

Indicatoren van circulariteit gebouwen en GWW-werken

Circulaire Indicatoren

Stichting Bouwkwiteit

31 mei 2019

Project Indicatoren van circulariteit gebouwen en GWW-werken
Opdrachtgever Stichting Bouwkwaliiteit

Document Circulaire Indicatoren
Status Definitief
Datum 31 mei 2019
Referentie 112539-19-009.235

Projectcode 112539
Projectleider ir. M.E.M. Schöffner
Projectdirecteur K.A. Haans MSc

Auteur(s) W.S. ten Bosch MSc, ing. J.B. Levels-Vermeer (LBP|SIGHT), S.A. de Graaff MSc
Gecontroleerd door A.E.M. van der Lee MSc
Goedgekeurd door ir. M.E.M. Schöffner

Paraaf



Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer
Hoogoorddreef 15
Postbus 12205
1100 AE Amsterdam
+31 (0)20 312 55 55
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	SAMENVATTING	5
2	INLEIDING	7
3	AANPAK	9
3.1	Bureaustudie	9
3.2	Interviews	9
3.3	Expert meeting	9
3.4	Afwegingsmodel	10
4	BUREAUSTUDIE	11
4.1	Het systeem	11
4.2	Aspecten van circulariteit	14
4.3	Beschrijving en afweging aspecten	14
4.3.1	Milieu-impact van bouwwerk, bouwmaterialen en gebouwinstallaties	15
4.3.2	Materiaalefficiency in relatie tot functie(s)	17
4.3.3	Input primair en secundair materiaal	17
4.3.4	Hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen	19
4.3.5	Gebruik hernieuwbare inputstromen	19
4.3.6	Flexibiliteit en aanpasbaarheid	20
4.3.7	Recycling / te verwachten hoogwaardigheid van hergebruik recyclestromen	20
4.3.8	Hoeveelheden per afvalstroom	21
4.3.9	Toxiciteit van materialen en componenten	21
4.4	Bestaande initiatieven met betrekking tot het meetbaar maken van circulariteit	22
5	RESULTATEN VAN DE INTERVIEWS & EXPERT MEETING	23
5.1	Interviews	23
5.2	Expert Meeting	24
6	AFWEGINGSMODEL	26
6.1	Model afwegingskader circulariteit	26
6.1.1	MPG / MKI berekening	27

6.1.2	Meetbare indicatoren circulariteit	27
7	REFERENTIEBEREKENINGEN	32
7.1	Referentiegebouwen en -werken	32
7.1.1	Doorrekening referentiewerken	34
7.1.2	Testcasussen circulaire toepassingen	37
7.2	Bandbreedte	38
8	REFLECTIE	41
9	CONCLUSIE	42
10	LITERATUUR	44
	Laatste pagina	44
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Gespreksnotitie interview	8
II	Uitwerking interviews	13
III	Verslag expert meeting	27
IV	Materialenstaten referentie gebouwen en GWW-werken	31

1

SAMENVATTING

Het kabinet heeft de ambitie gesteld om in Nederland vóór 2050 een circulaire economie te realiseren. Daarnaast ambieert het kabinet de (tussen)doelstelling om in 2030 samen met maatschappelijke partners een reductie van 50 % op het primair grondstofgebruik te realiseren. Deze doelstellingen zijn vastgelegd in het Rijksbreed programma 'Nederland circulair in 2050'. In de bijbehorende uitvoeringsagenda Circulaire Economie 2019 – 2023' is aangegeven dat het inzichtelijk maken van de circulariteit van een gebouw in de regelgeving belangrijk is voor de transitie naar een circulaire bouw. Een uniforme methode voor waardering van de circulariteit van een gebouw of GWW-werk (Grond Weg & Waterbouw) ontbreekt echter nog.

Voor het bepalen van de milieuprestatie van gebouwen en GWW-werken conform de LCA-systematiek, zijn in Nederland regels en afspraken vastgelegd in de 'Bepalingsmethode: Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken'. Dit onderzoek richt zich op de mogelijke opties waarin het technische aspect van een circulair gebouw of GWW-werk op basis van de Bepalingsmethode als entiteit getalsmatig tot uitdrukking wordt gebracht en gewaardeerd.

Daarbij is gekeken hoe de mate van hoogwaardig hergebruik, recycling, en flexibiliteit en aanpasbaarheid (in of aan de Bepalingsmethode) prestatiegericht kunnen worden geformuleerd.

Het onderzoek bestaat uit een marktconsultatie, het opzetten van een rekenstructuur/model, en een rekenkundige oefening met casusvoorbeelden van zowel gebouwen als GWW-werken, waarbij de circulaire indicatoren worden berekend conform de beoogde circulaire aanpassingen van het systeem.

In dit onderzoek zijn negen aspecten van circulariteit in beschouwing genomen en gespiegeld aan de huidige Bepalingsmethode:

- 1 milieu-impact van bouwwerk, bouwmaterialen en gebouwinstallaties;
- 2 materiaalefficiëntie in relatie tot functie(s);
- 3 input primair en secundair materiaal;
- 4 hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen;
- 5 gebruik hernieuwbare inputstromen;
- 6 flexibiliteit en aanpasbaarheid;
- 7 recycling;
- 8 hoeveelheden per afvalstroom;
- 9 toxiciteit van materialen en componenten.

Op basis van de resultaten van de bureaustudie en de marktconsultatie zijn de volgende aspecten meegenomen in het afwegingsmodel: hoogwaardigheid van hergebruik van inputstromen (kwantitatief), hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen (kwantitatief), hoeveelheden per afvalstroom (kwantitatief), energiegebruik in de gebruiksfase en adaptief vermogen. Deze aspecten zijn geselecteerd op basis van het effect op circulariteit enerzijds, en de relatie met de Bepalingsmethode anderzijds. De data die nodig is om de circulaire aspecten te kwantificeren zijn grotendeels reeds verzameld ten behoeve van het opstellen van LCA's als gebruikt binnen het kader van de Bepalingsmethode.

Om het model te toetsen zijn 'standaardwerken' gebruikt van zowel gebouwen als GWW-werken. Voor gebouwen is de set BENG-referentiegebouwen gebruikt zoals opgesteld door DGMR in opdracht van RVO.

Voor GWW-werken is gebruik gemaakt van de referentieprojecten die in het harmonisatietraject van de Nationale Milieu Database (NMD) versie 1.8 naar versie 2.2 zijn opgesteld door Cenosco.

Geconcludeerd wordt dat de Bepalingsmethode voor een belangrijk deel voorziet in de mogelijkheden om de circulariteit prestatiegericht tot uitdrukking te brengen. Een groot voordeel is dat bestaande data, die gebruikt wordt voor het berekenen van milieuprestaties, zo wordt gebruikt dat een indicatie te geven is over de mate van circulariteit van een gebouw of GWW-werk.

In zijn algemeenheid wordt geconcludeerd dat met de beschreven aanpassingen van de Bepalingsmethode, Nationale milieudatabase en toetsingsprotocol voor het opstellen van LCA-milieudata van bouwproducten en gebouwinstallaties en dergelijke, er een robuust systeem bestaat voor targets of een afsprakenstelsel om een circulaire bouweconomie te doen realiseren.

2

INLEIDING

Nederland wil bijdragen aan het oplossen van de mondiale klimaatproblematiek door, onder andere, onze consumptie- en productiepatronen binnen onze planetaire grenzen te houden. Het realiseren van een circulaire economie levert hier een bijdrage aan. Hiervoor heeft het kabinet zichzelf de ambitie gesteld om in Nederland vóór 2050 een circulaire economie te realiseren. Daarnaast ambieert het kabinet de (tussen)doelstelling om in 2030 samen met maatschappelijke partners een reductie van 50 % op het primair grondstofgebruik te realiseren. Deze doelstellingen zijn vastgelegd in het Rijksbreed programma 'Nederland circulair in 2050'¹. Het kabinet tracht richting te geven aan de invulling van deze doelstellingen via inspirerende transitieagenda's voor 5 verschillende thema's waarin specifieke acties uiteengezet zijn. Deze transitieagenda's zijn vastgelegd in het Grondstoffenakkoord², welke inmiddels is ondertekend door meer dan 350 partijen opererend in verschillende branches.

In de kabinetsreactie op de Transitieagenda Circulaire Bouweconomie wordt aangegeven dat de huidige LCA-methodiek een goede basis is voor het bepalen van de milieuprestatie. In de kabinetsreactie is ook het uitvoeringsprogramma voor de circulaire economie aangekondigd, om uitvoering en 'actie' te geven aan de voornemens uit de transitieagenda's. In de 'Uitvoeringsagenda Circulaire Economie 2019 – 2023' is in paragraaf 2.4 'Prioriteit Bouw' onder de actie 'Circulariteit in bouwregelgeving' aangegeven dat het inzichtelijk maken van de circulariteit van een gebouw in de regelgeving belangrijk is voor de transitie naar een circulaire bouw. Een uniforme methode voor waardering van de circulariteit van een gebouw ontbreekt echter nog. In die actie zal worden gekeken naar de waardering van circulariteit in de huidige milieuprestatie-eis voor gebouwen en infrastructuur. In dat kader, in opdracht van de Stichting Bouwkwiteit, onderzoeken de advies- en ingenieursbureaus Witteveen+Bos en LBP|SIGHT indicator(en) om circulariteit van een gebouw of bouwwerk prestatiegericht tot uitdrukking te kunnen brengen in projecten.

Afbakening van het onderzoek

Voor een grofstoffelijke afbakening is in dit onderzoek de definitie van circulair bouwen uit de Transitieagenda Circulaire Bouweconomie aangehouden:

Circulair bouwen betekent het ontwikkelen, gebruiken en hergebruiken van gebouwen, gebieden en infrastructuur zonder natuurlijke hulpbronnen onnodig uit te putten, de leefomgeving te vervuilen en ecosystemen aan te tasten op een wijze die economisch verantwoord is en bijdraagt aan welzijn van mens en dier. Hier en daar, nu en later.

De Uitvoeringsagenda geeft met de actie een uitsnede daarvan, namelijk: de waardering van circulariteit in de huidige milieuprestatie-eis voor gebouwen en infrastructuur. Het kader daarvoor is de verzameling van bouwtechnische voorschriften in het Bouwbesluit waaraan alle nieuwe en bestaande bouwwerken in Nederland, zoals woningen, kantoren, winkels, ziekenhuizen maar ook bruggen, viaducten en sluizen, moeten voldoen. Verbouwingen vallen ook onder het Bouwbesluit. Het Bouwbesluit bevat voorschriften uit het oogpunt van veiligheid, gezondheid, bruikbaarheid, energiezuinigheid en milieu.

Huidige Bepalingsmethode en milieuprestatie-eis voor gebouwen en infrastructuur.

Voor het bepalen van de milieuprestatie van gebouwen en GWW-werken conform de LCA-systematiek, zijn in Nederland regels en afspraken vastgelegd in de 'Bepalingsmethode: Milieuprestatie Gebouwen en GWW-

1 Rijksoverheid (2016). Rijksbreed programma Circulaire Economie 'Nederland circulair in 2050'.

2 Rijksoverheid (2017). Grondstoffenakkoord. Via www.circulaireeconomienederland.nl (bezoekt op 5-5-2019).

werken'. De Bepalingsmethode is ontwikkeld om de materiaalgebonden milieuprestatie van gebouwen en GWW-werken over hun hele levenscyclus eenduidig en controleerbaar te berekenen. Met de Bepalingsmethode worden de LCA-milieueffecten berekend en vervolgens met een weging de milieukengetallen 'Emissies' en 'Grondstoffen' en de éénpuntsindicator 'Milieu Kosten indicator' (MKI – voor de GWW-sector) en MPG (milieuprestatie gebouw - voor de B&U). De Bepalingsmethode vormt een samenhangend geheel met de Nationale Milieudatabase (NMD) en rekenregels.

Gevalideerde rekeninstrumenten als DuboCalc (voor de GWW-sector) en GPR, MRPI-MPG en OneClickLCA (voor de B&U) rekenen conform deze Bepalingsmethode en worden gevuld met LCA-data van materialen en producten uit de NMD.

Focus van het onderzoek

Dit onderzoek richt zich op:

- opties waarin het technische aspect van een circulair gebouw, of GWW-werk op basis van de Bepalingsmethode als entiteit getalsmatig tot uitdrukking wordt gebracht en gewaardeerd;
- specifieke opties waarin termen de mate van gerecycled materiaal (in of aan de Bepalingsmethode) prestatiegericht zijn geformuleerd;
- specifieke opties waarin termen als demontabelheid/ontkoppelbaarheid (in of aan de Bepalingsmethode) prestatiegericht kunnen worden geformuleerd.

In dit traject, worden de betrokken markt- en ketenpartijen geconsulteerd en betrokken bij het vaststellen van circulaire indicatoren die verankerd zouden moeten worden in de Bepalingsmethode. Denk bijvoorbeeld aan de 'mate van demontabelheid' van een gebouw of kunstwerk en aan de 'percentages her te gebruiken materiaal'.

Op basis van deze indicatoren wordt een beschrijving gegeven van de mate waarin de structuur van het systeem (zie afbeelding 4.1) anno 2019 dienstbaar is in het bepalen van de circulariteit van een gebouw of GWW-werk.

Tot slot wordt een rekenkundige oefening gedaan met casusvoorbeelden van zowel gebouwen als GWW-kunstwerken waarbij de circulaire indicatoren worden berekend conform de beoogde circulaire aanpassingen van het systeem. Daarbij wordt gekeken naar zeggingskracht, onderscheidend vermogen en welke grenswaarden wenselijk zijn per indicator, om optimaal bij te kunnen dragen aan een afsprakenstelsel voor een circulaire bouweconomie.

3

AANPAK

In de uitvoering van dit onderzoek zijn 4 stappen doorlopen:

- 1 bureaustudie uitvoeren;
- 2 interviews afnemen;
- 3 expert meeting;
- 4 aan de hand van een afwegingsmodel kwantitatieve circulaire indicatoren definiëren en de op zeggingskracht en onderscheidend vermogen doorrekenen.

3.1 Bureaustudie

Het doel van de bureaustudie is om beschikbare informatie over het meetbaar maken van circulariteit van een gebouw of GWW-werk inzichtelijk te maken, wat als uitgangspunt dient voor de volgende stappen. Daartoe is het van belang om de kaders van het huidige systeem van wet- en regelgeving, methodiek en instrumenten met betrekking tot het bepalen van milieuprestaties van gebouwen en GWW-werken te schetsen. Binnen deze kaders vindt immers dit onderzoek plaats. Daarnaast is een afbakening nodig van de aspecten van circulariteit die relevant zijn voor de bouw- en GWW-sector. Binnen de bredere definitie van circulair bouwen, zoals omschreven in de inleiding, zijn verschillende aspecten van circulariteit te onderscheiden. Deze zijn nader omschreven in hoofdstuk 4.

3.2 Interviews

De uit te nodigen personen voor de interviews en de te stellen vragen zijn vastgelegd tijdens het startoverleg. De interviews worden afgenomen in deze stap. Een vraag die centraal staat in stap 2 is hoe de beschikbare informatie en huidige monitoringsmethoden omgezet kunnen worden voor indicatoren van circulariteit. Er wordt hierbij gebruik gemaakt van huidige beschikbare methoden, zoals MKI en MPG.

3.3 Expert meeting

In stap 3 wordt voor het verkrijgen van draagvlak 1 expert meetings georganiseerd om feedback te krijgen op het uitgewerkte model van de bureaustudie. In overleg met de opdrachtgever wordt tijdens stap 2 een voorzet gedaan voor een lijst van uit te nodigen partijen. Het doel is om het model te toetsen aan de markt door middel van deze expertmeeting. Om tot breed gedragen en goed onderbouwde indicatoren te komen is het van belang te anticiperen op de uitkomsten van deze expertmeeting. De expertmeeting leidt tot verhelderde en aangescherpte eisen, efficiënte en effectieve communicatie met en tussen stakeholders en gedragen besluitvorming doordat de belangrijkste alternatieven worden bekeken waarbij de afweging goed wordt onderbouwd. Door de deskundigen op deze manier te betrekken wordt alle relevante kennis ontsloten en geïntegreerd tot een gedragen geheel van concrete aanpassingen.

3.4 Afwegingsmodel

In stap 4 worden de 2 opties aangepast op basis van de concrete aanpassingen uit stap 3. Tevens vindt een toetsing van het model plaats. Het model (met de opties voor de indicatoren) wordt getoetst waarbij de circulaire indicatoren worden berekend conform de beoogde circulaire aanpassingen van het systeem. Hierbij wordt gekeken naar zeggingskracht, onderscheidend vermogen en welke grenswaarden wenselijk zijn per indicator, om optimaal bij te kunnen dragen aan een afsprakenstelsel voor een circulaire bouwconomie.

De resultaten van de eerste 3 stappen tezamen vormen input voor het voorstel van 2 opties voor indicatoren voor het inzichtelijk maken van de circulariteit van gebouwen en GWW-werken. Het doel van stap 4 is om een bandbreedte vast te stellen voor de 2 opties voor het bepalen van de circulariteit van een gebouw en GWW-werk.

Er wordt een model uitgewerkt met de opties voor indicatoren voor het uitdrukken van de circulariteit van een circulair gebouw of GWW-werk. Het is belangrijk dat de structuur van de Nationale Milieudatabase (NMD) hierop aansluit. Onderzoek zal gedaan worden om te bepalen in welke mate de structuur van de NMD anno 2019 dienstbaar is in het bepalen van de circulariteit van een gebouw of GWW-werk.

4

BUREAUSTUDIE

De vraag die centraal staat in de bureaustudie is hoe de beschikbare informatie en huidige monitoringsmethoden omgezet kunnen worden in indicatoren van circulariteit. Uitgangspunt hierbij is dat de indicatoren waar mogelijk inpassing vinden in de huidige beschikbare indicatoren van milieuprestaties, de MKI en MPG. De volgende stappen worden doorlopen in de bureaustudie:

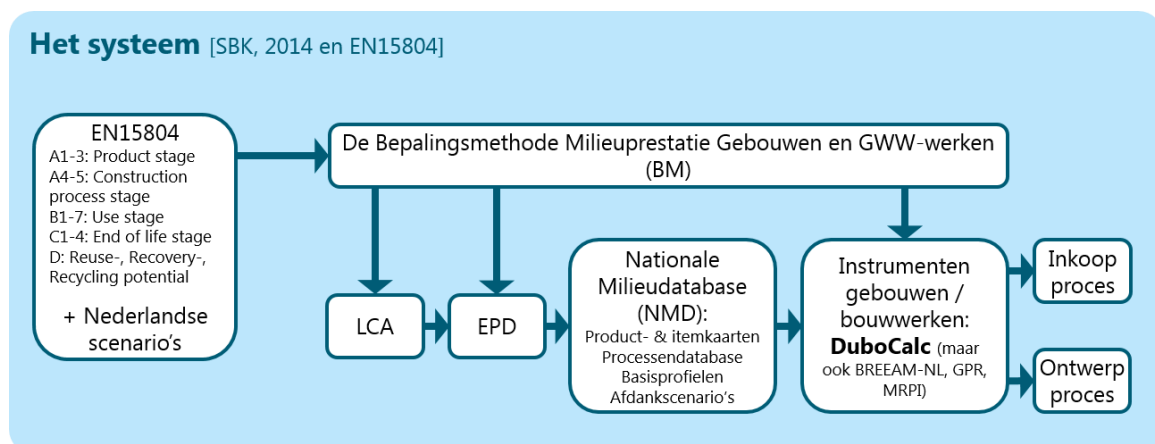
- in kaart brengen van bestaande initiatieven over het meetbaar maken van circulariteit van een gebouw of GWW-werk;
- beschouwen van aspecten van circulariteit in het kader van de Bepalingsmethode;
- identificeren van aspecten van circulariteit die opgenomen moeten worden in de Bepalingsmethode;
- meetbaar maken van deze aspecten als input voor een afwegingsmodel.

Op basis van de geïdentificeerde aspecten wordt een model uitgewerkt met indicatoren voor het uitdrukken van de circulariteit van een circulair gebouw of GWW-werk.

4.1 Het systeem

De Bepalingsmethode bevat afspraken en regels over de LCA-systematiek die gebruikt wordt voor het bepalen van de milieuprestatie van gebouwen en GWW-werken, gebaseerd op de Europese norm EN 15804. De Bepalingsmethode vormt het kader voor de route die wordt afgelegd om milieuprestaties in de bouw en GWW te bepalen. Verschillende elementen zijn onderdeel van deze route, zoals de LCA-methodiek, de Nationale Milieudatabase en rekeninstrumenten als DuboCalc, OneClick-LCA (BREEAM-NL), GPR en MRPI-MPG. Het volledige systeem is weergegeven in afbeelding 4.1.

Afbeelding 4.1 Het systeem van het bepalen van milieuprestaties van gebouwen en GWW-werken

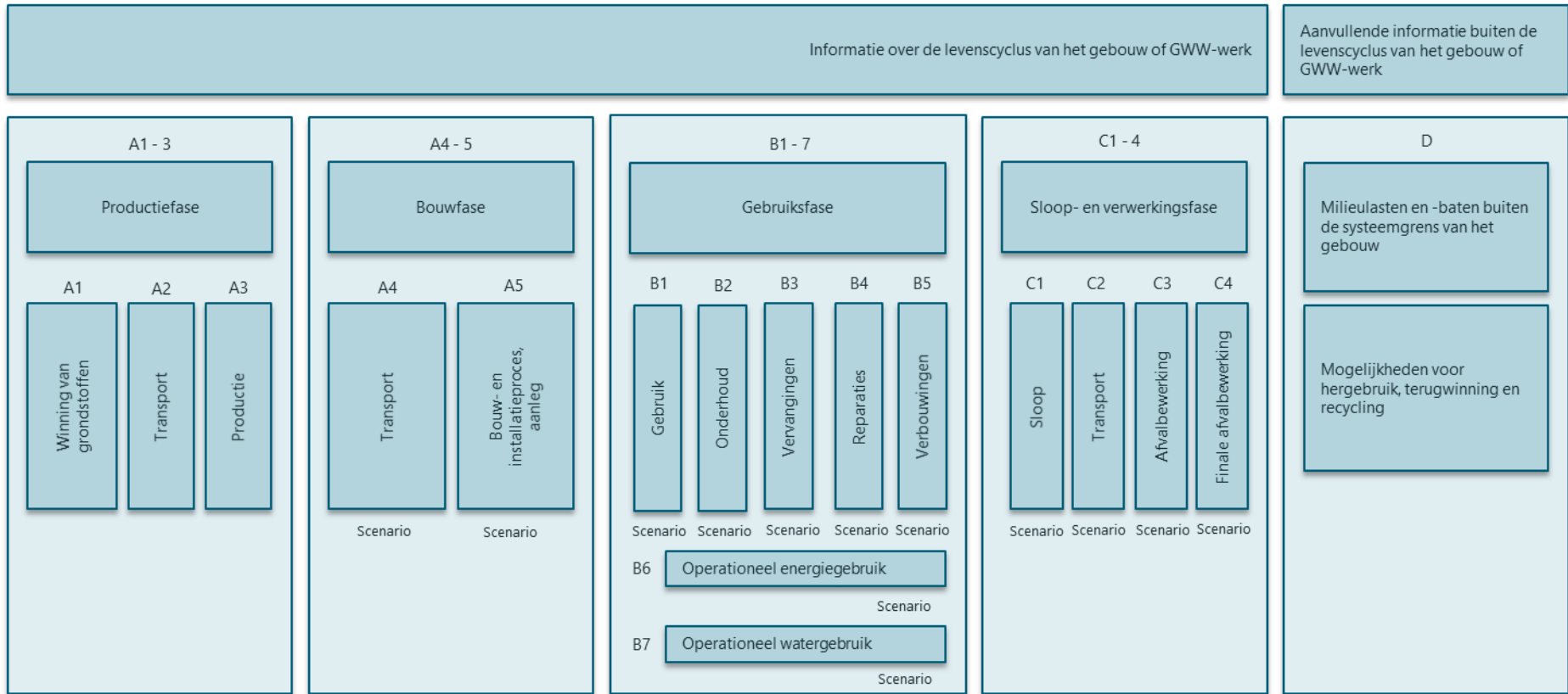


De LCA-systematiek is van oorsprong gebaseerd op een 'Cradle to Grave' benadering. Hierbij wordt aan het einde van een levenscyclus afval gegenereerd. Het genereren van afval hoort niet thuis in een circulaire economie, omdat wordt uitgegaan van volledig waardebehoud en hergebruik (terugwinning en recycling)

van materialen. Om ook in het systeem een circulaire benadering te kunnen integreren maken de milieueffecten van hergebruik, terugwinning en recycling per 1 januari 2019 integraal onderdeel uit van de Bepalingsmethode 3.0. Deze is gericht op een eenduidige declaratie van de zogenaamde module D (zie Afbeelding 4.2), de milieulasten en baten buiten de systeemgrens van het bouwwerk. De mogelijkheden voor hergebruik, terugwinning en recycling zijn hiermee verduidelijkt. In de Bepalingsmethode 3.0 is opgenomen:

- de ontwikkeling van productscenario's (2.6.3.8);
- de declaratie van module D - grondstoffen equivalent (2.6.4.3);
- de parameters die gebruik van grondstoffen beschrijven (2.7.2.4, tabel 5).

Afbeelding 4.2 Fasering EN 15804



4.2 Aspecten van circulariteit

In dit onderzoek worden negen aspecten in beschouwing genomen. Deze worden uiteengezet alvorens ze worden gespiegeld aan de huidige Bepalingsmethode. In een integrale afweging wordt bepaald welke aspecten in nader detail worden uitgewerkt. De volgende aspecten zijn opgenomen in dit onderzoek:

- 1 milieu-impact van bouwwerk, bouwmaterialen en gebouwinstallaties;
- 2 materiaalefficiëncy in relatie tot functie(s);
- 3 input primair en secundair materiaal;
- 4 hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen;
- 5 gebruik hernieuwbare inputstromen;
- 6 flexibiliteit en aanpasbaarheid;
- 7 recycling;
- 8 hoeveelheden per afvalstroom;
- 9 toxiciteit van materialen en componenten.

Scope van aspecten

'Circulariteit' en de 'circulaire economie' zijn brede begrippen. Hoewel de scope van dit onderzoek is bepaald in de Uitvoeringsagenda, behoeven de volgende 2 aspecten een toelichting: gezondheid en gebruiksenergie.

Gezondheid

Gezondheid maakt geen onderdeel uit van de scope van dit onderzoek omdat gezondheid geen direct verband houdt met circulariteit. Binnen de circulaire economie is het echter wel van belang dat een product over de gehele levensduur en de daarop volgende fasen van hergebruik, recycling en sloop geen ongunstige effecten meebrengt voor het milieu of de menselijke gezondheid¹. Toxiciteit is 1 van de LCA-milieueffecten die in de Bepalingsmethode in beschouwing worden genomen. Specifieke aandacht kan nog gegeven worden aan emissies naar (binnen)lucht, water en bodem in de gebruiksfase en sloop- en verwerkingsfase. Bij recycling en hergebruik wordt dit weer meegewogen in de LCA-milieueffecten van de volgende levenscyclus. Dit maakt dat toxiciteit als losstaand thema is meegenomen in de scope van dit onderzoek.

Gebruiksenergie

De energievraag voor verwarming en koeling van (verblijfs)ruimten wordt in Nederland berekend overeenkomstig de NTA 8800. De daaraan te relateren LCA-milieueffectcategorieën blijven derhalve in deze studie buiten beschouwing. Voor het realiseren van een circulaire bouweconomie is het evenwel aan te bevelen om aan de NTA 8800 een annex toe te voegen hoe de LCA-milieueffectcategorieën van de rekenuitkomsten van NTA 8800 in beeld kunnen worden gebracht. Langs die weg kunnen de milieuprestatie van bouwwerken en de normatieve gebruiksenergie van dat bouwwerk in eenduidige samenhang worden gezien en daarop worden geoptimaliseerd.

4.3 Beschrijving en afweging aspecten

Deze paragraaf zet negen aspecten uiteen welke van belang worden geacht voor de circulaire economie in relatie tot het bepalen van de milieuprestaties van gebouwen en GWW-werken. De volgende zaken worden voor elk aspect toegelicht:

- omschrijving;
- impact in de circulaire economie;
- relatie met wet- en regelgeving;
- huidige integratie in de Bepalingsmethode;
- voorstel om het aspect wel of niet mee te nemen in het afwegingsmodel.

¹ SBK (2019). Bepalingsmethode: Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken, versie 3.0, d.d. 01-01-2019.

4.3.1 Milieu-impact van bouwwerk, bouwmaterialen en gebouwinstallaties

De milieu-impact van een bouwwerk, bouwmaterialen en gebouwinstallaties wordt berekend over de gehele levenscyclus. Dit omvat dus alle fasen, alle producten, alle materialen en alle processen. De milieu-impact wordt berekend aan de hand van elf milieueffectcategorieën en bijbehorende parameters, weergegeven in tabel 4.1.

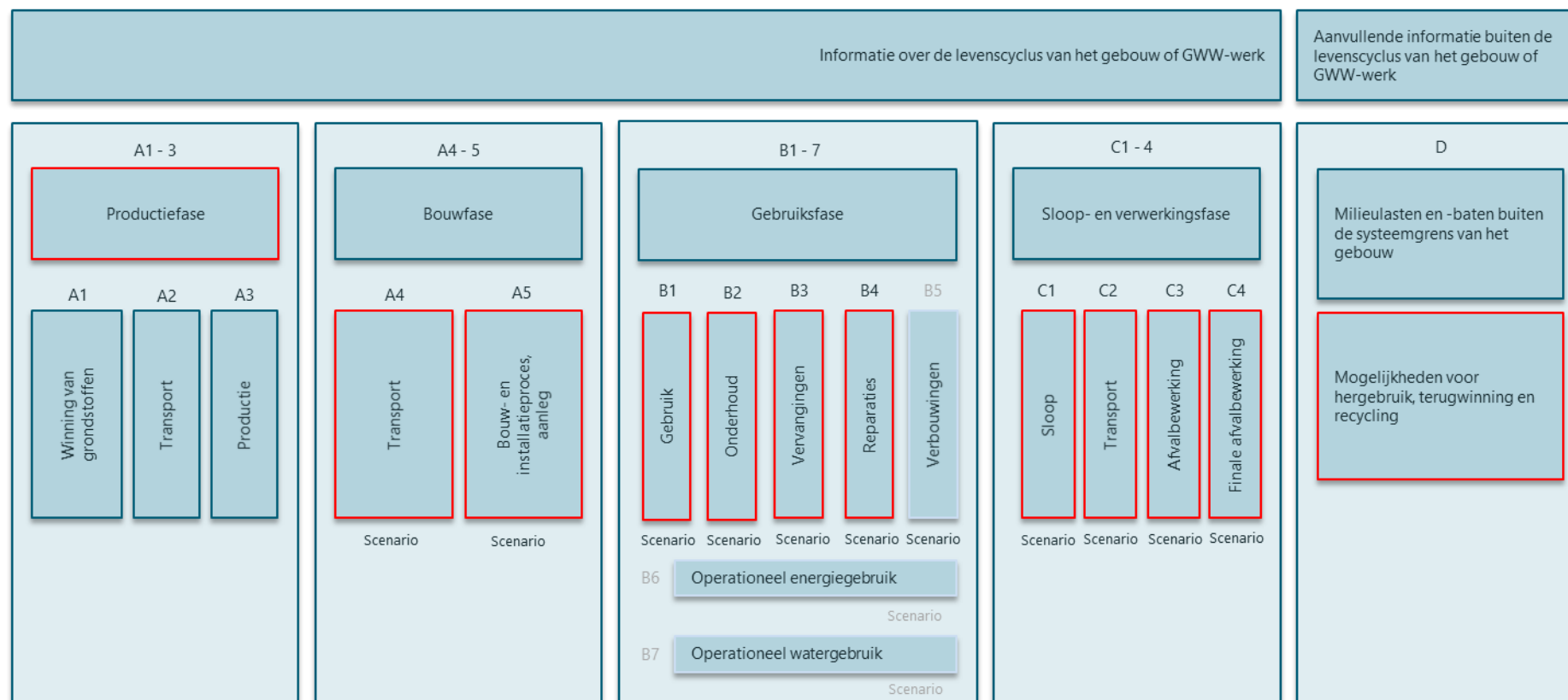
Tabel 4.1 Parameters die milieu-impact beschrijven

Effectcategorie	Parameter	Eenheid
uitputting van abiotische grondstoffen, ex fossiele energiedragers	ADP-elementen	kg antimoon
uitputting van fossiele energiedragers	ADP-brandstof	kg antimoon
klimaatverandering	GWP-100j	kg CO ₂ equivalenten
ozonlaagaantasting	ODP	kg CFC 11
fotochemische oxidevorming	POCP	kg etheen
verzuring	EP	kg SO ₂
vermesting	AP	kg (PO ₄) ₃ -
humaan-toxicologische effecten	http	kg 1,4 dichloorbenzeen
ecotoxicologische effecten, aquatisch (zoetwater)	FAETP	kg 1,4 dichloorbenzeen
ecotoxicologische effecten, aquatisch (zeewater)	MAETP	kg 1,4 dichloorbenzeen
ecotoxicologische effecten, terrestrisch	TETP	kg 1,4 dichloorbenzeen

Om van deze parameters te komen tot een communicateerbare eenheid, worden deze parameters gewogen tot milieukengetallen en een 1-getalsindicator, de MKI of MPG. De weegfactoren zijn vastgelegd in de Bepalingsmethode. De milieu-impact wordt eerst in een MKI/MPG-waarde per eenheid per product uitgedrukt. Hierna volgt de vertaling naar de MKI/MPG van bouwwerk, bouwmaterialen en gebouwinstallaties in zijn totaliteit. Voor een GWW-werk geldt hierbij dat de hoeveelheid product gesommeerd wordt over alle producten. Voor gebouwen (B&U) geldt de terug rekening naar de milieu-impact per functionele eenheid gebouw (veelal MPG per m² BVO).

Bij het bepalen van de milieuprestatie per eenheid product worden een aantal tussenstappen gezet, niet alleen door de milieuprestaties per productonderdeel, maar ook de milieubelasting per fase te berekenen. Deze gesplitste berekening levert tussenresultaten op, die de rekeninstrumenten als inzichtgevend presenteren. Hiermee is de Bepalingsmethode voldoende geïmplementeerd in de rekenregels. Binnen de context van dit onderzoek willen we met name zicht krijgen op de waardering van de deelresultaten binnen de MKI/MPG. In afbeelding 4.3 is in rood de onderscheiden fasen bij het bepalen van de milieuprestatie weergegeven.

Afbeelding 4.3 Fasering EN15804, met in rood de onderscheiden fasen bij de milieuprestatieberekening



Afweging

De milieu-impact is in feite een overkoepelend thema waar circulariteit onderdeel van uit maakt. Circulariteit is daarmee een aspect van de milieu-impact. Milieu-impact als aspect van circulariteit wordt daarom niet verder uitgewerkt in dit onderzoek. De milieu-impact kan uitgedrukt worden als verhoudingsfactor tussen de milieu-impact van in de input en de output van een bouwwerk. Aanvullend kan de milieu-impact dienst doen als referentiescore voor diverse aspecten van circulariteit (zie hiervoor tevens het model en toelichting zoals opgenomen in hoofdstuk 5).

4.3.2 Materiaalefficiency in relatie tot functie(s)

De grondstofequivalent geeft aan hoeveel en welk primaire productieproces (in module A1-3 van een ander productsysteem; zie afbeelding 4.2) een *secundair materiaal* of *secundaire brandstof* kan uitsparen omdat ze technisch gezien gelijkwaardig zijn.

De grondstoffenequivalent dient (binnen het beschouwde productsysteem) vastgesteld te worden voor iedere individuele/unique stroom van:

1. *Secundaire materialen* als inputstromen in de productfase (Module A; zie Afbeelding 4.2);
2. *Secundaire brandstof* als inputstromen in de productfase (Module A; zie Afbeelding 4.2);
3. *Producten voor hergebruik* als outputstromen in de verwerkingsfase (Module C; zie Afbeelding 4.2);
4. *Materialen voor recycling* als outputstromen in de verwerkingsfase (Module C; zie Afbeelding 4.2);
5. *Materialen voor energierugwinning* als outputstromen in de verwerkingsfase (Module C; zie Afbeelding 4.2);

Binnen de context van dit onderzoek willen we beschouwen of hiermee kwantitatief invulling kan worden gegeven aan het beschrijven van materiaalefficiency.

Afweging

De materiaalefficiency wordt binnen de Bepalingsmethode bepaald op productniveau (LCA data). Op gebouwniveau is de materiaalefficiency een resultante van diverse aspecten van circulariteit die binnen de context van deze studie nader uitgewerkt zijn. Het gaat dan specifiek om:

- input primair en secundair materiaal (1,2);
- recycling/ te verwachten hoogwaardigheid van hergebruik recyclestromen (3,4,5).

Binnen de context van deze studie wordt onderzocht of er een kwalitatieve factor van deze resultante kan worden afgeleid.

4.3.3 Input primair en secundair materiaal

Onder primair materiaal wordt (bouw)materiaal geproduceerd uit ruwe grondstoffen verstaan. Onder secundair materiaal worden materialen geschaard welke afkomstig zijn uit eerder gebruik of uit afval dat primaire materialen vervangt. Voorbeelden van secundaire materialen zijn gerecycled schroot, glasscherven en gerecycled plastic. Secundair materiaal komt vrij van milieubelasting binnen in een productsysteem als inputstroom. Binnen een circulaire economie wordt getracht het gebruik van primaire grondstoffen zoveel mogelijk te beperken. Dit wordt onder andere bereikt door het gebruik van secundair materiaal te stimuleren, waarmee bovendien de afvalstromen afnemen. Dit maakt dat het onderscheid in primair- en secundair materiaal van belang is voor een circulaire economie.

In de Bepalingsmethode zijn parameters voor het gebruik van grondstoffen, het vrijkomen van afval en het vrijkomen van materialen en energie opgenomen. Deze parameters zijn verplicht bij het beschrijven van het gebruik van grondstoffen, wat van belang is bij de inputstromen in het stelsel afgebeeld in tabel 4.2.

Tabel 4.2 Parameters die het gebruik van grondstoffen beschrijven

Parameter	Eenheid
gebruik van hernieuwbare primaire energie exclusief hernieuwbare primaire energie gebruikt als materialen	MJ, netto calorische waarde
gebruik van hernieuwbare primaire energie als materialen	MJ, netto calorische waarde
totaal gebruik van hernieuwbare primaire energie (hernieuwbare primaire energie en hernieuwbare primaire energie gebruikt als materialen)	MJ, netto calorische waarde
gebruik van niet-hernieuwbare primaire energie exclusief niet hernieuwbare energie gebruikt als materialen	MJ, netto calorische waarde
gebruik van niet-hernieuwbare primaire energie gebruikt als materialen	MJ, netto calorische waarde
totaal gebruik van niet-hernieuwbare primaire energie (niet-hernieuwbare primaire energie en niet- hernieuwbare primair energie gebruikt als materialen)	MJ, netto calorische waarde
gebruik van secundaire materialen	kg
gebruik van hernieuwbare secundaire brandstoffen	MJ, netto calorische waarde
gebruik van niet-hernieuwbare secundaire brandstoffen	MJ, netto calorische waarde
netto gebruik van zoet water	m ³

Hoewel afval in een circulaire economie zoveel mogelijk beperkt dient te worden, is de productie van kleine hoeveelheden afval onvermijdelijk. Hierbij wordt gerefereerd aan afvalstromen welke niet hergebruikt kunnen worden, zoals schadelijke stoffen of radioactief afval, deze zijn weergegeven in tabel 4.3.

Tabel 4.3 Afvalcategorieën opgenomen in de Bepalingsmethode

Parameter	Eenheid
gevaarlijk afval	kg
niet-gevaarlijk afval	kg
radioactief afval	kg

Naast afvalstromen maakt de Bepalingsmethode onderscheid in een viertal outputstromen welke zijn weergegeven in tabel 4.4.

Tabel 4.4 Outputstromen opgenomen in de Bepalingsmethode

Parameter	Eenheid
materialen voor hergebruik	kg
materialen voor recycling	kg
materialen voor energie	kg
geëxporteerde energie	MJ per energiedrager

Afweging

Het kwantitatief beschrijven van primaire- en secundaire input- en outputstromen komt voldoende terug in de bestaande Bepalingsmethode. Het voorstel is daarom dat deze aanpak niet verder aangepast wordt in de Bepalingsmethode.

4.3.4 Hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen

Hergebruik in inputstromen omvat het gebruik van een object, component of grondstof na levensduur met behoud van de functie van het desbetreffend product. Hiervoor zijn weinig tot geen aanpassingen nodig, en hoeft er geen waarde toegevoegd te worden. Bij hoogwaardig hergebruik worden grondstoffen hergebruikt met zoveel mogelijk waardebehoud. Afval wordt omgezet in een volwaardige grondstof, waarmee de cirkel gecompliceerd wordt. In de circulaire economie vindt minder waardeverlies plaats dan in de huidige lineaire economie waarbij het begrip 'afval' in de ban wordt gedaan¹. Door hoogwaardig hergebruik zal de hoeveelheid grondstoffen in inputstromen gereduceerd worden.

In de Wet Milieubeheer² is een prioriteitsvolgorde opgenomen aangaande een zogenoemde afvalhiërarchie. De hiërarchie verwijst naar het afvalbeheerplan omtrent het nemen van de volgende maatregelen om de afvalstromen te beperken:

- 1 preventie;
- 2 voorbereiding voor hergebruik;
- 3 recycling;
- 4 andere nuttige toepassing, waaronder energierecuperatie;
- 5 veilige verwijdering.

In deze prioriteitsvolgorde neemt hergebruik de tweede plek in, voorgedaan door preventie. Het stimuleren van hergebruik is daarnaast opgenomen in het Besluit beheer winningsafvalstoffen³. Dit Besluit bevat het 'winningafvalbeheersplan' welke onder andere tot doel heeft het ontstaan van afvalstoffen zoveel mogelijk te beperken en winningsafvalstoffen zo nuttig mogelijk toe te passen. Om dit te bewerkstelligen wordt onder andere ingezet op het stimuleren van hergebruik.

In de Bepalingsmethode komt de hoogwaardigheid van de toepassing van secundaire grondstoffen terug. Hierin wordt momenteel niets gezegd over de hoogwaardigheid van secundaire grondstoffen die opnieuw worden toegepast aan het einde van de levensduur. Aan de hand van de Bepalingsmethode kan wel wat gezegd worden over de kwaliteit van de stroom volgens de grondstoffenequivalent [Ref. 12].

Afweging

In de huidige Bepalingsmethode is op kwalitatieve wijze een schatting te maken van de hoogwaardigheid van het hergebruik in inputstromen. Binnen de context van dit onderzoek willen we beschouwen of met de Bepalingsmethode hiermee kwantitatief een invulling gegeven kan worden aan de waardering van hergebruik in inputstromen.

4.3.5 Gebruik hernieuwbare inputstromen

Hernieuwbare inputstromen omvat het gebruik van grondstoffen van natuurlijke oorsprong die oneindig kunnen worden gereproduceerd binnen de biologische kringloop. Voorbeelden hiervan zijn hout, katoen, vlas, wol, gras, bamboe, rijststro of maïs. Deze bron wordt geteeld, natuurlijk aangevuld of natuurlijk gereinigd op een menselijke tijdschaal [Ref. 12]. Deze grondstoffen kunnen worden verwerkt tot producten waarvan (her)gebruik en recycling passen in de technologische kringloop. Het gebruik van hernieuwbare inputstromen is onderdeel van circulaire economie omdat het enkel beroep doet op hernieuwbare grondstoffen en daarbij de eindige grondstoffen buiten beschouwing laat. Bovendien is het relevant omdat hiermee in potentie de technologische kringloop gesloten kan worden en de productie van afval voorkomen wordt.

¹ Witteveen+Bos (2018). Definities voor circulariteit in DuboCalc.

² Artikel 10.4 Wet milieubeheer.

³ Artikel 3 Besluit beheer winningsafvalstoffen.

Afweging

In de Bepalingsmethode versie 3.0 (d.d. 1 januari 2019) is een zogenaamde '-1/+1 aanpak' gehanteerd voor hernieuwbare materialen: het netto resultaat van CO₂-emissies over de levenscyclus van een materiaal kan niet gunstiger zijn dan 0. Wanneer negatieve emissies worden opgenomen in module A, moeten deze als positieve emissies worden opgenomen in module C. Hiermee wordt het circulaire aspect van hernieuwbaarheid eerlijker gewaardeerd. Het voorstel is daarom dat deze aanpak niet verder aangepast wordt in de Bepalingsmethode.

4.3.6 Flexibiliteit en aanpasbaarheid

Een object of component is flexibel als het zich kan aanpassen aan externe of interne omstandigheden¹ door zo min mogelijk toevoeging van nieuwe componenten en grondstoffen met inachtneming van de benodigde functionaliteit (bijvoorbeeld: het toevoegen of verwijderen van rijstroken na X aantal jaar op basis van een toename of afname van de verkeersintensiteit). Indien een object of component flexibel en aanpasbaar is, wordt de levensduur van het desbetreffende geheel verlengd doordat geen complete vervanging nodig is. Hiermee wordt het gebruik van (nieuwe) grondstoffen beperkt. De verlenging van de levensduur en de reductie in het gebruik van grondstoffen maakt dat flexibiliteit en aanpasbaarheid een aspect is van circulaire economie.

In een circulaire economie is het van belang dat bouwwerken toekomstbestendig zijn en aanpasbaar voor hoogwaardig hergebruik in een volgende fase. Hierin onderscheiden we 2 aspecten:

- adaptief vermogen van het bouwwerk;
- demontabelheid van elementen en installaties.

Afweging

In de huidige Bepalingsmethode worden deze aspecten van een circulair bouwwerk onvoldoende gewaardeerd. Hergebruik van in- en outputstromen is weliswaar onderdeel van de Bepalingsmethode maar adaptief vermogen en demontabelheid als kenmerken van het bouwwerk worden onvoldoende gewaardeerd. Het voorstel is om deze aspecten verder uit te werken voor aanpassing in de Bepalingsmethode.

4.3.7 Recycling / te verwachten hoogwaardigheid van hergebruik recyclestromen

Recycling omvat de verwerking van componenten, of het herwinnen van grondstoffen uit afgedankte objecten, met het doel van hergebruik in nieuwe objecten of gebruik in hetzelfde object met een nieuwe functie. In de Bepalingsmethode worden materialen voor recycling gedefinieerd als materialen die voortkomen uit een (afval)verwerkingsproces en de einde-afval fase bereikt hebben [Ref. 12]. Deze materialen kunnen vervolgens in een ander productsysteem gebruikt worden als secundair materiaal (zie paragraaf 4.3.3).

Europese- en Nederlandse wet- en regelgeving bevatten enige regelingen omtrent recycling. Zo ook het proces rondom het wel- of niet erkennen van recyclinggranulaat als afvalstof² en het stimuleren van het zo nuttig mogelijk toepassen van winningsafvalstoffen door middel van recycling³. Recycling komt meermaals terug in de Bepalingsmethode.

¹ Externe veranderingen kunnen stapsgewijze waardevermindering (cascadering) van een object, component of grondstof tot gevolg hebben door gebruik, schade, slijtage, maar ook economische veroudering, de opkomst van betere alternatieven, etc. Wanneer er sprake is van cascadering, is het van belang om producten en materiaal met zoveel mogelijk waardebehoud her te gebruiken, of wanneer mogelijk waarde toe te voegen. De gedachte hierachter is dat een product of materiaal geen onnodige waarde verliest, bijvoorbeeld door 'te vroege' recycling.

² Artikel 1.1, zesde lid, tweede volzin, van de Wet milieubeheer.

³ Artikel 3 Besluit beheer winningsafvalstoffen.

- materialen voor recycling verlaten het systeem (zie Afbeelding 4.2) in module C omdat alle impact ten gevolge van de verwerking van het afval tot einde-afval fase in module C3 gedeclareerd moet worden;
- binnen een productsysteem kan niets gezegd worden over de hoogwaardigheid van een toepassing van de materialen die aan het einde van de levensduur voor recycling weer vrijkomen als secundaire grondstoffen;
- afhankelijk van het specifieke afvalscenario en de efficiency van het recyclingproces komen er effectief meer of minder materialen vrij voor recycling. Dit heeft invloed op de module D-credits die aan het productsysteem worden toegekend.

Afweging

Binnen de context van dit onderzoek willen we beschouwen of met de Bepalingsmethode hiermee kwantitatief een invulling gegeven kan worden aan de waardering van hergebruik in outputstromen.

4.3.8 Hoeveelheden per afvalstroom

In het maken van onderscheid in de hoogwaardigheid van hergebruik van afvalstromen, zijn ook de hoeveelheden per afvalstroom relevant. Om hoogwaardig hergebruik te kunnen waarderen is het kwantificeren van- en het inzicht verkrijgen in afvalstromen noodzakelijk. In de Bepalingsmethode is een stappenplan opgenomen omtrent het bepalen van de eind-afval status [Ref. 12]. Hiermee kunnen de verschillende afvalstromen afgebakend worden naar soort en duur. In tabel 4.5 staan de afvalcategorieën opgenomen in de Bepalingsmethode.

Tabel 4.5 Afvalcategorieën opgenomen in de Bepalingsmethode

Parameter	Eenheid
gevaarlijk afval	kg
niet-gevaarlijk afval	kg
radioactief afval	kg

Afweging

Dit aspect is reeds opgenomen in de Bepalingsmethode, in de vorm van declaratie van hoeveelheden reststromen in module C en D. Als hoogwaardigheid van hergebruik verder wordt uitgewerkt in de Bepalingsmethode zal dit aspect evenredig veranderen. Een beschouwing van de verhouding tussen de massa van het product (gebruik van grondstoffen) en de massa van het afval (verbruik van grondstoffen) kan eenvoudig bepaald worden. Binnen de context van dit onderzoek willen we beschouwen of met de Bepalingsmethode hiermee kwantitatief een invulling gegeven kan worden aan de waardering van afval.

4.3.9 Toxiciteit van materialen en componenten

Hoewel gezondheid geen onderdeel is van dit onderzoek (geen direct verband met circulariteit), is toxiciteit van bouwstoffen en materialen wel relevant voor de circulaire economie. De verwerking van toxische stoffen in materialen in een circulaire economie mag niet leiden tot hogere gezondheidsrisico's. Zo zou meervoudig hergebruik van materialen met toxische stoffen kunnen leiden tot andere emissies in de gebruiksfase.

Afweging

In de meest recente Bepalingsmethode zijn extra indicatoren aangaande humane- en ecotoxiciteit opgenomen. Voorts worden emissies naar (binnen)lucht, water en bodem in de gebruiksfase in voldoende mate in diverse regelgeving geregeld. Het voorstel is om dit aspect niet verder aan te passen in de Bepalingsmethode.

4.4 Bestaande initiatieven met betrekking tot het meetbaar maken van circulariteit

Momenteel lopen er verschillende initiatieven die ingaan op het meetbaar maken van circulariteit. Hiervan neemt dit onderzoek er 4 in beschouwing: Alba Concepts, Madaster, BREEAM en GPR. Om circulariteit integraal te kunnen meten is harmonisatie belangrijk. De initiatieven zijn in ontwikkeling, maar er is wel sprake van gemene delers in elk van de initiatieven (zie tabel 4.6).

Tabel 4.6 Circulaire initiatieven en hun relatie met de circulaire aspecten behandeld in deze bureaustudie

Initiatief	Scope	Milieu-impact	Materiaal-efficiency	Input materialen	Hergebruik inputstromen	Hernieuwbare inputstromen	Flexibiliteit en aanpasbaarheid	Recycling	Afvalstromen	Toxiciteit
Alba Concepts ¹	gebouwen			X			X		X	
Madaster ²	gebouwen			X	X	X	X	X	X	
BREEAM ³	gebouwen		X		X	X	X			X
GPR ⁴	gebouwen	X		X	X	X	X	X		
CB'23	bouw	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Uit tabel 4.6 blijkt dat de meeste beschouwde initiatieven gericht zijn op gebouwen. De GWW is slechts beperkt (alleen een pilotproject van Madaster) onderdeel van een van deze initiatieven.

¹ Alba Concepts. Building Circularity Index. via: <https://albaconcepts.nl/building-circularity-index/> (bezoekt op 6-5-2019).

² Madaster (2018). Toelichting Madaster Circulariteit Indicator. via: https://www.madaster.com/application/files/8515/3062/5141/Toelichting_Madaster_Circulariteit_Indicator_v1.0.pdf (bezoekt op: 6-5-2019).

³ Circle Economy (2018). A Framework for Circular Buildings. via <https://www.breeam.nl/updates/circulariteit-en-breeam-nl> (bezoekt op: 6-5-2019).

⁴ W/E Adviseurs. Over GPR software. via <https://www.gprsoftware.nl/over-gpr-software/> (bezoekt op 6-5-2019).

5

RESULTATEN VAN DE INTERVIEWS & EXPERT MEETING

Om de bevindingen uit de bureaustudie te toetsen aan de ervaringen in de markt zijn interviews afgenomen met verschillende experts op het gebied van circulaire economie en het meten van milieuprestaties in de bouwsector. Daarnaast is voor het verkrijgen van draagvlak voor het afwegingsmodel 1 expert meetings georganiseerd. Hierin zijn de resultaten van de bureaustudie besproken en kritisch onder de loep genomen.

5.1 Interviews

Als uitgangspunt voor de interviews is een gespreksnotitie opgesteld, die voorafgaand aan het interview is gedeeld met de geïnterviewden. Deze gespreksnotitie is opgenomen in bijlage I. In de interviews is getracht om de visie van de experts te formuleren op het gebied van de volgende thema's:

- het huidige systeem van de LCA-systematiek, Bepalingsmethode en verwante instrumenten;
- relevante aspecten van circulariteit;
- vereiste aanpassingen of aanvullingen van de Bepalingsmethode om het meten van circulariteit mogelijk te maken.

In tabel 5.1 is een overzicht opgenomen van de experts waarbij de interviews afgenomen zijn.

Tabel 5.1 Overzicht van afgenomen interviews

Organisatie	Contactpersoon	Geïnterviewd door
Copper8	Cecile van Oppen	Jeanette Levels-Vermeer
Gemeente Almere / Metropoolregio Amsterdam	Yolanda Musson	Maarten Schäffner
NVTB	Niels Ruijter	Wisse ten Bosch
RVO	Hans Korbee	Wisse ten Bosch
Universiteit Twente	Silu Bhochhibhoya	Maarten Schäffner

De uitwerkingen van alle interviews zijn opgenomen in bijlage II. Op basis van de interviews is een aantal conclusies te trekken over de bovenstaande thema's. Om de resultaten gestructureerd weer te geven, zijn deze verdeeld in 3 groepen: kernresultaten, secundaire resultaten en overige resultaten. Deze worden hieronder toegelicht.

Kernresultaten

De volgende conclusies, die volgen uit de interviews, raken direct aan de kern van dit onderzoek:

- de milieu-impact van gebouwen en GWW-werken moet leidend zijn in het bepalen van de circulariteit. Circulariteit is in wezen een aspect van milieuprestatie. Deze conclusie is van belang, omdat hiermee wordt aangegeven dat het inpassen en expliciteren van circulaire indicatoren in het systeem van de Bepalingsmethode een wenselijke oplossing is;
- de aspecten van circulariteit, zoals opgenomen in de bureaustudie en gespreksnotitie, worden door de geïnterviewden van gelijk belang geschat. Als overkoepelende thema's worden flexibiliteit en

hoogwaardig hergebruik geïdentificeerd. Echter, niet alle aspecten zullen even eenvoudig te kwantificeren en te waarderen zijn;

- de waardering van flexibiliteit en aanpasbaarheid hangt sterk af van de functie van het gebouw of bouwwerk;
- het aspect 'levensduur' wordt genoemd als belangrijk onderdeel van circulariteit. Hoewel de levensduur van een materiaal, product of object nu al een belangrijke rol speelt in het bepalen van milieuprestaties, is deze niet direct zichtbaar in de resultaten van een LCA. Het vergroten van zichtbaarheid van dit aspect zou een waardevolle toevoeging zijn aan de systematiek;
- de waardering van het aspect 'herbruikbaarheid' is sterk afhankelijk van het uiteindelijke doel van het materiaal of element. Hoogwaardig hergebruik als product is in principe altijd wenselijk, maar als het daarvoor wel naar de andere kant van de wereld wordt getransporteerd is het wellicht niet de meest duurzame oplossing. Daarom is het van belang dat circulariteit altijd samen met de milieu-impact wordt beschouwd;
- het is van belang dat het eindresultaat van dit onderzoek (een set kwantitatieve indicatoren van circulariteit) bruikbaar zijn voor een breed publiek, en niet alleen voor academici. Uiteindelijk moet de hele markt werken met circulariteit, en moeten de meetinstrumenten daartoe ook bruikbaar zijn voor de hele markt.

Secundaire resultaten

De volgende conclusies raken aan dit onderzoek, maar zijn niet van direct belang voor de resultaten:

- de rekeninstrumenten in het systeem zullen aangepast moeten worden om circulariteit meetbaar en expliciet te maken. Deze aanpassingen zullen echter vanzelf volgen wanneer de Bepalingsmethode verandert, de Bepalingsmethode is voor de rekeninstrumenten leidend;
- het effect van schaalvoordelen leidt nu tot een MPG-voordeel voor grotere gebouwen en woningen, omdat de MPG enkel afhankelijk is van het bruto vloeroppervlak (BVO), niet van het aantal mensen dat er gebruik van maakt. In het kader van de duurzaamheidsvoordelen van kleinere woningen (lager energieverbruik) is het wenselijk om de voordelen van kleinere woningen mee te laten wegen in het bepalen van de MPG-waarde;
- in het kader van bewustwording is het wenselijk dat impact in hele keten inzichtelijk is voor de consument (B2C). Op dit moment is vooral de inkoopsector voor B2B hier mee bezig, maar zijn eindgebruikers nooit betrokken.

Overige resultaten

De volgende conclusies hebben geen direct verband met de kern van dit onderzoek, maar zijn interessant in het kader van de bredere systematiek:

- allocatie in LCA m.b.t. multifunctionele processen: bijproducten worden onvoldoende gewaardeerd in de systematiek;
- betrouwbaarheid en representativiteit van data in LCA is vaak beperkt. Data is veelal gespecificeerd op nationaal niveau, de database zou bredere (Europese) data moeten bevatten, en vaker moeten worden geüpdatet om een completer beeld te geven van ontwikkelingen in de markt.

5.2 Expert Meeting

Als uitgangspunt voor de expert meeting is een concept afwegingsmodel uitgewerkt op basis van de bureaustudie. Het doel van deze bijeenkomst is om de kennis binnen de sector over het meten van circulariteit optimaal te benutten, en draagvlak te creëren voor de uitkomsten van het onderzoek. Het verslag van deze meeting is opgenomen in bijlage III.

Kernresultaten

De volgende conclusies raken direct de kern van dit onderzoek:

- de interpretatie van milieu-impact komt niet overeen met de Transitieagenda, omdat energieverbruik in de gebruiksfase niet wordt meegenomen. De impact van dit onderdeel is waarschijnlijk (veel) groter dan de milieu-impact door materiaalgebruik. Energiegebruik in de gebruiksfase (operationele energie) wordt daarom aan het model toegevoegd;

- er is overeenstemming onder de deelnemers dat een zo laag mogelijke milieu-impact het hogere doel is. De aspecten worden daarom als functie van de MKI / MPG-waarde geformuleerd;
- volgens de experts dient circulariteit niet uitgedrukt te worden in 1 getal. Circulariteit moet een herkenbare plek krijgen in de MKI / MPG, en informatie over de flexibiliteit en aanpasbaarheid moet behouden blijven. We zouden wel toe moeten naar een representatieve scoring van circulariteit. Om te bepalen wat een goede bandbreedte hiervoor is, wordt het model gekalibreerd met behulp van praktijkcasussen;
- het model dekt niet de volledige definitie van circulair bouwen, zoals omschreven in de Transitieagenda. De aspecten biodiversiteit en sociale aspecten ontbreken in dit model. Voor milieueffecten, zoals biodiversiteit en landgebruik sluiten we aan bij de EN 15804.

Secundaire resultaten

De volgende conclusies raken aan dit onderzoek, maar zijn niet van direct belang voor het afwegingsmodel:

- de optie om de mate van circulariteit, naast de MKI/MPG, tevens uit te drukken in een massabalans, wordt door de deelnemers niet onderschreven;
- de waarde en restwaarde van materialen en elementen worden niet meegenomen in het model. De aanwezigheid van een materialenpaspoort zou een indicator kunnen zijn. Dit zal overigens niet in het afwegingsmodel worden opgenomen. Dit behoeft wel aandacht in de vervolgfase.

Overige resultaten

De volgende conclusies hebben geen direct verband met de kern van dit onderzoek, maar zijn interessant in het kader van de bredere systematiek:

- wat betreft het aspect 'input primair en secundair materiaal' is er discussie. Er zijn namelijk fysiek slechts beperkte mogelijkheden om de behoefte aan secundair materiaal in te vullen. Dit wordt door iedereen beaamt, maar het gaat in dit stadium nadrukkelijk niet om volledige uitwerkingen. Het gaat nu vooral om het identificeren van indicatoren. Dit behoeft wel aandacht in de vervolgfase;
- er wordt opgemerkt dat gebrek aan kennis bij een breder publiek een barrière kan zijn in het verspreiden van deze aanpak. Met name MKI-waarde en CO₂-uitstoot zijn goed uit te leggen, circulariteit is ingewikkeld.

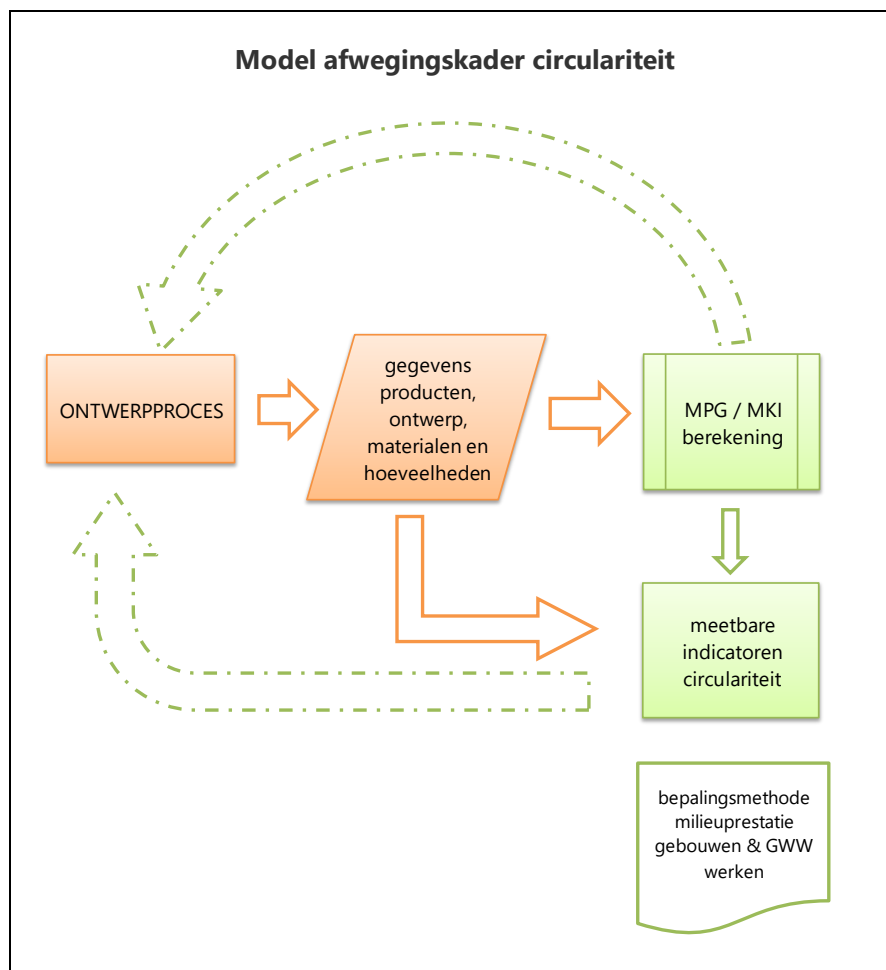
6

AFWEGINGSMODEL

Om de aspecten van circulariteit toepasbaar te maken is er een afwegingsmodel opgesteld. Hierbij is gestreefd naar een volledige set aan indicatoren, die draagvlak kent en herkend wordt in de praktijk. In dit hoofdstuk wordt dit afwegingsmodel toegelicht en worden de verschillende onderdelen besproken. In de bureaustudie zijn verschillende aspecten onderzocht van circulariteit en is er afgewogen of de aspecten wel of niet meegenomen moeten worden in het afwegingsmodel. Deze aspecten zijn vervolgens getoetst tijdens interviews met verschillende experts en gedurende een expert meeting. De resultaten van de expert meeting hebben geleid tot de toevoeging van het energiegebruik in de gebruiksfase.

6.1 Model afwegingskader circulariteit

Afbeelding 6.1 Model afwegingskader circulariteit



6.1.1 MPG / MKI berekening

Een zo laag mogelijke milieu-impact is het hogere doel en daarom worden de aspecten als functie van de MKI / MPG waarde geformuleerd. Circulariteit moet een herkenbare plek krijgen in de MKI / MPG. Het adaptief vermogen blijft kwalitatief op basis van de methode van de Brink Groep¹. Om een representatieve score te bepalen van circulariteit en wat een goede bandbreedte hiervoor is, wordt het model gekalibreerd met behulp van praktijkcasussen in hoofdstuk 6.

6.1.2 Meetbare indicatoren circulariteit

De volgende aspecten worden meegenomen in het afwegingsmodel en geoperationaliseerd in onderstaande paragrafen:

- hoogwaardigheid van hergebruik van inputstromen;
- hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen;
- hoeveelheden per afvalstroom;
- energiegebruik in de gebruiksfase;
- adaptief vermogen.

¹ Brink Groep (2014). Gebouwen met een toekomstwaarde!: het bepalen van de toekomstwaarde van gebouwen vanuit het perspectief van adaptief vermogen, financieel rendement en duurzaamheid. via: www.brink.nl/wp-content/uploads/2015/06/Gebouwen-met-toekomstwaarde.pdf (bezoekt op: 6-5-2019).

Indicatoren circulariteit	
Parameters	
MKI- of MPG-waarden	MKI / MPG
Module A1-A3 (productie materialen en brandstoffen)	€ 8,18
Module A4-A5	€ 1,14
Module B (gebruiksfase)	€ -
Module C (afvalfase)	€ 0,85
Module D (baten en lasten buiten systeem)	€ -0,53
Totaal	€ 9,64
Inputstromen	Hoeveelheid
Totaal massa input	1.000 kg
Gebruik van secundaire materialen	- kg
Outputstromen	Hoeveelheid
Materialen voor hergebruik	- kg
Materialen voor recycling	990 kg
Materialen voor energie	- kg
Gevaarlijk afval	11 kg
Niet-gevaarlijk afval	0 kg
Radioactief afval	- kg
Energie	Hoeveelheid
Gebruiksenergie (kWh/jaar)	3.500 kWh
Indicatoren	
	Waarde Eenheid
Hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen	0,00 MKI/MPG per kg sec. inputstroom
Hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen	-0,0005 MKI/MPG per kg outputstroom
Hoeveelheden per afvalstroom	0,01 kg afval per gebruikt materiaal
Circulaire efficiëntie	-0,06 -
Gebruiksenergie*	0,24 MKI/MPG per kg inputstroom
Adaptief vermogen**	
* o.b.v. grijze stroom	** kwalitatief op basis van model BRINK

Hoogwaardigheid van hergebruik van inputstromen

Hergebruik van inputstromen is het opnieuw gebruiken van bouwproducten of gebouw- of GWW-werkonderdelen / elementen in dezelfde functie [Ref. 12]. Hiervoor zijn weinig tot geen aanpassingen nodig, en hoeft geen waarde toegevoegd te worden. In de huidige Bepalingsmethode wordt enkel op kwalitatieve wijze getracht een schatting te maken van de hoogwaardigheid van het hergebruik in inputstromen. Binnen de context van dit onderzoek willen met de Bepalingsmethode hieraan kwantitatief een waardering geven.

$$\frac{\text{Module A1 tot A3}}{\text{Gebruik van secundaire materialen}} = \text{hoogwaardigheid van hergebruik van inputstromen}$$

Hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen

Hergebruik van outputstromen zijn de materialen voor recycling die voortkomen uit een (afval)verwerkingsproces en de einde-afval fase bereikt hebben [Ref. 12]. Materialen voor recycling kunnen in een ander productsysteem gebruikt worden als secundair materiaal. Binnen de context van dit onderzoek willen met de Bepalingsmethode hieraan kwantitatief een waardering geven.

$$\frac{\text{Materiale voor hergebruik + recycling + energie}}{\text{Module D}} = \text{hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen}$$

Hoeveelheden per afvalstroom

Dit aspect is reeds opgenomen in de Bepalingsmethode, in de vorm van declaratie van hoeveelheden reststromen in module C en D. Als hoogwaardigheid van hergebruik verder wordt uitgewerkt in de Bepalingsmethode zal dit aspect evenredig veranderen. Een beschouwing van de verhouding tussen de massa van het product (gebruik van grondstoffen) en de massa van het afval (verbruik van grondstoffen) kan eenvoudig bepaald worden. Binnen de context van dit onderzoek willen we beschouwen of met de Bepalingsmethode hiermee kwantitatief een invulling gegeven kan worden aan de waardering van afval.

$$\frac{\text{Totale massa input}}{(\text{Niet}) \text{ gevaarlijk afval} + \text{radioactief afval}} = \text{Hoeveelheden per afvalstroom}$$

Circulaire efficiëntie

De hierboven beschreven indicatoren geven een specifieke waardering aan aspecten van circulariteit. Wanneer de milieulasten en -baten over het hele systeem worden beschouwd kan de 'circulaire efficiëntie' worden bepaald: de verhouding tussen baten van herbruikbare en recyclebare materialen (module D) en de lasten van materiaalgebruik in de inputstromen (module A).

$$\frac{\text{Milieukosten module D}}{\text{Milieukosten module A}} = \text{Circulaire efficiëntie}$$

Deze indicator wordt tevens gebruikt in de milieulijst 2019 (G 6100: verwarmd circulair utiliteitsgebouw) van MIA\Vamil, waar een minimale circulaire efficiëntie is opgenomen als eis¹. Omdat de circulaire efficiëntie zowel een positieve als een negatieve waarde kan hebben, is in de milieulijst een minimum- en maximumwaarde opgenomen: '... de verhouding MPG module D/module A is kleiner dan -0,75 of bij een positieve waarde van module D is de verhouding van module D/MPG score groter dan 0,75'. Deze waarde is een van de criteria voor een circulair utiliteitsgebouw. De bandbreedte kan ook gelden voor MKI-waarden, omdat het gaat om een factor.

Energiegebruik in gebruiksfase (uitsluitend B&U)

In het bepalen van de milieuprestatie en circulariteit van een gebouw of GWW-werk wordt weliswaar alle impact van het materiaalgebruik meegenomen (inclusief energiegebruik in productie en aanleg), maar het energiegebruik in de gebruiksfase valt daarbij buiten scope. Het energiegebruik kan, afhankelijk van het type bouwwerk, (veel) sterker doorwerken op de milieueffecten van het bouwwerk dan het materiaalgebruik. Het energiegebruik in de gebruiksfase wordt wel apart beoordeeld en gewaardeerd binnen de energieprestatienorm voor gebouwen (EPG) en een bijna energieneutraal gebouw (BENG)². De milieueffecten van energiegebruik worden daarin niet meegenomen, enkel het aandeel fossiele energie in BENG. Er is dus sprake van een 'missing link' tussen de milieuprestatie van gebouwen en GWW-werken en het energiegebruik in de gebruiksfase. Het heeft derhalve zin om in CO₂-emissiecoëfficiënten per kilo brandstof in paragraaf 5.5.6 van de NTA³ aan de hand van LCA-milieueffectcategorieën een bredere reikwijdte te geven. Na een verdere weging naar milieukengetallen en/of een MPG en MKI kunnen de milieueffecten van energiegebruik in gebruiksfase in samenhang worden gezien met die van constructies en installaties.

¹ RVO (2019). Verwarmd circulair utiliteitsgebouw (G 6100). Via: <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/milieulijst-en-energielijst/miavamil/verwarmd-circulair-utiliteitsgebouw>

² RVO (2019). Wettelijke eisen - BENG. Via: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/wetten-en-regels-gebouwen/nieuwbouw/energieprestatie-beng/wettelijke-eisen-beng> (bezocht op 2-5-2019).

³ NTA 8800:2019 nl - NEN.

Adaptief vermogen

Hergebruik van in- en outputstromen is weliswaar onderdeel van de Bepalingsmethode maar adaptief vermogen wordt nog onvoldoende gewaardeerd. Dit aspect dient daarom verder uitgewerkt te worden voor aanpassing in de Bepalingsmethode. Het adaptief vermogen van een gebouw omvat alle eigenschappen die het mogelijk maken een gebouw of GWW-werk op een duurzame en economisch rendabele wijze zijn functionaliteit te laten behouden gedurende zijn technische levensduur, bij veranderende behoeften en omstandigheden¹.

De methode 'Gebouwen met Toekomstwaarde' beschrijft hoe de toekomstwaarde van nieuwe of bestaande gebouwen vanuit het perspectief van adaptief vermogen gewaardeerd kan worden [Ref.5]. De methode is ontwikkeld door Brink Management & Advies, in samenwerking met het Centrum voor Procesinnovatie in de Bouw (CPI) van de TU Delft. Door middel van vragen en aandachtspunten wordt de toekomstwaarde van (het ontwerp van) een gebouw op een kwalitatieve wijze bepaald. De uitgangspunten van deze methode hebben betrekking op gebouwen maar zijn in het kader van dit onderzoek ook toepasbaar op GWW-werken:

- adaptief vermogen heeft zowel betrekking op de aanpassing en herbestemming van de bestaande voorraad als van het nog nieuw te ontwikkelen gebouwen en GWW-werken;
- belangen vanuit 3 perspectieven (gebruiksorganisatie, eigenaar/investeerder, maatschappij) worden afgewogen en gebundeld in 1 afwegingskader, waarbij vanuit een langetermijnperspectief wordt gekeken naar de gebruikswaarde van gebouwen;
- de bepalingmethode richt zich uitsluitend op de gebruiksflexibiliteit: het vermogen van een gebouw of GWW-werk om tijdens de gebruiksfase ('exploitatie') te kunnen inspelen op veranderende eisen en mogelijkheden;
- naast het kwalitatieve aspect van de aanpasbaarheid van het gebouw of GWW-werk aan veranderende eisen, geldt dat de financiële en duurzaamheidsimpact meeweegt in de beoordeling van mogelijkheden tot aanpassing.

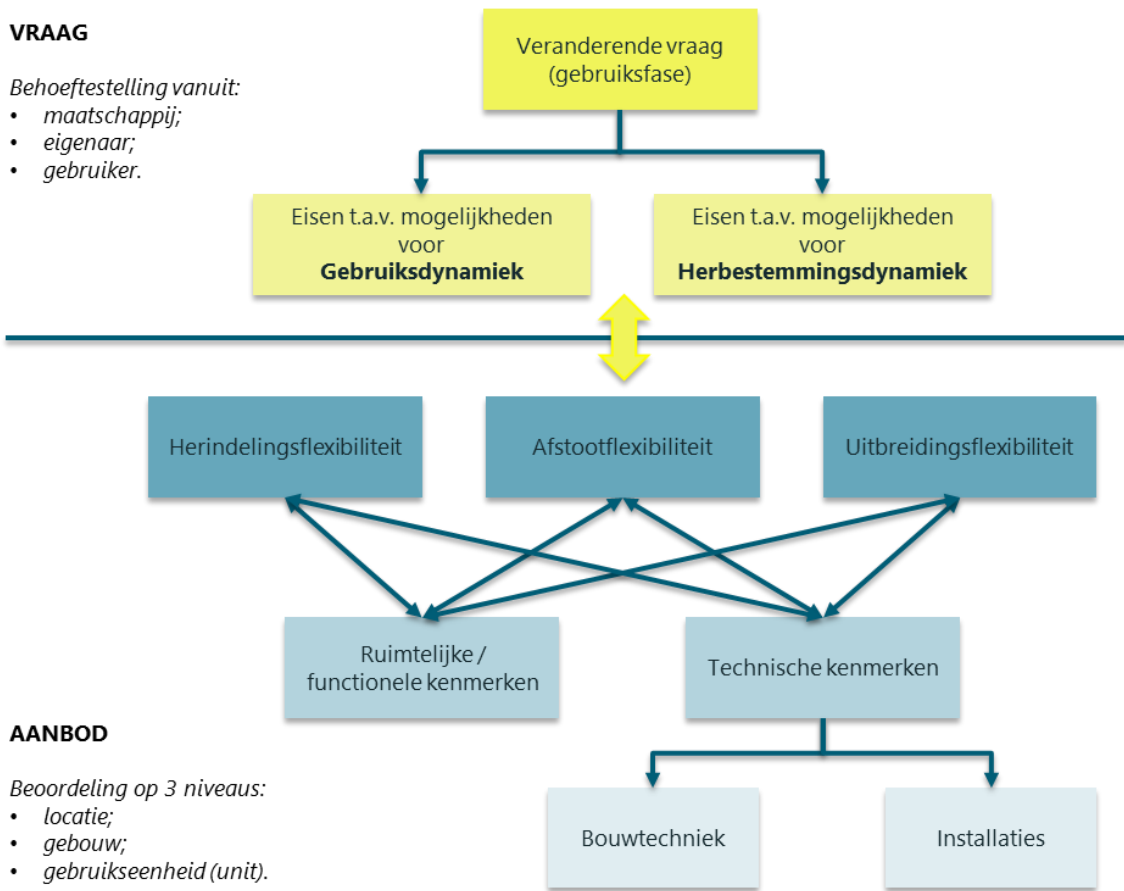
De basis voor het beoordelen van het 'adaptieve vermogen' van een gebouw of GWW-werk bestaat uit het koppelen van vraag (veranderingsbehoefte) en aanbod (adaptief gebouw of GWW-werk). In afbeelding 6.3 is het beoordelingskader voor het adaptief vermogen weergegeven, met aan de bovenzijde de te formuleren eisen vanuit de veranderingsbehoefte (vraag) en aan de onderzijde de kenmerken van het gebouw die bepalen of aan de gestelde eisen wordt voldaan (aanbod).

¹ SBK (2019). Bepalingsmethode: Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken, versie 3.0, d.d. 01-01-2019.

VRAAG

Behoeftestelling vanuit:

- *maatschappij;*
- *eigenaar;*
- *gebruiker.*



AANBOD

Beoordeling op 3 niveaus:

- *locatie;*
- *gebouw;*
- *gebruikseenheid (unit).*

In de methode wordt elk benoemd aspect nader uitgewerkt en ingevuld. De vraag naar het aanpassingsvermogen wordt hierbij vertaald naar de volgende 2 aspecten:

- **gebruiksdynamiek:** eisen vanuit de behoefte het gebouw of GWW-werk mee te laten bewegen met een verandering van eisen van de gebruiker uit de huidige gebruiksfunctie;
- **herbestemmingsdynamiek:** eisen vanuit de behoefte het gebouw of GWW-werk in de toekomst ook voor geheel andere gebruikersgroepen te kunnen laten gebruiken.

Het aanbod wordt vertaald naar 3 ruimtelijk functionele kenmerken:

- **herindelingskwaliteit:** mate waarin het gebouw of GWW-werk op een andere wijze kan worden ingedeeld of gebruikt;
- **afstootflexibiliteit:** mate waarin het gebouw of GWW-werk in delen of zijn geheel kan worden afgestoten;
- **uitbreidingsflexibiliteit:** mate waarin het gebouw of GWW-werk kan worden uitgebreid.

7

REFERENTIEBEREKENINGEN

Het afwegingsmodel zoals gepresenteerd in hoofdstuk 6 bevat weliswaar de circulaire indicatoren, maar nog geen onder- en bovengrens per indicator. Deze zijn nodig om een passende waardering te kunnen geven voor een 'maximaal circulaire' oplossing, dan wel een niet circulaire oplossing. Om deze onder- en bovengrens te bepalen, en om het afwegingsmodel te toetsen op robuustheid zijn een aantal referentiegebouwen en GWW-werken doorgerekend met behulp van het model. Hieruit volgt een bandbreedte voor de circulaire indicatoren in het model, die als uitgangspunt dient bij het bepalen van de numerieke onder- en bovengrens per indicator.

Het toepassen van het model op referentieprojecten is beperkt tot de meest significante materiaalstromen in deze projecten, omdat de doorrekening handmatig moet gebeuren en daarmee zeer tijd-intensief is. Door alleen de materialen (productkaarten in de NMD) door te rekenen die voor meer dan 5 % bijdragen aan de totale MKI- of MPG-waarde van het project, wordt een representatief beeld geschetst van de score van de belangrijkste materialen op elke indicator.

De volgende stappen zijn doorlopen om te komen tot de bandbreedte:

- 1 bepalen van referentiewerken en -gebouwen;
- 2 bepalen van de meest significante materiaalstromen;
- 3 doorrekening van materiaalstromen met het afwegingsmodel;
- 4 bepalen van bandbreedte per circulaire indicator.

7.1 Referentiegebouwen en -werken

Om het model te toetsen zijn 'standaardwerken' gebruikt van zowel gebouwen als GWW-werken. Voor gebouwen is de set BENG referentiegebouwen gebruikt zoals opgesteld door DGMR zijn opgesteld in opdracht van RVO. Voor GWW-werken is gebruik gemaakt van de referentieprojecten die in het harmonisatietraject van de NMD versie 1.8 naar versie 2.2 zijn opgesteld door Cenosco. Hieronder zijn de gebouwen en GWW-werken weergegeven die zijn meegenomen in het bepalen van de meest significante materiaalstromen. De volledige materiaalstaten van deze werken zijn opgenomen in bijlage IV.

Gebouwen¹:

- 1 tussenwoning, klein;
- 2 tussenwoning, medium;
- 3 hoekwoning, medium;
- 4 vrijstaande woning;
- 5 woonwagen;
- 6 woongebouw, medium;
- 7 woongebouw, groot;
- 8 kantoorgebouw, medium
- 9 kantoorgebouw, groot.

GWW-werken:

- 1 sluis, hout;
- 2 sluis, staal;
- 3 weg, met focus op asfalt;
- 4 weg, met betonnen viaduct.

¹ Voor de referentiegebouwen is steeds gebruik gemaakt van de gebouwen met elektrische energievoorziening. De gebouwen met gas- en warmtenetvoorziening zijn buiten beschouwing gelaten.

De meest significante items in de bovenstaande projecten, met een bijdrage van meer dan 3 % aan de totale MKI- of MPG-waarde van het werk, zijn weergegeven in tabel 7.1.

Tabel 7.1 Meest significante items in de referentieprojecten

#	Gebouwen	GWW-werken
1	armatuur en lampen, LED	asfalt (ZOAB)
2	baksteenmetselwerk	asfalt AC 0/16 Surf D3 (DAB) 0 % PR
3	beton, prefab, woningbouw; AB-FAB	betonmortel C30/37
4	betonhuis; druklaag breedplaatvloer C20/25, CEMIII; incl. wapening	betonstaal
5	drievoudig glas; droog beglaasd	breuksteen (waterbouw)
6	EPDM shingles	geleiderail VLP 2Z C133-80, 2014, c2
7	kanaalplaat, prefab beton; AB-FAB	grond (per as)
8	PV, mono-Si; hellend dak; incl. Inverter+kabels	grond (per schip)
9	solidscreen	landzand (per schip)
10	XPS	-
11	zandcement	-

In de doorrekening van de referentiegebouwen is steeds de MPG-waarde van het item per eenheid gegeven, op basis van het BVO van het gebouw. Het aantal functionele eenheden is afgeleid van de materialisatie van de referentiegebouwen. Voor GWW-werken is de MKI-waarde van het item per eenheid weergegeven, gedeeld door de levensduur van het item. Voor de asfaltproducten is de levensduur 15 jaar, voor de overige items 100 jaar. De volledige doorrekeningen zijn opgenomen in bijlage V.

7.1.1 Doorrekening referentiewerken

Tabel 7.2 Resultaten van de doorrekening van de referentiewerken

Referentiewerk	Item	Eenheid	MKI/MPG	Modules A B C D	Hoogwaardigheid hergebruik inputstromen (impact per kg sec. inputstroom)	Hoogwaardigheid hergebruik outputstromen (impact per kg outputstroom)	Hoeveelheden per afvalstroom (kg afval per kg materiaal)	Circulaire efficiëntie (factor module D/ module A)
gebouwen	Betonhuis; druklaag breedplaatvloer C20/25, CEMIII; incl. wapening [264 m ² BVO – 145,2 m ² product]	m ²	0,05966	0,0562 0 0,0109 -0,0075	0,000108	-1,14841E-07	-	-0,133585398
	Baksteenmetselwerk [264 m ² BVO – 220,7 m ² product]	m ²	0,06833	0,0676 0 0,0019 -0,0011	-	-2,83418E-08	-	-0,01650165
	PUR/PIRschuim platen (pentaan geblazen); verzinkt stalen bevestiging [264 m ² BVO – 209,6 m ² product]	m ²	0,01641	0,0160 0 0,0043 -0,0039	0,000441	-6,96492E-06	-	-0,245033113
	Drievoudig glas; droog beglaasd [264 m ² BVO – 209,6 m ² product]	m ²	0,04356	0,0525 0,0034 0,0016 -0,0139	0,000996	-9,09723E-06	-	-0,264540311
	Armatuur en lampen, LED [4950 m ² BVO – 4383 m ² GBO product]	m ² GBO	0,13548	0,1523 0 0,0044 -0,0213	-	-2,77056E-06	-	-0,139534884
	PV, mono-Si; hellend dak; incl. Inverter+kabels [264 m ² BVO – 7 m ² product]	m ²	0,03733	0,0354 0,0048 0,0001 -0,0030	0,000951	-1,71296E-05	-	-0,085299401
	Gipsblokken, hoge dichtheid [43,1 m ² BVO – 48,4 m ² product]	m ²	0,04378	0,0336 0 0,0104	0,000617	-2,27503E-07	-	-0,00658656

Referentiewerk	Item	Eenheid	MKI/MPG	Modules A B C D	Hoogwaardigheid hergebruik inputstromen (impact per kg sec. inputstroom)	Hoogwaardigheid hergebruik outputstromen (impact per kg outputstroom)	Hoeveelheden per afvalstroom (kg afval per kg materiaal)	Circulaire efficiëntie (factor module D/ module A)
				-0,0557				
GWW-werken	asfalt (ZOAB)	ton	0,64267	0,6213 0 0,0567 -0,0353	-	-3,56902E-05	0,011	-0,056866953
	asfalt AC 0/16 Surf D3 (DAB) 0 % PR	ton	0,68533	0,6933 0 0,0273 -0,0353	-	-3,56902E-05	0,011	-0,050961538
	betonmortel C30/37	m ³	0,20600	0,1737 0 0,0450 -0,0127	-	-5,35639E-06	0,063048	-0,073114565
	betonstaal	ton	0,81742	0,7242 0 0,2589 -0,1659	4,53E-03	-1,746464E-04	0,51622	-0,00229
	breuksteen (waterbouw)	ton	0,01430	0,0140 0 0,0056 -0,0053	-	-5,35354E-06	0,5012	-0,378571429
	grond (per as)	m ³	0,03170	0,0392 0 0,0011 -0,0086	2,41E-05	-5,29231E-06	0,000615	-0,219387755
	grond (per schip)	m ³	0,00750	0,0150 0 0,0011 -0,0086	9,23E-06	-5,29231E-06	0,000615	-0,573333333
	landzand (per schip)	m ³	0,03240	0,0407 0	2,39E-05	-5,29412E-06	0,000588	-0,221130221

Referentiewerk	Item	Eenheid	MKI/MPG	Modules A B C D	Hoogwaardigheid hergebruik inputstromen (impact per kg sec. inputstroom)	Hoogwaardigheid hergebruik outputstromen (impact per kg outputstroom)	Hoeveelheden per afvalstroom (kg afval per kg materiaal)	Circulaire efficiëntie (factor module D/ module A)
				0,0007 -0,0090				

7.1.2 Testcasussen circulaire toepassingen

Naast de doorrekening van de referentiewerken, die materialen vertegenwoordigen in de 'traditionele' bouw, zijn 2 toepassingen doorgerekend die gezien worden als circulair. Dit zijn in feite items die ook terug komen in de referentiewerken, maar dan met een meer circulaire toepassing. Uit deze doorrekening moet blijken of de circulaire toepassingen ook daadwerkelijk beter scoren in het model dan de traditionele toepassingen. In de gebouwengroep is baksteenmetselwerk vergeleken met een circulaire variant, en in de GWW-groep is een traditionele stalen damwand vergeleken met een hergebruikte damwand.

Circulair baksteenmetselwerk

Voor het baksteenmetselwerk hebben we een circulaire variant doorgerekend met de volgende uitgangspunten:

- 85 % hergebruik bij einde levensduur;
- 15 % recycling bij einde levensduur.

In tabel 7.3 zijn de resultaten van de doorrekening weergegeven.

Afbeelding 7.1 Drooggestapeld metselwerk



Tabel 7.3 Resultaten van de doorrekening van het circulaire baksteenmetselwerk

Item	Eenheid	MPG	A B C D	Hoogw. inputstromen	Hoogw. outputstromen	Circulaire efficiëntie
Baksteenmetselwerk [264 m ² BVO – 220,7 m ² product]	m ²	0,06833	0,0676 0 0,0019 -0,0011	-	-2,83418E-08	-0,01650165
Baksteenmetselwerk drooggestapeld [264 m ² BVO – 220,7 m ² product]	m ²	0,03634	0,0776 0 0,0145 -0,0557	-	-1,55287E-06	-0,718390805

Uit de vergelijking binnen het model blijkt duidelijk dat de indicator voor outputstromen een zeer substantieel verschil laat zien. Deze indicator is effectief. In deze variant wordt ook nagenoeg voldaan het criterium van de milieulijst (een score lager dan -0,75 op circulaire efficiëntie), wat ook de verwachting was gezien de specifieke circulaire toepassing.

Hergebruikte damwand

Een voorbeeld van een circulaire toepassing in de GWW is een hergebruikte damwand. Bij de doorrekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- levensduur 100 jaar;
- 100 % hergebruikt in bouwfase van de hergebruikte damwand;
- 20 % gerecycled staal in de inputstromen van de reguliere damwand varianten;

- einde levensduur en afvalscenario gelijk in beide varianten (95 % recycling, 5 % stort).

Tabel 7.4 Resultaten van de doorrekening van de hergebruikte stalen damwand

Item	Eenheid	MKI (per jaar)	A B C D	Hoogw. inputstromen	Hoogw. outputstromen	Circulaire efficiëntie
stalen damwand	ton	0,82535	0,9643 0 0,0237 -0,1627	0,001445	-0,000171	-0,16868
stalen damwand - hergebruikt	ton	0,15005	0,2890 0 0,0237 -0,1627	0,000289	-0,000171	-0,5628374

Uit de doorrekening van beide varianten blijkt dat de hergebruikte damwand beter scoort op de hoogwaardigheid van inputstromen en circulaire efficiëntie. Wat betreft de circulaire efficiëntie behaalt de hergebruikte damwand niet de 'grenswaarde' van -0,75 omdat de MKI-waarde van transport en de aanlegfase vrij hoog is. Op hoogwaardigheid van outputstromen scoren beide varianten gelijk, omdat het afvalscenario gelijk is.

7.2 Bandbreedte

Op basis van de doorrekeningen van de referentiewerken en de circulaire toepassingen kunnen we een bandbreedte bepalen voor de indicatoren van circulariteit. Een aandachtspunt daarbij is het verschil tussen de MPG-waarde van gebouwen en de MKI-waarde van GWW-werken. Zoals ook uit de doorrekening blijkt zit er een discrepantie tussen de resulterende scores op de indicatoren van beide waarden. Dit komt door het feit dat de MPG-waarde is uitgedrukt in de milieukosten per m² BVO per jaar, terwijl de MKI-waarde juist de milieukosten betreft voor de beschouwde projectlevensduur. De MKI-waarde ligt daardoor bij GWW-projecten (veel) hoger dan de MPG-waarde bij gebouwen. Hiervoor kan gecorrigeerd worden door, op materiaalniveau, de MKI-waarde te delen door de levensduur van het item. Dit is ook gedaan in de doorrekening. Dat heft echter nog niet het verschil door de milieukosten relatief aan de projectomvang (m² BVO) te beschouwen op, omdat er geen duidelijke deler voor projectomvang van GWW-projecten te omschrijven is. Dit gegeven leidt enkel tot problemen wanneer in 1 project zowel gebouwen als GWW-werken worden beschouwd.

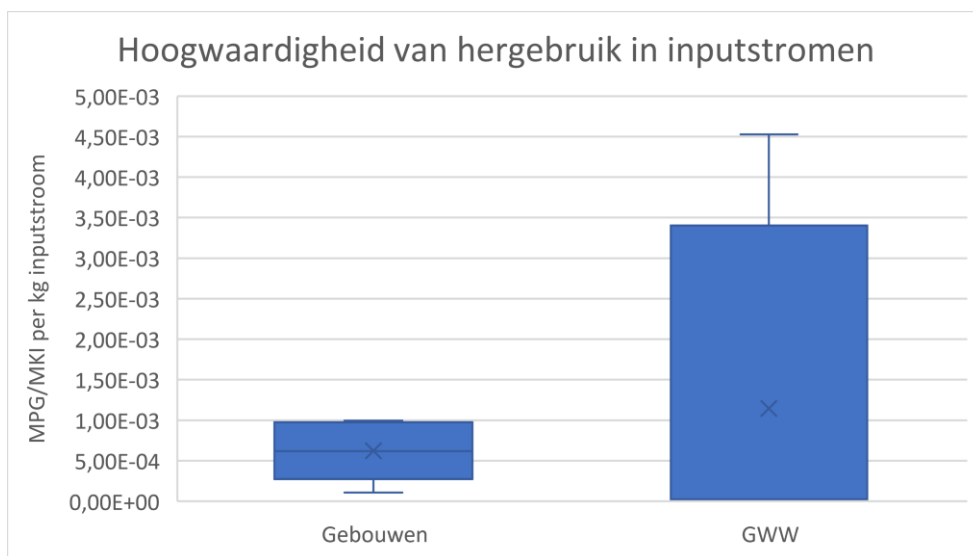
Gezien het bovenstaande is gekozen om de bandbreedte per indicator apart te bepalen voor de gebouwen en de GWW-werken. In de onderstaande afbeeldingen is per indicator de spreiding van de scores in beide type werken weergegeven. In tabel 7.4 zijn de onder- en bovengrens voor beide typen werken weergegeven. De ondergrens geeft aan welke waarde wordt gezien als een 'niet-circulaire' score, de bovengrens geeft een circulaire score weer.

Tabel 7.5 Bandbreedte per circulaire indicator

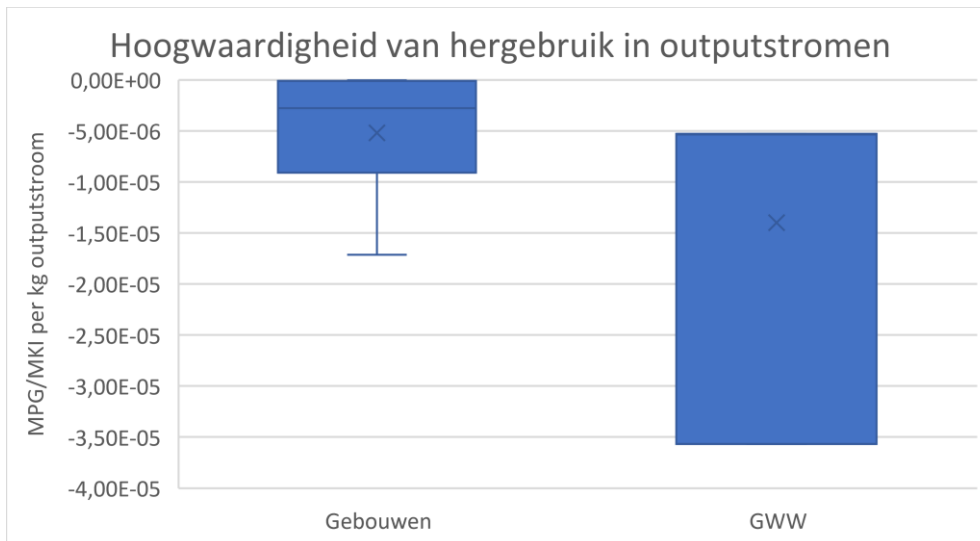
Indicator	Ondergrens GWW	Bovengrens GWW	Ondergrens gebouwen	Bovengrens gebouwen
Hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen	4,00E-03	0	1,00E-03	0
Hoogwaardigheid van hergebruik in outputstromen	0	-3,50E-05	0	-2,00E-05

Indicator	Ondergrens GWW	Bovengrens GWW	Ondergrens gebouwen	Bovengrens gebouwen
Hoeveelheden per afvalstroom	1	0	1	0
Circulaire efficiëntie	0	< -0,75 of > 0,75	0	< -0,75 of > 0,75

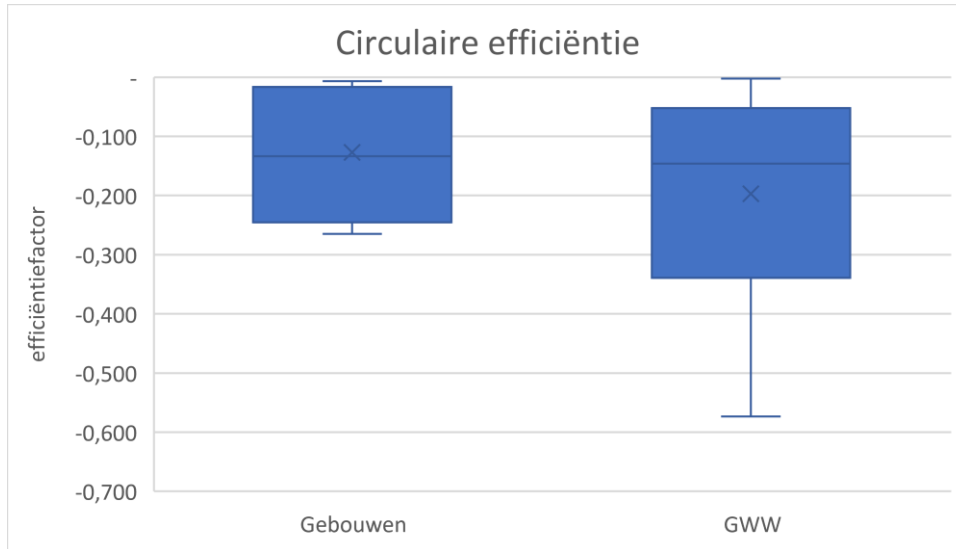
Afbeelding 7.2 Spreiding van scores op de indicator hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen



Afbeelding 7.3 Spreiding van scores op de indicator hoogwaardigheid van hergebruik in outputstromen



Afbeelding 7.4 Spreiding van scores op de indicator circulaire efficiëntie





REFLECTIE

In dit onderzoek is een handreiking gedaan om circulariteit in gebouwen en GWW-werken op basis van de Bepalingsmethode getalsmatig tot uitdrukking te brengen en te waarderen. In het opstellen van deze handreiking zijn enkele zaken aan het licht gekomen met betrekking tot het huidige systeem van het bepalen van milieuprestaties die reflectie behoeven. Deze worden hier toegelicht:

- 1 de Bepalingsmethode en LCA-systematiek voorziet voor een belangrijk deel al in de benodigde data om circulariteit getalsmatig uit te kunnen drukken. De hoeveelheden in- en outputstromen, afvalstromen en materiaalgebonden milieudruk worden binnen het bestaande systeem bepaald, onder andere ten behoeve van opname van LCA-data in de NMD;
- 2 de NMD voorziet nog niet in mogelijkheden om de meer kwalitatieve aspecten van circulariteit weer te geven. Dit zijn aspecten als adaptief vermogen en demontabelheid. Om ook deze aspecten te kunnen waarderen binnen de NMD zullen deze ofwel getalsmatig moeten worden uitgedrukt, ofwel separaat gewaardeerd moeten worden met een verwijzing naar de methodiek vanuit de NMD;
- 3 het toetsingsprotocol van de NMD dient te worden aangevuld met de indicatoren van circulariteit zoals in dit onderzoek gepresenteerd. Hiervoor moet de bandbreedte van scores op deze indicatoren verder onderzocht worden, zodat op eenduidige wijze productinformatie kan worden beoordeeld.

9

CONCLUSIE

In dit onderzoek is onderzocht hoe circulariteit prestatiegericht tot uitdrukking gebracht kan worden. Daartoe is beschouwd welke aspecten van circulariteit van belang zijn voor een circulaire bouweconomie, en welke daarvan het meest relevant zijn om te kwantificeren binnen de Bepalingsmethode. Er is dieper ingegaan op de volgende aspecten: hoogwaardigheid van hergebruik in input- en outputstromen, recycling, demontabelheid en adaptief vermogen. De conclusies met betrekking tot deze aspecten worden hieronder uiteengezet.

Op basis van de bureaustudie kunnen we concluderen dat het kwantitatief beschrijven van primaire- en secundaire input- en outputstromen voldoende terugkomt in de bestaande Bepalingsmethode. Er is geen aanleiding de Bepalingsmethode hierop aan te passen.

Onderzocht is of en hoe met de Bepalingsmethode kwantitatief een invulling gegeven kan worden aan de waardering van de te verwachten hoogwaardigheid van hergebruik van recyclestromen. Met de volgende aanpassingen van de Bepalingsmethode zou dat beter gewaardeerd kunnen worden:

- hoogwaardigheid van hergebruik van recyclestromen is uit te drukken als de milieukosten per kilogram outputstroom in het systeem. Binnen de Bepalingsmethode dient hiertoe een bepaling te worden opgenomen die beschrijft hoe bestaande informatie ingezet dient te worden om deze waarde vast te stellen, te weten:
 - de milieukosten in module D;
 - de outputstromen materialen voor hergebruik, materialen voor recycling en materialen voor energie;
- de ondergrens van deze indicator is 0, aangezien een negatieve waarde in module D noodzakelijk is om hergebruik te omschrijven. De bovengrens ligt tussen EUR -3,50E-05 en EUR -2,00E-05;
- deze indicator beschrijft de baten van hergebruik buiten het systeem. De zeggingskracht van deze indicator wordt daarom voor een belangrijk deel bepaald door de totale milieukosten per functionele eenheid, en dienen daarmee vergeleken te worden.

In de Bepalingsmethode is op kwalitatieve wijze een schatting te maken van de hoogwaardigheid van het hergebruik in inputstromen. Een kwantitatieve invulling van de waardering van hergebruik in inputstromen kan met de volgende aanpassingen van de Bepalingsmethode worden gegeven:

- hoogwaardigheid van hergebruik van inputstromen is uit te drukken als de milieukosten per kilogram secundair inputmateriaal. Binnen de Bepalingsmethode dient hiertoe een bepaling te worden opgenomen die beschrijft hoe bestaande informatie ingezet dient te worden om deze waarde vast te stellen, te weten:
 - de milieukosten in module A;
 - de massa van secundaire inputstromen;
- de bovengrens van deze indicator is 0, aangezien de verwachting is dat alleen een volledig hergebruikt materiaal deze score zal kunnen behalen (dus zonder milieukosten in module A). De ondergrens ligt tussen EUR 1,00E-03 en EUR 4,00E-03;
- deze indicator beschrijft de milieukosten van hergebruik in productie- en bouwphase. De zeggingskracht van deze indicator wordt daarom voor een belangrijk deel bepaald door de totale milieukosten per functionele eenheid, en dienen daarmee vergeleken te worden.

In aanvulling op de beschreven indicatoren met betrekking tot hoogwaardigheid van hergebruik, biedt de Bepalingsmethode ruimte om op elementaire wijze de circulaire efficiëntie te bepalen. Deze indicator beschrijft de milieubaten buiten het systeem (module D) ten opzichte van de milieulasten in de bouwfase (module A). Hoe groter deze waarde uitvalt in het voordeel van D, hoe meer men kan spreken van een circulaire toepassing. Deze indicator komt overeen met de aanpak zoals omschreven in de milieulijst van MIA\Vamil (G 6100), waar grenswaarden worden gehanteerd van $< -0,75$ en $> 0,75$. Het advies is om deze bandbreedte over te nemen in de Bepalingsmethode.

In de Bepalingsmethode is een zogenaamde '-1/+1 aanpak' gehanteerd voor hernieuwbare materialen: het netto resultaat van CO₂-emissies over de levenscyclus van een materiaal kan niet gunstiger zijn dan 0. Wanneer negatieve emissies worden opgenomen in module A, moeten deze als positieve emissies worden opgenomen in module C. Hiermee wordt het circulaire aspect van hernieuwbaarheid eerlijker gewaardeerd. Hiermee is de impact van hernieuwbare materialen voldoende te waarderen en is er geen aanleiding de Bepalingsmethode hierop aan te passen.

In de Bepalingsmethode worden de kenmerken adaptief vermogen en demontabelheid van een circulair bouwwerk onvoldoende gewaardeerd. Hergebruik van in- en outputstromen is weliswaar onderdeel van de Bepalingsmethode maar genoemd worden onvoldoende gewaardeerd. Met de volgende aanpassingen van de Bepalingsmethode zou dat beter gewaardeerd kunnen worden:

- in tegenstelling tot hoogwaardigheid van hergebruik zijn in dit onderzoek geen mogelijkheden gevonden om de aspecten adaptief vermogen en demontabelheid kwantitatief te waarderen. Wel is een passende methode geïdentificeerd waar de Bepalingsmethode naar zou kunnen verwijzen, namelijk het model van BRINK groep om adaptiviteit van een bouwwerk te kunnen meten. De indicatoren demontabelheid en hoogwaardig hergebruik bieden de kans om buiten dit onderzoek verder te worden uitgewerkt.

Inzicht in de hoeveelheden per afvalstroom kan reeds verkregen worden op basis van de Bepalingsmethode, in de vorm van declaratie van hoeveelheden reststromen in module C en D. Als hoogwaardigheid van hergebruik verder wordt uitgewerkt in de Bepalingsmethode zal dit aspect evenredig veranderen.

Een beschouwing van de verhouding tussen de massa van het product (gebruik van grondstoffen) en de massa van het afval (verbruik van grondstoffen) kan dan eenvoudig bepaald worden. Onderzocht is hoe met de Bepalingsmethode kwantitatief een invulling gegeven kan worden aan de waardering van afval.

Met de volgende aanpassingen van de Bepalingsmethode zou dat beter gewaardeerd kunnen worden:

- een indicator kan worden opgenomen in de Bepalingsmethode die de hoeveelheid afval ten opzichte van de hoeveelheid gebruikt materiaal omschrijft. Deze indicator geeft weer hoeveel afval er wordt geproduceerd in het systeem, hetgeen een belangrijk aspect is van een circulaire bouwconomie;
- aangezien deze indicator een factor betreft, liggen de verwachte waarden tussen 0 en 1, waar 1 de ondergrens is (alle inputmaterialen verlaten het systeem als afval) en 0 de bovengrens (er wordt geen afval geproduceerd binnen het systeem).

In de Bepalingsmethode zijn extra indicatoren aangaande humane- en ecotoxiciteit opgenomen. Voorts worden emissies naar (binnen)lucht, water en bodem in de gebruiksfase in voldoende mate in diverse regelgeving geregeld. Er is geen aanleiding de Bepalingsmethode hierop aan te passen.

Bovenstaande lijkt een goede aanpak om circulariteit te meten. In zijn algemeenheid wordt geconcludeerd dat met bovenstaande aanpassingen van de Bepalingsmethode er met de Bepalingsmethode, Nationale Milieudatabase, Toetsingsprotocol voor het opstellen van LCA-milieudata van bouwproducten en gebouwinstallaties e.d., er een robuust systeem is voor targets of een afsprakenstelsel om een circulaire bouwconomie te doen realiseren.

10

LITERATUUR

- 1 Alba Concepts. Building Circularity Index. via: www.albaconcepts.nl/building-circularity-index/ (bezocht op: 6-5-2019).
- 2 Artikel 3 Besluit beheer winningsafvalstoffen.
- 3 Artikel 1.1, zesde lid, tweede volzin, van de Wet milieubeheer.
- 4 Artikel 10.4 Wet milieubeheer.
- 5 Brink Groep (2014). Gebouwen met een toekomstwaarde!: het bepalen van de toekomstwaarde van gebouwen vanuit het perspectief van adaptief vermogen, financieel rendement en duurzaamheid. via: www.brink.nl/wp-content/uploads/2015/06/Gebouwen-met-toekomstwaarde.pdf (bezocht op: 6-5-2019).
- 6 Circle Economy (2018). A Framework for Circular Buildings. via www.breeam.nl/updates/circulariteit-en-breeam-nl (bezocht op: 6-5-2019).
- 7 Madaster (2018). Toelichting Madaster Circulariteit Indicator. via: www.madaster.com/application/files/8515/3062/5141/Toelichting_Madaster_Circulariteit_Indicator_v1.0.pdf (bezocht op: 6-5-2019).
- 8 NTA 8800:2019 nl - NEN.
- 9 Rijksoverheid (2016). Rijksbreed programma Circulaire Economie 'Nederland circulair in 2050'.
- 10 Rijksoverheid (2017). Grondstoffenakkoord. Via www.circulaireeconomienederland.nl/grondstoffenakkoord (bezocht op: 2-5-2019).
- 11 RVO (2019). Wettelijke eisen - BENG. Via: www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/wetten-en-regels-gebouwen/nieuwbouw/energieprestatie-beng/wettelijke-eisen-beng (bezocht op 2-5-2019).
- 12 SBK (2019). Bepalingsmethode: Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken, versie 3.0, d.d. 01-01-2019.
- 13 Vos-Efting, de Drs. S.E. (ed.) (2017). Een verkenning van de milieu-impact van circulair bouwen in de woning- en utiliteitsbouw. Utrecht: TNO. R10402 (vs 2).
- 14 W/E Adviseurs. Over GPR software. via www.gprsoftware.nl/over-gpr-software/ (bezocht op 6-5-2019)
- 15 Witteveen+Bos (2018). Definities voor circulariteit in DuboCalc.

Bijlage(n)



BIJLAGE: GESPREKSNOTITIE INTERVIEW

NOTITIE

Onderwerp	Gespreksnotitie indicatoren circulariteit van een gebouw of GWW-werk
Project	Indicatoren circulariteit van een gebouw of GWW-werk
Opdrachtgever	Stichting Bouwkwiteit
Projectcode	110749
Status	Definitief
Datum	25 januari 2019
Referentie	110749/19-001.262
Auteur(s)	W.S. ten Bosch MSc, ir. M.E.M. Schöffner, ing. J.B. Levels-Vermeer

Gecontroleerd door	ir. M.E.M. Schöffner
Goedgekeurd door	ir. M.E.M. Schöffner
Paraaf	



Bijlage(n)	Toelichting
------------	-------------

Aan		
Kopie	Stichting Bouwkwiteit	Piet van Luijk

1 AANLEIDING

In de Kabinetsreactie op de transitieagenda's circulaire economie staat dat de transitieagenda-bouw een eenduidige methodiek voor het meten van de mate van circulariteit van bouwwerken, inclusief infrastructuur nodig is om marktontwikkeling te stimuleren. Het kabinet ziet hiervoor een goede basis in de huidige bepalingmethodiek voor de milieuprestatie van gebouwen en GWW-werken en de Nationale Milieu Database (NMD). Voorts is aangegeven dat het kabinet voornemens is de waardering van circulaire maatregelen in de milieuprestatie-eis op te nemen. Dit voornemen was voor het ministerie van BZK aanleiding om aan Stichting Bouwkwiteit (SBK) te vragen een plan van aanpak circulariteit in bouwregelgeving op te stellen. Dit onderzoek is een invulling van dat plan van aanpak.

In opdracht van SBK voeren de advies- en ingenieursbureaus Witteveen+Bos en LBP|SIGHT het onderzoek uit met het doel indicator(en) te definiëren waarmee circulariteit van een gebouw of bouwwerk prestatiegericht tot uitdrukking kan worden gebracht.

Ook in dit traject worden de betrokken markt- en ketenpartijen geconsulteerd en worden zij betrokken bij het vaststellen van circulaire indicatoren die verankerd zouden moeten worden in de Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken.

Wij willen dan ook u vragen om als expert mee te werken aan een interview en zodoende een bijdrage te leveren aan dit onderzoek. Het doel van dit interview is inzicht te krijgen in uw kennis en ervaring van circulaire indicatoren, en om draagvlak te creëren voor de oplossingsrichtingen die wij voorzien.

Voor een gelijke informatie voor geconsulteerden is in de bijlage een korte beschrijving gegeven van het stelsel/systeem bepalingmethode NMD, instrumenten en een niet uitputtende lijst van technische aspecten van circulariteit van een gebouw/bouwwerk.

In de volgende fase van dit project organiseren wij een expertmeeting, om de toepassing van de circulaire indicatoren in concrete projecten te toetsen. Hiervoor willen wij u graag t.z.t. uitnodigen.

Contactgegevens

Jeanette Levels-Vermeer
j.levels@lpsight.nl
06 33 95 29 04

Maarten Schäffner
maarten.schäffner@witteveenbos.com
06 10 26 64 46

Wisse ten Bosch
wisse.ten.bosch@witteveenbos.com
06 86 84 87 35

2 INTERVIEW

In de onderstaande vragen gaan we dieper in op de aspecten van circulariteit en de verankering daarvan in de Bepalingsmethode.

Uw rol en organisatie

- 1 Op welke manier kan uw organisatie impact maken op de transitie naar een circulaire economie?
- 2 Op welke manier kunt u vanuit uw rol impact maken op de transitie naar een circulaire economie?

Het systeem

In paragraaf 3.1 is een kort overzicht gegeven van het huidige Nederlandse systeem van het bepalen van milieuprestaties van gebouwen en GWW-werken.

- 3 Kunt u aangeven waar in dit systeem iets moet veranderen om meer bij te dragen aan een circulaire economie?
 - bepalingsmethode;
 - instrumenten (DubooCalc, GPR etc.);
 - Nationale Milieudatabase.

Aspecten van circulariteit

De focus van dit onderzoek ligt op de Bepalingsmethode. In paragraaf 3.2 zijn een aantal aspecten van circulariteit opgenomen, waarbij we aangeven wat wij denken dat het opgenomen moet worden in de Bepalingsmethode.

- 4 Kunt u van deze aspecten aangeven in welke mate ze volgens u van invloed zijn op de transitie naar een circulaire economie?
 - 1 milieu-impact van bouwwerk, bouwmaterialen en gebouwinstallaties;
 - 2 materiaalefficiency in relatie tot functie(s);
 - 3 input primair en secundair materiaal;
 - 4 hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen;
 - 5 gebruik hernieuwbare inputstromen;
 - 6 flexibiliteit en aanpasbaarheid;
 - 7 hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen;
 - 8 hoeveelheden per afvalstroom;
 - 9 toxiciteit van materialen en componenten.

[Aspect X] heeft mijns inziens een matig/gemiddelde/sterke invloed op de transitie naar een circulaire economie.

De aspecten recycling, flexibiliteit en aanpasbaarheid, en vrijkomende materialen (hoogwaardig hergebruik) hebben wij geselecteerd om verder uit te werken voor inpassing in de Bepalingsmethode. De volgende criteria houden verband met deze aspecten:

- impact op circulaire economie;
 - onderscheidend vermogen binnen MKI;
 - wet- en regelgeving;
 - BPKV-criteria.
- 5 Kunt u aangeven hoe u denkt dat elk van deze aspecten scoort op bovenstaande criteria? Geef voor per aspect aan of deze matig/gemiddeld/sterk bijdraagt aan het criterium.
 - 6 Ervaart u belemmeringen om de aspecten van circulariteit in te passen in bovenstaande criteria?

Afsluiting

- 7 Heeft u nog aanvullingen of opmerkingen?

Het vervolg van dit onderzoek bestaat uit:

- het opstellen van een afwegingskader van aspecten van circulariteit;
- het toetsen van dit afwegingskader tijdens een expertmeeting;
- het formuleren van de bandbreedte waarbinnen de aspecten van circulariteit toegepast kunnen worden in de Bepalingsmethode;
- het toetsen van deze bandbreedte op voorbeeldprojecten (gebouwen en GWW-werken).

We betrekken u graag bij het vervolg van dit onderzoek. Voor de expertmeeting, welke in maart 2019 plaatsvindt, nodigen we u graag uit. Bij het formuleren van de bandbreedtes zouden we u ook graag benaderen voor een schriftelijke reactie op ons voorstel.

BIJLAGE: TOELICHTING

2.2 Het systeem

Voor het bepalen van de milieuprestatie van gebouwen en GWW-werken conform de LCA-systematiek, zijn in Nederland regels en afspraken vastgelegd in de bepalingmethode 'Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken'. Rekeninstrumenten als DuboCalc en GPR rekenen conform deze afspraken en worden gevuld met LCA-data van materialen en producten uit de landelijke Nationale Milieudatabase. Het totale systeem is weergegeven in afbeelding 1.

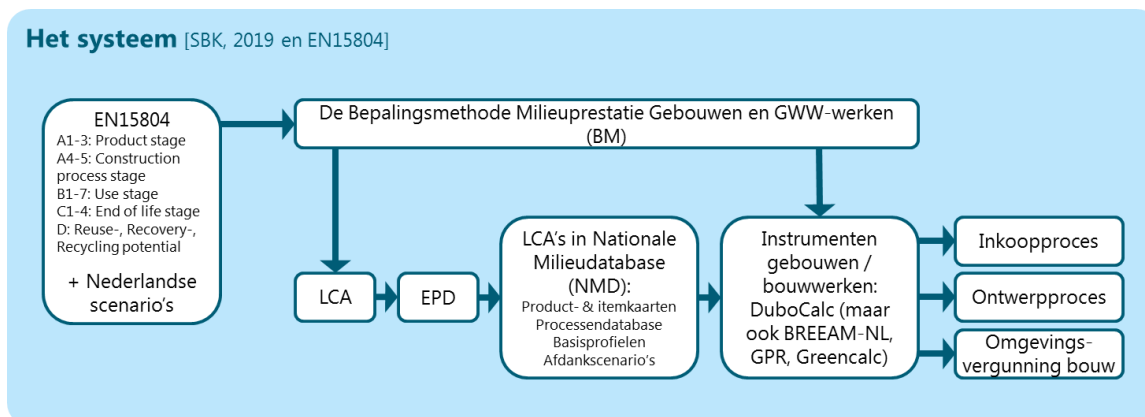
Hoewel de LCA-systematiek een waardevolle aanpak behelst voor het bepalen van de milieuprestatie van gebouwen en GWW-werken, is de benadering gebaseerd op een 'Cradle to Grave' benadering waarbij aan het einde van de levenscyclus afval wordt gegenereerd. In een circulaire economie gaan we uit van volledig waardebehoud en worden materialen continu hergebruikt. De bepalingmethode 3.0 is per 1 januari 2019 van kracht, en is gericht op een eenduidige declaratie van module D, milieulasten en baten buiten de systeemgrens van het bouwwerk. De mogelijkheden voor hergebruik, terugwinning- en recycling zijn hiermee verduidelijkt.

In de bepalingmethode is, gericht op de circulaire economie, opgenomen;

- ontwikkeling van productscenario's (2.6.3.8);
- declaratie van module D – grondstoffen equivalent (2.6.4.3);
- parameters die gebruik van grondstoffen beschrijven (2.7.2.4, tabel 5).

De nieuwe rekenregels, waarmee ook een modulaire MKI/MPG wordt bepaald, worden per 1 juli van kracht.

Afbeelding.1 Het systeem van het bepalen van milieuprestaties van gebouwen en GWW-werken¹



¹ Bron: onderzoek Witteveen+Bos en Rijkswaterstaat: DuboCalc & Circulaire Economie

2.3 Aspecten van circulariteit

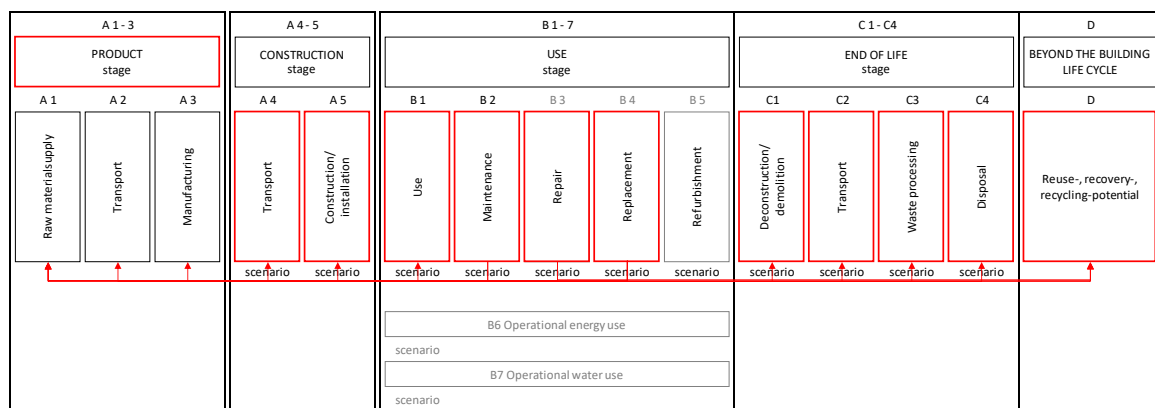
De volgende aspecten achten wij van belang voor de circulaire economie in relatie tot het bepalen van de milieuprestaties van gebouwen en GWW-werken:

2 milieupact van bouwwerk, bouwmaterialen en gebouwinstallaties

Het gaat om de milieubelasting over de totale levensloop van het totale gebouw, bouwwerk of GWW-werk. Dit betekent dus dat alle fasen, alle producten, en alle materialen en processen worden meegenomen. Bij het rekenproces wordt eerst de milieubelasting (MKI) per eenheid product bepaald. Daarna volgen de vertaling naar de MKI op het niveau van het bouwwerk of GWW-werk (hoeveelheden product en sommatie over alle producten) en voor de B&U de terug rekening naar de milieubelasting per functionele eenheid gebouw - MPG.

Bij het bepalen van de milieuprestatie per eenheid product worden een aantal tussenstappen gezet, niet alleen door de milieuprestaties per productonderdeel, maar ook de milieubelasting per fase te berekenen. Deze gesplitste berekening levert tussenresultaten op, die de rekeninstrumenten als inzicht-gevend presenteren. Hiermee is de bepalingsmethode voldoende geïmplementeerd in de rekenregels. Binnen de context van dit onderzoek willen we met name zicht krijgen op de waardering van de deelresultaten binnen de MKI/MPG.

Afbeelding 2 Fasering EN15804, met in rood de onderscheiden fasen bij de milieuprestatieberekening



3 materiaalefficiency in relatie tot functie(s)

De grondstoffenequivalent geeft aan hoeveel en welk primaire productieproces (in module A1-3 van een ander productsysteem) een *secundair materiaal* of *secundaire brandstof* kan uitsparen omdat ze technisch gezien gelijkwaardig zijn.

De grondstoffenequivalent dient (binnen het beschouwde productsysteem) vastgesteld te worden voor iedere individuele/unieke stroom van:

- secundaire materialen als input stromen in de productfase (Module A);
- secundaire brandstof als input stromen in de productfase (Module A);
- producten voor hergebruik als output stromen in de verwerkingsfase (Module C);
- materialen voor recycling als output stromen in de verwerkingsfase (Module C);
- materialen voor energieretrieving als output stromen in de verwerkingsfase (Module C).

Binnen de context van dit onderzoek willen we beschouwen of hiermee kwantitatief invulling kan worden gegeven aan het beschrijven van materiaalefficiency.

4 input primair en secundair materiaal

In de bepalingsmethode zijn de volgende parameters verplicht die het gebruik van grondstoffen beschrijven.

Tabel 1 Parameters die gebruik van grondstoffen beschrijven

parameter	eenheid
gebruik van hernieuwbare primaire energie exclusief hernieuwbare primaire energie gebruikt als materialen	MJ, netto calorische waarde
gebruik van hernieuwbare primaire energie gebruikt als materialen	MJ, netto calorische waarde
totaal gebruik van hernieuwbare primaire energie (hernieuwbare primaire energie en hernieuwbare primaire energie gebruikt als materialen)	MJ, netto calorische waarde
gebruik van niet-hernieuwbare primaire energie exclusief niet hernieuwbare energie gebruikt als materialen	MJ, netto calorische waarde
gebruik van niet-hernieuwbare primaire energie gebruikt als materialen	MJ, netto calorische waarde
totaal gebruik van niet-hernieuwbare primaire energie (niet-hernieuwbare primaire energie en niet-hernieuwbare primaire energie gebruikt als materialen)	MJ, netto calorische waarde
gebruik van secundaire materialen	kg
gebruik van hernieuwbare secundaire brandstoffen	MJ, netto calorische waarde
gebruik van niet-hernieuwbare secundaire brandstoffen	MJ, netto calorische waarde
netto gebruik van zoet water	m ³

Tabel 2 Andere milieu-informatie: afvalcategorieën

parameter	Eenheid
gevaarlijk afval	kg
niet-gevaarlijk afval	kg
radioactief afval	kg

Tabel 3 Andere milieu-informatie: output stromen

parameter	eenheid
materialen voor hergebruik	kg
materialen voor recycling	kg
materialen voor energie	kg
geëxporteerde energie	MJ per energiedrager

5 hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen

Binnen een circulaire economie worden grondstoffen zo hoogwaardig mogelijk, met behoud van de meeste waarde, weer hergebruikt. Binnen de context van dit onderzoek willen we beschouwen of met de bepalingsmethode, zie informatie punt 2 en 3, hiermee kwantitatief invulling kan worden gegeven aan de waardering van hergebruik in inputstromen.

6 gebruik hernieuwbare inputstromen

Onder 'hernieuwbare inputstromen' verstaan we grondstoffen van natuurlijke oorsprong (bio-based) die oneindig kunnen worden gereproduceerd (geteeld). Voorbeelden hiervan zijn: hout, katoen, vlas, wol,

gras, bamboe, rijnstro of mais. Gebruik van hernieuwbare materialen is relevant voor de circulaire economie, omdat hiermee in potentie de technologische kringloop gesloten kan worden en afval voorkomen wordt. In de Bepalingsmethode versie 3.0 (d.d. 1 januari 2019) is een zogenaamde '-1/+1 aanpak' gehanteerd voor hernieuwbare materialen: het nettoresultaat van CO₂-emissies over de levenscyclus van een materiaal kan niet gunstiger zijn dan 0. Wanneer negatieve emissies worden opgenomen in module A, moeten deze als positieve emissies worden opgenomen in module C. Hiermee wordt het circulaire aspect van hernieuwbaarheid eerlijker gewaardeerd. Het voorstel is om deze aanpak niet verder aan te passen in de Bepalingsmethode.

7 *Flexibiliteit en aanpasbaarheid*

In een circulaire economie is het van belang dat bouwwerken toekomstbestendig zijn, en aanpasbaar voor hoogwaardig hergebruik in een volgende fase. Hierin onderscheiden we twee aspecten:

- adaptief vermogen van het bouwwerk;
- demontabelheid van elementen en installaties.

In de huidige Bepalingsmethode worden deze aspecten onvoldoende gewaardeerd. Hergebruik van in- en outputstromen is weliswaar onderdeel van de rekenmethode, maar adaptief vermogen en demontabelheid worden onvoldoende gewaardeerd. Het voorstel is om deze aspecten verder uit te werken voor aanpassing in de Bepalingsmethode.

8 *Hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen*

Binnen een circulaire economie worden grondstoffen zo hoogwaardig mogelijk, met behoud van de meeste waarde, weer hergebruikt. Binnen de context van dit onderzoek willen we beschouwen of met de bepalingmethode, zie informatie punt 2 en 3, hiermee kwantitatief invulling kan worden gegeven aan de waardering van hergebruik in outputstromen.

9 *Hoeveelheden per afvalstroom*

Wanneer we onderscheid maken in de hoogwaardigheid van hergebruik van afvalstromen, zijn ook de hoeveelheden per afvalstroom relevant. Hoogwaardig hergebruik moet gewaardeerd worden, maar om dit te kwantificeren is het noodzakelijk om de hoeveelheden van de afvalstromen in beeld te hebben. Dit aspect is reeds opgenomen in de Bepalingsmethode, in de vorm van declaratie van hoeveelheden reststromen in module C en D. Als hoogwaardigheid van hergebruik verder wordt uitgewerkt in de Bepalingsmethode, zal dit aspect evenredig veranderen. Het voorstel is om deze aanpak niet verder aan te passen in de Bepalingsmethode.

Toxiciteit van materialen en componenten.

Hoewel gezondheid geen onderdeel is van de scope van dit onderzoek (er is geen direct verband met circulariteit), is toxiciteit van bouwstoffen en materialen wel relevant voor de circulaire economie. De verwerking van toxische stoffen in materialen in een circulaire economie mag niet leiden tot hogere gezondheidsrisico's. Zo zou meervoudig hergebruik van materialen met toxische stoffen kunnen leiden tot andere emissies in de gebruiksfase. Dit aspect wordt momenteel elders uitgewerkt. De Bepalingsmethode hoeft daarnaast geen waardeoordeel te geven over dit aspect. Het voorstel is om dit aspect niet verder aan te passen in de Bepalingsmethode.



BIJLAGE: UITWERKING INTERVIEWS

VERSLAG

Onderwerp	Interview Hans Korbee (RVO)		
Project	Indicatoren circulariteit van een gebouw of GWW-werk		
Projectcode	112539		
Verslagnummer	1		
Datum overleg	1 februari 2019		
Plaats	Amsterdam (telefonisch)		
Referentie	-		
Auteur(s)	Wisse ten Bosch		
Datum verslag	5 februari 2019		
Bijlage(n)	-		
Aanwezig	RVO	Hans Korbee	
	Witteveen+Bos	Wisse ten Bosch	
Afwezig	-		
Kopie	-		

INTERVIEW

Uw rol en organisatie

1 Op welke manier kan uw organisatie impact maken op de transitie naar een circulaire economie?

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) is belast met de uitvoering van de Transitieagenda Circulaire Bouweconomie. De uitvoering bestaat onder meer uit het uitbesteden van opdrachten.

2 Op welke manier kunt u vanuit uw rol impact maken op de transitie naar een circulaire economie?

Hans Korbee is werkzaam bij RVO als programma-adviseur en expert op het gebied van duurzaam bouwen. Hij houdt zich onder andere bezig met het uitvoeren van de Transitieagenda Circulaire Bouweconomie, ook met betrekking tot het meten van circulariteit en kennisoverdracht.

Het systeem

In paragraaf 3.1 is een kort overzicht gegeven van het huidige Nederlandse systeem van het bepalen van milieuprestaties van gebouwen en GWW-werken.

- 3 Kunt u aangeven waar in dit systeem iets moet veranderen om meer bij te dragen aan een circulaire economie?
- bepalingsmethode;
 - instrumenten (DuboCalc, GPR etc.);
 - Nationale Milieudatabase.

Het uiteindelijke doel is het verlagen van de milieulast van het gebouw. De huidige indicator daarvoor, de Milieuprestatie van Gebouwen (MPG), is niet zo geschikt voor het meten van circulariteit. Eén van de problemen is dat het grootste deel van de milieulast plaatsvindt in de gebruiksfase. We moeten toe naar schaduwkosten

waarin de milieulast door zowel materiaal- als energieverbruik wordt meegenomen. De MPG zou daarvoor moeten doorontwikkelen tot integrale tool. Op dit moment wordt minder of kleiner bouwen 'afgestraft', doordat grote gebouwen of woningen beter scoren simpelweg door een efficiënter materiaalgebruik per vierkante meter. Echter, de omvang van de woningen is hierin niet meegenomen. Er is een groeiende behoefte aan kleinere woningen, vooral in steden, en deze woningen zullen consequent slechter scoren op de MPG. De functionele eenheid van vierkante meter bruto vloeroppervlak is daarom niet de meest geschikte.

Aspecten van circulariteit

De focus van dit onderzoek ligt op de Bepalingsmethode. In paragraaf 3.2 zijn een aantal aspecten van circulariteit opgenomen, waarbij we aangeven wat wij denken dat het opgenomen moet worden in de Bepalingsmethode.

- 4 Kunt u van deze aspecten aangeven in welke mate ze volgens u van invloed zijn op de transitie naar een circulaire economie?
- | | |
|---|---|
| 1 milieu-impact van bouwwerk, bouwmaterialen en gebouwinstallaties; | 5 gebruik hernieuwbare inputstromen; |
| 2 materiaalefficiency in relatie tot functie(s); | 6 flexibiliteit en aanpasbaarheid; |
| 3 input primair en secundair materiaal; | 7 hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen; |
| 4 hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen; | 8 hoeveelheden per afvalstroom; |
| | 9 toxiciteit van materialen en componenten. |

Belangrijk is dat er twee zaken worden nagegaan bij het bepalen van de circulariteit van een bouwwerk:

- 1 wat is het doel; de belangrijkste aspecten van circulariteit hangen af van het einddoel van het gebouw of bouwwerk. Bij een tijdelijk kantoorgebouw is bijvoorbeeld flexibiliteit en aanpasbaarheid belangrijker dan bij een ziekenhuis.*
- 2 wat is de bron; waar komen de (hergebruikte) materialen vandaan? Hoogwaardig hergebruik betekent niet altijd een lagere milieulast, de bron (en dan met name de locatie) van het materiaal speelt hierin een rol.*

Adaptiviteit (flexibiliteit en aanpasbaarheid) is een van de aspecten die nu nog niet goed in de Bepalingsmethode zitten. Dit aspect is bij uitstek gebouw- en locatieafhankelijk. Het verlengen van de levensduur van een gebouw is wenselijk in het kader van de circulaire economie, maar alleen als de aard van het gebouw daarom vraagt. In een vroeg stadium moet daarom worden bepaald of adaptiviteit van het gebouw in een latere fase wenselijk is.

De aspecten recycling, flexibiliteit en aanpasbaarheid, en vrijkomende materialen (hoogwaardig hergebruik) hebben wij geselecteerd om verder uit te werken voor inpassing in de Bepalingsmethode. De volgende criteria houden verband met deze aspecten:

- impact op circulaire economie;
 - onderscheidend vermogen binnen MKI;
 - wet- en regelgeving;
 - BPKV-criteria.
- 5 Kunt u aangeven hoe u denkt dat elk van deze aspecten scoort op bovenstaande criteria? Geef voor per aspect aan of deze matig/gemiddeld/sterk bijdraagt aan het criterium.

Als aanvulling op bovenstaand antwoord is het van belang om op deze drie aspecten per gebouwfunctie of -grootte andere eisen te stellen [vgl. BREEAM nieuwbouw]. Alle drie aspecten zijn belangrijk voor de circulaire economie, het is alleen afhankelijk van het type gebouw hoe belangrijk deze aspecten zijn. Er moet centraal worden afgesproken hoe hieraan gerekend moet worden. Het moet ook mogelijk zijn om bewust af te wijken van de afgesproken standaard als een opgave niet direct past binnen de gestelde kaders.

Een voorbeeld is een betonnen binnentrap. Deze heeft in principe een relatief lange levensduur. Naarmate de levensduur van een element langer is, wordt het moeilijker om de herbruikbaarheid van het element bij de sloop van het gebouw te voorspellen. In zo'n geval zijn minder specifieke eisen aan recycling, adaptiviteit en herbruikbaarheid wenselijk. De vraag blijft dan waar en op welk moment deze eisen dan wel specifiek moeten worden gemaakt.

6 Ervaart u belemmeringen om de aspecten van circulariteit in te passen in bovenstaande criteria?

Een belemmering is dat leren uit praktijkervaring wordt overgeslagen in de MPG. Het is zinvol om ervaring op te doen met de toepassing van circulaire indicatoren en principes in 'koploperprojecten'. Zo kan theorie afgewisseld worden met de praktijk, om te leren van de zaken waar men in de praktijk tegenaan loopt. Hiervoor zouden bijvoorbeeld scholen en bedrijfshallen gebruikt kunnen worden. De periode tot 2023 kan dan, in overeenstemming met de Transitieagenda Circulaire Bouweconomie, gebruikt worden om de koploperprojecten uit te voeren en ervaring op te doen.

Afsluiting

7 Heeft u nog aanvullingen of opmerkingen?

Hans Korbee doet waar nodig aanvullingen/aanpassingen per mail.

VERSLAG

Onderwerp	Interview Niels Ruijter (NVTB)	
Project	Indicatoren circulariteit van een gebouw of GWW-werk	
Projectcode	112539	
Verslagnummer	1	
Datum overleg	1 februari 2019	
Plaats	Amsterdam (telefonisch)	
Referentie	-	
Auteur(s)	Wisse ten Bosch	
Datum verslag	1 februari 2019	
Bijlage(n)	-	
Aanwezig	NVTB Witteveen+Bos	Niels Ruyter Wisse ten Bosch
Afwezig	-	
Kopie	-	

INTERVIEW

Uw rol en organisatie

1 Op welke manier kan uw organisatie impact maken op de transitie naar een circulaire economie?

De NVTB (Nederlands Verbond Toelevering Bouw) is de branchevereniging van producten van bouwgrondstoffen en -materialen. De NVTB formuleert de zienswijze van de branche richting de (rijks)overheid, en communiceert over ontwikkelingen in de markt naar zowel de leden als naar buiten. De NVTB beschikt daarmee over middelen die kunnen bijdragen aan het versnellen van de transitie naar een duurzame samenleving en circulaire economie: het verspreiden van kennis en sturen in het debat over duurzame bouwstoffen en -materialen.

Het is de visie van de NVTB dat een circulaire economie een middel is om een duurzame samenleving te bereiken. Het doel is om de belasting van de aarde door de winning, bewerking en transport van materialen tegen te gaan.

2 Op welke manier kunt u vanuit uw rol impact maken op de transitie naar een circulaire economie?

Niels Ruijter is werkzaam als directeur van de NVTB. In die rol is hij voornamelijk bezig met belangenbehartiging. Op het gebied van de circulaire economie is hij o.a. betrokken bij de begeleidingscommissie van de Transitieagenda Circulaire Bouweconomie en de denktank van BZK voor doorontwikkeling van de Milieuprestatie Gebouwen (MPG).

Het systeem

In paragraaf 3.1 is een kort overzicht gegeven van het huidige Nederlandse systeem van het bepalen van milieuprestaties van gebouwen en GWW-werken.

- 3 Kunt u aangeven waar in dit systeem iets moet veranderen om meer bij te dragen aan een circulaire economie?
- bepalingsmethode;
 - instrumenten (DuboCalc, GPR etc.);
 - Nationale Milieudatabase.

Binnen het systeem zijn drie zaken met name belangrijk:

- **bewaren van gegevens over materialen;** om hoogwaardig hergebruik in een circulaire economie mogelijk te maken moeten we weten wat er in een bouwwerk zit. Niet alleen de informatie over welke materialen in een bouwwerk zitten is belangrijk, maar vooral ook hoe deze materialen of elementen zijn gebruikt. De herbruikbaarheid van een element of materialen hangt sterk af van de manier waarop deze is gebruikt. Een voorbeeld is een stalen element dat in de gebruiksfase dynamisch is belast. Dit element heeft niet meer dezelfde specificaties als een stalen element dat statisch is belast. Dit onderscheid moet worden gemaakt in de gegevens die over het bouwwerk worden bewaard. Tevens is het van belang dat deze informatie beschikbaar is bij het vastleggen van de gegevens, dus het betrekken van verschillende partijen (bouwers, ingenieurs etc.) is noodzakelijk.
- **validatie van milieuprestatiegegevens bij realisatie/oplevering;** op dit moment wordt vooral aandacht besteed aan de 'theoretische' milieuprestatie (MKI/MPG), vastgelegd tijdens de ontwerpfase. In de aanlegfase en tijdens onderhoudswerkzaamheden wordt de aangeboden milieuprestatie vaak niet gevalideerd. Hiermee zitten er dus geen negatieve gevolgen aan het aanbieden van een 'onjuiste' MKI- of MPG-waarde. Dit is een belangrijk aspect dat opgenomen moet worden in het systeem.
- **meten van milieuprestatie in de gebruiksfase;** het grootste deel van de milieubelasting van een bouwwerk vindt plaats tijdens de gebruiksfase, door energieverbruik. Deze fase wordt nu niet meegenomen in de berekening van de milieuprestatie (enkel materiaalgebruik). Het energieverbruik zelf wordt in de EPG en BENG wel gedekt, maar de milieubelasting door energieverbruik niet. Dit is een noodzakelijke toevoeging om milieuprestaties eerlijk te berekenen.

Daarnaast is het van belang dat de milieuprestatiedata, vastgelegd in LCA's, ook over een langere tijd nog representatief is. De achtergronddata die wordt gebruikt in de Nationale Milieudatabase (NMD) wordt met enige regelmaat gemuteerd. Er moet een eerlijke manier worden gevonden hoe om te gaan met 'verouderde' data in LCA's, zodat er geen nadeel is voor producenten die simpelweg oudere achtergronddata hebben gebruikt.

Aspecten van circulariteit

De focus van dit onderzoek ligt op de Bepalingsmethode. In paragraaf 3.2 zijn een aantal aspecten van circulariteit opgenomen, waarbij we aangeven wat wij denken dat het opgenomen moet worden in de Bepalingsmethode.

- 4 Kunt u van deze aspecten aangeven in welke mate ze volgens u van invloed zijn op de transitie naar een circulaire economie?
- | | |
|---|---|
| 1 milieu-impact van bouwwerk, bouwmaterialen en gebouwinstallaties; | 5 gebruik hernieuwbare inputstromen; |
| 2 materiaalefficiency in relatie tot functie(s); | 6 flexibiliteit en aanpasbaarheid; |
| 3 input primair en secundair materiaal; | 7 hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen; |
| 4 hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen; | 8 hoeveelheden per afvalstroom; |
| | 9 toxiciteit van materialen en componenten. |

In feite is het eerste aspect (milieu-impact van een bouwwerk) de overkoepelende indicator. De overige aspecten dragen bij aan deze indicator, zonder onderscheid te maken in het belang van elk aspect. Het belang van elk aspect verschilt namelijk per type gebouw of bouwwerk. Deze aspecten zouden gebouwfafhankelijk moeten terugkomen in de MPG.

De aspecten recycling, flexibiliteit en aanpasbaarheid, en vrijkomende materialen (hoogwaardig hergebruik) hebben wij geselecteerd om verder uit te werken voor inpassing in de Bepalingsmethode. De volgende criteria houden verband met deze aspecten:

- impact op circulaire economie;
 - onderscheidend vermogen binnen MKI;
 - wet- en regelgeving;
 - BPKV-criteria.
- 5 Kunt u aangeven hoe u denkt dat elk van deze aspecten scoort op bovenstaande criteria? Geef voor per aspect aan of deze matig/gemiddeld/sterk bijdraagt aan het criterium.
- 6 Ervaart u belemmeringen om de aspecten van circulariteit in te passen in bovenstaande criteria?

Het aspect recycling heeft niet per se een impact op de circulaire economie. De andere twee aspecten (flexibiliteit en aanpasbaarheid, en hoogwaardig hergebruik) wel. Voor beide aspecten geldt dat de LCA (dus de milieu-impact) leidend is. Bijvoorbeeld: recycling van beton in de vorm van betongranulaat scoort misschien wel slechter op hoogwaardigheid van hergebruik, maar kan wel leiden tot een lagere totale milieu-impact doordat er dunner asfalt kan worden toegepast. Een lagere totale milieu-impact moet dan leidend zijn. Hetzelfde geldt voor flexibiliteit en aanpasbaarheid. Bijvoorbeeld: een bouwwerk dat met minimale aanpassingen 250 jaar kan blijven staan in plaats van 100 jaar, zal over de gehele levensduur een veel lagere milieu-impact hebben. De grote uitdaging is dan om dit op een goede manier meetbaar te maken.

De aspecten van circulariteit hebben een relatie met wet- en regelgeving en BPKV-criteria met name op het gebied van toetsing en handhaving. De eerdergenoemde validatie van milieuprestaties in de uitvoering en bij oplevering is van belang. Er moet consequent gehandhaafd worden op het realiseren van de aangeboden MKI- of MPG-waarde. Daarvoor is het ook van belang dat het kennisniveau over het bepalen van milieuprestaties in de gehele keten verbetert. Hoewel er weinig verschil is tussen duurzaam inkopen en circulair inkopen, weten nog niet veel partijen in de keten dit verschil te duiden. Daardoor wordt er minder gericht gestuurd op de aspecten van duurzaamheid en circulariteit.

Afsluiting

7 Heeft u nog aanvullingen of opmerkingen?

Het is belangrijk om het onderscheid te maken tussen het doel (mindere belasting van de aarde) en het middel (waaronder een circulaire economie).

Ruijter toont interesse in het bijwonen van de expert meeting in maart. Indien er diepere inhoudelijke kennis vereist is kan ook één van de collega's van de NVTB aanwezig zijn.

VERSLAG

Onderwerp	Interview met Dr. S Bhochhibhoya (Silu) - Universiteit Twente	
Project	Indicatoren circulariteit van een gebouw of GWW-werk	
Projectcode	112539	
Verslagnummer	1	
Datum overleg	4 februari 2019	
Plaats	Amsterdam (telefonisch)	
Referentie	-	
Auteur(s)	Maarten Schöffner	
Datum verslag	6 februari 2019	
Bijlage(n)	-	
Aanwezig	Universiteit Twente Witteveen+Bos	Silu Bhochhibhoya Maarten Schöffner
Afwezig	-	
Kopie	-	

INTERVIEW

Uw rol en organisatie

1 Op welke manier kan uw organisatie impact maken op de transitie naar een circulaire economie?

Als academische organisatie dragen we bij om het kennisniveau op de noodzakelijke hoogte voor de transitie naar een circulaire economie te brengen. We geven lessen, cursussen en programma's. Het zit verweven in de bachelor opleidingen en in verschillende Master trajecten. We hebben momenteel verschillende studenten die aan een MSc werken gerelateerd aan circulariteit, en op verschillende richtingen. Denk daarbij naast de technisch inhoudelijke richtingen ook aan (geïntegreerde) contractvormen en systems engineering.

Er wordt op verschillende afdelingen binnen de Technische Universiteit gewerkt aan onderzoek op dit thema. Zowel nationaal alsook door internationale studenten en in samenwerking met internationale Universiteiten. Als voorbeeld: er loopt nu een onderzoek naar het hergebruiken van de banden van vliegtuigen en auto's, om deze volledig te kunnen hergebruiken in asfalt. Maar ook aan de governance kant wordt er gewerkt aan circulariteit/policy level. We hebben ook een goede samenwerking met stakeholders, zoals met de Provincie Overijssel. Indien gewenst kan ik hier ook contactpersonen voor aanleveren.

2 Op welke manier kunt u vanuit uw rol impact maken op de transitie naar een circulaire economie?

Dr. S. BHOCHHIBHOYA (SILU), is lecturer and researcher aan de Universiteit Twente. Naast het doen van onderzoek, begeleid zij ook studenten op het thema circulariteit. Ze zegt dat iedereen een cruciale rol heeft bij de transitie. Als lecturer heb je een belangrijke invloed op studenten. Daarbij betrek ik nadrukkelijk ons/mijn netwerk (markt) en probeer deze te koppelen met studenten (bijvoorbeeld met Witteveen+Bos). Ik probeer ze een richting te geven binnen de onderzoeksgebieden. Silu begeleidt specifieke onderzoeken naar

circulariteit. We werken daarin veel samen met bedrijven. We krijgen veel aanvragen van bedrijven, en die worden ook gekoppeld aan mij. Wij helpen ze stappen te maken in de transitie (denk daarbij aan: strategie / kennis / netwerk).

Silu is ook betrokken bij BTIC (innovation), joint force of government, hierin zitten onder andere 5 technische universiteiten en Hbo-opleidingen en TNO. Hierin zitten 5 programma's waarvan circulariteit er één is.

Het systeem

In paragraaf 3.1 is een kort overzicht gegeven van het huidige Nederlandse systeem van het bepalen van milieuprestaties van gebouwen en GWW-werken.

3 Kunt u aangeven waar in dit systeem iets moet veranderen om meer bij te dragen aan een circulaire economie?

- bepalingsmethode;
- instrumenten (DubooCalc, GPR etc.);
- Nationale Milieudatabase.

Silu stelt eerst wat vragen over het systeem. Onder andere:

- LCA en EPD in het plaatje van het systeem in verschillende boxen? Waarom?
- Ze geeft aan gesproken te hebben met personen die DuboCalc gebruiken. Ik gebruik het zelf niet. Ze gaven een aantal pro's en con's:
- Onzekerheden in de database;
- Updaten van de database / nu focus op nationaal niveau. Maar we zouden materialen vanuit Europa moeten implementeren;
- Hoe gaat circulair ontwerpen erin? (De circulaire design principes);
- Gebruiksvriendelijkheid kan beter.

Aanpassingen aan bepalingsmethode:

- In LCA zit de 'allocation of materials' onvoldoende in. En ook het effect van by-products zit er onvoldoende in. Dit zou geïntegreerd moeten worden.

Aanpassingen aan instrumenten:

- Instrumenten gaan vanzelf mee met de wijzigingen in het systeem. Focus dus op de bepalingsmethode.

Aanpassingen NMD:

- Database zelf hoeft niet te worden aangepast, maar er moet wel worden nagedacht over een meer regelmatige update.

Aspecten van circulariteit

De focus van dit onderzoek ligt op de Bepalingsmethode. In paragraaf 3.2 zijn een aantal aspecten van circulariteit opgenomen, waarbij we aangeven wat wij denken dat het opgenomen moet worden in de Bepalingsmethode.

- 4 Kunt u van deze aspecten aangeven in welke mate ze volgens u van invloed zijn op de transitie naar een circulaire economie?
- 5 Kunt u aangeven hoe u denkt dat elk van deze aspecten scoort op bovenstaande criteria? Geef voor per aspect aan of deze matig/gemiddeld/sterk bijdraagt aan het criterium.
- 6 Ervaart u belemmeringen om de aspecten van circulariteit in te passen in bovenstaande criteria?

Alle zijn belangrijk. Ze geeft de scores in de onderstaande tabel geeft ze antwoord op vragen 4 t/m 6:

Tabel 1

Categorie	Mate invloed op CE (vraag 4 & 5)	Belemmeringen bij implementatie (vraag 6)
1 milieu-impact van	Sterke invloed	Nee, eenvoudig te implementeren.

2	materiaalefficiency	Gemiddeld	Ja lastig. We hebben er nog geen tool voor.
3	input primair en secundair materiaal;	Sterke invloed	Nee, eenvoudig te implementeren.
4	hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen;	Sterke invloed	Nee, eenvoudig. We hebben verschillende mogelijkheden zoals beter observeren.
5	gebruik hernieuwbare inputstromen;	Sterke invloed	Nee, eenvoudig. Dit kan worden berekend.
6	flexibiliteit en aanpasbaarheid;	Sterke invloed	Ja lastig. Dit is meer een ontwerpvragestuk, dus lastig kwantitatief te meten en te vergelijken tussen ontwerpen.
7	hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen;	Sterke invloed	Nee, eenvoudig. Kan worden berekend.
8	hoeveelheden per afvalstroom;	Gemiddelde invloed	Nee, eenvoudig. Dit kan worden berekend.
9	toxiciteit van materialen en componenten.	Gemiddelde invloed	Redelijk eenvoudig. Kan worden gemeten in een laboratorium.

1 - Flexibility and adaptability (6) is most important. This is the basis of our designs.

2 - Daarna reuse of high quality of materials. (7 and 4).

Criterion toevoegen!

Reuse potential of materials (5) should be added. Zit nu niet echt in jullie criteria

Afsluiting

7 Heeft u nog aanvullingen of opmerkingen?

- Het moet 'user friendly' zijn zodat niet alleen academici er gebruik van kunnen maken. Zo niet, dan werkt het niet;
- The material input and output for circularity (imported and exported) should be imported in the database;
- We should Further analysys to reduce uncertainties, 'sensitivity analyses' of the results. Dit moet gepaard gaan met de ontwikkelingen;
- Company/customer perspective invoegen. E.g. voor de consument ook de hele levenscyclus zichtbaar maken. Dit is belangrijk voor de bewustwording en dit kan de markt veranderen. Nu zit het vooral in tenders, maar eindgebruikers zijn nooit betrokken!

VERSLAG

Onderwerp	Interview met Yolanda Musson	
Project	Indicatoren circulariteit van een gebouw of GWW-werk	
Projectcode	112539	
Verslagnummer	1	
Datum overleg	13 februari 2019	
Plaats	Amsterdam (telefonisch)	
Referentie	-	
Auteur(s)	Maarten Schöffner	
Datum verslag	13 februari 2019	
Bijlage(n)	-	
Aanwezig	Gemeente Almere Witteveen+Bos	Yolanda Musson Maarten Schöffner
Afwezig	-	
Kopie	-	

INTERVIEW

Uw rol en organisatie

- 1 Op welke manier kan uw organisatie impact maken op de transitie naar een circulaire economie?
- 2 Op welke manier kunt u vanuit uw rol impact maken op de transitie naar een circulaire economie?

Yolanda is een procesmanager. Ze is werkzaam bij het Interim Bureau Almere. Dit is een apart team en zij voeren opdrachten uit die wat complexer zijn - het betreft samenwerking tussen verschillende overheden en marktpartijen. Het is een pool van project- programma en interim managers. Er wordt gewerkt op opdrachtbasis zowel intern als extern.

Gemeentelijke overheid: - Onderdeel van Metropoolgerio Amsterdam. Wij hebben geleerd te denken als overheid. Wij hebben 3 rollen: 3 A's.

A = Aanbieder - Je bent een aanbieder van materiaalstromen (rol in keten van circulaire economie bij de start!) - we zijn eigenaar, door inzameling van (huishoudelijk) aval en ook als beheerder openbare ruimte (groen/asfalt/straatmeubilair/afvalwater etc.). Dit kunnen we lokaal inzetten dat leidt tot nieuwe producten en business.

A = Afnemer, van circulaire producten. Dit is gemeente breed. De grootste klappers zitten bij alle aanbestedingen in de openbare ruimte. Denk ook aan maatschappelijk vastgoed (scholen etc.). Maar ook afnemer binnen eigen organisatie, denk aan oude kleding etc. We kunnen hier eisen aan stellen om opnieuw in te zetten voor hergebruik.

A = Aanjager, Als overheid kan je een belangrijke aanjager rol hebben. Experimenteerruimte bieden, ruimte in regelgeving, cofinanciering via innovatieve aanbestedingen. Of door platforms waar ondernemers elkaar kunnen vinden voor nieuwe businesscases.

Als gemeente zetten we bewust in op deze rollen.

Het systeem

In paragraaf 3.1 is een kort overzicht gegeven van het huidige Nederlandse systeem van het bepalen van milieuprestaties van gebouwen en GWW-werken.

- 3 Kunt u aangeven waar in dit systeem iets moet veranderen om meer bij te dragen aan een circulaire economie?
- bepalingsmethode;
 - instrumenten (DubooCalc, GPR etc.);
 - Nationale Milieudatabase.

Als je kijkt naar de landelijke en de regionale ambities, dan wil je graag monitoren wat de effecten zijn van onze inspanningen. PBL heeft opdracht van IMD om dit landelijk te gaan monitoren. Wij zijn regionaal bezig (Metropoolregio) om gezamenlijk een monitor te ontwikkelen. Iedereen zoekt naar eenduidigheid.

Het is belangrijk om een systeem op te zetten binnen regio, om stromen efficiënt te gebruiken. Hoe gaan we hergebruik meten.

De LCA systematiek moet hier wellicht goed op aansluiten.

- **instrumenten (DubooCalc, GPR etc.);**

- Belangrijk om duidelijkheid en eenduidigheid te hebben in de handvatten voor circulariteit.

Voor architecten is het verder belangrijk om duidelijkheid te hebben voor ontwerptrajecten.

Aspecten van circulariteit

De focus van dit onderzoek ligt op de Bepalingsmethode. In paragraaf 3.2 zijn een aantal aspecten van circulariteit opgenomen, waarbij we aangeven wat wij denken dat het opgenomen moet worden in de Bepalingsmethode.

- 4 Kunt u van deze aspecten aangeven in welke mate ze volgens u van invloed zijn op de transitie naar een circulaire economie?
- 5 Kunt u aangeven hoe u denkt dat elk van deze aspecten scoort op bovenstaande criteria? Geef voor per aspect aan of deze matig/gemiddeld/sterk bijdraagt aan het criterium.
- 6 Ervaart u belemmeringen om de aspecten van circulariteit in te passen in bovenstaande criteria?

Alle zijn belangrijk. Ze geeft de scores in de onderstaande tabel geeft ze antwoord op vragen 4 t/m 6:

Tabel 1

Categorie	Mate invloed op CE (vraag 4 & 5)
1 milieu-impact van	Sterke invloed
2 materiaalefficiency	Sterke invloed
3 input primair en secundair materiaal;	Sterke invloed
4 hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen;	Sterke invloed
5 gebruik hernieuwbare inputstromen;	Sterke invloed

6	flexibiliteit en aanpasbaarheid;	Sterke invloed
7	hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen;	Sterke invloed
8	hoeveelheden per afvalstroom;	Gemiddelde invloed
9	toxiciteit van materialen en componenten.	Gemiddelde invloed

7 Kunt u van deze aspecten aangeven in welke mate ze volgens u van invloed zijn op de transitie naar een circulaire economie?

- | | |
|---|---|
| 1 milieu-impact van bouwwerk, bouwmaterialen en gebouwinstallaties;
(STERK) | (STERK) |
| 2 materiaalefficiency in relatie tot functie(s); | 6 STERK flexibiliteit en aanpasbaarheid; |
| 3 input primair en secundair materiaal; | 7 STERK hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen; |
| 4 hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen; | 8 MATIG - hoeveelheden per afvalstroom; |
| 5 gebruik hernieuwbare inputstromen; | 9 STERK - toxiciteit van materialen en componenten. |

*[Aspect X] heeft mijns inziens een **matig/gemiddelde/sterke** invloed op de transitie naar een circulaire economie.*

*TOEVOEGEN **LEVENSDUUR** - Economische levensduur versus technische levensduur. Producten worden vaak snel afgeschreven terwijl ze daarna nog goed zijn. (bijv. bus wordt na 4 jaar afgeschreven bij de gemeente, waarna we nieuwe aanschaffen)*

Voor

De aspecten **recycling, flexibiliteit en aanpasbaarheid, en vrijkomende materialen (hoogwaardig hergebruik)** hebben wij geselecteerd om verder uit te werken voor inpassing in de Bepalingsmethode. De volgende criteria houden verband met deze aspecten:

- impact op circulaire economie;
- onderscheidend vermogen binnen MKI;
- wet- en regelgeving;
- BPKV-criteria.

8 Kunt u aangeven hoe u denkt dat elk van deze aspecten scoort op bovenstaande criteria? Geef voor per aspect aan of deze **matig/gemiddeld/sterk bijdraagt aan het criterium**.

9 Ervaart u belemmeringen om de aspecten van circulariteit in te passen in bovenstaande **criteria?**

Ik zie voornamelijk kansen. Op de inhoud zijn deze er volgens mij niet.

Wel geldt het dat bestaande systemen aan de kaak worden gesteld. Het gaat om nieuwe samenwerkingen, andere contracten, andere logistieke ketens.

Er is behoefte aan data van al deze ketens, waar zitten materiaalstromen? Transparantie is benodigd.

Hier loop je wel tegenaan. Als je circulair wilt bouwen, dan moet het aanbod er ook wel zijn.

Belemmering is wel dat vraag en aanbod daarom lastig aan elkaar. Dat ook transparant.

Hier is data beschikbaarheid en transparantie benodigd. Denk aan materialenpaspoorten (open toegankelijk).

Het lijkt me dat er weinig belemmeringen zijn. Marktpartijen zeggen stel maar eisen en daag ons maar uit, want bedrijven zijn vaak verder dan overheden zich realiseren. Innovatieve aanbestedingen met partnerships

Ook in circulair gebouw, heeft een hogere WOZ waarde dan een traditioneel gebouw. Hier moet de overheid een rol in spelen om een prikkel te geven op juiste financiële prikkel om circulaire gebouwen te bouwen.

Afsluiting

10 Heeft u nog aanvullingen of opmerkingen?

Het vervolg van dit onderzoek bestaat uit:

- het opstellen van een afwegingskader van aspecten van circulariteit;
- het toetsen van dit afwegingskader tijdens een expertmeeting;
- het formuleren van de bandbreedte waarbinnen de aspecten van circulariteit toegepast kunnen worden in de Bepalingsmethode;
- het toetsen van deze bandbreedte op voorbeeldprojecten (gebouwen en GWW-werken).

We betrekken u graag bij het vervolg van dit onderzoek. Voor de expertmeeting, welke in maart 2019 plaatsvindt, nodigen we u graag uit. Bij het formuleren van de bandbreedtes zouden we u ook graag benaderen voor een schriftelijke reactie op ons voorstel.



BIJLAGE: VERSLAG EXPERT MEETING

VERSLAG

Onderwerp	Verslag expert meeting circulaire indicatoren	
Project	Verbetering om circulariteit van gebouw of bouwwerk tot uitdrukking te brengen	
Projectcode	112539	
Verslagnummer	19/02	
Datum overleg	4 maart 2019	
Plaats	Witteveen+Bos Amsterdam	
Referentie	112539/19-003.882	
Auteur(s)	ir. M. Schöffner	
Datum verslag	8 maart 2019	
Bijlage(n)	Presentatie 4 maart 2019	
Aanwezig	LBP SIGHT Gemeente Utrecht Gemeente Almere / Metropoolregio Amsterdam RVO NEN / CB'23 Metabolic Rijkswaterstaat Pré Consultants NVTB SBK Witteveen+Bos	Jeanette Levels Sara Rademaker Yolanda Musson Hans Korbee Suzanne Dietz Nico Schouten Evert Schut Anne Gaasbeek Niels Ruijter Piet van Luijk Wisse ten Bosch, Robin van der Plas, Maarten Schöffner
Afwezig	ProRail	Jeroen ter Meer
Kopie	-	

1 INLEIDING

In opdracht van de Stichting Bouwkwaliiteit (SBK) voeren de advies- en ingenieursbureaus Witteveen+Bos en LBP|SIGHT onderzoek uit met het doel indicator(en) te definiëren waarmee circulariteit van een gebouw of bouwwerk prestatiegericht tot uitdrukking kan worden gebracht. Onderdeel van dit onderzoek is een expert meeting, waarin de aanpak de voorziene oplossingsrichtingen besproken worden. Het doel van deze bijeenkomst is om de kennis binnen de sector over het meten van circulariteit optimaal te benutten, en draagvlak te creëren voor de uitkomsten van het onderzoek.

De bijeenkomst heeft de volgende agenda:

- 1 kennismaking;
- 2 toelichting proces en model;
- 3 discussie;
- 4 afsluiting en toelichting vervolg.

2 PROCES

Context van dit onderzoek

Dit onderzoek biedt via SBK input voor de uitwerking van het Uitvoeringsprogramma Circulaire Economie 2019-2023. Het onderzoek sluit aan bij de activiteiten van CB'23, het platform voor het formuleren van bouwsector-brede afspraken over circulair bouwen. De uitkomsten van dit onderzoek, die met name gericht zijn op de Bepalingsmethode Milieuprestatie van Gebouwen en GWW-werken, kunnen als input dienen voor het bredere doel van CB'23.

Onder de deelnemers aan de expert meeting zijn verschillende participanten van CB'23. Er wordt door hen toegelicht dat CB'23 de bouwwereld bij elkaar brengt om afspraken te maken, en om de neuzen dezelfde kant op te krijgen. CB'23 vult de doelstelling echter niet concreet zelf in, en stelt niet zelf regelgeving vast. Hierin vormt dit onderzoek een aanvulling, met als hoger doel dat circulariteit wordt opgenomen in het Bouwbesluit.

In dit onderzoek gebruiken we de definitie van de Transitieagenda Circulaire Bouweconomie voor circulair bouwen:

Circulair bouwen betekent het ontwikkelen, gebruiken en hergebruiken van gebouwen, gebieden en infrastructuur zonder natuurlijke hulpbronnen onnodig uit te putten, de leefomgeving te vervuilen en ecosystemen aan te tasten op een wijze die economisch verantwoord is en bijdraagt aan welzijn van mens en dier. Hier en daar, nu en later.

Indicatoren van circulariteit

Het huidige systeem van het bepalen van milieuprestaties bevat geen indicatoren voor circulariteit, maar wel informatie die relevant is voor circulariteit. Dit onderzoek werkt toe naar een model waarin indicatoren van circulariteit prestatiegericht tot uitdrukking komen. Dit model zal gebruik maken van de beschikbare in- en output van de Europese norm EN15804, en zal betrekking hebben op zowel de B&U als op de GWW.

Aspecten van circulariteit

Op basis van literatuuronderzoek zijn verschillende aspecten van circulariteit gedefinieerd. Daarvan worden de volgende aspecten met name relevant geacht voor circulaire indicatoren in de bouw:

- hoogwaardigheid van hergebruik in- en outputstromen;
- recycling;
- flexibiliteit en aanpasbaarheid;
- hoeveelheden per afvalstroom (eventueel).

Milieu-impact is in deze een effect van circulariteit.

Er wordt opgemerkt dat de interpretatie van milieu-impact niet overeen komt met de Transitieagenda, omdat operationele energie in de gebruiksfase niet wordt meegenomen. De impact van dit onderdeel is waarschijnlijk (veel) groter dan de milieu-impact door materiaalgebruik. In dit project is echter bewust gekozen om het onderscheid tussen twee stelsels, milieuprestatie volgens EN15804 en Bijna Energieneutrale Gebouwen (BENG), aan te houden, en enkel te richten op de eerste.

Er is overeenstemming onder de deelnemers dat een zo laag mogelijke milieu-impact het hogere doel is, waar ook circulariteit onder valt. Dat betekent ook dat de bovenstaande aspecten als functie van de MKI/MPG-waarde moeten worden geformuleerd. Zo wordt bijvoorbeeld voorkomen dat sturen op hoogwaardig hergebruik leidt tot keuzes met een hogere milieu-impact. Ten aanzien van flexibiliteit en aanpasbaarheid wordt opgemerkt dat dit aspect met name in de ontwerpfase van belang is.

Wat betreft het aspect 'primair en secundair materiaal' is er discussie. Er zijn namelijk fysiek slechts beperkte mogelijkheden om de behoefte aan secundair materiaal in te vullen. Dit wordt door iedereen beaamt, maar

het gaat in dit stadium nadrukkelijk niet om volledige uitwerkingen. Het gaat nu vooral om het identificeren van indicatoren. Dit behoeft wel aandacht in de vervolgfase.

3 MODEL

De aanzet voor een model om circulariteit te meten in de context van de Bepalingsmethode wordt toegelicht. Op basis van drie stellingen wordt vervolgens gediscussieerd over de invulling van dit model.

De modulaire declaratie van de MKI/MPG maakt het mogelijk om circulariteit gericht te koppelen aan levenscyclusfasen. De aspecten 'hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen', 'recycling' en 'hoeveelheden per afvalstroom' kunnen kwantitatief worden uitgedrukt als functie van de MKI/MPG-waarde. De aspecten 'adaptief vermogen' en 'demontabiliteit' zijn lastiger kwantitatief te maken, daarvoor verwijst het model naar bestaande indicatoren van respectievelijk ALBA Concepts en Brink.

Discussie over model

Er wordt opgemerkt dat demontabiliteit en flexibiliteit zou moeten landen in module D. De optie om de mate van circulariteit, naast als functie van de MKI/MPG, tevens uit te drukken in een massabalans, wordt door de deelnemers niet onderschreven.

Er wordt opgemerkt dat het model niet de complete definitie van circulair bouwen, zoals omschreven in de Transitieagenda, dekt. De aspecten biodiversiteit, sociale aspecten en operationele energie ontbreken in dit model. De waarde en restwaarde van materialen en elementen worden hier ook niet meegenomen. De aanwezigheid van een materialenpaspoort zou ook een indicator kunnen zijn. Voor milieueffecten, zoals biodiversiteit en landgebruik sluiten we aan bij de EN 15804. Energie in de gebruiksfase zullen we aan het model toevoegen.

Circulaire indicatoren

De deelnemers zijn het erover eens dat we circulariteit in aanbestedingen het beste als functie van de milieu-impact kunnen uitdrukken. De MKI/MPG-waarde is robuust, dit model zou een verrijking ervan moeten zijn, en gemakkelijk te begrijpen. Daarnaast is het wenselijk om op circulariteit te sturen in duurzaam ontwerpen, in een meer kwalitatieve zin.

Er wordt opgemerkt dat gebrek aan kennis bij een breder publiek een barrière is in het verspreiden van deze aanpak. Met name MKI-waarde en CO₂-uitstoot zijn goed uit te leggen, circulariteit is alweer ingewikkelder. De grote impact ligt op de schaal van de regio. Er is een gat tussen deze constatering en de aanpak van dit model.

Over de stelling dat we circulariteit moeten uitdrukken in één getal zijn de deelnemers eensgezind, tegen. Circulariteit moet een herkenbare plek krijgen in de MKI/MPG, en modulaire informatie moet behouden blijven. We zouden wel toe moeten naar een representatieve scoring van circulariteit. Om te bepalen wat een goede bandbreedte hiervoor is, wordt het model gekalibreerd met behulp van praktijkcasussen. De casussen kunnen aansluiten bij de casussen die bij CB'23 worden uitgewerkt.

I

BIJLAGE: PRESENTATIE 4 MAART 2019

4 maart 2019

Circulaire Indicatoren in bouw en GWW – Expert Meeting

Stichting Bouwkwaliteit, LBP|SIGHT en Witteveen+ Bos

Maarten Schäffner

Wisse ten Bosch

Jeanette Levels

AGENDA

1. Kennismaking
2. Doelen van het project
3. Proces

PAUZE

4. Model
5. Discussie
6. Afsluiting en vervolg

KENNISMAKING

1. Organisatie en functie
2. Wat is uw relatie/affiniteit met circulariteit en het meten daarvan?

DOEL

DOEL van het project

DOEL van deze middag

DOEL

PLATFORM
CB'23

Uitvoeringagenda
Circulaire Economie
2019 - 2013

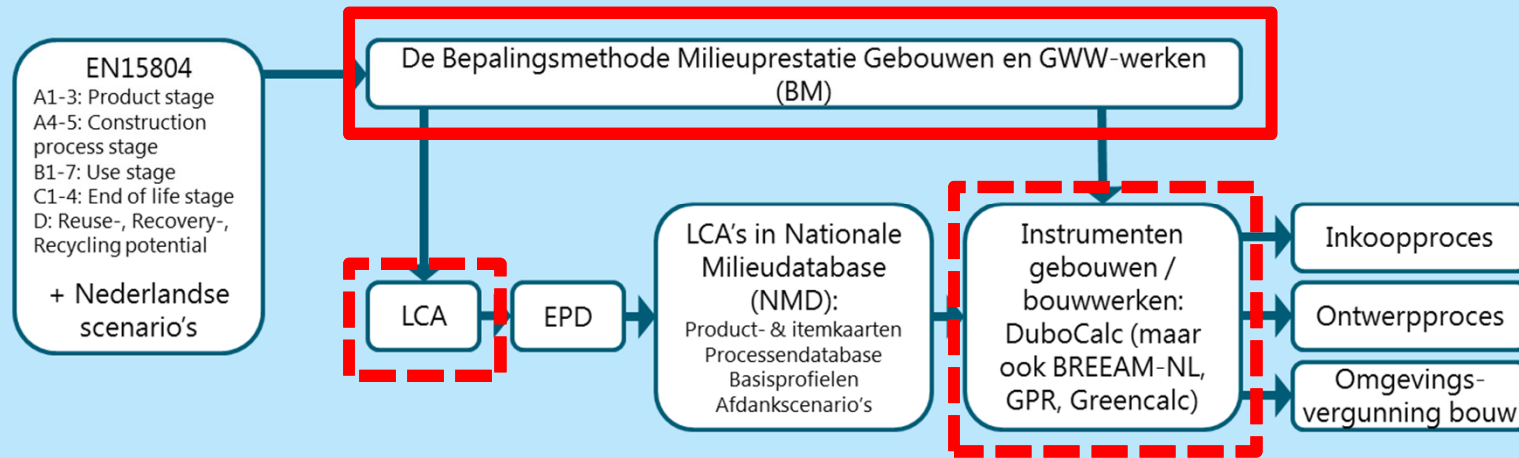


PROCES



PROCES

Het systeem [SBK, 2019 en EN15804]



INTERVIEWS

Partijen:

- RVO
- NVTB
- Gemeente Almere
- Universiteit Twente
- Copper8
- Van Wijnen

ASPECTEN VAN CIRCULARITEIT

- milieu-impact van bouwwerk, bouwmaterialen en gebouwinstallaties;
- materiaalefficiency in relatie tot functie(s);
- input primair en secundair materiaal;
- hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen;
- gebruik hernieuwbare inputstromen;
- flexibiliteit en aanpasbaarheid;
- hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen;
- hoeveelheden per afvalstroom;
- toxiciteit van materialen en componenten.

RESULTATEN INTERVIEWS

- Milieu-impact is een effect van Circulariteit → MKI/MPG leidend in Milieu-impact
- Bepalingsmethode 3.0, januari 2019, nog niet altijd inhoudelijk goed bekend
- Belang van aspecten hangt af van functie gebouw/bouwwerk
 - bijvoorbeeld: flexibiliteit niet altijd nodig
- Essentiële thema's:
 - Hoogwaardig hergebruik
 - Flexibiliteit en aanpasbaarheid

ASPECTEN VAN CIRCULARITEIT

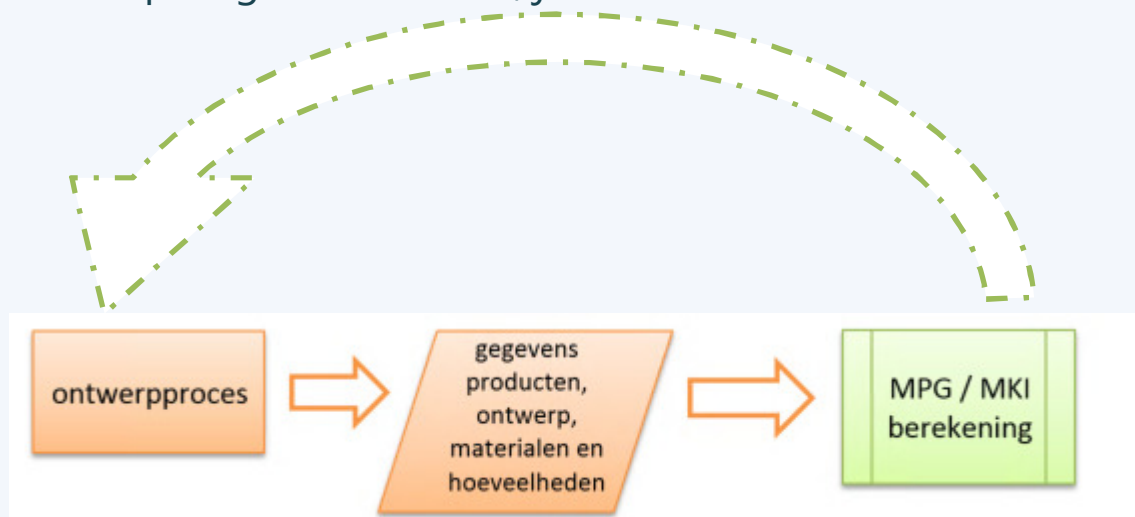
- milieu-impact van bouwwerk, bouwmaterialen en gebouwinstallaties;
- materiaalefficiency in relatie tot functie(s);
- input primair en secundair materiaal;
- **hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen;**
- **gebruik hernieuwbare inputstromen;**
- **flexibiliteit en aanpasbaarheid;**
- **hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen;**
- hoeveelheden per afvalstroom;
- toxiciteit van materialen en componenten.

RESULTATEN INTERVIEWS

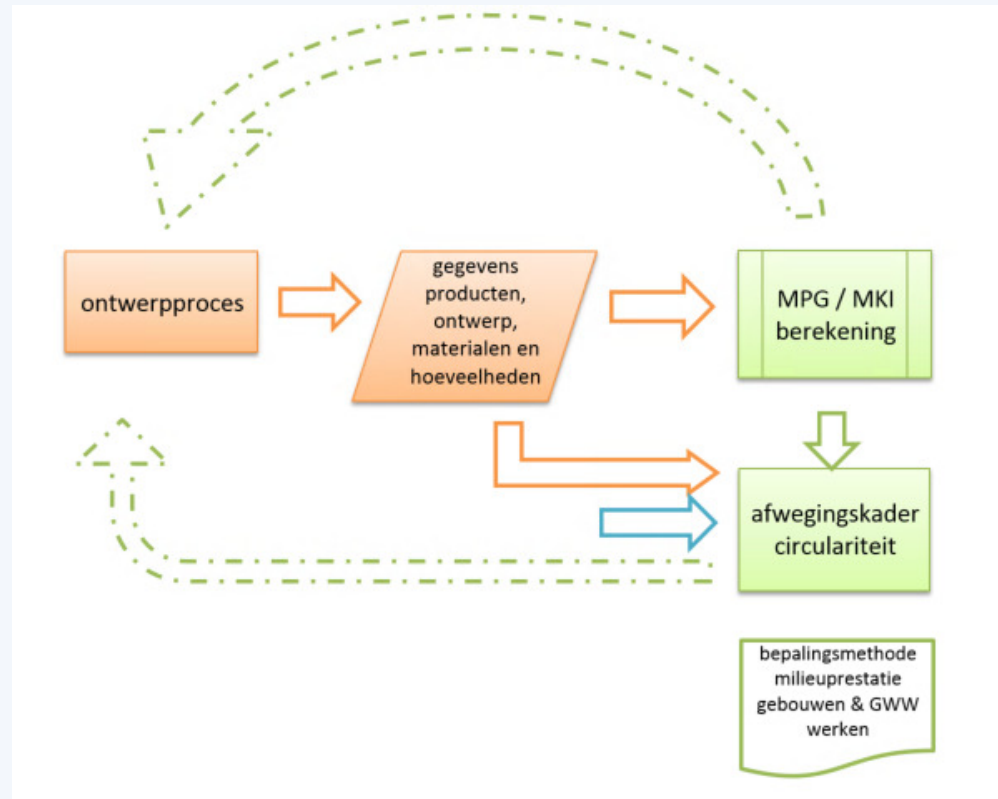
- Milieu-impact is een effect van Circulariteit → MKI/MPG leidend in Milieu-impact
- Bepalingsmethode 3.0, januari 2019, nog niet altijd inhoudelijk goed bekend
- Belang van aspecten hangt af van functie gebouw/bouwwerk
 - bijvoorbeeld: flexibiliteit niet altijd nodig
- Essentiële thema's:
 - Hoogwaardig hergebruik
 - Flexibiliteit en aanpasbaarheid (inc. levensduur)

MODEL

Uitgangspunt is bepalingmethode 3.0, januari 2019



MODEL



MODEL

Toelichting per pagina (handout)

MODEL

Indicatoren afwegingskader	score	
MPG / MKI	1	
MPG / MKI Module A (productie materialen en brandstoffen)	0,8	
MPG / MKI Module B (gebruiksfase)	0,1	
MPG / MKI Module C (afvalfase)	0,4	
MPG / MKI Module D (baten en lasten buiten systeem)	-0,3	
recycling en hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen	-0,000508475	
adaptief vermogen		
demontabelheid		
hoogwaardigheid van hergebruik in inpustromen	0,002	
hoeveelheden per afvalstroom	0,608333333	
Input - output balans	-0,378	
		wegingsfactor
mate van circulariteit	0,478	
recycling en hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen	0,49	1,00
hoogwaardigheid van hergebruik in inpustromen	0,33	1,00
hoeveelheden per afvalstroom? - afval per gebruikt product	0,61	1,00

Discussie

1. Wat vindt u van het model?
2. Implementatie aan de hand van stellingen

DISCUSSIE

STELLING 1

We kunnen circulariteit meten met de informatie die we nu al verzamelen voor LCA's/EPD's. We moeten aspecten van circulariteit alleen uitlichten.

DISCUSSIE

STELLING 2

Circulariteit moet een verbijzondering worden van de MKI/MPG-waarde, zodat het een integraal onderdeel wordt van duurzaamheidsafwegingen.

DISCUSSIE

STELLING 3

We moeten circulariteit uitdrukken in één getal. Daarom moeten we een weging toekennen aan alle relevante aspecten.

AFSLUITING

Vervolg

- Model uitwerken o.b.v. input
 - Model toetsen op praktijkcasussen
 - Bandbreedte bepalen
- Resultaat is via SBK voor het ministerie van BZK input voor uitwerking binnen het Uitvoeringsprogramma Circulaire Economie 2019 - 2023

AFSLUITING

DANK VOOR UW KOMST!



www.witteveenbos.com

Maarten Schöffner

Groepsleider CO2-Gestuurd Ontwerpen & Circulaire Economie

Maarten.schaffner@witteveenbos.com

Tel: 06 10 26 64 46

IV

BIJLAGE: MATERIAALSTATEN REFERENTIE GEBOUWEN EN GWW-WERKEN

1.01 Woning, tussen, small (hellend dak) - electric

MPG-score: 0,49

Bouwdeel(hoofd)element	Product (NMD2.3)	Aantal	MKI	Bijdrage
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, C20/25,CEMIII; incl.wapening+eps[350 ,470]	19,4 m	0,0095	1,9%
Funderingspalen	Heipaal; beton, prefab; AB-FAB[250 ,250]	55,7 m	0,0101	2,0%
Vloeren			0,0984	20,0%
Vloeren, begane grond			0,0301	6,1%
Vloeren, vrijdragend	Ribbenvloer; beton prefab; incl. isolatie,Rc:4.0; AB-FAB	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	2,0%
Afwerkklagen	Keramische tegels; geglaazuurd/cement[13]	1 m2	0,0003	0,1%
Vloeren, verdieping			0,0683	13,9%
Vloeren	Breedplaat, excl. druklaag, 60mm; prefab beton; AB-FAB	81,1 m2	0,0193	3,9%
Vloeren	Betonhuis; druklaag breedplaatvloer; betonmortel C20/25,CEMIII; incl. wapening[190]	81,1 m2	0,0268	5,4%
Dekvloeren	Zandcement[60]	75,8 m2	0,0185	3,8%
Afwerkklagen, vloer	Keramische tegels; geglaazuurd/cement[13]	5,7 m2	0,0016	0,3%
Afwerkklagen, plafond	Sputpleister[3]	75,8 m2	0,0021	0,4%
Vloeren, balkon- en galerij			0,0000	0,0%
Draagconstructie			0,0464	9,4%
Hoofddraagconstructies			0,0464	9,4%
Dragende wanden, massief	Beton, prefab, woningbouw; AB-FAB[100]	140,7 m2	0,0464	9,4%
Gevels			0,1063	21,6%
Gevels, dicht			0,0502	10,2%
Spouw wanden, buitenblad	Baksteen metselwerk[100]	50,5 m2	0,0284	5,8%
Spouw wanden, binnenblad, massief	Beton, prefab, woningbouw; AB-FAB[100]	45,4 m2	0,0150	3,0%
Isolatielagen	PUR/PIRschuim platen (pentaan geblazen); verzinkt stalen bevestiging[5]	47,9 m2	0,0069	1,4%
Gevels, open			0,0561	11,4%
Beglazing	Drievoudig glas; droog beglaasd[12]	13,6 m2	0,0239	4,9%
Stelkozijnen	Onverduurzaamd hout; geveerd	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 m2	0,0207	4,2%
Kozijnen	Az.loofh. (Meranti), kozijn+draaivalraam; geschilderd, h&s, duurz.bosb;NBVT	17,6 m2	0,0061	1,2%
Deuren	Houten stapeldorpel buitendeur; trop. loofhout, duurz. bosbeheer[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. isolatie, beplating; duurz. bosb	70,6 m2	0,0109	2,2%
Isolatielagen	EPS[3,5]	70,6 m2	0,0140	2,8%
Bedekkingen	Betonpan	70,6 m2	0,0202	4,1%
Verlaagde plafonds, bekledingen en roosters	Spaanplaat (incl. regelwerk)	62,4 m2	0,0054	1,1%
Dakopeningen			0,0006	0,1%
Dakramen	Meranti; geschilderd, acryl; duurzame bosbouw	1 stuks	0,0006	0,1%
Installaties			0,1424	28,9%
Warmtelevering			0,0236	4,8%
Warmtedistributiesystemen	Polyetheen/polybuteen; cv-leidingen; incl. koppelingen + verdeling	110,1 m2gbo	0,0069	1,4%
Warmteafgiftesystemen	Vloerverwarming 95 W/m2; leidingen:kunststof	110,1 m2gbo	0,0039	0,8%
Warmeopwekkingsinstallaties W-bouw	Warmtepomp bodem 5 kW; incl. aardsondes:polyetheen	1 stuks	0,0127	2,6%
Elektrische installatie			0,1079	21,9%
Aarding	aarding woningen	110,1 m2gbo	0,0041	0,8%
Elektriciteitsleidingen	Geïsoleerde installatiedraad + mantelbuis:pvc	110,1 m2gbo	0,0027	0,5%
Elektriciteitsopwekkingsystemen	PV,mono-Si; hellend dak; incl. inverter+kabels	4,5 m2	0,0675	13,7%
Elektriciteitslevering, extern	Netstroom; NL-mix, 1 kWh (forfaitair)	1614,1 kWh	0,0336	6,8%
Koudelevering			0,0020	0,4%
Koudeafgiftesystemen	Vloerkoeling / wandkoeling; extra materiaal t.b.v. distributienet	110,1 m2GBO	0,0020	0,4%
Luchtbehandeling			0,0054	1,1%
Luchtdistributiesystemen	VLA Ventilatiesysteem, type C; W-bouw, individueel	110,1 m2gbo	0,0054	1,1%
Water- en gasdistributie			0,0007	0,1%
Waterleidingen	Koper (leiding +mantelbuis)	110,1 m2gbo	0,0007	0,1%
Afvoeren			0,0028	0,6%
Buitenrioleringen	Pvc; gerecycled; leiding	110,1 m2gbo	0,0006	0,1%
Binnenrioleringen	Pvc; gerecycled; leiding	110,1 m2gbo	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	3,0%
Niet dragende wanden, systeem	Gipskartonplaat systeemwand 100mm, enkel beplaat met isolatie (NBVG)	10,2 m2	0,0009	0,2%
Niet dragende wanden, massief	Gipsblokken, normale dichtheid (NBVG)[70]	36,1 m2	0,0048	1,0%
Niet dragende wanden, massief	Gipsblokken, hoge dichtheid (NBVG)[70]	17,4 m2	0,0033	0,7%
Afwerkklagen	Keramische tegels; geglaazuurd/gelijmd	23,9 m2	0,0039	0,8%
Niet dragende wanden, massief	Gipsblokken, hoge dichtheid (NBVG)[100]	7,7 m2	0,0021	0,4%
Binnenwandopeningen			0,0058	1,2%
Binnenkozijnen	Stalen binnendeurkozijn met bovenlicht (Andusta, Berkvens, Theuma)	19,9 m2	0,0028	0,6%
Binnendorpels	Kunststeen[20]	1,8 m	0,0007	0,1%
Binnendeuren	Houten vlakke binnendeur; honingraat, duurz. bosbeheer[2315 ,954]	8 stuks	0,0024	0,5%
Trappen en liften			0,0020	0,4%
Interne trappen	Europees loofhout; geschilderd, acryl; duurzame bosbouw	2 stuks	0,0008	0,2%
Balustrades	Europees loofhout; spijlen; duurzame bosbouw	5,1 m	0,0004	0,1%
Leuningen	Europees loofhout; duurzame bosbouw[60]	10,4 m	0,0007	0,2%
Vaste voorzieningen			0,0042	0,9%
Toiletten	Wandcloset + fontein, porselein; incl. kunststof reservoir	2 stuks	0,0009	0,2%
Wasvoorzieningen	Keramiek; wastafel	2 stuks	0,0003	0,1%
Douchevoorzieningen	Inloopdouche, gipsblokken+tegels; incl. rvs afvoergoot	1 stuks	0,0031	0,6%
Terreinvoorzieningen			0,0000	0,0%

2.01 Woning, tussen, medium (plat dak) - electric				MPG-score:	0,78
Bouwdeel/(hoofd)element	Product (NMD2.3)	Aantal	MKI	Bijdrage	
Fundering			0,0361	4,6%	
Bodemvoorzieningen			0.0026	0.3%	
Bodemafsluitingen	Zand[100]	70 m2	0.0026	0.3%	
Fundering			0.0336	4.3%	
Funderingsbalken	Betonhuis; beton, in het werk gestort, C20/25,CEMIII; incl.wapening+eps[350 ,470]	24 m	0.0163	2.1%	
Funderingspalen	Heipaal; beton, prefab; AB-FAB[250 ,250]	68.9 m	0.0173	2.2%	
Vloeren			0,0962	12,3%	
Vloeren, begane grond			0.0648	8.3%	
Vloeren, vrijdragend	Ribbenvloer; beton prefab; incl. isolatie,Rc:4.0; AB-FAB	63.5 m2	0.0362	4.6%	
Isolatielagen	EPS[2]	63.5 m2	0.0078	1.0%	
Dekvloeren	Zandcement[60]	60.3 m2	0.0204	2.6%	
Afwerkklagen	Keramische tegels; geglazuurd/cement[13]	1 m2	0.0004	0.0%	
Vloeren, verdieping			0.0314	4.0%	
Vloeren	Breedplaat, excl. druklaag, 60mm; prefab beton; AB-FAB	26.1 m2	0.0086	1.1%	
Vloeren	Betonhuis; druklaag breedplaatvloer; betonmortel C20/25,CEMIII; incl. wapening[190]	26.1 m2	0.0120	1.5%	
Dekvloeren	Zandcement[60]	23.9 m2	0.0081	1.0%	
Afwerkklagen, vloer	Keramische tegels; geglazuurd/cement[13]	4.6 m2	0.0017	0.2%	
Afwerkklagen, plafond	Sputpleister[3]	23.9 m2	0.0009	0.1%	
Vloeren, balkon- en galerij			0.0000	0.0%	
Draagconstructie			0,0357	4,5%	
Hoofddraagconstructies			0.0357	4.5%	
Dragende wanden, massief	Beton, prefab, woningbouw; AB-FAB[100]	77.7 m2	0.0357	4.5%	
Gevels			0,1957	24,9%	
Gevels, dicht			0.1063	13.5%	
Spouw wanden, buitenblad	Baksteen metselwerk[100]	75.3 m2	0.0588	7.5%	
Spouw wanden, binnenblad, massief	Beton, prefab, woningbouw; AB-FAB[100]	67.8 m2	0.0311	4.0%	
Isolatielagen	PUR/PIRSchuim platen (pentaan geblazen); verzinkt stalen bevestiging[7]	71.5 m2	0.0163	2.1%	
Gevels, open			0.0895	11.4%	
Beglazing	Drievoudig glas; droog beglaasd[12]	15.8 m2	0.0386	4.9%	
Stelkozijnen	Onverduurzaamd hout; geveerd	9 stuks	0.0003	0.0%	
Lataien	Staal: L-ongelijkzijdig 50x30[50]	11.1 m	0.0001	0.0%	
Vensterbanken	Vensterbank - gegoten composietsteen[200]	6.2 m	0.0018	0.2%	
Waterslagen	Beton[165 ,58]	11.1 m	0.0008	0.1%	
Waterkeringen	EPDM; folie[50 ,1]	11.1 m	0.0006	0.1%	
Zonweringen	Solidscreen[85]	16.7 m2	0.0316	4.0%	
Kozijnen	Az.loofh. (Meranti), kozijn+draaivalraam; geschilderd, h&s, duurz.bosb;NBVT	19.9 m2	0.0096	1.2%	
Deuren	Houten stapeldorpel buitendeur; trop. loofhout, duurz. bosbeheer[2325 ,930]	3 stuks	0.0059	0.8%	
Daken			0,1390	17,7%	
Daken, plat			0.1390	17.7%	
Daken	Breedplaat, excl. druklaag, 60mm; prefab beton; AB-FAB	63.5 m2	0.0210	2.7%	
Daken	Betonhuis; druklaag breedplaatvloer; betonmortelC20/25,CEMIII; incl. wapening[190]	63.5 m2	0.0292	3.7%	
Isolatielagen	XPS[8]	63.5 m2	0.0712	9.1%	
Bedekkingen	EPDM, sbs cachering; verkleefd	63.5 m2	0.0150	1.9%	
Waterkeringen	EPDM aluminium versterkt[300 ,2.3]	1 m	0.0000	0.0%	
Afwerkklagen, plafond	Sputpleister[3]	63.5 m2	0.0025	0.3%	
Daken, hellend			0.0000	0.0%	
Dakopeningen			0.0000	0.0%	
Installaties			0,2523	32,1%	
Warmtelevering			0.0297	3.8%	
Warmtedistributiesystemen	Polyetheen/polybuteen; cv-leidingen; incl. koppelingen + verdeling	87.1 m2gbo	0.0076	1.0%	
Warmteafgiftesystemen	Vloerverwarming 95 W/m2; leidingen:kunststof	87.1 m2gbo	0.0043	0.5%	
Warmteopwekkingsinstallaties W-bouw	Warmtepomp bodem 5 kW; incl. aardsondes:polyetheen	1 stuks	0.0177	2.3%	
Elektrische installatie			0.2058	26.2%	
Aarding	aarding woningen	87.1 m2gbo	0.0045	0.6%	
Elektriciteitsleidingen	Geïsoleerde installatiedraad + mantelbuis:pvc	87.1 m2gbo	0.0030	0.4%	
Electriciteitslevering, extern	Netstroom; NL-mix, 1 kWh (forfaitair)	1244 kWh	0.0360	4.6%	
Elektriciteitsopwekkingsystemen	PV,mono-Si; plat dak; incl. inverter+steun+kabels	7.5 m2	0.1623	20.7%	
Koudelevering			0.0022	0.3%	
Koudeafgiftesystemen	Vloerkoeling / wandkoeling; extra materiaal t.b.v. distributienet	87.1 m2GBO	0.0022	0.3%	
Luchtbehandeling			0.0111	1.4%	
Luchtdistributiesystemen	VLA Ventilatiesysteem, type D met centrale wtW, W-bouw, individueel	87.1 m2gbo	0.0111	1.4%	
Water- en gasdistributie			0.0008	0.1%	
Waterleidingen	Koper (leiding +mantelbuis)	87.1 m2gbo	0.0008	0.1%	
Afvoeren			0.0027	0.3%	
Buitenrioleringen	Pvc; gerecycled; leiding	87.1 m2gbo	0.0007	0.1%	
Binnenrioleringen	Pvc; gerecycled; leiding	87.1 m2gbo	0.0014	0.2%	
Hemelwaterafvoeren	Pvc; gerecycled; diameter:80mm; d:1.8mm	12.6 m	0.0007	0.1%	
Inbouw			0,0298	3,8%	
Binnenwanden			0.0160	2.0%	
Niet dragende wanden, massief	Gipsblokken, normale dichtheid (NBVG)[70]	29.9 m2	0.0055	0.7%	
Niet dragende wanden, massief	Gipsblokken, hoge dichtheid (NBVG)[70]	13.9 m2	0.0037	0.5%	
Afwerkklagen	Keramische tegels; geglazuurd/gelijmd	19.8 m2	0.0045	0.6%	
Niet dragende wanden, massief	Gipsblokken, hoge dichtheid (NBVG)[100]	6.2 m2	0.0023	0.3%	
Binnenwandopeningen			0.0063	0.8%	
Binnenkozijnen	Stalen binnendeurkozijn met bovenlicht (Andusta, Berkvens, Theuma)	14.8 m2	0.0029	0.4%	
Binnendorpels	Kunststeen[20]	1.8 m	0.0010	0.1%	
Binnendeuren	Houten vlakke binnendeur; honingraat, duurz. bosbeheer[2315 ,954]	6 stuks	0.0025	0.3%	
Trappen en liften			0.0016	0.2%	
Interne trappen	Europees loofhout; geschilderd, acryl; duurzame bosbouw	1 stuks	0.0006	0.1%	
Balustrades	Europees loofhout; spijlen; duurzame bosbouw	4.3 m	0.0005	0.1%	
Leuningen	Europees loofhout; duurzame bosbouw[60]	5.2 m	0.0005	0.1%	
Vaste voorzieningen			0.0059	0.7%	
Toiletten	Wandcloset + fontein, porselein; incl. kunststof reservoir	2 stuks	0.0012	0.2%	
Wasvoorzieningen	Keramik; wastafel	2 stuks	0.0004	0.1%	
Douchevoorzieningen	Inloopdouche, gipsblokken+tegels; incl. rvs afvoergoot	1 stuks	0.0043	0.5%	
Terreinvoorzieningen			0.0000	0.0%	

3.01 Woning, hoek, medium - electric			MPG-score: 0,55	
Bouwdeel/(hoofd)element	Product (NMD2.3)	Aantal	MKI	Bijdrage
Fundering			0,0235	4,3%
Bodemvoorzieningen			0.0013	0.2%
Bodemafsluitingen	Zand[100]	59.9 m2	0.0013	0.2%
Fundering			0.0222	4.1%
Funderingsbalken	Betonhuis; beton, in het werk gestort, C20/25,CEMIII; incl.wapening+eps[350 ,470]	27.2 m	0.0108	2.0%
Funderingspalen	Heipaal; beton, prefab; AB-FAB[250 ,250]	78.1 m	0.0114	2.1%
Vloeren			0,0900	16,4%
Vloeren, begane grond			0.0274	5.0%
Vloeren, vrijdragend	Ribbenvloer; beton prefab; incl. isolatie,Rc:4.0; AB-FAB	47.5 m2	0.0158	2.9%
Isolatielagen	EPS[1]	47.5 m2	0.0017	0.3%
Dekvloeren	Zandcement[60]	48.7 m2	0.0096	1.8%
Afwerkklagen	Keramische tegels; geglazuurd/cement[13]	1 m2	0.0002	0.0%
Vloeren, verdieping			0.0626	11.4%
Vloeren	Breedplaat, excl. druklaag, 60mm; prefab beton; AB-FAB	89.3 m2	0.0172	3.1%
Vloeren	Betonhuis; druklaag breedplaatvloer; betonmortel C20/25,CEMIII; incl. wapening[190]	89.3 m2	0.0240	4.4%
Dekvloeren	Zandcement[60]	90.2 m2	0.0178	3.3%
Afwerkklagen, vloer	Keramische tegels; geglazuurd/cement[13]	6.8 m2	0.0015	0.3%
Afwerkklagen, plafond	Sputpleister[3]	90.2 m2	0.0020	0.4%
Vloeren, balkon- en galerij			0.0000	0.0%
Draagconstructie			0,0205	3,7%
Hoofddraagconstructies			0.0205	3.7%
Dragende wanden, massief	Beton, prefab, woningbouw; AB-FAB[100]	76.4 m2	0.0205	3.7%
Gevels			0,2023	37,0%
Gevels, dicht			0.1194	21.8%
Spouw wanden, buitenblad	Baksteen metselwerk[100]	145 m2	0.0661	12.1%
Spouw wanden, binnenblad, massief	Beton, prefab, woningbouw; AB-FAB[100]	130.5 m2	0.0349	6.4%
Isolatielagen	PUR/PIRSchuim platen (pentaan geblazen); verzinkt stalen bevestiging[7]	137.8 m2	0.0183	3.3%
Gevels, open			0.0830	15.2%
Beglazing	Drievoudig glas; droog beglaasd[12]	25.8 m2	0.0368	6.7%
Stelkozijnen	Onverduurzaamd hout; geverfd	12 stuks	0.0002	0.0%
Lataien	Staal: L-ongelijkzijdig 50x30[50]	16.8 m	0.0001	0.0%
Vensterbanken	Vensterbank - gegoten composietsteen[200]	9.2 m	0.0016	0.3%
Waterslagen	Beton[165 ,58]	16.8 m	0.0007	0.1%
Waterkeringen	EPDM; folie[50 ,1]	16.8 m	0.0006	0.1%
Zonweringen	Solidscreen[85]	27.9 m2	0.0308	5.6%
Kozijnen	Az.loofh. (Meranti), kozijn+draaivalraam; geschilderd, h&s, duurz.bosb;NBVT	31 m2	0.0087	1.6%
Deuren	Houten stapeldorpel buitendeur; trop. loofhout, duurz. bosbeheer[2325 ,930]	3 stuks	0.0035	0.6%
Daken			0,0499	9,1%
Daken, plat			0.0000	0.0%
Daken, hellend			0.0499	9.1%
Daken	Dakelement; hout, zelfdr, prefab, incl.isolatie,beplating; duurz. bosb	86.8 m2	0.0108	2.0%
Isolatielagen	EPS[3.5]	86.8 m2	0.0140	2.6%
Bedekkingen	Betonpan	86.8 m2	0.0201	3.7%
Verlaagde plafonds, bekledingen en roosters	Spaanplaat (incl. regelwerk)	70.7 m2	0.0050	0.9%
Dakopeningen			0.0000	0.0%
Installaties			0,1363	24,9%
Warmtelevering			0.0210	3.8%
Warmtedistributiesystemen	Polyetheen/polybuteen; cv-leidingen; incl. koppelingen + verdeling	133.3 m2gbo	0.0068	1.2%
Warmteafgiftesystemen	Vloerverwarming 95 W/m2; leidingen:kunststof	133.3 m2gbo	0.0038	0.7%
Warmteopwekkingsinstallaties W-bouw	Warmtepomp bodem 5 kW; incl. aardsondes:polyetheen	1 stuks	0.0103	1.9%
Elektrische installatie			0.1002	18.3%
Aarding	aarding woningen	133.3 m2gbo	0.0040	0.7%
Elektriciteitsleidingen	Geisoleerde installatiedraad + mantelbuis:pvc	133.3 m2gbo	0.0027	0.5%
Elektriciteitsopwekkingsystemen	PV,mono-Si; hellend dak; incl. inverter+kabels	5 m2	0.0609	11.1%
Elektriciteitslevering, extern	Netroom; NL-mix, 1 kWh (forfaitair)	1934 kWh	0.0326	6.0%
Koudelevering			0.0019	0.4%
Koudeafgiftesystemen	Vloerkoeling / wandkoeling; extra materiaal t.b.v. distributienet	133.3 m2GBO	0.0019	0.4%
Luchtbehandeling			0.0099	1.8%
Luchtdistributiesystemen	VLA Ventilatiesysteem, type D met centrale wtw; W-bouw, individueel	133.3 m2gbo	0.0099	1.8%
Water- en gasdistributie			0.0007	0.1%
Waterleidingen	Koper (leiding +mantelbuis)	133.3 m2gbo	0.0007	0.1%
Afvoeren			0.0026	0.5%
Buitenrioleringen	Pvc; gerecycled; leiding	133.3 m2gbo	0.0006	0.1%
Binnenrioleringen	Pvc; gerecycled; leiding	133.3 m2gbo	0.0012	0.2%
Dakgoten	DBM zinken dakgoot (bak, mast)	5.7 m	0.0002	0.0%
Hemelwaterafvoeren	Pvc; gerecycled; diameter:80mm; d:1.8mm	18 m	0.0006	0.1%
Inbouw			0,0251	4,6%
Binnenwanden			0.0143	2.6%
Niet dragende wanden, systeem	Gipskartonplaat systeemwand 100mm, enkel beplaat met isolatie (NBVG)	11.1 m2	0.0008	0.1%
Niet dragende wanden, massief	Gipsblokken, normale dichtheid (NBVG)[70]	42.3 m2	0.0045	0.8%
Niet dragende wanden, massief	Gipsblokken, hoge dichtheid (NBVG)[70]	20.8 m2	0.0032	0.6%
Afwerkklagen	Keramische tegels; geglazuurd/gelijmd	28 m2	0.0037	0.7%
Niet dragende wanden, massief	Gipsblokken, hoge dichtheid (NBVG)[100]	9.3 m2	0.0021	0.4%
Binnenwandopeningen			0.0058	1.1%
Binnenkozijnen	Stalen binnendeurkozijn met bovenlicht (Ardusta, Berkvens, Theuma)	24.9 m2	0.0028	0.5%
Binnendorpels	Kunststeen[20]	1.8 m	0.0006	0.1%
Binnendeuren	Houten vlakke binnendeur; honingraat, duurz. bosbeheer[2315 ,954]	10 stuks	0.0024	0.4%
Trappen en liften			0.0016	0.3%
Interne trappen	Europees loofhout; geschilderd, acryl; duurzame bosbouw	2 stuks	0.0007	0.1%
Balustrades	Europees loofhout; spijlen; duurzame bosbouw	5.1 m	0.0003	0.1%
Leuningen	Europees loofhout; duurzame bosbouw[60]	10.4 m	0.0006	0.1%
Vaste voorzieningen			0.0034	0.6%
Toiletten	Wandcloset + fontein, porselein; incl. kunststof reservoir	2 stuks	0.0007	0.1%
Wasvoorzieningen	Keramik; wastafel	2 stuks	0.0002	0.0%
Douchevoorzieningen	Inloopdouche, gipsblokken+tegels; incl. rvs afvoergoot	1 stuks	0.0025	0.5%
Terrainvoorzieningen			0.0000	0.0%

4.01 Woning, vrij - electric		MPG-score: 0,56		
Bouwdeel/(hoofd)element	Product (NMD2.3)	Aantal	MKI	Bijdrage
Fundering			0,0224	4,0%
Bodemvoorzieningen			0.0013	0.2%
Bodemafsluitingen	Zand[100]	88 m2	0.0013	0.2%
Fundering			0,0211	3,8%
Funderingsbalken	Betonhuis; beton, in het werk gestort, C20/25,CEMIII; incl.wapening+eps[350 ,470]	38 m	0.0102	1.8%
Funderingspalen	Heipaal; beton, prefab; AB-FAB[250 ,250]	109.1 m	0.0109	1.9%
Vloeren			0,0966	17,2%
Vloeren, begane grond			0.0306	5.4%
Vloeren, vrijdragend	Ribbenvloer; beton prefab; incl. isolatie,Rc:4.0; AB-FAB	75.5 m2	0.0171	3.0%
Isolatielagen	EPS[2]	75.5 m2	0.0037	0.7%
Dekvloeren	Zandcement[60]	71.3 m2	0.0096	1.7%
Afwerkklagen	Keramische tegels; geglaazuurd/cement[13]	1 m2	0.0002	0.0%
Vloeren, verdieping			0,0661	11,7%
Vloeren	Breedplaat, excl. druklaag, 60mm; prefab beton; AB-FAB	145.2 m2	0.0191	3.4%
Vloeren	Betonhuis; druklaag breedplaatvloer; betonmortel C20/25,CEMIII; incl. wapening[190]	145.2 m2	0.0266	4.7%
Dekvloeren	Zandcement[60]	126.2 m2	0.0170	3.0%
Afwerkklagen, vloer	Keramische tegels; geglaazuurd/cement[13]	9.4 m2	0.0014	0.3%
Afwerkklagen, plafond	Spuilpleister[3]	126.2 m2	0.0020	0.3%
Vloeren, balkon- en galerij			0.0000	0.0%
Draagconstructie			0,0000	0,0%
Hoofdraagconstructies			0.0000	0.0%
Gevels			0,2315	41,1%
Gevels, dicht			0.1257	22.3%
Spouw wanden, buitenblad	Baksteen metselwerk[100]	220.7 m2	0.0686	12.2%
Spouw wanden, binnenblad, massief	Beton, prefab, woningbouw; AB-FAB[100]	198.6 m2	0.0363	6.4%
Isolatielagen	PUR/PIRSchuim platen (pentaan geblazen); verzinkt stalen bevestiging[7]	209.6 m2	0.0190	3.4%
Spouw wanden, binnenblad, systeem	Houten buitenwandelement, HSB prefab; incl. isolatie; duurz.bosbeheer	11.9 m2	0.0007	0.1%
Bekledingen	DBM Zinken gevel (fels, roeven, losange)	11.9 m2	0.0012	0.2%
Gevels, open			0,1058	18,8%
Beglazing	Drievoudig glas; droog beglaasd[12]	49 m2	0.0476	8.5%
Stelkozijnen	Onverduurzaamd hout; geverfd	22 stuks	0.0003	0.1%
Lateien	Staal; L-ongelijkzijdig 50x30[50]	29.8 m	0.0001	0.0%
Vensterbanken	Vensterbank - gegoten composietsteen[200]	20 m	0.0024	0.4%
Waterslagen	Beton[165 ,58]	29.8 m	0.0009	0.2%
Waterkeringen	EPDM; folie[50 ,1]	31.8 m	0.0007	0.1%
Zonweringen	Solidscreen[85]	51.8 m2	0.0390	6.9%
Kozijnen	Az.looft. (Meranti), kozijn+draaivalraam; geschilderd, h&s, duurz.bosb;NBvT	56.6 m2	0.0108	1.9%
Deuren	Houten stapeldorpel buitendeur; trop. loofhout, duurz. bosbeheer[2325 ,930]	5 stuks	0.0039	0.7%
Daken			0,0531	9,4%
Daken, plat			0.0061	1.1%
Daken	Europees naaldhouten balken met europees naaldhouten multiplex; duurzame bosbouw[283]	8.1 m2	0.0010	0.2%
Isolatielagen	XPS[9]	8.1 m2	0.0041	0.7%
Bedekkingen	EPDM, sbs cachering; verkleefd	8.1 m2	0.0008	0.1%
Waterkeringen	EPDM aluminium versterkt[300 ,2,3]	0.5 m	0.0000	0.0%
Verlaagde plafonds	Gipskartonplafond, dubbel raster, enkel beplaat zonder isolatie (NBVG)	6.4 m2	0.0002	0.0%
Afwerkklagen, plafond	Spuilpleister[3]	6.4 m2	0.0001	0.0%
Daken, hellend			0,0470	8,3%
Daken	Dakelement; hout, zelfdr, prefab, incl.isolatie,beplating; duurz. bosb	110.4 m2	0.0094	1.7%
Isolatielagen	EPS[4.5]	110.4 m2	0.0156	2.8%
Bedekkingen	Betonpan	110.4 m2	0.0175	3.1%
Verlaagde plafonds, bekledingen en roosters	Spaanplaat (incl. regelwerk)	93.7 m2	0.0045	0.8%
Dakopeningen			0.0000	0.0%
Installaties			0,1374	24,4%
Warmtelevering			0.0198	3.5%
Warmtedistributiesystemen	Polyethen/polybuteen; cv-leidingen; incl. koppelingen + verdeling	180.7 m2gbo	0.0063	1.1%
Warmteafgiftesystemen	Vloerverwarming 95 W/m2; leidingen;kunststof	180.7 m2gbo	0.0035	0.6%
Warmteopwekkingsinstallaties W-bouw	Warmtepomp lucht - water hybride 24 kW, CW5	1 stuks	0.0100	1.8%
Elektrische installatie			0.0950	16.9%
Aarding	aarding woningen	180.7 m2gbo	0.0037	0.7%
Elektricititsleidingen	Geisoleerde installatiedraad + mantelbuis.pvc	180.7 m2gbo	0.0025	0.4%
Elektricititsopwekkingsystemen	PV,mono-Si; hellend dak; incl. inverter+kabels	7 m2	0.0581	10.3%
Elektricititslevering, extern	Netstroom; NL-mix, 1 kWh (forfaltair)	2668 kWh	0.0307	5.5%
Koudelevering			0.0101	1.8%
Koudeafgiftesystemen	Vloerkoeling / wandkoeling; extra materiaal t.b.v. distributienet	180.7 m2GBO	0.0018	0.3%
Koudeopwekkingsinstallaties	Compressiekoelmachine	180.7 m2GBO	0.0083	1.5%
Luchtbehandeling			0.0092	1.6%
Luchtdistributiesystemen	VLA Ventilatiesysteem, type D met centrale wtw; W-bouw, individueel	180.7 m2gbo	0.0092	1.6%
Water- en gasdistributie			0.0007	0.1%
Waterleidingen	Koper (leiding +mantelbuis)	180.7 m2gbo	0.0007	0.1%
Afvoeren			0.0026	0.5%
Buitenrielingen	Pvc; gerecycled; leiding	180.7 m2gbo	0.0006	0.1%
Binnenrielingen	Pvc; gerecycled; leiding	180.7 m2gbo	0.0011	0.2%
Dakgoten	DBM zinken dakgoot (bak, mast)	19.1 m	0.0004	0.1%
Hemelwaterafvoeren	Pvc; gerecycled; diameter:80mm; d:1.8mm	24 m	0.0005	0.1%
Inbouw			0,0220	3,9%
Binnenwanden			0.0135	2.4%
Niet dragende wanden, systeem	Gipskartonplaat systeemwand 100mm, enkel beplaat met isolatie (NBVG)	17.5 m2	0.0008	0.1%
Niet dragende wanden, massief	Gipsblokken, normale dichtheid (NBVG)[70]	59.9 m2	0.0044	0.8%
Niet dragende wanden, massief	Gipsblokken, hoge dichtheid (NBVG)[70]	28.7 m2	0.0030	0.5%
Afwerkklagen	Keramische tegels; geglaazuurd/gelijmd	37.1 m2	0.0034	0.6%
Niet dragende wanden, massief	Gipsblokken, hoge dichtheid (NBVG)[100]	12.8 m2	0.0019	0.3%
Binnenwandopeningen			0,0050	0,9%
Binnenkozijnen	Stalen binnendeurkozijn met bovenlicht (Andusta, Berkvens, Theuma)	32.4 m2	0.0025	0.4%
Binnendorpels	Kunststeen[20]	1.8 m	0.0004	0.1%
Binnendeuren	Houten vlakke binnendeur; honingraat, duurz. bosbeheer[2315 ,954]	13 stuks	0.0021	0.4%
Trappen en liften			0.0011	0.2%
Interne trappen	Europees loofhout; geschilderd, acryl; duurzame bosbouw	2 stuks	0.0005	0.1%
Balustrades	Europees loofhout; spijlen; duurzame bosbouw	5.1 m	0.0002	0.0%
Leuningen	Europees loofhout; duurzame bosbouw[60]	10.4 m	0.0004	0.1%
Vaste voorzieningen			0.0023	0.4%
Toiletten	Wandcloset + fontein, porselein; incl. kunststof reservoir	2 stuks	0.0005	0.1%
Wasvoorzieningen	Keramik; wastafel	2 stuks	0.0002	0.0%
Douchevoorzieningen	Inloopdouche, gipsblokken+tegels; incl. rvs afvoergoot	1 stuks	0.0017	0.3%
Terreinvoorzieningen			0.0000	0.0%

5.01 Woonwagen - electric

MPG-score: 0,91

Bouwdeel/(hoofd)element	Product (NMD2.3)	Aantal	MKI	Bijdrage
Fundering			0,0000	0,0%
Bodemvoorzieningen			0.0000	0.0%
Fundering			0.0000	0.0%
Vloeren			0,0198	2,2%
Vloeren, begane grond			0.0198	2.2%
Vloeren, vrijdragend	Houten vloerelement, HSB prefab; met OSB-plaat; duurzaam bosbeheer	91.9 m2	0.0104	1.1%
Isolatielagen	Glaswol MWA 2012; platen; R-waarde:3.5[4]	91.9 m2	0.0078	0.9%
Afwerkklagen	Keramische tegels; ongeglazuurd/gelijmd	4 m2	0.0017	0.2%
Vloeren, verdieping			0.0000	0.0%
Vloeren, balkon- en galerij			0.0000	0.0%
Draagconstructie			0,0000	0,0%
Hoofddraagconstructies			0.0000	0.0%
Gevels			0,1695	18,6%
Gevels, dicht			0.0356	3.9%
Spouwwallen, binnenblad, systeem	HSB element; Europees naaldhouten multiplex en gipsplaat; duurzame bosbouw[160]	121.5 m2	0.0260	2.9%
Isolatielagen	Glaswol MWA 2012; platen; [3]	121.5 m2	0.0077	0.9%
Bekledingen	Europees loofhouten delen; onbehandeld ;duurzame bosbouw[16]	121.5 m2	0.0018	0.2%
Gevels, open			0.1339	14.7%
Beglazing	Drievoudig glas; droog beglaasd[16]	17.4 m2	0.0647	7.1%
Stelkozijnen	Onverduurzaamd hout; geverfd	10 stuks	0.0004	0.0%
Vensterbanken	Spaanplaat; plaat[30]	8.5 m	0.0131	1.4%
Waterslagen	Aluminium; gemoffeld[100 ,2]	8.5 m	0.0008	0.1%
Waterkeringen	EPDM; folie[50 ,1]	55.9 m	0.0037	0.4%
Zonweringen	Solidscreen[85]	17.4 m2	0.0376	4.1%
Kozijnen	Az.loofh. (Meranti), kozijn+draaivalraam; geschilderd, h&s, duurz.bosb;NBVT	20.8 m2	0.0114	1.3%
Deuren	Houten stapeldorpel buitendeur; trop. loofhout, duurz. bosbeheer[2325 ,930]	1 stuks	0.0023	0.2%
Daken			0,1900	20,9%
Daken, plat			0.0000	0.0%
Daken, hellend			0.1900	20.9%
Daken	Dakelement; hout, zelfdr. prefab, incl.isolatie.beplating; duurz. bosb	96.9 m2	0.0237	2.6%
Bedekkingen	EPDM shingles[6.4]	96.9 m2	0.1605	17.6%
Waterkeringen	EPDM; folie[50 ,1]	43 m	0.0058	0.6%
Dakopeningen			0.0000	0.0%
Installaties			0,4885	53,7%
Warmtelevering			0.0593	6.5%
Warmteopwekkingsinstallaties W-bouw	Warmtepomp lucht - water hybride 24 kW, CW5	1 stuks	0.0287	3.2%
Zonneboilersystemen	Individuele zonneboiler; collector+opslagvat (bij 2.7m2 collector)	2.4 m2	0.0173	1.9%
Warmteafgiftesystemen	Vloerverwarming 95 W/m2; leidingen:kunststof	85 m2gbo	0.0048	0.5%
Warmtedistributiesystemen	Polyethen/polybuteen; cv-leidingen; incl. koppelingen + verdeling	85 m2gbo	0.0085	0.9%
Elektrische installatie			0.4091	45.0%
Elektriciteitsleidingen	Geïsoleerde installatiedraad + mantelbuis:pvc	85 m2gbo	0.0033	0.4%
Elektriciteitsopwekkingsystemen	PV,mono-Si; hellend dak; incl. inverter+kabels	15 m2	0.3573	39.3%
Electriciteitslevering, extern	Netstroom; NL-mix, 1 kWh (forfaitair)	1318.6 kWh	0.0435	4.8%
Aarding	aarding woningen	85 m2gbo	0.0050	0.6%
Koudelevering			0.0000	0.0%
Luchtbehandeling			0.0124	1.4%
Luchtdistributiesystemen	VLA Ventilatiesysteem, type D met centrale wtw; W-bouw, individueel	85 m2gbo	0.0124	1.4%
Water- en gasdistributie			0.0009	0.1%
Waterleidingen	Koper (leiding +mantelbuis)	85 m2gbo	0.0009	0.1%
Afvoeren			0.0068	0.7%
Buitenrioleringen	Pvc; gerecycled; leiding	85 m2gbo	0.0008	0.1%
Binnenrioleringen	Pvc; gerecycled; leiding	85 m2gbo	0.0015	0.2%
Dakgoten	PVC; mastgoot	26.5 m	0.0040	0.4%
Hemelwaterafvoeren	Pvc; gerecycled; diameter:80mm; d:1.8mm	9.6 m	0.0006	0.1%
Inbouw			0,0420	4,6%
Binnenwanden			0.0322	3.5%
Niet dragende wanden, systeem	Gipskartonplaat systeemwand 100mm, enkel beplaat met isolatie (NBVG)	42.5 m2	0.0058	0.6%
Niet dragende wanden, systeem, bevestigingsprofiel	Stalen profiel[37 ,73.5]	28.4 m	0.0057	0.6%
Plinten	Europees naaldhout; duurzame bosbouw[12 ,55]	71.4 m	0.0006	0.1%
Afwerkklagen	Spuitleister[3]	303.5 m2	0.0135	1.5%
Afwerkklagen	Keramische tegels; geglazuurd/gelijmd	25.8 m2	0.0067	0.7%
Binnenwandopeningen			0.0040	0.4%
Binnenkozijnen	Hout; geschilderd:alkyd	7.2 m2	0.0007	0.1%
Binnendorpels	Kunststeen[20]	3 m	0.0018	0.2%
Binnendeuren	Houten vlakke binnendeur; honingraat, duurz. bosbeheer[2315 ,954]	3 stuks	0.0014	0.2%
Trappen en liften			0.0000	0.0%
Vaste voorzieningen			0.0058	0.6%
Toiletten	Wandcloset + fontein, porselein; incl. kunststof reservoir	1 stuks	0.0007	0.1%
Wasvoorzieningen	Keramik; wastafel	1 stuks	0.0002	0.0%
Douchevoorzieningen	Inloopdouche, gipsblokken+tegels; incl. rvs afvoergoot	1 stuks	0.0049	0.5%
Terreinvoorzieningen			0.0000	0.0%

6.01 Woongebouw, medium - electric

MPG-score: 0,76

Bouwdeel(hoofd)element	Product (NMD2.3)	Aantal	MKI	Bijdrage
Fundering			0,0131	1,7%
Bodemvoorzieningen			0.0005	0.1%
Grondaanvullingen	Zand	638 m3	0.0005	0.1%
Fundering			0,0127	1,7%
Funderingsbalken	Betonhuis; beton, in het werk gestort, C20/25,CEMIII; incl.wapening+eps[350 ,470]	220.7 m	0.0041	0.5%
Funderingspalen	Heipaal; beton, prefab; AB-FAB[350 ,350]	633.6 m	0.0086	1.1%
Vloeren			0,1242	16,4%
Vloeren, begane grond			0.0204	2.7%
Isolatielagen	EPS[3.5]	603.5 m2	0.0036	0.5%
Dekvloeren	Zandcement[60]	573.3 m2	0.0053	0.7%
Afwerkklagen	Keramische tegels; geglaazuurd/cement[13]	24.9 m2	0.0003	0.0%
Vloeren, op grondslag	Betonhuis; beton, in het werk gestort, C20/25,CEMIII; incl.wapening[280]	603.5 m2	0.0113	1.5%
Vloeren, verdieping			0,0932	12,3%
Vloeren	Breedplaat, excl. druklaag, 60mm; prefab beton; AB-FAB	2872.4 m2	0.0261	3.4%
Vloeren	Betonhuis; druklaag breedplaatvloer; betonmortel C20/25,CEMIII; incl. wapening[190]	2872.4 m2	0.0363	4.8%
Dekvloeren	Zandcement[60]	2728.8 m2	0.0254	3.4%
Afwerkklagen, vloer	Keramische tegels; geglaazuurd/cement[13]	249 m2	0.0026	0.3%
Afwerkklagen, plafond	Spuitleister[3]	2728.8 m2	0.0029	0.4%
Vloeren, balkon- en galerij			0.0106	1.4%
Vloeren	Beton, prefab; AB-FAB[250]	240 m2	0.0088	1.2%
Balustrades	Aluminium; geanodiseerd[1200]	240 m	0.0017	0.2%
Draagconstructie			0,0567	7,5%
Hoofddraagconstructies			0.0567	7.5%
Dragende wanden, massief	Beton, prefab, woningbouw; AB-FAB[250]	1800.4 m2	0.0567	7.5%
Gevels			0,1287	17,0%
Gevels, dicht			0.0499	6.6%
Spouwwallen, buitenblad	Baksteenmetselwerk[100]	1320.3 m2	0.0283	3.7%
Spouwwallen, binnenblad, massief	Beton, prefab, woningbouw; AB-FAB[100]	1188.2 m2	0.0150	2.0%
Isolatielagen	PUR/PIRschuim platen (pentaan geblazen); verzinkt stalen bevestiging[4.5]	1254.2 m2	0.0066	0.9%
Gevels, open			0.0788	10.4%
Beglazing	Drievoudig glas; droog beglaasd[12]	538.3 m2	0.0361	4.8%
Stelkozijnen	Onverduurzaamd hout; geveerd	148 stuks	0.0001	0.0%
Lateien	Staal; L-ongelijkzijdig 50x30[50]	316.6 m	0.0001	0.0%
Vensterbanken	Vensterbank - gegoten composietsteen[200]	140 m	0.0011	0.2%
Waterslagen	Beton[165 ,58]	316.6 m	0.0006	0.1%
Waterkeringen	EPDM; folie[50 ,1]	316.6 m	0.0005	0.1%
Zonweringen	Solidscreen[85]	583.3 m2	0.0303	4.0%
Kozijnen	Az.loofh. (Meranti), kozijn+draaivalraam; geschilderd, h&s, duurz.bosb.NBvT	556.7 m2	0.0073	1.0%
Deuren	Houten stapeldorpel buitendeur; trop. loofhout, duurz. bosbeheer[2325 ,930]	48 stuks	0.0026	0.3%
Daken			0,0313	4,1%
Daken, plat			0.0313	4.1%
Daken	Breedplaat, excl. druklaag, 60mm; prefab beton; AB-FAB	603.5 m2	0.0055	0.7%
Daken	Betonhuis; druklaag breedplaatvloer; betonmortel C20/25,CEMIII; incl. wapening[190]	603.5 m2	0.0076	1.0%
Isolatielagen	XPS[6]	597.8 m2	0.0137	1.8%
Bedekkingen	EPDM, sbs cachering; verkleefd	597.8 m2	0.0039	0.5%
Waterkeringen	EPDM aluminium versterkt[300 ,2.3]	10 m	0.0000	0.0%
Afwerkklagen, plafond	Spuitleister[3]	597.8 m2	0.0006	0.1%
Daken, hellend			0.0000	0.0%
Dakopeningen			0.0000	0.0%
Installaties			0,3576	47,3%
Warmtelevering			0.0275	3.6%
Warmte distributiesystemen	Polyethen/polybuteen; cv-leidingen; incl. koppelingen + verdeling	3036.3 m2gbo	0.0073	1.0%
Warmte afgiftesystemen	Vloerverwarming 95 W/m2; leidingen:kunststof	3036.3 m2gbo	0.0041	0.5%
Warmtepompwkkingsinstallaties W-bouw	Warmtepomp bodem 5 kW; incl. aardsondes:polyethen	33 stuks	0.0160	2.1%
Elektrische installatie			0,3144	41,6%
Aarding	aarding woningen	3217.6 m2gbo	0.0046	0.6%
Electriciteitsleidingen	Geisoleerde installatiedraad + mantelbuis:pvc	3217.6 m2gbo	0.0030	0.4%
Electriciteitslevering, extern	Netstroom; NL-mix, 1 kWh (forfaitair)	44860 kWh	0.0356	4.7%
Electriciteitsopwekkingsystemen	PV, mono-Si; plat dak; incl. inverter+steun+kabels	440 m2	0.2612	34.5%
Verlichting	Armatuur & lampen, LED-120 cm	665 m2gbo	0.0100	1.3%
Koudelevering			0.0021	0.3%
Koude afgiftesystemen	Vloerkoeling / wandkoeling; extra materiaal t.b.v. distributienet	1036.3 m2GBO	0.0021	0.3%
Luchtbehandeling			0,0106	1,4%
Lucht distributiesystemen	VLA Ventilatiesysteem, type D met centrale wtw; W-bouw, individueel	3036.3 m2gbo	0.0106	1.4%
Water- en gasdistributie			0.0008	0.1%
Waterleidingen	Koper (leiding +mantelbuis)	3036.3 m2gbo	0.0008	0.1%
Afvoeren			0.0022	0.3%
Buitenrioleringen	Pvc; gerecycled; leiding	3036.3 m2gbo	0.0007	0.1%
Binnenrioleringen	Pvc; gerecycled; leiding	3036.3 m2gbo	0.0013	0.2%
Hemelwaterafvoeren	Pvc; gerecycled; diameter:80mm; d:1.8mm	180 m	0.0003	0.0%
Inbouw			0,0448	5,9%
Binnenwanden			0.0247	3.3%
Niet dragende wanden, massief	Gipsblokken, normale dichtheid (NBVG)[70]	3384 m2	0.0171	2.3%
Afwerkklagen	Keramische tegels; geglaazuurd/gelijmd	877.1 m2	0.0055	0.7%
Niet dragende wanden, massief	Kalkzandsteen elementen[100]	371.3 m2	0.0021	0.3%
Binnenwandopeningen			0,0109	1,4%
Binnenkozijnen	Stalen binnendeurkozijn met bovenlicht (Andusta, Berkvens, Theuma)	807.9 m2	0.0043	0.6%
Binnendorpels	Kunststeen[20]	133.4 m	0.0020	0.3%
Binnenkozijnen	Hout; geschilderd:alkyd	173.9 m2	0.0004	0.1%
Binnendeuren	Hout; geschilderd:alkyd	74 stuks	0.0009	0.1%
Binnendeuren	Houten vlakke binnendeur; honingraat, duurz. bosbeheer[2315 ,954]	297 stuks	0.0034	0.4%
Trappen en liften			0,0039	0,5%
Centrale trappen	Prefab beton; h:2.7.b:1.1m; incl. bordes	5 stuks	0.0008	0.1%
Balustrades	Aluminium; geanodiseerd[1200]	1.2 m	0.0000	0.0%
Leuningen	Aluminium[60]	26 m	0.0001	0.0%
Liftcabines	Staal; personenlift; gemoffeld	1 stuks	0.0005	0.1%
Liftinstallaties	Staal; hefconstructie+contragewicht; 1 bouwlaag	6 stuks	0.0025	0.3%
Vaste voorzieningen			0,0053	0,7%
Toiletten	Wandcloset + fontein, porselein; incl. kunststof reservoir	66 stuks	0.0011	0.1%
Wasvoorzieningen	Keramik; wastafel	66 stuks	0.0004	0.0%
Douchevoorzieningen	Inloopdouche, gipsblokken+tegels; incl. rvs afvoergoot	33 stuks	0.0039	0.5%
Terreinvoorzieningen			0.0000	0.0%

7.01 Woongebouw XL - electric			MPG-score: 0,66	
Bouwdeel/(hoofd)element	Product (NMD2.3)	Aantal	MKI	Bijdrage
Fundering			0,0092	1,4%
Bodemvoorzieningen			0.0004	0.1%
Bodemafsluitingen	Zand[100]	2870.9 m2	0.0004	0.1%
Fundering			0.0088	1.3%
Funderingspalen	Heipaal; beton, prefab; AB-FAB[350 ,350]	3013 m	0.0060	0.9%
Isolatielagen	EPS platen[4.5]	62.8 m2	0.0001	0.0%
Funderingsbalken	Betonhuis; beton,in het werk gestort, C20/25,CEMIII; incl.wapening+eps[400 ,500]	753.3 m	0.0025	0.4%
Kelderwanden	Betonhuis; beton,in het werk gestort, C30/37,CEMIII; incl.wapening[250 ,1000]	62.8 m2	0.0002	0.0%
Vloeren			0,1084	16,4%
Vloeren, begane grond			0.0095	1.4%
Vloeren, op grondslag	Betonhuis; beton,in het werk gestort, C20/25,CEMIII; incl.wapening[250]	2870.9 m2	0.0070	1.1%
Isolatielagen	EPS[3.5]	2870.9 m2	0.0025	0.4%
Vloeren, verdieping			0.0980	14.8%
Vloeren	Breedplaat, excl. druklaag, 60mm; prefab beton; AB-FAB	24285.8 m2	0.0324	4.9%
Afwerklagen, vloer	Keramische tegels; ongeglazuurd/geelijmd	3624 m2	0.0053	0.8%
Dekvloeren	Anhydriet gietvloer, op 20mm polystyreen (NBVG)[70]	24285.8 m2	0.0149	2.2%
Verlaagde plafonds, bekledingen en roosters	Kunststofroosters[9]	302 m2	0.0002	0.0%
Vloeren	Betonhuis; druklaag breedplaatvloer; betonmortel C20/25,CEMIII; incl. wapening[190]	24285.8 m2	0.0451	6.8%
Vloeren, balkon- en galerij			0.0009	0.1%
Vloeren	Beton, prefab; AB-FAB[250]	173 m2	0.0009	0.1%
Draagconstructie			0,0067	1,0%
Hoofddraagconstructies			0.0067	1.0%
Dragende wanden, massief	Beton, prefab, woningbouw; AB-FAB[160]	2259.9 m2	0.0067	1.0%
Gevels			0,1361	20,5%
Gevels, dicht			0.0514	7.8%
Spouwwallen, buitenblad	Baksteen metselwerk[100]	7458.7 m2	0.0235	3.6%
Spouwwallen, binnenblad, massief	Beton, prefab, woningbouw; AB-FAB[160]	7458.7 m2	0.0221	3.3%
Isolatielagen	PUR/PIRschuim platen (pentaan geblazen); verzinkt stalen bevestiging[4.5]	7458.7 m2	0.0058	0.9%
Gevels, open			0.0847	12.8%
Kozijnen	Aluminium vast en/of draaiend, gecoat	3819 m2	0.0093	1.4%
Deuren	Aluminium, gecoat	9 m2	0.0000	0.0%
Beglazing	Driezijdig glas; droog beglaasd[16]	3195.5 m2	0.0420	6.3%
Stelkozijnen	Onverduurzaamd hout; geveerd	662 stuks	0.0001	0.0%
Lateien	Staal; L-ongelijkzijdig 50x30[50]	2000 m	0.0001	0.0%
Vensterbanken	Kunststeen; element[20]	2000 m	0.0065	1.0%
Waterslagen	Aluminium; gemoffeld[100 ,2]	2000 m	0.0006	0.1%
Waterkeringen	EPDM; folie[50 ,1]	6893.1 m	0.0016	0.2%
Zonweringen	Solidscreen[85]	3195.5 m2	0.0244	3.7%
Daken			0,0218	3,3%
Daken, plat			0.0218	3.3%
Daken	Breedplaat, excl. druklaag, 60mm; prefab beton; AB-FAB	2870.9 m2	0.0038	0.6%
Daken	Betonhuis; druklaag breedplaatvloer; betonmortelC20/25,CEMIII; incl. wapening[190]	2870.9 m2	0.0053	0.8%
Isolatielagen	XPS[6]	2870.9 m2	0.0097	1.5%
Bedekkingen	EPDM, sbs cacherings; verkleefd	2870.9 m2	0.0027	0.4%
Waterkeringen	EPDM; folie[50 ,1]	410 m	0.0002	0.0%
Daken, hellend			0.0000	0.0%
Dakopeningen			0.0000	0.0%
Installaties			0,2739	41,3%
Warmtelevering			0.0550	8.3%
Warmteopwekkingsinstallaties W-bouw	Warmtepomp bodem 5 kW; incl. aardsondes;polyetheen	604 stuks	0.0432	6.5%
Warmtedistributiesystemen	Polyetheen/polybuteen; cv-leidingen; incl. koppelingen + verdeling	21241 m2gbo	0.0075	1.1%
Warmteafgiftesystemen	Vloerverwarming 95 W/m2; leidingen:kunststof	21241 m2gbo	0.0042	0.6%
Elektrische installatie			0,2102	31,7%
Aarding	aarding woningen	21241 m2gbo	0.0044	0.7%
Verlichting	Armatuur & lampen, LED-120 cm	4000 m2gbo	0.0089	1.3%
Electriciteitsleidingen	Geisoleerde installatiedraad + mantelbus;pvc	21241 m2gbo	0.0029	0.4%
Electriciteitslevering, extern	Netstroom; NL-mix, 1 kWh (forfaitair)	313769 kWh	0.0367	5.5%
Electriciteitsopwekkingsystemen	PV,mono-Si; plat dak; incl. inverter+steun+kabels	1800 m2	0.1573	23.7%
Koudelevering			0.0000	0.0%
Luchtbehandeling			0.0059	0.9%
Luchtdistributiesystemen	VLA Ventilatiesysteem, type C; W-bouw, individueel	21241 m2gbo	0.0059	0.9%
Water- en gasdistributie			0.0008	0.1%
Waterleidingen	Koper (leiding +mantelbus)	21241 m2gbo	0.0008	0.1%
Afvoeren			0.0021	0.3%
Buitenrioleringen	Pvc; gerecycled; leiding	21241 m2gbo	0.0007	0.1%
Binnenrioleringen	Pvc; gerecycled; leiding	21241 m2gbo	0.0013	0.2%
Hemelwaterafvoeren	Pvc; gerecycled; diameter:80mm; d:1.8mm	306 m	0.0001	0.0%
Inbouw			0,1065	16,1%
Binnenwanden			0.0778	11.7%
Niet dragende wanden, massief	Gipsblokken, normale dichtheid (NBVG)[100]	11778 m2	0.0125	1.9%
Niet dragende wanden, massief	Gipsblokken, hoge dichtheid (NBVG)[70]	29233.6 m2	0.0312	4.7%
Plinten	MDF; duurzame bosbouw[12 ,55]	21000 m	0.0028	0.4%
Afwerklagen	Spuitleister[3]	93082.6 m2	0.0146	2.2%
Afwerklagen	Keramische tegels; geglaazuurd/geelijmd	18120 m2	0.0167	2.5%
Binnenwandopeningen			0,0127	1,9%
Binnenkozijnen	Stalen binnendeurkozijn met bovenlicht (Andusta, Berkvens, Theuma)	1450 m2	0.0011	0.2%
Binnenkozijnen	Staal; verzinkt+gemoffeld	2899 m2	0.0057	0.9%
Binnenbeglazing	Enkel glas; droog beglaasd[4]	141.3 m2	0.0002	0.0%
Binnendorpels	Kunststeen[20]	1208 m	0.0026	0.4%
Binnendeuren	Houten vlakke binnendeur; honingraat, duur. bosbeheer[2315 ,954]	1812 stuks	0.0030	0.5%
Trappen en liften			0.0036	0.5%
Centrale trappen	Prefab beton; h:2.7.b:1.1m; incl. bordes	43 stuks	0.0011	0.2%
Balustrades	Aluminium; geanodiseerd[1200]	202 m	0.0000	0.0%
Leuningen	Aluminium[60]	200 m	0.0001	0.0%
Liftcabines	Staal; personenlift; gemoffeld	4 stuks	0.0003	0.0%
Liftinstallaties	Staal; hefconstructie+contragewicht; 1 bouwlaag	35 stuks	0.0021	0.3%
Vaste voorzieningen			0.0124	1.9%
Toiletten	Wandcloset + fontein, porselein; incl. kunststof reservoir	604 stuks	0.0014	0.2%
Wasvoorzieningen	Keramiek; wastafel	604 stuks	0.0005	0.1%
Douchevoorzieningen	Inloopdouche, gipsblokken+tegels; incl. rvs afvoergoot	604 stuks	0.0104	1.6%
Terreinvoorzieningen			0.0000	0.0%

8.01 Kantoorgebouw M - electric				MPG-score: 0,92	
Bouwdeel/(hoofd)element	Product (NMD2.3)	Aantal	MKI	Bijdrage	
Fundering			0,0299	3,3%	
Bodemvoorzieningen			0.0011	0.1%	
Bodemafsluitingen	Zand[100]	990 m2	0.0011	0.1%	
Fundering			0.0288	3.1%	
Funderingspalen	Heipaal; beton, prefab; AB-FAB[350 ,350]	1320 m	0.0207	2.3%	
Funderingsbalken	Betonhuis; beton,in het werk gestort, C20/25,CEMIII; incl.wapening+eps[400 ,500]	308 m	0.0081	0.9%	
Vloeren			0,1847	20,2%	
Vloeren, begane grond			0.0387	4.2%	
Vloeren, vrijdragend	Kanaalplaat, prefab beton; AB-FAB[260]	990 m2	0.0195	2.1%	
Isolatielagen	EPS[3.5]	990 m2	0.0068	0.7%	
Dekvloeren	Zandcement[70]	990 m2	0.0125	1.4%	
Vloeren, verdieping			0.1460	15.9%	
Vloeren	Kanaalplaat, prefab beton; AB-FAB[260]	3960 m2	0.0779	8.5%	
Dekvloeren	Zandcement[70]	3960 m2	0.0498	5.4%	
Afwerkklagen, vloer	Keramische tegels; ongeglazuurd/gelijmd	80 m2	0.0009	0.1%	
Verlaagde plafonds	Steenwol MWA 2012, geperst; d:20mm; +profielen,staal	4950 m2	0.0173	1.9%	
Vloeren, balkon- en galerij			0.0000	0.0%	
Draagconstructie			0,0044	0,5%	
Hoofddraagconstructies			0.0044	0.5%	
Dragende wanden, massief	Beton, prefab, woningbouw; AB-FAB[100]	300 m2	0.0044	0.5%	
Gevels			0,2066	22,5%	
Gevels, dicht			0.0899	9.8%	
Spouw wanden, buitenblad	Baksteen metselwerk[100]	1700 m2	0.0423	4.6%	
Spouw wanden, binnenblad, massief	Beton, prefab, woningbouw; AB-FAB[150]	1700 m2	0.0372	4.1%	
Isolatielagen	PUR/PIRschuim platen (pentaan geblazen); verzinkt stalen bevestiging[4.5]	1700 m2	0.0104	1.1%	
Gevels, open			0.1167	12.7%	
Kozijnen	Aluminium vast en/of draaiend, gecoat	932.8 m2	0.0173	1.9%	
Deuren	Aluminium, gecoat	4.5 m2	0.0001	0.0%	
Beglazing	Drievoudig glas; droog beglaasd[16]	850 m2	0.0587	6.4%	
Stelkozijnen	Onverduurzaamd hout; geveerd	928 stuks	0.0010	0.1%	
Waterslagen	Aluminium; gemoffeld[100 ,2]	550 m	0.0009	0.1%	
Waterkeringen	EPDM; folie[50 ,1]	1119 m	0.0014	0.2%	
Zonweringen	Solidscreen[85]	928 m2	0.0373	4.1%	
Daken			0,0467	5,1%	
Daken, plat			0.0467	5.1%	
Daken	Kanaalplaat, prefab beton; AB-FAB[200]	990 m2	0.0150	1.6%	
Isolatielagen	XPS[6]	990 m2	0.0264	2.9%	
Bedekkingen	EPDM, sbs cachering; verkleefd	990 m2	0.0050	0.5%	
Waterkeringen	EPDM; folie[50 ,1]	146 m	0.0004	0.0%	
Daken, hellend			0.0000	0.0%	
Dakopeningen			0.0000	0.0%	
Installaties			0,4042	44,1%	
Warmtelevering			0.0183	2.0%	
Warmteopwekkingsinstallaties U-bouw	Warmtepomp Brine-water, 65 w/m2	4383 m2gbo	0.0018	0.2%	
Warmtapwaterinstallaties	Elektrische boiler; CW:4-6, 120 liter	5 stuks	0.0038	0.4%	
Warmte distributiesystemen	Polyetheen/polybuteen; cv-leidingen; incl. koppelingen + verdeling	4383 m2gbo	0.0082	0.9%	
Warmteafgiftesystemen	Vloerverwarming 95 W/m2; leidingen:kunststof	4383 m2gbo	0.0046	0.5%	
Elektrische installatie			0.3132	34.2%	
Aarding	aarding kantoorgebouw	4383 m2gbo	0.0071	0.8%	
Energie, laagspanning u-bouw	energie laagspanningsinstallatie inclusief verdeling	4383 m2gbo	0.0459	5.0%	
Verlichting	Armatuur & lampen, LED-120 cm	4383 m2gbo	0.0511	5.6%	
Electriciteitslevering, extern	Netstroom; NL-mix, 1 kWh (forfaitair)	41475 kWh	0.0255	2.8%	
Elektriciteitsopwekkingsystemen	PV,mono-Si; plat dak; incl. inverter+steun+kabels	400 m2	0.1836	20.0%	
Koudelevering			0.0000	0.0%	
Luchtbehandeling			0.0692	7.5%	
Luchtbehandelingsystemen	VLA LBK; balans, 16.000-40.000m3/h, koeling+verwarming+kruisstroom; U-bouw	1 stuks	0.0214	2.3%	
Luchtdistributiesystemen	VLA, Compleet luchtverdeelstelsysteem met inductie-units, utiliteitsbouw	4383 m2gbo	0.0478	5.2%	
Water- en gasdistributie			0.0013	0.1%	
Waterleidingen	Koper (leiding +mantelbuis)	4383 m2gbo	0.0013	0.1%	
Afvoeren			0.0022	0.2%	
Buitenrioleringen	Pvc; gerecycled; leiding	4383 m2gbo	0.0007	0.1%	
Binnenrioleringen	Polybuteen; U-bouw	4383 m2GBO	0.0014	0.1%	
Hemelwaterafvoeren	Pvc; gerecycled; diameter:80mm; d:1.8mm	60 m	0.0001	0.0%	
Inbouw			0,0397	4,3%	
Binnenwanden			0.0165	1.8%	
Niet dragende wanden, systeem	Gipskartonplaat systeemwand 100mm, dubbel beplaat met isolatie (NBVG)	1727 m2	0.0096	1.0%	
Niet dragende wanden, systeem, bevestigingsprofiel	Stalen profiel[37 ,73.5]	1440 m	0.0054	0.6%	
Plinten	MDF; duurzame bosbouw[12 ,55]	1151 m	0.0008	0.1%	
Afwerkklagen	Keramische tegels; geglazuurd/gelijmd	104 m2	0.0007	0.1%	
Binnenwandopeningen			0.0105	1.1%	
Binnenkozijnen	Staal; verzinkt+gemoffeld	432 m2	0.0053	0.6%	
Binnenbeglazing	Enkel glas; droog beglaasd[4]	390 m2	0.0040	0.4%	
Binnendorpels	Kunststeen[20]	56 m	0.0006	0.1%	
Binnendeuren	Houten vlakke binnendeur; honingraat, duur, bosbeheer[2315 ,954]	56 stuks	0.0005	0.1%	
Trappen en liften			0.0075	0.8%	
Centrale trappen	Prefab beton; h:2.7.b:1.1m; incl. bordes	8 stuks	0.0016	0.2%	
Balustrades	Aluminium; geanodiseerd[1200]	36 m	0.0000	0.0%	
Leuningen	Aluminium[60]	36 m	0.0002	0.0%	
Liftcabines	Staal; personenlift; gemoffeld	2 stuks	0.0011	0.1%	
Liftinstallaties	Staal; hefconstructie+contragewicht; 1 bouwlaag	10 stuks	0.0047	0.5%	
Vaste voorzieningen			0.0052	0.6%	
Keukenkasten	Multiplex; geschilderd;alkyd	10 m	0.0003	0.0%	
Aanrechtbladen	Roestvaststaal; d:1mm+onderblad:multiplex	10 m	0.0043	0.5%	
Toiletten	Wandcloset + fontein, porselein; incl. kunststof reservoir	20 stuks	0.0004	0.0%	
Wasvoorzieningen	Keramik; wastafel	20 stuks	0.0001	0.0%	
Terreinvoorzieningen			0.0000	0.0%	

9.01 Kantoorgebouw XL - electric			MPG-score: 0,89	
Bouwdeel/(hoofd)element	Product (NMD2.3)	Aantal	MKI	Bijdrage
Fundering			0,0153	1,7%
Bodemvoorzieningen			0.0008	0.1%
Bodemafsluitingen	Zand[100]	3614.8 m2	0.0008	0.1%
Fundering			0,0145	1,6%
Funderingspalen	Heipaal; beton, prefab; AB-FAB[350 ,350]	2071.2 m	0.0061	0.7%
Isolatielagen	EPS platen[4.5]	847 m2	0.0020	0.2%
Funderingsbalken	Betonhuis; beton,in het werk gestort, C20/25,CEMIII; incl.wapening+eps[400 ,500]	517.8 m	0.0026	0.3%
Kelderwanden	Betonhuis; beton,in het werk gestort, C30/37,CEMIII; incl.wapening[250 ,1000]	847 m2	0.0039	0.4%
Vloeren			0,1527	17,1%
Vloeren, begane grond			0.0207	2.3%
Vloeren, vrijdragend	Kanaalplaat, prefab beton; AB-FAB[260]	2410 m2	0.0089	1.0%
Isolatielagen	EPS[4.5]	3615 m2	0.0060	0.7%
Dekvloeren	Zandcement[70]	2410 m2	0.0057	0.6%
Vloeren, verdieping			0,1320	14,8%
Vloeren	Kanaalplaat, prefab beton; AB-FAB[260]	16871 m2	0.0626	7.0%
Dekvloeren	Zandcement[70]	16871 m2	0.0400	4.5%
Afwerklaag, vloer	Keramische tegels; ongeglaazuurd/gelijmd	160 m2	0.0003	0.0%
Verlaagde plafonds	Akoestisch gipskartonplafond, enkel geperforeerde plaat met isolatie (NBVG)	19281 m2	0.0197	2.2%
Verlaagde plafonds, bevestigingsprofielen	Staal, akoestische veerregel, verzinkt	19281 m	0.0094	1.0%
Vloeren, balkon- en galerij			0.0000	0.0%
Draagconstructie			0,0443	5,0%
Hoofdraagconstructies			0,0443	5,0%
Kolommen	Beton, prefab; AB-FAB[400 ,600]	1628.6 m	0.0122	1.4%
Liggers	Beton, prefab; AB-FAB[400 ,600]	3829 m	0.0288	3.2%
Dragende wanden, massief	Beton, prefab, woningbouw; AB-FAB[100]	1224 m2	0.0034	0.4%
Gevels			0,1573	17,6%
Gevels, dicht			0.0197	2.2%
Vliesgevels	Aluminium, gecoat	7538 m2	0.0197	2.2%
Gevels, open			0.1376	15.4%
Kozijnen	Aluminium vast en/of draaiend, gecoat	15.4 m2	0.0001	0.0%
Deuren	Aluminium, gecoat	14.4 m2	0.0001	0.0%
Beglazing	Drievoudig glas; droog beglaasd[16]	7062 m2	0.0920	10.3%
Dichte puivulling	Staal; 2-zijdig,0.5mm+pur-vulling[60]	1942 m2	0.0084	0.9%
Stelkozijnen	Onverduurzaamd hout; geverfd	2500 stuks	0.0005	0.1%
Waterslagen	Aluminium; gemoffeld[100 ,2]	2282 m	0.0007	0.1%
Waterkeringen	EPDM; folie[50 ,1]	4564 m	0.0011	0.1%
Zonweringen	Solidscreen[85]	4601 m2	0.0349	3.9%
Daken			0,0373	4,2%
Daken, plat			0.0192	2.1%
Daken	Kanaalplaat, prefab beton; AB-FAB[200]	2156 m2	0.0062	0.7%
Isolatielagen	XPS[6]	2156 m2	0.0108	1.2%
Bedekkingen	EPDM, sbs cachering; verkleefd	2156 m2	0.0020	0.2%
Waterkeringen	EPDM; folie[50 ,1]	326 m	0.0002	0.0%
Daken, hellend			0.0000	0.0%
Dakopeningen			0.0181	2.0%
Lichtstraten	Lichtstraat polycarbonaat (utiliteitsbouw)	1733 m2	0.0181	2.0%
Installaties			0,4560	51,0%
Warmtelevering			0,0173	1,9%
Warmtepompwkkingsinstallaties U-bouw	Warmtepomp Brine-water, 65 w/m2	23892 m2gbo	0.0018	0.2%
Zonneboilersystemen	Collectieve zonneboiler; collector+opslagvat (bij 100m2 collector)	100 m2	0.0022	0.2%
Warmtedistributiesystemen	Polyetheen/polybuteen, cv-leidingen; incl. koppelingen + verdeling	23892 m2gbo	0.0084	0.9%
Warmteafgiftesystemen	Vloerverwarming 95 W/m2; leidingen:kunststof	23892 m2gbo	0.0047	0.5%
Warmtapwaterinstallaties	Geiser; CW:-1,3, 19kW	16 stuks	0.0001	0.0%
Elektrische installatie			0,3738	41,8%
Aarding	aarding kantoorgebouw	23892 m2gbo	0.0073	0.8%
Energie, laagspanning u-bouw	energie laagspanningsinstallatie inclusief verdeling	23892 m2gbo	0.0472	5.3%
Verlichting	Armatuur & lampen, LED-120 cm	23892 m2gbo	0.0525	5.9%
Elektriciteitsopwekkingsystemen	PV,mono-Si; plat dak; incl. inverter+steun+kabels	2300 m2	0.1991	22.3%
Electriciteitslevering, extern	Netstroom; NL-mix, 1 kWh (forfaitair)	585688 kWh	0.0678	7.6%
Koudelevering			0.0000	0.0%
Luchtbehandeling			0.0612	6.8%
Luchtbehandelingsystemen	VLA LBK; balans, 16.000-40.000m3/h, koeling+verwarming+kruisstrom; U-bouw	3 stuks	0.0121	1.4%
Luchtdistributiesystemen	VLA, Compleet luchtverdeelstelsysteem met inductie-units, utiliteitsbouw	23892 m2gbo	0.0491	5.5%
Water- en gasdistributie			0,0013	0,1%
Waterleidingen	Koper (leiding +mantelbuis)	23892 m2gbo	0.0013	0.1%
Afvoeren			0.0023	0.3%
Buitenrioleringen	Pvc; gerecycled; leiding	23892 m2gbo	0.0008	0.1%
Binnenrioleringen	Pvc; gerecycled; leiding	23892 m2gbo	0.0015	0.2%
Hemelwaterafvoeren	Pvc; gerecycled; diameter:80mm; d:1.8mm	338 m	0.0001	0.0%
Inbouw			0,0308	3,4%
Binnenwanden			0.0136	1.5%
Niet dragende wanden, systeem, bevestigingsprofiel	Stalen profiel[37 ,73.5]	5657 m	0.0040	0.4%
Plinten	MDF; duurzame bosbouw[12 ,55]	5657 m	0.0008	0.1%
Afwerklaag	Keramische tegels; geglaazuurd/gelijmd	624 m2	0.0008	0.1%
Niet dragende wanden, systeem	Gipskartonplaat systeemwand 100mm, dubbel beplaat met isolatie (NBVG)	7694 m2	0.0081	0.9%
Binnenwandopeningen			0,0091	1,0%
Binnenkozijnen	Stalen binnendeurkozijn met bovenlicht (Andusta, Berkvens, Theuma)	446.4 m2	0.0005	0.1%
Binnenbeglazing	Enkel glas; droog beglaasd[4]	1730 m2	0.0034	0.4%
Binnendorpels	Kunststeen[20]	186 m	0.0004	0.0%
Binnenkozijnen	Staal; verzinkt+gemoffeld	1923.6 m2	0.0045	0.5%
Binnendeuren	Houten vlakke binnendeur; honingraat, duur, bosbeheer[2315 ,954]	186 stuks	0.0003	0.0%
Trappen en liften			0,0042	0,5%
Centrale trappen	Prefab beton; h:2.7.b:1.1m; incl. bordes	28 stuks	0.0010	0.1%
Balustrades	Aluminium; geanodiseerd[1200]	126 m	0.0002	0.0%
Leuningen	Aluminium[60]	126 m	0.0001	0.0%
Liftcabines	Staal; personenlift; gemoffeld	4 stuks	0.0004	0.0%
Liftinstallaties	Staal; hefconstructie+contragewicht; 1 bouwlaag	28 stuks	0.0025	0.3%
Vaste voorzieningen			0,0038	0,4%
Keukenkasten	Multiplex; geschilderd:alkyd	42 m	0.0003	0.0%
Aanrechtbladen	Roestvaststaal; d:1mm+onderblad:multiplex	42 m	0.0034	0.4%
Toiletten	Wandcloset + fontein, porselein; incl. kunststof reservoir	28 stuks	0.0001	0.0%
Wasvoorzieningen	Keramik; wastafel	28 stuks	0.0000	0.0%
Terreinvoorzieningen			0.0000	0.0%

Project	Variant	Element LEVEL 1	Element LEVEL 2	Item	MKI		
Reftest Sluis hout v2	Sluis met houten sluisdeur	Grondverzet		Breksteen (waterbouw)	706.820	<input type="checkbox"/>	
				Grond (per schip)	368.462	<input type="checkbox"/>	
				Groutanker	1.915	<input type="checkbox"/>	
				Klei	209.930	<input type="checkbox"/>	
				Kleischelpen	977	<input type="checkbox"/>	
				Landzand (per schip)	960.922	<input type="checkbox"/>	
				Onderwaterbeton C20/25	126.568	<input type="checkbox"/>	
				Stalen damwand	160.942	<input type="checkbox"/>	
		Oevers		Breksteen (waterbouw)	88.352	<input type="checkbox"/>	
				Gezaagd europees hardhout (gemiddeld)	-152.571	<input type="checkbox"/>	
				Hardhout met FSC-keurmerk	60.742	<input type="checkbox"/>	
				Onderwaterbeton C20/25	25.314	<input type="checkbox"/>	
				Secundair hout	-5.199	<input type="checkbox"/>	
		Kanaalvlakken		Breksteen (waterbouw)	883.524	<input type="checkbox"/>	
				Grond (per schip)	1.473.847	<input type="checkbox"/>	
				Onderwaterbeton C20/25	126.568	<input type="checkbox"/>	
		Kolk	Betonwand	Betonmortel C35/45 (CEMIII)	33.064	<input type="checkbox"/>	
				Betonstaal	33.890	<input type="checkbox"/>	
			Ontlastvloer	Betonmortel C35/45 (CEMIII)	115.626	<input type="checkbox"/>	
				Betonstaal	32.403	<input type="checkbox"/>	
			Betonschort	Betonmortel C35/45 (CEMIII)	65.417	<input type="checkbox"/>	
				Betonstaal	24.435	<input type="checkbox"/>	
			Damwand	Stalen damwand	193.131	<input type="checkbox"/>	
			Vloer kolk	Groutanker	2.796	<input type="checkbox"/>	
				Heipaal (beton)	49.754	<input type="checkbox"/>	
				Onderwaterbeton C30/37	279.973	<input type="checkbox"/>	
				Riviergrind	46.393	<input type="checkbox"/>	
			Ontgraven kolk + fuik	Grond (per schip)	106.957	<input type="checkbox"/>	
			Aanvullen sluissterrein	Grond (per schip)	30.774	<input type="checkbox"/>	
			Nieuw brugdek	Betonmortel C35/45 (CEMIII)	2.335	<input type="checkbox"/>	
				Betonstaal	1.742	<input type="checkbox"/>	
			Oostelijk landhoofd	Betonmortel C35/45 (CEMIII)	1.139	<input type="checkbox"/>	
				Betonstaal	637	<input type="checkbox"/>	
		Binnenhoofd en Buitenhoofd	Wanden	Betonmortel C35/45 (CEMIII)	284.793	<input type="checkbox"/>	
				Betonstaal	106.238	<input type="checkbox"/>	
			Constructievloer	Betonmortel C35/45 (CEMIII)	284.793	<input type="checkbox"/>	
				Betonstaal	106.238	<input type="checkbox"/>	
			Bewegingskelder	Betonmortel C35/45 (CEMIII)	14.240	<input type="checkbox"/>	
				Betonstaal	10.624	<input type="checkbox"/>	
			Stalen damwanden	Stalen damwand	42.918	<input type="checkbox"/>	
			Ontgraven bouwkuip	Grond (per schip)	73.692	<input type="checkbox"/>	
			Onderwaterbetonvloer	Groutanker	76.605	<input type="checkbox"/>	
				Onderwaterbeton C20/25	50.627	<input type="checkbox"/>	
				Onderwaterbeton C30/37	2.350	<input type="checkbox"/>	
			Kraanopstelplaatsen	Betonmortel C35/45 (CEMIII)	8.544	<input type="checkbox"/>	
				Betonstaal	5.312	<input type="checkbox"/>	
			Luiken bewegingskelder	Gelast staal (niet verzinkt)	9.924	<input type="checkbox"/>	
		Puntdeuren sluis		Hardhout met FSC-keurmerk	6.074	<input type="checkbox"/>	
		Energieverbruik gebruiksfase		Elektriciteit grijs	20.269	<input type="checkbox"/>	
				Elektriciteit groen	13.626	<input type="checkbox"/>	

Project	Variant	Element LEVEL 1	Element LEVEL 2	Item	MKI
Reftest Sluis staal v3	Sluis met stalen sluisdeur en energieverbruik	Grondverzet en dijken		Breuksteen (waterbouw)	706.820 <input type="checkbox"/>
				Grond (per schip)	368.462 <input type="checkbox"/>
				Groutanker	1.915 <input type="checkbox"/>
				Klei	209.930 <input type="checkbox"/>
				Kleischelpen	977 <input type="checkbox"/>
				Landzand (per schip)	960.922 <input type="checkbox"/>
				Onderwaterbeton C20/25	126.568 <input type="checkbox"/>
				Stalen damwand	160.942 <input type="checkbox"/>
		Oevers		Breuksteen (waterbouw)	88.352 <input type="checkbox"/>
				Onderwaterbeton C20/25	25.314 <input type="checkbox"/>
		Kanaalvakken		Breuksteen (waterbouw)	883.524 <input type="checkbox"/>
				Grond (per schip)	1.473.847 <input type="checkbox"/>
				Onderwaterbeton C20/25	126.568 <input type="checkbox"/>
		Kolk	Betonwand	Betonmortel C35/45 (CEMIII)	33.036 <input type="checkbox"/>
				Betonstaal	33.890 <input type="checkbox"/>
			Ontlastvloer	Betonmortel C35/45 (CEMIII)	115.626 <input type="checkbox"/>
				Betonstaal	32.403 <input type="checkbox"/>
			Betonschort	Betonmortel C35/45 (CEMIII)	65.417 <input type="checkbox"/>
				Betonstaal	24.435 <input type="checkbox"/>
			Damwand	Stalen damwand	193.131 <input type="checkbox"/>
			Vloer kolk	Groutanker	2.796 <input type="checkbox"/>
				Heipaal (beton)	49.754 <input type="checkbox"/>
				Onderwaterbeton C30/37	279.973 <input type="checkbox"/>
				Riviergrind	46.393 <input type="checkbox"/>
			Ontgraven kolk + fuik	Grond (per schip)	106.957 <input type="checkbox"/>
			Aanvullen sluissterrein	Grond (per schip)	30.774 <input type="checkbox"/>
			Nieuw brugdek	Betonmortel C35/45 (CEMIII)	2.335 <input type="checkbox"/>
				Betonstaal	1.742 <input type="checkbox"/>
			Oostelijk landhoofd	Betonmortel C35/45 (CEMIII)	1.139 <input type="checkbox"/>
				Betonstaal	637 <input type="checkbox"/>
		Binnenhoofd en Buitenhoofd	Wanden	Betonmortel C35/45 (CEMIII)	284.793 <input type="checkbox"/>
				Betonstaal	106.238 <input type="checkbox"/>
			Constructievloer	Betonmortel C35/45 (CEMIII)	284.793 <input type="checkbox"/>
				Betonstaal	106.238 <input type="checkbox"/>
			Bewegingskelder	Betonmortel C35/45 (CEMIII)	14.240 <input type="checkbox"/>
				Betonstaal	10.624 <input type="checkbox"/>
			Stalen damwanden	Stalen damwand	42.918 <input type="checkbox"/>
			Ontgraven bouwkuip	Grond (per schip)	73.692 <input type="checkbox"/>
			Onderwaterbetonvloer	Groutanker	76.605 <input type="checkbox"/>
				Onderwaterbeton C20/25	50.627 <input type="checkbox"/>
				Onderwaterbeton C30/37	2.350 <input type="checkbox"/>
			Kraanopstelplaatsen	Betonmortel C35/45 (CEMIII)	8.544 <input type="checkbox"/>
				Betonstaal	5.312 <input type="checkbox"/>
			Luiken bewegingskelder	Gelast staal (niet verzinkt)	9.924 <input type="checkbox"/>
		Stalen sluisdeuren		Gelast staal (niet verzinkt)	14.885 <input type="checkbox"/>
				Nieuwbouw staalconservering Natlaksysteem	82.908 <input type="checkbox"/>
		Energieverbruik gebruiksfase		Elektriciteit grijs	20.269 <input type="checkbox"/>

Project	Variant	Element LEVEL 1	Element LEVEL 2	Item	MKI
Reftest Weg focus asfalt v2	Weg met focus op asfalt	Geluidscherm		PMMA (ACRYL)	44.646 <input type="checkbox"/>
		Wegmeubilair		Geleiderail renorail	172.438 <input type="checkbox"/>
				Geleiderail VLP 2Z 267-80	203.696 <input type="checkbox"/>
				Geleiderail, VLP 2Z C133-80, 2014, c2	641.734 <input type="checkbox"/>
				Geleiderail, VLP 2Z C133-80 gerenoveerd, 2014, c2	28.656 <input type="checkbox"/>
				Lichtmast, staal 18m	7.635 <input type="checkbox"/>
				Lichtmast, aluminium 18m	25.788 <input type="checkbox"/>
				Lichtmast, composiet 15m	20.556 <input type="checkbox"/>
		Grondwerk		EPS Stybenex blokken (ge?xpandeerd polystyreen schuim)	71.007 <input type="checkbox"/>
				Grond (per as)	2.742.043 <input type="checkbox"/>
				Landzand (per as)	3.041.763 <input type="checkbox"/>
		Verharding HWN		Menggranulaat 250 mm	39.337 <input type="checkbox"/>
				LEAB c1	165.439 <input type="checkbox"/>
				Asfalt (ZOAB)	2.500.472 <input type="checkbox"/>
				Asfalt (STAB) 0 % PR	223.032 <input type="checkbox"/>
				Asfalt (SMA, 0/11)	- <input type="checkbox"/>
				Asfalt (OAB) partiële recycling 20 %	77.231 <input type="checkbox"/>
				Oppervlakbehandeling	3.848 <input type="checkbox"/>
				Bitumen emulsie kleeflaag (0,3 kg/m2)	579 <input type="checkbox"/>
				Asfalt (ZOAB, 2-laags)	531.506 <input type="checkbox"/>
		Verharding OWN		Betonstraatstenen waalformaat	29.830 <input type="checkbox"/>
				Straatbaksteen keiformaat	69.052 <input type="checkbox"/>
				Asfalt AC 0/16 Surf D3 (DAB) 0 % PR	731.183 <input type="checkbox"/>
				Betontegels normaal	129.988 <input type="checkbox"/>
				Kleischelpen	11.499 <input type="checkbox"/>

Project	Variant	Element LEVEL 1	Item	MKI
Reftest Weg met betonnen viaducten v2	Weg met betonnen viaduct	Kunstwerken	Stalen damwand	536.474 <input type="checkbox"/>
			Betonmortel C30/37 (CEMIII)	2.792.274 <input type="checkbox"/>
			Betonmortel C35/45 (CEMIII)	2.847.929 <input type="checkbox"/>
			Betonstaal	2.124.765 <input type="checkbox"/>
		Wegmeubilair	Geleiderail renorail	172.438 <input type="checkbox"/>
			Geleiderail VLP 2Z C 133-80	354.271 <input type="checkbox"/>
			Geleiderail, VLP 2Z C133-80, 2014, c2	641.734 <input type="checkbox"/>
			Geleiderail, VLP 2Z C133-80 gerenoveerd, 2014, c2	28.656 <input type="checkbox"/>
			Lichtmast, staal 18m	7.635 <input type="checkbox"/>
			Lichtmast, aluminium 18m	25.788 <input type="checkbox"/>
			Lichtmast, composiet 10m	20.556 <input type="checkbox"/>
		Geluidscherm	PMMA (ACRYL)	44.646 <input type="checkbox"/>
		Grondwerk	EPS Stybenex blokken (ge?xpandeerd polystyreen schuim)	71.007 <input type="checkbox"/>
			Grond (per as)	2.742.043 <input type="checkbox"/>
			Landzand (per as)	5.475.173 <input type="checkbox"/>
		Verharding HWN	Menggranulaat 250 mm	39.337 <input type="checkbox"/>
			LEAB c1	165.439 <input type="checkbox"/>
			Asfalt (ZOAB)	2.500.472 <input type="checkbox"/>
			Asfalt (STAB) 0 % PR	223.032 <input type="checkbox"/>
			Asfalt (SMA, 0/11)	- <input type="checkbox"/>
			Asfalt (OAB) partiële recycling 20 %	77.231 <input type="checkbox"/>
			Oppervlakbehandeling	3.848 <input type="checkbox"/>
			Bitumen emulsie kleeflaag (0,3 kg/m2)	579 <input type="checkbox"/>
			Asfalt (ZOAB, 2-laags)	531.506 <input type="checkbox"/>
			Thermoplastische markering	233.993 <input type="checkbox"/>
		Verharding OWN	Betonstraatstenen waalformaat	29.830 <input type="checkbox"/>
			Straatbaksteen keiformaat	69.052 <input type="checkbox"/>
			Asfalt AC 0/16 Surf D3 (DAB) 0 % PR	731.183 <input type="checkbox"/>
			Betontegels normaal	129.988 <input type="checkbox"/>
			Kleischelpen	11.499 <input type="checkbox"/>

Indicatoren circulariteit

Item: Asfalt (ZOAB)

Parameters

MKI- of MPG-waarden	MKI / MPG	Circulariteit
Module A1-A3 (productie materialen en brandstoffen)	€ 8,18	n.t.b (weging)
Module A4-A5	€ 1,14	n.t.b (weging)
Module B (gebruiksfase)	€ -	n.t.b (weging)
Module C (afvalfase)	€ 0,85	n.t.b (weging)
Module D (baten en lasten buiten systeem)	€ -0,53	n.t.b (weging)
Totaal	€ 9,64	~totaalscore op basis van weging

Inputstromen	Hoeveelheid
Totaal massa input	1.000 kg
Gebruik van secundaire materialen	- kg

Outputstromen	Hoeveelheid
Materialen voor hergebruik	- kg
Materialen voor recycling	990 kg
Materialen voor energie	- kg
Gevaarlijk afval	11 kg
Niet-gevaarlijk afval	0 kg
Radioactief afval	- kg

Indicatoren

	Waarde	Waarde (0-1)
Hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen	-	MKI / MPG per kg sec. inputstroom
Hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen	-0,00054	MKI / MPG per kg outputstroom
Hoeveelheden per afvalstroom	0,01127	kg afval p 0,99
Adaptief vermogen*		

* kwalitatief op basis van model BRINK

Indicatoren circulariteit

Item: Asfalt (DAB) 0% PR

Parameters

MKI- of MPG-waarden	MKI / MPG	Circulariteit
Module A1-A3 (productie materialen en brandstoffen)	€ 9,20	n.t.b (weging)
Module A4-A5	€ 1,20	n.t.b (weging)
Module B (gebruiksfase)	€ -	n.t.b (weging)
Module C (afvalfase)	€ 0,41	n.t.b (weging)
Module D (baten en lasten buiten systeem)	€ -0,53	n.t.b (weging)
Totaal	€ 10,28	~totaalscore op basis van weging

Inputstromen	Hoeveelheid
Totaal massa input	1.000 kg
Gebruik van secundaire materialen	- kg

Outputstromen	Hoeveelheid
Materialen voor hergebruik	- kg
Materialen voor recycling	990 kg
Materialen voor energie	- kg
Gevaarlijk afval	11 kg
Niet-gevaarlijk afval	0 kg
Radioactief afval	- kg

Indicatoren

	Waarde	Waarde (0-1)
Hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen	-	MKI / MPG per kg sec. inputstroom
Hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen	-0,00054	MKI / MPG per kg outputstroom
Hoeveelheden per afvalstroom	0,01127	kg afval p 0,99
Adaptief vermogen*		

* kwalitatief op basis van model BRINK

Indicatoren circulariteit

Item: Betonmortel C30/37 (CEMIII)

Parameters

MKI- of MPG-waarden	MKI / MPG	Circulariteit
Module A1-A3 (productie materialen en brandstoffen)	€ 15,59	n.t.b (weging)
Module A4-A5	€ 1,78	n.t.b (weging)
Module B (gebruiksfase)	€ -	n.t.b (weging)
Module C (afvalfase)	€ 4,50	n.t.b (weging)
Module D (baten en lasten buiten systeem)	€ -1,27	n.t.b (weging)
Totaal	€ 20,60	~totaalscore op basis van weging

Inputstromen	Hoeveelheid
Totaal massa input	2.395 kg
Gebruik van secundaire materialen	- kg

Outputstromen	Hoeveelheid
Materialen voor hergebruik	- kg
Materialen voor recycling	2.371 kg
Materialen voor energie	- kg
Gevaarlijk afval	117 kg
Niet-gevaarlijk afval	34 kg
Radioactief afval	- kg

Indicatoren

	Waarde	Waarde (0-1)
Hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen	-	MKI / MPG per kg sec. inputstroom
Hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen	-0,00054	MKI / MPG per kg outputstroom
Hoeveelheden per afvalstroom	0,06321	kg afval p 0,94
Adaptief vermogen*		

* kwalitatief op basis van model BRINK

Indicatoren circulariteit

Item: Betonstaal

Parameters

MKI- of MPG-waarden	MKI / MPG	Circulariteit
Module A1-A3 (productie materialen en brandstoffen)	€ 446,44	n.t.b (weging)
Module A4-A5	€ 5,84	n.t.b (weging)
Module B (gebruiksfase)	€ -	n.t.b (weging)
Module C (afvalfase)	€ 19,42	n.t.b (weging)
Module D (baten en lasten buiten systeem)	€ -218,87	n.t.b (weging)
Totaal	€ 252,83	~totaalscore op basis van weging

Inputstromen	Hoeveelheid
Totaal massa input	1.000 kg
Gebruik van secundaire materialen	160 kg

Outputstromen	Hoeveelheid
Materialen voor hergebruik	- kg
Materialen voor recycling	950 kg
Materialen voor energie	- kg
Gevaarlijk afval	0,22 kg
Niet-gevaarlijk afval	516 kg
Radioactief afval	- kg

Indicatoren

	Waarde	Waarde (0-1)
Hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen	2,82675	MKI / MPG per kg sec. inputstroom
Hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen	-0,23039	MKI / MPG per kg outputstroom
Hoeveelheden per afvalstroom	0,51610	kg afval p 0,48
Adaptief vermogen*		

* kwalitatief op basis van model BRINK

Indicatoren circulariteit

Item: Breuksteen (waterbouw)

Parameters

MKI- of MPG-waarden	MKI / MPG	Circulariteit
Module A1-A3 (productie materialen en brandstoffen)	€ 1,21	n.t.b (weging)
Module A4-A5	€ 0,19	n.t.b (weging)
Module B (gebruiksfase)	€ -	n.t.b (weging)
Module C (afvalfase)	€ 0,56	n.t.b (weging)
Module D (baten en lasten buiten systeem)	€ -0,53	n.t.b (weging)
Totaal	€ 1,43	~totaalscore op basis van weging

Inputstromen	Hoeveelheid
Totaal massa input	1.000 kg
Gebruik van secundaire materialen	- kg

Outputstromen	Hoeveelheid
Materialen voor hergebruik	- kg
Materialen voor recycling	990 kg
Materialen voor energie	- kg
Gevaarlijk afval	0,20 kg
Niet-gevaarlijk afval	501 kg
Radioactief afval	- kg

Indicatoren

	Waarde	Waarde (0-1)
Hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen	-	MKI / MPG per kg sec. inputstroom
Hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen	-0,00054	MKI / MPG per kg outputstroom
Hoeveelheden per afvalstroom	0,50091	kg afval p 0,50
Adaptief vermogen*		

* kwalitatief op basis van model BRINK

Indicatoren circulariteit

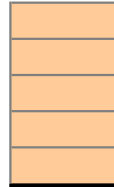
Item: Geleiderail VLP 2Z C133-80, 2014, c2

Parameters

MKI- of MPG-waarden

Module A1-A3 (productie materialen en brandstoffen)
 Module A4-A5
 Module B (gebruiksfase)
 Module C (afvalfase)
 Module D (baten en lasten buiten systeem)

MKI / MPG



Circulariteit

n.t.b (weging)
 n.t.b (weging)
 n.t.b (weging)
 n.t.b (weging)
 n.t.b (weging)

Totaal

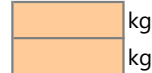
€ -

~totaalscore op basis van weging

Inputstromen

Totaal massa input
 Gebruik van secundaire materialen

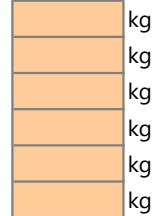
Hoeveelheid



Outputstromen

Materialen voor hergebruik
 Materialen voor recycling
 Materialen voor energie
 Gevaarlijk afval
 Niet-gevaarlijk afval
 Radioactief afval

Hoeveelheid



Indicatoren

	Waarde	Waarde (0-1)
Hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen	-	MKI / MPG per kg sec. inputstroom
Hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen	#DIV/0!	MKI / MPG per kg outputstroom
Hoeveelheden per afvalstroom	#DIV/0!	kg afval p #DIV/0!
Adaptief vermogen*		

* kwalitatief op basis van model BRINK

Indicatoren circulariteit

Item: Grond (per as)

Parameters

MKI- of MPG-waarden	MKI / MPG	Circulariteit
Module A1-A3 (productie materialen en brandstoffen)	€ -	n.t.b (weging)
Module A4-A5	€ 3,92	n.t.b (weging)
Module B (gebruiksfase)	€ -	n.t.b (weging)
Module C (afvalfase)	€ 0,11	n.t.b (weging)
Module D (baten en lasten buiten systeem)	€ -0,86	n.t.b (weging)
Totaal	€ 3,17	~totaalscore op basis van weging

Inputstromen	Hoeveelheid
Totaal massa input	1.625 kg
Gebruik van secundaire materialen	1.625 kg

Outputstromen	Hoeveelheid
Materialen voor hergebruik	1.625 kg
Materialen voor recycling	- kg
Materialen voor energie	- kg
Gevaarlijk afval	- kg
Niet-gevaarlijk afval	1 kg
Radioactief afval	- kg

Indicatoren

	Waarde	Waarde (0-1)
Hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen	0,00241	MKI / MPG per kg sec. inputstroom
Hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen	-0,00053	MKI / MPG per kg outputstroom
Hoeveelheden per afvalstroom	0,00031	kg afval p 1,00
Adaptief vermogen*		

* kwalitatief op basis van model BRINK

Indicatoren circulariteit

Item: Grond (per schip)

Parameters

MKI- of MPG-waarden	MKI / MPG	Circulariteit
Module A1-A3 (productie materialen en brandstoffen)	€ -	n.t.b (weging)
Module A4-A5	€ 1,50	n.t.b (weging)
Module B (gebruiksfase)	€ -	n.t.b (weging)
Module C (afvalfase)	€ 0,11	n.t.b (weging)
Module D (baten en lasten buiten systeem)	€ -0,86	n.t.b (weging)
Totaal	€ 0,75	~totaalscore op basis van weging

Inputstromen	Hoeveelheid
Totaal massa input	1.625 kg
Gebruik van secundaire materialen	1.625 kg

Outputstromen	Hoeveelheid
Materialen voor hergebruik	1.625 kg
Materialen voor recycling	- kg
Materialen voor energie	- kg
Gevaarlijk afval	- kg
Niet-gevaarlijk afval	1 kg
Radioactief afval	- kg

Indicatoren

	Waarde	Waarde (0-1)
Hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen	0,00092	MKI / MPG per kg sec. inputstroom
Hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen	-0,00053	MKI / MPG per kg outputstroom
Hoeveelheden per afvalstroom	0,00031	kg afval p 1,00
Adaptief vermogen*		

* kwalitatief op basis van model BRINK

Indicatoren circulariteit

Item: Landzand (per schip)

Parameters

MKI- of MPG-waarden	MKI / MPG	Circulariteit
Module A1-A3 (productie materialen en brandstoffen)	€ 2,55	n.t.b (weging)
Module A4-A5	€ 1,52	n.t.b (weging)
Module B (gebruiksfase)	€ -	n.t.b (weging)
Module C (afvalfase)	€ 0,07	n.t.b (weging)
Module D (baten en lasten buiten systeem)	€ -0,90	n.t.b (weging)
Totaal	€ 3,24	~totaalscore op basis van weging

Inputstromen	Hoeveelheid
Totaal massa input	1.700 kg
Gebruik van secundaire materialen	1.700 kg

Outputstromen	Hoeveelheid
Materialen voor hergebruik	- kg
Materialen voor recycling	1.700 kg
Materialen voor energie	- kg
Gevaarlijk afval	- kg
Niet-gevaarlijk afval	1 kg
Radioactief afval	- kg

Indicatoren

	Waarde	Waarde (0-1)
Hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen	0,00239	MKI / MPG per kg sec. inputstroom
Hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen	-0,00053	MKI / MPG per kg outputstroom
Hoeveelheden per afvalstroom	0,00030	kg afval p 1,00
Adaptief vermogen*		

* kwalitatief op basis van model BRINK



BIJLAGE: DOORREKENING REFERENTIEWERKEN

Indicatoren circulariteit

Item: Betonhuis; druklaag breedplaatvloer; betonmortel C20/25,CEMIII; incl. wapening[190]

Parameters

MKI- of MPG-waarden	MKI / MPG
Module A1-A3 (productie materialen en brandstoffen)	€ 0,06
Module A4-A5	€ -
Module B (gebruiksfase)	€ -
Module C (afvalfase)	€ 0,01
Module D (baten en lasten buiten systeem)	€ -0,01
Totaal	€ 0,06

Inputstromen	Hoeveelheid
Totaal massa input	65.950 kg
Gebruik van secundaire materialen	523 kg

Outputstromen	Hoeveelheid
Materialen voor hergebruik	- kg
Materialen voor recycling	65.427 kg
Materialen voor energie	- kg
Gevaarlijk afval	kg
Niet-gevaarlijk afval	kg
Radioactief afval	kg

Energie	Hoeveelheid
Gebruiksenergie (kWh/jaar)	3.500 kWh

Indicatoren

	Waarde	
Hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen	1,08E-04	MKI/MPG per kg sec. inputstroom
Hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen	-1,15E-07	MKI/MPG per kg outputstroom
Hoeveelheden per afvalstroom	0,00E+00	kg afval per gebruikt materiaal
Circulaire efficiëntie	-0,13	-
Gebruiksenergie*	3,61E-03	MKI/MPG per kg inputstroom
Adaptief vermogen*		

* o.b.v. grijze stroom

** kwalitatief op basis van model BRINK

Indicatoren circulariteit

Item: Baksteenmetselwerk[100]

Parameters

MKI- of MPG-waarden

	MKI / MPG
Module A1-A3 (productie materialen en brandstoffen)	€ 0,07
Module A4-A5	€ -
Module B (gebruiksfasen)	€ -
Module C (afvalfase)	€ 0,00
Module D (baten en lasten buiten systeem)	€ -0,00
Totaal	€ 0,07

Inputstromen

	Hoeveelheid
Totaal massa input	39.726 kg
Gebruik van secundaire materialen	- kg

Outputstromen

	Hoeveelheid
Materialen voor hergebruik	- kg
Materialen voor recycling	39.329 kg
Materialen voor energie	- kg
Gevaarlijk afval	- kg
Niet-gevaarlijk afval	- kg
Radioactief afval	- kg

Energie

	Hoeveelheid
Gebruiksenergie (kWh/jaar)	3.500 kWh

Indicatoren

	Waarde
Hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen	0,00E+00 MKI/MPG per kg sec. inputstroom
Hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen	-2,82E-08 MKI/MPG per kg outputstroom
Hoeveelheden per afvalstroom	0,00E+00 kg afval per gebruikt materiaal
Circulaire efficiëntie	-0,02 -
Gebruiksenergie*	5,99E-03 MKI/MPG per kg inputstroom
Adaptief vermogen*	

* o.b.v. grijze stroom

** kwalitatief op basis van model BRINK

Indicatoren circulariteit

Item: PUR/PIRschuim platen (pentaan geblazen); verzinkt stalen bevestiging[7]

Parameters

MKI- of MPG-waarden

	MKI / MPG
Module A1-A3 (productie materialen en brandstoffen)	€ 0,02
Module A4-A5	€ -
Module B (gebruiksfasen)	€ -
Module C (afvalfase)	€ 0,00
Module D (baten en lasten buiten systeem)	€ -0,00
Totaal	€ 0,02

Inputstromen

	Hoeveelheid
Totaal massa input	696 kg
Gebruik van secundaire materialen	36 kg

Outputstromen

	Hoeveelheid
Materialen voor hergebruik	- kg
Materialen voor recycling	43 kg
Materialen voor energie	520 kg
Gevaarlijk afval	kg
Niet-gevaarlijk afval	kg
Radioactief afval	kg

Energie

	Hoeveelheid
Gebruiksenergie (kWh/jaar)	3.500 kWh

Indicatoren

	Waarde	
Hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen	4,41E-04	MKI/MPG per kg sec. inputstroom
Hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen	-6,97E-06	MKI/MPG per kg outputstroom
Hoeveelheden per afvalstroom	0,00E+00	kg afval per gebruikt materiaal
Circulaire efficiëntie	-0,25	-
Gebruiksenergie*	3,42E-01	MKI/MPG per kg inputstroom
Adaptief vermogen*		

* o.b.v. grijze stroom

** kwalitatief op basis van model BRINK

Indicatoren circulariteit

Item: Drievoudig glas; droog beglaasd[12]

Parameters

MKI- of MPG-waarden	MKI / MPG
Module A1-A3 (productie materialen en brandstoffen)	€ 0,05
Module A4-A5	€ -
Module B (gebruiksfase)	€ 0,00
Module C (afvalfase)	€ 0,00
Module D (baten en lasten buiten systeem)	€ -0,01
Totaal	€ 0,04

Inputstromen	Hoeveelheid
Totaal massa input	2.127 kg
Gebruik van secundaire materialen	53 kg

Outputstromen	Hoeveelheid
Materialen voor hergebruik	- kg
Materialen voor recycling	1.482 kg
Materialen voor energie	44 kg
Gevaarlijk afval	kg
Niet-gevaarlijk afval	kg
Radioactief afval	kg

Energie	Hoeveelheid
Gebruiksenergie (kWh/jaar)	3.500 kWh

Indicatoren

	Waarde	
Hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen	9,96E-04	MKI/MPG per kg sec. inputstroom
Hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen	-9,10E-06	MKI/MPG per kg outputstroom
Hoeveelheden per afvalstroom	0,00E+00	kg afval per gebruikt materiaal
Circulaire efficiëntie	-0,26	-
Gebruiksenergie*	1,12E-01	MKI/MPG per kg inputstroom
Adaptief vermogen*		

* o.b.v. grijze stroom

** kwalitatief op basis van model BRINK

Indicatoren circulariteit

Item: Armatuur & lampen, LED-120 cm

Parameters

MKI- of MPG-waarden

	MKI / MPG
Module A1-A3 (productie materialen en brandstoffen)	€ 0,15
Module A4-A5	€ -
Module B (gebruiksfase)	€ -
Module C (afvalfase)	€ 0,00
Module D (baten en lasten buiten systeem)	€ -0,02
Totaal	€ 0,14

Inputstromen

	Hoeveelheid
Totaal massa input	10.958 kg
Gebruik van secundaire materialen	- kg

Outputstromen

	Hoeveelheid
Materialen voor hergebruik	- kg
Materialen voor recycling	7.670 kg
Materialen voor energie	- kg
Gevaarlijk afval	- kg
Niet-gevaarlijk afval	- kg
Radioactief afval	- kg

Energie

	Hoeveelheid
Gebruiksenergie (kWh/jaar)	3.500 kWh

Indicatoren

	Waarde
Hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen	0,00E+00 MKI/MPG per kg sec. inputstroom
Hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen	-2,77E-06 MKI/MPG per kg outputstroom
Hoeveelheden per afvalstroom	0,00E+00 kg afval per gebruikt materiaal
Circulaire efficiëntie	-0,14 -
Gebruiksenergie*	2,17E-02 MKI/MPG per kg inputstroom
Adaptief vermogen*	

* o.b.v. grijze stroom

** kwalitatief op basis van model BRINK

Indicatoren circulariteit

Item: PV,mono-Si; hellend dak; incl. inverter+kabels

Parameters

MKI- of MPG-waarden	MKI / MPG
Module A1-A3 (productie materialen en brandstoffen)	€ 0,04
Module A4-A5	€ -
Module B (gebruiksfase)	€ 0,00
Module C (afvalfase)	€ 0,00
Module D (baten en lasten buiten systeem)	€ -0,00
Totaal	€ 0,04

Inputstromen	Hoeveelheid
Totaal massa input	232 kg
Gebruik van secundaire materialen	37 kg

Outputstromen	Hoeveelheid
Materialen voor hergebruik	- kg
Materialen voor recycling	169 kg
Materialen voor energie	7 kg
Gevaarlijk afval	kg
Niet-gevaarlijk afval	kg
Radioactief afval	kg

Energie	Hoeveelheid
Gebruiksenergie (kWh/jaar)	3.500 kWh

Indicatoren

	Waarde	
Hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen	9,51E-04	MKI/MPG per kg sec. inputstroom
Hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen	-1,71E-05	MKI/MPG per kg outputstroom
Hoeveelheden per afvalstroom	0,00E+00	kg afval per gebruikt materiaal
Circulaire efficiëntie	-0,09	-
Gebruiksenergie*	1,03E+00	MKI/MPG per kg inputstroom
Adaptief vermogen*		

* o.b.v. grijze stroom

** kwalitatief op basis van model BRINK

Indicatoren circulariteit

Item: Gipsblokken, hoge dichtheid (NBVG)[70]

Parameters

MKI- of MPG-waarden	MKI / MPG
Module A1-A3 (productie materialen en brandstoffen)	€ 0,03
Module A4-A5	€ -
Module B (gebruiksfase)	€ -
Module C (afvalfase)	€ 0,01
Module D (baten en lasten buiten systeem)	€ -0,00
Totaal	€ 0,04

Inputstromen	Hoeveelheid
Totaal massa input	3.896 kg
Gebruik van secundaire materialen	55 kg

Outputstromen	Hoeveelheid
Materialen voor hergebruik	- kg
Materialen voor recycling	974 kg
Materialen voor energie	- kg
Gevaarlijk afval	kg
Niet-gevaarlijk afval	kg
Radioactief afval	kg

Energie	Hoeveelheid
Gebruiksenergie (kWh/jaar)	3.500 kWh

Indicatoren

	Waarde	
Hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen	6,17E-04	MKI/MPG per kg sec. inputstroom
Hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen	-2,26E-07	MKI/MPG per kg outputstroom
Hoeveelheden per afvalstroom	0,00E+00	kg afval per gebruikt materiaal
Circulaire efficiëntie	-0,01	-
Gebruiksenergie*	6,11E-02	MKI/MPG per kg inputstroom
Adaptief vermogen*		

* o.b.v. grijze stroom

** kwalitatief op basis van model BRINK

Indicatoren circulariteit

Item: Asfalt (DAB)

Parameters

MKI- of MPG-waarden	MKI / MPG
Module A1-A3 (productie materialen en brandstoffen)	€ 8,18
Module A4-A5	€ 1,14
Module B (gebruiksfasen)	€ -
Module C (afvalfase)	€ 0,85
Module D (baten en lasten buiten systeem)	€ -0,53
Totaal	€ 9,64

Inputstromen	Hoeveelheid
Totaal massa input	1.000 kg
Gebruik van secundaire materialen	- kg

Outputstromen	Hoeveelheid
Materialen voor hergebruik	- kg
Materialen voor recycling	990 kg
Materialen voor energie	- kg
Gevaarlijk afval	11 kg
Niet-gevaarlijk afval	0 kg
Radioactief afval	- kg

Energie	Hoeveelheid
Gebruiksenergie (kWh/jaar)	3.500 kWh

Indicatoren

	Waarde	
Hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen	0,00	MKI/MPG per kg sec. inputstroom
Hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen	-0,0005	MKI/MPG per kg outputstroom
Hoeveelheden per afvalstroom	0,01	kg afval per gebruikt materiaal
Circulaire efficiëntie	-0,06	-
Gebruiksenergie*	0,24	MKI/MPG per kg inputstroom
Adaptief vermogen*		

* o.b.v. grijze stroom

** kwalitatief op basis van model BRINK

Indicatoren circulariteit

Item: Asfalt (ZOAB)

Parameters

MKI- of MPG-waarden

	MKI / MPG
Module A1-A3 (productie materialen en brandstoffen)	€ 9,20
Module A4-A5	€ 1,20
Module B (gebruiksfasen)	€ -
Module C (afvalfase)	€ 0,41
Module D (baten en lasten buiten systeem)	€ -0,53
Totaal	€ 10,28

Inputstromen

	Hoeveelheid
Totaal massa input	1.000 kg
Gebruik van secundaire materialen	- kg

Outputstromen

	Hoeveelheid
Materialen voor hergebruik	- kg
Materialen voor recycling	990 kg
Materialen voor energie	- kg
Gevaarlijk afval	11 kg
Niet-gevaarlijk afval	0 kg
Radioactief afval	- kg

Energie

	Hoeveelheid
Gebruiksenergie (kWh/jaar)	3.500 kWh

Indicatoren

	Waarde	
Hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen	0,00	MKI/MPG per kg sec. inputstroom
Hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen	-0,0005	MKI/MPG per kg outputstroom
Hoeveelheden per afvalstroom	0,01	kg afval per gebruikt materiaal
Circulaire efficiëntie	-0,05	-
Gebruiksenergie*	0,24	MKI/MPG per kg inputstroom
Adaptief vermogen*		

* o.b.v. grijze stroom

** kwalitatief op basis van model BRINK

Indicatoren circulariteit

Item: Betonmortel C30/37 (CEMIII)

Parameters

MKI- of MPG-waarden	MKI / MPG
Module A1-A3 (productie materialen en brandstoffen)	€ 15,59
Module A4-A5	€ 1,78
Module B (gebruiksfase)	€ -
Module C (afvalfase)	€ 4,50
Module D (baten en lasten buiten systeem)	€ -1,27
Totaal	€ 20,60

Inputstromen	Hoeveelheid
Totaal massa input	2.395 kg
Gebruik van secundaire materialen	- kg

Outputstromen	Hoeveelheid
Materialen voor hergebruik	- kg
Materialen voor recycling	2.371 kg
Materialen voor energie	- kg
Gevaarlijk afval	117 kg
Niet-gevaarlijk afval	34 kg
Radioactief afval	- kg

Energie	Hoeveelheid
Gebruiksenergie (kWh/jaar)	3.500 kWh

Indicatoren

	Waarde	
Hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen	0,00	MKI/MPG per kg sec. inputstroom
Hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen	-0,0005	MKI/MPG per kg outputstroom
Hoeveelheden per afvalstroom	0,06	kg afval per gebruikt materiaal
Circulaire efficiëntie	-0,07	-
Gebruiksenergie*	0,10	MKI/MPG per kg inputstroom
Adaptief vermogen*		

* o.b.v. grijze stroom

** kwalitatief op basis van model BRINK

Indicatoren circulariteit

Item: Betonstaal

Parameters

MKI- of MPG-waarden	MKI / MPG
Module A1-A3 (productie materialen en brandstoffen)	€ 446,44
Module A4-A5	€ 5,84
Module B (gebruiksfasen)	€ -
Module C (afvalfase)	€ 19,42
Module D (baten en lasten buiten systeem)	€ -218,87
Totaal	€ 252,83

Inputstromen	Hoeveelheid
Totaal massa input	1.000 kg
Gebruik van secundaire materialen	160 kg

Outputstromen	Hoeveelheid
Materialen voor hergebruik	- kg
Materialen voor recycling	950 kg
Materialen voor energie	- kg
Gevaarlijk afval	0 kg
Niet-gevaarlijk afval	516 kg
Radioactief afval	- kg

Energie	Hoeveelheid
Gebruiksenergie (kWh/jaar)	3.500 kWh

Indicatoren

	Waarde
Hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen	2,83 MKI/MPG per kg sec. inputstroom
Hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen	-0,2304 MKI/MPG per kg outputstroom
Hoeveelheden per afvalstroom	0,52 kg afval per gebruikt materiaal
Circulaire efficiëntie	-0,48 -
Gebruiksenergie*	0,24 MKI/MPG per kg inputstroom
Adaptief vermogen*	

* o.b.v. grijze stroom

** kwalitatief op basis van model BRINK

Indicatoren circulariteit

Item: Breuksteen (waterbouw)

Parameters

MKI- of MPG-waarden	MKI / MPG
Module A1-A3 (productie materialen en brandstoffen)	€ 1,21
Module A4-A5	€ 0,19
Module B (gebruiksfase)	€ -
Module C (afvalfase)	€ 0,56
Module D (baten en lasten buiten systeem)	€ -0,53
Totaal	€ 1,43

Inputstromen	Hoeveelheid
Totaal massa input	1.000 kg
Gebruik van secundaire materialen	- kg

Outputstromen	Hoeveelheid
Materialen voor hergebruik	- kg
Materialen voor recycling	990 kg
Materialen voor energie	- kg
Gevaarlijk afval	0 kg
Niet-gevaarlijk afval	501 kg
Radioactief afval	- kg

Energie	Hoeveelheid
Gebruiksenergie (kWh/jaar)	3.500 kWh

Indicatoren

	Waarde	
Hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen	0,00	MKI/MPG per kg sec. inputstroom
Hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen	-0,0005	MKI/MPG per kg outputstroom
Hoeveelheden per afvalstroom	0,50	kg afval per gebruikt materiaal
Circulaire efficiëntie	-0,38	-
Gebruiksenergie*	0,24	MKI/MPG per kg inputstroom
Adaptief vermogen*		

* o.b.v. grijze stroom

** kwalitatief op basis van model BRINK

Indicatoren circulariteit

Item: Grond (per as)

Parameters

MKI- of MPG-waarden	MKI / MPG
Module A1-A3 (productie materialen en brandstoffen)	€ -
Module A4-A5	€ 3,92
Module B (gebruiksfase)	€ -
Module C (afvalfase)	€ 0,11
Module D (baten en lasten buiten systeem)	€ -0,86
Totaal	€ 3,17

Inputstromen	Hoeveelheid
Totaal massa input	1.625 kg
Gebruik van secundaire materialen	1.625 kg

Outputstromen	Hoeveelheid
Materialen voor hergebruik	1.625 kg
Materialen voor recycling	- kg
Materialen voor energie	- kg
Gevaarlijk afval	- kg
Niet-gevaarlijk afval	1 kg
Radioactief afval	- kg

Energie	Hoeveelheid
Gebruiksenergie (kWh/jaar)	3.500 kWh

Indicatoren

	Waarde	
Hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen	0,00	MKI/MPG per kg sec. inputstroom
Hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen	-0,0005	MKI/MPG per kg outputstroom
Hoeveelheden per afvalstroom	0,00	kg afval per gebruikt materiaal
Circulaire efficiëntie	-0,22	-
Gebruiksenergie*	0,15	MKI/MPG per kg inputstroom
Adaptief vermogen*		

* o.b.v. grijze stroom

** kwalitatief op basis van model BRINK

Indicatoren circulariteit

Item: Landzand (per schip)

Parameters

MKI- of MPG-waarden	MKI / MPG
Module A1-A3 (productie materialen en brandstoffen)	€ 2,55
Module A4-A5	€ 1,52
Module B (gebruiksfase)	€ -
Module C (afvalfase)	€ 0,07
Module D (baten en lasten buiten systeem)	€ -0,90
Totaal	€ 3,24

Inputstromen	Hoeveelheid
Totaal massa input	1.700 kg
Gebruik van secundaire materialen	1.700 kg

Outputstromen	Hoeveelheid
Materialen voor hergebruik	- kg
Materialen voor recycling	1.700 kg
Materialen voor energie	- kg
Gevaarlijk afval	- kg
Niet-gevaarlijk afval	1 kg
Radioactief afval	- kg

Energie	Hoeveelheid
Gebruiksenergie (kWh/jaar)	3.500 kWh

Indicatoren

	Waarde	
Hoogwaardigheid van hergebruik in inputstromen	0,00	MKI/MPG per kg sec. inputstroom
Hoogwaardigheid van hergebruik van outputstromen	-0,0005	MKI/MPG per kg outputstroom
Hoeveelheden per afvalstroom	0,00	kg afval per gebruikt materiaal
Circulaire efficiëntie	-0,22	-
Gebruiksenergie*	0,14	MKI/MPG per kg inputstroom
Adaptief vermogen*		

* o.b.v. grijze stroom

** kwalitatief op basis van model BRINK

