

CIRCULAR BUILDINGS

MEETMETHODIEK LOSMAAKBAARHEID



Dutch
Green Building
Council



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland



COLOFON

Het rapport 'Circular Buildings – een meetmethodiek voor losmaakbaarheid' vormt de eerste publicatie in een reeks publicaties met indicatoren voor circulariteit, die binnen het DGBC programma Circulariteit concreet worden uitgewerkt.

Het uitwerken van de indicatoren volgt op het in 2018 gepubliceerde rapport 'A Framework for Circular Buildings: Indicators for possible inclusion in BREEAM'. Dit rapport beschrijft een nieuw strategisch framework dat duidelijk maakt aan welke voorwaarden een circulair gebouw kan voldoen. Daarbij is onderzocht welke circulaire indicatoren aan duurzaamheidskeurmerk BREEAM-NL kunnen worden toegevoegd om een circulair gebouw beter meetbaar te maken.

De meetmethodiek Losmaakbaarheid is ontwikkeld en getoetst door een consortium van Alba Concepts, Dutch Green Building Council, Rijksdienst voor Ondernemend Nederland en W/E Adviseurs in opdracht van het Ministerie van Binnenlandse Zaken en de Transitieagenda Circulaire Bouweconomie.

Auteurs

Mike van Vliet, Alba Concepts
Jip van Grinsven, Alba Concepts
Jim Teunizen, Alba Concepts

Publicatiedatum

November 2019, versie 1.1

Uitgevoerd door



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland



Met medewerking van



Rijksvastgoedbedrijf
Ministerie van Binnenlandse Zaken en
Koninkrijksrelaties



Het DGBC Programma Circulariteit wordt gesteund door



ABN-AMRO



ROCKWOOL® ASSA ABLOY

Vrijwaring

Uitgever en auteurs verklaren dat deze uitgave op zorgvuldige wijze en naar beste weten is samengesteld. Evenwel kunnen uitgever en auteurs op geen enkele wijze instaan voor de juistheid of volledigheid van de informatie. Uitgever en auteurs aanvaarden dan ook geen enkele aansprakelijkheid voor schade, van welke aard dan ook.



INLEIDING

Dit onderzoek is uitgevoerd door Alba Concepts in opdracht van Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, in samenwerking met W/E Adviseurs en de Dutch Green Building Council.

In het kader van de Transitieagenda Circulaire Bouweconomie zijn nieuwe principes geïntroduceerd in de bouwsector waar marktpartijen nog beperkt ervaring mee hebben opgedaan. Een van deze principes is losmaakbaar of demontabel bouwen, wat een belangrijke plek heeft gekregen binnen het principe circulair bouwen. Om volgens de planning van de transitieagenda in 2023 een basiskamp ingericht te hebben, is het belangrijk dat de markt ervaring opdoet met deze manier van bouwen.

Het doel van dit onderzoek is om losmaakbaarheid als onderdeel van de circulair economie toe te voegen in de duurzame beoordelingsmodellen zoals BREEAM-NL en GPR gebouw. Het resultaat van dit onderzoek is een voorstel voor een meetmethodiek, inclusief format, om de losmaakbaarheid te bepalen van een gebouw. Hiermee kunnen W/E Adviseurs en DGBC losmaakbaarheid integreren in hun beoordelingsmodel.

Na de oplevering van de meetmethodiek is de validatie door praktijkvoorbeelden onderdeel van het onderzoek. In samenwerking met DGBC, W/E adviseurs en Rijksvastgoedbedrijf zijn vijf reeds gerealiseerde, pilotprojecten geselecteerd waarvan de losmaakbaarheidsindex berekend is. Deze pilotprojecten zijn:

- The Green House te Utrecht door Alba Concepts;
- Circl te Amsterdam door TRAJECT Adviseurs & Managers;
- De Tijdelijke Rechtbank te Amsterdam door Cepezed;
- House of Tomorrow Today (HoTT) te Sterksel door W/E adviseurs;
- Galileo Reference Center te Noordwijk door de Architecten Cie.

De resultaten zijn geanalyseerd op het gebied van uitvoerbaarheid, gehanteerde definities, losmaakbaarheidsfactoren, werking van de meetmethodiek en overige aspecten. Hiermee is er feedback verzameld en zijn aanbevelingen geformuleerd.

INHOUDSOPGAVE

01	LOSMAAKBAARHEID IN DE CIRCULAIRE ECONOMIE	5
01.01	Definitie van losmaakbaarheid	6
01.02	Losmaakbaarheid en gebouwniveaus	6
01.03	Demarcatie beoordeling losmaakbaarheid	8
01.04	Nieuwbouw, verbouw en renovatie	8
02	LOSMAAKBAARHEIDSFACTOREN	9
02.01	Technische factoren	9
02.01.01	Type verbindingen	10
02.01.02	Toegankelijkheid verbindingen	10
02.01.03	Doorkruisingen	10
02.01.04	Vorminsluiting	11
02.02	Procesmatige factoren	11
02.02.01	Demontage instructies	11
03	MEETMETHODIEK	12
03.01	Rekenmethodiek losmaakbaarheid elementen	12
03.02	Meetmethodiek losmaakbaarheid project	13
03.03	Waardering losmaakbaarheidsindex	14
03.04	Bepalingsmethodiek losmaakbaarheid	14
04	PILOTPROJECTEN TOETSING MEETMETHODE LOSMAAKBAARHEID	15
04.01	The Green House	16
04.02	Circl	17
04.03	De Tijdelijke Rechtbank	18
04.04	House of Tomorrow Today (HoTT)	19
04.05	Galileo Reference Center	20
04.06	Feedback op meetmethode losmaakbaarheid	21
04.06.01	De uitvoerbaarheid van de meetmethodiek	21
04.06.02	De gehanteerde definities	21
04.06.03	De keuze voor losmaakbaarheidsfactoren	21
04.06.04	De meetmethodiek	21
04.06.05	Overige aspecten	21
05	AANBEVELINGEN	22
06	REFERENTIES	23

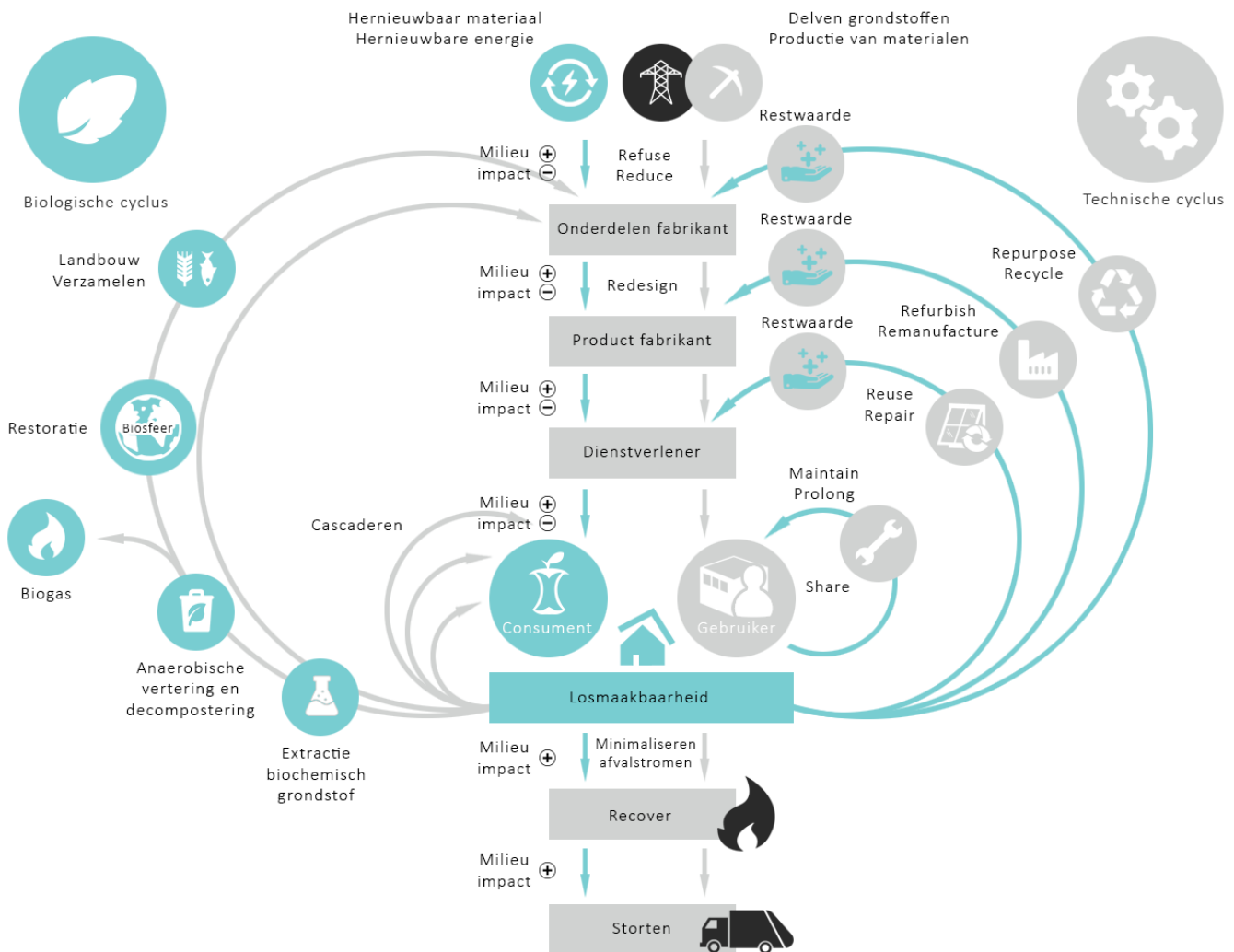
01 LOSMAAKBAARHEID IN DE CIRCULAIRE ECONOMIE

Op dit moment is de wereldeconomie gebaseerd op een lineair model. Het lineaire model gaat uit van het principe: 'take-make-waste' (grondstoffen delven, omvormen tot producten, consumeren en uiteindelijk vernietigen). Deze lineaire economie resulteert in de volgende problemen:

- Afvalgeneratie door storten waardoor (schaarse) grondstoffen permanent kwijt zijn.
- CO² uitstoot door verbranding en de noodzaak van fabricatie voor vervangende producten.
- Uitputting van de aarde.

Een transitie naar een circulaire economie is dan ook noodzakelijk om de toekomst van de planeet veilig te stellen.

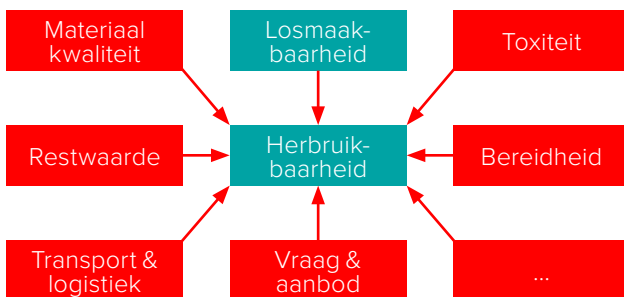
De circulaire economie beschouwt producten aan het eind van hun levensduur niet als afval, maar als bron van grondstoffen die opnieuw gebruikt kunnen worden. De circulaire economie bestaat uit drie hoofdonderdelen. Het economisch model, de biologische cyclus en de technische cyclus (zie figuur 1). Materialen en producten worden na hun gebruik teruggebracht middels één van deze cycli. Dit voorkomt het storten of de verbranding van materialen en producten en stimuleert hergebruik.



Figuur 1: **Losmaakbaarheid als basis voor een circulaire economie.** Aangepast overgenomen uit *Towards the Circular Economy* door Ellen MacArthur Foundation, 2012.

Figuur 1 is een representatie van het circulaire economie model . Om de twee cycli te activeren moeten wij materialen collecteren. Dit is niet vanzelfsprekend omdat een gebouw een vast object is, bestaand uit een hoeveelheid aan verschillende producten en materialen die aan elkaar vast zitten.

In relatie tot een gebouw, dienen wij materialen te oogsten. Als producten onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn, is het oogsten niet mogelijk waardoor slopen de enige optie is. Hoe meer een gebouw losmaakbaar is, hoe gemakkelijker het is om producten te oogsten en des te vanzelfsprekender dit is. Daarom ligt losmaakbaarheid ter grondslag aan het mogelijk maken van een circulaire bouweconomie (figuur 1). Hieruit blijkt dus dat losmaakbaarheid geen doel is, maar een middel om hergebruik mogelijk te maken.



Figuur 2: **Losmaakbaarheid als factor voor herbruikbaarheid** uit *Disassembling the steps towards Building Circularity* door van Vliet, M., 2018, Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven

01.01 Definitie van losmaakbaarheid

Gebouwen zijn een verzameling van complexe entiteiten, opgebouwd uit verschillende materialen, producten en elementen die met elkaar zijn verbonden. De mate waarin deze verbindingen verbroken kunnen worden, zodat een object de functie kan behouden en hoogwaardig hergebruik realiseerbaar is, bepaalt de mate (graad) van losmaakbaarheid.

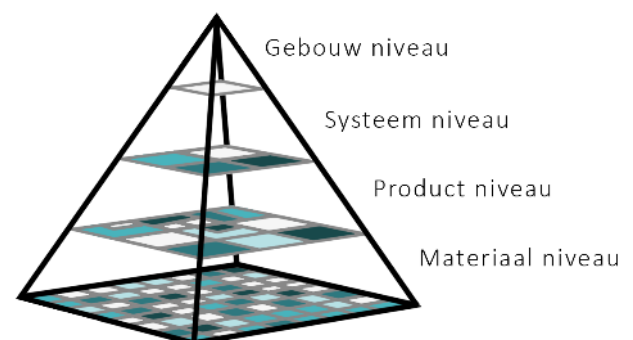


Figuur 3: **10-R model**. Aangepast overgenomen uit 'Strategische Verkenning: 'Op weg naar Cirkelregio Utrecht'' door Cramer, J., 2015

Om hoogwaardig hergebruik uit te drukken hanteren wij het 10-R model. Dit benadrukt het doel om producten zoveel mogelijk in oorspronkelijke staat te hergebruiken, met een lager energiegebruik tot gevolg. De laatste stap is om producten te recyclen tot grondstof voor een nieuw product. Een hogere losmaakbaarheid leidt tot een gunstiger toekomstscenario.

01.02 Losmaakbaarheid en gebouwniveaus

Een gebouw is een samenstelling van complexe materialen en producten op diverse niveaus. De niveaus binnen een gebouw geven de complexiteit van een gebouwonderdeel weer en zijn toepasbaar om de mate van losmaakbaarheid te beoordelen.



Figuur 4: **Schematische weergave van gebouwniveaus**. Aangepast en overgenomen uit 'Transformable Building Structures' door Durmisevic, E., 2006

De bouw kent diverse methodieken om deze niveaus te definiëren zoals de STABU besteksmethodiek en de NL/SfB elementencodering (BNA). De NL/SfB is toegepast om gebouwniveaus aan te duiden. Dit zorgt voor een compatibiliteit met de MPG, welke BREEAM-NL en GPR gebouw toepassen in hun certificering.

De NL/SfB is opgebouwd uit drie niveaus, namelijk:

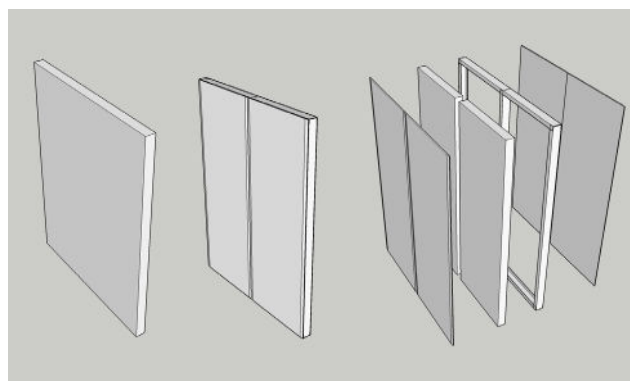
- Elementen;
- Variant elementengroepen;
- Variant elementen.

Deze categorieën geven echter een beperkt detailniveau. Wij herkennen méér niveaus binnen een bouwwerk. Wij adviseren een uitbreiding op de NL/SfB om een volledig beeld te geven van verschillende gebouwniveaus. Een uitbreiding op de NL/SfB leidt tot een hogere mate van standaardisatie in de communicatie over losmaakbaarheid. Wij adviseren dat dit, in samenwerking met marktpartijen en instanties die hierin gespecialiseerd zijn, verder wordt gebracht. Wij doen een voorstel voor de volgende categorieën.

Niveau	Methodiek	Definitie NEN2660	Voorstel definitie	Voorstel Codering	Voorbeeld decompositie
8	Layers of Brand	-	Laag		Interieur
7	NL/SfB tweecijferige codering	Element	Systeem	22.XX.XX	Binnenwand
6	NL/SfB driecijferige codering	Variantelement-groep	Element groep	22.1X.XX	Binnenwand, niet dragend
5	NL/SfB viercijferige codering	Variantelement	Element	22.13.XX	Vaste scheidingswand
4	NL/SfB (toevoeging BIMguide) zescijferige codering	Bouwdelen	Product	22.13.17	Systeemwand met gipsplaat
3		Componenten	Componenten		Gipskartonplaat
2		Materiaal	Materiaal		Gips
1		Grondstof	Grondstof		Calciumsulfaat

Tabel 1: **Aanvulling gebouwniveaus op basis van de NL/SfB.** Aangepast overgenomen uit 'Disassembling the steps towards Building Circularity' door Vliet M., 2018.

Het volgende voorbeeld geeft een weergave van gebouwniveaus. De linker afbeelding geeft een gebouwniveau 5 weer, de middelste afbeelding een gebouwniveau 4 en de rechter afbeelding een gebouwniveau 3.



Figuur 5: **Verschillende gebouwniveaus van één type binnenwand.**

Wij adviseren om de losmaakbaarheid van gebouwen op minimaal niveau 5 (element) te bepalen om de volgende redenen:

- De beschikbaarheid van data op lagere niveaus is beperkt, afhankelijk van het uitwerkingsniveau van het ontwerp.
- Het aantal te beschouwen connecties vermenigvuldigt exponentieel bij een lager niveau. Dit kost meer tijd om te beoordelen.
- De connecties op elementenniveau zijn fundamenteel bij de technische uitwerking van een gebouw.
- Losmaakbaarheid is een relatief nieuw concept in de markt. Door het gebrek aan ervaring met de meetmethodiek zijn complexe relaties op lagere niveaus moeilijk in te schatten door de markt.

Het is lastiger om een hogere losmaakbaarheidsscore te behalen op een lager gebouwniveau en het kost een hogere mate van technische uitwerking. Daarom adviseren wij om de beoordeling op een lager gebouwniveau te stimuleren door extra punten toe te kennen aan de mate van losmaakbaarheid binnen BREEAM-NL en GPR gebouw.

In de volgende paragrafen spreken wij van objecten om een gedeelte van een gebouw uit te drukken, onafhankelijk van een specifiek gebouwniveau.

01.03 Demarcatie beoordeling losmaakbaarheid

Voor de afbakening van de te beoordelen elementen passen wij de Layers of Brand toe. De Layers of Brand onderscheidt diverse gebouwlagen in een gebouw met een specifieke functie. Kenmerkend van deze gebouwlagen is dat de levensduur van producten over het algemeen verschillen.



Figuur 6: **Losmaakbaarheid binnen de Layers of Brand.**

Aangepast overgenomen uit 'How building learn door Brand, S., 1994.

De lagen 'Structure', 'Skin', 'Services' en 'Space plan' vallen onder de te beoordelen elementen van een gebouw. 'Site' en 'stuff' vallen hierdoor buiten de beoordeling.

Door de NL/SfB categorieën onder de diverse Layers of Brand te verdelen ontstaat een indicatie van welke elementen beoordeeld moeten worden indien aanwezig binnen het project.

01.04 Nieuwbouw, verbouw en renovatie

De bouw kent onder andere nieuwbouw en bestaande bouw. Het bepalen van losmaakbaarheid is mogelijk voor alle typen gebouwen. Gelijkwaardigheid bij de beoordeling is belangrijk binnen de methodieken BREEAM-NL en GPR gebouw. Wij adviseren om bij nieuwbouw projecten alle elementen die binnen de bovenstaande Layers of Brand vallen te beoordelen.

Bij bestaande bouwprojecten adviseren wij om een andere aanpak te hanteren. In het kader van circulariteit prefereert hoogwaardig hergebruik van materialen. Bij bestaande bouw blijft een gedeelte van het huidige gebouw staan, een gedeelte wordt gesloopt of gedemonteerd en een gedeelte wordt toegevoegd. Het gedeelte dat blijft staan is hoogwaardig, in oorspronkelijke staat hergebruikt. Dit is een positief uitgangspunt ten opzichte van totale sloop.

Bij de beoordeling van losmaakbaarheid van bestaande bouw spelen de volgende factoren een rol:

- De data is beperkt beschikbaar van bestaande (oude) gebouwen.
- Traditionele bouwmethoden zijn niet ontworpen volgens losmaakbare gedachtegoed.

Het is daarom complex om de losmaakbaarheid van bestaande gebouwen te bepalen en daarnaast scoren deze zeer waarschijnlijk laag. Wij adviseren daarom om alleen de losmaakbaarheid van elementen te beoordelen die toegevoegd worden.

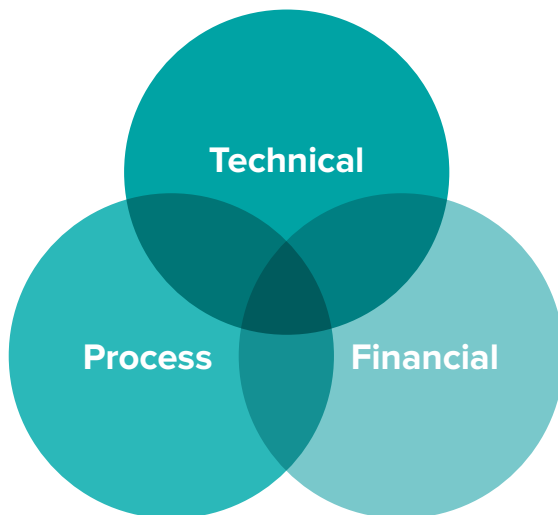
02 LOSMAAKBAARHEIDSFACTOREN

Het ontwerp van gebouwen heeft de meeste invloed op losmaakbaarheid. Het ontwikkelen van een circulair gebouw dient te worden gewaarborgd op procesmatig en financieel gebied. Dit is ook van belang bij losmaakbaarheid. Wij maken in dit rapport onderscheid tussen technische, procesmatige en financiële losmaakbaarheidsaspecten (zie figuur 7):

- Technische aspecten : het ontwerp bepaalt de mogelijkheid om objecten fysiek uit elkaar te halen.
- Procesmatige aspecten: tijdens het ontwerp- en bouwproces van gebouwen kan het proces worden gestuurd op deze aspecten om losmaakbaarheid te waarborgen.
- Financiële aspecten: de financiële haalbaarheid van zowel de ontwikkeling van een losmaakbaar gebouw, als de uitvoering van de demontage aan het einde van de levensduur, beïnvloeden de keuze voor demontage in plaats van sloop. Dit betekent dat de restwaarde van een object de demontagekosten dient te dekken en dat het hergebruiken van het object niet duurder mag zijn dan een vergelijkbaar 100% nieuw ('virgin') materiaal.

Doorkruisingen
Aantal verbindingen
Volgorde van (de)montage
Vorminsluiting

Methode van fabricage
Type verbinding
Toegankelijkheid verbinding



Veiligheid
Demontage instructies
Aantal handelingen
Ervaringen

Demontagetijd
Demontagekosten
Restwaarde

Figuur 7: **Overzicht losmaakbaarheidsaspecten** overgenomen uit Disassembling the steps towards Building Circularity door van Vliet, M., 2018, Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven.

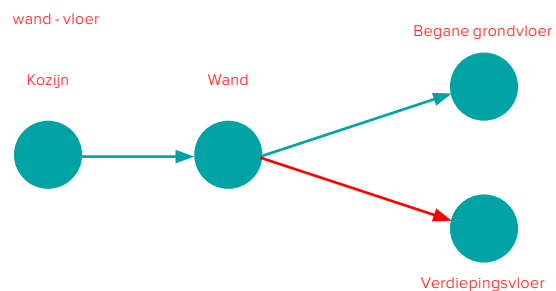
02.01 Technische factoren

Technische losmaakbaarheidsfactoren hebben betrekking op het ontwerp en bepalen de fysieke mogelijkheid om objecten te demonteren. Elke technische factor bestaat uit diverse categorieën met een bepaalde score waarbij 1,00 de hoogste score representeert en 0,10 de laagste score.

Objecten zijn mogelijk met meerdere andere objecten verbonden. Om te waarborgen dat het bepalen van losmaakbaarheid geen onnodig complexe berekening wordt, is een afbakening nodig van welke verbinding maatgevend is voor het bepalen van de losmaakbaarheid. De verbinding tussen het object en het onderliggend object dat een dragende functie heeft bepaalt de losmaakbaarheidsindex.

Denk hierbij bijvoorbeeld, bij het bepalen van de losmaakbaarheid van een wand, aan de verbinding met de onderliggende vloer en niet met een kozijn. Andersom, is de wand wel dragend dan denk je aan de losmaakbaarheid van het kozijn (zie figuur 8). Hierdoor laten wij de andere verbindingen buiten beschouwing.

Losmaakbaarheid wand:



Figuur 8: **Voorbeeld losmaakbaarheid t.o.v. dragende functie.**

De grijze verbinding representeert een niet dragende verbinding en wordt buiten beschouwing gelaten.

Ons voorstel is om de volgende vier technische losmaakbaarheidsfactoren met daarbij horende categorische waardes, de 'fuzzy variables', toe te passen om losmaakbaarheid te bepalen in BREEAM-NL en GPR gebouw:

1. Type verbindingen;
2. Toegankelijkheid verbindingen;
3. Doorkruisingen;
4. Vorminsluiting.

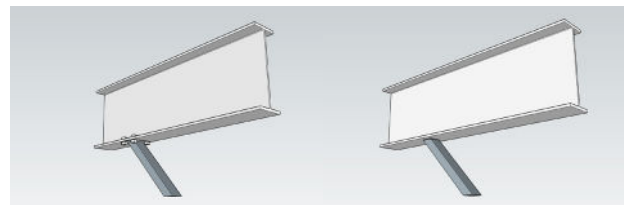
Dit is in lijn met de resultaten van een onderzoek waarin de meest belangrijke factoren zijn geïdentificeerd door middel van een enquête met in totaal 122 respondenten.

02.01.01 Type verbindingen

Objecten zijn met elkaar verbonden door diverse typen verbindingen. Met betrekking tot losmaakbaarheid prevaleren droge verbindingen, verbindingen met toegevoegde elementen en directe, integrale verbindingen boven zachte en harde chemische verbindingen (tabel 2).

Type verbinding		Gewicht
Droge verbinding	Droge verbinding	1,00
	Klikverbinding	1,00
	Klittebandverbinding	1,00
	Magnetische verbinding	1,00
Verbinding met toegevoegde elementen	Bout- en moerverbinding	0,80
	Veerverbinding	0,80
	Hoekverbindingen	0,80
	Schroefverbinding	0,80
	Verbindingen met toegevoegde verbindingselementen	0,80
Directe integrale verbinding	Pin-verbindingen	0,60
	Spijkerverbinding	0,60
Zachte chemische verbinding	Kitverbinding	0,20
	Schuimverbinding (PUR)	0,20
Harde chemische verbinding	Lijmverbinding	0,10
	Aanstortverbinding	0,10
	Lasverbinding	0,10
	Cementgebonden verbinding	0,10
	Chemische ankers	0,10
	Harde chemische verbinding	0,10

Tabel 2: **Waardering type verbinding**. Aangepast en overgenomen uit 'Transformable Building Structures' door Durmisevic, E., 2006, Delft University of Technology, Delft.



Figuur 9: **Bout- en moerverbinding en lasverbinding**.

02.01.02 Toegankelijkheid verbindingen

De toegankelijkheid van verbindingen gaat in op de fysieke mogelijkheid om bij verbindingselementen te komen en de mate waarin hierbij schade ontstaat aan de omliggende objecten. Wanneer de toegankelijkheid hoog is, dus wanneer het gemakkelijk is om bij het verbindingselement te komen zonder dat schade ontstaat aan de omliggende gebouwdelen, heeft dit een positief effect op de losmaakbaarheid (tabel 3).

Toegankelijkheid verbinding	Gewicht
Vrij toegankelijk	1,00
Toegankelijkheid met extra handelingen die geen schade veroorzaken	0,80
Toegankelijkheid met extra handelingen met herstelbare schade	0,40
Niet toegankelijk – onherstelbare schade aan objecten	0,10

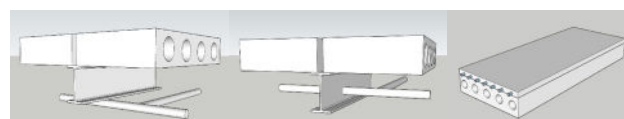
Tabel 3: **Waardering Toegankelijkheid verbinding**. Aangepast en overgenomen uit 'Transformable Building Structures' door Durmisevic, E., 2006, Delft University of Technology, Delft.

02.01.03 Doorkruisingen

Door doorkruisingen ontstaat de integratie en vervlechting van objecten. Dit zorgt voor afhankelijkheid van objecten ten opzichte van elkaar. Wanneer objecten elkaar niet fysiek doorkruisen, blijven deze onafhankelijk van elkaar en zijn gemakkelijker demonteerbaar (tabel 4).

Doorkruisingen	Score
Modulaire zonering van objecten ¹⁰	1,00
Doorkruisingen tussen één of meerdere objecten	0,40
Volledige integratie van objecten	0,10

Tabel 4: **Waardering Doorkruisingen**. Aangepast en overgenomen uit 'Transformable Building Structures' door Durmisevic, E., 2006, Delft University of Technology, Delft.



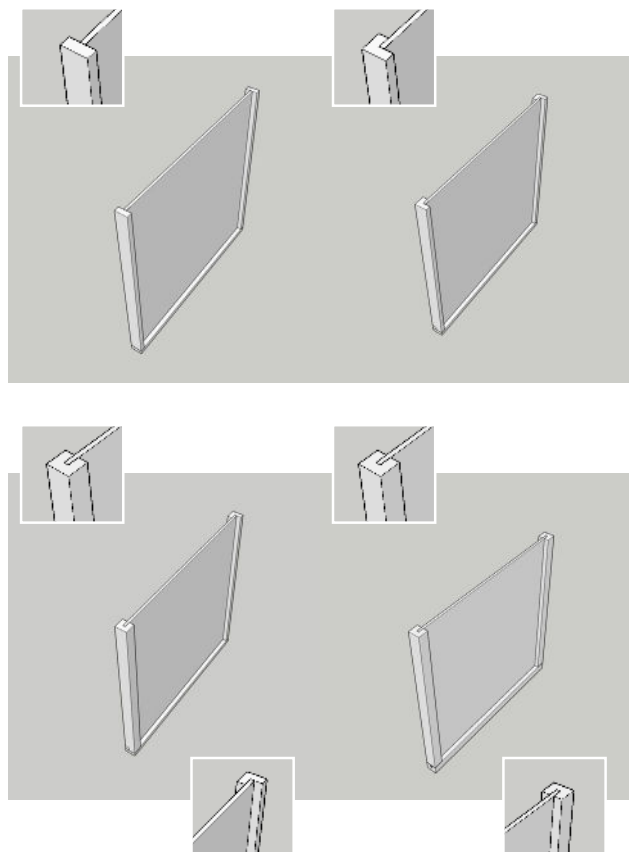
Figuur 10: **Modulaire zonering, doorkruisingen en integratie van objecten**.

02.01.04 Vorminsluiting

Vorminsluiting gaat in op de fysieke insluiting van objecten, waardoor door middel van insluiting een onlosmaakbare verbinding ontstaat. Om losmaakbaarheid te waarborgen dienen objecten open te blijven aan minimaal één kant en zijn ze niet fysiek ingesloten. Hierdoor zijn deze van elkaar te scheiden zonder omliggende objecten te beïnvloeden (tabel 5).

Vorminsluiting	Score
Open, geen insluitingen	1,00
Overlappingsen aan één zijde	0,80
Gesloten aan één kant	0,20
Gesloten aan meerdere kanten	0,10

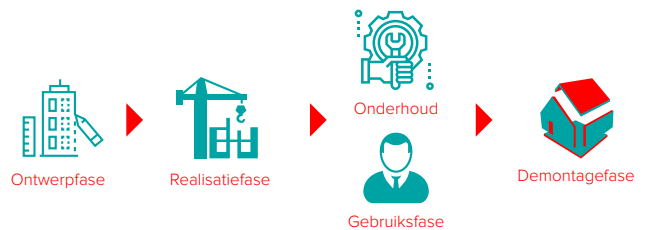
Tabel 5: **Waardering vorminsluiting.** Aangepast en overgenomen uit 'Transformable Building Structures' door Durmisevic, E., 2006, Delft University of Technology, Delft.



Figuur 11: **Open, overlapping, gesloten aan één kant en gesloten aan meerdere kanten.**

02.02 Procesmatige factoren

Door rekening te houden met losmaakbaarheid gedurende het ontwikkelproces van een bouwwerk, vergroot dit de kans van demontage aan het einde van zijn levensduur. Door de uitwerking en toepassing van de procesmatige losmaakbaarheidsfactoren, waarborgt de opdrachtgever losmaakbaarheid.



Figuur 12: **Losmaakbaarheid gedurende het gehele gebouw ontwikkel- en demontageproces.**

Procesmatige factoren zijn een additie op de technische factoren toegepast en vallen buiten de meetmethodiek voor het technische aspect van losmaakbaarheid. Ons advies is om de factor 'demontage instructies' mee te nemen in de beoordeling van gebouwen.

02.02.01 Demontage instructies

Demontage instructies vereenvoudigen het demontageproces, omdat de sloopaannemer vooraf aan een opdracht een demontageplan kan opstellen. Dit vergroot de kans van demontage in plaats van sloop. Demontage instructies aan de hand van de technische losmaakbaarheidsfactoren vormen een toevoeging aan het materialenpaspoort, wat voor veel nieuwe bouwprojecten opgesteld wordt. Wij adviseren dat bij het opstellen van de demontage instructies, minimaal de volgende informatie wordt opgenomen:

- Overzicht van elementen (viercijferige NL/SfB codering);
- Losmaakbaarheid per element;
- Type verbinding per element;
- Toegankelijkheid van de verbinding per element;
- Doorkruisingen per element;
- Vorminsluiting per element.

03 MEETMETHODIEK

03.01 Rekenmethodiek losmaakbaarheid elementen

De meetmethodiek voor het bepalen van de losmaakbaarheid van een object bestaat uit de vier technische losmaakbaarheidsfactoren (tabel 6).

Type verbinding		Score
Droge verbinding	Droge verbinding	1,00
	Klikverbinding	1,00
	Klittenbandverbinding	1,00
	Magnetische verbinding	1,00
Verbinding met toegevoegde elementen	Bout- en moerverbinding	0,80
	Veerverbinding	0,80
	Hoekverbindingen	0,80
	Schroefverbinding	0,80
	Verbindingen met toegevoegde verbindingselementen	0,80
Directe integrale verbinding	Pin-verbindingen	0,60
	Spijkerverbinding	0,60
Zachte chemische verbinding	Kitverbinding	0,20
	Schuimverbinding (PUR)	0,20
Harde chemische verbinding	Lijmverbinding	0,10
	Aanstortverbinding	0,10
	Lasverbinding	0,10
	Cementgebonden verbinding	0,10
	Chemische ankers	0,10
	Harde chemische verbinding	0,10
Toegankelijkheid verbinding		Score
Vrij toegankelijk		1,00
Toegankelijkheid met extra handelingen die geen schade veroorzaken		0,80
Toegankelijkheid met extra handelingen met herstelbare schade		0,40
Niet toegankelijk – onherstelbare schade aan objecten		0,10
Doorkruisingen		Score
Modulaire zonering van objecten		1,00
Doorkruisingen van één of meerdere objecten		0,40
Volledige integratie van objecten		0,10
Vorminsluiting		Score
Open, geen insluitingen		1,00
Overlappen aan één zijde		0,80
Gesloten aan één kant		0,20
Gesloten aan meerdere kanten		0,10

Tabel 6: **Losmaakbaarheidsfactoren met bijbehorende score.**

Aangepast en overgenomen uit 'Transformable Building Structures' door Durmisevic, E., 2006, Delft University of Technology, Delft.

Wij maken onderscheid tussen twee type factoren. Factoren beïnvloed door de verbinding tussen objecten en factoren beïnvloed door de samenstelling van objecten. Per element n wordt de losmaakbaarheidsindex van de connectie LI_c en de losmaakbaarheidsindex van de samenstelling LI_s bepaald. Dit vormt samen de losmaakbaarheidsindex van het element LI_n (figuur 13).



Figuur 13: **Schematische weergave van de losmaakbaarheids-index van de samenstelling en van de connectie.** Aangepast overgenomen uit Disassembling the steps towards Building Circularity door van Vliet, M., 2018, Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven.

LI_{c_n} = losmaakbaarheidsindex van de connectie van element n :

- TV_n = type verbinding van element n ;
- ToV_n = toegankelijkheid verbinding van element n .

$$LI_{c_n} = \frac{TV_n + ToV_n}{2}$$

LI_{s_n} = losmaakbaarheidsindex van de samenstelling van element n :

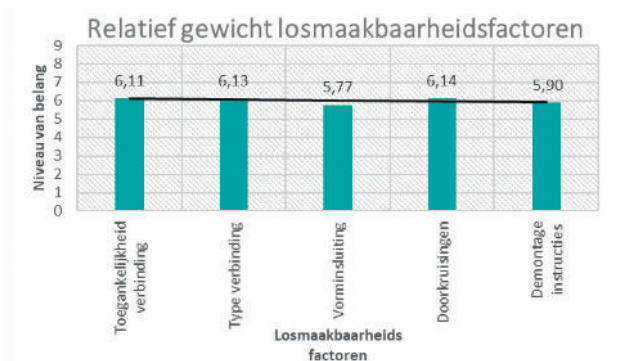
- DK_n = doorkruisingen van element n ;
- VI_n = vorminsluiting van element n .

$$LI_{s_n} = \frac{DK_n + VI_n}{2}$$

LI_n = losmaakbaarheidsindex van element n .

$$LI_n = \frac{LI_{c_n} + LI_{s_n}}{2}$$

Alle losmaakbaarheidsfactoren zijn even belangrijk in de meetmethodiek voor de losmaakbaarheidsindex van een element. Dit is het resultaat van een onderzoek met 122 respondenten, waarin de mate van belang van de losmaakbaarheidsfactoren is getoetst. Wij adviseren dit over te nemen in BREEAM-NL en GPR gebouw. Het is mogelijk om een wegingsfactor toe te kennen aan losmaakbaarheidsfactoren na de validatie van de meetmethodiek.



Figuur 14: **Relatief gewicht losmaakbaarheidsfactoren.**

Aangepast overgenomen uit *Disassembling the steps towards Building Circularity* door van Vliet, M., 2018, Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven

Het resultaat is een overzicht met alle elementen (ID1), alle onderliggende elementen (ID2), het resultaat van de losmaakbaarheidsfactoren en de losmaakbaarheidsindex. Zoals weergegeven in figuur 15.

03.02 Meetmethodiek losmaakbaarheid project

Losmaakbaarheid waarden binnen BREEAM-NL en GPR gebouw vraagt om een score op project-niveau, terwijl in het bovenstaand rekenmodel alle elementen individueel zijn beoordeeld. Wij adviseren om een normalisatiefactor te hanteren aan de hand van de hoeveelheden (eenheid) om een losmaakbaarheidsindex voor het project te definiëren (LI_p).

De functionele eenheid voor de normalisatiefactor is de MPG-score van het element. Hoe hoger de milieu-impact van een element (MPG), hoe groter het aandeel is van het element op de losmaakbaarheidsindex van het project. Hiermee sluit de meetmethodiek voor de losmaakbaarheidsindex aan bij de wet- en regelgeving voor duurzaam bouwen, BREEAM-NL (MAT1) en het onderdeel milieu in GPR gebouw.

ID 1	Element	ID 2	Element onderliggend	VI	DK	Lls Element	TV	ToV	Lic element	LI
41.1.1	Droge verbinding	21.2.1	Wandpaneel	0,40	0,40	0,40	0,80	0,80	0,80	0,60
43.1.1	Verhoogd vloersysteem	23.2.1	Vloerpaneel	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,90	0,95
23.2.1	Vloerpaneel	17.1.1	Schroefpaal	1,00	0,80	0,90	0,80	0,80	0,80	0,85
21.2.1	Wandpaneel	23.2.1	Vloerpaneel	0,70	0,80	0,75	0,80	0,80	0,80	0,78

Figuur 15: **Rekenvoorbeeld losmaakbaarheid**

De losmaakbaarheidsindex voor het project wordt bepaald door:

- LI_p = losmaakbaarheidsindex van het project;
- LI_n = losmaakbaarheidsindex van element n;
- MPG_p = MPG van het project;
- MPG_n = MPG van element n.

$$LI_p = \frac{1}{MPG_p} \cdot \sum_{i=1}^n MPG_n \cdot LI_n$$

03.03 Waardering losmaakbaarheidsindex

Aan de hand van de losmaakbaarheidsindex worden de punten bepaald in GPR gebouw en BREEAM-NL. Ons voorstel voor de mate van losmaakbaarheid is als volgt:

- $LI_p \geq 0,40$ lage losmaakbaarheidsindex;
- $LI_p \geq 0,60$ gemiddelde losmaakbaarheidsindex;
- $LI_p \geq 0,80$ hoge losmaakbaarheidsindex.

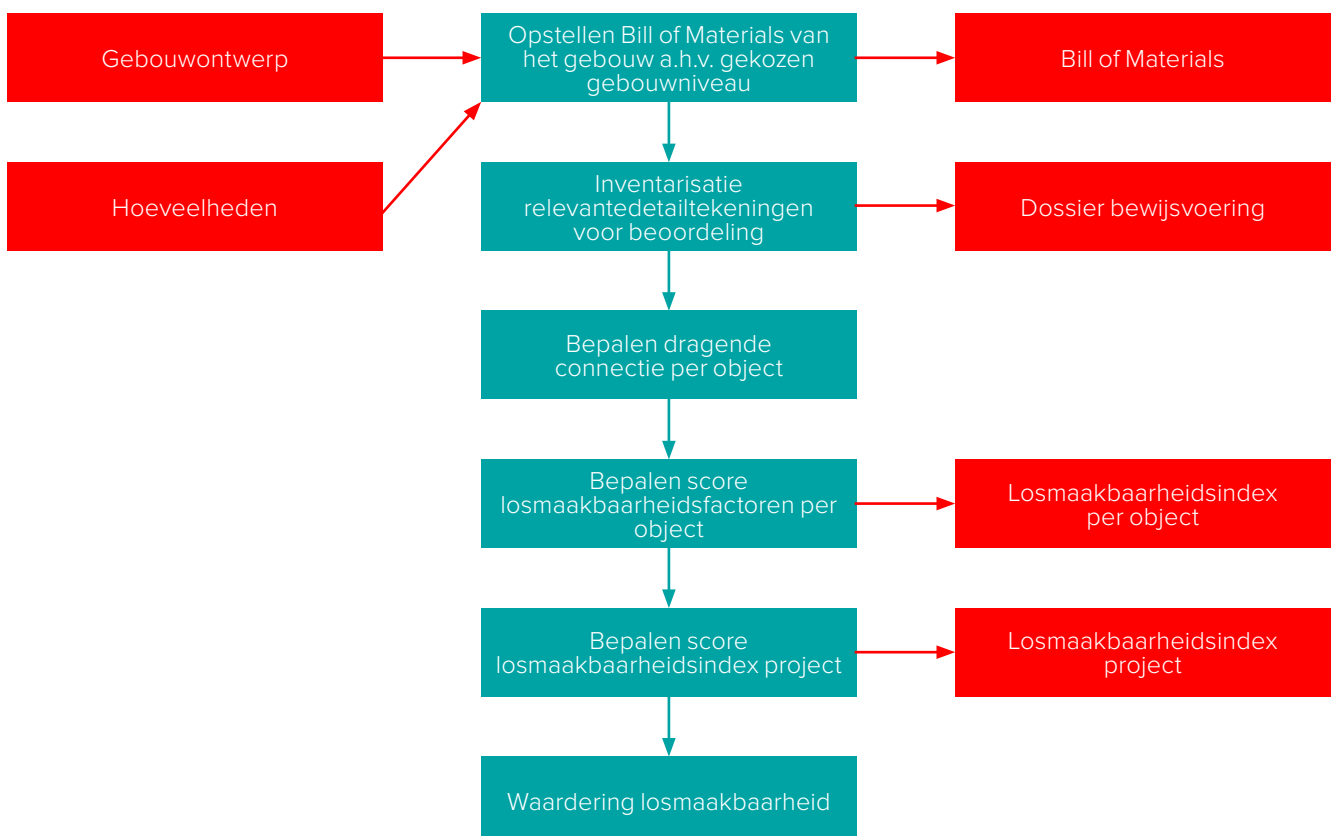
03.04 Bepalingsmethodiek losmaakbaarheid

Het bepalen van de losmaakbaarheidsindex vereist een bepaald niveau van technische uitwerking van een gebouw. Wij raden aan om detailtekeningen te hanteren om de losmaakbaarheid te beoordelen en om bewijsvoering te leveren. Het volgende stappenplan is opgesteld om losmaakbaarheid van een gebouw te bepalen:

Een Bill of Materials is een lijst met alle objecten op een specifiek gebouwniveau (minimaal op niveau vijf). Vervolgens wordt per object een detailtekening geleverd waarin de verbinding met het (onderliggend) dragend object inzichtelijk is gemaakt. Dit vormt de bewijsvoering voor de losmaakbaarheidsindex.

Aan de hand van de categorische waarden worden de losmaakbaarheidsfactoren per object beoordeeld. Dit leidt tot een losmaakbaarheidsindex per object. De hoeveelheden (kg) zijn benodigd om de losmaakbaarheidsindex van het project te bepalen.

Het resultaat van de waardering voor de losmaakbaarheidsindex van het project bepaalt de waardering voor losmaakbaarheid in BREEAM-NL en GPR gebouw.



Figuur 16: **Stappenplan bepalingmethodiek losmaakbaarheid**

04 PILOTPROJECTEN TOETSING MEETMETHODE LOSMAAKBAARHEID

De meetmethodiek voor losmaakbaarheid, zoals omschreven in hoofdstuk 03, is de eerste stap in de richting om meer aandacht te krijgen voor detaillering en bouwtechniek in het ontwerp. Om de meetmethodiek te valideren en meer kennis en expertise op te doen zijn er vijf pilotprojecten uitgevoerd:

- The Green House te Utrecht door Alba Concepts;
- Circl te Amsterdam door TRAJECT;
- De Tijdelijke Rechtbank te Amsterdam door Cepezed;
- House of Tomorrow Today (HoTT) te Sterksel door W/E adviseurs;
- Galileo Reference Center te Noordwijk door de Architecten Cie.

In de pilotprojecten is op detailniveau gekeken naar de vier aspecten van losmaakbaarheid van een element, namelijk de type verbinding, de toegankelijkheid van de verbinding, doorkruisingen van het element en de vorminsluiting van het element. In paragraaf 04.01 tot en met 04.05 worden de resultaten van de pilot weergegeven. In bijlage 1 zijn beknopt de uitwerkingen van de LI-index van de verschillende pilots weergegeven.





4.01 The Green House

Functie:	bijeenkomstgebouw / restaurant	Bouwer:	Ballast Nedam, Strukton en Albron
Vloeroppervlak:	680 m ²	Opleverdatum (opening):	April 2018
Architect:	Cepezed	Gebouwcertificering:	geen
Opdrachtgever:	Rijksvastgoedbedrijf		

De losmaakbaarheidsindex van The Green House is **0,79** (schaal: 0,00 – 1,00). De dominante elementen die de grondslag en hoogte van de LI-index bepalen zijn:

- Hergebruikte spiegelglazen gevelpanelen (35% aandeel in MPG);
- Beglazing HR++ vliesgevel (15% aandeel in MPG);
- Legioblokken (9% aandeel in MPG);
- Afschotisolatie (6% aandeel in MPG).

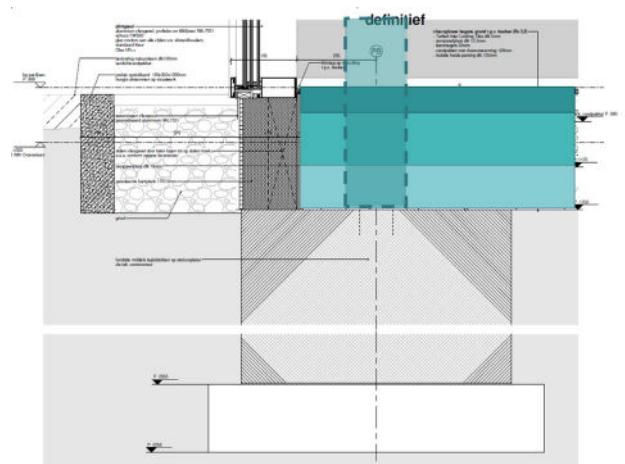
Voorbeelddetail vloeropbouw, begane grond (op elementniveau)

The Green House heeft een begane grond vloeropbouw, zoals weergegeven in figuur 17, waarbij ook de fundering (stelconplaten met legioblokken) als losmaakbare elementen zijn uitgevoerd. De vloeropbouw heeft een LI-index op elementniveau van 0,85, waarbij de volgende toelichting geldt op de vier aspecten van losmaakbaarheid:

- Vorminsluiting: geen vorminsluiting door omliggende elementen (score: 1,00).
- Doorkruising: één doorkruising van de hoofddraagconstructie (kolommen) door de

vloeropbouw. Geen invloed op het zandpakket, maar wel op de vezelcementplaten en de isolatie (score 0,40).

- Type verbinding: volledig droge en losliggende vloeropbouw (score 1,00),
- Toegankelijkheid verbinding: de elementen uit de vloeropbouw worden één voor één verwijderd. Dit vraagt geen extra handelingen (score 1,00).



Figuur 17 Vloeropbouw The Green House



4.02 Circl

Functie: bijeenkomstgebouw
 Vloeroppervlak: 3.390 m² BVO
 Architect: De Architecten Cie.

Bouwer: BAM Bouw & Techniek
 Opleverdatum (opening): september 2017
 Gebouwcertificering: BREEAM-NL Outstanding

De losmaakbaarheidsindex van Circl is **0,52** (schaal: 0,00 – 1,00). De dominante elementen die de grondslag en hoogte van de LI-index bepalen zijn:

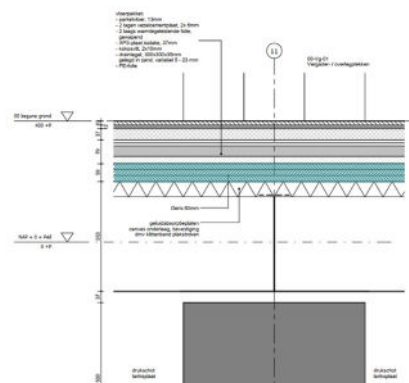
- PV-panelen (19% aandeel in MPG);
- Betonnen keerwanden kelderbak (14% aandeel in MPG);
- Betonnen funderingspalen (10% aandeel in MPG);
- Keldervloer afwerklaag (8% aandeel in MPG).

Voorbeelddetail CLT- met PCM-vloerelement (op elementniveau)

Circl heeft op de begane grond een cross-laminated timber (CLT) vloer met phase-changing materials (PCM), zoals weergegeven in figuur 18 en 19. De onderzijde van de vloer is voorzien van geluidsabsorberende platen, omdat het vergadercentrum op niveau -1 is gelegen. De vloeropbouw heeft een LI-index op elementniveau van 0,90, waarbij de volgende toelichting geldt op de vier aspecten van losmaakbaarheid:

- Vorminsluiting: geen vorminsluiting door omliggende elementen (score 1,00).
- Doorkruising: geen doorkruisingen door andere elementen (score 1,00).
- Type verbinding: verbinding tussen CLT en constructie is door middel van schroefverbindingen volledig droge en losliggende vloeropbouw (score 0,80).

- Toegankelijkheid verbinding: mogelijk om bij de verbindingen te komen na het weghalen van diverse elementen. Geen schade voorzien bij deze handelingen (score 0,80).



Figuur 18: **Vloeropbouw begane grond vloer Circl**



Figuur 19: **Foto vloeropbouw**



4.03 Tijdelijke Rechtbank Amsterdam

Functie: rechtbank
 Vloeroppervlak:
 Architect: Cepezed

Bouwer:
 Opleverdatum: september 2017
 Gebouwcertificering: geen

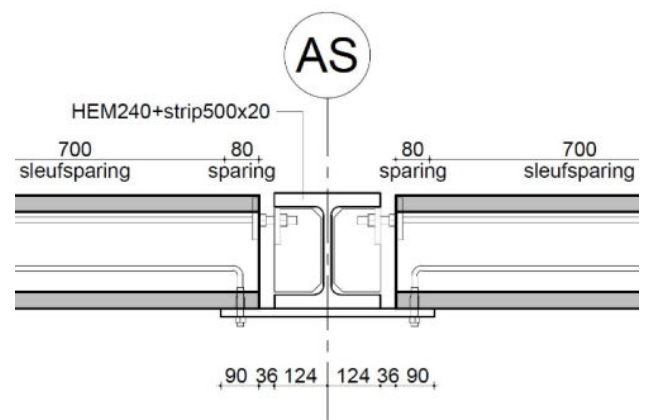
De losmaakbaarheidsindex van de Tijdelijke Rechtbank is **0,88** (schaal: 0,00 – 1,00). De dominante elementen die de grondslag en hoogte van de LI-index bepalen zijn:

- Prefab HSB-elementen (11% aandeel in MPG);
- Demontabele kanaalplaatvloer, type 1 (35% aandeel in MPG);
- Demontabele kanaalplaatvloer, type 2 (35% aandeel in MPG).

Voorbeelddetail kanaalplaatvloer verdiepingsvloer (op elementniveau)

De Tijdelijke Rechtbank bestaat uit remontabele kanaalplaatvloeren als verdiepingsvloeren, zoals weergegeven in figuur 20 en 21. De vloeropbouw heeft een LI-index op elementniveau van 0,85, waarbij de volgende toelichting geldt op de vier aspecten van losmaakbaarheid:

- Vorminsluiting: geen vorminsluiting door omliggende elementen (score: 1,00).
- Doorkruising: geen doorkruisingen door andere elementen (score 1,00).
- Type verbinding: toegevoegde verbinding tussen kanaalplaatvloer en stalen ligter door boutverbinding (score 0,80).
- Toegankelijkheid verbinding: de verbinding is toegankelijk met extra handelingen met herstelbare schade (score 0,60).



Figuur 20: **Vloeropbouw verdieping Tijdelijke Rechtbank**



Figuur 21: **Foto vloeropbouw (a) en type verbinding (b) Tijdelijke Rechtbank**



4.04 House of Tomorrow Today (HoTT)

Functie:	wonen met praktijkruimte	opleverdatum:	2014
Vloeroppervlak:	246 m ²	eventuele certificering	Energieleverend,
Architect en bouwer:	KAW/e Architecten gebouwd o.b.v. Slimbouwen met nevenaannemers		internationale (+ niveau): erkenning als Active House

De losmaakbaarheidsindex van HoTT is **0,85** (schaal: 0,00 – 1,00) op basis van een MPG inclusief PV-panelen van 1,03. Wanneer de impact van de PV-panelen op 0 wordt gezet in de MPG, wordt de LI-index lager, namelijk 0,63. De dominante elementen die de grondslag en hoogte van de LI-index bepalen, zijn:

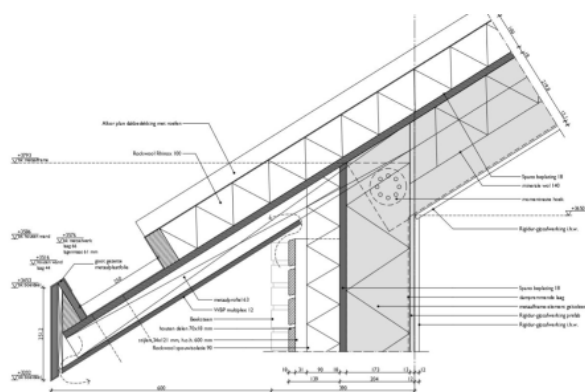
- PV-panelen (58% aandeel in MPG);
- Beglazing HR, droog beglaasd (7% aandeel in MPG);
- Hellende dakbedekking (4% aandeel in MPG);
- Funderingsbalken, beton, in het werk gestort (4% aandeel in MPG).

Voorbeelddetail dakopbouw, hellend, dakbedekking (op productniveau)

HoTT heeft een hellend dak bestaande uit PVC 1-laags verkleefd. De dakbedekking heeft een LI-index op productniveau van 0,58, waarbij de volgende toelichting geldt op de vier aspecten van losmaakbaarheid:

- Vorminsluiting: gesloten aan één zijde (score: 0,20).
- Doorkruising: geen doorkruisingen door andere elementen (score 1,00).

- Type verbinding: harde chemische verbinding (score 0,1).
- Toegankelijkheid verbinding: de verbinding is toegankelijk en vraagt geen extra handelingen (score 1,00).



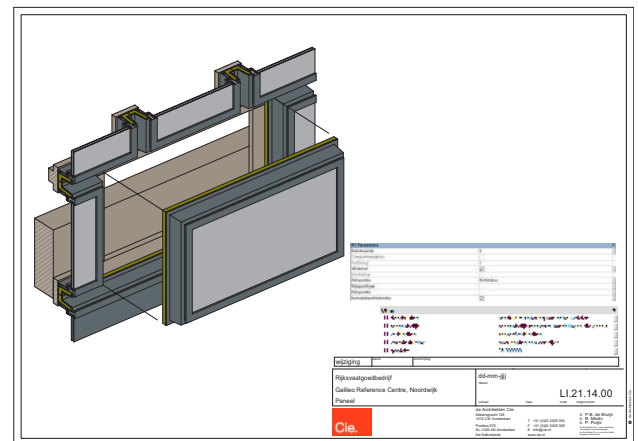
Figuur 22: **Dakopbouw HoTT**



4.05 Galileo Reference Cente

Functie:	datacenter, kantoorruimte	Bouwer:	Van Rhijnbouw, Katwijk
Vloeroppervlak:	1500 m²	Opleverdatum:	2017
Architect:	de Architecten Cie. (Pero Pulji, Eric van Noord), Amsterdam;	Gebouwcertificering:	geen

Onze opzet was de losmaakbaarheidstool te combineren met BIM. Vanwege het ontbreken van een MPG-score kon de losmaakbaarheidsindex van Galileo helaas niet bepaald worden. Desondanks heeft de studie inzicht opgeleverd. Het blijkt dat een gebouw als Galileo veel elementen bevat, ongeveer 26.000. We hebben een selectie gemaakt en ons geconcentreerd op de gevel, ongeveer 900 elementen. De losmaakbaarheidsdata zijn handmatig toegevoegd aan de gevelelementen. Dankzij de toegevoegde waarde van BIM was het relatief snel en eenvoudig om dit te doen. Alle elementen van de modulaire gevel hebben droge schroef- of klikverbindingen, hebben geen doorkruizingen en zijn dus goed losmaakbaar.



Figuur 23: Paneel Galileo Reference Center

04.06 Feedback op meetmethode losmaakbaarheid

Door alle partijen is op basis van de meetmethodiek losmaakbaarheid feedback gegeven op een aantal aspecten, namelijk:

- De uitvoerbaarheid van de meetmethodiek;
- De gehanteerde definities;
- De keuze voor losmaakbaarheidsfactoren;
- De meetmethodiek;
- Overige aspecten.

De feedback vormt de input voor het verbeteren van de meetmethodiek losmaakbaarheid en is het startpunt om te komen tot een totale integratie met bestaande duurzaamheidsmeetlatten, zoals BREEAM en GPR.

04.06.01 De uitvoerbaarheid van de meetmethodiek

De voornaamste feedback ten aanzien van de uitvoerbaarheid en gebruik van de meetmethodiek losmaakbaarheid is als volgt:

- De uitvoerbaarheid van de meetmethodiek is afhankelijk van de beschikbaarheid van data. Niet alle parameters zijn van tekeningen af te leiden, waardoor bouwkundige kennis nodig is voor de beoordeling van “blind spots”.
- Het aantal te beoordelen elementen is afhankelijk van het project. Bij complexe projecten loopt dit op waardoor dit veel tijd kost.
- De meetmethodiek moet ingezet worden als ontwerptool en niet pas aan het einde van het ontwerp.
- De tool sluit één-op-één aan op BIM. Dit maakt het beoordelen van verbindingsopties makkelijker en objectiever.

04.06.02 De gehanteerde definities

De voornaamste feedback ten aanzien van de gehanteerde definities is als volgt:

- Er bestaat onduidelijkheid over gehanteerde definities van gebouwniveaus. Hierdoor ontstaat een interpretatieverschil bij de beoordeling van de meetmethodiek.
- De factor *vorminsluiting* is met de huidige definitie en voorbeelden niet duidelijk genoeg.

04.06.03 De keuze voor losmaakbaarheidsfactoren

De voornaamste feedback ten aanzien van de keuze voor losmaakbaarheidsfactoren is als volgt:

- De losmaakbaarheidsfactor vorminsluiting is moeilijk te beoordelen. Deze kan ook gezien worden als onderdeel van de factor toegankelijkheid van de verbinding.

- Er is gekozen om de factoren levenscyclus coördinatie en montagevolgorde niet te adapteren in de meetmethodiek. Hierdoor is dit onderbelicht in de meetmethodiek.
- Door de toepassing van vier losmaakbaarheidsfactoren ontstaan situaties waarbij een hoge score bij de ene factor, een lage score bij de ander opheft en hierdoor toch een hoge losmaakbaarheidsindex ontstaat.

04.06.04 De meetmethodiek

De voornaamste feedback ten aanzien van de meetmethodiek losmaakbaarheid is als volgt:

- Het gebouwniveau bepaalt welke onderdelen beoordeeld worden. Het elementenniveau is niet altijd toereikend genoeg om de essentiële verbindingen te beoordelen.
- De demontagevolgorde is essentieel bij het bepalen van de losmaakbaarheidsindex. Tijdens de demontagefase zijn de factoren toegankelijkheid van de verbinding en vorminsluiting minder belangrijk, omdat verhinderende situaties door de demontagevolgorde teniet worden gedaan.
- De MPG bepaalt de weging van de losmaakbaarheidsindex. Het is nog onduidelijk hoe recycling en hergebruik meetelt in de MPG berekening, waardoor bepaalde onderdelen een hogere impact hebben op de losmaakbaarheidsindex.
- Door de MPG toe te passen als weegfactor hebben circulaire producten met een lage milieu-impact weinig invloed op de losmaakbaarheidsindex. Hierdoor wordt de toepassing van deze producten niet beloond.
- De aansluiting die moet worden getoetst is de aansluiting waarop het element het gewicht afdraagt (de verbinding tussen het object en het onderliggend object dat een dragende functie heeft). Het zou beter zijn om als maatgevende verbinding het moeilijkst los te maken detail te toetsen.

04.06.05 Overige aspecten

- Er wordt geen rekening gehouden met de complexiteit van demonteren van verschillende type elementen, zoals een vloer ten opzichte van een zonnepaneel.
- Hergebruik(waarde) wordt niet meegenomen als weegfactor voor de losmaakbaarheidsindex. Hierdoor worden producten waarbij losmaakbaarheid irrelevant is ook beoordeeld.
- De meetmethodiek moet aansluiten op de nieuwste versie van de NMD en NL/SfB.

05 AANBEVELINGEN

Dit rapport is opgesteld met als doel om een uniforme meetmethodiek vast te stellen om de mate van losmaakbaarheid te bepalen. De methodiek kan los gebruikt worden maar kan ook een interessante aanvulling zijn op bestaande meetmethodieken voor duurzame gebouwen zoals BREEAM-NL en GPR gebouw. De meetmethodiek is geschikt om binnen woningbouw- en utiliteitsprojecten en op alle gebouwniveaus in te zetten. Hiermee wordt losmaakbaarheid gerationaliseerd en is er slechts een beperkte mate van subjectiviteit in de bepaling van de losmaakbaarheidsindex.

De verbinding tussen het object en het onderliggend object dat een dragende functie heeft, bepaalt de losmaakbaarheidsindex. Dit betekent dat de meetmethodiek de andere verbindingen, bijvoorbeeld binnen een product, buiten beschouwing laat. Uiteraard is het wel mogelijk om alle verbindingen te beoordelen, echter maakt dit de meetmethodiek op dit moment te complex. Een uitbreiding in de toekomst biedt kansen om losmaakbaarheid integraal in een project te beoordelen door middel van relatiepatronen¹².

De MPG is toegepast als normalisatiefactor voor de losmaakbaarheidsindex van het project. Dit betekent dat de MPG van het gebouw beschikbaar moet zijn. Bij projecten waar dit niet het geval is, zijn twee opties mogelijk om de losmaakbaarheidsindex van het project te bepalen:

- MPG-score is gelijk aan 0. Hierdoor telt de losmaakbaarheidsindex van dit object niet mee in de projectbeoordeling.
- Standaard MPG-score van elementen uit een referentieproject hanteren.

In de MPG-beoordelingsmethodiek is er geen aandacht voor losmaakbaarheid en valt buiten de afbakening van dit onderzoek. Wij adviseren om de MPG van referentieprojecten te hanteren, omdat bij de eerste optie het risico ontstaat dat alleen positieve scores worden meegeteld in een projectbeoordeling. Dit maakt het opstellen en beheren van MPG-scores van referentieprojecten voor diverse bouwtypologieën noodzakelijk. Een ander discussiepunt is de beperkte beschikbaarheid van MPG-scores van innovatieve (circulaire) materialen, waarbij losmaakbaarheid een belangrijke rol speelt.

Voor de integratie van de losmaakbaarheidsindex in de duurzaamheidsinstrumenten BREEAM-NL en GPR Gebouw adviseren wij om de losmaakbaarheidsindex

van het project te hanteren. In de praktijk betekent dat dit van alle aanwezige objecten in een gebouw de losmaakbaarheidsindex moet worden bepaald. In situaties waarin dit onmogelijk of niet realistisch is, adviseren wij om ook voor de losmaakbaarheidsindex een standaard waarde te hanteren.

De standaardwaarde van de losmaakbaarheidsindex kan, net zoals de standaardwaarde voor de MPG, bepaald worden van referentieprojecten. Hiervoor zijn voldoende detailtekeningen nodig die voor bewijsvoering als voorbeeld kunnen fungeren bij de meetmethodiek voor losmaakbaarheid. Bij traditionele bouwmethodieken is deze waarde relatief laag. Door optimalisaties aan te brengen aan de objecten waarvoor de losmaakbaarheidsindex is bepaald, verbetert de losmaakbaarheidsindex van het project. Wij achten het gebruik van SBR-Referentiedetails¹³ kansrijk om te fungeren als referentiedetails voor de duurzaamheidsinstrumenten.

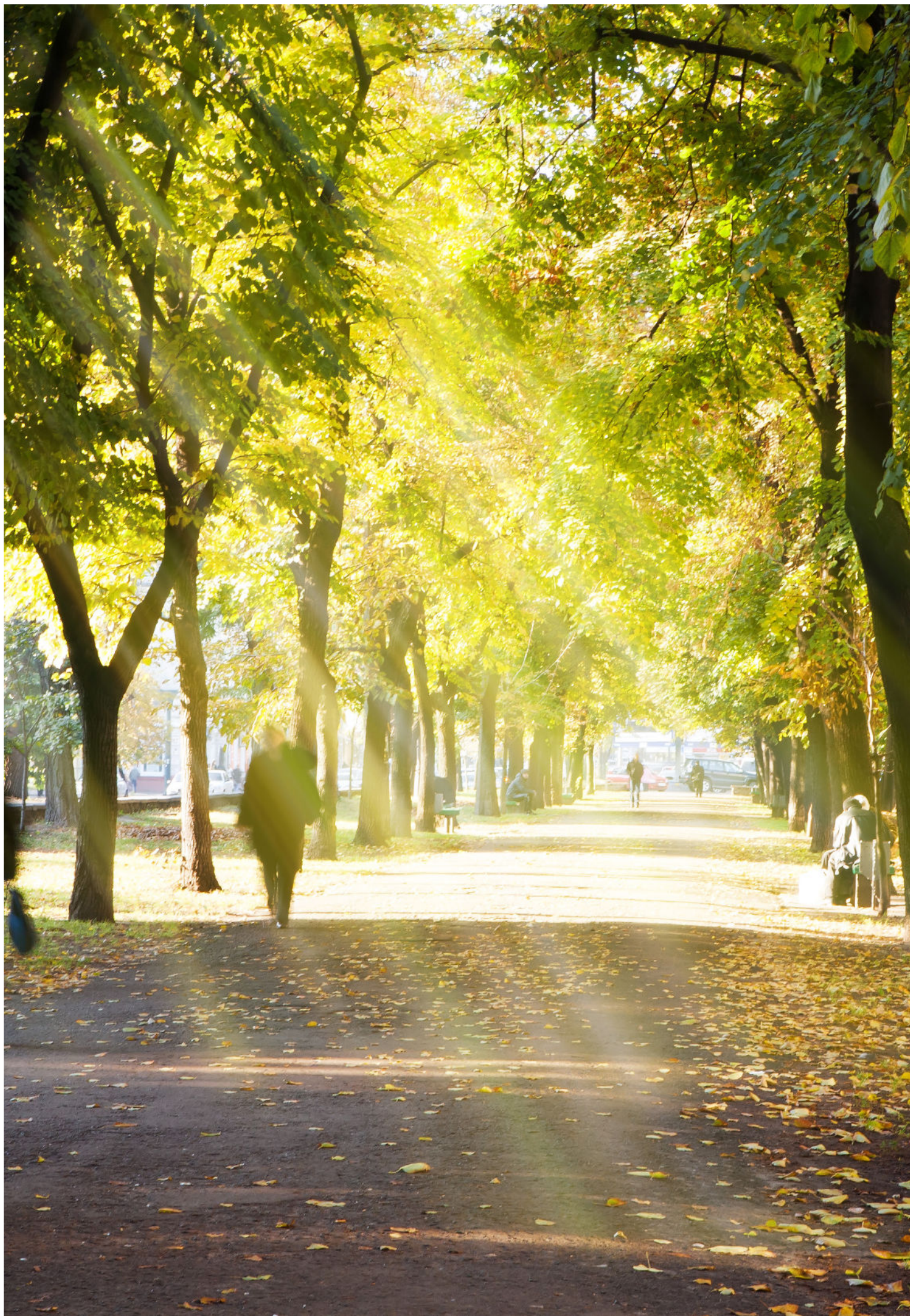
De meetmethodiek is getest in vijf pilotprojecten. De partijen die betrokken zijn bij deze beoordeling hebben naast hun resultaten ook feedback en aanbevelingen toegevoegd. Wij adviseren om aan de hand van deze bevindingen de meetmethodiek in de praktijk toe te passen en door te ontwikkelen.

¹² Van Vliet, M. (2018). Disassembling the steps towards building circularity. Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven.

¹³ ISSO Kennisbank, SBR-Referentiedetails

06 REFERENTIES

- Ellen MacArthur Foundation. (2012). *Towards the Circular Economy*.
- Cramer, J. (2015). *Strategische Verkenning: 'Op weg naar Cirkelregio Utrecht'*. Utrecht Sustainability Institute.
- Brand, S. (1994). *How building learn*, New York.
- Van Vliet, M. (2018). *Disassembling the steps towards building circularity*. Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven.
- Durmisevic, E. (2006). *Transformable building structures*. Technische Universiteit Delft, Delft.



Alba Concepts

Alba Concepts is een jonge, duurzame onderneming die zich richt op drie activiteiten: advisering, management en projectontwikkeling. Bij alle activiteiten staat centraal dat zij handelen daar waar vastgoed, duurzaamheid, strategie en financiën elkaar vinden in de vroege planfasen.

Dutch Green Building Council

Stichting Dutch Green Building Council (DGBC) is de landelijke maatschappelijke organisatie die zich inzet om de gebouwde omgeving in hoog tempo toekomstbestendig te maken.

De onafhankelijke stichting is in 2008 opgericht op initiatief van de markt en telt bijna 400 participanten. Allemaal ondersteunen ze de missie van DGBC: het verduurzamen van de gebouwde omgeving. DGBC brengt organisaties met elkaar in contact, laat ze samenwerken aan verduurzaming en spoort hen aan een voorbeeld te zijn voor andere partijen. Daarnaast is DGBC ontwikkelaar en beheerder van het duurzaamheidskeurmerk BREEAM-NL.

RVO

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl) stimuleert ondernemend Nederland bij duurzaam, agrarisch, innovatief en internationaal ondernemen. Met subsidies, het vinden van zakenpartners, kennis en het voldoen aan wet- en regelgeving.

RVO.nl voert opdrachten uit namens andere ministeries, waaronder de ministeries van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties en Economische Zaken en Klimaat. Ook werkt RVO.nl in opdracht van de Europese Unie.

W/E adviseurs

Stichting W/E adviseurs duurzaam bouwen geeft advies over duurzaamheid in bouw, vastgoed en gebiedsontwikkeling. Praktisch projectadvies op maat over (duurzame) energie, bouwfysica, duurzaam bouwen of renoveren. W/E ondersteunt organisaties, van visievorming tot uitvoering in de dagelijkse praktijk. Ook ontwikkelen ze kennis en software (o.a. GPR Gebouw) dat duurzaamheid inzichtelijk en meetbaar maakt. Ook delen ze kennis via cursussen.



Dutch
Green Building
Council



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

