



HANDREIKING LOSMAAKBAARHEID

JULI 2019



1. LOSMAAKBAARHEID

1.
Losmaak-
baarheid

1.1 Inleiding

Nederland is onderweg naar een circulair economie¹ waar zowel de materialen als financiële kringloop gesloten wordt. In (publieke) werken en gebouwen zitten grote hoeveelheden materiaal. Door werken en gebouwen circulair te ontwerpen en te realiseren, zijn ook de materialen in deze werken en gebouwen hoogwaardig her te gebruiken. Een circulair werk of gebouw zal zo veel mogelijk moeten bestaan uit losmaakbare materialen, producten en elementen. Dankzij deze losmaakbaarheid kunnen materialen bij einde levensduur hoogwaardig hergebruikt worden.

Losmaakbaarheid vraagt in de eerste plaats om een andere manier van ontwerpen. Dit betekent dat de principes van losmaakbaarheid integraal in het bouwproces moeten worden meegenomen. Dit zal dus ook een plek moeten krijgen in de aanbesteding. In deze handreiking leest u hoe dit kunt doen.

De handreiking werkt een definitie voor losmaakbaarheid uit aan de hand van 14 aspecten. Vervolgens biedt de handreiking handvatten om losmaakbaarheid in verschillende contractvormen een plek te geven en te borgen binnen de contractvoorbereiding en de (project) organisatie. Tenslotte biedt deze handreiking een stappenplan voor de toepassing van losmaakbaarheid in het aanbestedingsproces.

De handreiking is specifiek opgesteld voor publieke opdrachten in de sectoren grond-, weg- en waterbouw (GWW) en utiliteitsbouw. De aanbevelingen en handvatten zijn echter ook toepasbaar bij andere sectoren.

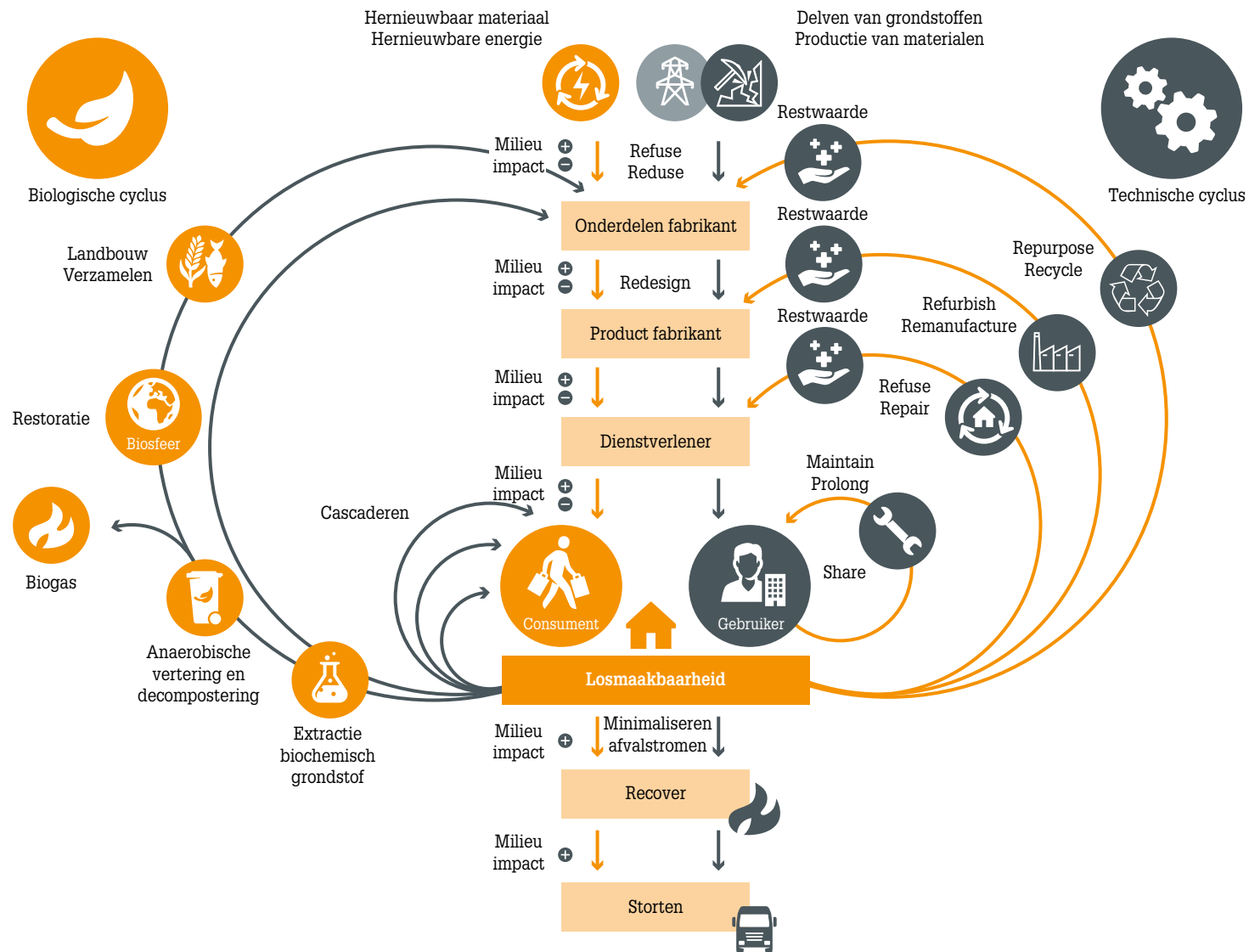
Deze handreiking is opgesteld op verzoek van en getoetst door de leden van het leernetwerk GWW en Bouw, en gefinancierd uit de klimaatenvelop 2018.

1.2 Belang van losmaakbaarheid

De circulaire economie bestaat uit de biologische cyclus, de technische cyclus en het economisch model (zie figuur 1). Door materialen in de kringlopen en de economie te houden wordt storten of verbranden voorkomen en primaire grondstoffen gespaard.

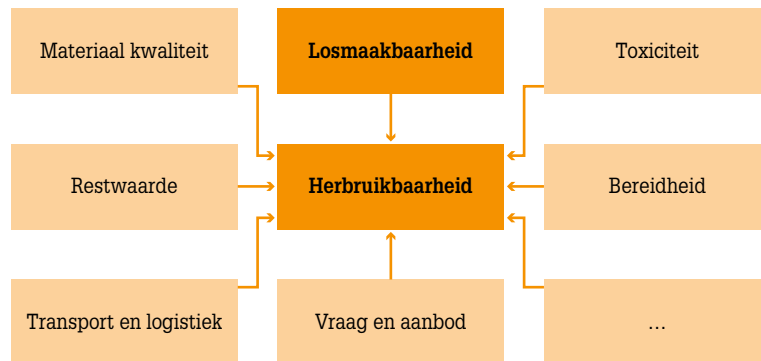
In de GWW- en utiliteitsbouw bestaat veelal uit materialen uit de technische cyclus, alhoewel er ook steeds meer alternatieven uit de biologische cyclus worden ontwikkeld. In een circulaire economie heeft het voorkomen van grondstoffengebruik en hoogwaardig hergebruik van materialen en/of componenten de voorkeur vóór recycling. Om grondstoffen in de bouw en GWW hoogwaardig te kunnen hergebruiken, is het noodzakelijk dat bouwwerken losmaakbaar zijn en dat de objecten – onderdelen van het bouwwerk – zonder (onherstelbare) schade uit het bouwwerk verwijderd kunnen worden. Immers een bij verwijdering onherstelbaar beschadigd object, kan hooguit een laagwaardigere nieuwe toepassing krijgen.

¹ Het ministerie van Infrastructuur en Milieu en het ministerie van Economische Zaken. (2016). Nederland circulair in 2050. Den Haag: Auteur.



Figuur 1: : Biologische en technische cyclus met losmaakbaarheid. Aangepast overgenomen uit Towards the Circular Economy door Ellen MacArthur Foundation, 2012.

Losmaakbaarheid is dan ook niet het einddoel, maar is vooral een middel om hoogwaardig hergebruik mogelijk te maken. Losmaakbaarheid is de basis voor hergebruik (zie figuur 2) waarmee in het ontwerp al rekening mee moet worden gehouden.



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

1.3 Definitie losmaakbaarheid

Werken en gebouwen bestaan uit een verzameling van complexe (geclusterde) elementen, opgebouwd uit verschillende objecten die met elkaar zijn verbonden. Als de verbindingen tussen de objecten verbroken kunnen worden, kunnen deze objecten hun functie gemakkelijker behouden en is hoogwaardig hergebruik in beginsel mogelijk. Losmaakbaarheid wordt daarom in deze handreiking als volgt gedefinieerd:

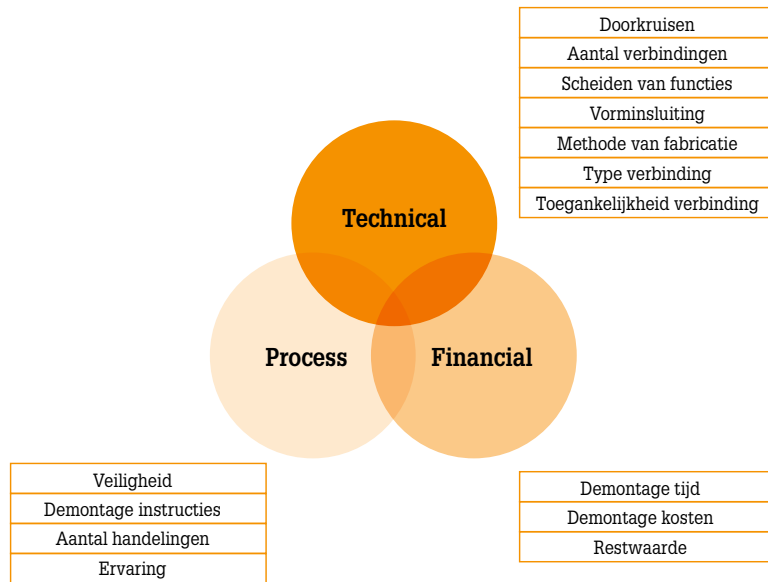
“Losmaakbaarheid is de mate waarin objecten demonteerbaar zijn op alle schaalniveaus binnen werken en gebouwen, zodat het object de functie kan behouden en hoogwaardig hergebruik realiseerbaar is.”

Het ontwerp van publieke werken en gebouwen heeft de meeste invloed op losmaakbaarheid. Echter, losmaakbaarheid dient ook procesmatig en financieel geborgd te worden. In deze handleiding wordt daarom onderscheid gemaakt tussen technische, procesmatige en financiële losmaakbaarheidsaspecten² (zie figuur 3):

- Technische aspecten³: borgen dat de objecten fysiek uit elkaar te halen zijn
- Procesmatige aspecten: borgen van de losmaakbaarheid tijdens het ontwerp-, bouw- en demontageproces
- Financiële aspecten: borgen van de financiële haalbaarheid van losmaakbaarheid zodat de demontagekosten gedekt kunnen worden uit de restwaarde van de objecten.

² Van Vliet, M. (2018). *Disassembling the steps towards building circularity*. Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven.

³ Durmisevic, E. (2006). *Transformable building structures*. Technische Universiteit Delft, Delft.



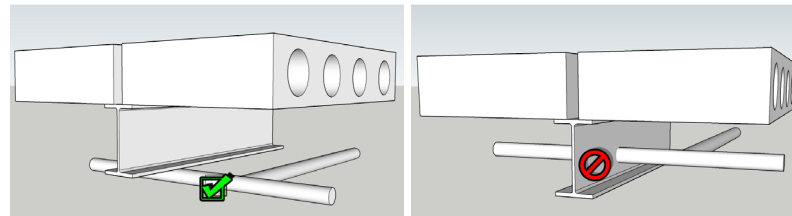
Figuur 3: Overzicht losmaakbaarheidsaspecten uit *Disassembling the steps towards Building Circularity* door van Vliet, M., 2018, Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven.

Technische losmaakbaarheidsaspecten

De technische losmaakbaarheid is op te spitsen in 4 aspecten gericht op het object (doorkruisingen, aantal verbindingen, methode van fabricage en vorminsluitingen) en 3 aspecten gericht op de verbinding (type verbinding, montagevolgorde en toegankelijkheid van de verbinding).

1. Doorkruisingen

Doorkruisingen vormen de integratie en vervlechting van objecten in een bouwwerk. De aanwezigheid van doorkruisingen zorgt voor afhankelijkheden van objecten ten opzichte van elkaar. Die afhankelijkheden kunnen leiden tot beschadigingen en verminderen de demontage mogelijkheden. Objecten die elkaar niet doorkruisen hebben daarom voor losmaakbaarheid de voorkeur (zie figuur 4).



Figuur 4: Doorkruisingen

2. Aantal verbindingen

Een object kan aan één of meerdere andere objecten worden verbonden. Elke verbinding kan een beschadiging zijn van het object en dit kan toekomstig hergebruik belemmeren. Voor losmaakbaarheid heeft het de voorkeur als het object met een *minimaal* aantal verbindingen verbonden is met de andere objecten in een bouwwerk.

3. Scheiden van functies

De montagevolgorde is de volgorde waarin objecten worden gedemonteerd en is bepalend voor de volgorde dat objecten kunnen

worden gedemonteerd. Voor losmaakbaarheid heeft het de voorkeur dat alle objecten met een specifieke functie eerst binnen het systeem worden gemonteerd, waarna vervolgens de objecten met een andere functie binnen het systeem worden gemonteerd. Of te wel dat de functies worden gescheiden. Hierdoor kunnen de later toegevoegde objecten eenvoudig kunnen worden gedemonteerd zonder dat dit het functioneren van de eerder gemonteerde objecten belemmert.

4. Methode van fabricatie

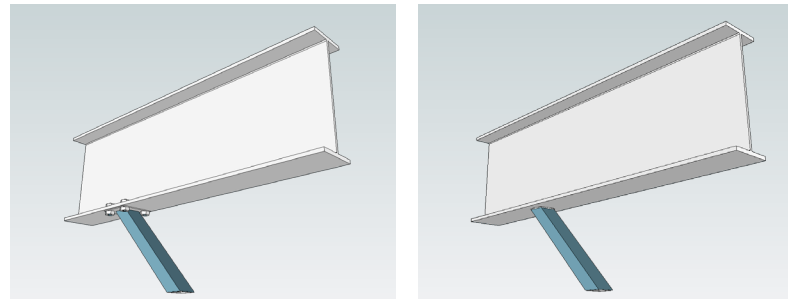
Globaal zijn er voor bouwwerken twee fabricatiemethoden: prefabricage buiten de bouwplaats en in-situ fabricage op de bouwplaats. Bij prefabricage wordt in de regel gebruik gemaakt van gestandaardiseerde en toegankelijke verbindingen. In het algemeen heeft voor losmaakbaarheid vanwege deze gestandaardiseerde en toegankelijke verbindingen dan ook prefabricatie de voorkeur.

5. Vorminsluiting

Vorminsluiting is het fysiek insluiten van een object door andere objecten. Een volledig ingesloten object kan niet verwijderd worden uit het bouwwerk zonder andere objecten te verwijderen. Dit belemmert de losmaakbaarheid. In een losmaakbaar ontwerp zijn objecten altijd vanaf minimaal één kant te benaderen en te vervangen.

6. Type verbindingen

De gekozen verbindingen tussen de objecten zijn in grote mate bepalend voor de mogelijkheid om een object zonder schade te verwijderen. Een losmaakbaar ontwerp bestaat zo veel mogelijk uit droge verbindingen, verbindingen met toegevoegde elementen en directe integrale verbindingen. Deze leiden minder snel tot schade dan chemische verbindingen (zie figuur 6).



Figuur 5: Bout- en moerverbinding (voorkeur) en lasverbinding

TYPE VERBINDING	
Droge verbinding	Verbindingen zonder toegevoegde elementen Klikverbinding Klittenbandverbinding Magnetische verbinding
Verbinding met toegevoegde elementen	Bout- en moerverbinding Veerverbinding Hoekverbindingen Schroefverbinding Verbindingen met toegevoegde verbindings-elementen
Directe integrale verbinding	Pin-verbindingen Spijkerverbinding
Zachte chemische verbinding	Kitverbinding
Harde chemische verbinding	Lijmverbinding Aanstortverbinding Lasverbinding Cementgebonden verbinding Chemische ankers Harde chemische verbinding

Figuur 6: Type verbindingen. Overgenomen uit Transformable building structures. door Durmisevic, E. 2016, Technische Universiteit Delft, Delft.

7. Toegankelijkheid verbindingen

Fysiek toegankelijke verbindingen bieden ruimte voor demontage zonder dat dit schade oplevert aan de omliggende objecten. Goed toegankelijke verbinden zijn wenselijk voor losmaakbaarheid.

Procesmatige losmaakbaarheidsaspecten

1. Demontage instructies

Om de losmaakbaarheid van een bouwwerk in latere fases te kunnen borgen is het van belang dat er actuele en bruikbare demontage instructies zijn. Op basis van deze instructies kan het bouwwerk dusdanig gedemonteerd worden dat de individuele objecten hun functie kunnen behouden.

2. Aantal handelingen

Voor losmaakbaarheid is het van belang om het aantal demontage handelingen wordt geminimaliseerd. Elke handeling introduceert een risico op een onherstelbare beschadiging.

3. Veiligheid

Het bouwwerk dient conform de demontage instructie veilig voor personeel en omwonenden gedemonteerd kunnen worden om te voorkomen dat alsnog gekozen wordt voor een andere methode die leidt tot onherstelbare beschadigingen aan de objecten.

4. Kennis en ervaring

De verbindingen tussen de objecten kunnen complex van aard zijn en om specialistische kennis en ervaring vragen bij demontage. Het is aan te bevelen dat de demonterende partij de benodigde kennis en ervaring heeft, zodat deze daadwerkelijk kiest voor demontage boven sloop.

Financiële losmaakbaarheidsaspecten

1. Tijdsduur van demontage

Wanneer het demonteren van een object tijdsintensief is dan is het mogelijk dat de demonterende partij alsnog kiest voor een demontage methode die hoogwaardig hergebruik onmogelijk maakt.

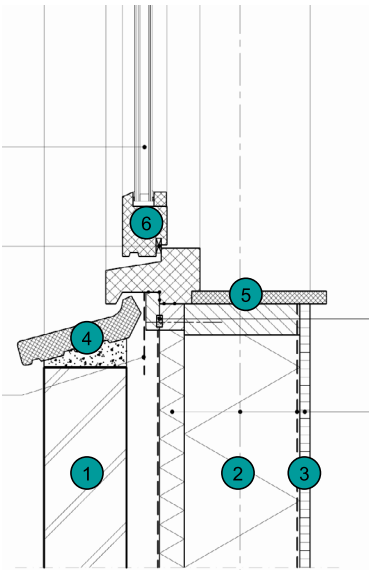
2. Kosten van demontage

Wanneer het demonteren van een object kostbaar is, bijvoorbeeld omdat deze vraagt om de inzet van specialistische apparatuur, dan is het mogelijk dat de demonterende partij alsnog kiest voor een demontagemethode die hoogwaardig hergebruik onmogelijk maakt.

3. Restwaarde gedemonteerde objecten

Bij objecten met een hoge restwaarde is het gunstiger te kiezen voor een losmaakbare oplossing dan bij objecten met een geringe restwaarde. Voor objecten met een hoge restwaarden is behoud van functie en daarmee een losmaakbaarheid immers wenselijk.

Een losmaakbaarheidsindex stelt de mate van losmaakbaarheid vast aan de hand van de 7 technische losmaakbaarheidsaspecten. De procesmatige en financiële losmaakbaarheidsaspecten worden hierbij als randvoorwaarden gezien. Elk onderdeel van het bouwwerk wordt hierbij op de technische losmaakbaarheidsaspecten beoordeeld. Vervolgens wordt de gemiddelde score berekend. Deze gemiddelde score bepaalt de losmaakbaarheid van het totale bouwwerk. Een voorbeeld van deze losmaakbaarheidsindex is in onderstaand figuur uitgewerkt voor een detail van een kozijn. In bijlage 5.2 vindt u de wegingsfactoren van de verschillende technische losmaakbaarheidsaspecten.



Losmaakbaarheid connectie B

Toegankelijkheid van verbinding: niet toegankelijk: 0,10
Type verbinding: verbinding met toegevoegde verbindingselementen: 0,80
Montage volgorde: Zelfde bouwniveau – zelfde bouwniveau : 1,00

LI connectie: $0,10 + 0,80 + 1,00 = 1,90$

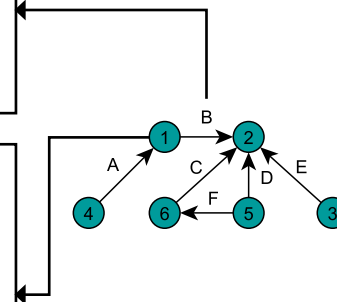
Losmaakbaarheid product 1

Doorkruisingen: modulaire zonering van gebouwdelen: 1,00
Aantal verbindingen: een of twee connecties: 1,00
Methode van fabricatie: gefabriceerd op de bouwplaats: 0,10
Vorminsluiting: open aan beide zijdes: 1,00

LI connectie: $1,00 + 1,00 + 0,10 + 1,00 = 3,10$

Losmaakbaarheidsindex: $(1,90 + 3,10)/7 = 0,71$

Losmaakbaarheidsindex: $(1,90 + 3,10)/7 = 0,71$



Eind 2018 is het eerste circulaire viaduct van Nederland gebouwd. Het dek van dit viaduct bestaat uit 40 betonnen elementen. Deze elementen zijn voorzien van 'shear-keys' – een soort deuvels – die borgen dat de elementen goed op elkaar aansluiten. Stalen voorspankabels worden door de holle ruimtes van de elementen getrokken om de elementen met elkaar te verbinden. Hiermee is een 'verbinding met toegevoegde elementen' ontstaan die zonder onherstelbare schade gedemonteerd kunnen worden. Het viaduct kan zo zonder schade gedemonteerd, verplaatst en op een nieuwe locatie herbouwd worden.

2. BOUWORGANISATIEVORM

2.1 Inleiding

U kiest bij iedere aanbesteding voor de geschikte bouworganisatievorm. Bij deze keuze is onderscheid te maken tussen de klassieke en geïntegreerde bouworganisatievormen.

Om losmaakbaarheid te waarborgen binnen een klassieke bouworganisatievorm, dienen de losmaakbaarheidsprincipes volledig in het bestek te worden uitgewerkt. Bij deze bouworganisatievorm dient u (of uw adviseurs) zelf te beschikken over de nodige kennis en expertise. Circulariteit en losmaakbaarheid zijn relatief nieuwe principes in de bouwsector. Kennis over deze onderwerpen is nog niet ruimschoots aanwezig.

Er zijn vele geïntegreerde bouworganisatievormen, zoals met of zonder onderhoud en/of met of zonder beheer contracteren. U borgt losmaakbaarheid bij deze organisatievormen door hierop te sturen in de gekozen functionele eisen, proceseisen en/of gunningscriteria. De functionele- en proceseisen borgen dat de oplossing daadwerkelijk losmaakbaar is. Gunningscriteria stimuleren aanbieders om een losmaakbare oplossing aan te bieden. Het *eisen* van losmaakbaarheid kan als losmaakbaarheid gangbaar is in de markt, anders is het aan te bevelen hierop te *gunnen*.

2.2 Integreren van onderhoud en demontage

Het meenemen van onderhoud van het bouwwerk in de bouworganisatievorm kan al voldoende stimulans vormen voor de aanbieder om losmaakbaar te ontwerpen. Zo kan door losmaakbaar te ontwerpen in sommige gevallen onderhoudskosten worden bespaard. Dit kan een gunningsvoordeel opleveren voor de aanbieder. Door ook de demontagefase mee te nemen en het eigendom van het bouwwerk over te dragen aan de markt, kan de stimulans om losmaakbaar te ontwerpen nog groter worden. Een aanbieder die in staat is een hoge restwaarde te realiseren kan zo zijn investering (gedeeltelijk) terugverdienen en hiermee scherper inschrijven. Let wel dat deze stimulansen op dit moment het beste lijken te werken voor bouwwerken en objecten met een relatief beperkte economische levensduur, zoals in het inbouwpakket, de verlichting of bij een tijdelijk bouwwerk omdat de netto contante waarde van de restlevensduur dan nog aanzienlijk is.

2.3 Borging losmaakbaarheid in bouworganisatievorm

In figuur 6 en 7 is voor zowel de klassieke als de geïntegreerde bouworganisatievorm toegelicht hoe losmaakbaarheid kan worden geborgd in de verschillende tenderdocumenten.

AANBESTEDINGS-STUKKEN	BORGING LOSMAAKBAARHEID	LOSMAAKBAARHEIDSASPECTEN
Bestek en tekeningen	Om losmaakbaarheid te borgen wordt het bestek volledig uitgewerkt op basis van de losmaakbaarheidsaspecten. De opdrachtgever legt de technische aspecten van losmaakbaarheid vast in het bestek en tekeningen. De opdrachtgever is intensief betrokken bij het ontwerpproces en laat het bestek en tekeningen hierop controleren, én laat hierop toezien bij de realisatie van het bouwwerk.	Technische aspecten: • Doorkruisingen; • Aantal verbindingen; • Volgorde van demontage; • Vorminsluiting; • Methode van fabricatie; • Type verbinding; • Toegankelijkheid verbinding.
Aannemers-overeenkomst	Procesafspraken worden gemaakt over de kwaliteit van de demontage instructies. Aannemer levert deze op bij het afronden van (een deel van) de werkzaamheden. Eventueel kunnen de meerkosten van objecten met een hogere restwaarden worden gecompenseerd bij de inschrijving. Hiervoor dient dan in het inschrijfbiljet ruimte voor worden gemaakt bijvoorbeeld door de Netto Contante Waarde van de objecten op te nemen.	Financiële en procesmatige aspecten: • Demontage instructies; • Restwaarde.

Figuur 7: Borging losmaakbaarheid in klassieke bouworganisatievorm (UAV contract)

AANBESTEDINGS-STUKKEN	BORGING LOSMAAKBAARHEID	LOSMAAKBAARHEIDSASPECTEN
Vraag-specificatie product (VS1)	Om losmaakbaarheid te borgen worden in de vraagspecificatie product raakvlakeisen en aspecteisen opgenomen die toezien op de technische losmaakbaarheidsaspecten. Deze eisen kunnen van toepassingen zijn op de losmaakbaarheid van het gehele bouwwerk dan wel sturen op een specifieke losmaakbaarheidsfactor.	Technische aspecten: • Doorkruisingen; • Aantal verbindingen; • Volgorde van demontage; • Vorminsluiting; • Methode van fabricatie; • Type verbinding; • Toegankelijkheid verbinding. Procesmatige aspecten: • Aantal handelingen.



AANBESTEDINGS-STUKKEN	BORGING LOSMAAKBAARHEID	LOSMAAKBAARHEIDSASPECTEN
Vraagspecificatie proces (VS2)	Om losmaakbaarheid te borgen in het ontwerp- en bouwproces worden in de vraag-specificatie proces proceseisen opgenomen die toezien op de procesmatige losmaakbaarheidsaspecten. Losmaakbaarheid maakt onderdeel uit van het projectmanagement, risico- en kansen management, technische management en opleverdossier. Projectmanagement Toezien wie is verantwoordelijk voor de verificatie en validatie van het ontwerp op losmaakbaarheid. Neem op dat losmaakbaarheid periodiek terugkomt in de overleggen tussen opdrachtnemer en opdrachtgever. Neem losmaakbaarheid op in de voortgangsrapportages. Risico- en kansenmanagement Welke risico's en kansen voor op de technische en procesmatige losmaakbaarheidsaspecten worden gesignaleerd en hoe worden deze beheerst. Technisch Management De technische losmaakbaarheidsaspecten maken onderdeel uit van het ontwerpproces bij de opdrachtnemer. Geborgd dient te worden dat deze in zijn ontwerpkeuzes losmaakbaarheid meeneemt en hierop de verificatie en validatie uitvoert. Verzoek bijvoorbeeld dat bij elk ontwerp en werktekening een toelichting op losmaakbaarheid. Opleverdossier Neem als onderdeel van het opleverdossier het materiaalpaspoort mee en laat hierin opnemen losmaakbaarheid inclusief de demontage instructie.	Procesmatige aspecten: • Veiligheid; • Demontage instructies. Randvoorwaarden: • Losmaakbaarheid als onderdeel van: 1. Projectmanagement; 2. Risico- en kansen-management; 3. Technisch Management.
Annexen	Annex III en Annex IV: Toetsing en Acceptatie Benoem in het toetsing- en/of acceptatieplan de documenten benoemen die relevant zijn voor losmaakbaarheid. Denk bijvoorbeeld aan de demontage instructie. Annex V: Vrijkomende materialen. Door de Annex V: Vrijkomende materialen op te nemen kan de opdrachtgever sturen op het hoogwaardig hergebruiken van objecten.	
Samenwerkingsovereenkomst (SOK)	Neem de meerprijs van losmaakbaarheid en de netto contacten restwaarde van losmaakbare objecten op in het inschrijfbiljet bijvoorbeeld door de Netto Contante Waarde van de objecten op te nemen.	Financiële aspecten: • Restwaarde.

Figuur 8: Borging losmaakbaarheid in geïntegreerde bouworganisatievorm (UAV-GC contract)



3. AANBESTEDINGSPROCEDURE

3.1 Procedure

Afhankelijk van de gekozen bouworganisatievorm, kiest u een bijpassende aanbestedingsprocedure. Losmaakbaarheid is in de praktijk nog vrij complex. Hierom valt een procedure met ruimte voor dialoog, zoals de concurrentiegerichtte dialoog of de mededingingsprocedure met onderhandeling aan te bevelen.

3.2 Geschiktheidseisen

Als de markt al enige ervaring met losmaakbaarheid heeft, dan kunt u overwegen geschiktheidseisen hierop formuleren. Denk bijvoorbeeld aan het vragen naar relevante referenties als onderbouwing van de technische bekwaamheid. De markt heeft op dit moment (2019) echter nog weinig tot geen ervaring met losmaakbaarheid, waardoor het opnemen als geschiktheidseis vooralsnog wordt ontraden. Eventueel kunt u wel overwegen te vragen naar referenties waar onderhoudsbewust is gewerkt, omdat dit randvoorwaardelijk is voor losmaakbaarheid.

3.3 Selectieeisen

Met selectiecriteria wordt het aantal inschrijvende marktpartijen beperkt. Opties om losmaakbaarheid als selectie criterium op te nemen zijn: losmaakbaarheid als technische bekwaamheid, of er kan gevraagd worden naar een visie op losmaakbaarheid waarin de inschrijver aangeeft hoe de inschrijver tegenover losmaakbaarheid staat en op welke wijze kansen worden benut.

Voorbeeld selectie criterium: visie op losmaakbaarheid

Wat wij vinden...

Losmaakbaarheid is één van de factoren om de technische en biologische cyclus te sluiten. Alleen wanneer objecten intact uit (publieke) werken en gebouwen kunnen worden gehaald, is het mogelijk deze hoogwaardig her te gebruiken. Dit betekent dat objecten anders ontworpen moeten worden, rekening houdend met het type verbinding en de toegankelijkheid van de verbinding.

Waarop wij graag uw toelichting willen ...

Geef uw visie en reflectie op de technische losmaakbaarheidsaspecten.

Onderwerpen die ten minste aan bod moeten komen...

- Hoe borgt u de technische losmaakbaarheidsaspecten in het ontwerpproces.
- Hoe borgt u de technische losmaakbaarheidsaspecten in het uitvoeringsproces.

Uw visie wordt beoordeeld op de volgende aspecten:

- de mate waarin de visie invulling geeft aan de bovengenoemde onderwerpen.
- de mate waarin deze helder en eenduidig is beschreven.
- de mate waarin de visie ingaat op de relevante technische, procesmatige en financiële losmaakbaarheidsaspecten.

Voorbeeld selectiecriterium: referentieproject inclusief toelichting

Visie met referentieproject

Wat wij vinden...

Bij de ontwikkeling van een (publiek) werk of gebouw is een integrale aanpak vereist. Bij de ontwikkeling hiervan dient dan ook vanaf het begin de exploitatie te worden meegenomen en gekeken te worden naar de gehele levenscyclus.

Waarop wij graag uw toelichting willen...

Hoe bent u in een gerealiseerd referentieproject gekomen tot een effectief en efficiënt onderhoud en slimme exploitatie? Bijvoorbeeld door bepaalde ontwerp- en uitvoeringskeuzes en de integratie daarvan in het traject; van ontwerp tot en met realisatie.

Onderwerpen die ten minste aan bod dienen te komen...

- Hoe u in uw referentieprojecten in de gemaakte ontwerpkeuzes exploitatiekosten tot een minimum heeft beperkt.
- Hoe u in een MJOP omgaat met preventief onderhoud in plaats van reactief onderhoud. Onderbouw dit aan de hand van referentieprojecten.

Uw tekstuele toelichtingen worden beoordeeld op de volgende aspecten:

- de mate waarin de visie invulling geeft aan de bovengenoemde onderwerpen.
- de mate waarin deze SMART is.

3.4 Gunning

In de Aanbestedingswet 2012 zijn er drie mogelijke gunningscriteria beschreven: laagste prijs, laagste kosten op basis van kosteneffectiviteit en beste prijs-kwaliteitverhouding (BPKV). Het gunningscriterium laagste prijs biedt slechts een beperkte stimulans aan een inschrijver om een inspanning te leveren op losmaakbaarheid. Gunt u uw opdracht op basis van laagste prijs dan zult u alle relevante losmaakbaarheidsaspecten in de eisen moeten opnemen danwel moeten kiezen voor een geïntegreerde bouworganisatievorm. Met de twee andere gunningscriteria heeft u wel expliciet deze mogelijkheid. Hierbinnen heeft u globaal twee opties: gunnen op basis van een Total Cost of Ownership berekening en opnemen van kwalitatieve en kwantitatieve gunningscriteria specifiek op losmaakbaarheid.

Total Cost of Ownership

Gunt u op basis van TCO dan stimuleert u aanbieders naast de investerings- en exploitatiekosten ook de restwaarde en onderhoudskosten te optimaliseren. Losmaakbare objecten hebben in de regel een hogere restwaarde, zeker bij een beschouwingstermijn tot 15 – 20 jaar. Door te gunnen op TCO waardeert u een hoge restwaarde en daarmee stimuleert u indirect de losmaakbaarheid. Het meenemen van de restwaarde is vooral interessant bij objecten met een levensduur tot 20 jaar. Objecten met een langere levensduur telt de restwaarde meestal zo beperkt mee in een Netto Contante Waarde berekening, dat het gunnen op TCO niet zorgt voor een aanvullende stimulans bij aanbieders.

Kwalitatieve en/of kwantitatieve criteria

Kiest u voor BPKV als gunningscriterium dan kunt u naast de TCO ook kwalitatieve als kwantitatieve criteria toevoegen op specifiek de losmaakbaarheid⁴. Zo kunt u verzoeken een overzicht toe te voegen van de toe te passen verbindingen of de inschrijvers vragen in een plan van aanpak in te dienen hoe zij de losmaakbaarheid in de uitvoering zullen borgen.

Ten slotte kunt u bij BPKV door de aanbieders bij inschrijving eigen aanvullende prestatie-eisen op het gebied van losmaakbaarheid te laten formuleren. Let op, bij niet elke opdracht is dit haalbaar. Dit is onder andere afhankelijk van de:

- Mate van gedetailleerdheid van het gevraagde eindproduct (SO, VO, DO of UO);
- Doorlooptijd van de aanbesteding;
- Complexiteit van de opdracht;
- Omvang van de opdracht;
- Ervaring van de opdrachtgever.

Voorbeeld gunningscriterium: Plan van aanpak losmaakbaarheid

Een plan van aanpak met daarin de ontwerpfilosofie van de inschrijver op 'losmaakbaarheid'. Beschrijf hierin zowel de technische, procesmatige en financiële aspecten, inclusief minimaal drie concrete voorstellen op welke wijze de inschrijver invulling gaat geven aan losmaakbaarheid. Denk bijvoorbeeld aan het type verbindingen. Hoe meer losmaakbaarheid in de verbindingen, hoe beter uw plan wordt beoordeeld.

Voorbeeld gunningscriteria: Total Cost of Ownership

Publieke werken en gebouwen beschouwt de opdrachtgever als een depot waarin grondstoffen en materialen voor een vooraf vastgestelde periode zijn 'opgeslagen'. De opdrachtgever vindt het daarom van belang dat de inschrijver naast exploitatiekosten (investering versus onderhoud/energie) ook de restwaardescenario's (downcycling, recycling, hergebruik, upcycling) meeneemt en vertaalt in een monetaire waarde. De inschrijver dient daarom bij inschrijving aan te geven en te onderbouwen wat de verwachte Netto Contante Waarde restwaarde van de grondstoffen en materialen is na 20 jaar.

⁴ Drijvers, M.J. (2019). Circular Economy in the Construction Sector: a closer look at the Assessment Criteria within the Procurement Procedure of Circular construction-related demand in the Netherlands. Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven.

4. STAPPENPLAN

1. Bepaal de ambities op losmaakbaarheid. Waarom is er de behoefte aan een losmaakbaar (publiek) werk of gebouw? Welke losmaakbaarheidsaspecten zijn voor u van belang?
2. Neem losmaakbaarheid bij elke stap in de voorbereiding van de aanbesteding expliciet mee. Zorg er bij een traditionele bouworganisatievorm voor dat u organisatie voldoende eigen kennis met betrekking tot losmaakbaarheid in huis heeft.
3. Organiseer een marktconsultatie waarin u uw ambities op losmaakbaarheid bespreekt.
4. Kies een aanbestedingsprocedure met ruimte voor dialoog en organiseer een inlichtingenbijeenkomst waarin u uw losmaakbaarheidsambities bespreekt met en/of toelicht.
5. Formuleer selectiecriteria waarin u vraagt naar de visie op losmaakbaarheid van de inschrijvers of vraag naar relevante referentieprojecten.
6. Neem losmaakbaarheid mee in de gunning door ofwel, te gunnen op TCO, ofwel kwalitatieve of kwantitatieve gunningscriteria mee te nemen op losmaakbaarheid.

BIJLAGEN

Bestaande methoden en tools

LOSMAAKBAARHEIDS METHODIEKEN	TOELICHTING	NIVEAU			FACTOREN
		BOUWWERK	ELEMENT	PRODUCT	
Industrieel, Flexibel & Demontabel (IFD) Bouwen (1999) ^{1,2}	Bij IFD bouwen is demontabel bouwen voor gebouwen met een relatief korte levensduur als aangewezen richting benoemd. De verschuiving van industrieel vervaardigde gebouwdelen zorgt ook voor nieuwe vormen van montage. Hierbij kan worden gedacht in 'knopen'.		X		
Ontwerp voor Adaptibiliteit (DfA) 3	Brink Groep heeft in 2013 een bepalingsmethodiek ontwikkeld voor adaptiviteit van gebouwen. Aanleiding voor de belangstelling is het besef dat eisen van gebruikers in de loop van de tijd veranderen en dat de aard van het bouwproces, de gebouwde omgeving en de bouwtechniek deze veranderingen over het algemeen slecht faciliteert. Dit leidt tot inefficiëntie voor de gebruiker of hoge aanpassingskosten en allerlei milieuvraagstukken bij aanpassing van het gebouw.	X	X		Herindelingsflexibiliteit Uitbreidingsflexibiliteit Afstotingsflexibiliteit
Transformatie Capaciteit (TC) (Durmisevic, 2006) 4	In 2006 is door dr. E Durmisevic met een proefschrift een beoordelingsmodel opgesteld om de demontage capaciteit van gebouwdelen te beoordelen. Door een extensief onderzoek naar Design for Disassembly zijn 8 aspecten van demontage geïdentificeerd die worden bepaald met 17 onafhankelijke factoren voor demontage. Hiermee kan een ontwerp getoetst worden met betrekking tot de demontage-mogelijkheden.		X	X	Functionele decompositie Systematisering Basiselement Life cycle coordinatie Relatiepatroon Montageproces Geometry Connecties

LOSMAAKBAARHEIDS METHODIEKEN	TOELICHTING	NIVEAU			FACTOREN
		BOUWWERK	ELEMENT	PRODUCT	
Building Circularity Index (BCI) 5,6	De BCI is een rekenmethodiek om de circulaire potentie van een bouwwerk te berekenen. Losmaakbaarheid is gedefinieerd als één van de twee KPI's voor circulariteit. Procesgerelateerde, financiële en technische factoren geven handvatten voor het waarborgen van losmaakbaarheid in het gehele gebouwontwikkelp proces.		X	X	Doorkruising Type relatiepatroon Monage volgorde Methode van fabricatie Type verbinding Toegankelijkheid verbinding Veiligheid op de bouwplaats Demontage instructies Aantal handelingen Kennis van de demonteur Kosten van demontage
¹ Ter Steege, M.C.J. & Wichers-Hoeth, A.W. (2002). Dubo/IFD in de GWW. Delft: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde. ² SenterNovem. (2007). Industrieel, flexibel en demontabel bouwen. ³ Brink Groep. (2014). Gebouwen met toekomstwaarde! ⁴ Durmisevic, E. (2006). Transformable building structures. Technische Universiteit Delft, Delft. ⁵ Verberne, J. (2016). Building Circularity Indicators. Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven. ⁶ Van Vliet, M. (2018). Disassembling the steps towards building circularity. Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven.					

Weging technische losmaakbaarheidsaspecten

TYPE VERBINDING		GEWICHT
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
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	GEWICHT
Vrij toegankelijk	1,00
Toegankelijkheid met extra handelingen die geen schade veroorzaken	0,80
Toegankelijkheid met extra handelingen met herstelbare schade	0,60
Toegankelijkheid met extra handelingen met veel schade (>20% van de bouwkosten)	0,40
Niet toegankelijk – totale schade aan objecten	0,10

MONTAGE VOLGORDE	GEWICHT
Zelfde bouwniveau – zelfde bouwniveau	1,00
Hoger bouwniveau – lager bouwniveau	0,50
Lager bouwniveau – hoger bouwniveau	0,10

DOORKRUISINGEN	SCORE
Modulaire zonering van gebouwdelen	1,0
Doorkruisingen met overcapaciteit/meerdere oplossingen	0,8
Doorkruisingen met maar één oplossing	0,4
Volledige integratie van objecten	0,1

AANTAL VERBINDINGEN	SCORE
Eén of twee verbindingen	1,0
Drie verbindingen	0,6
Vier verbindingen	0,4
Vijf of meer verbindingen	0,1

METHODE VAN FABRICATIE	SCORE
Geprefabriceerd	1,0
Deels geprefabriceerd, deels gefabriceerd op de bouwplaats	0,5
Gefabriceerd op de bouwplaats	0,1

VORMINSLUITING	SCORE
Open aan beide zijdes	1,0
Symmetrische overlapping	0,8
Overlapping aan één zijde	0,7
Asymmetrische overlapping	0,4
Gesloten aan één zijde	0,2
Gesloten aan beide zijdes	0,1

COLOFON

Colofon

20

Dit is een uitgave van PIANOo, Expertisecentrum Aanbesteden in samenwerking met Rijkswaterstaat. Deze publicatie maakt deel uit van het leernetwerk circulair inkopen Bouw & GWW van Rijkswaterstaat. Dit leernetwerk wordt gefinancierd met klimaatgeld uit het regeerakkoord. Hiermee geeft de Rijksoverheid via inkoop een impuls aan de transitie naar een klimaatneutrale en circulaire economie. Meer informatie: www.pianoo.nl/klimaatenveloppe

Eindredactie

PIANOo, Expertisecentrum Aanbesteden: Floris den Boer, Sara Rademaker
Rijkswaterstaat: Claartje Vorstman

Teksten in opdracht van PIANOo en Rijkswaterstaat

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

Ontwerp en productie

Xerox/OBT, Den Haag

PIANOo Expertisecentrum Aanbesteden

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland | Prinses Beatrixlaan 2 | Den Haag
070-379 82 99 | info@pianoo.nl | www.pianoo.nl

