

W/E rapport

Materialisatie referentiebouwwerken

*Uitbreiding toepassing BENG-referentiegebouwen
& toevoeging GWW-referentie ten behoeve van set
referentiegebouwen voor monitoring- en
effectstudies Milieuprestatie*

Eindrapport



Materialisatie referentiebouwwerken

Uitbreiding toepassing BENG-referentiegebouwen & toevoeging GWW-referentie ten behoeve van set referentiegebouwen voor monitoring- en effectstudies Milieuprestatie

Opdrachtgever

Stichting Bouwkwiteit
Postbus 1201
2280 CE Rijswijk

Contactpersoon: ir. P. J. van Luijk
T <TELEFOONNUMMER> | E pl@bouwkwiteit.nl

Opdrachtnemer

W/E adviseurs
Arthur van Schendelstraat 650
3511 MJ Utrecht

Contactpersoon: ir. D. A. F. (David) Anink
T 030 - 677 8777 | M 06 – 22397018 | E anink@w-e.nl
K.v.K. nr. S 41172371 | BTW nr. NL 00 48 41 554 B01 | Triodos nr. NL06 TRIO 0198 352611

Onderaannemer

LBP Sight
Postbus 1475
3430BL Nieuwegein

Contactpersoon: ir. J. (Jeannette) Levels-Vermeer
T 030 – 231 1377 | M 06 3395 2904 | E J.Levels@lbpsight.nl

Projectnummer

W/E 9799



Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
1.1	Aanleiding	3
1.2	Doelstelling	3
1.3	Projectaanpak	3
1.4	Klankbordgroep	4
2	Vaststellen set referentiegebouwen	5
2.1	RVO-referentiegebouwen	5
3	Uitgangspunten bij materialisatie	8
3.1	Afbakening gebouw	8
3.2	Afbakening elementen	9
3.3	Bouwkundige en installatietechnische uitvoering	10
3.4	Specifiek aandachtspunt: externe energielevering	11
4	Milieuprestatie referenties	13
4.1	Woningen en woongebouwen	13
4.2	Kantoorgebouwen	14
4.3	GWW-bouwwerken	15
	Bijlage 1: woongebouwen verbeeld	16
	Bijlage 2: materialisatie 'tussen, small'	17
	Bijlage 3: kantoorgebouwen verbeeld	21
	Bijlage 4: GPR-resultaten 'tussen, small'	22



1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het Bouwbesluit 2012 schrijft met het stellen van een eis aan de milieuprestatie (MPG) ook het maken van een MPG-berekening voor. Het indienen van een milieuprestatieberekening bij een aanvraag om vergunning geldt reeds vanaf 1 januari 2013, vooralsnog alleen voor nieuwe woningfuncties en kantoorgebouwen vanaf 100 m2 bvo. Sinds 1 januari 2018 is in het voorschrift een grenswaarde van 1.0. opgenomen.

Om op steekhoudende wijze effect- en monitoringsstudies gericht op eventuele wijzigingen in de MPG te kunnen uitvoeren, is het van belang dat daarbij een set met referentiegebouwen gebruikt wordt, die de te verwachten nieuwbouw op een afdoende wijze representeert. Deze set moet op voldoende draagvlak kunnen rekenen en openbaar zijn, opdat de doorrekeningen controleerbaar en reproduceerbaar zijn. De bestaande sets waren niet meer up-to-date, onder andere voor wat betreft de gebouwtypen, en de energieprestatie-eisen.

Gericht op effect- en monitoringsstudies in relatie tot BENG, heeft DGMR in opdracht van het ministerie van BZK in 2016¹ een nieuwe set referentiegebouwen ontwikkeld. Deze set RVO-referentiegebouwen is in de huidige uitwerking niet geschikt voor effect- en monitoringsstudies gericht op eventuele wijzigingen in MPG. Dit vooral omdat de volledige materialisatie van de gebouwen ontbreekt. Stichting Bouwkwiteit (SBK) heeft W/E adviseurs daarop gevraagd in samenwerking met LBP Sight een onderzoek uit te voeren met volledige gematerialiseerde referentiegebouwen als resultaat. Deze referentiegebouwen zijn wel geschikt om als basis te dienen voor effect- en monitoringsstudies gericht op eventuele wijzigingen in de MPG.

Het toepassingsgebied van de milieuprestatieberekening omvat de B&U én GWW-sector. Er loopt een harmonisatietraject, dat er onder andere voor moet zorgen dat beide sectoren vanaf 2019 vanuit hetzelfde systeem (bepalingsmethode met aansluitende nationale milieudatabase - NMD) worden gefaciliteerd. Daarbij hoort dat er ook voor de GWW een openbare set referentieprojecten beschikbaar komt. Hierbij kan gebruik gemaakt worden van 4 referentieprojecten, die recent in DuboCalc (rekeninstrument voor de GWW-sector) zijn aangemaakt.

1.2 Doelstelling

Dit project heeft het als primaire doelstelling, het tot stand komen van een set referentiegebouwen, die als basis gebruikt kunnen worden bij effect- en monitoringsstudies gericht op eventuele wijzigingen in de MPG.

Een secundaire doelstelling is het openbaar beschikbaar maken van deze set referentiegebouwen en ook van een set GWW-referentieprojecten, die algemeen gebruikt kunnen worden als onderlegger voor effect- en monitoringsstudies in relatie tot de milieuprestatieberekening.

1.3 Projectaanpak

Het project is in 4 stappen uitgevoerd:

1. Stap 1: vaststellen uitgangspunten voor materialisatie
Om te kunnen materialiseren moeten meerdere keuzen worden gemaakt. Dit betreft de

¹ <https://www.rvo.nl/file/referentiegebouwen-bengpdf>



keuze van de referenties, de afbakening, het energieconcept, en de standaard materialisatie. W/E en LBP Sight hebben voorstellen gedaan en in een digitale consultatieronde aan de opdrachtgever en de klankbordgroep. Op basis hiervan zijn de definitieve uitgangspunten geformuleerd, die te vinden zijn in hoofdstuk 2 en 3 van dit concept eindrapport.

2. Stap 2: materialisatie 12 referentiebouwwerken

Per referentiegebouw zijn 3 energievarianten opgesteld. De in totaal 27 varianten zijn uitgewerkt in de vorm van een materiaalstaat, die aansluit bij de in NMD2.3 beschikbare elementen en producten. Bij de materialisatie zijn de bij de RVO-referentiegebouwen beschikbare data en de bij stap 1 vastgestelde uitgangspunten als basis gebruikt. Op basis van elke materiaalstaat is met GPR-Bouwbesluit milieuprestatie een berekening aangemaakt en doorgerekend.

De 3 GWW-referentiebouwwerken waren al in DuboCalc beschikbaar, en zijn omgezet naar vergelijkbare materiaalstaten als bij de gebouwen.

3. Stap 3: oplevering

Elke variant in de set RVO-referentiegebouwen is digitaal beschikbaar gemaakt, in de vorm van een PDF van de met GPR-Bouwbesluit gemaakt milieuprestatieberekening (invoer + resultaten) en een Excel-bestand. In deze rapportage zijn naast de uitgangspunten alleen de MPG-resultaten opgenomen (hoofdstuk 4).

De rapportage en de losse bestanden zijn aan SBK aangeleverd. SBK is vrij om deze te publiceren en te verstrekken aan derden ten behoeve van onder andere effect- en monitoringsstudies. Mogelijk worden de materiaalstaten als aanvulling bij de BENG-referentiegebouwen op de RVO-site geplaatst.

1.4 Klankbordgroep

Gezien de relevantie van dit onderzoek is de inbreng en feedback van de bouwpraktijk van belang geacht. SBK heeft stakeholders gevraagd te participeren in een klankbordgroep. De klankbordgroep, die ook in hierop volgend fase 'Inzicht in het kwaliteitsniveau bij nieuwbouw anno 2020 van woningen en woon- en kantoorgebouwen t.b.v. aanscherping MPG-eis' geparticipeerd heeft, bestaat uit:

- N. Ruijter, NVTB
- H. Visser, Bouwend Nederland
- C. Bouwens, NEPROM
- C. Hogeweg, Aedes
- R. van Berkel, FME
- P. Peters, IMDV
- R. van Bergen, ISSO
- W. Ankersmit, Vereniging Bouw- en Woningtoezicht
- R. van der Helm, DGBC
- A. Pastoors, BNA
- J. Verlinden, ministerie van BZK
- P. van Luijk, Stichting Bouwkwiteit
- J. Levels-Vermeer, LBP Sight
- D. Anink, Stichting W/E adviseurs

2 Vaststellen set referentiegebouwen

2.1 RVO-referentiegebouwen

Geselecteerde referenties

In opdracht van het ministerie van BZK, en gecoördineerd door RVO, heeft DGMR in 2016 een groot aantal referentiegebouwen opgesteld². Deze referenties zijn opgesteld als representatieve set voor de komende nieuwbouw, die als basis kan dienen voor monitorings- en effectstudies in relatie tot de energieprestatie (BENG).

Het Bouwbesluit stelt alleen aan de woonfunctie en het kantoorgebouw een milieuprestatie-eis. Voor de in deze studie uitgewerkte set zijn daarom alleen woon- en kantoorgebouwen geselecteerd.

Figuur 2.1 toont de BENG referentiegebouwen (DGMR, 2016), die de basis vormen voor op de woonfunctie gerichte set referentiegebouwen. Deze set bestaat uit 5 grondgebonden woningen en 2 gestapelde woongebouwen. In bijlage 1 zijn deze gebouwen schematisch verbeeld. In bijlage 2 is als voorbeeld de GPR-berekening van de referentie hoekwoning gegeven.

MPG referentie	BENG referentie (RVO)
1 Woning, tussen, small (hellend dak)	1 Woning S tussen
2 Woning, tussen, medium (plat dak)	4 Woning M tussen
3 Woning, hoek, medium	2 Woning M hoek
4 Woning, vrij	3 Woning L vrij
5 Woonwagen*	5 Woonwagen
6 Woongebouw, medium	7 Woongebouw M woningen
7 Woongebouw, extra large	8 Woongebouw XL woningen XS

Figuur 2.1: de 7 geselecteerde BENG referentiegebouwen³ gericht op de woonfunctie

In figuur 2.2 staan de op het kantoorgebouw gerichte set referentiegebouwen. In bijlage 3 zijn deze gebouwen schematisch verbeeld.

MPG referentie	BENG referentie (RVO)
8 Kantoorgebouw, medium	27 Kantoor M
9 Kantoorgebouw, extra large (met atrium)	29 Kantoor XL 2

Figuur 2.2: de 2 geselecteerde BENG referentiegebouwen gericht op het kantoorgebouw

² Referentiegebouwen BENG (Bijna EnergieNeutrale Gebouwen); in opdracht van het ministerie van BZK; DGMR; Arnhem, 7 november 2016

³ De woonwagen is qua omvang en materialisatie ook representatief voor tiny houses en tijdelijke woningen (omdat het bouwbesluit geen eisen stelt aan een woonwagen of tijdelijk bouwwerk, gaat het in deze studie eigenlijk alleen om een tiny house). Bij het woongebouw extra large gaat het om kleine appartementen, representatief voor onder andere studio's en studentenwoningen.



Interactie van de materialisatie met voorziene BENG-eisen

Met een uitgebreide kosten-studie⁴ als basis, heeft het ministerie van BZK tijdens het NEN-congres Energieprestatie 2.0' d.d. 20 november 2018 voorgenomen eisen gepubliceerd. Begin 2019 heeft het ministerie van BZK een openbare consultatieronde gehouden voor een ontwerpbesluit aangaande de opname van BENG-eisen in het Bouwbesluit. Deze eisen zijn lager dan die in november zijn gepubliceerd.

De definitieve BENG-eisen zijn ten tijde van dit onderzoek pas op het allerlaatste moment gepubliceerd. De BENG-referentiegebouwen zijn daarop evenwel (nog) niet aangepast. In dit onderzoek is de bestaande set BENG-referentiegebouwen (RVO 2016) daarom als uitgangspunt aangehouden. Aangezien dit onderzoek eind 2018 is gestart, is in dit onderzoek voor de materialisatie t.b.v. de milieuprestatieberekening in eerste aanleg het kwaliteitsniveau aangehouden dat gerelateerd is aan de voorgenomen BENG-eisen van 20 november 2018. In tweede aanleg zijn voor de materialisatie t.b.v. de milieuprestatieberekening daarna de BENG-eisen aangehouden die in de voorhangprocedure bij de Tweede Kamer zijn gepubliceerd. Dit heeft tot een minieme aanpassing van de materialen en gebouwinstallaties geleid in het kwaliteitsniveau dat gerelateerd is aan de voorgenomen BENG-eisen van 20 november 2018.

Parallel aan dit onderzoek is in opdracht van SBK is een impact-analyse uitgevoerd, waarin is onderzocht wat de invloed op de resultaten is van de overstap van een NMD 2.3 naar de geactualiseerde bepalingmethode (versie 3.0) en NMD (versie 3.0). Ook in dat onderzoek komt de relatie van de BENG-referentiegebouwen met de MPG aan de orde. Volledigheidshalve is onderstaand een daarop betreffende tekst overgenomen.

De BENG-referentiegebouwen kunnen naar verwachting voldoen aan de MPG-eis in het Bouwbesluit

Alle varianten van de concept BENG-referenties voldoen aan de MPG = 1 eis. Bij de conclusie nemen we in beschouwing dat de nu ter consultatie liggende BENG-eisen, hoewel niet 1:1 vergelijkbaar, door de kostenoptimalisatie minder streng zijn dan onze uitgangspunten. Dit zal een positieve invloed hebben op de MPG omdat er minder materialen en installaties nodig zijn om de BENG-eisen te realiseren. De nu gedane doorrekening kan dus als conservatief worden gezien.

Bij de conclusie nemen we tevens in beschouwing dat de BENG-referentiegebouwen uitsluitend geoptimaliseerd zijn op de voorlopige BENG-eisen (zie paragraaf 3.2) en niet ook op de MPG eis. We hebben de gemaakte keuzes in de BENG-referenties bij de woongebouwen nader bekeken. Hier is weinig isolatie noodzakelijk om BENG 1 te halen, er is bij deze woongebouwen dan ook relatief weinig isolatie toegepast in verhouding tot de grondgebonden woningen. Door deze keuze is er juist weer een relatief groot oppervlak aan PV panelen nodig om de BENG 3 eis te halen voor deze woongebouwen. PV panelen hebben een grotere bijdrage aan de MPG resultaten dan isolatie. Bij elk gebouw zijn er diverse ontwerp mogelijkheden om tot een lagere MPG score te komen waarbij ook voldaan kan worden aan deze voorlopige BENG eisen.

In een eerdere studie (1 november 2017) van DGMR in opdracht van het lente-akkoord, "De MPG van NOM-, BENG- en ZEN- woningen" is eveneens geconcludeerd dat de varianten en de voorbeeldprojecten uit de studie kunnen voldoen aan een MPG van 1. DGMR concludeert dat op moment van invoering van de BENG in 2021 de meeste woningen aan de MPG-eis kunnen voldoen.

Bron: studie Herstructurering Nationale Milieudatabase; Impact analyse release 3.0

⁴ Kostenoptimaliteitsstudie NTA 8800 Woningbouw en Utiliteitsbouw, Status: Definitief, Versie 004 Rapport B.2017.1387.00.R001; in opdracht van RVO; DGMR, Arnhem, 17 december 2018



BENG-concepten

De BENG-eisen kunnen met meerdere energieconcepten worden behaald. In de studie van DGMR staan per referentiegebouw meerdere varianten beschreven, steeds gebaseerd op een ander energieconcept. Vanwege de inzet op gasloos bouwen, was gas in eerste instantie niet in dit onderzoek meegenomen. Maar omdat gas (biogas of waterstofgas) als potentieel duurzame energiedrager wordt gezien, is uiteindelijk ook het gas-concept meegenomen. Dit wel met aardgas als uitgangspunt bij het vaststellen van de aan de BENG-eisen voldoende uitvoering. Per referentiegebouw zijn dus 3 installatieconcepten beschouwd:

1. all-electric
2. warmtelevering
3. gas

3 Uitgangspunten bij materialisatie

3.1 Afbakening gebouw

De MPG-berekening is vanuit Bouwbesluit 2012 vereist voor een te bouwen woonfunctie en kantoorgebouw $\geq 100\text{m}^2\text{BVO}$. In bepalingsmethode⁵ is aangegeven wat de scope is bij de milieuprestatieberekening ten behoeve van het Bouwbesluit:

- Dit voorschrift is gesteld aan de woonfunctie. Gegeven de voorschriften in het Bouwbesluit betekent dit dat de milieulast van nevenfuncties in een woongebouw niet in rekening te hoeven worden gebracht om aan het voorschrift te voldoen.
- Bij kantoorgebouwen dient de milieulast van nevenfuncties wel in rekening te worden gebracht aangezien de vereiste prestatie is gesteld aan het kantoorgebouw (en dus niet functioneel is opgebouwd).
- Krachtens de bouwregelgeving is bepaald dat ook alle vergunningsvrije bouwactiviteiten die worden meegenomen bij de realisatie van het te bouwen bouwwerk moeten voldoen aan de nieuwbouweisen die gelden voor dat betreffende bouwwerk. Het eindresultaat moet bij oplevering aan de nieuwbouweisen voldoen.
- Dit houdt in dat als bijvoorbeeld een vergunningsvrije dakkapel op een in een in zijn geheel in aanbouw zijnde woning wordt geplaatst, deze dan moet worden meegenomen in de milieuprestatieberekening
- Voor de toepassing in het Bouwbesluit is in de bepalingsmethode 3.0 aangegeven dat het bruto oppervlakte van de in het gebouw gelegen gemeenschappelijke (verkeers)ruimten, waarop de gebruiksfunctie is aangewezen, naar rato verdeeld wordt over het percentage bruto vloeroppervlakte van die gebruiks- of nevenfunctie en het totale bruto vloeroppervlak.

Meegenomen gebouwdelen

Op basis van het bovenstaande zijn bij de materialisatie, en daarmee bij de milieuprestatieberekening, de volgende uitgangspunten aangehouden:

- losstaande bergingen en niet gebouwgebonden voorzieningen -> niet
- inpandige bergingen zonder parkeerkelder -> wel
- parkeerkelder, en daar aanwezige bergingen -> niet⁶, tenzij het een nevenfunctie is van een kantoorgebouw
- vergunningsvrije onderdelen, zoals dakkapellen -> wel
- (niet-)overdekte gebouwgebonden buitenruimten -> niet in BVO, wel in materialisatie

Combinatiegebouwen

Bij een combinatie van een kantoorfunctie met andere gebruiksfunctie is geen sprake van een kantoorgebouw (combinatiegebouw) en is de bouwbesluitparagraaf betreffende de milieuprestatie dus niet van toepassing.

Bij combinatiegebouwen met een woonfunctie is zowel het BVO⁷ als de materialisatie van de andere gebruiksfuncties dan de woonfunctie buiten beschouwing gelaten. De materialisatie en het BVO van gedeelde elementen (zoals fundering, begane grondvloer en dak) én van gemeenschappelijke (verkeers)ruimten is naar rato van het BVO meegenomen.

⁵ 'Bepalingsmethode 'Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken' versie 3.0; Stichting Bouwkwiteit; 1 januari 2019

⁶ De met de bovenliggende functies gedeelde fundering en draagconstructie is wel meegenomen; dit naar rato van het BVO.

⁷ NEN 2580:2007

3.2 Afbakening elementen

De NMD maakt gebruik van het NL-SfB-classificatiesysteem. Het gebouw wordt hierbij in een aantal stappen gedecomponeerd in de vorm van elementen. Bij de milieuprestatieberekening vallen een aantal elementen buiten de scope. Hierbij zijn de onderstaande uitgangspunten gehanteerd:

1. Uit de bouwregelgeving volgt dat bij de materialisatie alle bouwkundige en installatietechnische voorzieningen meegenomen moeten worden, waaraan in het Bouwbesluit, de afdelingen 2 t/m 6 voorschriften zijn verbonden. Dit betekent bijvoorbeeld dat luifels, waaraan constructieve eisen worden gesteld, dus wel meegenomen dienen te worden. En het betreft ook de niet-gebouwgebonden installatiesystemen, die nodig zijn voor het functioneren van een aangewezen gebruiksfunctie.
2. In de bepalingmethode 3.0 is onder andere aangegeven dat installaties, zoals voor communicatie, rook- en brandmelding, voorkomen van criminaliteit en veilig onderhoud buiten beschouwing mogen blijven. Dit omdat de bepaling van de milieuprestatie complex is, en de relevantie voor (procentuele bijdrage aan) de milieuprestatie beperkt.
3. Als fysieke begrenzing is benoemd: alle elementen in het gebouw tot aan de buitenkant van de uitwendige scheidingsconstructie, aangevuld met de buiten het gebouw gelegen aansluitingen op nutsvoorzieningen (tot aan aansluitpunt).

Wel meegenomen

De uitgangspunten betekenen dat onderstaande elementen wel tot de scope horen:

- kavelgebonden externe gebouwvoorzieningen, zoals buitenriolering en aansluitingen op externe energieleveringen
- buiten de kavel gelegen systeemonderdelen voor externe energielevering voor zover deze ten dienste staat van het het voldoen aan de energiestaat
- aarding bij woonfuncties en kantoorgebouwen
- interne elektriciteitsdistributie:
 - woonfunctie: in de vorm van het element elektriciteitsleidingen
 - kantoorgebouw: in de vorm van de laagspanningsinstallatie
- verlichting:
 - woonfunctie: alleen gemeenschappelijke ruimten
 - kantoorgebouw: alle ruimten
- sanitair

Niet meegenomen

De uitgangspunten betekenen dat onderstaande elementen niet tot de scope horen:

- Op basis van uitgangspunt 1 (geen voorschriften van kracht):
 - keukenvoorziening
 - sanitair
 - tegelwerk boven 1.2 m1 bij toilet en 2.1 m1 bij badkamer
 - verlichting bij woonfuncties
- Op basis van uitgangspunten 2 en 3 (expliciete uitsluiting in bijlage D):
 - losse kasten en inventaris
 - materieel (o.a. bekisting, behalve verloren bekisting)
 - elektronische installaties: communicatie (domotica, beveiliging) en ICT
 - verlichting (sluit dus ook bij kantoorgebouwen uit)
 - stoffering
 - vloerbedekking
 - waterkranen (incl. douchekop, (gas)kranen, en elektra)
 - armaturen
 - opstellen (anders dan losstaande bergingen)



- terreinvoorzieningen
- lichtmasten
- beplanting terrein

3.3 Bouwkundige en installatietechnische uitvoering

Bij de materialisatie van de concepten zijn de door DGMR gemaakte bouwkundige (Rc-waarden, glastypen) en installatietechnische keuzen als uitgangspunt genomen. Bij het gasconcept is hierbij uitgegaan van gas uit fossiele bronnen. Ook bij het concept warmtelevering is bij de BENG-referenties van grotendeels fossiele bronnen uitgegaan. Om aan de drie BENG-eisen te kunnen voldoen is in deze gevallen relatief veel pv nodig, wat de milieuprestatie ongunstig beïnvloedt. Meer pv betekent wel dat er minder beroep wordt gedaan op externe levering (materialisatie op basis van een forfaitaire waarde per eenheid, zoals 1 kWh, m3 gas of MJ warmte) van elektriciteit wat juist weer een positieve invloed heeft.

Kanttekening: RVO-referentie met focus op energieprestatie

Bij de kanttekening in paragraaf 2.1 is er al op gewezen dat het bij de materialisatie van de 9 RVO-referentiegebouwen merkbaar is, dat ze met de focus op de energieprestatie zijn opgesteld. Gericht op een (kosten)efficiënte manier om de energieprestatie te behalen zijn bij de verschillende gebouwen bepaalde keuzen gemaakt. Deze, voor de energieprestatie vaak minder relevante, keuzen blijken echter grote gevolgen te hebben voor de milieuprestatie (zoals bij de inzet op pv of extra isolatie). Besloten is de RVO-referenties gemaakte keuzen ongewijzigd te laten, met daarbij één uitzondering:

- De all-electric varianten zijn gebaseerd op een warmtepomp. Bij de 2-1-kap is de warmtepomp ingezet voor zowel ruimteverwarming als voor warmtapwater. Bij de appartementen is er voor gekozen om voor warmtapwater een elektrische boiler op te nemen. Om de BENG-eisen te halen is er in dat geval relatief veel pv nodig. Zowel de boiler als de extra pv hebben een merkbaar negatieve invloed op de milieuprestatie. Om die reden is er voor gekozen ook hier een combi-warmtepomp als uitgangspunt te nemen.

Aanvullende gebouwkenmerken

Bij de RVO-referentiegebouwen zijn alleen de voor de energieprestatie relevante bouwkundige en installatietechnische voorzieningen uitgewerkt. De volgende aanvulling op de uitgangspunten is nodig:

- **Gebouwlevensduur**
Hierbij worden de in de bepalingsmethode opgenomen default waarden aangehouden. Dit betekent 75 jaar voor de woningen en woongebouwen en 50 jaar voor de kantoorgebouwen.
- **'Standaard' materialisatie**
De materialisatie omvat de keuzen van de producten (NMD), met per product het aantal eenheden (hoeveelheid) en de eventuele afwijkingen van de standaard. Hierbij gaat het om het representatief zijn voor de huidige nieuwbouw. Bij elementen waar die referenties geen informatie bieden zijn werkelijke ontwerpen gehanteerd, die volgens W/E en LBP/Sight de huidige nieuwbouw goed representeren. Bij de materialisatie zijn de producten, die in de nationale milieudatabase (NMD2.3) zijn opgenomen leidend. In de hoofdstukken 3 en 4 zijn de materiaalstaten per variant op de referentiegebouwen opgenomen (3 x 9 = 27 lijsten).
- **Invloed locatie**
De locatie van een gebouw of bouwwerk kan doorwerken in de MPG. Dit bijvoorbeeld door de invloed van de omstandigheden (bijvoorbeeld zout zeemilieu) op de onderhoudscycli, of door de invloed van de bodemgesteldheid op de benodigde fundering. Ten aanzien van de fundering zijn de volgende aannamen gedaan:

- Grondgebonden woningen:
Bij het als onderlegger gebruikte werkelijk ontwerp (tussenwoning) is de bodemgesteldheid gunstig en blijken palen van 5,8 m1 voldoende. Voor de 'gemiddelde' situatie is 12 m1 aangehouden. Voor de andere typen is gecorrigeerd aan de hand van het oppervlakte van de BG-vloer.
- Woongebouwen en kantoren
Ook hier is 12 m1 het uitgangspunt. Wel is er een correctie toegepast op het aantal palen. Dit op basis van het oppervlakte van de BG-vloer. Daarnaast is een grotere dimensie verondersteld.

3.4 Specifiek aandachtspunt: externe energielevering

Bij uitgangspunt 1 in paragraaf 2.4 is aangegeven dat voorzieningen die nodig zijn om aan de vereiste energieprestatie-eis te voldoen én buiten de grens van het gebouw vallen (zoals collectieve warmteopwekking of externe warmtelevering) moeten worden meegenomen. In deze paragraaf is toegelicht hoe dit uitgangspunt is vertaald naar concrete NMD-elementen en producten.

Bij externe energielevering en PV zijn de uitgangspunten:

- De opgave ten behoeve van de milieuprestatie moet aansluiten bij de opgave ten behoeve van de energieprestatieberekening. Als bij de laatste berekening bijvoorbeeld een epc: 0.2 is vastgesteld, dan moeten alle daarvoor benodigde voorzieningen worden meegenomen in de milieuprestatieberekening. Anders dan vaak gedacht dus niet alleen wat nodig is om de bouwbesluiteis (huidig is epc: 0.4) te behalen.
- Van de energieleverende voorzieningen moet enkel het procentuele deel van de milieulast in rekening worden gebracht, dat voor het gebouwgebonden energiegebruik van de gebruiksfuncties is bedoeld. De voorzieningen voor het dekken van huishoudelijke toepassingen kunnen buiten beschouwing blijven.
- De berekeningen voor de BENG-referenties (DGMR, 2016) zijn in Enorm gemaakt. Dit betreft dus de stand van zaken in 2016 (zie figuur 3.1).

Het bovenstaande betekent dat de onderstaande NMD-elementen relevant zijn:

- externe elektriciteitslevering
- externe warmtelevering (NB de afleverset moet aanvullend geselecteerd worden)
- externe gaslevering

Vaststellen aantal eenheden

De externe energielevering is in de NMD opgenomen in de vorm van forfaitaire waarde per eenheid energiedrager. Bij het vaststellen van het aantal eenheden zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Het gaat om het verbruik aan de meter. Opties zijn elektriciteit [kWh], gas [m3], warmte [MJ].
- Het aantal eenheden wordt overgenomen uit de energieprestatieberekening. De berekeningen voor de BENG-referenties (DGMR, 2016) zijn in Enorm gemaakt. Aandachtspunt is de juiste eenheid. Deze software drukt het elektriciteitsgebruik en externe warmtelevering in MJ uit. De omrekening naar kWh gebeurt met de formule:
➤ *Aantal eenheden elektriciteit [kWh] = $E_{\text{tot}} [\text{MJ}] / 3,6 / 2,56$*
- Als de gebouwgebonden opwekking ertoe leidt, dat het netto elektriciteitsgebruik aan de meter kleiner is dan 0 kWh is, dan wordt 0 kWh aangehouden (dus geen product geselecteerd).

2. BENG

Conform de Europese EPBD richtlijn dienen vanaf 2020 alle gebouwen bijna energie neutraal te zijn. De energieprestatie van Bijna Energie Neutrale Gebouwen wordt vastgelegd in drie eisen:

- Maximale energiebehoefte.
- Maximale primair energiegebruik.
- Minimale percentage hernieuwbare energie.

Op 2 juli 2015 zijn door de minister van Wonen en Rijksdienst de voorlopige BENG eisen verwoord in een brief aan de Tweede Kamer. Voor woningbouw zijn de voorlopige eisen als volgt:

- Energiebehoefte ≤ 25 kWh/m² gebruiksoppervlak.
- Primair energiegebruik ≤ 25 kWh/m² gebruiksoppervlak.
- Aandeel hernieuwbare energie $\geq 50\%$.

Voor utiliteitsgebouwen zijn de voorlopige eisen als volgt:

- Energiebehoefte ≤ 50 (bij zorgfuncties ≤ 60) kWh/m² gebruiksoppervlak.
- Primair energiegebruik ≤ 25 (bij onderwijs- ≤ 65 en bij zorgfuncties met bedgebied ≤ 120) kWh/m² gebruiksoppervlak.
- Aandeel hernieuwbare energie $\geq 50\%$.

Voor gebouwen met een mix aan gebruiksfuncties zijn naar rato van het gebruiksoppervlak gewogen eisen van toepassing.

Bij de bepaling van de indicatoren in dit onderzoek is gebruik gemaakt van de "Handreiking BENG" van RVO en van ENORM versie 3.2 waarin een uitwerking is opgenomen van de BENG indicatoren.

De bepalingswijze van de BENG indicatoren in de handreiking is nog niet op alle onderdelen volledig. In de toekomst zullen de rekenregels nog aangevuld en mogelijk aangepast worden. Door interpretatieverschillen bij de uitwerking en door toekomstige aanpassingen kunnen de BENG resultaten in deze studie nog wijzigen.

Figuur 3.1: uitgangspunten gebruikte energieprestatieberekeningen (bron DGMR⁸)

⁸ Referentiegebouwen BENG (Bijna EnergieNeutrale Gebouwen); in opdracht van het ministerie van BZK; DGMR; Arnhem, 7 november 2016

4 Milieuprestatie referenties

4.1 Woningen en woongebouwen

In dit onderzoek zijn ten behoeve van de woonfunctie in totaal 21 gebouwen gematerialiseerd. Het betreft 7 referentiegebouwen, met elk 3 varianten op basis van het energieconcept. De materiaalstaten zijn gebruikt bij de invoer van de referentiegebouwen in het gevalideerde softwarepakket GPR Bouwbesluit.

MPG-scores

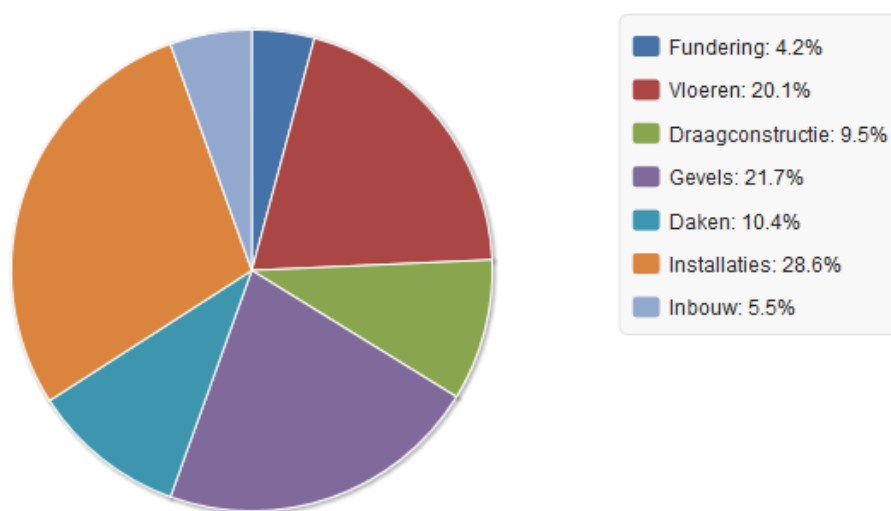
In figuur 4.1 staan de resultaten van de 21 berekeningen. Ter informatie is per variant ook aangegeven wat de gebouwkenmerken zijn en het aantal pv-panelen. Dit laatste omdat dit zeer relevant is voor de score.

nr	referentiegebouw	MPG met NMD 2.3 [-]			eenheden	m2 per woning		PV [m2 per woning]		
		electric	warmte	gas		BVO	GO	electric	warmte	gas
1.01	Woning, tussen, small (hellend)	0,49	0,57	0,70	1	146,0	110,1	4,5	11,0	17,5
1.02	Woning, tussen, medium (plat)	0,78	0,81	0,94	1	105,0	87,1	7,5	9,5	13,5
1.03	Woning, hoek, medium	0,55	0,62	0,74	1	180,0	133,3	5,0	12,5	19,0
1.04	Woning, vrij	0,56	0,62	0,60	1	264,0	180,7	7,0	16,0	12,8
1.05	woonwagen	0,82	1,12	1,49	1	92,0	85,0	15,0	30,0	41,0
1.06	Woongebouw, medium	0,67	0,72	0,80	33	116,0	92,0	8,8	11,4	14,0
1.07	woongebouw XL	0,66	0,71	0,85	604	43,1	35,2	3,0	4,3	5,5

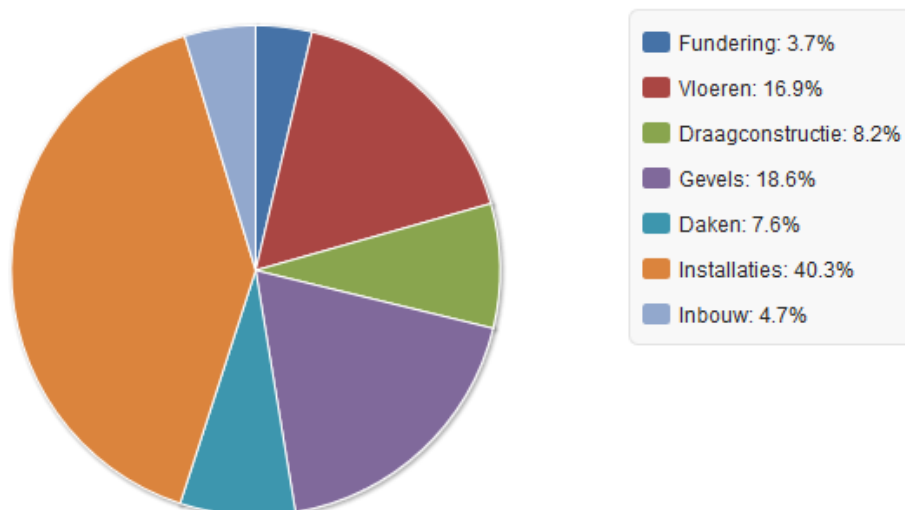
Figuur 4.1: MPG-scores referenties woongebouwen (3 variaties op energieconcept)

Bijdrage gebouwcomponenten

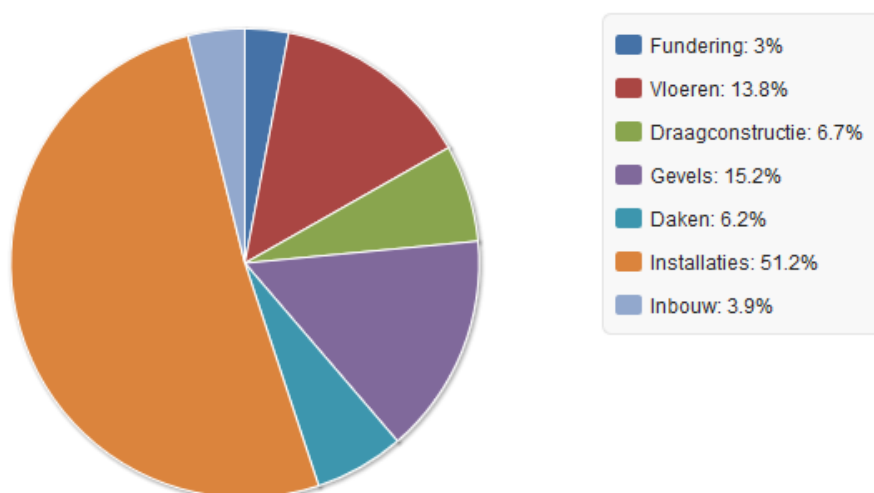
In de figuren 4.1, 4.2 en 4.3 is voor de 3 energievarianten op de 'woning, tussen, small' weergegeven in beeld gebracht wat de verdeling van de totale gebouwscore over de bouwdeelen is. De geeft een indruk van de zwaartepunten en de verschuiving daarin bij de variatie op het energieconcept. Dit laatste wordt vooral veroorzaakt door meer of minder PV en/of externe energielevering.



Figuur 4.2: de bijdrage per bouwdeel bij variant 1.01 (woning-tussen-smal, all-electric)



Figuur 4.3: de bijdrage per bouwdeel bij variant 1.02 (woning-tussen-smal, warmte)



Figuur 4.4: de bijdrage per bouwdeel bij variant 1.03 (woning-tussen-smal, gas)

Voor een gedetailleerdere uitwerking is in bijlage 4 de GPR Bouwbesluit uitdraai van de 'woning, tussen, small' opgenomen. Daarin is ook op de onderliggende niveaus (hoofdelement, element, product) te zien wat de absolute score en de relatieve bijdrage aan de totale gebouwscore is.

4.2 Kantoorgebouwen

In dit onderzoek zijn ten behoeve van het kantoorgebouw in totaal 6 gebouwen gematerialiseerd. Het betreft 2 referentiegebouwen, met elk 3 varianten op basis van het energieconcept. De materiaalstaten zijn gebruikt bij de invoer van de referentiegebouwen in het gevalideerde softwarepakket GPR Bouwbesluit.

In figuur 4.5 staan de resultaten van de 6 berekeningen. Ter informatie is per variant ook aangegeven wat de gebouwkenmerken zijn en het aantal pv-panelen (per 100 m² BVO). Dit laatste omdat dit zeer relevant is voor de score.



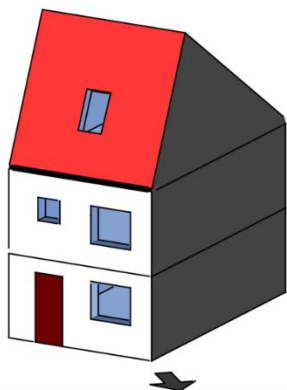
nr	referentiegebouw	MPG met NMD 2.3 [-]			eenheder	m2 per gebouw		PV [m2 per 100 m2bvo]		
		electric	warmte	gas		BVO	GO	electric	warmte	gas
1.08	kantoorgebouw M	0,91	0,96	0,99	1,0	4.950	4.383	8,1	9,7	9,7
1.09	kantoorgebouw XL	0,90	0,91	1,05	1,0	26.255	23.892	8,8	10,9	14,9

Figuur 4.5: MPG-scores referenties kantoorgebouwen (3 variaties op energieconcept)

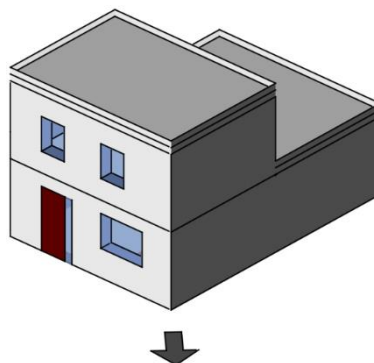
4.3 GWW-bouwwerken

PM

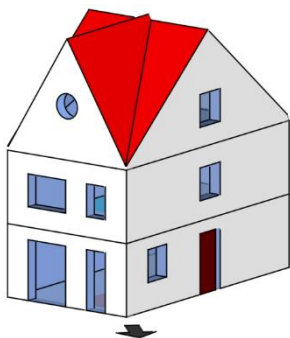
Bijlage 1: woongebouwen verbeeld



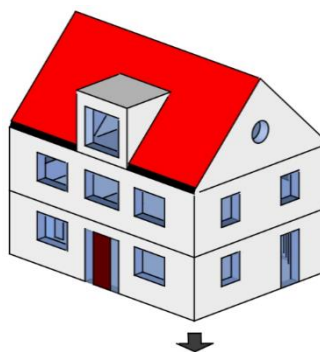
1. Woning, tussen, small (hellend dak)



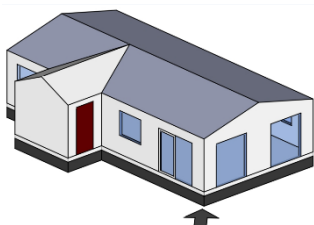
2. Woning, tussen, medium (plat dak) dak



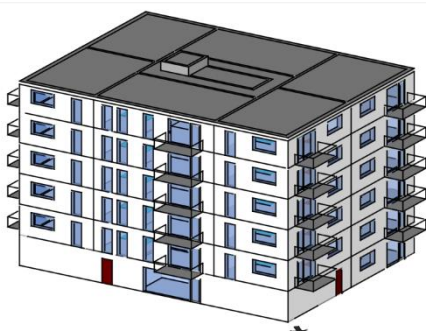
3. Woning, hoek, medium



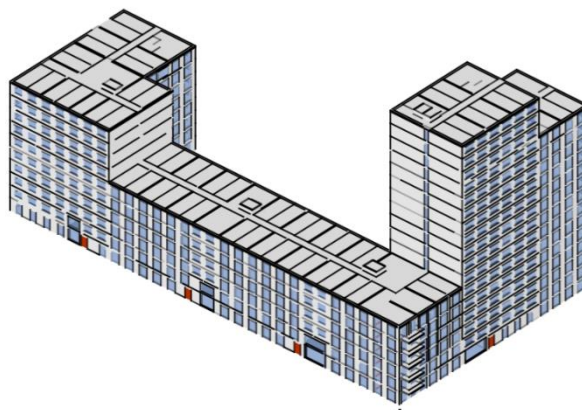
4. Woning, vrij



5. woonwagen



6. Woongebouw, medium



7. Woongebouw large



Bijlage 2: materialisatie 'tussen, small'



Algemene gegevens

Algemeen

Naam gebouw:	1. woning, tussen, small (hellend dak) - all electric
Code gebouw:	1.01
Auteur(s):	Elianne Paulussen
Organisatie:	W/E adviseurs
Opdrachtgever:	
Architect:	
Datum bouwvergunningaanvraag:	
Opmerkingen:	Gebaseerd op referentiegebouw 1) Woning S tussen, variant all electric van Referentiegebouwen BENG (Bijna EnergieNeutrale Gebouwen); in opdracht van het ministerie van BZK; DGMR; Arnhem, 7 november 2016. Gemeenschappelijke bouwdelen worden voor de helft in de berekening meegenomen (woningscheidende wand).

Locatie

Straatnaam:
Postcode:
Plaatsnaam:

Gebouwenmerken

Gebruiksfuncties

Gebruiksfunctie:	Woongebouw
Levensduur:	75 jaar
Type:	Rijwoning tussen
Bvo:	146 m2
GO:	110,1 m2

Resultaten

Gewogen milieueffecten

Grondstoffen:	0,003 €/m2 BVO*jaar
Emissies:	0,487 €/m2 BVO*jaar
MPG (schaduwprijs):	0,49 €/m2 BVO*jaar

Gebruikte versies software en database

Versie GPR Bouwbesluit:	1.1
Versie Nationale Milieudatabase:	2.3
Versie GPR MPG rekenkern:	1.1.6

Materialisering

Fundering

Bodemvoorzieningen

Bodemafsluitingen	Zand [100 mm dikte]	48,6 m2
-------------------	---------------------	---------

Fundering

Funderingsbalken	Betonhuis; beton, in het werk gestort, C20/25, CEMIII; incl. wapening+eps [350 mm breedte, 470 mm dikte]	19,4 m1
Funderingspalen	Heipaal; beton, prefab; AB-FAB [250 mm breedte, 250 mm dikte]	55,7 m1

Vloeren

Vloeren, begane grond

Vloeren, vrijdragend	Ribbenvloer; beton prefab; incl. isolatie, Rc:4.0; AB-FAB	43,5 m2
Isolatielagen	EPS [1 m2k/w r-waarde]	43,5 m2
Dekvloeren	Zandcement [60 mm dikte]	41,4 m2
Afwerklagen	Keramische tegels; geglaazuurd/cement [13 mm dikte]	1 m2

Vloeren, verdieping

Vloeren	Breedplaat, excl. druklaag, 60mm; prefab beton; AB-FAB	81,1 m2
Vloeren	Betonhuis; druklaag breedplaatvloer; betonmortel C20/25, CEMIII; incl. wapening [190 mm dikte]	81,1 m2
Dekvloeren	Zandcement [60 mm dikte]	75,8 m2
Afwerklagen, vloer	Keramische tegels; geglaazuurd/cement [13 mm dikte]	5,7 m2
Afwerklagen, plafond	Spuitleister [3 mm dikte]	75,8 m2

Draagconstructie

Hoofddraagconstructies

Dragende wanden, massief	Beton, prefab, woningbouw; AB-FAB [100 mm dikte]	140,7 m2
--------------------------	--	----------

Gevels

Gevels, dicht

Spouwwallen, buitenblad	Baksteen metselwerk [100 mm dikte]	50,5 m2
Spouwwallen, binnenblad, massief	Beton, prefab, woningbouw; AB-FAB [100 mm dikte]	45,4 m2
Isolatielagen	PUR/PIRschuim platen (pentaan geblazen); verzinkt stalen bevestiging [5 m2k/w r-waarde]	47,9 m2

Gevels, open

Kozijnen	Az. loofh. (Meranti), kozijn+draaivalraam; geschilderd, h&s, duurz. bosb; NBvT	17,6 m2
Deuren	Houten stapeldorpel buitendeur; trop. loofhout, duurz. bosbeheer [2325 mm hoogte, 930 mm breedte]	2 p
Beglazing	Drievoudig glas; droog beglaasd [12 mm dikte]	13,6 m2



Stelkozijnen	Onverduurzaamd hout; geverfd	7 p
Lateien	Staal; L-ongelijkzijdig 50x30 [50]	12,6 m1
Vensterbanken	Vensterbank - gegoten composietsteen [200 mm dikte]	6,2 m1
Waterslagen	Beton [165 mm breedte, 58 mm hoogte]	10,4 m1
Waterkeringen	EPDM; folie [50 mm dikte, 1 mm dikte]	10,4 m1
Zonweringen	Solidscreen [85]	15,2 m2

Daken

Daken, hellend

Daken	Dakelement; hout, zelfdr, prefab, incl. isolatie, beplating; duurz. bosb <i>Aanname RC dakelement 4,5 m2K/W</i>	70,6 m2
Isolatielagen	EPS [3.5 m2k/w r-waarde]	70,6 m2
Bedekkingen	Betonpan	70,6 m2
Verlaagde plafonds, bekledingen en roosters	Spaanplaat (incl. regelwerk)	62,4 m2

Dakopeningen

Dakramen	Meranti; geschilderd, acryl; duurzame bosbouw	1 p
----------	---	-----

Installaties

Warmtelevering

Warmteopwekkingsinstallaties	W-Warmtepomp bodem 5 kW; incl. aardsondes; polyetheen bouw	1 p
Warmtedistributiesystemen	Polyetheen/polybuteen; cv-leidingen; incl. koppelingen + verdeling	110,1 m2gbo
Warmteafgiftesystemen	Vloerverwarming 95 W/m2; leidingen: kunststof	110,1 m2gbo

Elektrische installatie

Aarding	aarding woningen	110,1 m2gbo
Elektriciteitsleidingen	Geïsoleerde installatiedraad + mantelbuis: pvc	110,1 m2gbo
Elektriciteitsopwekkingsystemen	PV, mono-Si; hellend dak; incl. inverter+kabels	4,5 m2
Electriciteitslevering, extern	Netstroom; NL-mix, 1 kWh (forfaitair)	1614,1 kWh

Luchtbehandeling

Luchtdistributiesystemen	VLA Ventilatiesysteem, type C; W-bouw, individueel	110,1 m2gbo
--------------------------	--	-------------

Water- en gasdistributie

Waterleidingen	Polyetheen; leiding+mantelbuis	110,1 m2gbo
----------------	--------------------------------	-------------

Afvoeren

Buitenrioleringen	Pvc; gerecycled; leiding	110,1 m2gbo
Binnenrioleringen	Pvc; gerecycled; leiding	110,1 m2gbo
Dakgoten	DBM zinken dakgoot (bak, mast)	10,8 m1
Hemelwatersafvoeren	Pvc; gerecycled; diameter: 80mm; d: 1.8mm	12 m1

Inbouw

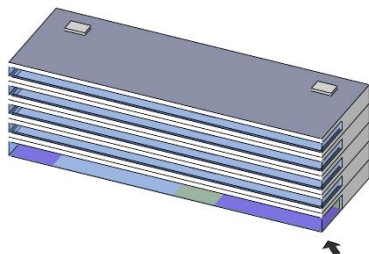
Binnenwanden

Niet dragende wanden, systeem	Gipskartonplaat systeemwand 100mm, enkel beplaat met isolatie (NBVG)	10,2 m2
Niet dragende wanden, massief	Gipsblokken, normale dichtheid (NBVG) [70 mm dikte]	36,1 m2

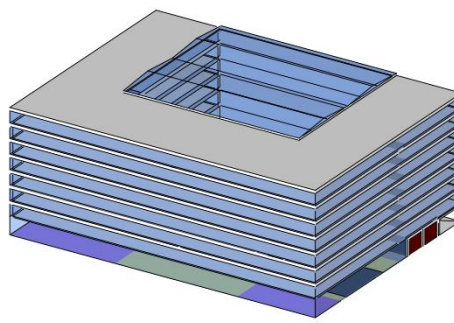


Niet dragende wanden, massief	Gipsblokken, hoge dichtheid (NBVG) [70 mm dikte]	17,4 m2
Niet dragende wanden, massief	Gipsblokken, hoge dichtheid (NBVG) [100 mm dikte]	7,7 m2
Afwerkklagen	Keramische tegels; geglazuurd/gelijmd	23,9 m2
Binnenwandopeningen		
Binnenkozijnen	Stalen binnendeurkozijn met bovenlicht (Andusta, Berkvens, Theuma)	19,9 m2
Binnendeuren	Houten vlakke binnendeur; honingraat, duurz. bosbeheer [2315 mm hoogte, 954 mm breedte]	8 p
Binnendorpels	Kunststeen [20 mm hoogte]	1,8 m1
Trappen en liften		
Interne trappen	Europees loofhout; geschilderd, acryl; duurzame bosbouw	2 p
Balustrades	Europees loofhout; spijlen; duurzame bosbouw	5,1 m1
Leuning	Europees loofhout; duurzame bosbouw [60 mm diameter]	10,4 m1
Vaste voorzieningen		
Toiletten	Wandcloset + fontein, porselein; incl. kunststof reservoir	2 p
Wasvoorzieningen	Keramik; wastafel	2 p
Douchevoorzieningen	Inloopdouche, gipsblokken+tegels; incl. rvs afvoergoot	1 p

Bijlage 3: kantoorgebouwen verbeeld



8. Kantoorgebouw medium



9. Kantoorgebouw, extra large met atrium



Bijlage 4: GPR-resultaten 'tussen, small'

RESULTATEN

MPG-KENGETALLEN		MILIEUEFFECTEN		MPG ELEMENTEN		UITGANGSPUNTEN	
Overzicht						Alles inklappen —	
						MPG	MPG %
Fundering						0.0208	4.2% —
Bodemvoorzieningen						0.0013	0.3%
Bodemafsluitingen	Zand [100]	48.6 m²				0.0013	0.3%
Fundering						0.0195	4.0%
Funderingsbalken	Betonhuis; beton,in het werk gestort, C20/2... [350 ,470]	19.4 m				0.0095	1.9%
Funderingspalen	Heipaal; beton, prefab; AB-FAB [250 ,250]	55.7 m				0.0101	2.1%
Vloeren						0.0984	20.1% —
Vloeren, begane grond						0.0301	6.2%
Vloeren, vrijdragend	Ribbenvloer; beton prefab; incl. isolatie,Rc:...	43.5 m²				0.0178	3.6%
Isolatielagen	EPS [1]	43.5 m²				0.0020	0.4%
Dekvloeren	Zandcement [60]	41.4 m²				0.0101	2.1%
Afwerklagen	Keramische tegels; geglaazuurd/cement [13]	1 m²				0.0003	0.1%
Vloeren, verdieping						0.0683	13.9%
Vloeren	Breedplaat, excl. druklaag, 60mm; prefab b...	81.1 m²				0.0193	3.9%
Vloeren	Betonhuis; druklaag breedplaatvloer; beton... [190]	81.1 m²				0.0268	5.5%
Dekvloeren	Zandcement [60]	75.8 m²				0.0185	3.8%
Afwerklagen, vloer	Keramische tegels; geglaazuurd/cement [13]	5.7 m²				0.0016	0.3%
Afwerklagen, plafond	Spuitpleister [3]	75.8 m²				0.0021	0.4%
Vloeren, balkon- en galerij						0.0000	0.0%
Draagconstructie						0.0464	9.5% —
Hoofddraagconstructies						0.0464	9.5%
Dragende wanden, massief	Beton, prefab, woningbouw; AB-FAB [100]	140.7 m²				0.0464	9.5%



Gevels			0.1063	21.7%	—
Gevels, dicht			0.0502	10.3%	
Spouwwanden, buitenblad	Baksteenmetselwerk [100]	50.5 m ²	0.0284	5.8%	
Spouwwanden, binnenblad, massief	Beton, prefab, woningbouw; AB-FAB [100]	45.4 m ²	0.0150	3.1%	
Isolatielagen	PUR/PIRschuim platen (pentaan geblazen);... [5]	47.9 m ²	0.0069	1.4%	
Gevels, open			0.0561	11.4%	
Beglazing	Drievoudig glas; droog beglaasd [12]	13.6 m ²	0.0239	4.9%	
Stelkozijnen	Onverduurzaamd hout; gevefd	7 stuks	0.0002	0.0%	
Lateien	Staal; L-ongelijkzijdig 50x30 [50]	12.6 m	0.0001	0.0%	
Vensterbanken	Vensterbank - gegoten composietsteen [200]	6.2 m	0.0013	0.3%	
Waterslagen	Beton [165 ,58]	10.4 m	0.0006	0.1%	
Waterkeringen	EPDM; folie [50 ,1]	10.4 m	0.0004	0.1%	
Zonweringen	Solidscreen [85]	15.2 m ²	0.0207	4.2%	
Kozijnen	Az.loofh. (Meranti), kozijn+draaivalraam; ge...	17.6 m ²	0.0061	1.2%	
Deuren	Houten stapeldorpel buitendeur; trop. loofh... [2325 ,930]	2 stuks	0.0028	0.6%	
Daken			0.0511	10.4%	—
Daken, plat			0.0000	0.0%	
Daken, hellend			0.0505	10.3%	
Daken	Dakelement; hout, zelfdr, prefab, incl.isolati...	70.6 m ²	0.0109	2.2%	
Isolatielagen	EPS [3.5]	70.6 m ²	0.0140	2.9%	
Bedekkingen	Betonpan	70.6 m ²	0.0202	4.1%	
Verlaagde plafonds, bekledingen en roosters	Spaanplaat (incl. regelwerk)	62.4 m ²	0.0054	1.1%	
Dakopeningen			0.0006	0.1%	
Dakramen	Meranti; geschilderd, acryl; duurzame bosbouw	1 stuks	0.0006	0.1%	
Installaties			0.1400	28.6%	—
Warmtelevering			0.0236	4.8%	
Warmtedistributiesystemen	Polyetheen/polybuteen; cv-leidingen; incl. ...	110.1 m ² gbo	0.0069	1.4%	



Warmteafgiftesystemen	⊖ Vloerverwarming 95 W/m2; leidingen:kunststof	110.1 m ² gbo	0.0039	0.8%	
Warmteopwekkingsinstallaties W-bouw	⊖ Warmtepomp bodem 5 kW; incl. aardsondes...	1 stuks	0.0127	2.6%	
Elektrische installatie			0.1079	22.0%	
Aarding	⊖ aarding woningen	110.1 m ² gbo	0.0041	0.8%	
Elektriciteitsleidingen	⊖ Geïsoleerde installatiedraad + mantelbuis:pvc	110.1 m ² gbo	0.0027	0.6%	
Elektriciteitsopwekkingsystemen	⊖ PV,mono-Si; hellend dak; incl. inverter+kabels	4.5 m ²	0.0675	13.8%	
Electriciteitslevering, extern	⊖ Netstroom; NL-mix, 1 kWh (forfaitair)	1614.1 kWh	0.0336	6.9%	
Koudelevering			0.0000	0.0%	
Luchtbehandeling			0.0054	1.1%	
Luchtdistributiesystemen	✔ VLA Ventilatiesysteem, type C; W-bouw, ind...	110.1 m ² gbo	0.0054	1.1%	
Water- en gasdistributie			0.0003	0.1%	
Waterleidingen	⊖ Polyetheen; leiding+mantelbuis	110.1 m ² gbo	0.0003	0.1%	
Afvoeren			0.0028	0.6%	
Buitenrioleringen	⊖ Pvc; gerecycled; leiding	110.1 m ² gbo	0.0006	0.1%	
Binnenrioleringen	⊖ Pvc; gerecycled; leiding	110.1 m ² gbo	0.0012	0.3%	
Dakgoten	✔ DBM zinken dakgoot (bak, mast)	10.8 m	0.0005	0.1%	
Hemelwaterafvoeren	⊖ Pvc; gerecycled; diameter:80mm; d:1.8mm	12 m	0.0005	0.1%	
Inbouw			0.0270	5.5%	
Binnenwanden			0.0150	3.1%	
Niet dragende wanden, systeem	✔ Gipskartonplaat systeemwand 100mm, enke...	10.2 m ²	0.0009	0.2%	
Niet dragende wanden, massief	✔ Gipsblokken, normale dichtheid (NBVG) [70]	36.1 m ²	0.0048	1.0%	
Niet dragende wanden, massief	✔ Gipsblokken, hoge dichtheid (NBVG) [70]	17.4 m ²	0.0033	0.7%	
Afwerklagen	⊖ Keramische tegels; geglaazuurd/gelijmd	23.9 m ²	0.0039	0.8%	
Niet dragende wanden, massief	✔ Gipsblokken, hoge dichtheid (NBVG) [100]	7.7 m ²	0.0021	0.4%	
Binnenwandopeningen			0.0058	1.2%	
Binnenkozijnen	✔ Stalen binnendeurkozijn met bovenlicht (A...	19.9 m ²	0.0028	0.6%	
Binnendorpels	⊖ Kunststeen [20]	1.8 m	0.0007	0.1%	



Binnendeuren	<input checked="" type="checkbox"/> Houten vlakke binnendeur; honingraat, duur... [2315 ,954]	8 stuks	0.0024	0.5%	
Trappen en liften			0.0020	0.4%	
Interne trappen	<input checked="" type="checkbox"/> Europees loofhout; geschilderd, acryl; duur...	2 stuks	0.0008	0.2%	
Balustrades	<input checked="" type="checkbox"/> Europees loofhout; spijlen; duurzame bosbouw	5.1 m	0.0004	0.1%	
Leuningen	<input checked="" type="checkbox"/> Europees loofhout; duurzame bosbouw [60]	10.4 m	0.0007	0.2%	
Vaste voorzieningen			0.0042	0.9%	
Toiletten	<input checked="" type="checkbox"/> Wandcloset + fontein, porselein; incl. kunsts...	2 stuks	0.0009	0.2%	
Wasvoorzieningen	<input checked="" type="checkbox"/> Keramiek; wastafel	2 stuks	0.0003	0.1%	
Douchevoorzieningen	<input checked="" type="checkbox"/> Inloopdouche, gipsblokken+tegels; incl. rvs ...	1 stuks	0.0031	0.6%	
Terreinvoorzieningen			0.0000	0.0%	