Herziening van de Bepalingsmethode

Zoals ook in de kamerbrief van Minister Hugo de Jonge (gedateerd 4 oktober 2023) is benoemd, zal per 1 januari 2025 ook een herziening van de Bepalingsmethode voor de berekening van de milieuprestatie in werking treden. In de huidige methode ("versie A1") wordt de MPG-uitkomst bepaald aan de hand van 11 milieucategorieën en een bijbehorende weegset. In de herziene Bepalingsmethode ("versie A2") wordt gerekend met 19 milieucategorieën; daarnaast wordt ook gebruik gemaakt van een herziene weegset.

In een recente bijeenkomst van de Klankbordgroep Milieuprestatie en GWP is door LBP Sight inzicht gegeven in de eerste resultaten van de herberekening met de herziene Bepalingsmethode. Daaruit volgt dat de door DRGM en LBP Sight doorgerekende BENG-referentiegebouwen een [gemiddelde verdubbeling van de MPG-uitkomst](#) laten zien ten opzichte van de huidige Bepalingsmethode.

In dit onderzoeksrapport is vooralsnog alleen gebruik gemaakt van de huidige bepalingmethode ("versie A1") en de daarbij behorende (voorgenomen) MPG-eisen. In een volgende versie van dit rapport zal aansluiting gezocht worden op de herziene methode ("versie A2") met bijbehorende MPG-eisen. Voor een volledige analyse van de consequenties van deze herziening wordt verwezen naar het onderzoeksrapport van LBP Sight.

Hoofdstuk 2 Uitgangspunten

2.1 Relatie eerdere en lopende onderzoeken

De eerdere studies naar de demarcatie en vormfactoren zijn een belangrijk onderdeel voor de samenhang tussen de aanscherping en verbreding van de MPG-eisen en inpassing in bouwregelgeving. Dit onderzoek naar de **vorm en gebruiksfactoren** is daarmee ook een vervolg op onder andere onderstaande door [Niemans](#) uitgevoerde relevante onderzoeken:

- Onderzoek uitbreiding grenswaarden Milieu Prestatie Gebouwen (MPG), kenmerk 20190636 / 19334, gedateerd 24 augustus 2020.
- Vervolgonderzoek uitbreiding grenswaarden MPG (aanzet tot voorschrift voor gebouwen met gebruiksfuncties van verschillende soort), kenmerk 20201563 / 24255, gedateerd 14 juli 2021.
- Onderzoek vorm-/gebruiksfactoren, duiding uitkomsten milieuprestatie-eis, kenmerk 20201563.002 / 28358, gedateerd 31 januari 2023.
- Demarcatie MPG-berekening geactualiseerde demarcatielijst met juridische motivering, kenmerk 20201563.003 / 28288, gedateerd 8 februari 2023.
- Demarcatie milieuprestatie in bouwregelgeving, kenmerk 20201563.006 / 30237, gedateerd 2 november 2023.

Daarnaast is dit onderzoek grotendeels gebaseerd op onderzoeksrapporten van [andere bureaus](#), zie onderstaande opsomming:

- Statisch en Dynamisch model MPG – BENG. Uitwerking BENG-referentiegebouwen woningen en kantoren ten behoeve van milieuprestatie gebouwen. DGMR, LBP Sight en RVO, gedateerd 26 september 2023.
- Verkenning MPG-score < 0,5, door W/E Adviseurs, gedateerd 3 juli 2023.
- Verkenning MPG-niveaus overige gebruiksfuncties, door W/E Adviseurs, gedateerd 2 februari 2023.
- MPG-grenswaarde voor industriehallen, door Bouwen met staal, gedateerd 27 mei 2020.
- Referentiegebouwen MPG: functies zonder MPG eis, door DGMR, gedateerd 28 juni 2023.
- Hoofddraagconstructie wonen en kantoren MPG, door IMD Raadgeven Ingenieurs, gedateerd 5 september 2023.
- MPG industriefunctie (tussenstand voor feedback), door W/E Adviseurs, *onderzoek loopt nog*

2.2 Vertrek-/uitgangspunten

In voorgaande onderzoeksrapporten zijn diverse conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan. Definitieve beleidskeuzes hieromtrent zijn nog niet gemaakt. Omdat een aantal uitkomsten dusdanig bepalend is in het proces bij de bepaling van de vorm-/gebruiksfactoren én inpassing van de MPG-eis in de regelgeving, is vooruitlopend op de definitieve beleidskeuzes de volgende aspecten als **vertrek-/uitgangspunt** voor dit onderzoek naar **vorm-/gebruiksfactoren** verondersteld.

Hierbij wordt opgemerkt dat dit onderzoek een adviserend karakter kent en dat de formele besluitvorming hieromtrent door BZK gedaan moeten worden.

2.2.1 MPG-eis voor iedere gebruiksfunctie

Dit onderzoek gaat uit van de in het Bouwbesluit 2012 en het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) bedoelde systematiek van (sub)gebruiksfuncties, en de daaraan verbonden mogelijkheid om per (sub)gebruiksfunctie een specifiek eiseniveau te stellen. De MPG voorziet in een bepalingmethode op gebouwniveau en voorziet zodoende niet in de demarcatie die nodig is om een gebouw met gebruiksfuncties van verschillende soort te kunnen beoordelen. Dit wordt ondervangen door de MPG-eis op gebouwniveau vast te stellen op basis van de in het gebouw aanwezige gebruiksfuncties en bijbehorende MPG-eisen naar rato van de gebruiksoppervlakten te wegen, zie paragraaf 2.2.2. Een vergelijkbare werkwijze is bekend vanuit de energieprestatiemethodiek, waarbij de BENG-eisen gesteld zijn per gebruiksfunctie en waarbij de toetsing op gebouwniveau gedaan wordt. Voorwaarde voor het kunnen werken met de in paragraaf 2.2.2 omschreven methode voor combinatiegebouwen is dat er een MPG-eis geformuleerd wordt voor iedere gebruiksfunctie.

2.2.2 Bouwwerk met meerdere gebruiksfuncties van verschillende soort.

In het rapport 'Vervolgonderzoek uitbreiding grenswaarden MPG' van Nieman Raadgevende Ingenieurs d.d. 14 juli 2021 is onderzocht hoe omgegaan kan worden met de MPG wanneer er sprake is van een gebouw met meerdere gebruiksfuncties van verschillende soort. Hierin is geconcludeerd en geadviseerd dat een milieuprestatieberekening op gebouwniveau in combinatie met een oppervlakte-gewogen MPG-eis de meest werkbare methode is. De oppervlakte-gewogen MPG-eis is project specifiek en wordt opgesteld aan de hand van het aandeel gebruiksoppervlakte van de aanwezige gebruiksfuncties in het gebouw en de daarbij behorende MPG-eisen uit de bouwregelgeving. MPG-eisen (in het besluit grenswaarden of waarden genoemd) zullen dus per gebruiksfunctie worden opgenomen.

De algemene formule voor het bepalen van de oppervlakte-gewogen MPG-eis van een gebouw is als volgt:

$$\text{MPG eis} = \frac{\text{MPG}_{\text{eis functie A}} \times A_{\text{g functie A}} + \text{MPG}_{\text{eis functie B}} \times A_{\text{g functie B}} + \text{MPG}_{\text{eis functie C}} \times A_{\text{g functie C}} + \dots}{(A_{\text{g functie A}} + A_{\text{g functie B}} + A_{\text{g functie C}} + \dots)}$$

Bron: 'Vervolgonderzoek uitbreiding grenswaarden MPG' van Nieman Raadgevende Ingenieurs d.d. 14 juli 2021.

Een uitwerking ter verduidelijking van bovengenoemde methode is opgenomen in [bijlage 2](#). Ten aanzien van dit rekenvoorbeeld een tweetal opmerkingen:

- Voor de oppervlakte gewogen bepaling van de MPG-eis bij meerdere gebruiksfuncties van verschillende soort wordt gebruik gemaakt de gebruiksoppervlakte (GO) van de betreffende gebruiksfuncties. Het bepalen van de MPG-uitkomst gebeurt op basis van de Bruto Vloeroppervlakte (BVO). De reden hiervoor is dat BVO over het algemeen op gebouwniveau wordt vastgesteld en niet op gebruiksfunctieniveau. Om te voorkomen dat projectteams bij een Aanvraag Omgevingsvergunning verplicht worden om de demarcatie van het BVO ook op gebruiksfunctieniveau te doen ter bepaling van de eis, is in voorgaand voorstel bewust aangesloten op de gebruiksoppervlakte. Mede omdat deze oppervlakte-eenheid ook al gekoppeld is aan andere artikelen in het Bouwbesluit.
- Gemeenschappelijke ruimten (ruimten die ten dienste staan van meerdere gebruiksfuncties) moeten naar rato van gebruiksoppervlakte toegekend worden aan de op die ruimten aangewezen gebruiksfuncties. Dit is in aansluiting op de NEN 2580:2007 Oppervlakten en inhoud van gebouwen – Termen, definities en bepalingsmethoden, inclusief correctieblad C1:2008.

2.2.3 Eenheid in € per m² BVO

Vanuit de huidige Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken wordt de milieuprestatie van een gebouw teruggerekend naar m² bruto vloeroppervlakte (BVO), bepaald volgens NEN 2580. Het hanteren van het bruto vloeroppervlakte en niet van de gebruiksoppervlakte is de afgelopen jaren meerdere keren ter discussie gesteld door diverse partijen, waaronder de 'Klankbordgroep Milieuprestatie en GWP'.

Om inzicht te geven in mogelijke alternatieven en consequenties is voor de momenteel beschikbare data van milieuprestatieberekeningen een analyse opgesteld (zie bijlage 3). Daarbij zijn de volgende parameters onderzocht:

- MPG per gebruiksoppervlakte (GO)
- MPG per volume (V)
- MPG per schiloppervlak (A_{ls})

Uit deze analyses volgt dat de meerwaarde om de uitkomst te koppelen aan bijvoorbeeld gebruiksoppervlak, volume, schiloppervlak of een andere eenheid verwaarloosbaar klein is. Ook bij die parameters blijven onvoorspelbaarheden optreden in de MPG-resultaten en blijft voor het stellen van een zinnige grenswaarde de noodzaak voor robuuste vorm-/gebruiksfactoren onverminderd groot. De spreiding in uitkomsten is namelijk verhoudingsgewijs dusdanig groot dat bepaalde gebouwwormen nog steeds een positievere of negatievere MPG-uitkomst krijgen, al dan niet terecht op basis van de gekozen materialisatie.

In dat kader is ons advies de uitkomst van een MPG-berekening ook in de toekomst om te rekenen naar € per m² BVO (conform de huidige bepalingmethode) en Omgevingsregeling te voorzien van de gewenste vorm-/gebruiksfactoren. Daarmee wordt ook voorkomen dat, parallel aan het proces van aanscherpen en uitbreiden van de MPG-eisen, ruis kan ontstaan door gewijzigde rekenresultaten en bijbehorende bijgestelde MPG-eisen voor woon- en kantoorfuncties. Bijvoorbeeld de huidige MPG-eis van €0,80 per m² BVO zal naar een andere eenheid omgerekend moeten worden indien aangesloten wordt op gebruiksoppervlak, volume, schiloppervlak of andere eenheid.

Hierbij wordt nog aanvullend opgemerkt dat de NEN 2580 vanuit het Bouwbesluit niet is aangestuurd voor het bepalen van het Bruto Vloeroppervlakte maar enkel voor de gebruiksoppervlakte. Dit moet opgelost worden in het tekstvoorstel voor wijziging van de regels in de bouwregelgeving.

2.2.4 Demarcatie

De notitie 'Demarcatie MPG-berekening' van Nieman Raadgevende Ingenieurs van 8 februari 2023 geeft helderheid over de demarcatie van verschillende onderdelen. In een aanvullend onderzoek is de demarcatie van een milieuprestatieberekening definitief vastgelegd. Deze demarcatie wordt uitdrukkelijk en eenduidig in de bouwregelgeving opgenomen, om een uniforme toepassing hiervan te bereiken (Rapport: Demarcatie milieuprestatie in bouwregelgeving, gedateerd 2 november 2023). Binnen dit onderzoek naar de vormfactoren is aangesloten op de uitgangspunten uit de genoemde notitie.

Hoofdstuk 3 Vorm- en gebruiksfactoren

3.1 Inleiding

In de notitie *'Vorm-/gebruiksfactoren duiding uitkomsten milieuprestatie-eis'* d.d. 31 januari 2023 is een verkennend onderzoek uitgevoerd naar de vormfactoren die van invloed zijn op de uitkomst van een milieuprestatieberekening. Uit dit onderzoek volgen een zevental basisfactoren die invloed hebben. Hierbij wordt opgemerkt dat de mate van impact van de factoren op een MPG-resultaat wisselend kan zijn per gebruiksfunctie.

De zeven factoren zijn voorgelegd aan de '[Klankbordgroep Milieuprestatie en GWP](#)'. De klankbordgroep heeft ingestemd met een selectie van de vier meest belangrijke factoren voor dit vervolgonderzoek. Deze vier factoren zijn samengevat in de onderstaande drie aspecten:

- Vorm
- Locatie
- Gebruik

De overige genoemde factoren (installaties, demarcatie en keuze voor BVO/GO) zijn in overleg met de Klankbordgroep niet als afzonderlijke correctiefactoren meegenomen in de verdere uitwerking. Hierbij wordt het volgende opgemerkt:

- Installaties: Hoewel installaties een grote impact op de MPG-uitkomst hebben, wordt dit niet als aparte installatiefactor in dit onderzoek meegenomen. De hoogte van deze impact heeft namelijk een aantal oorzaken, maar die vallen niet onder de noemer 'onvoorspelbaar/onbedoeld' zoals de hiervoor genoemde factoren (vorm, locatie en gebruik) wel vallen:
 - De mate van impact van de installaties is allereerst afhankelijk van de keuzes in het installatieconcept. Daarbij kan geconcludeerd worden dat installaties in met name de wat kleinere woningen en appartementen vaak een grotere capaciteit bezitten dan nodig. Dit komt deels door de niet schaalbaarheid van de huidige beschikbare installaties; kleine warmtepompen of wtw-units zijn nog niet afdoende beschikbaar. Daarnaast zorgt de keuze in individuele of collectieve installaties voor een aanzienlijke spreiding in MPG-uitkomsten, maar worden deze keuzes juist op andere aspecten gemaakt (kosten, inpasbaarheid, BENG-berekening, etc.).
 - Daarnaast betreft dit een demarcatievraagstuk over welke installaties wel/niet meegenomen moeten worden. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de toepassing van pv-panelen of gemeenschappelijke voorzieningen op gebouwniveau of regionaal-/gebiedsniveau (nutsvoorziening of andere collectieve voorzieningen).

- Tot slot wordt nog opgemerkt dat de impact in sommige gevallen verhoudingsgewijs hoog is door de beperkte beschikbaarheid van installaties en/of productkaarten in de Nationale Milieudatabase (NMD).

Op basis van voorgaande uiteenzetting is geconcludeerd dat de impact van installaties voornamelijk een beleidsvraagstuk is en niet iets is wat als correctiefactor in de methodiek meegenomen moet worden. Anders gezegd, de hoogte van de MPG-eis moet zodanig afgestemd zijn dat alle gewenste installatieconcepten binnen die kaders vallen.

Bij het vaststellen van gebruiksfactoren (zie hoofdstuk 3 van dit rapport) is wel onderzocht in hoeverre de negatieve impact van dergelijke installaties hierin enigszins gecompenseerd kan worden. Daarbij is enige terughoudendheid raadzaam om te voorkomen dat leveranciers een prikkel ontnomen wordt om duurzamere installaties met een kleinere capaciteit te leveren of voor ontwerpers om te werken met gemeenschappelijke voorzieningen met individuele bemetering.

- Demarcatie: in het onderzoek 'Demarcatie MPG' van Nieman Raadgevende Ingenieurs is de demarcatie van een milieuprestatieberekening vastgelegd. Deze demarcatie wordt uitdrukkelijk en eenduidig in de bouwregelgeving opgenomen, om een uniforme toepassing hiervan te bereiken.
- Keuze BVO of GO: zie ook de toelichting in §2.2.3. Uit analyses volgt dat de meerwaarde om de uitkomst te koppelen aan bijvoorbeeld gebruiksoppervlak, volume, schiloppervlak of een andere eenheid verwaarloosbaar klein is. Ook bij die parameters blijven onvoorspelbaarheden optreden in de MPG-resultaten en blijft de noodzaak voor robuuste vorm-/gebruiksfactoren onverminderd groot. De spreiding in uitkomsten is verhoudingsgewijs dusdanig groot dat bepaalde gebouwwormen nog steeds een positievere of negatievere MPG-uitkomst krijgen, al dan niet terecht op basis van de gekozen materialisatie. In dat kader is ons advies de uitkomst van een MPG-berekening ook in de toekomst om te rekenen naar € per m² BVO (conform de huidige bepalingsmethode) en de Omgevingsregeling te voorzien van de gewenste vorm-/gebruiksfactoren.

3.2 Inpassing vorm-/gebruiksfactoren op milieuprestatieberekeningen

De drie aspecten voor de vorm- en gebruiksfactoren zijn uitgewerkt in een specifieke methode waarmee recht wordt gedaan aan de verscheidenheid aan gebouwwormen, gebouwlocaties en -gebruiken in de gebouwde omgeving. Hierbij is het uitgangspunt dat de methode, omwille van de eenvoud, geïmplementeerd wordt op een zo hoog mogelijk abstractieniveau.

Koppelen van een correctie aan een milieuprestatie kan enerzijds met het uitvoeren van een correctie op de MPG-eis waardoor een extra milieubudget gecreëerd wordt voor gebouwen waar dit nodig is. Anderzijds kan het resultaat van een MPG-berekening gecorrigeerd worden zodat de MPG-eis ongewijzigd blijft. Onderstaand zijn deze twee basisprincipes uitgeschreven:

1. MPG-eis berekend = MPG-eis + extra milieubudget o.b.v. A_{is}/A_g of A_g

Hier wordt een correctie gedaan op de MPG-eis door de toevoeging van extra 'milieubudget' aan de MPG-eis. Bij deze methode wordt op basis van de vormfactor ' A_{is} (verliesoppervlakte) / A_g (gebruiksoppervlakte)' een correctie uitgevoerd of op basis van enkel het A_g (gebruiksoppervlakte). De vormfactoren worden hierbij op gebouwniveau bepaald. De methode met het creëren van een extra 'budget' bovenop de basiseis uit de bouwregelgeving wordt ook gebruikt in de energieprestatiemethodiek bij de bepaling van de eis voor de maximale energiebehoefte (BENG-1).

2. MPG-uitkomst = $(MKI / BVO / \text{levensduur gebouw}) - (C_{MPG})$

Op omgekeerde wijze kan ook juist de MPG-uitkomst gecorrigeerd worden. Hierbij blijft de MPG-eis ongewijzigd. Bij combinatiegebouwen wordt de oppervlaktegewogen MPG-eis bepaald waaraan de MPG-uitkomst (eventueel gecorrigeerd) wordt getoetst. De MPG-berekening wordt op gebouwniveau opgesteld en naderhand gecorrigeerd op basis van de vormfactoren. De vormfactoren worden hierbij ook op gebouwniveau bepaald.

Er is gekozen om aan te sluiten op de eerstgenoemde methode, dus om een correctie uit te voeren op de MPG-eis en niet op de MPG-uitkomst. Daarbij gelden de volgende overwegingen:

- Op deze wijze ontstaat een duidelijke scheiding tussen de bepalingsmethode (bepaling van MKI) enerzijds en de hoogte van de grenswaarde in de bouwregelgeving (MPG-eis) anderzijds.
- Het blijft duidelijk zichtbaar als een gebouw een grotere milieu-impact heeft (hogere MPG-uitkomst). Als dit vanuit de beleidsmakers een onbedoeld effect betreft, dan kan dit vervolgens gecorrigeerd worden met de gekozen vorm- of gebruiksfactoren, van toepassing zijnde op de eis.

- Een bijkomend voordeel van deze methode is dat de werkwijze gelijk is aan de werkwijze bij de bepaling van de BENG-1. De markt is al bekend met de werkwijze.
- In beide methodieken zal dezelfde oppervlakteweging moeten plaatsvinden, zij het in een andere fase van de berekening. Uiteindelijk moeten bij beide methodes twee wegingen op gebouwniveau plaatsvinden, een weging op gebruiksfunctie en een weging op vormfactor.
- Beide methodes vragen om een verduidelijking/aanvulling in/op de huidige bepalingsmethodiek.
- In beide methodes wordt gebruik gemaakt de gebruiksoppervlaktes (A_g) van de aanwezige gebruiksfuncties in een gebouw. Het bepalen van de MPG-uitkomst gebeurt op basis van de Bruto Vloeroppervlakte (BVO), zie ook toelichting in §2.3.3. De reden hiervoor is dat BVO over het algemeen op gebouwniveau wordt vastgesteld en niet op gebruiksfunctieniveau. Om te voorkomen dat projectteams bij een Aanvraag Omgevingsvergunning verplicht worden om de demarcatie van het BVO ook op gebruiksfunctieniveau te doen ter bepaling van de eis, is in voorgaand voorstel bewust aangesloten op de gebruiksoppervlakte. Deze oppervlakte-eenheid is ook gekoppeld aan andere artikelen in het Bouwbesluit.
- Tot slot merken wij nog op dat voor beide methodieken geldt dat het vaststellen van de hoogte van de grenswaarden én de uiteindelijk gekozen vorm- en gebruiksfactoren een afgewogen en integraal proces betreft. Van belang is dat de gekozen grenswaarden realistisch en haalbaar zijn, waardoor de vorm- en gebruiksfactoren alleen toegepast hoeven te worden bij bijzondere gebouwwormen-/gebruiken.

De methode met een mogelijke correctie op de MPG-eis (methode 1) is verder uitgewerkt in de volgende paragrafen.

3.3 Aspect 'vorm'

3.3.1 Inleiding

Uit eerdere onderzoeken en de momenteel door andere bureaus uitgevoerde rekenexercities blijkt dat de MPG-uitkomst bij bepaalde gebouwtypen en -vormen tot onvoorspelbare resultaten kan leiden, zie onder andere [bijlage 1](#) van dit rapport. Deze onvoorspelbaarheid zou kunnen worden verklaard uit het feit dat bij het bepalen van de milieuprestatie vormfactoren van gebouwen buiten beschouwing blijven. Daarmee zou de bepalingsmethode bijvoorbeeld geen recht doen aan het feit dat niet alleen de vloeroppervlakte maar ook de hoogte van een ruimte een rol speelt bij het doelmatig gebruik van die ruimte. Net als bij de vloeroppervlakte geldt ook bij de hoogte van een ruimte dat zowel een te hoge of te lage ruimte uit het oogpunt van milieu tot een ondoelmatig gebouw kan leiden. Het optimum kan dan ook sterk afhangen van het beoogde gebruik van de ruimte of het gebouw.

In onderstaande tabel is een globale analyse gegeven van de invloed van de vorm/geometrie van een gebouw op de MPG-uitkomst.

	Start: Tiny house (stel $GO \leq 30 \text{ m}^2$)	Vergroten plattegrond	Vergroten hoogte	Vergroten plattegrond en hoogte
Vloeroppervlakte (m^2)	Klein	Groter	Gelijk	Groter
Hoogte (m)	Klein	Gelijk	Groter	Groter
Volume (m^3)	Klein	Groter	Groter	Groter (vergroot sneller)
Hoeveelheid materiaal t.o.v. vloeroppervlakte	Veel materiaal (ongunstige MPG)	Minder materiaal (Betere MPG)	Meer materiaal (ongunstige MPG)	Minder materiaal (betere MPG)

Omdat in een aantal gevallen de specifieke gebouwworm juist leidt tot een duurzaam en efficiënt gebruik is de wens om in die gevallen de MPG-uitkomst te corrigeren door middel van een robuuste vormfactor. Denk hierbij aan een Tiny House of een hoge industriefunctie bedoeld voor opslag van goederen. Met deze vormfactor moet echter ook voorkomen worden dat ontwerpende partijen ten onrechte 'voordeel' kunnen halen aan een minder gunstige gebouwworm. In de volgende paragrafen is daarom een voorstel voor vormfactor uitgewerkt die hieraan recht doet.

3.3.2 Voorstel (1): A_{is}/A_g

Het alleen relateren van de eis van de milieuprestatie aan het vloeroppervlak van een gebouw (BVO of GO) is onvoldoende om de compactheid van een gebouw op waarde te kunnen schatten. Anders gezegd, de milieu-impact van een gebouw (MKI) wordt omgerekend naar een oppervlakte-eenheid, waarmee het driedimensionale van een berekening naar tweedimensionaal wordt gebracht. Daarom is aanvullend hierop een factor nodig die alle dimensies (lxbxh) van een gebouw meeneemt. Daarbij kan gedacht worden aan bijvoorbeeld het [volume](#), het [verliesoppervlakte](#) of de [hoogte](#) van een gebouw.

Van een soortgelijke methode wordt in de huidige eisen aan de energieprestatieberekeningen (BENG-eisen) al gebruik gemaakt. Volgens artikel 5.1 en 5.2 van Bouwbesluit 2012 en artikel 4.148 en 4.149 van Besluit bouwwerken leefomgeving wordt de maximaal toegestane energiebehoefte (BENG 1) van een gebouw gebaseerd op de verhouding tussen het verliesoppervlakte (A_{is}) en het gebruiksoppervlakte (A_g) van een gebouw (A_{is}/A_g). De hoogte van de BENG1-eis is daarmee vormafhankelijk; op een 'minder compact' gebouw is een minder zware eis van toepassing.

Omwille van eenduidigheid en eenvoud heeft het binnen de milieuprestatieberekening de voorkeur aan te sluiten op een dergelijke methodiek. Door diverse bureaus zijn rekenstudies uitgevoerd naar de MPG-uitkomst van referentiegebouwen en er lopen momenteel nog rekensessies (zie opsomming in §2.1 van dit rapport). De resultaten tot nu toe zijn in [bijlage 1 en 4](#) van dit rapport opgenomen. Daar waar mogelijk is een omrekening gemaakt naar de verhouding tussen volume (V) en gebruiksoppervlakte en de verhouding tussen verliesoppervlakte (A_{is}) en gebruiksoppervlakte. In onderstaande tabel is dit voor een selectie van referentiegebouwen weergegeven, voor een volledig overzicht wordt naar de bijlage verwezen:

Referentiegebouw	V / A_g	A_{is} / A_g
Bijeenkomst XL	3,00	1,21
Kantoor XS 100	3,00	2,86
Kantoor XL 2	3,00	0,77
Chalet	2,60	3,44
Tussenwoning S	2,42	1,38
Woongebouw XL (604 studio's)	2,90	0,73

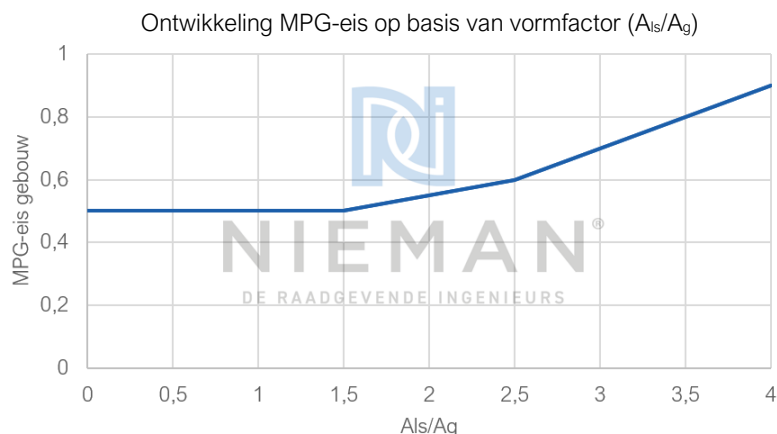
Uit deze eerste verkenning volgt dat het volume bij de meeste gebruiksfuncties onvoldoende inzicht geeft in de daadwerkelijke vorm van het gebouw en de consequenties op de MPG-uitkomst; de verdiepingshoogte is daarin te leidend. Met de verhouding tussen verliesoppervlak en gebruiksoppervlak lijkt dit wel voldoende inzichtelijk te maken. Op de volgende pagina's is daarom een voorstel voor een vormfactor op basis van A_{is}/A_g nader uitgewerkt.

In onderstaande tabel is een voorbeeld gegeven op welke wijze de compactheid van een gebouw op basis van de verhouding A_{ls}/A_g omgerekend kan worden naar een gecorrigeerde MPG-eis. Daarbij is voor nu onderscheid gemaakt tussen de woonfunctie en utiliteitsfuncties, maar extra differentiatie per gebruiksfunctie, zoals ook in de energieprestatiemethodiek gebeurt, is denkbaar (kolom 2 en 3). Daarnaast is het ook mogelijk om naar wens de compactheid in meer of minder staffels uit te drukken (regel 2 t/m 4).

Compactheid	MPGeis woonfunctie	MPGeis utiliteitsfunctie
$A_{ls} / A_g < X$	MPG-eis	MPG-eis
$X \leq A_{ls} / A_g \leq Y$	MPG-eis + Z1 x ($A_{ls} / A_g - X$)	MPG-eis + Z3 x ($A_{ls} / A_g - X$)
$A_{ls} / A_g > Y$	(MPG-eis + Z1) + Z2 x ($A_{ls} / A_g - Y$)	(MPG-eis + Z3) + Z4 x ($A_{ls} / A_g - Y$)

- X = Nader te bepalen grenswaarde vormfactor (compactheid)
- Y = Nader te bepalen grenswaarde vormfactor (compactheid)
- Z1 = Nader te bepalen correctiegetal woonfunctie
- Z2 = Nader te bepalen correctiegetal woonfunctie
- Z3 = Nader te bepalen correctiegetal utiliteitsfunctie
- Z4 = Nader te bepalen correctiegetal utiliteitsfunctie

In onderstaande grafiek is de werking van bovengenoemde correctie op de MPG-eis illustratief in beeld gebracht aan de hand van fictieve getallen. Te zien is dat de MPG-eisafhankelijk is van de verhouding A_{ls}/A_g . Tot een bepaalde vormfactor blijft de eis ongecorrigeerd. Bij een vormfactor tussen bepaalde waarden (X en Y in bovenstaande tabel) vindt er een correctie plaats op de MPG-eis. En bij een vormfactor groter dan waarde Y vindt er een eveneens een correctie plaats maar wordt gewerkt met een ander correctiegetal; daarmee is een grotere of juist minder grotere stijging van de lijn te creëren.



3.3.3 Voorstel (2): A_g

Het besproken voorstel in paragraaf 3.3.2 is voorgelegd aan de klankbordgroep in de bijeenkomst op 12 oktober 2023. Uit deze bijeenkomst is het verzoek gekomen ook aanvullend ook te onderzoeken of er een vormfactor geformuleerd kan worden op basis van enkel het bruto vloeroppervlakte (BVO) of gebruiksoppervlakte (A_g) en zonder de toevoeging van een verliesoppervlakte.

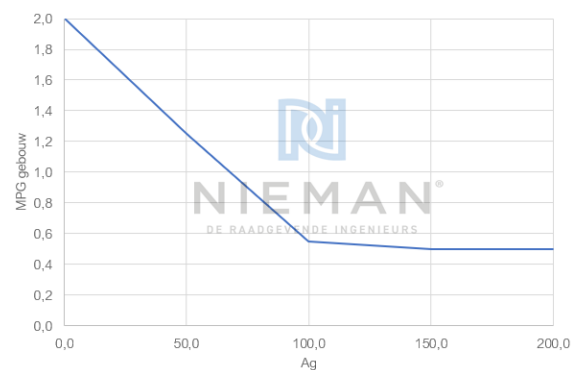
Deze optie is (en wordt) onderzocht voor de aansluiting op het gebruiksoppervlakte, maar niet voor aansluiting op het bruto vloeroppervlakte. Het gebruiksoppervlakte is in de uitvoerende bouwpraktijk alsook in de aansluiting op het Bouwbesluit / Bbl de gebruikte waarde. Het BVO komt in feite alleen in de MPG terug. Vandaar dat de voorkeur sterk naar aansluiting op gebruiksoppervlak gaat (zie ook §2.2.3); dit wordt bij elk project op zowel gebouwniveau als op gebruiksfunctieniveau bepaald. Daarnaast voorziet NEN 2580 al in een eenduidige methode om gemeenschappelijke ruimten naar rato van vloeroppervlak toe te kennen op de aangewezen gebruiksfuncties. Voor BVO geldt dat zowel de bepalingsmethode als toekennen van gemeenschappelijke ruimten om verduidelijk/aanpassing van de norm vraagt.

Een voorstel voor een vormfactor die enkel afhankelijk is van gebruiksoppervlakte kan als volgt ingevuld worden (indicatieve getallen):

Gebruiksoppervlakte	MPGeis woonfunctie
$A_g < 50 \text{ m}^2$	MPG-eis + extra 'MPG-budget 1'
$50 \text{ m}^2 \leq A_g \leq 100 \text{ m}^2$	MPG-eis + extra 'MPG-budget 2'
$A_g > 100 \text{ m}^2$	MPG-eis

Gebruiksoppervlakte	MPGeis utiliteitsfunctie
$A_g < 100 \text{ m}^2$	MPG-eis + extra 'MPG-budget 1'
$100 \text{ m}^2 \leq A_g \leq 500 \text{ m}^2$	MPG-eis + extra 'MPG-budget 2'
$A_g > 500 \text{ m}^2$	MPG-eis

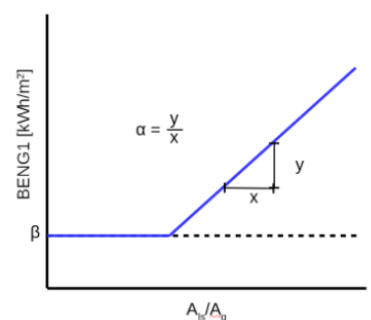
Ontwikkeling MPG-eis op basis van vormfactor (A_g)



3.3.4 Opmerkingen bij voorstellen vormfactoren

Om te komen tot een set van vormfactoren die in elke gebruiksfunctie recht doet aan de compactheid van een gebouw in relatie tot de MPG-uitkomst zijn aanvullende reken-/variantenstudies nodig. De onderstaande aspecten moeten hierin meegenomen worden en verder uitgewerkt worden:

- De vormfactor wordt bij voorkeur op een zo hoog mogelijk abstractieniveau bepaald. Dit betekent dat de vormfactor (A_{is}/A_g of A_g) op gebouwniveau wordt bepaald. Bij de omrekening naar de MPG-eis voor een gebouw met meerdere gebruiksfuncties van verschillende soort wordt deze vormfactor vervolgens gebruikt om per gebruiksfunctie een gecorrigeerde MPG-eis vast te stellen. Ter verduidelijking is in [bijlage 2](#) voor een tweetal gebouwvormen een voorbeeld uitgewerkt waaruit de principewerking van de voorgestelde vormfactoren blijkt. Daarbij is bewust gekozen voor een 'compact' en een 'minder compact' gebouw.
- In aanvulling op het voorgaande punt wordt nog opgemerkt dat het in bepaalde gebouwen voor kan komen dat een gebruiksfunctie met een afwijkende compactheid ten opzichte van de andere gebruiksfuncties die afwijking daarmee effect heeft op de eis van het gehele gebouw.
- Met de vormfactor wordt als het ware een extra 'milieu-budget' gecreëerd. Daarbij is bij het vaststellen van de MPG-eis per gebruiksfunctie alsook de vormfactor nodig dat grondig onderzocht hoe noodzakelijk een vormfactor is ter compensatie van de MPG-eis. Anders gezegd, in basis zou een gebruiksfunctie zonder vormfactor aan de MPG-eis moeten kunnen voldoen en zal een vormfactor alleen nodig zijn in die gebruiksfuncties/gebouwwormen waarbij een duurzaam en efficiënt ontwerp door de opzet van de bepalingsmethode tot een minder gunstige MPG-uitkomst leidt.
- Afhankelijk van de gekozen 'grenswaarde' en 'correctiegetal' kan de systematiek van beide voorstellen eenvoudiger of juist complexer gemaakt worden. Het aantal 'knikpunten' in voorgaande grafieken bepaald in feite de complexiteit. Met één knikpunt en een breed horizontaal deel kan de eis relatief eenvoudig worden gehouden. Hoe breder de rechte lijn, hoe meer gebouwen te maken hebben met een ééngetalswaarde als eis. Door meerdere knikpunten en stijgende of dalende lijnen te kiezen, kan de eis scherper gesteld worden, maar zal deze minder eenvoudig zijn. Aan de hand van reken-/variantenstudies zal dit nader onderzocht moeten worden. Een soortgelijk onderzoek is destijds ook voor de BENG-eisen uitgevoerd, zie hiervoor het rapport 'Advies BENG-eisen woningbouw' van RVO (d.d. 27 mei 2019).
- Mede bepalend hierbij zijn de beoogde grenswaarden van de MPG-eisen die per 1 januari 2025 mogelijk gaan gelden. Dit valt buiten de scope van dit onderzoek.
- In [hoofdstuk 4](#) is alvast een eerste voorstel gedaan voor mogelijke grenswaarden voor compactheid en bijbehorende correctiegetallen.



- Vooralsnog is om praktische redenen in het eerste voorstel aansluiting gezocht op de compactheidsfactor vanuit de energieprestatieberekeningen (A_{is} / A_g). Voor de eenvoud van de bouwregelgeving is namelijk de wens om zoveel mogelijk aan te sluiten op bestaande systematieken. Of dit een werkbare en robuuste vormfactor oplevert, vraagt wel om nader onderzoek/inijking. Hierbij merken wij het volgende op:
 - De in de energieprestatiemethodiek berekende verliesoppervlakte (A_{is}) betreft *het totaal van de oppervlakten van alle constructies van een gebouw die rekenzones omsluiten en waardoor thermische energie naar of vanuit het buitenklimaat of naar of vanuit aangrenzende ruimten wordt getransporteerd*.
 - Dit betekent dat naast de schiloppervlakken die grenzen aan buiten of bodem ook interne scheidingen worden meegenomen die grenzen aan onverwarmde ruimten of sterk geventileerde ruimten. Ook wordt de vloeroppervlakte van een vloer boven een kruipruimte gecorrigeerd meegenomen (factor 0,7). De verliesoppervlakte zoals volgt uit de energieprestatieberekening komt dus niet altijd overeen met de buitenwerkse gebouwmaten / werkelijke gebouwworm bepaalde oppervlakte (ofwel oppervlakte van de uitwendige scheidingsconstructie).
 - Daarnaast kan het voorkomen dat in een gebouw 'niet energieprestatieplichtige gebruiksfuncties' liggen. Deze functies liggen buiten de thermische zone van een gebouw, waardoor ook het verliesoppervlak van deze functies buiten beschouwing blijft. Voorbeelden hiervan zijn de industriefunctie, overige gebruiksfunctie en bouwwerken geen gebouw zijnde. Ook zijn er specifieke regels waarbij gebouwdelen buiten beschouwing van een energieprestatieberekening gelaten moeten worden zoals bijvoorbeeld in het geval van (grote) technische ruimten met installaties die ten dienste staan van een gebruiksoppervlakte van meer dan 500 m² aan energieprestatieplichtige gebruiksfuncties.

Uit voorgaande opsomming kan opgemaakt worden dat een 'eigen' (specifiek voor de MPG bedoelde) compactheidsfactor een zuivere benadering zou geven. Daarbij ligt het dan voor de hand om het verliesoppervlakte te definiëren als het totaal van de oppervlakten van alle constructies die grenzen aan buitenlucht en kruipruimte / bodem, uitgedrukt in bijvoorbeeld de term ' A_{usc} '. Hierbij worden alleen de uitwendige constructie (USC) meegenomen op gebouwniveau en blijven interne scheidingsconstructies, zoals woningscheidende wanden of wanden aan aangrenzend onverwarmde ruimten, buiten beschouwing voor het bepalen van de A_{usc} .

Het ministerie van BZK is echter voornemens om niet aan te sluiten bij de introductie van de vormfactor A_{usc}/A_g maar om in het voorstel voor de vormfactoren uit te blijven gaan van de verhouding A_{is}/A_g . Dit voornemen is ter beperking van de lastendruk, de eenvoud van het systeem en de momenteel beschikbare tijd.

3.3.5 Slot

In hoofdstuk 4 is aan de hand van de referentiegebouwen van DGMR en LBP Sight een eerste studie gedaan naar mogelijke vormfactoren op basis van de verhouding A_{ls}/A_g alsook op basis van A_g . Met het voorstel van een vormfactor op basis van de verhouding A_{ls}/A_g wordt de volledige geometrie van een gebouw in rekening gebracht (driedimensionaal).

Het voorstel van een vormfactor op basis van enkel het A_g levert niet het gewenste driedimensionale effect in alle gebruiksfuncties; weliswaar lijkt dit voor kleine woonfuncties (grondgebonden woningen en met name appartementen) een werkbare oplossing, maar voorzien wij in met name de andere gebruiksfuncties een beperking van deze benadering. Een belangrijke voorwaarde is wel dat de voorgestelde systematiek voor alle gebruiksfuncties moet gaan gelden. Verschillende systematieken voor verschillende (sub)gebruiksfuncties kan andere uitdagingen met zich mee brengen.

In de momenteel lopende validatiestudie wordt onderzocht of de parameter A_g voldoende bruikbaar is voor een vormfactor op alle gebruiksfuncties. Datzelfde geldt overigens ook voor de compactheidsfactor A_{ls}/A_g .

3.4 Aspect 'locatie'

3.4.1 Inleiding

Het aspect 'locatie' is gericht op de constructieve aspecten van een gebouw en in dit onderzoek met name op de funderingsconstructie. Uitgangspunt daarbij is dat het vanuit de bouwregelgeving wenselijk is dat een gebouw op locatie A een zelfde MPG-uitkomst geeft als hetzelfde gebouw op locatie B. Omdat de constructieve invulling in het geval van locatie A kan afwijken van locatie B moet er, voor het behalen van eenzelfde MPG-uitkomst, op een manier een correctie plaatsvinden.

Uit het door Bouwen met Staal uitgevoerde onderzoek 'MPG grenswaarde voor industriehallen' van 27 mei 2020 volgt dat de invloed van een windgebied op de (hal)constructie (en daarmee MPG-uitkomst) verwaarloosbaar klein is. Dat betekent dat de locatie afhankelijke aspecten met name afhankelijk zijn van de draagkracht van de grond. En dat andere locatie afhankelijke aspecten, zoals windbelasting, geluid en brand- en explosiegebieden, in dit kader als niet relevant beschouwd kunnen worden.

Het aanbrengen van een fundering is geen luxe, maar een noodzaak om de levensduur van het gebouw te borgen. De hoeveelheid materiaal in de fundering is afhankelijk van diepte waarop een voldoende draagkrachtige laag in de grond aanwezig is (lengte van de palen), en de draagkracht van die laag (oppervlakte (en dus ook aantal) palen en type fundering. Een onderdimensionering van de fundering kan nadelige gevolgen hebben voor de milieuprestatie van het gebouw. Het falen van de fundering kan de gebruiksduur van de in het gebouw verwerkte bouwproducten en installaties en de bruikbaarheid van het gebouw door scheefstand verbuiging en scheurvorming beperken.

Het is niet gerechtvaardigd dat bij het bepalen van de MPG van een gebouw wordt voorbijgegaan aan de omvangrijke fundering bij een gebouw op het veen, ten opzichte van de relatief beperkte fundering bij een gebouw op het zand.

Aanvullend aan het locatie-aspect speelt ook de hoogte van een gebouw een rol bij de toe te passen funderingsconstructie maar daar is al meer sprake van een eerlijk speelveld. Daarbij bevat een hoger gebouw over het algemeen ook meer bouwlagen waardoor de gebruiksoppervlakte toeneemt. Uitzonderingen van bijvoorbeeld industriehallen daargelaten.

Om de impact van het voorgaande te kunnen duiden is allereerst aan de hand van de nu beschikbare resultaten van de reken-/variantenstudies van andere bureaus de invloed van de fundering op de MPG-uitkomst inzichtelijk gemaakt. Dit overzicht is in [bijlage 1](#) van dit rapport opgenomen. In onderstaande tabel is dit voor een vijftal referentiegebouwen weergegeven:

Referentiegebouw	MPG fundering €/m²BVO.jaar	%-fundering (MPG minimum) ¹⁾	MPG totaal minimum €/m²BVO.jaar	%-fundering (MPG maximum) ¹⁾	MPG totaal maximum €/m²BVO.jaar
Bijeenkomst XL	0,016	3%	0,557	3%	0,637
Kantoor XS 100	0,152	16%	0,956	9%	1,736
Kantoor XL 2	0,057	8%	0,721	7%	0,774
Chalet	0,125	12%	1,020	9%	1,336
Tussenwoning S	0,028	6%	0,461	5%	0,521
Woongebouw XL (604 studio's)	0,032	6%	0,554	4%	0,764

¹⁾ Met het MPG minimum wordt bedoeld de MPG-berekening zoals opgesteld door DGMR met het (energetische) maatregelenpakket dat de laagste MPG behaalt en met MPG maximum het maatregelenpakket dat de hoogste MPG behaalt.

Aanvullend hierop is in onderstaande tabel enkele resultaten weergegeven van een door Nieman Raadgevende Ingenieurs uitgevoerd onderzoek naar specifiek de onderwijsfunctie en gezondheidszorgfunctie (Onderzoek uitbreiding grenswaardes milieuprestatiegebouwen (MPG), gedateerd 24 augustus 2020). In dit onderzoek is gerekend met de daadwerkelijk toegepaste funderingsconstructie. Daarbij is gebruik gemaakt van de as-built tekeningen van de funderingsconstructie.

Referentiegebouw	Aandeel milieubelasting van de fundering t.o.v. totale milieubelasting van het gebouw
Onderwijs BB-niveau	32%
Onderwijs werkelijk niveau	22%
Onderwijs energieneutraal	23%
Onderwijs verdubbelen aantal bouwlagen	24%
Onderwijs verzwaring fundering 25%	36%
Onderwijs verlichting fundering 25%	28%
Gezondheidszorg BB-niveau	24%
Gezondheidszorg werkelijk niveau	21%
Gezondheidszorg energieneutraal	21%
Gezondheidszorg verdubbelen aantal bouwlagen	24%
Gezondheidszorg bouwbreedte x2	24%
Gezondheidszorg verzwaring fundering 25%	26%
Gezondheidszorg verlichting fundering 25%	22%

Uit deze resultaten kan het volgende geconcludeerd worden:

- De invloed van de fundering is substantieel en varieert van een aantal procenten tot uitschieters boven de 25%.
- Daarbij lijkt dat bij kleinere bouwwerken het aandeel van de milieubelasting als gevolg van de fundering in percentages groter is. Dit betekent dat met de [vormfactor](#), zoals in vorige paragraaf toegelicht, al een eerste correctie in dergelijke bouwwerken gerealiseerd is.
- Het aandeel van de funderingsconstructie wisselt sterk in de verschillende referentiegebouwen. Hierbij wordt opgemerkt dat voor het bepalen van de benodigde hoeveelheid funderingsbalken van de utiliteitsfuncties in het onderzoek van DGMR en LBP Sight is uitgegaan van '[Model Bepaling Hoeveelheden Hoofddraagconstructie \(BHH-model\)](#)' van IMD Raadgevende ingenieurs.
- De ontvangen gegevens zijn niet verbonden aan gegevens over de bodemgesteldheid, zoals sonderingsgegevens. In de hiervoor genoemde onderzoeken is conform opgave van IMD een funderingsconstructie ingevoerd die representatief staat voor gebouwen in het westen van Nederland.
- In de referentieberekeningen is geen variant beschikbaar met een fundatie op staal.
- In samenspraak met IMD is door RVO een analyse gedaan bij een verdubbeling van de paallengte.

Dit zorgt in absolute zin voor een toename van:

- € 0,02 voor de eengezinswoningen (tussenwoning M als uitzondering met 0,04)
- € 0,03 – 0,05 voor de woongebouwen
- € 0,06 voor het chalet
- € 0,01 – 0,04 voor de kantoren
- € 0,02 – 0,05 voor de ander gebruiksfuncties.

3.4.2 Voorstel

Uit voorgaande analyse volgt dat de invloed van de fundering op de MPG-uitkomst behoorlijk groot kan zijn en dat dit per locatie kan verschillen. Met de nu beschikbare data is het echter nog niet mogelijk om locatiefactoren vast te stellen die de invloed van de fundering op de MPG-uitkomsten mogelijk kunnen corrigeren. Daarvoor is aanvullend onderzoek nodig naar andere funderingsconstructies (anders dan funderingspalen), de invloed van de hoogte op de fundering, de draagkracht van de grond, etc. Daarbij wordt ook opgemerkt dat dit ook met name een politieke keuze betreft en niet iets is wat uit de gebouweigenschappen kan volgen (zoals bij een vorm- of gebruiksfactor wel het geval is).

Vooruitlopend op het in de voorgaande alinea genoemde onderzoek is onderstaand een [aantal opties](#) omschreven op welke wijze verschillen in (funderings-)constructie bij gebouwen op verschillende locaties eventueel binnen de MPG-systematiek als locatiefactor meegewogen kunnen worden:

- a) Rekenen met de daadwerkelijke funderingsconstructie waarbij bij het vaststellen van de grenswaardes van de MPG-eis voldoende rekening is gehouden met de aanwezigheid van gebieden met minder draagkrachtige grond en/of het feit dat heden ten dage vaak hogere gebouwen worden gebouwd om daarmee te voorzien in extra woningen. Anders gezegd, met de gekozen grenswaarden aangevuld met vormfactoren zullen de meeste gebouwen overal in Nederland gebouwd kunnen worden, binnen de grenzen van de MPG. Voor een groot deel van de gebouwen leidt deze aanpak tot een relatief soepele eis.
- b) Mocht om politieke redenen het standpunt zijn dat er sprake moet zijn van een 'gelijk speelveld' (dus locatie onafhankelijk) dan kan overwogen worden om in de MPG-systematiek in basis een forfaitaire waarde voor de funderingsconstructie op te nemen. Dit is bijvoorbeeld mogelijk door schaduwkosten van een fundering (MKI) automatisch vast te stellen op basis van het aandeel gebruiksoppervlak, vloeroppervlak of omtrek van een gebouw. Daarbij is het dan raadzaam om uit te gaan van 'ongunstige waardes' waardoor er een prikkel blijft voor ontwerpende/bouwende partijen die duurzame funderingsconstructies willen toepassen.
- c) Aanvullend op het voorgaande punt, in de methodiek van de energieprestatie (BENG) wordt een deel van het warmteverlies ter plaatse van de aansluiting fundering via een forfaitaire waarde verrekend worden. Dit gaat op basis van de zogenaamde 'perimeter'. Mogelijk kan aan deze perimeter ook een forfaitaire waarde voor de fundering gekoppeld worden.
- d) Het vaststellen van een MPG-eis afhankelijk van de draagkracht van de grond. Dit kan enerzijds door aparte MPG-eisen per locatie vast te stellen of, vergelijkbaar met de vormfactor, een locatiefactor toe te voegen waarmee 'extra milieubudget' wordt verkregen. In hoeverre dit wenselijk is, wordt betwijfeld, mede doordat de hiervoor beschikbare informatie (draagkracht van de grond) ten tijde van de aanvraag omgevingsvergunning veelal nog niet beschikbaar is.
- e) Het volledig verwaarlozen van de fundering door dit onderdeel uit de MPG-berekening te halen. Gezien de milieu-impact van de fundering, ook op de totale MPG-uitkomst, lijkt dit echter niet wenselijk omdat dan de prikkel ontbreekt om aan de materialisatie van de fundering aandacht te besteden.
- f) Het vaststellen van een afzonderlijke MPG-eis voor de fundering. Daarbij wordt alvast opgemerkt dat hiermee het veronderstelde knelpunt (geen gelijk speelveld) niet opgelost wordt en dat er dan nog steeds behoefte kan zijn aan een locatiefactor.

Op grond van de nu beschikbare inzichten wordt geadviseerd om uit te gaan van optie a. Met goed gekozen vormfactoren kan juist in de kleinere/hogere bouwwerken voor extra milieubudget gezorgd worden waarmee dergelijke bouwwerken binnen de kaders van de MPG-eis gerealiseerd kunnen worden. Bij toekomstige aanscherpingen van de MPG kan desgewenst wel een locatiefactor aan de bouwregelgeving toegevoegd worden; daarvoor is aanvullend onderzoek nodig.

3.5 Aspect 'gebruik'

3.5.1 Inleiding

Het laatste aspect 'gebruik' heeft betrekking op het efficiënt gebruik van een gebouw. Vanuit milieuoogpunt is een zo efficiënt gebruik van een gebouw het meest duurzaam. Dit is echter sterk afhankelijk van de betreffende gebruiksfunctie en het bijbehorende gebruik, een aantal voorbeelden:

- Een Tiny House zou aanzienlijk duurzamer uit een milieuprestatieberekening moeten komen in vergelijking met een grote vrijstaande woning ("geconcentreerde bruikbaarheid"). Aan de andere kant is de impact van installaties en deels ook de bouwkundige schil juist in een Tiny House groter omdat er relatief veel materialen nodig zijn voor een klein oppervlak / klein aantal personen. Daarnaast zijn bij tiny houses installaties vaak over-gedimensioneerd, omdat de kleine capaciteiten die nodig zijn niet worden geleverd of omdat een maatwerkinstallatie relatief duur is.
- In een gebouw voor opslag van goederen zorgt de hoogte juist voor een efficiënt gebruik van de betreffende gebruiksfunctie (industriefunctie) waarmee de extra benodigde materialen in buitengevels en constructies vanuit milieuoogpunt te rechtvaardigen zijn.
- In andere gebouwen daarentegen moet de extra hoogte juist als 'luxe' bestempeld worden en daarmee juist negatief voor de milieu-impact. Denk hierbij aan vides of hoge bijeenkomstfuncties of woningen met een hogere verdiepingshoogte.
- Een gebouw met een relatief hoog percentage aan gebruiksoppervlakte aangemerkt als verblijfsgebied is relatief efficiënt, ook uit oogpunt van milieuprestatie. Dit gezien het gegeven dat alleen het als verblijfsgebied aangemerkte deel geschikt is voor de voor de gebruiksfunctie kenmerkende activiteiten. Een gebouw met 90% aan verblijfsgebied is aanzienlijk efficiënter dan 55% (grenswaarde woonfuncties) of minder. Kanttekening hierbij is vanzelfsprekend wel dat dit extra verblijfsgebied dan ook daadwerkelijk gebruikt moet worden voor de kenmerkende activiteiten van

die gebruiksfunctie. Zo heeft een grote woonkamer in een éénpersoonshuishouden vanzelfsprekend een negatieve milieu-impact.

Naast de specifieke vorm van een gebouw kan ook het gebruik invloed hebben op de milieu-impact. Denk hierbij aan de volgende gebruiksfuncties:

- Tiny House (zie ook vorig punt): het toepassen van bijvoorbeeld een individuele warmtepomp voor een 1-2 persoons huishouden is vanuit de milieu-impact minder efficiënt.
- In een gezondheidszorgfunctie met bedgebied is veelal, om aan alle gebruikswensen te kunnen voldoen, sprake van een hogere verdiepingshoogte waarin alle installaties geïntegreerd kunnen worden. Soms is er sprake van een extra installatie (tussen)vloer. Daarnaast zijn er ook vaak extra of zwaardere bouwkundige maatregelen nodig. Denk aan extra (al dan niet verzwaarde) binnenwanden, zwaardere vloer- en funderingsconstructies voor alle medische apparatuur.
- In een industriefunctie kunnen ook extra maatregelen nodig zijn om het proces mogelijk te maken. Denk hierbij aan een zwaardere draagconstructie voor een kraanbaan of een zwaardere vloerconstructie voor proces installaties, maar ook aan extra ventilatievoorzieningen voor het afvoeren van door procesgerelateerde binnenlucht verontreinigende activiteiten. Vanuit de demarcatie van de MPG-berekening moeten deze materialen (deels) wel in de MPG-berekening meegewogen worden.

De vraag die dus voorligt, is hoe een efficiënt gebruik van een gebouw positief gewaardeerd wordt in de MPG-uitkomst maar ook hoe een inefficiënt gebruik juist afgestraft wordt. Dit wordt mogelijk nog relevanter op het moment dat de gebruikseisen (minimaal aandeel verblijfsgebied) voor utiliteitsgebouwen in het BBL komen te vervallen.

3.5.2 Nadere toelichting achtergrond

Volgens de toelichting op artikel 44 van het Bouwbesluit 1992 wordt de efficiëntie van een woning bepaald door de verhouding tussen vloeroppervlakte aan verblijfsgebied en de gebruiksoppervlakte van de woning (zie artikel 214 Bouwbesluit 1992, voor niet tot bewoning bestemde gebouwen, ofwel utiliteitsbouw). De toelichting op artikel 44 zegt daarover het volgende: Ten einde te bewerkstelligen dat in een woning voldoende ruimte aanwezig is voor het kunnen verrichten van de belangrijkste, voor het wonen kenmerkende activiteiten - zitten, koken, eten en slapen - bepaalt het eerste lid dat ten minste 55% van de gebruiksoppervlakte van de woning, met een minimum van 24 m², tot het verblijfsgebied

moet behoren. Dit percentage sluit aan op de gangbare woningproductie en biedt een redelijke ontwerp-marge tussen een optimaal en een, al of niet bewust, minder efficiënt ingedeelde woning.” [De toelichting 214 geeft een overeenkomstige redenering met de lesruimten in een onderwijsgebouw als voorbeeld.]

De minimumeis voor efficiëntie, de zogenoemde 55 % eis, is verbonden aan elke gebruiksfunctie waarbij de kenmerkende activiteit in een verblijfsgebied plaatsvindt. Bij een gebruiksfunctie voor niet aan het verblijven van personen verbonden kenmerkende activiteiten kan als maatstaf voor efficiëntie worden uitgegaan van het gebruiksgebied. Zie daarvoor de definities van verblijfsgebied en gebruiksgebied.

Om de voor een gebruiksfunctie kenmerkende activiteiten te kunnen verrichten, is niet de gebruiksoppervlakte, of het brutovloeroppervlakte, maar de vloeroppervlakte aan gebruiksgebied maatgevend. Hoe groter het gedeelte aan gebruiksoppervlakte is, dat is aangemerkt als gebruiksgebied, hoe efficiënter het gebouw is.

Dit maakt dat niet de brutovloeroppervlakte maar de vloeroppervlakte aan gebruiksgebied, de bepalende factor is voor de uit oogpunt van het milieu efficiënte inzet van materialen in een bouwwerk. Op gebruiksfunctieniveau bezien zou deze efficiëntie tot uitdrukking gebracht kunnen worden in een vormfactor die voor die gebruiksfunctie recht doet aan het percentage van gebruiksoppervlakte dat is aangemerkt als gebruiksgebied.

3.5.3 Voorstel

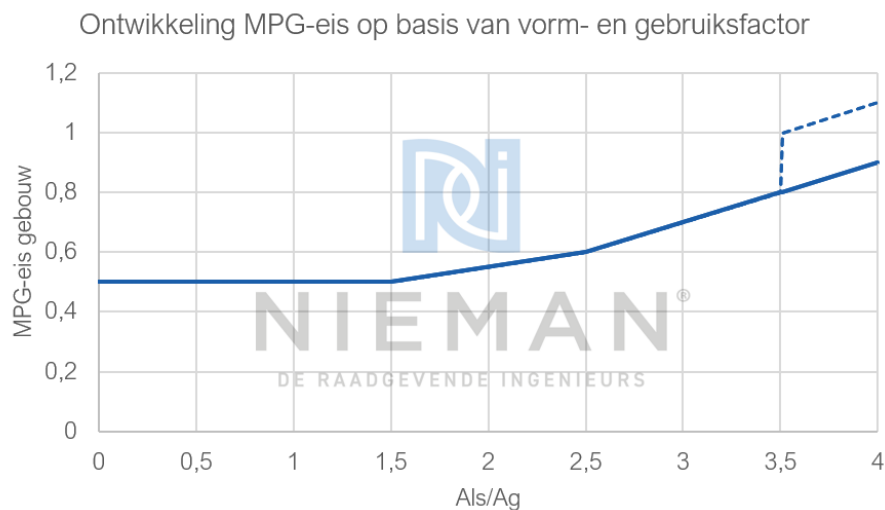
Door middel van een goed gekozen vormfactor, gebaseerd op de vorm/compactheid van een gebouw kan een efficiënt gebruik van een gebouw in de MPG-berekening al gewaardeerd worden (zie §3.3 van dit rapport). Anders gezegd, een dergelijk gebouw wordt niet ‘afgestraft’ door een dusdanig hoge MPG-uitkomst waarmee niet aan de MPG-eis wordt voldaan. Daarentegen moet worden voorkomen dat gebouwvormen ten onrechte gecorrigeerd door toepassing van de vormfactor. Vandaar dat de uiteindelijk gekozen vormfactoren met adequate variantenstudies gevalideerd moeten zijn.

Aanvullend op het vorig punt kan de toepassing van vorm-/gebruiksfactoren voor bepaalde (sub)gebruiksfuncties verfijnd worden door inpassing van [gebruiksfactoren](#) (een zogenaamd “milieubudget” uitgedrukt in een gebruiksfactor). Denk hierbij aan:

- Het toekennen van een extra gebruiksfactor voor kleine woonfuncties (bijvoorbeeld met een GO < 50 m²). Hiermee krijgen bijvoorbeeld Tiny Houses of kleine studio’s een extra milieubudget, ongeacht de vorm. Hiermee kan in de MPG-uitkomst gecorrigeerd worden dat bouwkundige componenten én installaties in (zeer) kleine woonfuncties verhoudingsgewijs een veel grotere invloed op de uitkomst

hebben. Benadrukt wordt dat dit voornamelijk een politieke keuze betreft omdat de bouw van dit soort kleine woningen een oplossing kan zijn in het huidige woningtekort.

- Bepaalde hoge gebouwen die op grond van het gebruik die hoogte kunnen rechtvaardigen kunnen ook een extra toeslag krijgen in de vorm van een hoogtefactor (bijvoorbeeld industrie functies hoger dan 20 meter). Ook dit betreft deels een politieke keuze omdat hoogte deels in strijd is met de gestelde milieudoelen.
- Gebruiksfuncties die meer/extra materialen/constructies/installaties nodig hebben voor het specifieke gebruik krijgen een extra toeslag waardoor de MPG-eis iets minder zwaar wordt. Advies is wel om dit slechts zeer beperkt toe te passen, dus hooguit bij bijvoorbeeld gezondheidszorgs- en industrie functies. Eventueel is dit ook op te lossen in de nog vast te stellen grenswaarden voor dergelijke gebruiksfuncties.
- Voorgaande gebruiksfactoren kunnen als volgt toegevoegd worden aan de in §3.3 omschreven vormfactoren, zie onderstaande grafiek. Daarbij krijgen bepaalde gebruiksfuncties/gebouwtypen een extra 'milieubudget' indien dit gerechtvaardigd wordt door een duurzaam gebruik.



Op grond van de nu beschikbare inzichten wordt geadviseerd om voor nu geen aparte gebruiksfactor aan de systematiek toe te voegen. Met goed gekozen vormfactoren kan voor voldoende milieubudget gezorgd worden, ook in de bouwwerken waar het specifieke gebruik voor een hogere MPG-uitkomst zorgt. Bij toekomstige aanscherpingen van de MPG kan desgewenst wel een gebruiksfactor aan de bouwregelgeving toegevoegd worden; daarvoor is aanvullend onderzoek nodig.

Hoofdstuk 4 Uitwerkingen vorm-/gebruiksfactoren

4.1.1 Uitwerking

Dit hoofdstuk bevat een eerste studie naar de mogelijke vorm- en gebruiksfactoren op basis van voorstel 1 en voorstel 2 uit paragraaf 3.3. Deze uitwerking is gebaseerd op de nu beschikbare resultaten van de rekenstudies van andere bureaus. Een volledig overzicht is in [bijlage 4](#) van dit rapport opgenomen.

Voorstel 1: Vormfactor op basis van A_{ls}/A_g

Voor de “X-Y-Z-tjes” in de formules uit §3.3.2 is een concreet voorstel gedaan. Hierbij wordt opgemerkt dat de differentiatie in compactheidscategorieën is gereduceerd tot twee categorieën. Dit op verzoek van het ministerie van BZK.

Compactheid	MPGeis woonfunctie	MPGeis utiliteitsfunctie
$A_{ls} / A_g \leq X$	$\leq$ MPG-eis	$\leq$ MPG-eis
$A_{ls} / A_g > X$	$\leq$ MPG-eis + $Z1 \times (A_{ls} / A_g - X)$	$\leq$ MPG-eis + $Z2 \times (A_{ls} / A_g - X)$

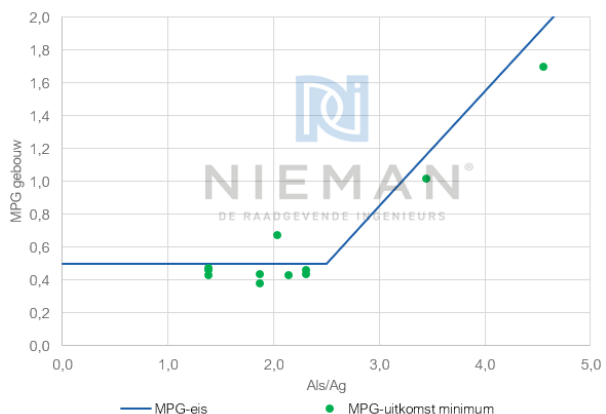
- X = Nader te bepalen grenswaarde vormfactor (compactheid)
 - Y = Nader te bepalen grenswaarde vormfactor (compactheid)
 - $Z1$ = Nader te bepalen correctiegetal woonfunctie
 - $Z2$ = Nader te bepalen correctiegetal utiliteitsfunctie
-
- Uit de nu beschikbare rekenresultaten van de referentiegebouwen is de gemiddelde compactheid (A_{ls}/A_g) herleid:
 - Woonfuncties, niet gelegen in woongebouw exclusief tiny houses: 1,85
 - Woonfuncties gelegen in woongebouw: 0,86
 - Tiny Houses: >3,5
 - Kantoorfuncties: 1,4
 - Andere utiliteitsfuncties: 1,4
 - Rekenstudies naar de industrie functie en overige gebruiksfunctie ontbreken nog. Verwacht wordt dat in deze gebruiksfuncties sprake is van een grote spreiding in compactheid
 - Op grond van deze gemiddelde compactheid is voor nu ingeschat dat voor een [woonfunctie, niet gelegen in een woongebouw](#) bij een verhouding van A_{ls}/A_g kleiner dan 2,5 geen vormfactor nodig is. Vanaf de verhouding A_{ls}/A_g groter dan 2,5 is een correctie wel wenselijk.
 - Voor de [woongebouwen](#) lijkt een correctie al wenselijk bij een verhouding van A_{ls}/A_g groter dan 0,5.

- Voor **kantoorfuncties** is een inschatting gemaakt dat een correctie wenselijk is vanaf een vormfactor A_{ls}/A_g groter dan 1,5.
- Tiny Houses of kleine studio's in woongebouwen vragen nog om extra aandacht. Daarbij kan gedacht worden aan toepassing van een in §3.5 omschreven gebruiksfactoren.
- Voor de andere utiliteitsfuncties is voor nu nog geen voorstel gedaan. Dit is onderdeel van een vervolgstudie naar validatie van de waarden.
- Op het overzicht in **bijlage 4** is per referentiegebouw de op basis van de vorm en gebruiksfactoren gecorrigeerde MPG-eis weergegeven en vergeleken met de nu berekende MPG-uitkomst. Hierbij wordt opgemerkt dat voor nu is uitgegaan van onderstaande aangenomen bijgestelde MPG-eisen per gebruiksfunctie:
 - Woonfuncties $MPG \leq 0,5$ (mogelijkheid tot ophogen van waarde voor Woongebouwen, in uitwerking gerekend met 0,6)
 - Kantoorfuncties $MPG \leq 0,85$
 - Andere functies $MPG \leq 1,0$

Woonfuncties, niet gelegen in een woongebouw

- In de hieronder getoonde grafiek is met groene stippen de uitkomst weergegeven van de MPG-berekeningen van de referentiegebouwen zoals doorgerekend door DMGR en LBP Sight (Statisch en Dynamisch model MPG – BENG. Uitwerking BENG-referentiegebouwen woningen en kantoren ten behoeve van milieuprestatie gebouwen. DGMR, LBP Sight en RVO, gedateerd 26 september 2023). Daarbij is de weergave de minimale MPG-uitkomst.
- Aan het overzicht is één tiny house toegevoegd uit het projectenbestand van Nieman. Deze tiny house heeft een compactheid van 4,55 en een MPG-uitkomst van 1,699.

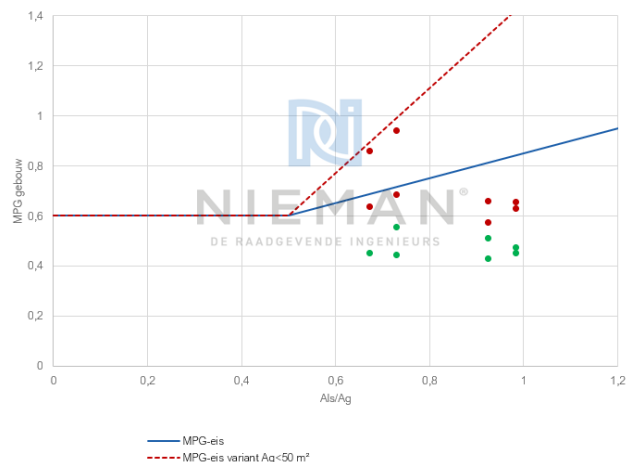
Compactheid	MPGeis woonfunctie niet gelegen in woongebouw
$A_{ls} / A_g \leq 2,5$	0,5
$A_{ls} / A_g > 2,5$	$0,5 + 0,7 \times (A_{ls} / A_g - 2,5)$



Woonfuncties, gelegen in een woongebouw

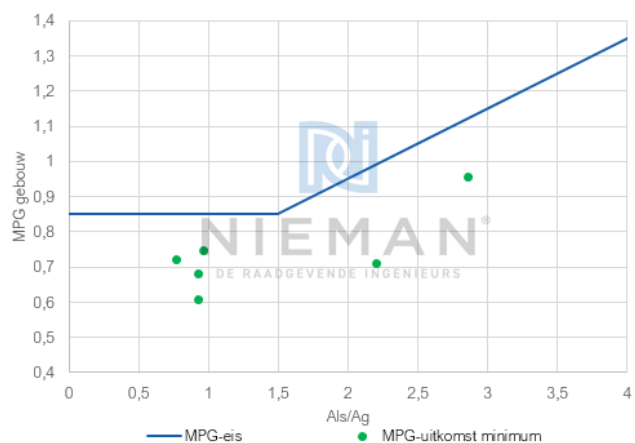
- Er is ruimte in de bouwregelgeving om voor woongebouwen een afwijkende basis eis te introduceren. Uit de doorgekende referentiegebouwen volgt dat woongebouwen veelal een hogere MPG-uitkomst geven dan grondgebonden woningen. Voor woonfuncties in een woongebouw is de basislijn van de MPG-eis daarom opgehoogd naar 0,6 in plaats van het voorstel van 0,5 voor andere woonfuncties. Uiteraard betreft onderstaande voorbeeld een indicatief voorbeeld en zullen uiteindelijke waarden met een verder validatiestudie onderbouwd moeten worden.
- In de weergegeven grafiek zijn de referentiegebouwen getoond met een onderscheid in rode en groene punten. De rode punten staan hierbij voor de MPG-berekeningen met een individueel installatieconcept en de groene punten geven de MPG-berekeningen aan met een collectief installatieconcept.
- Verder is voor nu een onderscheid geïntroduceerd voor woongebouwen met woonfuncties kleiner dan 50 m² gebruiksoppervlakte. Ook hiervoor moet verdere validatie plaatsvinden.

Compactheid	MPGeis woonfunctie, gelegen in woongebouw
$A_{ls} / A_g \leq 0,5$	0,6
$A_{ls} / A_g > 0,5$	A_g woonfuncties > 50 m²: $0,6 + 0,5 \times (A_{ls} / A_g - 0,5)$ A_g woonfuncties ≤ 50 m²: $0,6 + 1,7 \times (A_{ls} / A_g - 0,5)$



Kantoorfuncties

Compactheid	MPGeis woonfunctie niet gelegen in woongebouw
$A_{ls} / A_g \leq 1,5$	0,85
$A_{ls} / A_g > 1,5$	$0,85 + 0,2 \times (A_{ls} / A_g - 1,5)$

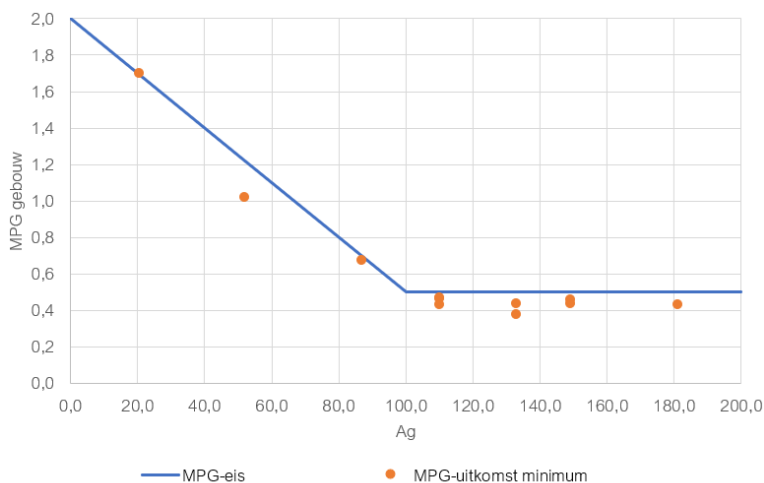


- Uit de naar compactheid gecorrigeerde MPG-eisen volgt dat met de voorgestelde vorm- en gebruiksfuncties een groter aantal referentiegebouwen aan de voorgestelde MPG-eisen kan voldoen, zie ook het overzicht in bijlage 4.
- De nu gekozen correcties waardes zullen in een volgende fase door middel van adequate validatiestudie definitief vastgesteld moeten worden.

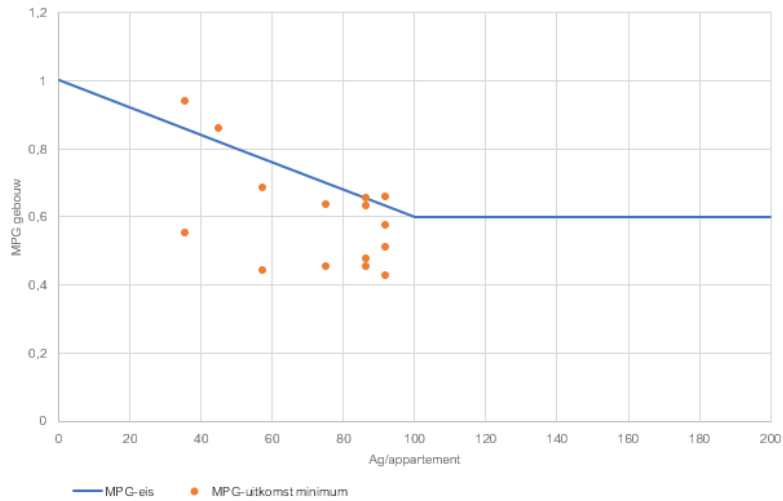
Voorstel 2: Vormfactor op basis van A_g

Op verzoek van de klankbordgroep is ook onderzocht of de MPG-uitkomsten van de referentiegebouwen te relateren zijn aan enkel het gebruiksoppervlakte A_g . In onderstaande grafieken is dit voorstel weergegeven voor de woonfunctie (wel en niet gelegen in een woongebouw) en de kantoorfunctie. Hierbij wordt opgemerkt dat dit een eerste weergave betreft en dat er bij verdere validatie onderzocht wordt of deze methode bruikbaar is voor alle gebruiksfuncties en welke formules gekoppeld moeten worden aan het verloop van de grafiek. Met oranje punten zijn de resultaten van de MPG-berekeningen van de referentiegebouwen weergegeven. (Relatief) kleine gebruiksfuncties worden in deze methode gecorrigeerd en naarmate de gebruiksfunctie een groter gebruiksoppervlakte heeft is de correctie kleiner of wordt er niet gecorrigeerd.

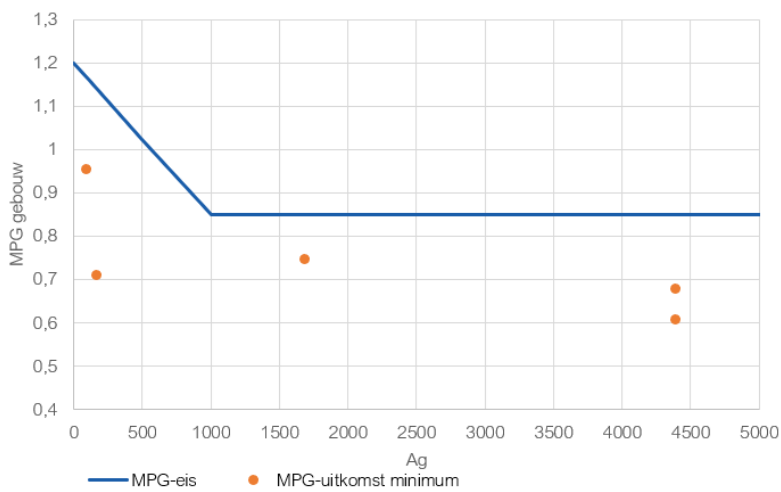
Woonfunctie, niet gelegen in een woongebouw



Woonfunctie, gelegen in een woongebouw



Kantoorfunctie



4.1.2 *Benodigde aanvullende onderzoeken*

Om het principevoorstel te kunnen uitwerken tot onderdeel van een wettelijk voorschrift is een robuust en degelijk onderzoek nodig. Belangrijke factoren daarbij zijn de kwantiteit, de diversiteit en de kwaliteit van de beschikbare gegevens. Gegeven het tijdspad zal daarbij primair moeten worden uitgegaan van beschikbare bronnen, zij het dat daarbij zullen ook recente inzichten aangaande de demarcatie en andere toepassingsvoorwaarden voor de bepalingmethode moeten worden meegewogen. Dit vraagt onder meer om een nadere afstemming met en tussen partijen die de (praktijk)gegevens genereren en aanleveren.

Verder is er in het voorgaande onderzoek op basis van beschikbare praktijkgegevens geconstateerd dat er tussen grondgebonden woningen en woningen in een woongebouw een verschil in uitkomsten is geconstateerd dat eerder te relateren is aan de subgebruiksfunctie woonfunctie in een woongebouw en subgebruiksfunctie niet gelegen in een woongebouw dan aan een vormfactor.

De onderbouwing van het principevoorstel is gebaseerd op ten tijde van dat onderzoek beschikbare praktijkgegevens. Die praktijkgegevens zijn beschikbaar vanwege het feit dat reeds enkele jaren een MPG-eis geldt voor grondgebonden woningen woongebouwen en kantoorgebouwen. Zodoende is het voor validatie van het principevoorstel op andere functies dan woonfuncties en kantoorgebouwen nodig dat nadere gegevens verzameld en gegenereerd worden.

Hoofdstuk 5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Context en doel

Nieman Raadgevende Ingenieurs heeft in opdracht van Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) een onderzoek uitgevoerd naar de inpassing van Milieu Prestatie Gebouwen (MPG) in de bouwregelgeving.

Momenteel is er in het Bouwbesluit een MPG-eis gesteld aan de woonfunctie en aan kantoorgebouwen met een gebruiksoppervlakte groter dan 100 m². Vanuit duurzaamheidsambities is het streven om per 1 januari 2025 de geldende eisen voor woonfuncties en kantoorgebouwen aan te scherpen en tevens MPG-eisen te introduceren voor de gebruiksfuncties waarvoor momenteel nog geen eis geldt in de bouwregelgeving.

Op basis van praktijkervaring uit eerdere onderzoeken is reeds vastgesteld dat de milieuprestatie bij gebouwen met verschillende gebruiksfuncties en subgebruiksfuncties, ook bij gebruiksfuncties anders dan woonfuncties en kantoorgebouwen, op basis van de huidige rekenmethodiek in een aantal gevallen tot onbedoelde resultaten leidt.

Het doel van dit onderzoek is dan ook om een verbeterd inzicht te krijgen hoe concreet invulling gegeven kan worden aan de vorm- en gebruiksfactoren op de milieuprestatie, om recht te kunnen doen aan de huidige grote differentiatie/spreiding in MPG-uitkomsten tussen bouwprojecten onderling vanwege de grote diversiteit aan gebouwvormen binnen de gebouwde omgeving.

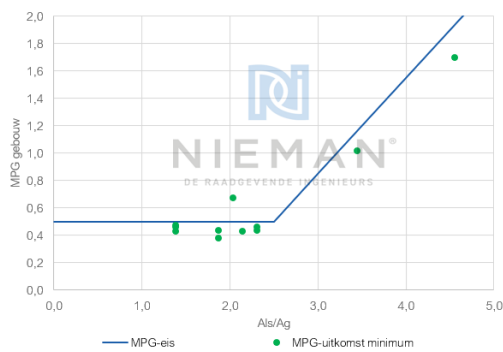
5.2 Samenvatting belangrijkste bevindingen

Dit onderzoek heeft de volgende belangrijkste bevindingen opgeleverd:

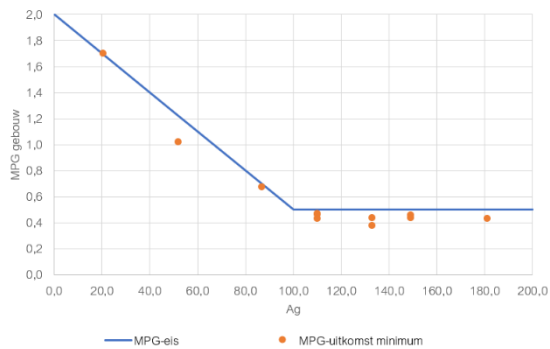
- In eerdere onderzoeksrapporten (zie hoofdstuk 2 voor een nader toelichting) zijn al diverse conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan. Definitieve beleidskeuzes hieromtrent zijn nog niet gemaakt. Omdat een aantal uitkomsten dusdanig bepalend is in het proces bij de bepaling van de vorm-/gebruiksfactoren én inpassing van de MPG-eis in de regelgeving, zijn vooruitlopend op de definitieve beleidskeuzes de volgende aspecten als vertrek-/uitgangspunt voor dit onderzoek naar vorm-/gebruiksfactoren verondersteld:
 - Elke gebruiksfunctie krijgt een MPG-eis.
 - Bij bouwwerken met meerdere gebruiksfuncties van verschillende soort wordt de milieuprestatieberekening op gebouwniveau opgesteld in combinatie met oppervlakte-gewogen MPG-eis.

- Voor de oppervlakte gewogen bepaling van de MPG-eis bij meerdere gebruiksfuncties van verschillende soort wordt gebruik gemaakt de gebruiksoppervlakte (A_g) van de betreffende gebruiksfuncties. Dit omdat deze oppervlakte-eenheid ook al gekoppeld is aan andere artikelen in het Bouwbesluit. Daarnaast voorziet de (al aangestuurde) bepalingmethode NEN 2580:2007) ook al in een methode hoe gemeenschappelijke ruimten (ruimten die ten dienste staan van meerdere gebruiksfuncties) naar rato van gebruiksoppervlakte toegekend kunnen worden aan de op die ruimten aangewezen gebruiksfuncties.
 - De uiteindelijke omrekening naar de MPG-uitkomst (MKI) van een gebouw wordt wel gedaan op basis van de Bruto Vloeroppervlakte (BVO). De reden hiervoor is dat BVO over het algemeen op gebouwniveau wordt vastgesteld en niet op gebruiksfunctieniveau.
 - De meerwaarde om de MPG-uitkomst te relateren aan bijvoorbeeld gebruiksoppervlak, volume, schiloppervlak of een andere eenheid dan het BVO is verwaarloosbaar klein. In dat kader is ons advies de uitkomst van een MPG-berekening ook in de toekomst te berekenen in € per m² BVO (conform de huidige bepalingmethode) en Omgevingsregeling te voorzien van de gewenste vorm-/gebruiksfactoren.
- Uit onderzoek volgt dat er een aantal factoren is dat een onbedoeld/ongewenst effect op de MPG-uitkomst kan hebben. Deze factoren zijn samengevat in drie aspecten, te weten Vorm, Locatie en Gebruik.
 - Een eventuele installatiefactor is, mede in samenspraak met de [Klankbordgroep milieuprestatie-eis en GWP](#), buiten beschouwing gelaten. Reden hiervoor is dat installaties weliswaar een grote impact op de MPG-uitkomst hebben, maar dat dit niet valt onder de noemer onbedoeld/ongewenst effect. De mate van impact van installaties wordt voornamelijk veroorzaakt door keuzes in installatieconcepten (individueel of collectief), de nog beperkte schaalbaarheid van installaties (bijvoorbeeld warmtepompen of wtw-units in kleine woonfuncties) en de beperkte beschikbaarheid van installaties en/of productkaarten in de Nationale Milieudatabase (NMD).

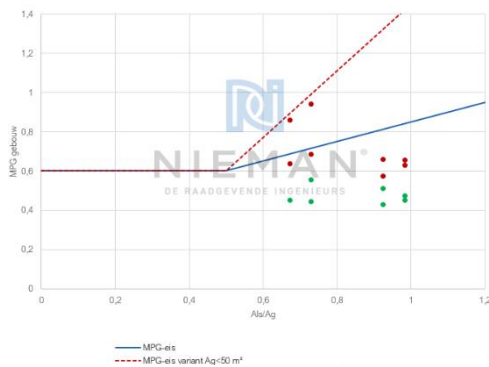
- Eventuele vorm-, locatie- en/of gebruiksfactoren moeten, omwille van de eenvoud, op een zo hoog mogelijk abstractieniveau in de wetgeving geïmplementeerd worden. In dat kader wordt geadviseerd om deze factoren als correctiefactor op de MPG-eis te doen plaatsvinden, waarmee een soort van 'extra milieubudget' gecreëerd worden voor bouwwerken waarin dit nodig is. In formulevorm: MPG-eis berekend = MPG-eis + extra milieubudget o.b.v. A_{ls}/A_g of A_g . Een alternatief is om juist de MPG-uitkomst te corrigeren op basis van één van de hiervoor genoemde factoren. In §3.2 is een nadere toelichting geschreven waarom de voorkeur is voor een correctie op de MPG-eis.
- Het alleen relateren van de eis van de milieuprestatie aan het vloeroppervlak van een gebouw (BVO of A_g) is onvoldoende om de compactheid van een gebouw op waarde te kunnen schatten. Anders gezegd, de milieu-impact van een gebouw (MKI) wordt omgerekend naar een oppervlakte-eenheid, waarmee het driedimensionale van een berekening naar tweedimensionaal wordt gebracht. Daarom is aanvullend hierop een factor nodig die alle dimensies (lxbxh) van een gebouw meeneemt.
- In dit onderzoek zijn twee voorstellen gedaan waarmee de vorm van een gebouw op de MPG-eis gecorrigeerd kan worden. Daarbij is een variant uitgewerkt op basis van de compactheidsfactor A_{ls}/A_g en een variant op basis van A_g . In onderstaande grafieken is het principe van beide voorstellen illustratief in beeld gebracht.



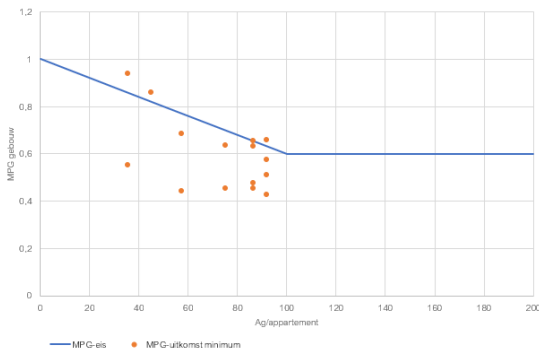
Grondgebonden woningen (op basis van A_{ls}/A_g)



Grondgebonden woningen (op basis van A_g)



Woongebouwen (op basis van A_{ls}/A_g)



Woongebouwen (op basis van A_g)

- Ten aanzien van de compactheidsfactor A_{is}/A_g merken wij het volgende op:
 - Ter beperking van de lastendruk, de eenvoud van het systeem en de beschikbare tijd is, mede op verzoek van het ministerie van BZK, voorgesteld om aan te sluiten op de compactheidsfactor vanuit de energieprestatieberekeningen (conform NTA 8800).
 - Omdat in deze bepalingmethode het verliesoppervlak (A_{is}) van een aantal constructie-onderdelen iets corrigeert, komt dit niet volledig overeen met de buitenwerkse gebouwmaten. Idealiter zou voor de MPG-systematiek een 'eigen' compactheidsfactor uitgewerkt worden waarin het totaal van alle constructies die grenzen aan buitenlucht en kruipruimte / bodem worden meegenomen.
 - Het aantal 'knikpunten' alsook de hoogte van de correctiegetallen zal aan de hand van aanvullende validatie-/inijkingsstudies vastgesteld moeten worden.
 - Uit een eerste studie op basis van de BENG-referentiegebouwen woningen en kantoren (berekend door DGMR en LBP Sight) volgt dat met deze compactheidsfactor een robuust systeem verkregen kan worden waarmee de specifieke gebouwworm in de MPG-eis gecorrigeerd kan worden.
- Ten aanzien van een vormfactor op basis van A_g merken wij het volgende op:
 - Mede op verzoek van de Klankbordgroep is onderzocht of een vormfactor op basis van alleen het gebruiksoppervlak (A_g) ook tot de mogelijkheden behoort.
 - Uit analyses/berekeningen volgt dat dit voor met name woongebouwen een werkbaar systeem lijkt, mede omdat de compactheid bij woongebouwen een minder bepalende rol speelt en dat juist het aantal individuele appartementen met bijbehorende materialisatie en installaties leidend is voor de hoogte van de MPG-uitkomst. Vanwege de eenduidigheid van de regelgeving is het dan ook raadzaam om voor grondgebonden woningen hierop aan te sluiten.
 - Voor kantoorfuncties en andere utiliteitsfuncties lijkt een vormfactor op basis van alleen het gebruiksoppervlak (A_g) niet de meest optimale keuze. Reden hiervoor is dat dergelijke gebruiksfuncties een grote spreiding in gebruiksoppervlakte kennen. Daarnaast is de hoogte van een utiliteitsfuncties variabel, dit in tegenstelling tot woonfuncties die over het algemeen eenzelfde verdiepingshoogte krijgen. Om de invloed van de vorm (hoogte, gebruiksoppervlakte, schiloppervlakte) beter in de milieuprestatie te corrigeren, lijkt een correctie op basis van A_g niet tot het beoogde effect te leiden.
 - Ook voor dit voorstel geldt dat de hoogte van de correctiegetallen op basis van A_g aan de hand van aanvullende validatie-/inijkingsstudies vastgesteld moeten worden.

- Naast de vormfactoren is ook onderzoek gedaan naar de noodzaak van een eventuele locatiefactor. Hieruit is het volgende naar voren gekomen:
 - Het aspect 'locatie' is gericht op de constructieve aspecten van een gebouw en in dit onderzoek met name op de funderingsconstructie. Uitgangspunt daarbij is dat het vanuit de bouwregelgeving wenselijk is dat een gebouw op locatie A een zelfde MPG-uitkomst geeft als hetzelfde gebouw op locatie B. Omdat de constructieve invulling in het geval van locatie A kan afwijken van locatie B moet er, voor het behalen van eenzelfde MPG-uitkomst, op een manier een correctie plaatsvinden.
 - De invloed van de fundering op de MPG-uitkomst kan behoorlijk groot zijn en varieert van een aantal procenten tot uitschieters boven de 25%.
 - Daarbij lijkt dat bij kleinere bouwwerken alsook hogere gebouwen het aandeel van de milieubelasting als gevolg van de fundering in percentages groter is. Dit betekent dat met de vormfactor al een eerste correctie in dergelijke bouwwerken gerealiseerd is.
 - Met de nu beschikbare data van de referentiegebouwen is alleen inzicht verkregen in een funderingsconstructie die representatief staat voor gebouwen in het westen van Nederland (fundering op palen). Daarbij is indicatief onderzocht dat een verdubbeling van de funderingspalen de absolute impact op de MPG-uitkomst binnen een bandbreedte van €0,02-0,06 valt.
 - Aanvullend onderzoek naar andere locaties, funderingsconstructies en draagkracht van de grond is nodig.
 - Voor nu lijkt het haalbaar om met de beoogde grenswaarden van de MPG in combinatie met de nog vast te stellen vormfactoren een systeem uit te werken waarin de benodigde fundering past binnen de kaders van de MPG-eis. Voor toekomstige aanscherpingen is mogelijk wel een verfijning nodig/wenselijk in de vorm van een locatiefactor. Daarbij kan gedacht worden aan de volgende opties:
 - Opnemen van een forfaitaire waarde voor de funderingsconstructie in de MPG-systematiek. Eventueel kan een koppeling gemaakt worden met de perimeter uit de energieprestatieberekeningen (BENG).
 - Het vaststellen van een MPG-eis afhankelijk van de draagkracht van de grond. Dit kan enerzijds door aparte MPG-eisen per locatie vast te stellen of, vergelijkbaar met de vormfactor, een locatiefactor toe te voegen waarmee 'extra milieubudget' wordt verkregen.

- Het volledig verwaarlozen van de fundering door dit onderdeel uit de MPG-berekening te halen.
 - Het vaststellen van een afzonderlijke MPG-eis voor de fundering.
- Tot slot is in dit onderzoek onderzocht of een gebruiksfactor als correctiefactor op de MPG-eis wenselijk/nodig is. Hieruit is het volgende naar voren gekomen:
 - In bepaalde (sub)gebruiksfuncties zorgt het specifieke gebruik voor een hogere MPG-uitkomst. Denk hierbij aan Tiny Houses, industrie functies met opslag van goederen, gezondheidszorgfuncties met extra en/of zwaardere bouwkundige en installatietechnische maatregelen, etc.
 - Om te komen tot gebruiksfactoren die hier recht aan kunnen doen, is eerst aanvullend onderzoek nodig naar de waardering van een efficiënt gebruik van een gebouw. Daarbij wordt opgemerkt dat dit ook met name beleidsvraagstukken zijn. Zo voorzien kleine woningen en appartementen in het huidige woningtekort, maar gaat dit wel vaak gepaard met een grotere milieu-impact doordat extra materialen en installaties nodig zijn.
 - Voor nu lijkt het, in navolging van de locatiefactor, haalbaar om met de beoogde grenswaarden van de MPG in combinatie met de nog vast te stellen vormfactoren een systeem uit te werken waarin verschillende gebruiken passen binnen de kaders van de MPG-eis.

5.3 Slot

Allereerst wordt opgemerkt dat dit onderzoek een adviserend karakter kent en dat de formele besluitvorming hieromtrent door BZK gedaan moeten worden.

Uit dit onderzoek volgt dat bij een aanscherping van de MPG-eis voor woon- en kantoorfuncties de noodzaak voor een robuuste [vormfactor](#) groot is omdat anders bepaalde gebouwvormen-/gebruiken straks niet meer maakbaar zijn binnen de kaders van de MPG-eis. Daarom zijn in dit onderzoek twee voorstellen gedaan om de vorm van een gebouw op de MPG-eis te corrigeren. Daarbij is een variant uitgewerkt op basis van de compactheidsfactor A_{ls}/A_g en een variant op basis van A_g .

Ten aanzien van een eventuele [locatie- en gebruiksfactor](#) is vastgesteld dat de noodzaak op dit moment minder groot is en dat met name aanvullend onderzoek nodig is om de werking en noodzaak verder vorm te geven. In dat kader is voor nu ingeschat dat met de beoogde grenswaarden van de MPG in combinatie met de nog vast te stellen vormfactoren gezorgd kan worden voor 'voldoende milieubudget' waarin ook specifieke locatie- en gebruiksfactoren inpasbaar zijn.

Om het principevoorstel te kunnen uitwerken tot onderdeel van een wettelijk voorschrift is een aanvullend onderzoek nodig (validatie-/inijking). Deze onderzoeken zijn bij het afronden van dit onderzoek reeds opgestart, dit in samenwerking met andere onderzoeksbureaus. Belangrijke factoren bij deze aanvullende onderzoeken zijn de kwantiteit, de diversiteit en de kwaliteit van de beschikbare gegevens.

Verder is er in het voorgaande onderzoek op basis van beschikbare praktijkgegevens geconstateerd dat er tussen grondgebonden woningen en woningen in een woongebouw een verschil in uitkomsten is geconstateerd dat eerder te relateren is aan de subgebruiksfunctie woonfunctie in een woongebouw en subgebruiksfunctie niet gelegen in een woongebouw, dan aan een vormfactor. Tot slot betreft de momenteel beschikbare data met name grondgebonden woningen, woongebouwen en kantoorgebouwen; data van de andere gebruiksfunctie zal aanvullend beschikbaar moeten komen.

Zwolle, 30 november 2023
Nieman Raadgevende Ingenieurs B.V.

Mevrouw ing. E.L. van der Sluis - Sleurink
De heer ing. M.J. Dunnink
De heer ir. J.W. Pothuis

Wij gaan vertrouwelijk met uw gegevens om, geheel volgens de richtlijnen voor Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG). [Lees onze privacyverklaring](#). De inhoud van dit document is vertrouwelijk en uitsluitend bestemd voor de geadresseerde(n). Gebruik, openbaarmaking, vermenigvuldiging, verspreiding en/of verstrekking van deze informatie aan derden is niet toegestaan. Op al onze diensten en producten zijn onze [algemene voorwaarden](#) van toepassing.



Bijlage 1 - Overzichtsblad resultaten referentiegebouwen inclusief uitsplitsing aandeel per categorie
(bron: DGMR, LBP Sight, W/E en Nieman)

Bijlage 1 - Rekenresultaten MPG referentiegebouwen incl. uitsplitsing aandeel per categorie

referentie	bouwwijze	A _g	A _{is}	A _{is} / A _g	%raam	BVO	MPG min	MPG max	MPG gem	Aandeel in MPG-resultaat												
Statisch en Dynamisch model MPG - BENG (rapport RVO, DGMR, LBP Slight d.d. 26 september 2023)										Fundering	Vloeren	Draagconstructie	Gevels	Daken	Binnenwanden	Klimaatinstallaties	Elektrische installaties	Toe- en afvoeren	Verkeersruimte	Vaste voorzieningen	Terrein	Totaal
										Percentages MPG gemiddeld												
tussenwoning S	conventioneel zwaar	110	152	1,38	28	142,2	0,461	0,521	0,491	6%	12%	0%	13%	9%	5%	36%	18%	0%	1%	0%	0%	100%
	tunnel	110	152	1,38	28	140,6	0,471	0,531	0,501	6%	12%	0%	13%	9%	5%	36%	18%	0%	1%	0%	0%	100%
	HSB	110	152	1,38	28	141,1	0,432	0,492	0,462	6%	12%	0%	13%	9%	5%	36%	18%	0%	1%	0%	0%	100%
tussenwoning M	conventioneel zwaar	87	177	2,03	24	101,9	0,672	0,837	0,755	9%	9%	0%	17%	10%	3%	35%	16%	0%	1%	0%	0%	100%
hoekwoning M	conventioneel zwaar	133	249	1,87	20	173,0	0,378	0,421	0,400	7%	15%	0%	24%	6%	3%	32%	12%	0%	1%	0%	0%	100%
	CLT (cat 3)	133	249	1,87	20	173,0	0,439	0,469	0,454	7%	15%	0%	24%	6%	3%	32%	12%	0%	1%	0%	0%	100%
vrijstaande woning M	HSB	149	344	2,31	23	205,8	0,459	0,669	0,564	9%	10%	0%	19%	10%	3%	32%	16%	0%	1%	0%	0%	100%
	biobased	149	344	2,31	23	199,8	0,435	0,625	0,530	9%	11%	0%	20%	5%	3%	35%	17%	0%	0%	0%	0%	100%
vrijstaande woning L	conventioneel zwaar	181	387	2,14	24	252,9	0,429	0,563	0,496	8%	12%	0%	26%	7%	3%	32%	10%	1%	1%	0%	0%	100%
woongebouw M (33 app)	conventioneel zwaar	3.036	2.807	0,92	32	3.773,1	0,574	0,630	0,602	5%	28%	0%	29%	2%	4%	14%	17%	0%	1%	0%	0%	100%
	CLT (cat 3)	3.036	2.807	0,92	32	3.773,1	0,658	0,708	0,683	5%	28%	0%	29%	2%	4%	14%	17%	0%	1%	0%	0%	100%
	conventioneel zwaar	3.036	2.807	0,92	32	3.773,1	0,428	0,627	0,528	7%	22%	0%	22%	5%	5%	19%	19%	0%	1%	0%	0%	100%
woongebouw M (33 app) Collectief	CLT (cat 3)	3.036	2.807	0,92	32	3.773,1	0,511	0,705	0,608													
	conventioneel zwaar	3.883	3.817	0,98	28	4.596,0	0,655	0,725	0,690													
woongebouw M (45 app)	tunnel	3.883	3.817	0,98	28	4.602,4	0,631	0,699	0,665	4%	18%	0%	15%	4%	6%	33%	17%	2%	1%	0%	0%	100%
	conventioneel zwaar	3.883	3.817	0,98	28	4.596,0	0,475	0,772	0,624													
woongebouw M (45 app) Collectief	tunnel	3.883	3.817	0,98	28	4.602,4	0,452	0,745	0,599													
	conventioneel zwaar	3.883	3.817	0,98	28	4.596,0	0,861	0,963	0,912	3%	14%	0%	11%	1%	6%	41%	23%	0%	1%	0%	0%	100%
woongebouw L (222 app) (KOS BENG)	tunnel	10.000	6.714	0,67	41	12.189,6	0,636	0,702	0,669	4%	21%	0%	22%	2%	6%	23%	21%	0%	1%	0%	0%	100%
woongebouw L (133 app)	tunnel	10.000	6.714	0,67	41	12.189,6	0,453	0,744	0,599													
woongebouw L (133 app) Collectief	tunnel	10.000	6.714	0,67	41	12.189,6	0,453	0,744	0,599													
woongebouw XL (374 app) (KOS BENG)	tunnel	21.396	15.586	0,73	34	26.010,1	0,684	0,768	0,726	6%	16%	0%	22%	3%	3%	19%	30%	0%	1%	0%	0%	100%
woongebouw XL (374 app) Collectief	tunnel	21.396	15.586	0,73	34	26.010,1	0,443	0,616	0,529													
woongebouw XL (604 studio)	tunnel	21.396	15.586	0,73	34	26.010,1	0,940	1,064	1,002	4%	13%	0%	15%	2%	4%	23%	38%	0%	1%	0%	0%	100%
woongebouw XL (604 studio) Collectief	tunnel	21.396	15.586	0,73	34	26.010,1	0,554	0,764	0,659													
chalet	HSB	52	179	3,44	27	63,2	1,020	1,336	1,178													
kantoor XS 100	conventioneel	83	237	2,86	31	96,3	0,956	1,736	1,346	11%	7%	0%	17%	13%	1%	33%	18%	0%	0%	0%	0%	100%
kantoor XS 200	conventioneel	158	348	2,20	25	192,7	0,712	1,123	0,918	8%	11%	0%	22%	10%	1%	27%	21%	0%	0%	0%	0%	100%
kantoor S (KOS BENG)	Stalen draagstructuur met kanaalplaatvloeren	1.681	1.614	0,96	22	1.800,0	0,749	1,015	0,882	6%	12%	13%	7%	7%	4%	22%	28%	0%	1%	0%	0%	100%
kantoor M	Stalen draagstructuur met kanaalplaatvloeren	4.383	4.065	0,93	40	4.950,0	0,609	0,779	0,694	4%	16%	9%	14%	5%	4%	18%	29%	0%	1%	0%	0%	100%
kantoor M Variant	Stalen draagstructuur met kanaalplaatvloeren	4.383	4.065	0,93	40	4.950,0	0,681	0,884	0,783													
kantoor XL 2	Stalen draagstructuur met kanaalplaatvloeren	23.892	18.399	0,77	80	25.520,0	0,721	0,774	0,747	7%	17%	14%	18%	6%	4%	9%	24%	0%	1%	0%	0%	100%

referentie	bouwwijze	A _g	A _{is}	A _{is} / A _g	%raam	BVO	MPG min	MPG max	MPG gem	Aandeel in MPG-resultaat																									
										Fundering	Vloeren	Draagconstructie	Gevels	Daken	Binnenwanden	Klimaatinstallaties	Elektrische installaties	Toe- en afvoeren	Verkeersruimte	Vaste voorzieningen	Terrein	Totaal													
DGMR en LBP Slight - Referentiegebouwen MPG: functies zonder MPG eis - VOLLEDIGE BANDBREEDTE -> LET OP: ALLEEN DEZE GETALLEN ZIJN BEKEND										Absolute getallen en percentages MPG min																									
										0,041	6%	0,100	14%	0,075	10%	0,123	17%	0,104	14%	0,005	1%	0,061	8%	0,213	29%	0,002	0%	0,006	1%	0,000	0%	0,000	0%	0,730	100%
bijeenkomst M	conventioneel zwaar, staalskelet	2.354	3.849	1,64	16	2.601,3	0,730	0,895	0,813	0,016	3%	0,109	20%	0,047	8%	0,070	13%	0,064	12%	0,004	1%	0,051	9%	0,188	34%	0,000	0%	0,006	1%	0,000	0%	0,000	0%	0,555	100%
bijeenkomst XL	conventioneel zwaar, ihwg / staalskelet	9.707	11.794	1,21	18	12.164,0	0,557	0,637	0,597	0,035	5%	0,114	15%	0,056	7%	0,087	12%	0,099	13%	0,044	6%	0,062	8%	0,250	33%	0,001	0%	0,004	1%	0,000	0%	0,000	0%	0,752	100%
onderwijs M	HSB met metselwerk, staalskelet	3.193	4.951	1,55	32	3.396,2	0,751	0,963	0,857	0,027	4%	0,112	16%	0,016	2%	0,102	15%	0,097	14%	0,020	3%	0,060	9%	0,241	35%	0,000	0%	0,004	1%	0,000	0%	0,000	0%	0,679	100%
	conventioneel zwaar	3.193	4.951	1,55	32	3.297,0	0,678	0,883	0,781	0,041	5%	0,153	18%	0,032	4%	0,108	13%	0,173	21%	0,019	2%	0,061	7%	0,249	30%	0,003	0%	0,002	0%	0,000	0%	0,000	0%	0,841	100%
	CLT	3.193	4.951	1,55	32	3.282,0	0,841	1,052	0,947	0,009	1%	0,123	20%	0,034	6%	0,090	15%	0,027	4%	0,006	1%	0,059	10%	0,244	40%	0,002	0%	0,011	2%	0,000	0%	0,000	0%	0,605	100%
onderwijs XL	HSB met metselwerk, staalskelet	15.729	10.465	0,67	69	16.527,2	0,605	0,770	0,688	0,052	7%	0,116	16%	0,070	10%	0,079	11%	0,111	16%	0,012	2%	0,048	7%	0,205	29%	0,003	0%	0,014	2%	0,000	0%	0,000	0%	0,710	100%
gezondheid zonder bed S	HSB met metselwerk, staalskelet	877	1.555	1,77	17	918,8	0,710	0,981	0,846	0,009	1%	0,135	18%	0,045	6%	0,101	14%	0,042	6%	0,016	2%	0,054	7%	0,320	44%	0,002	0%	0,008	1%	0,000	0%	0,000	0%	0,732	100%
gezondheid met bed XL	prefab beton / metselwerk, betonskelet	34.178	26.607	0,78	53	40.815,0	0,733	0,879	0,806	0,075	10%	0,099	13%	0,084	11%	0,075	10%	0,159	21%	0,002	0%	0,037	5%	0,211	28%	0,002	0%	0,000	0%	0,000	0%	0,000	0%	0,744	100%
winkel S	HSB met metselwerk, staalskelet	1.460	3.331	2,28	16	1.629,9	0,746	0,949	0,848	0,031	5%	0,102	16%	0,067	11%	0,022	4%	0,148	24%	0,001	0%	0,036	6%	0,211	34%	0,000	0%	0,001	0%	0,000	0%	0,000	0%	0,619	100%
winkel XL	Sandwich gevel, staalskelet	20.907	34.694	1,66	11	23.375,0	0,620	0,688	0,654	0,016	2%	0,299	35%	0,058	7%	0,055	6%	0,101	12%	0,013	2%	0,056	7%	0,251	29%	0,002	0%	0,000	0%	0,000	0%	0,000	0%	0,851	100%
sport M	Sandwich gevel, staalskelet	2.910	5.860	2,01	33	3.465,1	0,851	1,006	0,929	0,019	3%	0,149	21%	0,066	9%	0,045	6%	0,094	13%	0,005	1%	0,050	7%	0,278	39%	0,002	0%	0,001	0%	0,000	0%	0,000	0%	0,709	100%
sport L	Sandwich gevel, staalskelet	8.468	15.544	1,84	12	9.086,1	0,709	0,855	0,782	0,015	2%	0,141	18%	0,014	2%	0,117	15%	0,041	5%	0,054	7%	0,048	6%	0,319	42%	0,003	0%	0,016	2%	0,000	0%	0,000	0%	0,768	100%
logiesgebouw M	HSB met metselwerk, ihwg, plint staalskelet	3.678	4.010	1,09	34	4.411,7	0,767	0,935	0,851	0,015	2%	0,141	19%	0,007	1%	0,116	15%	0,041	5%	0,054	7%	0,048	6%	0,319	42%	0,003	0%	0,016	2%	0,000	0%	0,000	0%	0,760	100%
	HSB met metselwerk, ihwg, plint betonskelet	3.678	4.010	1,09	62	4.411,7	0,759	0,927	0,843	0,004	0%	0,136	17%	0,068	8%	0,147	18%	0,026	3%	0,044	5%	0,043	5%	0,324	40%	0,003	0%	0,011	1%	0,000	0%	0,000	0%	0,806	100%
logiesgebouw L	HSB met metselwerk, ihwg, plint staalskelet	8.726	8.001	0,92	62	10.286,6	0,805	0,946	0,876	0,018	2%	0,139	15%	0,182	19%	0,106	11%	0,065	7%	0,068	7%	0,060	6%	0,277	30%	0,003	0%	0,019	2%	0,000	0%	0,000	0%	0,937	100%
cellenvleugel	prefab beton / metselwerk, ihwg	2.511	2.252	0,90	24	2.707,1	0,936	1,091	1,014																										

referentie	bouwwijze	A ₀	A _{is}	A _{is} / A ₀	%raam	BVO	MPG min	MPG max	MPG gem	Aandeel in MPG-resultaat												
										Fundering	Vloeren	Draagconstructie	Gevels	Daken	Binnenwanden	Klimaatinstallaties	Elektrische installaties	Toe- en afvoeren	Verkeersruimte	Vaste voorzieningen	Terrein	Totaal
Referentiegebouwen GPR Materiaal																						
Woning S tussen (woonfunctie)		110,1				146	0,534	0,534	0,534	6%	20%	0%	24%	9%	16%	4%	20%	1%	0%	1%	0%	101%
Woongebouw M (woonfunctie)		2.854,1				3.615	0,687	0,687	0,687	2%	18%	0%	20%	4%	16%	4%	34%	0%	1%	1%	0%	100%
Woning M tussen (woonfunctie)		87,1				105	0,779	0,779	0,779	4%	12%	0%	28%	16%	8%	3%	26%	0%	0%	1%	0%	98%
Woning M hoek (woonfunctie)		133,3				180	0,572	0,572	0,572	4%	16%	0%	38%	9%	10%	4%	18%	1%	1%	1%	0%	102%
Woning L vrij (woonfunctie)		180,7				264	0,591	0,591	0,591	4%	17%	0%	43%	8%	6%	6%	16%	1%	0%	0%	0%	101%
Woonwagen (woonfunctie)		85,0				92	0,766	0,766	0,766	0%	3%	0%	17%	14%	3%	7%	54%	2%	0%	1%	0%	101%
Woongebouw XL (woonfunctie)		21.241,0				26.006	0,581	0,581	0,581	2%	16%	0%	25%	3%	10%	4%	36%	0%	1%	2%	0%	99%
Groepszorgwoning geschakeld (woonfunctie)		1.080,0				1.134	0,584	0,584	0,584	3%	23%	0%	12%	12%	3%	7%	34%	1%	1%	3%	0%	99%
Groepszorgwoning gestapeld (woonfunctie)		9.114,0				11.339	0,599	0,599	0,599	6%	20%	0%	10%	5%	4%	10%	35%	0%	1%	8%	0%	99%
Zorgclusterwoning geschakeld (woonfunctie)		110,0				124	0,510	0,510	0,510	5%	20%	0%	16%	6%	5%	5%	39%	1%	1%	3%	0%	101%
Zorgclusterwoning appartementen (woonfunctie)		2.543,2				2.826	0,781	0,781	0,781	4%	23%	1%	15%	4%	8%	4%	37%	0%	2%	2%	0%	100%
Groepszorgwoning vrijstaand (woonfunctie)		350,6				400	0,493	0,493	0,493	5%	19%	0%	18%	13%	3%	6%	26%	1%	0%	8%	0%	99%
Zorgclusterwoning galerij (woonfunctie)		2.941,0				3.269	0,615	0,615	0,615	2%	22%	0%	14%	4%	8%	8%	39%	0%	1%	2%	0%	100%
Kantoor M (kantoorfunctie)		4.383,0				4.950	0,891	0,891	0,891	3%	20%	0%	22%	4%	3%	10%	35%	0%	1%	1%	0%	99%
Kantoor XL (kantoorfunctie)		23.892,0				26.255	0,832	0,832	0,832	2%	16%	5%	17%	1%	2%	10%	45%	0%	1%	0%	0%	99%
Onderwijsgebouw school 1000 m2 (onderwijsfunctie)		1.064,0				1.173	0,740	0,740	0,740	8%	21%	2%	13%	12%	2%	6%	30%	1%	2%	3%	0%	100%
Onderwijsgebouw school 6000 m2 (onderwijsfunctie)		6.157,2				6.880	0,636	0,636	0,636	12%	25%	4%	10%	6%	1%	6%	35%	1%	1%	2%	0%	103%
Bedrijfsgebouw 398 m2, 5,4 m hoog (industriefunctie)		384,1				409	0,482	0,482	0,482	10%	29%	0%	20%	24%	0%	6%	10%	1%	0%	0%	0%	101%
Bedrijfsgebouw 3276 m2, 7,2 m hoog (industriefunctie)		3.221,4				3.327	0,449	0,449	0,449	11%	33%	0%	12%	28%	0%	4%	11%	1%	0%	0%	0%	100%
Logies, collectief 1500 m2 (logiesfunctie)		1.575,0				2.148	0,686	0,686	0,686	4%	22%	0%	15%	6%	7%	4%	37%	0%	2%	2%	0%	99%
Logies, individueel 1500 m2 (logiesfunctie)		1.518,0				2.071	0,831	0,831	0,831	3%	19%	0%	13%	6%	6%	5%	38%	0%	2%	7%	0%	99%
Winkel in overdekt winkelcentrum 10.000 m2 (winkelfunctie)		11.412,4				12.013	0,739	0,739	0,739	14%	20%	0%	10%	16%	1%	8%	30%	0%	0%	0%	0%	99%
Winkel in niet-overdekt winkelcentrum 10.000 m2 (winkelfunctie)		10.771,6				11.338	0,744	0,744	0,744	14%	20%	0%	11%	16%	1%	8%	29%	0%	0%	0%	0%	99%
Solitaire winkelunit 2000 m2 (winkelfunctie)		1.907,2				2.008	0,734	0,734	0,734	14%	20%	1%	8%	19%	0%	7%	30%	0%	0%	0%	0%	99%
Bijeenkomstgebouw, grote zaal 3500 m2 (bijeenkomstfunctie)		3.617,0				3.988	0,780	0,780	0,780	11%	19%	1%	10%	19%	2%	11%	26%	0%	0%	0%	0%	99%
Bijeenkomstgebouw, theaterzaal 16000 m2 (bijeenkomstfunctie)		16.555,0				18.250	0,727	0,727	0,727	7%	22%	3%	9%	9%	2%	3%	44%	0%	1%	0%	0%	100%
Sporthal (sportfunctie)		1.980,0				2.133	1,047	1,047	1,047	4%	10%	0%	24%	5%	4%	4%	49%	0%	0%	0%	0%	100%
Zwembad (sportfunctie -> ingevoerd is 'zwembaden')		3.221,4				3.400	1,345	1,345	1,345	13%	23%	0%	10%	7%	4%	3%	40%	0%	0%	0%	0%	100%
referentie	bouwwijze	A ₀	A _{is}	A _{is} / A ₀	%raam	BVO	MPG min	MPG max	MPG gem	Aandeel in MPG-resultaat												
										Fundering	Vloeren	Draagconstructie	Gevels	Daken	Binnenwanden	Klimaatinstallaties	Elektrische installaties	Toe- en afvoeren	Verkeersruimte	Vaste voorzieningen	Terrein	Totaal
Referentiegebouwen Koploperstudie utiliteitsbouw																						
Kantoor					71	24.179,0	0,690	0,690	0,690	13%	26%	10%	17%	4%	0%	9%	19%	0%	0%	1%	0%	99%
Kantoor / labgebouw					67	6.827,0	0,630	0,630	0,630	9%	18%	17%	16%	12%	0%	8%	15%	0%	0%	5%	0%	100%
Kantoor / labgebouw					38	4.222,0	0,630	0,630	0,630	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Kantoor					80	12.994,0	0,670	0,670	0,670	22%	31%	7%	18%	15%	0%	4%	0%	0%	0%	1%	0%	98%
Kantoor					79	1.024,0	1,180	1,180	1,180	8%	10%	5%	13%	13%	0%	8%	44%	0%	0%	0%	0%	101%
Kantoor					69	12.676,0	1,010	1,010	1,010	9%	19%	16%	14%	8%	0%	4%	26%	0%	0%	5%	0%	101%
XXL DC					21	142.843,0	0,990	0,990	0,990	19%	20%	7%	6%	5%	0%	4%	39%	0%	0%	0%	0%	100%
XXL DC					32	124.639,0	0,960	0,960	0,960	10%	21%	11%	6%	16%	0%	1%	33%	0%	0%	1%	0%	99%
DC					16	31.260,0	0,390	0,390	0,390	29%	24%	8%	13%	24%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	101%
DC					10	26.218,0	1,610	1,610	1,610	2%	5%	2%	2%	6%	0%	1%	81%	0%	0%	0%	0%	99%
DC met kantoor					9	23.308,0	1,280	1,280	1,280	16%	11%	5%	4%	8%	0%	2%	53%	0%	0%	1%	0%	100%
Utiliteit / multifunctioneel					25	7.464,0	0,620	0,620	0,620	6%	27%	5%	22%	21%	0%	6%	10%	0%	0%	3%	0%	100%
DC					2	16.644,0	0,880	0,880	0,880	17%	9%	2%	16%	15%	0%	3%	38%	0%	0%	0%	0%	100%
DC					5	56.568,0	0,600	0,600	0,600	32%	15%	7%	12%	32%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	101%
Vneshuis					0	77.448,0	0,230	0,230	0,230	9%	17%	0%	17%	26%	0%	4%	27%	0%	0%	0%	0%	100%

Bijlage 2 - Voorbeelden principewerking voorstellen

Voorbeeld: bouwwerk met meerdere gebruiksfuncties van verschillende soort

Hieronder volgt, ter verduidelijking, een rekenvoorbeeld waarin de methode voor het opstellen van de oppervlakte-gewogen MPG-eis is uitgewerkt voor gebouwen met meerdere gebruiksfuncties, niet van hetzelfde soort.

Winkelfunctie 190 m ² MPG-eis ≤ 0,8	Bijeenkomstfunctie 310 m ² MPG-eis ≤ 1,0	Overige gebruiksfunctie 300 m ² MPG-eis ≤ 0,80
--	---	---

1. Bereken MPG van het hele gebouw in de betreffende MPG rekensoftware
2. Bereken MPG-eis oppervlakte-gewogen (soort van MPG-budget)

De algemene formule voor het bepalen van de oppervlakte-gewogen MPG-eis van een gebouw is als volgt:

$$\text{MPG eis} = \frac{\text{MPG}_{\text{eis functie A}} \times A_{\text{g functie A}} + \text{MPG}_{\text{eis functie B}} \times A_{\text{g functie B}} + \text{MPG}_{\text{eis functie C}} \times A_{\text{g functie C}} + \dots}{(A_{\text{g functie A}} + A_{\text{g functie B}} + A_{\text{g functie C}} + \dots)}$$

Wijze van toetsen:

MPG-berekend ≤ MPG-eis

Uitwerking met fictieve getallen:

1. MPG-berekend = 0,90
2. $\text{MPG-eis} = ((190 \times 0,8) + (310 \times 1,0) + (300 \times 0,8)) / (190 + 310 + 300) = 0,88$

Toetsen: 0,90 (MPG-berekend) > 0,88 (MPG-eis) => **MPG-uitkomst voldoet niet**

Ten aanzien van dit rekenvoorbeeld nog een tweetal opmerkingen:

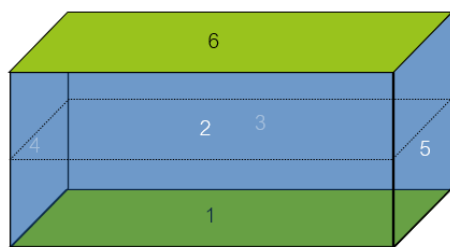
- Voor de oppervlakte gewogen bepaling van de MPG-eis bij meerdere gebruiksfuncties van verschillende soort wordt gebruik gemaakt de gebruiksoppervlakte (GO) van de betreffende gebruiksfuncties. Het bepalen van de MPG-uitkomst gebeurt op basis van de Bruto Vloeroppervlakte (BVO), zie ook toelichting in §2.3.3. De reden hiervoor is dat BVO over het algemeen op gebouwniveau wordt vastgesteld en niet op gebruiksfunctieniveau. Om te voorkomen dat projectteams bij een Aanvraag Omgevingsvergunning verplicht worden om de demarcatie van het BVO ook op gebruiksfunctieniveau te doen ter bepaling van de eis, is in voorgaand voorstel bewust aangesloten op de gebruiksoppervlakte. Mede omdat deze oppervlakte-eenheid ook al gekoppeld is aan andere artikelen in het Bouwbesluit.
- Gemeenschappelijke ruimten (ruimten die ten dienste staan van meerdere gebruiksfuncties) moeten naar rato van gebruiksoppervlakte toegekend worden aan de op die ruimten aangewezen gebruiksfuncties. Dit is in aansluiting op de NEN 2580:2007 Oppervlakten en inhoud van gebouwen – Termen, definities en bepalingsmethoden, inclusief correctieblad C1:2008.

Voorbeeld: Toepassing vormfactor in bouwwerk met meerdere gebruiksfuncties van verschillende soort

In onderstaande stappenplan is een rekenvoorbeeld uitgewerkt voor een gebouw met drie gebruiksfuncties. Hierbij is gewerkt met (voorlopig) fictieve grenswaarden voor de klasse-indeling, correctiegetal en MPG-eis.

Voorbeeld 1: 'compact' gebouw

Fictief voorbeeld project

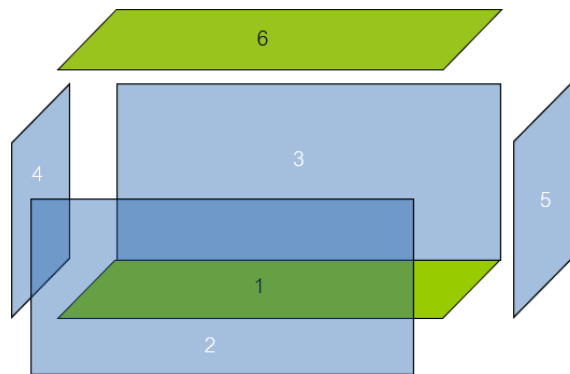


FUNCTIE A 250 m ²
FUNCTIE B 250 m ²

Begane grond

FUNCTIE C 500 m ²

1^e verdieping



Stappenplan

1. Bepaal vormfactor A_{is} / A_g op gebouwniveau
2. Bepaal gecorrigeerde MPG-eis per gebruiksfunctie
3. Bepalen projectgemiddelde MPG-eis voor hele gebouw o.b.v. 'methode 3' uit rapportage 'Vervolgonderzoek uitbreiding grenswaarden MPG' van juli 2021 door Nieman Raadgevende Ingenieurs

Stap 1 – Bepaal vormfactor A_{ls} / A_g op gebouwniveau

Constructieonderdeel	Verliesoppervlakte A_{ls}	Gebruiksfunctie	Gebruiksoppervlakte A_g
1. Vloer	500 m ² x 0,7 = 350 m ² (0,7 volgt uit NTA 8800)	Functie A	250 m ²
2. t/m 5. Gevels	750 m ²	Functie B	250 m ²
6. Dak	500 m ²	Functie C	500 m ²
Totaal	1.600 m²	Totaal	1.000 m²

Vormfactor op gebouwniveau: $1.600 / 1.000 = 1,6$

Stap 2 – Bepaal gecorrigeerde MPG-eis per gebruiksfunctie

Vormfactor op gebouwniveau	Gecorrigeerde MPG-eis (gebruiksfunctie A)	Vormfactor op gebouwniveau	Gecorrigeerde MPG-eis (gebruiksfunctie B)	Vormfactor op gebouwniveau	Gecorrigeerde MPG-eis (gebruiksfunctie C)
$A_{ls} / A_g \leq 0,5$	$\leq \text{MPG}_{\text{eis}} \leq 0,6$	$A_{ls} / A_g \leq 1,5$	$\leq \text{MPG}_{\text{eis}} \leq 0,85$	$A_{ls} / A_g \leq 1,5$	$\leq \text{MPG}_{\text{eis}} \leq 0,9$
$A_{ls} / A_g > 0,5$	$\leq \text{MPG}_{\text{eis}} = 0,6 + 0,5 \times (A_{ls} / A_g - 0,5)$	$A_{ls} / A_g > 1,5$	$\leq \text{MPG}_{\text{eis}} = 0,85 + 0,2 \times (A_{ls} / A_g - 1,5)$	$A_{ls} / A_g > 1,5$	$\leq \text{MPG}_{\text{eis}} = 0,9 + 0,2 \times (A_{ls} / A_g - 1,5)$

MPG-eis in Bouwbesluit (per functie):

- Functie A: $\leq 0,60$ → Gecorrigeerde MPG-eis functie A: $0,60 + (0,5 \times (1,6 - 1,5)) = 0,650$
- Functie B: $\leq 0,85$ → Gecorrigeerde MPG-eis functie B: $0,85 + (0,2 \times (1,6 - 1,5)) = 0,870$
- Functie C: $\leq 0,90$ → Gecorrigeerde MPG-eis functie C: $0,90 + (0,2 \times (1,6 - 1,5)) = 0,920$

Stap 3 – Bepaal de projectgemiddelde MPG-eis (gebouwniveau)

Volgens 'methode 3' uit rapportage 'Vervolgonderzoek uitbreiding grenswaarden MPG' van juli 2021 door Nieman Raadgevende Ingenieurs. Dit betreft een oppervlaktegewogen bepaling (zie ook paragraaf 2.1.3).

$$\text{MPG eis} = \frac{\text{MPG}_{\text{eis, gecorrigeerd functie A}} \times A_{g \text{ functie A}} + \text{MPG}_{\text{eis, gecorrigeerd functie B}} \times A_{g \text{ functie B}} + \text{MPG}_{\text{eis, gecorrigeerd functie C}} \times A_{g \text{ functie C}}}{(A_{g \text{ functie A}} + A_{g \text{ functie B}} + A_{g \text{ functie C}})}$$

$$\text{MPG eis} = \frac{0,65 \times 250 \text{ m}^2 + 0,87 \times 250 \text{ m}^2 + 0,92 \times 500 \text{ m}^2}{(250 \text{ m}^2 + 250 \text{ m}^2 + 500 \text{ m}^2)} = \mathbf{0,840} \quad \text{Toetsen: } \text{MPG}_{\text{gebouw}} \leq \text{MPG eis}$$

Voorbeeld: Toepassing **vormfactor** in bouwwerk met meerdere gebruiksfuncties van verschillende soort

Voorbeeld 2: geen 'compact' gebouw



Stap 1 – Bepaal vormfactor A_{is} / A_g op gebouwniveau

Constructieonderdeel	Verliesoppervlakte A_{is}	Gebruiksfunctie	Gebruiksoppervlakte A_g
Vloer	$(20.000 \text{ m}^2 + 400 \text{ m}^2) \times 0,7 = 14.280 \text{ m}^2$ (0,7 volgt uit NTA 8800)	Koel-/vrieshuis	20.000 m ²
Gevels	24.240 m ²	Kantoor	800 m ²
Dak	20.400 m ²	Totaal	20.800 m²
Totaal	58.920 m²		

Vormfactor op gebouwniveau: $58.920 / 20.800 = 2,83$

Stap 2 – Bepaal gecorrigeerde MPG-eis per gebruiksfunctie

Vormfactor op gebouwniveau	Gecorrigeerde MPG _{eis} (gebruiksfunctie B)	Vormfactor op gebouwniveau	Gecorrigeerde MPG _{eis} (gebruiksfunctie C)
$A_{is} / A_g \leq 1,5$	$\leq \text{MPG}_{\text{eis}} \leq 0,85$	$A_{is} / A_g \leq 1,5$	$\leq \text{MPG}_{\text{eis}} \leq 0,9$
$A_{is} / A_g > 1,5$	$\leq \text{MPG}_{\text{eis}} = 0,85 + 0,2 \times (A_{is} / A_g - 1,5)$	$A_{is} / A_g > 1,5$	$\leq \text{MPG}_{\text{eis}} = 0,9 + 0,2 \times (A_{is} / A_g - 1,5)$

MPG-eis uit bouwregelgeving:

- Koel-/vrieshuis: $\leq 0,8$ → Gecorrigeerde MPG-eis: $0,90 + (0,2 \times (2,83 - 1,5)) = 1,166$
- Kantoor: $\leq 0,7$ → Gecorrigeerde MPG-eis: $0,85 + (0,2 \times (2,83 - 1,5)) = 1,116$

Stap 3 – Bepaal de projectgemiddelde MPG-eis (gebouwniveau)

Volgens 'methode 3' uit rapportage 'Vervolgonderzoek uitbreiding grenswaarden MPG' van juli 2021 door Nieman Raadgevende Ingenieurs. Dit betreft een oppervlaktegewogen bepaling (zie ook paragraaf 2.1.3).

$$\text{MPG eis} = \frac{\text{MPG}_{\text{eis; gecorrigeerd functie A}} \times A_{\text{g functie A}} + \text{MPG}_{\text{eis; gecorrigeerd functie B}} \times A_{\text{g functie B}}}{(A_{\text{g functie A}} + A_{\text{g functie B}})}$$

$$\text{MPG eis} = \frac{1,166 \times 20.000 \text{ m}^2 + 1,116 \times 800 \text{ m}^2}{(20.000 \text{ m}^2 + 800 \text{ m}^2)} = 1,164 \quad \text{Toetsen: } \text{MPG}_{\text{gebouw}} \leq \text{MPG eis}$$

Bijlage 3 - Analyse BVO ten opzichte van GO, m³ of m²

Vanuit de huidige Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken wordt de milieuprestatie van een gebouw teruggerekend naar m² bruto vloeroppervlakte (BVO), bepaald volgens NEN 2580. Het hanteren van het bruto vloeroppervlakte in plaats van de gebruiksoppervlakte is de afgelopen jaren meerdere keren ter discussie gesteld door diverse partijen, waaronder de 'Klankbordgroep Milieuprestatie en GWP'.

Om inzicht te geven in mogelijke alternatieven en consequenties is voor de momenteel beschikbare data van milieuprestatieberekeningen een analyse opgesteld. Daarbij zijn de volgende parameters onderzocht:

- MPG per gebruiksoppervlakte
- MPG per volume
- MPG per schiloppervlak

Analyse gebruiksoppervlakte

Verderop in deze bijlage zijn alle rekenresultaten van de onderzoeken van andere bureaus [tot nu toe](#) bijgevoegd. Daarbij is de procentuele stijging van de MPG-uitkomst weergegeven wanneer in plaats van het BVO het GO gehanteerd wordt als eenheid.

Deze MPG-waarden betreffen de gemiddelde waarden uit de resultaten in de 'Volledige bandbreedte'. Hierbij wordt opgemerkt dat DGMR en LBP SIGHT de resultaten van de berekeningen op twee manieren hebben samengevat:

- Volledige bandbreedte: hierin zitten alle varianten van materialisatie en energiemaatregelen verwerkt, bijvoorbeeld ook varianten met bijvoorbeeld externe warmtelevering (zeer lage milieuprestatie) en varianten met maximum PV (zeer hoge milieuprestatie).
- Met een dergelijke grote spreiding is een beleidsadvies moeilijk te geven. Om die reden hebben DGMR en LBP een zogenoemde 'prognose bandbreedte' afgeleid. Deze geeft de spreiding van de milieuprestaties van enkele veel voorkomende varianten van materialisatie van de referentiegebouwen.

Onderstaand tabel bevat van vijf referentiegebouwen de rekenresultaten. Daarbij blijkt dat de MPG-uitkomst een hoger getal gaat opleveren op het moment dat de uitkomst gerelateerd wordt aan GO in plaats van BVO. Deze toename varieert van een aantal procenten tot bijna 40%. Weliswaar is deze toename goed uit te leggen, maar lijkt het vreemd om aan de ene kant de grenswaardes aan te scherpen terwijl aan de andere kant het MPG-getal hoger lijkt te worden. Belangrijker nog is dat onvoorspelbaarheden in de MPG-resultaten blijven optreden en dat de noodzaak voor robuuste vorm-/gebruiksfactoren onverminderd groot blijft.

Referentiegebouw	MPG o.b.v. BVO	MPG o.b.v. GO	Stijging MPG op GO t.o.v. BVO
Bijeenkomst XL	0,597	0,748	25,3%
Kantoor XS 100	1,295	1,503	16,0%
Kantoor XL 2	0,757	0,808	6,8%
Chalet	1,095	1,330	21,5%
Tussenwoning S	0,574	0,741	29,3%
Woongebouw XL (604 studio's)	1,004	1,221	21,6%

Analyse volume en schiloppervlakte

Aanvullend op de analyse tussen BVO en GO is onderzocht wat de impact op de MPG-uitkomst is al de milieuprestatie aan het gebouwvolume of de gebouwschil (vloer, gevel, dak) wordt gerelateerd.

In onderstaande tabel is voor vijf referentiegebouwen weergegeven wat de MPG-resultaten zijn op basis van de huidige methode volgens het BVO en aanvullend de MPG-resultaten op basis van het volume en de verliesoppervlakte A_{ls} . Een volledig overzicht is op de volgende pagina's in deze bijlage te vinden.

Referentiegebouw	MPG o.b.v. BVO	MPG o.b.v. volume	MPG o.b.v. verliesoppervlakte
Bijeenkomst XL	0,597	0,249	0,616
Kantoor XS 100	1,295	0,501	0,526
Kantoor XL 2	0,757	0,269	1,049
Chalet	1,095	0,512	0,386
Tussenwoning S	0,574	0,307	0,537
Woongebouw XL (604 studio's)	1,004	0,421	1,675

In zowel het volume als het schiloppervlak wordt behalve het tweedimensionale van alleen een vloeroppervlak (BVO of GO) ook de hoogte van een gebouw betrokken. Daarmee lijkt dit in eerste instantie een betere maatstaf om de compactheid van een gebouw te beoordelen. Uit de rekenresultaten blijkt de meerwaarde echter gering.

- In bovenstaand overzicht is te zien dat met het relateren van de milieuprestatie aan het volume de resultaten in een kleinere range / dichter bij elkaar komen te liggen maar dat de referentiegebouwen met in de basis een hoge MPG gebaseerd op BVO nog steeds een relatief hoge MPG gebaseerd op volume hebben. Andersom hebben de gebouwen met een lage MPG gebaseerd op BVO ook een relatief lage MPG gebaseerd volume hebben.
- Wanneer we de milieuprestatie relateren aan het vliesoppervlakte, is een heel ander beeld te zien. In een aantal gevallen stijgt de MPG-uitkomst sterk, in een aantal gevallen daalt de uitkomst en in een enkel geval blijft de uitkomst ongeveer gelijk.
- Hoewel de vorm van een gebouw bepalend is voor het volume en voor de schiloppervlakte, geldt andersom niet dat het volume en het schiloppervlakte bepalend zijn voor de vorm van het gebouw. Dat maakt het niet goed mogelijk om enkel het volume of een schiloppervlakte als factor te introduceren.
- Het volume of verliesoppervlakte is wel een gebouw-specifieke eigenschap, echter geeft dit nog geen beeld van de 'compactheid' van een gebouw. In algemene zin kan gesteld worden dat een compacter gebouw (zo efficiënt mogelijke verhouding tussen gebruiksoppervlakte en gebouwvorm) gunstiger zou moeten zijn voor de milieuprestatie. Om de compactheid te benaderen moet het volume of de schil aanvullende gerelateerd worden aan een extra parameter, namelijk de vloeroppervlakte. De vloeroppervlakte wordt in deze context uitgewerkt als de 'gebruiksoppervlakte'. Een koppeling van de milieuprestatie aan de compactheid/vorm van een gebouw is in deze rapportage verder uitgewerkt vanaf hoofdstuk 3.

Uit deze analyses volgt dat de meerwaarde om de uitkomst te koppelen aan bijvoorbeeld gebruiksoppervlak, volume, schiloppervlak of een andere eenheid verwaarloosbaar klein is. Ook bij die parameters blijven onvoorspelbaarheden optreden in de MPG-resultaten en blijft de noodzaak voor robuuste vorm-/gebruiksfactoren onverminderd groot. De spreiding in uitkomsten is verhoudingsgewijs dusdanig groot dat bepaalde gebouwvormen nog steeds een positievere of negatievere MPG-uitkomst krijgen, al dan niet terecht op basis van de gekozen materialisering.

In dat kader is ons advies de uitkomst van een MPG-berekening ook in de toekomst om te rekenen naar € per m² BVO (conform de huidige bepalingsmethode) en de bepalingsmethodiek te voorzien van de gewenste vorm-/gebruiksfactoren. Daarmee wordt ook voorkomen dat, parallel aan het proces van aanscherpen en uitbreiden van de MPG-eisen, ruis kan ontstaan door gewijzigde rekenresultaten en bijbehorende bijgestelde MPG-eisen voor woon- en kantoorfuncties. Bijvoorbeeld de huidige MPG-eis van €0,80 per m² BVO zal naar een andere eenheid omgerekend moeten worden indien aangesloten wordt op gebruiksoppervlak, volume, schiloppervlak of andere eenheid.

Bijlage 3 - Analyse eenheid BVO t.o.v. GO, volume, schilfactor

referentie	bouwwijze	A _g	A _u	A _u / A _g	%raam	BVO	MPG min	MPG max	MPG per m² BVO MPG gem	MKI	MPG per m² GO toename tov BVO	MPG per m³ volume gem. hoogte	MPG	MPG per m² schloppervlak A _u	MPG per A _u
Statisch en Dynamisch model MPG - BENG (rapport RVO, DGM, LBP Slight d.d. 28 september 2023)															
tussenwoning S	conventioneel zwaar	110	152	1,38	28	142,2	0,461	0,521	0,491	5,237	0,636	29,3	2,4	266	0,394
	tunnel	110	152	1,38	28	140,6	0,471	0,531	0,501	5,293	0,640	27,8	2,4	266	0,397
tussenwoning M	conventioneel zwaar	87	177	2,03	24	101,9	0,672	0,837	0,755	5,766	0,884	28,3	2,4	266	0,368
	conventioneel zwaar	133	249	1,87	20	173,0	0,378	0,421	0,400	5,184	0,520	30,1	2,4	210	0,549
hoekwoning M	CLT (cat 3)	133	249	1,87	20	173,0	0,439	0,469	0,454	5,891	0,591	30,1	2,4	321	0,323
	CLT (cat 3)	133	249	1,87	20	173,0	0,439	0,469	0,454	5,891	0,591	30,1	2,4	321	0,367
vrijstaande woning M	HSB	149	344	2,31	23	205,8	0,459	0,669	0,564	8,705	0,779	38,1	2,4	360	0,484
	bicobased	149	344	2,31	23	199,8	0,435	0,625	0,530	7,942	0,711	34,1	2,4	360	0,441
vrijstaande woning L	conventioneel zwaar	181	387	2,14	24	252,8	0,429	0,563	0,496	9,408	0,593	39,7	2,4	437	0,450
woongebouw M (33 app)	conventioneel zwaar	3.036	2.807	0,92	32	3.773,1	0,574	0,630	0,602	170,395	0,748	24,3	2,9	8.804	0,387
	CLT (cat 3)	3.036	2.807	0,92	32	3.773,1	0,658	0,708	0,683	193,277	0,849	24,3	2,9	8.804	0,429
woongebouw M (33 app) Collectief	conventioneel zwaar	3.036	2.807	0,92	32	3.773,1	0,428	0,627	0,528	149,273	0,656	24,3	2,9	8.804	0,339
	CLT (cat 3)	3.036	2.807	0,92	32	3.773,1	0,511	0,705	0,608	172,053	0,756	24,3	2,9	8.804	0,391
woongebouw M (45 app)	conventioneel zwaar	3.883	3.817	0,98	28	4.596,0	0,659	0,725	0,690	237,843	0,817	18,4	2,9	11.261	0,422
	tunnel	3.883	3.817	0,98	28	4.602,4	0,631	0,699	0,665	229,545	0,788	18,4	2,9	11.261	0,408
woongebouw M (45 app) Collectief	conventioneel zwaar	3.883	3.817	0,98	28	4.596,0	0,475	0,772	0,624	214,920	0,738	18,4	2,9	11.261	0,382
	tunnel	3.883	3.817	0,98	28	4.602,4	0,452	0,745	0,599	206,590	0,709	18,4	2,9	11.261	0,367
woongebouw L (222 app) (KOS BENG)	tunnel	10.000	6.714	0,67	41	12.189,6	0,861	0,963	0,912	833,769	1,112	21,9	2,9	29.000	0,575
	tunnel	10.000	6.714	0,67	41	12.189,6	0,636	0,702	0,669	611,613	0,815	21,9	2,9	29.000	0,422
woongebouw L (133 app)	tunnel	10.000	6.714	0,67	41	12.189,6	0,453	0,744	0,599	547,161	0,730	21,9	2,9	29.000	0,377
	woongebouw XL (314 app) (KOS BENG)	21.396	15.586	0,73	34	26.010,1	0,884	0,768	0,726	1.419,875	0,882	21,8	2,9	62.048	0,456
woongebouw XL (314 app) Collectief	tunnel	21.396	15.586	0,73	34	26.010,1	0,443	0,616	0,529	1.032,729	0,644	21,8	2,9	62.048	0,333
	woongebouw XL (604 studio)	21.396	15.586	0,73	34	26.010,1	0,940	1,064	1,002	1.954,659	1,218	21,8	2,9	62.048	0,630
woongebouw XL (604 studio) Collectief	tunnel	21.396	15.586	0,73	34	26.010,1	0,554	0,764	0,659	1.285,549	0,801	21,8	2,9	62.048	0,414
chalet	HSB	52	179	3,44	27	63,2	1,020	1,336	1,178	5,584	1,432	21,6	2,6	135	0,826
	kantoor XS 100	83	237	2,86	31	96,3	0,956	1,736	1,346	6,481	1,562	16,0	3,0	249	0,521
kantoor XS 200	conventioneel	158	348	2,20	25	192,7	0,712	1,123	0,918	8,843	1,119	22,0	3,0	474	0,373
	Stalen draagstructuur met kanaalplaatvloeren	1.681	1.614	0,96	22	1.800,0	0,749	1,015	0,862	79,355	0,944	7,1	3,0	5.043	0,315
kantoor M	Stalen draagstructuur met kanaalplaatvloeren	4.383	4.065	0,93	40	4.950,0	0,609	0,779	0,694	171,751	0,784	12,9	3,0	13.149	0,261
	Stalen draagstructuur met kanaalplaatvloeren	4.383	4.065	0,93	40	4.950,0	0,609	0,779	0,694	171,751	0,784	12,9	3,0	13.149	0,261
kantoor M Variant	Stalen draagstructuur met kanaalplaatvloeren	23.892	18.399	0,77	80	25.520,0	0,721	0,774	0,747	963,777	0,824	19,3	3,0	71.676	0,266
	Stalen draagstructuur met kanaalplaatvloeren	23.892	18.399	0,77	80	25.520,0	0,721	0,774	0,747	963,777	0,824	19,3	3,0	71.676	0,266

referentie	bouwwijze	A _g	A _u	A _u / A _g	%raam	BVO	MPG min	MPG max	MPG per m² BVO	MPG	MKI	MPG per m² GO	toename tov BVO	gem. hoogte	MPG per m³ volume	volume	MPG	MPG per m² schloppervlak	A _u	MPG per A _u
DGMR en LBP Slight - Referentiegebouwen MPG: functies zonder MPG eis - PROGNOSE BANDBREEDTE																				
bienenkomst M	conventioneel zwaar, staalskelet	2.354	3.849	1,64	16	2.601,3	0,774	0,895	0,835	108,539	0,922	10,5	3,0	7.062	0,307			3.849	0,564	
	conventioneel zwaar, ihwg / staalskelet	9.707	11.794	1,21	18	12.164,0	0,566	0,637	0,602	365,832	0,754	25,3	3,0	29.121	0,251			11.794	0,517	3
onderwijs M	HSB met metselwerk, staalskelet	3.193	4.951	1,55	32	3.396,2	0,792	0,924	0,858	145,697	0,913	6,4	3,0	9.579	0,304			4.951	0,589	
	conventioneel zwaar	3.193	4.951	1,55	32	3.396,2	0,792	0,924	0,858	145,697	0,913	6,4	3,0	9.579	0,304			4.951	0,589	
CLT	CLT	3.193	4.951	1,55	32	3.396,2	0,870	1,002	0,936	153,598	0,962	2,8	3,0	9.579	0,321			4.951	0,620	
	HSB met metselwerk, staalskelet	15.729	10.465	0,67	69	16.527,2	0,612	0,700	0,656	542,092	0,689	5,1	3,0	47.187	0,230			10.465	1,036	
gezondheid zonder bed S	HSB met metselwerk, staalskelet	877	1.555	1,77	17	918,8	0,833	0,981	0,907	41,669	0,960	4,5	3,0	2.631	0,317			1.555	0,536	
gezondheid met bed XL	prefab beton / metselwerk, betonskelet	34.178	26.607	0,78	53	40.815,0	0,735	0,813	0,774	1.579,541	0,924	19,4	3,0	102.534	0,308			26.607	1,187	
winkel S	HSB met metselwerk, staalskelet	1.460	3.331	2,28	16	1.629,9	0,816	0,949	0,883	71,919	0,985	11,0	3,5	5.110	0,281			3.331	0,432	
	Sandwich gevel, staalskelet	20.907	34.694	1,66	11	23.375,0	0,625	0,688	0,657	767,284	0,734	11,8	3,5	73.175	0,210			34.694	0,442	
sport M	Sandwich gevel, staalskelet	2.910	5.860	2,01	33	3.465,1	0,851	1,006	0,929	160,867	1,106	19,1	3,5	10.185	0,316			5.860	0,548	
	Sandwich gevel, staalskelet	8.468	15.544	1,84	12	9.086,1	0,722	0,792	0,757	343,909	0,812	25,3	3,5	29.638	0,232			15.544	0,442	
logiesgebouw M	HSB met metselwerk, ihwg, pnt staalskelet	3.678	4.010	1,09	34	4.411,7	0,793	0,893	0,843	185,953	1,011	19,9	3,0	11.034	0,337			4.010	0,927	
	HSB met metselwerk, ihwg, pnt betonskelet	8.726	8.001	0,92	62	10.286,6	0,805	0,924	0,876	450,236	1,032	17,9	3,0	26.178	0,344			8.001	1,019	
logiesgebouw L	HSB met metselwerk, ihwg, pnt staalskelet	3.678	4.010	1,09	34	4.411,7	0,793	0,893	0,843	185,953	1,011	19,9	3,0	11.034	0,337			4.010	0,927	
cellenruimte	prefab beton / metselwerk, ihwg	2.511	2.252	0,90	24	2.707,1	0,982	1,058	1,020	138,062	1,100	7,8	3,0	7.533	0,367			2.252	1,226	
DGMR en LBP Slight - Referentiegebouwen MPG: functies zonder MPG eis - VOLLEDIGE BANDBREEDTE																				
bienenkomst M	conventioneel zwaar, staalskelet	2.354	3.849	1,64	16	2.601,3	0,730	0,895	0,813	105,678	0,988	10,5	3,0	7.062	0,299			3.849	0,518	
	conventioneel zwaar, ihwg / staalskelet	9.707	11.794	1,21	18	12.164,0	0,557	0,637	0,597	363,095	0,748	25,3	3,0	29.121	0,249			11.794	0,516	
bienenkomst XL	HSB met metselwerk, staalskelet	3.193	4.951	1,55	32	3.396,2	0,751	0,963	0,897	145,527	0,912	6,4	3,0	9.579	0,304			4.951	0,518	
	conventioneel zwaar	3.193	4.951	1,55	32	3.396,2	0,751	0,963	0,897	145,527	0,912	6,4	3,0	9.579	0,304			4.951	0,520	
onderwijs M	CLT	3.193	4.951	1,55	32	3.396,2	0,678	0,883	0,781	128,665	0,806	3,3	3,0	9.579	0,269			4.951	0,589	
	CLT	3.193	4.951	1,55	32	3.396,2	0,678	0,883	0,781	128,665	0,806	3,3	3,0	9.579	0,269			4.951	0,589	
onderwijs XL	HSB met metselwerk, staalskelet	15.729	10.465	0,67	69	16.527,2	0,605	0,700	0,668	568,123	0,722	5,1	3,0	47.187	0,241			10.465	1,086	
	HSB met metselwerk, staalskelet	877	1.555	1,77	17	918,8	0,816	0,981	0,848	41,669	0,986	4,5	3,0	2.631	0,295			1.555	0,500	
gezondheid zonder bed S	prefab beton / metselwerk, betonskelet	34.178	26.607	0,78	53	40.815,0	0,733	0,809	0,773	1.644,845	0,963	19,4	3,0	102.534	0,321			26.607	1,231	
gezondheid met bed XL	HSB met metselwerk, staalskelet	1.460	3.331	2,28	16	1.629,9	0,746	0,949	0,848	69,867	0,946	11,8	3,5	5.110	0,270			3.331	0,411	
winkel XL	Sandwich gevel, staalskelet	20.907	34.694	1,66	11	23.375,0	0,620	0,688	0,654	764,363	0,731	11,8	3,5	73.175	0,209			34.694	0,441	
	Sandwich gevel, staalskelet	2.910	5.860	2,01	33	3.465,1	0,851	1,006	0,929	160,867	1,106	19,1	3,5	10.185	0,316			5.860	0,549	
sport M	Sandwich gevel, staalskelet	8.468	15.544	1,84	12	9.086,1	0,698	0,778	0,742	355,267	0,817	27,3	3,5	29.638	0,240			15.544	0,467	
	Sandwich gevel, staalskelet	8.468	15.544	1,84	12	9.086,1	0,698	0,778	0,742	355,267	0,817	27,3	3,5	29.638	0,240			15.544	0,467	
logiesgebouw M	HSB met metselwerk, ihwg, pnt staalskelet	3.678	4.010	1,09	34	4.411,7	0,767	0,935	0,851	187,718	1,016	19,9	3,0	11.034	0,340			4.010	0,936	
	HSB met metselwerk, ihwg, pnt betonskelet	8.726	8.001	0,92	62	10.286,6	0,759	0,927	0,843	185,953	1,011	19,9	3,0	11.034	0,337			8.001	1,027	
logiesgebouw L	HSB met metselwerk, ihwg, pnt staalskelet	3.678	4.010	1,09	34	4.411,7	0,759	0,927	0,843	185,953	1,011	19,9	3,0	11.034	0,337			4.010	0,927	
cellenruimte	prefab beton / metselwerk, ihwg	2.511	2.252	0,90	24	2.707,1	0,936	1,091	1,014	137,162	1,093	7,8	3,0	7.533	0,364			2.252	1,218	
	prefab beton / metselwerk, ihwg	2.511	2.252	0,90	24	2.707,1	0,936	1,091	1,014	137,162	1,093	7,8	3,0	7.533	0,367			2.252	1,226	

Bijlage 4 - Eerste analyse vormfactoren

Bijlage 4 - analyse vormfactoren - woonfuncties

		woonfunctie, <u>niet</u> gelegen in woongebouw	
2,5	$A_{is} / A_g \leq 2,5$	$MPG \leq 0,5$	0,5
4,0	$A_{is} / A_g > 2,5$	$MPG \leq 0,5 + 0,7 * (A_{is}/A_g - 2,5)$	0,7
			0,7
		woonfunctie, gelegen in woongebouw	
0,5	$A_{is} / A_g \leq 0,5$	$MPG \leq 0,6$	0,6
1,5	$A_{is} / A_g > 0,5$	$MPG \leq 0,6 + 0,5 * (A_{is}/A_g - 0,5)$	0,5
			0,5

referentie	bouwwijze	A _q	A _{is}	A _{is} / A _q	A _{usc}	A _{usc} / A _q (aanname)	%raam	BVO	A _q /app	MPG min	MPG max	MPG gem	MPG-eis (na vormfactor)	
Statisch en Dynamisch model MPG - BENG (rapport RVO, DGMR, LBP Sight d.d. 26 september 2023)														
tussenwoning S	conventioneel zwaar	110	152	1,38	n.t.b.	1,50	28	142,2		0,461	0,521	0,491	0,500	
	tunnel	110	152	1,38	n.t.b.	1,50	28	140,6		0,471	0,531	0,501	0,500	
	HSB	110	152	1,38	n.t.b.	1,50	28	141,1		0,432	0,492	0,462	0,500	
tussenwoning M	conventioneel zwaar	87	177	2,03	n.t.b.	2,21	24	101,9		0,672	0,837	0,755	0,500	
hoekwoning M	conventioneel zwaar	133	249	1,87	n.t.b.	2,00	20	173,0		0,378	0,421	0,400	0,500	
	CLT (cat 3)	133	249	1,87	n.t.b.	2,00	20	173,0		0,439	0,469	0,454	0,500	
vrijstaande woning M	HSB	149	344	2,31	n.t.b.	2,45	23	205,8		0,459	0,669	0,564	0,500	
	biobased	149	344	2,31	n.t.b.	2,45	23	199,8		0,435	0,625	0,530	0,500	
vrijstaande woning L	conventioneel zwaar	181	387	2,14	n.t.b.	2,27	24	252,9		0,429	0,563	0,496	0,500	
		gemiddeld: 1,85		gemiddeld: 1,99		gemiddeld: 0,464								
woongebouw M (33 app)	conventioneel zwaar	3.036	2.807	0,92	n.t.b.	0,97	32	3.773,1	92,0 m²	0,574	0,630	0,602	0,812	
	CLT (cat 3)	3.036	2.807	0,92	n.t.b.	0,97	32	3.773,1	92,0 m²	0,658	0,708	0,683	0,812	
woongebouw M (33 app) Collectief	conventioneel zwaar	3.036	2.807	0,92	n.t.b.	0,97	32	3.773,1	92,0 m²	0,428	0,627	0,528	0,812	
	CLT (cat 3)	3.036	2.807	0,92	n.t.b.	0,97	32	3.773,1	92,0 m²	0,511	0,705	0,608	0,812	
woongebouw M (45 app)	conventioneel zwaar	3.883	3.817	0,98	n.t.b.	1,03	28	4.596,0	86,3 m²	0,655	0,725	0,690	0,842	
	tunnel	3.883	3.817	0,98	n.t.b.	1,03	28	4.602,4	86,3 m²	0,631	0,699	0,665	0,842	
woongebouw M (45 app) Collectief	conventioneel zwaar	3.883	3.817	0,98	n.t.b.	1,03	28	4.596,0	86,3 m²	0,475	0,772	0,624	0,842	
	tunnel	3.883	3.817	0,98	n.t.b.	1,03	28	4.602,4	86,3 m²	0,452	0,745	0,599	0,842	
woongebouw L (222 app) (KOS BENG)	tunnel	10.000	6.714	0,67	n.t.b.	1,03	41	12.189,6	45,0 m²	0,861	0,963	0,912	0,686	
woongebouw L (133 app)	tunnel	10.000	6.714	0,67	n.t.b.	1,03	41	12.189,6	75,2 m²	0,636	0,702	0,669	0,686	
woongebouw L (133 app) Collectief	tunnel	10.000	6.714	0,67	n.t.b.	1,03	41	12.189,6	75,2 m²	0,453	0,744	0,599	0,686	
woongebouw XL (374 app) (KOS BENG)	tunnel	21.396	15.586	0,73	n.t.b.	0,76	45	26.010,1	57,2 m²	0,684	0,768	0,726	0,714	
woongebouw XL (374 app) Collectief	tunnel	21.396	15.586	0,73	n.t.b.	0,76	45	26.010,1	57,2 m²	0,443	0,616	0,529	0,714	
woongebouw XL (604 studio)	tunnel	21.396	15.586	0,73	n.t.b.	0,76	34	26.010,1	35,4 m²	0,940	1,064	1,002	0,714	
woongebouw XL (604 studio) Collectief	tunnel	21.396	15.586	0,73	n.t.b.	0,76	34	26.010,1	35,4 m²	0,554	0,764	0,659	0,714	
		gemiddeld: 0,84		gemiddeld: 0,94		gemiddeld: 72,9 m²			gemiddeld: 0,597					
chalet	HSB	52	179	3,44	n.t.b.	3,68	27	63,2		1,020	1,336	1,178	1,160	
20210240.001 - Tiny House Koffehuisje (Nieman)		20,42	92,84	4,55	92,84	4,55		27,3		1,699	1,699	1,699	1,583	
		gemiddeld: 3,99		gemiddeld: 4,11		gemiddeld: 1,360								

Bijlage 4 - analyse vormfactoren - woonfuncties

2,5	$A_{is} / A_g \leq 2,5$	woonfunctie, niet gelegen in woongebouw	MPG $\leq 0,5$	0,5
4,0	$A_{is} / A_g > 2,5$	woonfunctie, niet gelegen in woongebouw	MPG $\leq 0,5 + 0,7 * (A_{is}/A_g - 2,5)$	0,7
0,5	$A_{is} / A_g \leq 0,5$	woonfunctie, gelegen in woongebouw	MPG $\leq 0,6$	0,6
1,5	$A_{is} / A_g > 0,5$	woonfunctie, gelegen in woongebouw	MPG $\leq 0,6 + 0,5 * (A_{is}/A_g - 0,5)$	0,5

referentie	bouwwijze	A _d	A _{is}	A _{is} / A _d	A _{usc}	A _{usc} / A _d (aanname)	%raam	BVO	A _d /app	MPG min	MPG max	MPG gem	MPG-eis (na vormfactor)
Statisch en Dynamisch model MPG - BENG (rapport RVO, DGMR, LBP Sight d.d. 26 september 2023) + ANALYSE 20% EXTRA GEVELOPPERVLAKTE (rapport dgmr d.d. 30-08-2023)													
	tussenwoning S	conventioneel zwaar	110	152	1,38	n.t.b.	1,50	28	142,2	0,478	0,538	0,508	0,500
		tunnel	110	152	1,38	n.t.b.	1,50	28	140,6	0,488	0,548	0,518	0,500
		HSB	110	152	1,38	n.t.b.	1,50	28	141,1	0,446	0,506	0,476	0,500
	tussenwoning M	conventioneel zwaar	87	177	2,03	n.t.b.	2,21	24	101,9	0,690	0,855	0,773	0,500
		CLT (cat 3)	133	249	1,87	n.t.b.	2,00	20	173,0	0,398	0,441	0,420	0,500
	hoekwoning M	conventioneel zwaar	133	249	1,87	n.t.b.	2,00	20	173,0	0,464	0,494	0,479	0,500
		CLT (cat 3)	133	249	1,87	n.t.b.	2,00	20	173,0	0,464	0,494	0,479	0,500
	vrijstaande woning M	HSB	149	344	2,31	n.t.b.	2,00	23	205,8	0,485	0,695	0,590	0,500
		biobased	149	344	2,31	n.t.b.	2,45	23	199,8	0,457	0,647	0,552	0,500
	vrijstaande woning L	conventioneel zwaar	181	387	2,14	n.t.b.	2,45	24	252,9	0,453	0,587	0,520	0,500
				gemiddeld: 1,85		gemiddeld: 1,96				gemiddeld: 0,484			
	woongebouw M (33 app)	conventioneel zwaar	3.036	2.807	0,92	n.t.b.	0,97	32	3.773,1	0,596	0,652	0,624	0,812
		CLT (cat 3)	3.036	2.807	0,92	n.t.b.	0,97	32	3.773,1	0,680	0,730	0,705	0,812
	woongebouw M (33 app) Collectief	conventioneel zwaar	3.036	2.807	0,92	n.t.b.	0,97	32	3.773,1	0,450	0,649	0,550	0,812
		CLT (cat 3)	3.036	2.807	0,92	n.t.b.	0,97	32	3.773,1	0,533	0,727	0,630	0,812
	woongebouw M (45 app)	conventioneel zwaar	3.883	3.817	0,98	n.t.b.	1,03	28	4.596,0	0,681	0,751	0,716	0,842
		tunnel	3.883	3.817	0,98	n.t.b.	1,03	28	4.602,4	0,656	0,724	0,690	0,842
	woongebouw M (45 app) Collectief	conventioneel zwaar	3.883	3.817	0,98	n.t.b.	1,03	28	4.596,0	0,501	0,798	0,650	0,842
		tunnel	3.883	3.817	0,98	n.t.b.	1,03	28	4.602,4	0,477	0,770	0,624	0,842
	woongebouw L (133 app)	conventioneel zwaar	10.000	6.714	0,67	n.t.b.	0,70	41	12.189,6	0,660	0,726	0,693	0,686
		tunnel	10.000	6.714	0,67	n.t.b.	0,70	41	12.189,6	0,477	0,768	0,623	0,686
	woongebouw XL (604 studio)	conventioneel zwaar	21.396	15.586	0,73	n.t.b.	0,76	34	26.010,1	0,955	1,079	1,017	0,714
		tunnel	21.396	15.586	0,73	n.t.b.	0,76	34	26.010,1	0,569	0,779	0,674	0,714
	chalet			gemiddeld: 0,87		gemiddeld: 0,91				gemiddeld: 0,603			
		HSB	52	179	3,44	n.t.b.	3,68	27	63,2	1,051	1,367	1,209	1,160
				gemiddeld: 3,44		gemiddeld: 3,68				gemiddeld: 1,051			
Statisch en Dynamisch model MPG - BENG (rapport RVO, DGMR, LBP Sight d.d. 26 september 2023) + ANALYSE 20% EXTRA GLASOPPERVLAKTE (rapport dgmr d.d. 30-08-2023)													
	tussenwoning S	conventioneel zwaar	110	152	1,38	n.t.b.	1,50	28	142,2	0,468	0,528	0,498	0,500
		tunnel	110	152	1,38	n.t.b.	1,50	28	140,6	0,478	0,538	0,508	0,500
		HSB	110	152	1,38	n.t.b.	1,50	28	141,1	0,439	0,499	0,469	0,500
	tussenwoning M	conventioneel zwaar	87	177	2,03	n.t.b.	2,21	24	101,9	0,682	0,847	0,765	0,500
		CLT (cat 3)	133	249	1,87	n.t.b.	2,00	20	173,0	0,387	0,430	0,409	0,500
	hoekwoning M	conventioneel zwaar	133	249	1,87	n.t.b.	2,00	20	173,0	0,447	0,477	0,462	0,500
		CLT (cat 3)	133	249	1,87	n.t.b.	2,00	20	173,0	0,447	0,477	0,462	0,500
	vrijstaande woning M	HSB	149	344	2,31	n.t.b.	2,00	23	205,8	0,470	0,680	0,575	0,500
		biobased	149	344	2,31	n.t.b.	2,45	23	199,8	0,448	0,638	0,543	0,500
	vrijstaande woning L	conventioneel zwaar	181	387	2,14	n.t.b.	2,45	24	252,9	0,442	0,576	0,509	0,500
				gemiddeld: 1,85		gemiddeld: 1,96				gemiddeld: 0,473			
	woongebouw M (33 app)	conventioneel zwaar	3.036	2.807	0,92	n.t.b.	0,97	32	3.773,1	0,582	0,638	0,610	0,812
		CLT (cat 3)	3.036	2.807	0,92	n.t.b.	0,97	32	3.773,1	0,665	0,715	0,690	0,812
	woongebouw M (33 app) Collectief	conventioneel zwaar	3.036	2.807	0,92	n.t.b.	0,97	32	3.773,1	0,436	0,635	0,536	0,812
		CLT (cat 3)	3.036	2.807	0,92	n.t.b.	0,97	32	3.773,1	0,518	0,712	0,615	0,812
	woongebouw M (45 app)	conventioneel zwaar	3.883	3.817	0,98	n.t.b.	1,03	28	4.596,0	0,665	0,735	0,700	0,842
		tunnel	3.883	3.817	0,98	n.t.b.	1,03	28	4.602,4	0,643	0,711	0,677	0,842
	woongebouw M (45 app) Collectief	conventioneel zwaar	3.883	3.817	0,98	n.t.b.	1,03	28	4.596,0	0,485	0,782	0,634	0,842
		tunnel	3.883	3.817	0,98	n.t.b.	1,03	28	4.602,4	0,464	0,757	0,611	0,842
	woongebouw L (133 app)	conventioneel zwaar	10.000	6.714	0,67	n.t.b.	0,70	41	12.189,6	0,648	0,714	0,681	0,686
		tunnel	10.000	6.714	0,67	n.t.b.	0,70	41	12.189,6	0,465	0,756	0,611	0,686
	woongebouw XL (604 studio)	conventioneel zwaar	21.396	15.586	0,73	n.t.b.	0,76	34	26.010,1	0,948	1,072	1,010	0,714
		tunnel	21.396	15.586	0,73	n.t.b.	0,76	34	26.010,1	0,562	0,772	0,667	0,714
	chalet			gemiddeld: 0,87		gemiddeld: 0,91				gemiddeld: 0,590			
		HSB	52	179	3,44	n.t.b.	3,68	27	63,2	1,037	1,353	1,195	1,160
				gemiddeld: 3,44		gemiddeld: 3,68				gemiddeld: 1,037	0,708	0,635	

Bijlage 4 - analyse vormfactoren - woonfuncties

		woonfunctie, <u>niet</u> gelegen in woongebouw	
2,5	$A_{is} / A_g \leq 2,5$	$MPG \leq 0,5$	0,5
4,0	$A_{is} / A_g > 2,5$	$MPG \leq 0,5 + 0,7 * (A_{is}/A_g - 2,5)$	0,7
			0,7
		woonfunctie, gelegen in woongebouw	
0,5	$A_{is} / A_g \leq 0,5$	$MPG \leq 0,6$	0,6
1,5	$A_{is} / A_g > 0,5$	$MPG \leq 0,6 + 0,5 * (A_{is}/A_g - 0,5)$	0,5
			0,5

referentie	bouwwijze	A _q	A _{ls}	A _{ls} / A _q	A _{usc}	A _{usc} / A _q (aanname)	%raam	BVO	A _q /app	MPG min	MPG max	MPG gem	MPG-eis (na vormfactor)	
Statisch en Dynamisch model MPG - BENG (rapport RVO, DGMR, LBP Sight d.d. 26 september 2023) + ANALYSE CAT.1 DATA (rapport dgmr d.d. 30-08-2023)														
tussenwoning S	conventioneel zwaar	110	152	1,38	n.t.b.	1,50	28	142,2		0,444	0,504	0,474	0,500	
	tunnel	110	152	1,38	n.t.b.	1,50	28	140,6		0,454	0,514	0,484	0,500	
	HSB	110	152	1,38	n.t.b.	1,50	28	141,1		0,421	0,481	0,451	0,500	
tussenwoning M	conventioneel zwaar	87	177	2,03	n.t.b.	2,21	24	101,9		0,651	0,816	0,734	0,500	
hoekwoning M	conventioneel zwaar	133	249	1,87	n.t.b.	2,00	20	173,0		0,361	0,404	0,383	0,500	
	CLT (cat 3)	133	249	1,87	n.t.b.	2,00	20	173,0		0,339	0,369	0,354	0,500	
vrijstaande woning M	HSB	149	344	2,31	n.t.b.	2,00	23	205,8		0,444	0,654	0,549	0,500	
	biobased	149	344	2,31	n.t.b.	2,45	23	199,8		0,429	0,619	0,524	0,500	
vrijstaande woning L	conventioneel zwaar	181	387	2,14	n.t.b.	2,45	24	252,9		0,413	0,547	0,480	0,500	
		gemiddeld: 1,85		gemiddeld: 1,96		gemiddeld: 0,440								
woongebouw M (33 app)	conventioneel zwaar	3.036	2.807	0,92	n.t.b.	0,97	32	3.773,1		0,564	0,620	0,592	0,812	
	CLT (cat 3)	3.036	2.807	0,92	n.t.b.	0,97	32	3.773,1		0,537	0,587	0,562	0,812	
woongebouw M (33 app) Collectief	conventioneel zwaar	3.036	2.807	0,92	n.t.b.	0,97	32	3.773,1		0,418	0,617	0,518	0,812	
	CLT (cat 3)	3.036	2.807	0,92	n.t.b.	0,97	32	3.773,1		0,390	0,584	0,487	0,812	
woongebouw M (45 app)	conventioneel zwaar	3.883	3.817	0,98	n.t.b.	1,03	28	4.596,0		0,647	0,717	0,682	0,842	
	tunnel	3.883	3.817	0,98	n.t.b.	1,03	28	4.602,4		0,618	0,686	0,652	0,842	
woongebouw M (45 app) Collectief	conventioneel zwaar	3.883	3.817	0,98	n.t.b.	1,03	28	4.596,0		0,467	0,764	0,616	0,842	
	tunnel	3.883	3.817	0,98	n.t.b.	1,03	28	4.602,4		0,439	0,732	0,586	0,842	
woongebouw L (133 app)	tunnel	10.000	6.714	0,67	n.t.b.	0,70	41	12.189,6		0,624	0,690	0,657	0,686	
woongebouw L (133 app) Collectief	tunnel	10.000	6.714	0,67	n.t.b.	0,70	41	12.189,6		0,441	0,732	0,587	0,686	
woongebouw XL (604 studio)	tunnel	21.396	15.586	0,73	n.t.b.	0,76	34	26.010,1		0,926	1,050	0,988	0,714	
woongebouw XL (604 studio) Collectief	tunnel	21.396	15.586	0,73	n.t.b.	0,76	34	26.010,1		0,540	0,750	0,645	0,714	
		gemiddeld: 0,87		gemiddeld: 0,91		gemiddeld: 0,551								
chalet	HSB	52	179	3,44	n.t.b.	3,68	27	63,2		0,988	1,304	1,146	1,160	
		gemiddeld: 3,44		gemiddeld: 3,68		gemiddeld: 0,988								

Bijlage 4 - analyse vormfactoren - woonfuncties

		woonfunctie, <u>niet</u> gelegen in woongebouw	
2,5	$A_{is} / A_g \leq 2,5$	$MPG \leq 0,5$	0,5
4,0	$A_{is} / A_g > 2,5$	$MPG \leq 0,5 + 0,7 * (A_{is}/A_g - 2,5)$	0,7
			0,7
		woonfunctie, <u>gelegen</u> in woongebouw	
0,5	$A_{is} / A_g \leq 0,5$	$MPG \leq 0,6$	0,6
1,5	$A_{is} / A_g > 0,5$	$MPG \leq 0,6 + 0,5 * (A_{is}/A_g - 0,5)$	0,5
			0,5

referentie	bouwwijze	A _q	A _{is}	A _{is} / A _q	A _{usc}	A _{usc} / A _q (aanname)	%raam	BVO	A _q /app	MPG min	MPG max	MPG gem	MPG-eis (na vormfactor)
Nieman - Projecten woongebouwen													
20170429 - Blok B (Handelskade)		6.128	5.076	0,83				7.698,6		0,747	0,747	0,747	0,764
20170429 - Blok C (Handelskade)		5.976	5.207	0,87				7.420,0		0,745	0,745	0,745	0,786
20200827 - woongebouw (Carinova)		2.438	3.391	1,39				2.925,4		0,749	0,749	0,749	1,045
20210700 - woongebouw (Lange Wemen)		2.013	2.089	1,04				2.657,5		0,781	0,781	0,781	0,869
20211289 - woongebouw zuid		3.910	3.521	0,90				4.813,0		0,716	0,716	0,716	0,800
20211393.001 - woongebouw blok 4 basis		5.332	7.052	1,32				6.362,9		0,610	0,610	0,610	1,011
20211393.001 - woongebouw blok 4 MKI betonleverancier		5.332	7.052	1,32				6.362,9		0,550	0,550	0,550	1,011
20211393.001 - woongebouw blok 3 basis		6.350	7.928	1,25				7.833,3		0,626	0,626	0,626	0,974
20211393.001 - woongebouw blok 3 MKI betonleverancier		6.350	7.928	1,25				7.833,3		0,507	0,507	0,507	0,974
20211311 - woongebouw (Almere poort B3)		2.188	2.987	1,37				2.872,0		0,732	0,732	0,732	1,033
20211077 - woongebouw (Almere poort C3)		1.821	2.437	1,34				2.175,5		0,698	0,698	0,698	1,019
20220363 - woongebouw externe warmtelevering forfaitair (Weezenlanden gebouw E)		3.203	3.131	0,98				3.830,4		0,814	0,814	0,814	0,839
20220363 - woongebouw externe warmtelevering EMG (Weezenlanden gebouw E)		3.203	3.131	0,98				3.830,4		0,662	0,662	0,662	0,839
20220250 - woongebouw (Tolvesum)		2.101	3.083	1,47				2.851,4		0,577	0,577	0,577	1,084
20210008 - woongebouw (Nieuwleusen)		2.009	2.793	1,39				2.781,0		0,640	0,640	0,640	1,045
20210792 - woongebouw noord MPG BB niveau (Klomp Hof)		797	1.415	1,78				1.045,9		0,779	0,779	0,779	1,238
20211225 - woongebouw (Weurt)		1.054	1.696	1,61				1.398,7		0,677	0,677	0,677	1,154
20201288 - woongebouw (Parkweelde)		2.255	2.775	1,23				2.930,1		0,771	0,771	0,771	0,965
gemiddeld: 0,688													
Nieman - recentere projecten													
20210240.001 - Tiny House Koffierhuisje		20,42	92,84	4,55	92,84	4,55		27,3		1,699	1,699	1,699	1,583
Referentiegebouwen GPR Materiaal													
Woning S tussen (woonfunctie)		110,1						146		n.v.t.	n.v.t.	0,534	??
Woongebouw M (woonfunctie)		2.854,1						3.615		n.v.t.	n.v.t.	0,687	??
Woning M tussen (woonfunctie)		87,1						105		n.v.t.	n.v.t.	0,779	??
Woning M hoek (woonfunctie)		133,3						180		n.v.t.	n.v.t.	0,572	??
Woning L vrij (woonfunctie)		180,7						264		n.v.t.	n.v.t.	0,591	??
Woonwagen (woonfunctie)		85,0						92		n.v.t.	n.v.t.	0,766	??
Woongebouw XL (woonfunctie)		21.241,0						26.006		n.v.t.	n.v.t.	0,581	??
Groepszorgwoning geschakeld (woonfunctie)		1.080,0						1.134		n.v.t.	n.v.t.	0,584	??
Groepszorgwoning gestapeld (woonfunctie)		9.114,0						11.339		n.v.t.	n.v.t.	0,599	??
Zorgclusterwoning geschakeld (woonfunctie)		110,0						124		n.v.t.	n.v.t.	0,510	??
Zorgclusterwoning appartementen (woonfunctie)		2.543,2						2.826		n.v.t.	n.v.t.	0,781	??
Groepszorgwoning vrijstaand (woonfunctie)		350,6						400		n.v.t.	n.v.t.	0,493	??
Zorgclusterwoning galerij (woonfunctie)		2.941,0						3.269		n.v.t.	n.v.t.	0,615	??
0,622													

Bijlage 4 - analyse vormfactoren - kantoorfuncties

		kantoorfunctie		
1,5	$A_{Is} / A_g \leq 1,5$	MPG $\leq 0,85$	0,85	
2,5	$A_{Is} / A_g > 1,5$	MPG $\leq 0,85 + 0,2 * (A_{Is}/A_g - 1,5)$	0,1	

referentie	bouwwijze	A _d	A _{Is}	A _{Is} / A _d	A _{usc}	A _{usc} / A _d (aanname)	%raam	BVO	MPG min	MPG max	MPG gem	MPG-eis (na vormfactor)	
Statisch en Dynamisch model MPG - BENG (rapport RVO, DGMR, LBP Sight d.d. 26 september 2023)													
	kantoor XS 100	conventioneel	83	237	2,86	n.t.b	3,03	31	96,3	0,956	1,736	1,346	0,986
	kantoor XS 200	conventioneel	158	348	2,20	n.t.b	2,34	25	192,7	0,712	1,123	0,918	0,920
	kantoor S (KOS BENG)	Stalen draagstructuur met kanaalplaatvloeren	1.681	1.614	0,96	n.t.b	1,02	45	1.800,0	0,749	1,015	0,882	0,850
	kantoor M	Stalen draagstructuur met kanaalplaatvloeren	4.383	4.065	0,93	n.t.b	1,02	40	4.950,0	0,609	0,779	0,694	0,850
	kantoor M (variant)	Stalen draagstructuur met kanaalplaatvloeren	4.383	4.065	0,93	n.t.b	0,98	40	4.950,0	0,681	0,884	0,783	0,850
	kantoor XL 2	Stalen draagstructuur met kanaalplaatvloeren	23.892	18.399	0,77	n.t.b	0,82	65	25.520,0	0,721	0,774	0,747	0,850
			gemiddeld: 1,44		gemiddeld: 1,53				gemiddeld: 0,738				
Statisch en Dynamisch model MPG - BENG (rapport RVO, DGMR, LBP Sight d.d. 26 september 2023) + ANALYSE 20% EXTRA GEVELOPPERVLAKTE (rapport dgmr d.d. 30-08-2023)													
	kantoor XS 100	conventioneel	83	237	2,86	n.t.b	3,03	31	96,3	0,993	1,773	1,383	0,986
	kantoor XS 200	conventioneel	158	348	2,20	n.t.b	2,34	25	192,7	0,746	1,157	0,952	0,920
	kantoor S	Stalen draagstructuur met kanaalplaatvloeren	1.681	1.614	0,96	n.t.b	1,02	22	1.800,0	0,762	1,028	0,895	0,850
	kantoor M	Stalen draagstructuur met kanaalplaatvloeren	4.383	4.065	0,93	n.t.b	0,98	40	4.950,0	0,628	0,798	0,713	0,850
	kantoor XL 2	Stalen draagstructuur met kanaalplaatvloeren	23.892	18.399	0,77	n.t.b	0,82	80	25.520,0	0,749	0,802	0,775	0,850
			gemiddeld: 1,54		gemiddeld: 1,64				gemiddeld: 0,776				
Statisch en Dynamisch model MPG - BENG (rapport RVO, DGMR, LBP Sight d.d. 26 september 2023) + ANALYSE 20% EXTRA GLASOPPERVLAKTE (rapport dgmr d.d. 30-08-2023)													
	kantoor XS 100	conventioneel	83	237	2,86	n.t.b	3,03	31	96,3	0,978	1,758	1,368	0,986
	kantoor XS 200	conventioneel	158	348	2,20	n.t.b	2,34	25	192,7	0,727	1,138	0,933	0,920
	kantoor S	Stalen draagstructuur met kanaalplaatvloeren	1.681	1.614	0,96	n.t.b	1,02	22	1.800,0	0,753	1,019	0,886	0,850
	kantoor M	Stalen draagstructuur met kanaalplaatvloeren	4.383	4.065	0,93	n.t.b	0,98	40	4.950,0	0,625	0,795	0,710	0,850
			gemiddeld: 1,74		gemiddeld: 1,84				gemiddeld: 0,771				
Statisch en Dynamisch model MPG - BENG (rapport RVO, DGMR, LBP Sight d.d. 26 september 2023) - (resultaten uit totaal - rapport 27-09-2023) + ANALYSE CAT.1 DATA (rapport dgmr d.d. 30-08-2023)													
	kantoor XS 100	conventioneel	83	237	2,86	n.t.b	3,03	31	96,3	0,911	1,691	1,301	0,986
	kantoor XS 200	conventioneel	158	348	2,20	n.t.b	2,34	25	192,7	0,688	1,099	0,894	0,920
	kantoor S	Stalen draagstructuur met kanaalplaatvloeren	1.681	1.614	0,96	n.t.b	1,02	22	1.800,0	0,731	0,997	0,864	0,850
	kantoor M	Stalen draagstructuur met kanaalplaatvloeren	4.383	4.065	0,93	n.t.b	0,98	40	4.950,0	0,596	0,766	0,681	0,850
	kantoor XL 2	Stalen draagstructuur met kanaalplaatvloeren	23.892	18.399	0,77	n.t.b	0,82	80	25.520,0	0,711	0,764	0,737	0,850
			gemiddeld: 1,54		gemiddeld: 1,64				gemiddeld: 0,727				
Nieman - Oude projecten GPR en BREEAM (uit 20190636)													
Oud Nieman BREEAM	Kantoor - 20150585		5.282	6.602	1,25	7.361	1,39	5.850,0	0,890	0,890	0,890	0,850	
	Kantoor - 20150147							5.309,0	0,800	0,800	0,800	0,850	
	Kantoor - z110632aa							8.512,0	1,130	1,130	1,130	0,850	
	Kantoor - z120124aa		1.477	2.000	1,35			1.768,0	1,290	1,290	1,290	0,850	
			gemiddeld: 1,028										
Referentiegebouwen GPR Materiaal													
	Kantoor M (kantoorfunctie)		4.383,0					4.950	n.v.t.	n.v.t.	0,891	0,850	
	Kantoor XL (kantoorfunctie)		23.892,0					26.255	n.v.t.	n.v.t.	0,832	0,850	

Bijlage 4 - Eerste analyse vormfactoren

$A_{Is} / A_g \leq 1,5$ $A_{Is} / A_g > 1,5$	Industriefunctie MPG $\leq 1,0$ MPG $\leq 1,0 + 0,1 * (A_{Is}/A_g - 1,5)$
$A_{Is} / A_g \leq 1,5$ $A_{Is} / A_g > 1,5$	ANDERE gebruiksfuncties MPG $\leq 1,0$ MPG $\leq 1,0 + 0,1 * (A_{Is}/A_g - 1,5)$

referentie	bouwwijze	A _d	A _{Is}	A _{Is} / A _d	A _{usc}	A _{usc} / A _d (aanname)	%raam	BVO	MPG min	MPG max	MPG gem	MPG-eis (na vormfactor)
DGMR en LBP Sight - Referentiegebouwen MPG: functies zonder MPG eis - PROGNOSE BANDBREEDTE (resultaten uit memo 06-07-2023)												
bijeenkomst M bijeenkomst XL onderwijs M onderwijs XL gezondheid zonder bed S gezondheid met bed XL winkel S winkel XL sport M sport L logiesgebouw M logiesgebouw L cellenvleugel	conventioneel zwaar, staalskelet	2.354	3.849	1,64	n.t.b.	1,78	16	2.601,3	0,774	0,895	0,835	0,514
	conventioneel zwaar, ihwg / staalskelet	9.707	11.794	1,21	n.t.b.	1,33	18	12.164,0	0,566	0,637	0,602	0,500
	HSB met metselwerk, staalskelet	3.193	4.951	1,55	n.t.b.	1,69	32	3.396,2	0,792	0,924	0,858	0,505
	conventioneel zwaar	3.193	4.951	1,55	n.t.b.	1,69	32	3.297,0	0,712	0,840	0,776	0,505
	CLT	3.193	4.951	1,55	n.t.b.	1,69	32	3.282,0	0,870	1,002	0,936	0,505
	HSB met metselwerk, staalskelet	15.729	10.465	0,67	n.t.b.	0,73	69	16.527,2	0,612	0,700	0,656	0,500
	HSB met metselwerk, staalskelet	877	1.555	1,77	n.t.b.	1,94	17	918,8	0,833	0,981	0,907	0,527
	prefab beton / metselwerk, betonskelet	34.178	26.607	0,78	n.t.b.	0,85	53	40.815,0	0,735	0,813	0,774	0,500
	HSB met metselwerk, staalskelet	1.460	3.331	2,28	n.t.b.	2,49	16	1.629,9	0,816	0,949	0,883	0,578
	Sandwich gevel, staalskelet	20.907	34.694	1,66	n.t.b.	1,81	11	23.375,0	0,625	0,688	0,657	0,516
	Sandwich gevel, staalskelet	2.910	5.860	2,01	n.t.b.	2,20	33	3.465,1	0,884	0,970	0,927	0,551
	Sandwich gevel, staalskelet	8.468	15.544	1,84	n.t.b.	2,00	12	9.086,1	0,722	0,792	0,757	0,534
	HSB met metselwerk, ihwg; plint staalskelet	3.678	4.010	1,09	n.t.b.	1,19	34	4.411,7	0,793	0,893	0,843	0,500
	HSB met metselwerk, ihwg; plint betonskelet	3.678	4.010	1,09	n.t.b.	1,19	62	4.411,7	0,785	0,885	0,835	0,500
	HSB met metselwerk, ihwg; plint staalskelet	8.726	8.001	0,92	n.t.b.	1,00	62	10.286,6	0,816	0,888	0,852	0,500
	prefab beton / metselwerk, ihwg	2.511	2.252	0,90	n.t.b.	0,98	24	2.707,1	0,982	1,058	1,020	0,500
gemiddeld: 1,41 gemiddeld: 1,53 gemiddeld: 0,770												
DGMR en LBP Sight - Referentiegebouwen MPG: functies zonder MPG eis - VOLLEDIGE BANDBREEDTE (resultaten uit memo 06-07-2023)												
bijeenkomst M bijeenkomst XL onderwijs M onderwijs XL gezondheid zonder bed S gezondheid met bed XL winkel S winkel XL sport M sport L logiesgebouw M logiesgebouw L cellenvleugel	conventioneel zwaar, staalskelet	2.354	3.849	1,64	n.t.b.	1,78	16	2.601,3	0,730	0,895	0,813	0,514
	conventioneel zwaar, ihwg / staalskelet	9.707	11.794	1,21	n.t.b.	1,33	18	12.164,0	0,557	0,637	0,597	0,500
	HSB met metselwerk, staalskelet	3.193	4.951	1,55	n.t.b.	1,69	32	3.396,2	0,751	0,963	0,857	0,505
	conventioneel zwaar	3.193	4.951	1,55	n.t.b.	1,69	32	3.297,0	0,678	0,883	0,781	0,505
	CLT	3.193	4.951	1,55	n.t.b.	1,69	32	3.282,0	0,841	1,052	0,947	0,505
	HSB met metselwerk, staalskelet	15.729	10.465	0,67	n.t.b.	0,73	69	16.527,2	0,605	0,770	0,688	0,500
	HSB met metselwerk, staalskelet	877	1.555	1,77	n.t.b.	1,94	17	918,8	0,710	0,981	0,846	0,527
	prefab beton / metselwerk, betonskelet	34.178	26.607	0,78	n.t.b.	0,85	53	40.815,0	0,733	0,879	0,806	0,500
	HSB met metselwerk, staalskelet	1.460	3.331	2,28	n.t.b.	2,49	16	1.629,9	0,746	0,949	0,848	0,578
	Sandwich gevel, staalskelet	20.907	34.694	1,66	n.t.b.	1,81	11	23.375,0	0,620	0,688	0,654	0,516
	Sandwich gevel, staalskelet	2.910	5.860	2,01	n.t.b.	2,20	33	3.465,1	0,851	1,006	0,929	0,551
	Sandwich gevel, staalskelet	8.468	15.544	1,84	n.t.b.	2,00	12	9.086,1	0,709	0,855	0,782	0,534
	HSB met metselwerk, ihwg; plint staalskelet	3.678	4.010	1,09	n.t.b.	1,19	34	4.411,7	0,767	0,935	0,851	0,500
	HSB met metselwerk, ihwg; plint betonskelet	3.678	4.010	1,09	n.t.b.	1,19	62	4.411,7	0,759	0,927	0,843	0,500
	HSB met metselwerk, ihwg; plint staalskelet	8.726	8.001	0,92	n.t.b.	1,00	62	10.286,6	0,805	0,946	0,876	0,500
	prefab beton / metselwerk, ihwg	2.511	2.252	0,90	n.t.b.	0,98	24	2.707,1	0,936	1,091	1,014	0,500
gemiddeld: 1,41 gemiddeld: 1,53 gemiddeld: 0,737												
DGMR en LBP Sight - Referentiegebouwen MPG: overige gebruiksfunctie (analyse rapport dgmr d.d. 30-08-2023)												
Berging	Houtskeletbouw				n.t.b.			4,2	0,255	0,255	0,255	0,500
Garage bij woning	Conventioneel zwaar				n.t.b.			28,7	0,378	0,378	0,378	0,500

Bijlage 4 - Eerste analyse vormfactoren

$A_{Is} / A_g \leq 1,5$ $A_{Is} / A_g > 1,5$	Industriefunctie MPG $\leq 1,0$ MPG $\leq 1,0 + 0,1 * (A_{Is}/A_g - 1,5)$
$A_{Is} / A_g \leq 1,5$ $A_{Is} / A_g > 1,5$	ANDERE gebruiksfuncties MPG $\leq 1,0$ MPG $\leq 1,0 + 0,1 * (A_{Is}/A_g - 1,5)$

referentie	bouwwijze	A _d	A _{Is}	A _{Is} / A _d	A _{usc}	A _{usc} / A _d (aanname)	%raam	BVO	MPG min	MPG max	MPG gem	MPG-eis (na vormfactor)	
W/E adviseurs - Referentiegebouwen MPG: Industriefunctie (conceptrapport 24-08)													
1. Opslagboxen	stalen kolommen en liggers, i.h.w. gestorte vloer	846		2,59		2,83	19	892,0	0,649	0,649	0,649	1,118	
2. Kleine industriehallen	stalen kolommen en liggers, i.h.w. gestorte vloer	1.858		1,54		1,68	17	1.825,0	0,541	0,541	0,541	1,004	
3. Sorteercentrum	stalen kolommen en liggers, i.h.w. gestorte vloer	7.369		1,80		1,96	11	7.608,0	0,675	0,675	0,675	1,030	
4. Distributiecentrum	stalen kolommen en liggers, kanaalplaatvloer	17.929		1,53		1,67	8	18.493,0	0,307	0,307	0,307	1,003	
5. Agrarische schuur	stalen kolommen en liggers, i.h.w. gestorte vloer	262		2,43		2,65	1	283,0	0,388	0,388	0,388	1,093	
				gemiddeld: 1,98	gemiddeld: 2,16		gemiddeld: 0,512						
Nieman - Oude projecten GPR en BREEAM (uit 20190636)													
Oud Nieman GPR	Bijeenkomst - 20162134	1.657		0,00				1.865,2	1,060	1,060	1,060		
	Bijeenkomst - 20180085	649		0,00				708,2	0,770	0,770	0,770		
	Bijeenkomst - 20191044	588		0,00				787,6	0,790	0,790	0,790		
	Bijeenkomst - geen projectnummer							1.528,0	0,810	0,810	0,810		
	Logiesfunctie - 20162134	8.669		0,00				11.814,1	0,930	0,930	0,930		
	Winkelfunctie - 20160975.001							1.105,0	0,340	0,340	0,340		
	Winkelfunctie (in combinatiegebouw) - 20171810	127	310	2,44	350	2,75		138,0	0,930	0,930	0,930	0,594	
	Onderwijs - n140542aa							4.227,4	0,450	0,450	0,450		
	Onderwijs - n150672aa							4.213,0	0,720	0,720	0,720		
	Onderwijs - 20171320	1.756	3.491	1,99	3.762	2,14		2.325,0	1,050	1,050	1,050	0,549	
Onderwijs - geen projectnummer							1.172,9	0,560	0,560	0,560			
Logiesfunctie - 20151366	5.256		0,00				5.678,0	0,740	0,740	0,740			
				gemiddeld: 0,735									
Nieman - recentere projecten													
20190636 - Referentieproject onderwijsfunctie BB-niveau	2.728,5	4.365,2	1,60	4.904,0	1,80			3.014,7	1,210	1,210	1,210	0,510	
20190636 - Referentieproject onderwijsfunctie werkelijk niveau	2.728,5	4.365,2	1,60	4.904,0	1,80			3.014,7	1,740	1,740	1,740	0,510	
20190636 - Referentieproject onderwijsfunctie energieneutraal	2.728,5	4.365,2	1,60	4.904,0	1,80			3.014,7	1,730	1,730	1,730	0,510	
20190636 - Referentieproject onderwijsfunctie verdubbelen aantal bouwlagen	5.456,9	5.677,2	1,04	6.216,0	1,14			6.029,3	0,920	0,920	0,920	0,500	
20190636 - Referentieproject onderwijsfunctie verzwaring fundering 25%	2.728,5	4.365,2	1,60	4.904,0	1,80			3.014,7	1,280	1,280	1,280	0,510	
20190636 - Referentieproject onderwijsfunctie verzwaring fundering 50%	2.728,5	4.365,2	1,60	4.904,0	1,80			3.014,7	1,350	1,350	1,350	0,510	
20190636 - Referentieproject onderwijsfunctie verlichting fundering 25%	2.728,5	4.365,2	1,60	4.904,0	1,80			3.014,7	1,140	1,140	1,140	0,510	
20190636 - Referentieproject onderwijsfunctie verlichting fundering 50%	2.728,5	4.365,2	1,60	4.904,0	1,80			3.014,7	1,070	1,070	1,070	0,510	
20190636 - Referentieproject gezondheidszorgfunctie BB-niveau	4.965,8	5.111,3	1,03	5.706,4	1,15			5.453,1	0,980	0,980	0,980	0,500	
20190636 - Referentieproject gezondheidszorgfunctie werkelijk niveau	4.965,8	5.111,3	1,03	5.706,4	1,15			5.453,1	1,070	1,070	1,070	0,500	
20190636 - Referentieproject gezondheidszorgfunctie energieneutraal	4.965,8	5.111,3	1,03	5.706,4	1,15			5.453,1	1,370	1,370	1,370	0,500	
20190636 - Referentieproject gezondheidszorgfunctie verdubbelen aantal bouwlagen	9.931,6	6.854,0	0,69	7.448,6	0,75			10.906,2	0,760	0,760	0,760	0,500	
20190636 - Referentieproject gezondheidszorgfunctie bouwbreedte x2	9.931,6	10.223,5	1,03	11.412,8	1,15			10.906,2	0,940	0,940	0,940	0,500	
20190636 - Referentieproject gezondheidszorgfunctie verzwaring fundering 25%	4.965,8	5.111,3	1,03	5.706,4	1,15			5.453,1	1,010	1,010	1,010	0,500	
20190636 - Referentieproject gezondheidszorgfunctie verzwaring fundering 50%	4.965,8	5.111,3	1,03	5.706,4	1,15			5.453,1	1,030	1,030	1,030	0,500	
20190636 - Referentieproject gezondheidszorgfunctie verlichting fundering 25%	4.965,8	5.111,3	1,03	5.706,4	1,15			5.453,1	0,960	0,960	0,960	0,500	
20190636 - Referentieproject gezondheidszorgfunctie verlichting fundering 50%	4.965,8	5.111,3	1,03	5.706,4	1,15			5.453,1	0,940	0,940	0,940	0,500	
				gemiddeld: 1,147									
Referentiegebouwen GPR Materiaal													
Onderwijsgebouw school 1000 m2 (onderwijsfunctie)	1.064,0							1.173	n.v.t.	n.v.t.	0,740	??	
Onderwijsgebouw school 6000 m2 (onderwijsfunctie)	6.157,2							6.880	n.v.t.	n.v.t.	0,636	??	
Bedrijfsgebouw 398 m2, 5,4 m hoog (industriefunctie)	384,1							409	n.v.t.	n.v.t.	0,482	??	
Bedrijfsgebouw 3276 m2, 7,2 m hoog (industriefunctie)	3.221,4							3.327	n.v.t.	n.v.t.	0,449	??	
Logies, collectief 1500 m2 (logiesfunctie)	1.575,0							2.148	n.v.t.	n.v.t.	0,686	??	
Logies, individueel 1500 m2 (logiesfunctie)	1.518,0							2.071	n.v.t.	n.v.t.	0,831	??	
Winkel in overdekt winkelcentrum 10.000 m2 (winkelfunctie)	11.412,4							12.013	n.v.t.	n.v.t.	0,739	??	
Winkel in niet-overdekt winkelcentrum 10.000 m2 (winkelfunctie)	10.771,6							11.338	n.v.t.	n.v.t.	0,744	??	
Solitaire winkelunit 2000 m2 (winkelfunctie)	1.907,2							2.008	n.v.t.	n.v.t.	0,734	??	
Bijeenkomstgebouw, grote zaal 3500 m2 (bijeenkomstfunctie)	3.617,0							3.988	n.v.t.	n.v.t.	0,780	??	
Bijeenkomstgebouw, theaterzaal 16000 m2 (bijeenkomstfunctie)	16.555,0							18.250	n.v.t.	n.v.t.	0,727	??	
Sporthal (sportfunctie)	1.980,0							2.133	n.v.t.	n.v.t.	1,047	??	
Zwembad (sportfunctie -> ingevoerd is 'zwembaden')	3.221,4							3.400	n.v.t.	n.v.t.	1,345	??	
				gemiddeld: 0,765									



OVER NIEMAN DE RAADGEVENDE INGENIEURS

Nieman Raadgevende Ingenieurs is al sinds 1988 dé partner voor complexe vraagstukken in de gebouwde omgeving.

Wij geven bouwfysisch en installatietechnisch advies in elke fase van het bouwproces: van initiatief tot ontwerp en ontwikkeling, realisatie en exploitatie. Dit doen wij voor nieuwbouwprojecten in de grootschalige woning- en utiliteitsbouw, verbouw, transformatie en renovatie van bestaande gebouwen. Ook voeren we op het gebied van verduurzaming en brandveiligheid beleidsadvies, -onderzoek en normontwikkeling uit. Onze relaties omvatten de volledige bouwketen: (ontwikkende) bouwbedrijven, woningcorporaties, projectontwikkelaars, gebouw-eigenaren, architecten, leveranciers/conceptontwikkelaars en overheden.

Wij hechten veel waarde aan het daadwerkelijk realiseren van veilige, gezonde, duurzame en comfortabele woon-, werk-, en recreatieomgeving. Voor een optimale samenwerking is écht partnerschap van belang: dit vergt een investering van beide partijen. Daarom bouwen wij aan langdurige relaties met onze klanten. Wij zien uw klanten (vaak de eindgebruiker) als onze klanten en dragen graag bij aan het gewenste en optimale resultaat van uw projecten.

Met diepgaande kennis van regelgeving en fysica in combinatie met praktische bouwplaatskennis dragen onze ingenieurs bij aan een optimaal, maakbaar ontwerp: robuuste kwaliteit, kostenefficiënt en goede bouwtechnische details.

Nieman Raadgevende
Ingenieurs B.V.

info@nieman.nl
www.nieman.nl

Vestiging Utrecht

Atoomweg 400
3542 AB Utrecht
Postbus 40217
3504 AA Utrecht
030 241 34 27

Vestiging Zwolle

Dr. van Lookeren Campagneweg 16
8025 BX Zwolle
Postbus 40147
8004 DC Zwolle
038 467 00 30

Algemene gegevens

KVK 30086383
BTW NL0089 69 541 B01
IBAN NL94 INGB 0004 2577 92

