



Verkenningstudie voor de bouw van een circulaire fietsbrug

Eindrapport

Opdrachtgever: Groep Stad Antwerpen

Referentie: GAC/2017/4950

Status: Definitief

Datum: 29 mei 2019

Iv-Infra b.v.

Ingenieursbureau met Passie voor Techniek



Titel document: Verkenningstudie voor de bouw van een circulaire fietsbrug

Ondertitel document: Eindrapport

Referentie: INFR171087

Status: Definitief

Datum: 29 mei 2019

Opdrachtgever: Stad Antwerpen

Projectnummer opdrachtgever: GAC/2017/4950

Project: Antwerpen, verkenningstudie circulaire fietsbrug

Auteurs: Carola Robbemonnd & Arno Willems

Inhoudsopgave

Introductie	5
1 Inventarisatie circulaire bruggen	6
1.1. ReSolve	6
1.2. Longlist circulaire bruggen	6
1.3. Shortlist circulaire bruggen	7
1.4. Totstandkoming bijlages	8
2 Inventarisatie analysetools circulariteit	10
2.1. Circulariteit	10
2.1.1. Circulair inkopen	10
2.1.2. Inkopen fietsbrug	11
2.1.3. Circulaire inkooptool	11
2.2. Longlist tools	12
2.3. Shortlist tools	13
2.3.1. Optimal Scans	14
2.3.2. DuboCalc	17
2.3.3. Madaster	20
2.3.4. OneClickLCA	23
2.4. Conclusie inventarisatie analysetools	26
3 Materiaalvergelijking	28
3.1. Overzicht materialen	28
4 Stresstest	31
4.1. Rollen	31
4.2. Conclusies n.a.v. stresstest	31
4.3. Uitkomst vragenlijst	32
4.4. Aanpassingen vragenlijst	32
5 Circulaire tool	33
5.1. Opzet tool	33
5.2. Vragen	33
5.2.1. Circulariteit (voor en na gebruiksduur)	33
5.2.2. Duurzaamheid	36
5.2.3. Circulariteit (tijdens gebruiksduur)	36
5.2.4. Overig	37
5.3. Checklist	38
5.4. Score	39
5.5. Aanpassen tool	39
5.6. Aanvullende vragen	40

BIJLAGEN

- A. Longlist
- B. Shortlist
- C. TOM

41

41

41

41

Introductie

De stad Antwerpen zet in op de aanleg van veilige fietsinfrastructuur. De bouw van een aantal fietsbruggen maakt hier deel van uit. Naast criteria als kostprijs, timing en gebruikscomfort, is ook duurzaamheid een belangrijk thema in het stedelijke aankoopbeleid. De stad Antwerpen heeft in dit kader behoefte aan een verkenningstudie die moet resulteren in enerzijds een tool om circulariteit op een gestandaardiseerde manier te quoteren en anderzijds een concreet advies over het meest aangewezen materiaalgebruik en de meest aangewezen technieken bij de bouw van een circulaire (fiets)brug.

De beoogde verkenningstudie bestaat uit de volgende delen:

1. Inventarisatie en beschrijving van gerealiseerde circulaire (fiets)bruggen in zowel binnen- als buitenland.
2. Inventarisatie en beschrijving van analysetools/criteria om circulariteit op een gestandaardiseerde manier te quoteren.
3. Een vergelijking tussen verschillende materialen bij overspanningen van 13, 23 en 33 m.
4. De uitvoering van de stresstest en een beschrijving van de uitkomsten.
5. Onderbouwde keuze van de meest geschikte tool of ontwikkeling van een nieuwe tool om circulariteit op een objectieve manier te evalueren met het oog op latere toepassing als gunningscriterium.

1 Inventarisatie circulaire bruggen

In dit deel wordt een inventarisatie en beschrijving gegeven van gerealiseerde circulaire (fiets)bruggen in zowel binnen- als buitenland. Daarbij is het belangrijk te beseffen dat circulariteit zich in diverse vormen manifesteert. Om ervoor te zorgen dat we bij de inventarisatie geen vormen van circulariteit over het hoofd zien hanteren we het zogeheten ReSolve raamwerk van McKinsey en de Ellen MacArthur Foundation. Dit raamwerk omvat een zestal handelingen die bijdragen aan de transitie naar een circulaire economie en als zodanig kunnen worden beschouwd als verschillende manifestaties van circulariteit.

1.1. ReSolve

In de volgende tabel zijn de zes handelingen uit het ReSolve raamwerk weergegeven en vertaald naar de toepassing voor circulaire bruggen.

Handeling	Toepassing voor de inventarisatie van circulaire bruggen
Regenerate	<ul style="list-style-type: none"> - Bruggen met een neutrale of positieve energiebalans door het gebruik of zelfs eigen opwekking van hernieuwbare energie. - Bruggen met specifieke aandacht voor het behouden, beschermen of herstellen van de ecosystemen van de omgeving waarin de brug is gerealiseerd en/of van de materialen waaruit de brug is opgebouwd.
Share	<ul style="list-style-type: none"> - Bruggen die meerdere functies kennen en/of (eenvoudig) zijn uit te breiden naar meer functies. - Bruggen die (zo goed als geheel) zijn hergebruikt ("tweedehands bruggen"). - Bruggen die (eenvoudig) zo goed als geheel kunnen worden hergebruikt.
Optimise	<ul style="list-style-type: none"> - Bruggen met verhoogde prestaties in termen van o.a. betrouwbaarheid, beschikbaarheid, duurzaamheid en/of veiligheid. - Bruggen met geoptimaliseerd materiaal- en/of ruimtegebruik.
Loop	<ul style="list-style-type: none"> - Bruggen die (deels) zijn opgebouwd uit gerecyclede onderdelen en/of materialen - Brug die zodanig is gebouwd dat onderdelen en/of materialen (eenvoudig) kunnen worden hergebruikt.
Virtualise	<ul style="list-style-type: none"> - 3D-modellering en/of Mixed reality t.b.v. ontwerp, testen en onderhoud - Real-time monitoring ("structural health monitoring") - "Digital Twin" <p>(buiten beschouwing gelaten voor deze inventarisatie)</p>
Exchange	<ul style="list-style-type: none"> - Bruggen die via nieuwe technieken (zoals 3D-printing) zijn gerealiseerd. - Bruggen waarvan onderdelen zijn vervangen door geavanceerde nieuwe materialen

1.2. Longlist circulaire bruggen

Aan de hand van het ReSolve raamwerk hebben we een lijst met wereldwijd gerealiseerde circulaire bruggen opgesteld. We hebben hiervoor uitgebreid internet-onderzoek uitgevoerd. Daarnaast hebben we diverse kennisnetwerken geraadpleegd, waarbij naast de gerealiseerde bruggen ook gekeken is naar lopende planstudies. Tot slot zijn lopende onderzoeksprojecten bij de technische universiteiten in Nederland en België bekeken.

De longlist is opgenomen als Bijlage A van dit document. Daarin is voor elk van de bruggen aangegeven wat de 'score' is t.a.v. de ReSolve aspecten. We zien hierin dat de term 'circulaire' brug op basis van deze inventarisatie niet eenduidig is. Bruggen die hoog scoren op één aspect (zoals de Boekelose brug in Hengelo op 'Regenerate' door het integreren van zonnepanelen in het wegdek) kunnen laag scoren op andere aspecten (zoals de Boekelose brug op 'Loop' doordat de betonnen constructie niet gescheiden, hergebruikt of relatief eenvoudig gerecycled kan worden). Een brug die overtuigend scoort op alle ReSolve handelingen hebben we niet gevonden.

1.3. Shortlist circulaire bruggen

Uit de longlist is een selectie gemaakt van 7 bruggen met een zo gevarieerd mogelijk profiel. Om tot een zo gevarieerd mogelijke lijst te komen, is de selectie zodanig dat van elk van de ReSolve aspecten ten minste één van de bruggen in de shortlist uitstekend scoort.

Zo is tot de volgende selectie gekomen:

1. Máximabrug, Alphen aan den Rijn: (Regenerate: ++++ / Optimise: ++)
De Máximabrug is een beweegbare brug die volledig energieneutraal kan openen en sluiten dankzij de toepassing van een aantal zonnepanelen verwerkt in de op- en afrit van de brug. Aan de landhoofden zijn ook planten geplaatst die bijdragen aan het natuurlijk zuiveren van water rondom de constructie.
2. Ultrabrug, Rotterdam: (Share: ++++ / Optimise: +++ / Exchange: +++)
De Ultrabrug in Rotterdam is een modulaire brug van ultrahoge sterkte beton. Deze constructie is opgebouwd uit een stelsel demonteerbare modules die de brug toestaan om verschillende lengtes en breedtes te overspannen. Verder is de brug zeer slank uitgevoerd door de toepassing van dit nieuwe beton waardoor materiaal- en ruimtegebruik geoptimaliseerd zijn.
3. Hangbrug, Almere: (Optimise: ++++ / Loop: +++)
De hangbrug voor voetgangers te Almere is een voorbeeld van een ontwerp dat optimaal gebruik maakt van staal en hout. De dunne stalen kabels dragen de krachten naar stevige pylons van FSC-gecertificeerd tropisch hardhout (Azobé). Samen met de toepassing van eenvoudig demonteerbare schroef- en boutverbindingen is een ontwerp geproduceerd dat snel en milieuvriendelijk kan worden verwerkt aan het einde van het gebruiksleven.
4. Vertech brug, Peeblesshire: (Loop: ++++ / Exchange: ++)
De Vertech brug in het Schotse Peeblesshire is uitsluitend gebouwd uit elementen van gerecycled en 100% recyclebaar kunststof; het upcyclen van dit materiaal is een praktisch voorbeeld van hoe afvalkringen kunnen worden gesloten in de huidige economie.
5. Biobrug, Eindhoven: (Exchange: ++++ / Regenerate: +++)
De Biobrug is een constructie gerealiseerd door de Technische Universiteit Eindhoven en bestaat uit een volledig biologisch afbreekbaar composiet opgebouwd uit vlas- en hennepvezels. Naast de baanbrekende materiaalkeuze is de brug uitgerust met een monitoring systeem om veiligheid te verzekeren en informatie te vergaren voor toekomstige projecten.

6. Bennebroekerwegbrug, Haarlemmermeer: (Regeneratie: ++ / Optimise +++)
Deze liggerbrug voor fietser en voetgangers heeft een zelfdragende dekconstructie bestaande uit een sandwichpaneel met Elastocore (kunststof) kern. Ligger en dek zijn daarmee in hoge mate recyclebaar. Daarnaast betreft het een onderhoudsarme en uiterst slanke constructie met minimaal materiaalgebruik. De brug is CO2 neutraal geproduceerd.
7. Vakwerkbrug, Almere-Haven: (Optimise: ++ / Loop: ++)
Deze fietsbrug betreft een stalen vakwerkbrug, in hoge mate recyclebaar. De constructie maakt optimaal gebruik van stalen profielen voor een stevige slanke constructie. De brugsegmenten zijn mogelijk uit te breiden met toevoeging van nieuwe modules. Het VVK dek is onderhoudsvrij gedurende de levensduur.

Deze 7 bruggen vormen de shortlist waarvoor meer informatie is verzameld. Het gaat dan om

- algemene informatie zoals locatie, foto's, betrokken partijen etc.
- specifieke ontwerpgegevens zoals ontwerpgegevens, bouwproces en kosten.
- Informatie over duurzaamheidsaspecten zoals recycling mogelijkheden, belangrijkste ReSolve aspecten, voor- en nadelen van het gebruikte materiaal en mogelijke verbeteringen t.a.v. circulariteit.

Deze informatie is opgenomen als Bijlage B van dit document.

1.4. Totstandkoming bijlages

Om tot de invulling van de Bijlages A en B te komen is een spectrum aan vakbladen geraadpleegd, waaronder Cobouw, Bouwen met Staal publicaties, Cement Online, Grond/Weg/Waterbouw, Innovatieve Materialen, Architectenweb, en het Technisch Weekblad. Vakbladen zijn helaas niet altijd volledig objectief vanwege hun primaire interesse en voordeel bij het benadrukken van positieve eigenschappen daarvan (zoals geldt voor Bouwen met Staal). Hetzelfde geldt voor opdrachtgevers en eigenaren, betrokken partijen zijn vrijwel de enige die over de constructies publiceren en zijn dus minder objectief.

Er zijn een aantal publicaties van onafhankelijke onderzoekers toegepast. De auteurs, titels, en bronnen zijn dusdanig vermeld dat hun oorsprong duidelijk traceerbaar is. Deze geven een zo objectief mogelijk perspectief en komen allemaal bladen waar gebruikt wordt gemaakt van peer reviews.

Het vinden van andere bronnen en het vergelijken hiervan was in veel gevallen niet mogelijk door het beperkte aantal publicaties over het onderwerp. Om de uiterst specifieke gevraagde informatie te kunnen achterhalen konden alleen publicaties worden gevonden door partijen die door hun betrokkenheid bij het project kennis (en dus positieve vooroordelen) hadden over het onderwerp.

Waar mogelijk zijn alleen de concrete getallen uit publicaties als volledig waar genomen (afmetingen, belastingen, sterktes, etc.) en waar er sprake is van meer objectieve stellingen worden dit in Bijlage B besproken. Waar schattingen waren gemaakt met percentages zijn deze weggehaald en vervangen

door zo sterk mogelijk onderbouwde aanpassingen hiervoor zijn zo realistisch mogelijke referentie projecten genomen.

2 Inventarisatie analysetools circulariteit

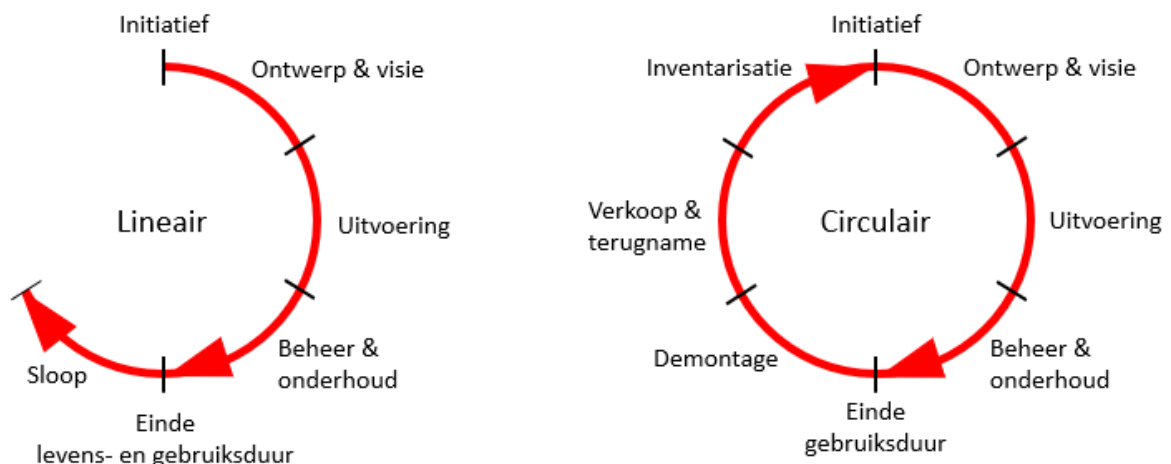
Het tweede deel bestaat uit een inventarisatie en beschrijving van bestaande analysetools en criteria om circulariteit op een gestandaardiseerde manier in kaart te brengen.

2.1. Circulariteit

In een volledig circulaire economie bestaat geen afval. Verspilling van grondstoffen wordt tegengegaan door de herbruikbaarheid van producten en materialen te maximaliseren en waardevernietiging te minimaliseren. Het ideaal is om na de initiële winning alleen nog maar te putten uit eerder gebruikte goederen en een oneindige cyclus van levenslopen te maken zonder daarbij nieuwe materialen toe te voegen.

Vanuit deze gedachte onderscheiden wij 4 ambities die samen het circulair spectrum beschrijven.

- beperk de vraag naar nieuwe grondstoffen,
- voorkomen gebruik fossiele (eindigende) grondstoffen,
- optimaliseer bij gebruiksduur & verlenging levensduur,
- voorkom afval bij einde levensduur & activeer hergebruik.



Figuur 1: Lineair versus circulair

Activeer hergebruik betekent in deze definitie ook het faciliteren van hergebruik. Het gaat hier naast het geschikt maken voor hergebruik, bijvoorbeeld door demontage-mogelijkheden mee te nemen in ontwerp en productie, tevens om het toegankelijk maken en beheren van bestaande constructie-elementen.

2.1.1. Circulair inkopen

De inkoper en de inkoopmethodiek zijn een wezenlijk onderdeel van de circulaire economie. Een inkoper kan ervoor zorgen dat de producten aan het einde van de gebruiksfase weer optimaal in een nieuwe cyclus kunnen worden ingezet. Dat gebeurt door weloverwogen keuzes in het inkoopproces. Circulair inkopen gaat om het maken van afspraken over producten en diensten voor, tijdens én na het gebruik in een levensloop op weg naar een volgende levensloop.

Mogelijke strategieën zijn:

- pooling en delen van middelen,
- leasen of huren in plaats van kopen,
- voor modulaire ontwerpen kiezen,
- voor herbruikbaar materiaal kiezen,
- hergebruikte/opgewaardeerde goederen kiezen en activeren.

2.1.2. Inkopen fietsbrug

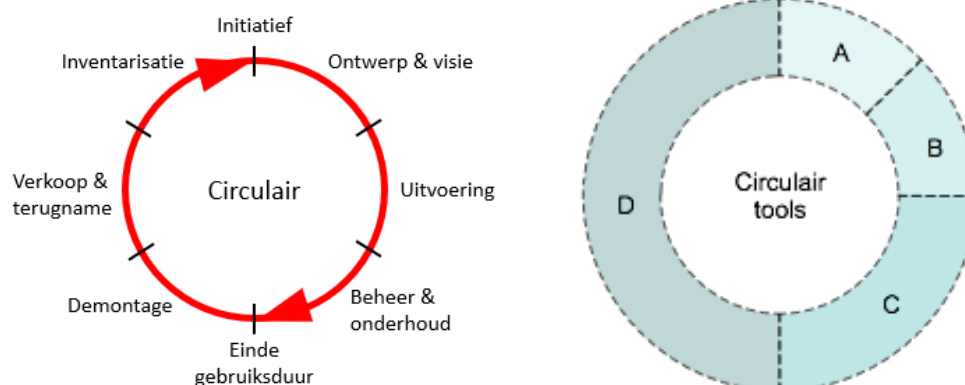
Een fietsbrug is een andere toepassing dan bijvoorbeeld papier. De inrichting van de inkoopmethodiek moet aansluiten bij de behoeften die bij deze specifieke toepassing bestaan. Zo moet een brug voor langere tijd mee gaan en moet het gebruik gedurende de levensloop zijn gegarandeerd. Daardoor ontstaan nieuwe vragen: Is het mogelijk om die verantwoordelijkheid voor een product of dienst te verdelen over de keten? Van wie is de brug eigenlijk of bestaat de mogelijkheid voor een terugnamegarantie?

Ook de omgevingscondities bepalen specifieke eisen voor materialen. Zo zal de erosie door water invloed hebben op de herbruikbaarheid van materialen en is er sprake van slijtage van het wegdek.

2.1.3. Circulaire inkooptool

Een tool is een belangrijk instrument binnen de inkoop. Een tool moet de ambities van de uitvrager en de motivaties van de leverancier dicht bij elkaar brengen. De tool moet deelnemers in staat stellen een uniforme opgave te doen en geschikt zijn om de indiening te meten op basis van indicatoren en te beoordelen. Daarnaast moet de tool beheersing geven over het proces. Ten aanzien van transparantie van de besluitvorming kan een tool helpen bij een passende mate van openbaarheid doordat uitkomsten overdraagbaar zijn.

Normaliter komt de overeenkomst na de inkoop in de lade terecht en gaat de aandacht al weer naar de volgende inkoop. Na een aantal jaren weet niemand meer dat grondstoffen behouden moesten worden en welke onderdelen herbruikbaar zijn. Willen we de inkoop circulair maken, dan moeten wij kijken voor welke fasen de tool inzetbaar is.



Figuur 2: Circulair proces en de 4 fasen

In de analyse onderscheiden wij 4 fasen:

<i>tool</i>	<i>fase</i>	<i>omschrijving</i>	<i>tooltype</i>
<u>a</u> mbitiestool	initiatief	aandragen circulaire ambitie(s)	A
o <u>o</u> nder <u>b</u> ouwingstool	ontwerp & visie	voor het geven van een simpele onderbouwing (ontwerp van de ambitie(s))	B
<u>c</u> ontroltool	uitvoering	voor het bewaken van het goed (uitvoering van de ambitie(s))	C
<u>d</u> emontagetool / <u>t</u> erugnametool	einde gebruiksduur	activeren terugname (in stand houden van de ambitie(s))	D

Een waarborg voor circulariteit is dat er aansluiting is tussen de fase D en A, dus dat het reëel wordt dat gebruikte grondstoffen onderdeel worden van een nieuwe uitvraag.

2.2. Longlist tools

Als eerste onderdeel van de TOM in bijlage C is een quickscan gemaakt.

Er is een brede groep (longlist) aan tools onderzocht. Deze longlist bestaat uit 8 tools zoals zijn genoemd in de uitvraag van de verkenningstudie met 4 toegevoegde tools. Op basis van een aantal breekpunten, die reden zijn voor uitsluiting, is een shortlist gemaakt. De belangrijkste breekpunten zijn:

- Is er sprake van een tool?
- Is de tool geschikt voor het toepassingsgebied (fiets)bruggen / specifiek voor GWW projecten?

Daarnaast is gekeken naar binnen welke fasen de tool geschikt is.

<i>nr.</i>	<i>naam</i>	<i>tool</i>	<i>geschikt- heid</i>	<i>motivatie</i>	<i>tooltype(n)</i>
1	Optimal Planet	ja	ja	Online tool met ruimte aanpassings- en uitbreidingsmogelijkheden, geschikt voor diverse soorten toepassingen o.a. GWW-projecten.	A,B
2	GPR	ja	nee	Tool om de duurzaamheid van gebouwen en gebieden in kaart te brengen. Niet geschikt voor GWW-projecten.	A, B
3	DuboCalc	ja	ja	Tool voor het meten van duurzaamheid en milieukoste. Specifiek voor GWW-projecten.	C
4	Madaster	ja	ja	Tool voor het bepalen van de waarde en de mogelijkheid van hergebruik van de materialen in het object. Breed inzetbaar voor diverse soorten toepassingen.	B, C, D

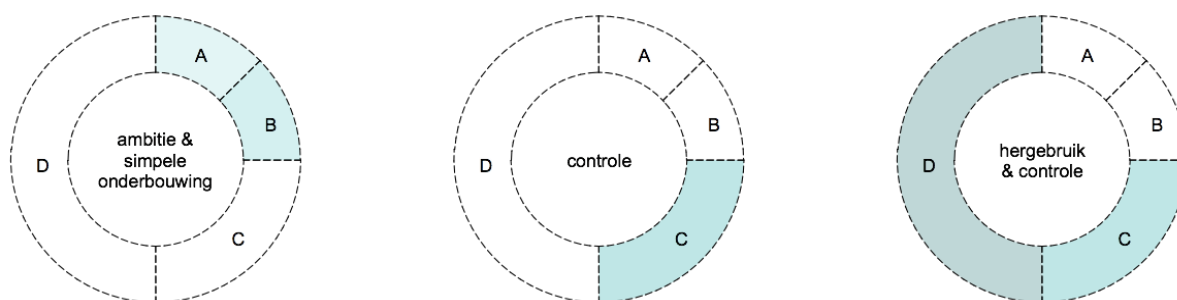
5	Ellen MacArthur Foundation	ja	nee	Tool voor het meten van circulariteit. Met name geschikt voor het maken van besluiten door ontwerpers op basis van MCI (Material Circularity Indicator). Zeer algemene toepassingen.	B
6	DuboMat	ja	ja	Tool vergelijkbaar met DuboCalc maar voor meer eenvoudige GWW-projecten.	B
7	SMART SPP / Procura +	ja	nee	(Evaluatie)tool voor de berekening van de levenscycluskosten. Gericht op het introduceren van nieuwe, innovatieve technologieën en oplossingen met lage CO2-emissie en focus op zeer specifieke toepassingen (o.a. binnen- en buitenverlichting).	C
8	OneClickLCA	ja	ja	Lijkt geschikt voor hergebruik	C
9	Totem tool	ja	nee	Tool voor het berekenen van de milieu-impact van gebouwen op maat van de Belgische bouwsector. Geen geschikte tool voor GWW-projecten.	C
10	GHG Protocol	nee	nee	Maakt standaarden om broeikasgas-uitstoot (CO2-emissies) te berekenen en te beheren. Te beperkte inzetbaarheid als het gaat om circulariteit GWW-projecten	-
11	Copper 8	nee	nee	Is een adviesbureau dat kan helpen bij het ontwikkelen van speciaal gemaakte tools. Heeft geen standaard beschikbare tools.	-
12	Metabolic	nee	nee	Is een adviesbureau dat kan helpen bij het ontwikkelen van speciaal gemaakte tools. Heeft geen standaard beschikbare tools.	-
13	iKalm	nee	nee	Beheert de tool LCC tender voor ondersteuning bij het aanbesteden. LCC tender geeft zicht op de toekomstige onderhoudskosten / levenscycluskosten. De tool past bij het aanbesteden op basis van Economisch Meest Voordelige Inschrijving.	-

2.3. Shortlist tools

Na de quickscan van de longlist blijken 5 tools potentieel geschikt te zijn. Bij deze 5 tools is daadwerkelijk sprake van een tool zoals wij beschreven in de vorige paragraaf. Dit zijn: Optimal Scans van Optimal Planet, DuboCalc, Madaster, DuboMat en OneClickLCA. DuboMat is een simpele variant van DuboCalc. In het geval van een complexe opgave lijkt DuboCalc beter geschikt.

Over het algemeen zien wij dat de tools geschikt zijn binnen bepaalde fasen en dus een gedeeltelijk segment bedienen binnen het spectrum van de circulaire ambities. Er is niet één tool die hele spectrum bedient.

De ene tool is bijvoorbeeld geschikt voor het beoordelen van algemene prestaties waarbij nog geen sprake is van een uitgekristalliseerd ontwerp. Een andere tool is geschikt om de milieubelasting van een ontwerp te berekenen en te controleren; de typische LCA tools en nog een andere tool richten zich op het waardebehoud en het hergebruik-potentieel van materialen en componenten van een gebouw objecten (figuur 4).



Figuur 3: Gebruiksfasen tools

De overgebleven tools zijn nader onderzocht op inhoud - deel 2 van de TOM in Bijlage C. Omdat de insteek van elke tool anders is, hebben ze inhoudelijk hun sterke en zwakke punten. Daarnaast is gekeken hoe de tool werkt, hoe gebruiksvriendelijk de tool is en wat de kosten zijn.

Het is van belang om voorafgaand aan de ontwikkeling van een tool - in deel 3 - vast te stellen waar deze voor gebruikt dient te worden, wat zijn de uitgangspunten en hoe wil men de inzending gaan beoordelen. Vragen die daarbij horen zijn bijvoorbeeld: Voor welke fasen moet de tool geschikt zijn? Welke informatie is nodig om te beoordelen? Wordt er terugname van materiaal verlangd en bij wie ligt het eigendom?

Met betrekking tot kosten worden licentiekosten en proceskosten onderscheiden. Licentiekosten zijn de kosten voor het verkrijgen van toestemming voor het gebruik van de tool. Proceskosten de kosten die nodig zijn voor maken en controleren van de invoer en hebben met name betrekking op kennis en tijd. De indicatieve hoogte van de kosten worden weergegeven met een EURO-beoordeling in een oplopende reeks.

2.3.1. Optimal Scans

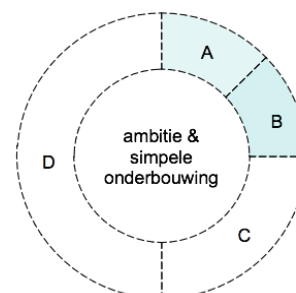
Gebruiksfasen: A, B

Algemeen

Optimal Scans is oorspronkelijk ontwikkeld als alternatief voor LCA, maar is doorgesloopt tot een tool voor toetsen ranking en monitoring van deelnemers / leveranciers.

Inhoud

Het is een tool die uitermate geschikt voor een eenvoudige uitvraag zonder dat een volledig uitgewerkt ontwerp of model nodig is. Inkoopers kunnen producten en leveranciers onder andere



vergelijken op basis van circulaire materiaalgebruik. Indicatoren zijn de milieu-impact en circulaire bedrijfsvoering en op actie-niveau duurzame energie en emissie-uitstoot. De tool is geschikt voor elke productgroep of leverancier.

Inhoudelijk scoort de tool over de hele linie goed, met de kanttekeningen dat hier gaat om een eenvoudige uitvraag. De gestelde ambities bepalen het zwaartepunt van de tool. Is bijvoorbeeld de ambitie om zoveel als mogelijk downcycling te voorkomen, dan kan de vragenlijst daarvoor worden ingericht. In zo'n geval scoort de tool inhoudelijk goed op het voorkomen van afval.

Er is een analyse mogelijk op productniveau, maar deze is minder uitgebreid dan LCA. Er is geen koppeling met een database geborgde LCA-data waarmee de opgave met een LCA berekening rechtstreeks kan worden getoetst. In deze zin kan de tool het beperken van de vraag naar nieuwe en het voorkomen van gebruik van fossiele grondstoffen minder borgen dan bijvoorbeeld een controletool zoals DuboCalc en OneClickLCA. Optimal Scans kan wel de uitkomsten van een LCA berekening meenemen.

Gebruik

Opdrachtgever en deelnemers / leveranciers zijn beide gebruikers van de tool. De opdrachtgever bepaalt de uitvraag en krijgt toegang tot een overzichtelijk dashboard met daarin de ranking van de deelnemers (Figuur 5). Deelnemers worden uitgenodigd om online een vragenlijst in te vullen (Figuur 6). De scan kan op aanvraag worden aangepast en verder worden geoptimaliseerd, dus de opdrachtgever kan in dit geval zelf het niveau van de uitvraag bepalen.

Een nadeel is dat er geen mogelijkheid is voor het inladen van een BIM model of Excel-staten voor het toetsen van uitvoerings- of ontwerpvarianten.

Optimal Scans biedt een breed gedragen methodiek en is geschikt voor verschillende toepassingen. De tool wordt door diverse gemeenten en instellingen in Nederland gebruikt. In het portfolio op de website van Optimal Planet (<http://www.optimalplanet.nl/projectportfolio/>) zijn diverse voorbeelden te vinden, o.a. het voorbeeld voor een circulaire fietspad in de gemeente Zevenaar.

Kosten

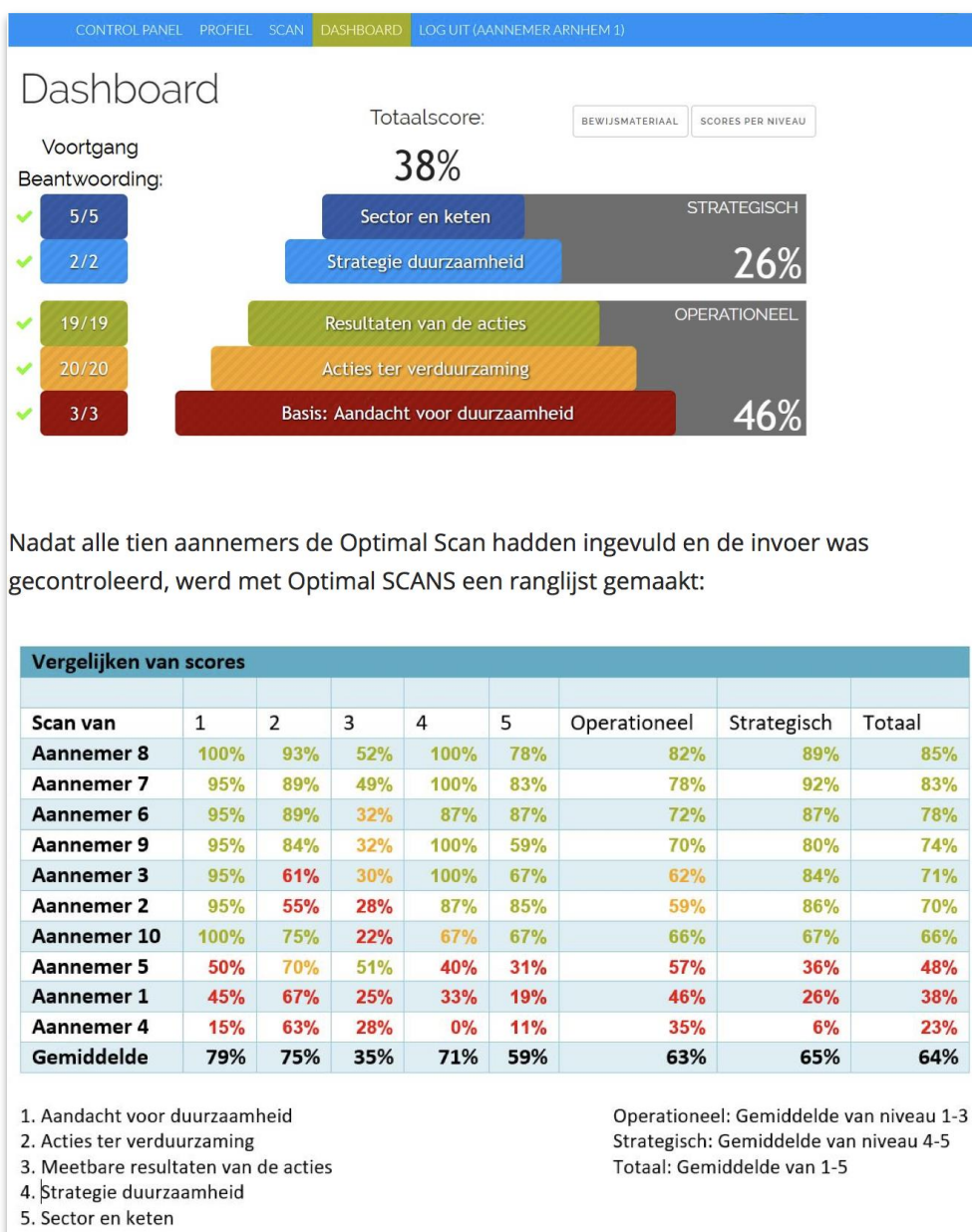
Licentiekosten

€ €

Tarieven voor de tool zijn gebaseerd op een maandbedrag voor het gebruik van Optimal Scans, het aantal leveranciers dat de Scan invult en gewenste uitbreidingsmogelijkheden.

Proceskosten

€



Figuur 5: Dashboard met ranking voor opdrachtgever

2. Efficiëntie en CO₂

De energiebehoefte vanwege verlichting ter plaatse is lager dan bij een [traditioneel fietspad](#). De mate waarin de behoefte lager is, bedraagt:

Vul 0-10 in. Als u het niet weet, vul dan een nul in.

Geef hier eventuele toelichting.

Er hoeft bij vorst minder of geen zout te worden gestrooid dan in Nederland gebruikelijk is.

☐ geen zout nodig
☐ minder zout nodig
☐ evenveel zout nodig

Geef hier eventuele toelichting.

Figuur 4: Voorbeeld uitvraag voor een circulair fietspad voor opdrachtnemer

2.3.2. DuboCalc

Gebruiksfasen: C

Algemeen

Dubocalc is een gerenommeerde web-based applicatie waarin projecten worden aangemaakt om snel en eenvoudig de duurzaamheid en milieukosten van ontwerpvarianten binnen GWW werken te berekenen. De tool is ontwikkeld in opdracht van Rijkswaterstaat en werkt met licenties. DuboCalc is gebaseerd op de gestandaardiseerde LCA (levenscyclusanalyse) rekenmethodiek. De LCA is een onderzoeksmethode om de milieu-impact van een product te bepalen. Het doel is om de milieu-impact te verkleinen. Gebruikers kunnen DuboCalc gebruiken in EMVI / BPKV aanbestedingen (Economisch Meest Voordelige Inschrijving / Beste Prijs Kwaliteit Verhouding), waarbij een zo laag mogelijke MKI-score een gunningscriterium is.

Inhoud

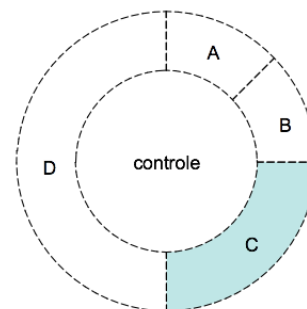
Inhoudelijk scoort de tool goed als het gaat om het beperken van de vraag naar nieuwe en het voorkomen van gebruik van fossiele grondstoffen. De tool wordt voornamelijk gebruikt door inkopers. Met de tool is het mogelijk projecten te vergelijken op basis van hun "Milieukosten". Normaliter wordt de uitkomst van de berekening gebruikt in de gunning. De tool kan echter ook worden gebruikt om de milieu-impact bij realisatie te evalueren.

Dubocalc maakt gebruik van LCA-milieudata die periodiek worden geïmporteerd uit de Nationale Milieudatabase. Veel fabrikanten hebben ook LCA-data voor de zogenaamde module D van de EN 15804. Door deze hergebruiks- en recyclingmodule actief te betrekken bij het maken van milieuprestatieberekeningen kan ook circulair bouwen meetbaar worden gemaakt. Men is bezig met voorstellen voor verbeteringen bij de implementatie van Module D om deze verder geschikt te maken voor recycling en hergebruik. Het doel van deze voorstellen is om de milieu-impacts van gerecyclede materialen onderling en met die van 'virgin' materialen volledige vergelijkbaarheid te maken in de berekening. Op deze manier wordt hergebruik van materialen in toenemende mate gestimuleerd.

Gebruik

Inkopers kunnen duurzaamheid of milieukosten van producten in de GWW sector kwantificeren. De tool neemt in haar berekening 13 milieu-effecten mee. Vervolgens rekent DuboCalc deze milieueffecten via de zogenaamde 'schaduwprijsmethode' om tot één getal. De Milieu Kosten Indicator-waarde (MKI- waarde) kan per fase (bouwphase, gebruiksfase, onderhoudsfase en einde levensduur) worden berekend. Met DuboCalc maakt het voor inkopers mogelijk om de milieukosten van verschillende ontwerp- en uitvoeringsvarianten te vergelijken en hun inschrijving te verbeteren.

Na het aanmaken van project selecteert men standaard items uit een bibliotheek. Het is dus nodig om het project volledig te kennen en te kunnen definiëren en de items moeten aanwezig zijn in de bibliotheek. De items in de bibliotheek, bijvoorbeeld 'Betonmortel C35/45 CEM III' of 'Heipaal (staal)' zijn gekoppeld aan basisgegevens over milieueffecten (Figuur 7).



Het kan voorkomen dat een aangeboden materiaal niet bekend is in de Nationale Milieudatabase, zoals blijkt uit het verslag Evaluatie N18 - Pilot projecten Biobased inkopen (<https://www.pianoo.nl/sites/default/files/documents/documents/biobasedinkopenevaluatie18-maart2017.pdf>). Mocht er in een aanbidding nieuwe materialen worden voorgesteld, dan moeten deze dus eerst worden opgenomen in de database. Het bevorderen van nieuwe materialen is daardoor moeizaam en een nadeel bij het gebruik van deze tool.

DuboCalc is voor kleinschalige GWW-projecten ingewikkeld in gebruik. Er is een uitgebreide starters-handleiding beschikbaar voor het gebruik van DuboCalc (Figuur 8).

Kosten

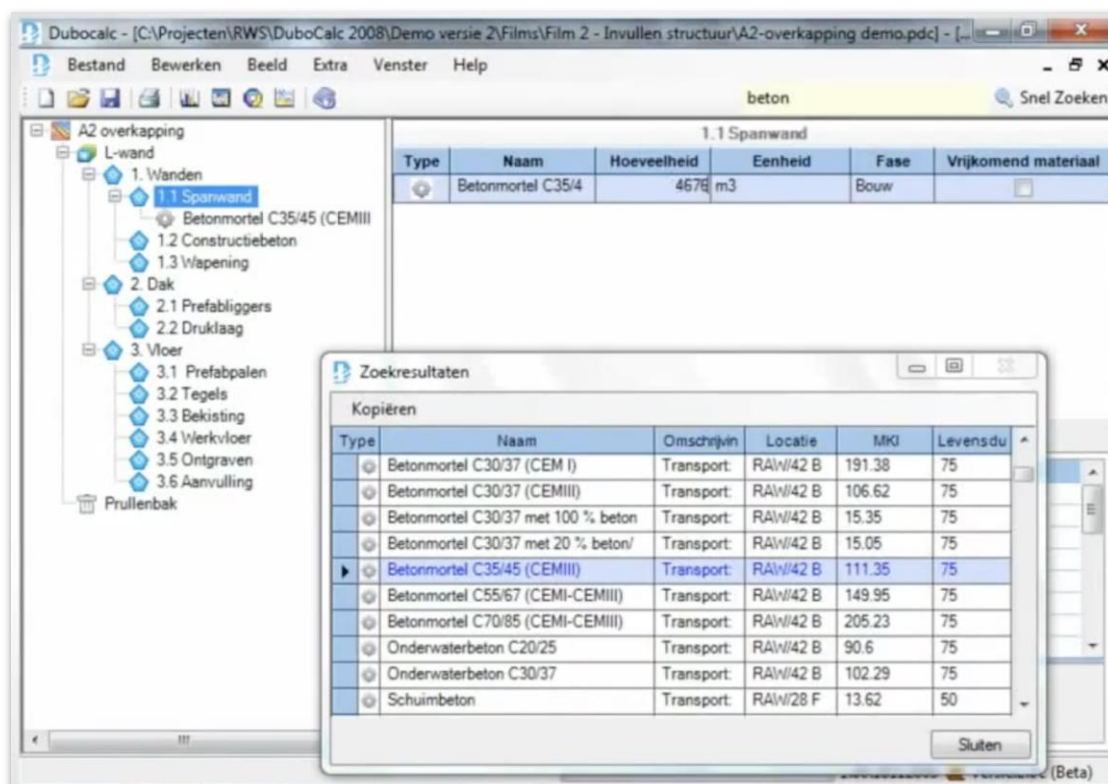
Licentiekosten

€

DuboCalc heeft 3 licentiemogelijkheden met oplopende kosten voor een toenemend aantal gebruikers. De geldigheid van deze licenties is een jaar met een maximum van 50 projecten per gebruiker per licentie.

Proceskosten

€€€



Figuur 7: DuboCalc - Het aanmaken van een project, met items gekoppeld aan objecten.



Figuur 5 DuboCalc - handleiding

2.3.3. Madaster

Gebruiksfasen: C, D, B(toekomst)

Algemeen

Madaster is een online platform waarin gebruikers gebouwen met hun materialen kunnen registreren. Het doel is dat deze registratie het hergebruik van materialen bevordert. Het is mogelijk in Madaster een dossier op te bouwen per object met daarin bijvoorbeeld informatie over contractuele verplichting zoals garanties, certificaten, tekeningen e.d.

Inhoud

Madaster maakt het mogelijk te meten hoe herbruikbaar de materiaalstromen van een product of bedrijf zijn. Daarvoor wordt gebruik gemaakt van de Material Circularity Indicator. Door het inzichtelijk maken van het hergebruik-potentieel van een object scoort Madaster inhoudelijk goed op zowel het beperken van de vraag naar nieuwe fossiele grondstoffen als voorkomen van afval bij het einde van de levensduur en het stimuleren van hergebruik. Het zwaartepunt van Madaster zit met name op hoogwaardig hergebruik, waarbij terugname wordt gestimuleerd.

Het aandeel herbruikbare materialen kan als voorwaarde worden gesteld in een aanbesteding. Met de tool kan dan dit aandeel worden getoetst. Eventueel kan daarbij worden gekeken naar de locatie van de beschikbare grondstoffen, maar er is geen indicator om daarvan de impact te berekenen, zoals dit bij de LCA tools wel kan. In de toekomst is het mogelijk de tool in ontwerp-stadia te gebruiken waarmee vergelijking van de waarde en het hergebruik-potentieel meetbaar wordt tussen ontwerpvoorstellen.

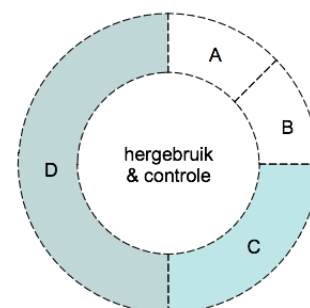
Het optimaliseren van de gebruiksduur en de verlenging van de levensduur wordt niet meegenomen en gewogen in de tool.

Gebruik

In de tool worden modellen geladen waarbij de gebouwcomponenten worden uitgetrokken naar materiaaltipe en materiaalhoeveelheid. Gezamenlijk vormen zij een overzichtelijk (materialen)paspoort per schil of materiaalsoort (Figuur 9). Via een dashboard zijn diverse specificaties zichtbaar en onder andere de financiële waarde-ontwikkeling van specifieke materialen zijn volgbaar (Figuur 10).

Madaster is nu nog een bibliotheek met bestaande objecten met hun eigenschappen, maar er is samenwerking met derden om de inzetbaarheid van Madaster te vergroten. Er is bijvoorbeeld een samenwerking om de inkoop en verkoop van grondstoffen dicht bij elkaar te brengen. Een andere ontwikkeling is om de tool in te zetten voor beoordeling van ontwerpen vanuit het oogpunt van o.a. milieuprestatie. In de toekomst wordt het mogelijk om ontwerpen in te laden zodat de restwaarde van een object al vooraf in kaart kan worden gebracht.

Madaster is toegankelijk voor zowel eigenaren als niet-eigenaren.



Kosten

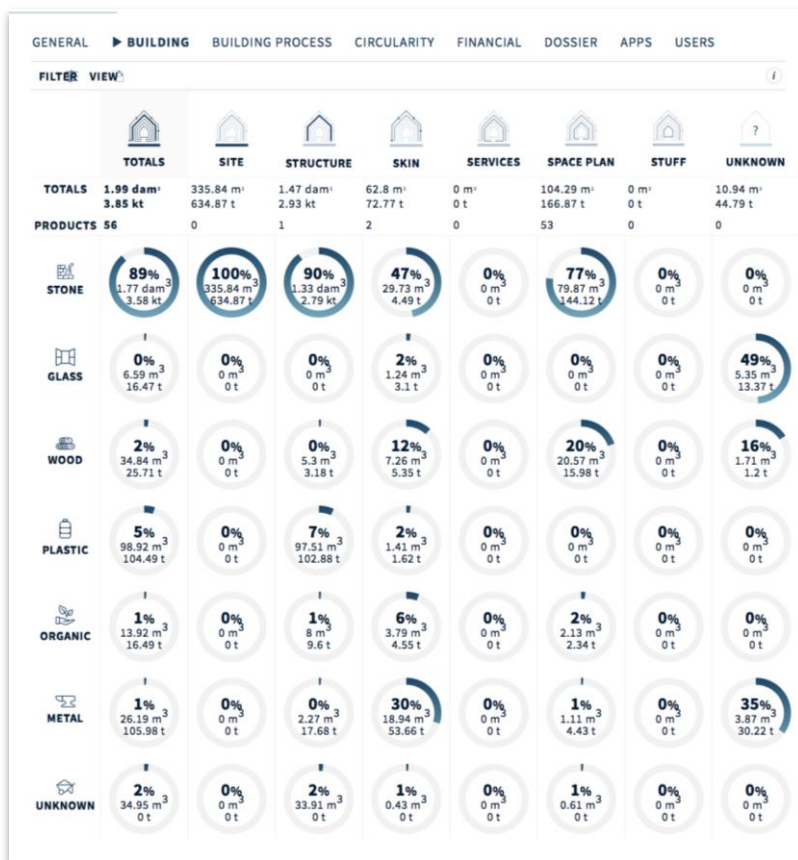
Licentiekosten

€

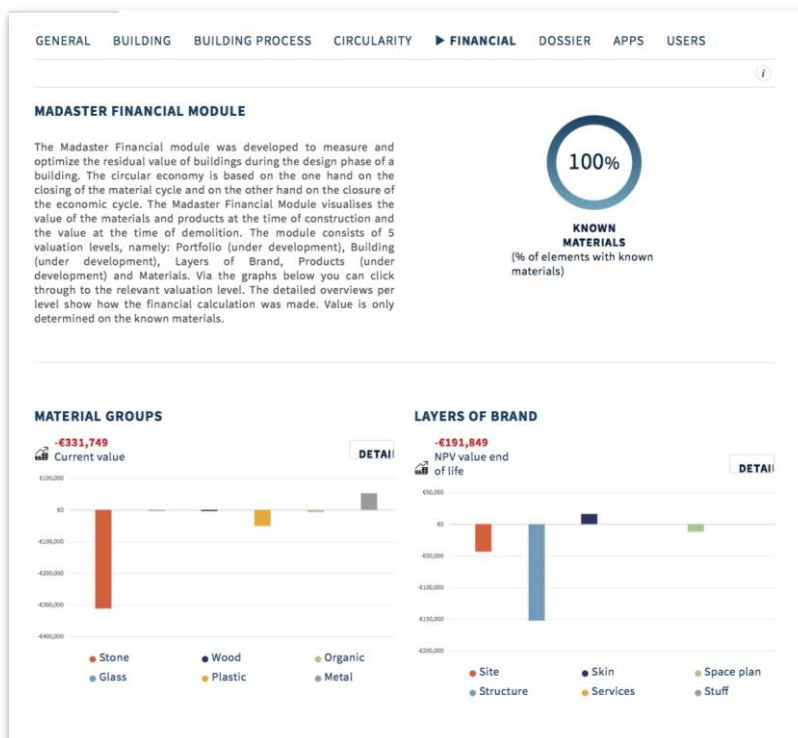
Madaster biedt verschillende abonnementsvormen met oplopende kosten, waarbij het aantal gebruikers en het bruto vloeroppervlak onderscheidend is. Voor niet-eigenaren van vastgoed gelden aparte abonnementsvormen, afhankelijk van het aantal gebruikers en gebruik van data.

Proceskosten

€



Figuur 9: overzicht materialen per gebouwlaag (Shearing layers)



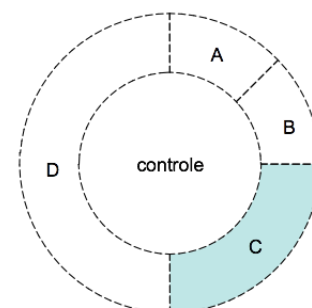
Figuur 6: overzicht financiële waarde per materiaalgroep / gebouwlaag

2.3.4. OneClickLCA

Gebruiksfasen: C

Algemeen

OneClickLCA is een internationale tool die deels is vertaald naar het Nederlands. De tool is in opzet vergelijkbaar met een kostencalculatie en maakt in de beoordeling gebruik van een uitgebreide database van bouwmaterialen wereldwijd. Gebruikers kunnen OneClickLCA gebruiken in EMVI / BPKV aanbestedingen (Economisch Meest Voordelige Inschrijving / Beste Prijs Kwaliteit Verhouding), waarbij een zo laag mogelijke MKI-score een gunningscriterium is.



Inhoud

OneClickLCA is vergelijkbaar met DuboCalc. Met deze tool kunnen inkopers de duurzaamheid of milieukosten van producten in onder andere de GWW sector kwantificeren. Daarbij wordt gekeken naar verschillende milieu-effecten, bijvoorbeeld oceaanverzuring, eutrofiëring, e.d. Het resultaat wordt uitgedrukt in een aantal kg CO₂e, een standaard waarde voor het meten van een CO₂- footprint (Figuur 11). De tool scoort daarmee goed in het beperken van de vraag naar nieuwe en voorkomen van het gebruik van fossiele grondstoffen.

Inhoudelijk scoort OneClickLCA goed op het beperken van de vraag naar nieuwe en het voorkomen van het gebruik van fossiele grondstoffen. Gebruikers hebben toegang tot internationale en lokale data, onder andere alle Nationale Milieudatabase, BRE EPD's, IMPACT, INIES, Environdec en meer. Naast de MKI-score kan OneClickLCA worden gebruikt voor het opstellen van een MPG en in de toekomst is als LCA tool te gebruiken voor BREEAM-NL credits. Daarmee scoort de tool inhoudelijk goed op het beperken van de vraag naar nieuwe en het voorkomen van het gebruik van fossiele grondstoffen.

Aanvullende informatie buiten de levenscyclus van het gebouw, zoals de mogelijkheden voor hergebruik, terugwinning- en recycling en de milieulasten en -baten buiten de systeemgrens van het gebouw lijken nog niet te worden gewogen. In de milieuprestatie van een bouwwerk is ook de aanvullende informatie van belang.

Gebruik

De tool is met name bedoeld voor een aanbieder. De tool vraagt om voorkennis en is complex in gebruik (Figuur 12). Het is mogelijk om externe mensen uit te nodigen voor samenwerking en data-invoer. De tool is minder overzichtelijk dan DuboCalc en ook de taal kan een belemmering zijn.

De tool kan gebruik maken van Excel documenten en worden gebruikt met BIM-modellen. Er kan bijvoorbeeld een koppeling worden gemaakt tussen REVIT en OneClickLCA. Deze workflow kan een aanzienlijk voordeel betekenen t.o.v. DuboCalc waar altijd handmatig moet worden ingevoerd.

Kosten

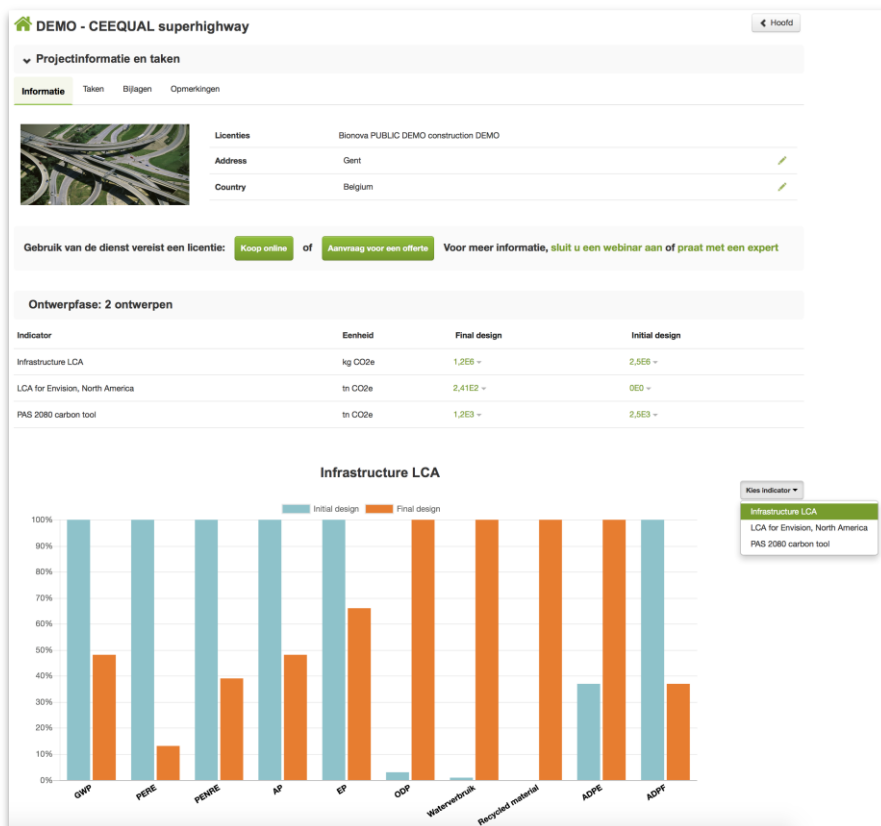
Licentiekosten

€

OneClickLCA heeft verschillende licentiemogelijkheden met oplopende kosten, waarbij de gebruikersopties onderscheidend zijn. Licentiekosten zijn per jaar.

Proceskosten

€€€



Figuur 11: overzicht milieu-impact

DEMO - CEEQUAL super... - Final design Tenue Optaan Resultaten

Construction materials (Infrastructure LCA)

For help on material selection please visit [material selection help](#).

1. Geotechnical structures and foundations 756 tonnen CO₂e - 63 %

Any materials inputted here are not assumed to require replacements, no matter assessment period length. Please input materials requiring actual replacement elsewhere.

Geotechnical structures and foundations

Search by name, manufacturer, EPD nr.:

Material	Hooftheid	CO ₂ e	Cost item	Opmerking	Transport, kilometers	Service life
Portland cement, UK average (MPA) ?	80 kg	0.07tn			Trailer combi	Bijvend
Ready mix concrete, excluding rebar, C28... ?	3000 m3	563tn	12.2	foundation - concrete	Trailer combi	Bijvend
Carbon Steel Reinforcing Bar (secondary ... ?	20000 kg	13tn	12.5	foundation - steel	Trailer combi	Bijvend
XPS insulation board, 0.033 W/mK, XPS, X... ?	8000 m2	179tn	12.3		90 Trailer combi	Bijvend

2. Technical structures, construction works and systems 3 tonnen CO₂e

Construction works

Bridges, load bearing structures, noise protection, and all other permanent structures

Search by name, manufacturer, EPD nr.:

Material	Hooftheid	CO ₂ e	Cost item	Opmerking	Transport, kilometers	Service life
Concrete pipe, reinforced ?	8000 kg	2.6tn			Trailer combi	30

Systems

Water, safety, electricity, communication, utility transfer and HVAC

Search by name, manufacturer, EPD nr.:

Material	Hooftheid	CO ₂ e	Cost item	Opmerking	Transport, kilometers	Service life
Ceramic tile, 415.4 kg/m3 (Vies) ?	6 m2	0.07tn	34.8	st	Trailer combi	50
Copper alloys sheets and strips, 8850 kg... ?	6 kg	0.01tn	34.8	st	Trailer combi	40
Steel, galvanized, profiles and assembly... ?	66 kg	0.16tn	34.8	stgl	Trailer combi	As building

3. Surface and pavement layers 178 tonnen CO₂e - 15 %

Pavings and surfaces

Search by name, manufacturer, EPD nr.:

Material	Hooftheid	CO ₂ e	Cost item	Opmerking	Transport, kilometers	Service life
Asphalt AB 16 Green asphalt (NCO) ?	8000 m2	177tn	4.3		450 Trailer combi	15

4. Materials used on the construction site

Site and process materials [Klik hier om gegevens in te voeren](#)

Figuur 7: invoer materialen

2.4. Conclusie inventarisatie analysetools

We zien voor verschillende fasen en toepassingen verschillende indicatoren. Een tool die in hoofdzaak is voor het bepalen van de impact op het milieu (DuboCalc, OneClickLca) gebruikt andere indicatoren dan een tool die is voor het bepalen van het hergebruik-potentieel, zoals Madaster.

De tools verschillen in het niveau van uitwisseling tussen opdrachtgever en opdrachtnemer. Optimal planet kan bijvoorbeeld gebruikt worden als een simpel uitvraag document om te kijken of een opdrachtnemer aan de gestelde ambities kan voldoen zonder daarbij volledig uitgewerkte hoeveelheden. Optimal planet is voor beide typen gebruikers makkelijk in gebruik.

In DuboCalc en OneClickLCA is het opvoeren van juiste hoeveelheden noodzakelijk en er wordt veel kennis verlangd. Dit maakt dat de proceskosten relatief hoog zijn. In deze zin zijn zij vergelijkbaar met een kosten-calculatieprogramma. Bij OneClickLCA is het mogelijk handmatig of vanuit een model in te voeren. In de aanbidding wordt meestal alleen de uiteindelijke MKI-score vermeld. De tool kan worden gebruikt in de aanbidding. Daarnaast is het mogelijk de tool te gebruiken om het ontwerp en de uiteindelijke realisatie met elkaar te vergelijken.

Bij Madaster wordt alleen gewerkt met modellen waarin de gebruikte materialen en hoeveelheden zijn gegeven. Madaster is toegankelijk voor zowel vastgoedeigenaren als niet-vastgoed eigenaren.

Of een tool geschikt is, is mede afhankelijk van welke successen de Stad Antwerpen wil halen. Welke opdracht formuleert de Stad en wat is de omvang van de opdracht? Welke fasen zijn nodig? Wat is het gewenste niveau van circulair inkopen en welke informatie is daarvoor nodig? Is terugname mogelijk? Deze vragen bepalen het model van de aanbesteding en welke tools daarvoor geschikt zijn.

Stad Antwerpen heeft hier de volgende visie op:

“We hebben intern bekeken hoe we de tool precies zouden moeten kunnen inzetten.

We merken dat er in het verleden (en dus vermoedelijk ook in de toekomst) steeds (goede) redenen waren/zijn om niet voor een DB(FM) formule te kiezen: meestal kan men omwille van de complexe stedelijke context, de vele partners, burgers, etc. het project heel moeilijk loslaten en willen we dus toch meer inspraak en voortschrijdend inzicht laten meespelen dan een DBFM-formule toelaat. Een tool ontwikkelen ifv een DBFM-formule is dus weinig zinvol. We zouden dus een poging willen doen om binnen een klassieke formule (eerst studiebureau, dan aannemer) toch voldoende competitie rond circulariteit in te bouwen.

Bij deze aanpak zouden we ons inziens in een eerste fase een tool nodig hebben die werkt op hoofdlijnen, doch wel al meteen een doorkijk geeft over de vier ‘fasen’ uit het circulaire schema. Nadien, bij de opmaak van een bestek voor de aannemer en voor de opmaak van de offertes, zou de tool een veel gedetailleerder beeld moeten kunnen geven (ideaaliter opnieuw over de vier fasen heen...), om zo ook kleine optimalisaties correct t.o.v. elkaar te kunnen vergelijken.

Aan jullie de vraag of we in dit geval hetzij (1) best vertrekken van een algemene tool, en daar een gedetailleerde tool in verwerken, hetzij (2) best vertrekken van een gedetailleerde tool en daar een bevraging op hoofdlijnen uit destilleren ifv aanstelling studiebureau, hetzij (3) gewoon 2 tools na elkaar gebruiken (die dan misschien nog allebei wat moeten op onze maat gemaakt worden).

Stel: het studiebureau (SB) wordt gegund in twee fasen, met vergoeding in fase 2 en circulariteit als één van de gunningscriteria:

1. selectie obv referentieprojecten (50) en teamsamenstelling (50)
2. gunning obv
 - a. visie op het project / analyse van de situatie (20)
 - b. concreet ontwerpvoorstel ('wedstrijdontwerp'), met als criteria
 - i. integratie omgeving (aanlandingen, etc.) (15)
 - ii. beeldkwaliteit (15)
 - iii. circulariteit (20)
 - iv. raming kostprijs bouw / onderhoud / terugname (of totaalprijs binnen een lease-formule?), binnen een bepaald maximum (10)
 - c. prijs studieopdracht (20)

Bij zijn wedstrijdontwerp levert het SB dus ook een circulariteitsscore aan, die zij kunnen garanderen met hun ontwerp. Circulariteit wordt hier dan vermoedelijk gemeten obv een vrij eenvoudige bevraging in een tool (voldoende transparant zodat wij de ingevulde waarden tijdens de aanbesteding nog kunnen controleren), maar staat op veel punten. Het SB wordt zo maximaal uitgedaagd en komt mogelijk ook tot meer innovatieve ontwerpvoorstellen. Om zeker te zijn van voldoende mededinging in de uitvoeringsfase, vragen we dat het SB zelf ifv opmaak offerte de aannemersmarkt bevrage, en steeds minstens 3 kandidaten moet kunnen noemen die dit kunnen/willen bouwen (vb. dmv een ondertekende intentieverklaring, met eigen inschatting kostprijs en risico's).

Dit is wel nog 'slechts' een wedstrijdontwerp, dat dus vervolgens, na gunning, nog verder samen met de opdrachtgever kan aangepast/verfijnd worden (= verschil met D&B of DBFM). Bij elke wijziging brengt het SB de gevolgen qua prijs én circulariteit in beeld.

Het SB komt zo finaal tot een DO en een bestek, waarmee een aannemer wordt aangezocht. We zouden graag ook hier nog de kans grijpen om het ontwerp verder te optimaliseren qua circulariteit. De aannemer heeft niet zoveel kansen voor optimalisatie als bij DBFM, maar zou in zijn offerte wel optimalisaties kunnen voorstellen (voordelig qua investeringskost/qua onderhoudskost/qua circulariteitsscore/ ...). Dit kan gezien worden als een Engineer&Build. In het bestek moet het 'referentieontwerp' dus wel nauwkeurig gescoord kunnen worden qua circulariteit.

Het bestek is dan het minimum kwaliteitsniveau dat moet gehaald worden. Vervolgens moet ook de inschrijver hiermee aan de slag kunnen ifv optimalisatie. Ook hier zouden we als aanbestedende overheid de aangeleverde getallen uit de tool moeten kunnen verifiëren.

De aannemer zou zo gegund moeten kunnen worden op:

- inschrijvingsprijs (= netto prijs investering + onderhoud - 10% van de terugname)
- circulariteitsscore (= bonuspunten)"

Voorbeelden van denkbare aanbestedingsuitvraag:

uitvraag	benodigde tooltype(n)
de gemeente wil selecteren op de totale milieubelasting van een product	C
de gemeente wil nodigt deelnemers uit voor een ideeënprijsvraag op basis van gestelde circulaire ambitie(s)	A,B
de gemeente wil circulaire fietsbrug waarbij bestaande grondstoffen zijn opgenomen.	A, B, C, D

3 Materiaalvergelijking

In dit deel worden materialen met elkaar vergeleken bij overspanningen van 13, 23 en 33 meter.

3.1. Overzicht materialen

Zeven verschillende materialen zijn meegenomen in de vergelijking. Deze materialen kunnen op bijna ieder onderdeel toegepast worden en er is maar op een paar punten een verschil tussen 13 meter en 33 meter.

Materiaaladvies voor overspanningen van 13m - 23m - 33m			
Brugonderdeel	Materiaal	Waarom	Opmerkingen
Liggers	Staal	Courant materiaal	Eventueel RVS of CorTen staal Pulltrusieprofielen maar ook hybride constructies i.c.m. met brugdekplaat (staal-composiet)
	Composiet	Courant materiaal	
	Beton	Courant materiaal	Ter plaatse gestort of prefab beton is een interessante optie in verband met herbruikbaarheid
	Aluminium	Courant materiaal	Intensief productieproces
	Hout	Kan van demonteerbaar hergebruikt hout gemaakt worden	Hout moet voor toepassing wel verduurzaamd worden. Voor grotere overspanningen 23-33 kan waarschijnlijk alleen een hybride ligger gebruikt worden (staal+hout bv.)
	Ultrahoog sterkte beton	Beperkt materiaal gebruik, onderhoudsarm.	
Bogen/vakwerk/tuien	Bio-composiet	Grondstof is meer circulair dan composiet door aansluiting op natuurlijke kringlopen	
	Staal	Courant materiaal	Eventueel RVS of CorTen staal
	Composiet	Courant materiaal	Pulltrusieprofielen maar ook hybride constructies i.c.m. met brugdekplaat (staal-composiet) beschouwen
	Beton	Courant materiaal	Ter plaatse gestort of prefab beton is een interessante optie in verband met herbruikbaarheid
	Aluminium	Courant materiaal	Intensief productieproces

Materiaaladvies voor overspanningen van 13m - 23m - 33m			
Brugonderdeel	Materiaal	Waarom	Opmerkingen
	Hout	Kan van demonteerbaar hergebruikt hout gemaakt worden	Hout moet voor toepassing wel verduurzaamd worden. Voor grotere overspanningen 23-33 wordt de toepassing van hot onwaarschijnlijk geacht.
	Ultrahoog sterkte beton	Beperkt materiaal gebruik, onderhoudsarm	
	Bio-composiet	Grondstof is meer circulair dan composiet door aansluiting op natuurlijke kringlopen	
Brugdekplaat	Staal	Courant materiaal	Eventueel RVS of CorTen staal
	Composiet	Courant materiaal	Pulltrusieprofielen maar ook hybride constructies i.c.m. met brugdekplaat (staal-composiet) beschouwen
	Beton	Courant materiaal	Ter plaatse gestort of prefab beton is een interessante optie in verband met herbruikbaarheid
	Aluminium	Courant materiaal	Intensief productieproces
	Hout	Kan van demonteerbaar hergebruikt hout gemaakt worden	Toepassing van verduurzaamd hout
	Ultrahoog sterkte	Beperkt materiaal gebruik,	geen pylonen
	Bio-composiet	Grondstof is meer circulair dan composiet door aansluiting op natuurlijke kringlopen	
Pijlers/pylonen	Staal	Courant materiaal	Eventueel RVS of CorTen staal
	Composiet	Geen courant materiaal	Vrij slap voor het gebruik in pylonen
	Beton	Courant materiaal	Ter plaatse gestort of prefab beton is een interessante optie in verband met herbruikbaarheid
	Aluminium	Courant materiaal	Intensief productieproces
	Hout	Kan van demonteerbaar hergebruikt hout gemaakt worden	Hout wordt afgeraden voor onderdelen die in de grond of in het water staan.

Materiaaladvies voor overspanningen van 13m - 23m - 33m			
Brugonderdeel	Materiaal	Waarom	Opmerkingen
	Ultrahoog sterkte beton	Wordt niet gezien als alternatief voor pylonen	Ultrahoog sterkte beton wordt voornamelijk als kansrijk gezien voor slanke ontwerpen. De combinatie slanke brug en pylonen is enigszins vreemd doordat de pyloon dan weer voor een hoge puntbelasting zal zorgen.
	Bio-composiet	Wordt niet gezien als alternatief voor pylonen	Vrij slap voor het gebruik in pylonen
Leuning	Staal	Courant materiaal	Eventueel RVS of CorTen staal / leuning uitvoeren als hoofddraagconstructie
	Composiet	Courant materiaal	Pulltrusieprofielen maar ook hybride constructies icm met brugdek (staal-composiet) beschouwen
	Beton	Courant materiaal	Leuning uitvoeren als hoofddraagconstructie
	Aluminium	Courant materiaal	Intensief productieproces
	Hout	Kan van demonteerbaar hergebruikt hout gemaakt worden	Toepassing van verduurzaamd hout
	Ultrahoog sterkte beton	Beperkt materiaal gebruik, onderhoudsarm	
	Bio-composiet	Grondstof is meer circulair dan composiet door aansluiting op natuurlijke kringlopen	

4 Stresstest

Om tot de juiste aanbieder voor de circulaire fietsbrug te komen, is een vragenlijst opgesteld door RAU. De vragenlijst is op 27 november 2018 getest aan de hand van een stresstest. Vier specialisten op het gebied van bruggen en/of circulariteit hebben elk een andere aanbiederrol en strategie aangehouden bij het invullen van de test. Het doel hiervan was te kijken of de gewenste aanbieder daadwerkelijk als beste naar voren komt in de vragenlijst. Daarnaast zijn de vragen beoordeeld op relevantie en zijn er diverse suggesties voor aanpassingen gedaan.

4.1. Rollen

Hierna volgt de uitleg van de verschillende rollen:

De opportunist

Is risico minnend, zoekt de grijze gebieden van elk contract op, minimaliseert tenderkosten, “het komt wel goed”.

De voorzichtige

Is risicomijdend, traditioneel ingesteld, bestudeert een contract tot op de puntjes, maakt relatief hoge tenderkosten waarin alle risico's op voorhand worden beheerst.

De onwetende

Is een nieuwe speler, heeft weinig tot geen ervaring met circulariteit en/of het ontwerp van fietsbruggen, op zoek naar een mooi referentieproject..

De ideale aanbieder

Heeft ervaring met circulaire bruggen en heeft de intentie, kennis en kunde om tegen redelijke marges een volledig circulaire brug te ontwerpen. Neemt geen onnodige risico's en heeft een open houding tegenover de opdrachtgever.

4.2. Conclusies n.a.v. stresstest

Na de invulling is de vragenlijst besproken. Verschillende op- en aanmerkingen zijn gemaakt. De belangrijkste conclusies worden hieronder vermeld.

- De lijst met vragen is (te) lang en er zit (te) veel overlap tussen de vragen.
- Er is nog eens kritisch gekeken welke vragen aan het ingenieursbureau gesteld moeten worden en welke aan de aannemers. Sommige vragen vallen buiten de invloedssfeer van de ontwerper.
- De 'onwetende' inschrijver haakt al af bij de vraag naar referenties en zou dat anders doen bij het invullen van de vragenlijst.
- De lijst beoordeelt een aanbiederontwerp, minder de aanbieder zelf. Dit betekent dat er een grote inspanning nodig is voor het inschrijven. Het maakt de vragenlijst bovendien minder bruikbaar voor het selecteren van een aanbieder zonder dat er een (gedetailleerd) aanbiederontwerp wordt gevraagd.

- De opportunist gaat voor een optimale score en maakt daarmee grote kans op gunning. Hij moet worden afgeremd door op voorhand te toetsen of zijn invulling realistisch (SMART) is. Ook kunnen significante boetes gelegd worden op het niet waarmaken van beloftes.
- Bij verschillende vragen hoeft de aanbieder niet te beargumenteren waarom hij een bepaalde keuze maakt. Het antwoord ja of nee voldoet en daarmee kunnen aanbieders gemakkelijk punten binnenhalen.
- Een aantal vragen kan volgens de testpersonen worden geschrapt of samen worden gevoegd met een andere vraag.
- Het is onduidelijk hoe de vragen gescoord worden. Hier zijn op dit moment nog geen richtlijnen voor en daarom is het lastig om te beoordelen wanneer aanbieders bijvoorbeeld 3 i.p.v. 4 punten voor een vraag krijgen.

4.3. Uitkomst vragenlijst

De scores van de verschillende aanbieders zijn op een rijtje gezet. In totaal waren er 109 punten te halen. Zoals in tabel 1 te zien is, heeft de opportunist veruit de hoogste score. Deze aanbieder doet er alles aan om een zo hoog mogelijke score te halen bij het invullen van de vragenlijst. De ideale aanbieder behaalt een tweede plek. De voorzichtige aanbieder komt hierbij dicht in de buurt en haalt een derde plek. De onwetende aanbieder heeft de laagste score.

Tabel 1: Scores per aanbieder

Aanbieder	Aantal punten	Percentage van het totaal
De opportunist	72	66%
De ideale aanbieder	47	43%
De voorzichtige	44	40%
De onwetende	28	26%

4.4. Aanpassingen vragenlijst

De vragen zijn kritisch bekeken door de testpersonen. Zij raden aan een twaalfstal vragen uit de vragenlijst te halen. Deze vragen bleken niet relevant te zijn, moeilijk toetsbaar of lijken veel op andere vragen uit de lijst. Enkele vragen zijn samengevoegd tot één vraag en er is één vraag toegevoegd. Hierdoor is de vragenlijst ingekort van 39 naar 26 vragen.

Verder is de vragenlijst aangepast aan de hand van de opmerkingen die in hoofdstuk 2 zijn genoemd. Doordat verschillende vragen SMART moeten worden beantwoord, worden de aanbieders gedwongen realistische antwoorden te geven. Hierdoor zal de opportunist zijn antwoorden aan moeten passen. Daarnaast wordt aangeraden om boetes te zetten op het niet waarmaken van beloftes. Hierdoor zal de opportunist realistische antwoorden geven en komt deze aanbieder niet meer als beste uit de vragenlijst naar voren.

De aangepaste vragenlijst is als onderdeel van de tool weergegeven in paragraaf 5.2.

5 Circulaire tool

In de afgelopen maanden is gezocht naar een aanbestedingstool voor stad Antwerpen. Geen van de tools bleek geschikt te zijn voor de bouw van een circulaire fietsbrug. Daarom is ervoor gekozen zelf een tool te ontwikkelen en hier onderdelen van andere tools en de huidige vragenlijst in te verwerken. Alle vragen zijn verwerkt in een gebruiksvriendelijke tool in Excel.

5.1. Opzet tool

De tool maakt onderscheid tussen vragen voor de ontwerper en de aannemer. Op de startpagina kan worden aangegeven of de gebruiker een ontwerper of aannemer is. Vervolgens worden de juiste vragen geselecteerd. De vragen worden gesteld in vier verschillende categorieën die in de volgende paragraaf zijn toegelicht. Bij elke vraag kunnen tien punten verdiend worden. Daarnaast heeft elke vraag een weging, waarmee de relevantie van de vraag wordt aangegeven. De vragen hebben een weging van 1 t/m 5. De kwantitatieve vragen worden automatisch gescoord. De kwalitatieve vragen moeten tijdens de beoordeling van aanbiedingen door een beoordelingsteam gescoord worden. Dit gebeurt in het tabblad Checklist. Hierin kan Stad Antwerpen punten toekennen aan de antwoorden van de ontwerpers en aannemers. Ook is een speciale kolom aangemaakt waarin de puntentoekenning beargumenteerd kan worden. In paragraaf 5.3 wordt een beschrijving gegeven van de werking van het tabblad Checklist.

Uiteindelijk resulteert dit in drie verschillende scores voor de ontwerper en aannemer en een totale score. De scores komen overeen met de vier categorieën. Met de scores kan een duidelijk onderscheid en vergelijking worden gemaakt tussen verschillende aannemers en ontwerpers. De vier categorieën vragen zijn als volgt:

1. Circulariteit (voor en na gebruiksduur),
2. Duurzaamheid,
3. Circulariteit (tijdens gebruiksduur),
4. Overig.

5.2. Vragen

In de volgende sub-paragrafen worden de vragen toegelicht die bij alle categorieën horen. Om een goede vergelijking te maken tussen de verschillende aanbieders, dienen alle vragen te worden beantwoord voor de vijf belangrijkste brugonderdelen. Dit zijn de elementen: brugdekplaat, liggers, pijlers/pylonen, bogen/vakwerk/tuien en wegmeubilair. Een voorbeeld van alle elementen wordt gegeven in het starttabblad.

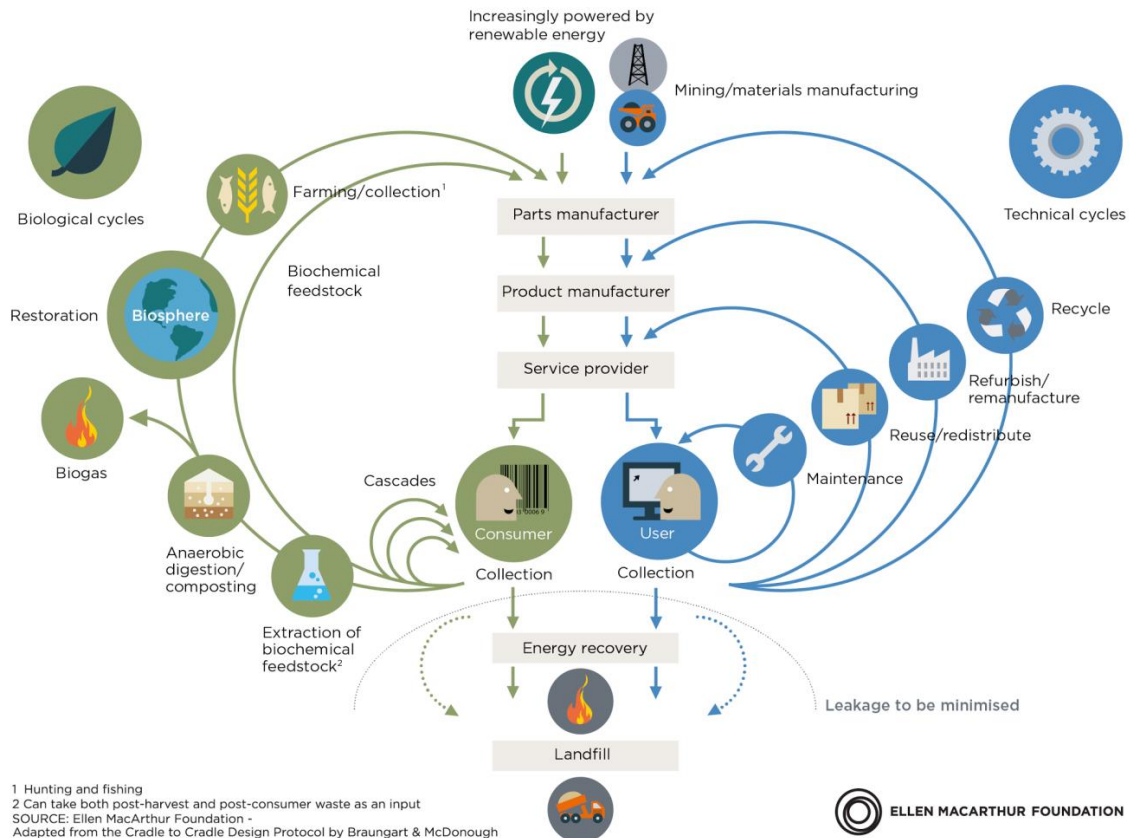
5.2.1. Circulariteit (voor en na gebruiksduur)

In de eerste categorie wordt gekeken naar de mate van circulariteit voor en na gebruiksduur. In de tool zijn de *Circularity Indicators* van de Ellen MacArthur Foundation verwerkt. Figuur 13 is een mooie handreiking voor het creëren van een circulaire brug. Het doel is om de waarde-cirkels zo klein mogelijk te houden. Dit houdt in dat het beter is producten of elementen als geheel te hergebruiken, dan allerlei bewerkingen toe te passen die leiden tot extra materiaal- en energieverbruik.

Tijdens fase 1 en 2 van dit project is al eerder gekeken naar de tool van Ellen MacArthur. Deze tool bleek te algemeen en vooral geschikt voor het maken besluiten door ontwerpers. Doordat Iv-infra zelf

een tool heeft ontwikkeld, is het mogelijk de belangrijkste facetten van de *Circularity Indicator Methodology* te verwerken in de aanbestedingstool.

CIRCULAR ECONOMY - an industrial system that is restorative by design



Figuur 83: Circulaire economie Ellen Macarthur Foundation

In de tool wordt onderscheid gemaakt tussen drie vormen van hergebruik. Bij al deze vormen wordt gekeken naar het percentage van het totale volume van de brug. De drie vormen van hergebruik zijn:

1. Hergebruik van producten/elementen.
2. Hergebruik van producten/elementen na versterking/verbetering.
3. Het recyclen van materialen/grondstoffen.

Dit zijn de technische cycli die zich bevinden aan de rechterzijde van figuur 13. De eerste vorm van het hergebruik krijgt de hoogste score, aangezien het beter is producten/elementen in hun geheel te hergebruiken. Om deze reden is gekozen voor een weging van vier punten. De tweede vorm krijgt drie punten. De derde vorm, het recyclen van materialen/grondstoffen, is opgedeeld in het upcyclen en downcyclen van materialen en grondstoffen. Bij upcyclen verbetert de kwaliteit van het product. Deze vorm van recyclen krijgt twee punten. Bij downcyclen worden de materialen/grondstoffen ook gerecycled, maar vermindert de kwaliteit van het product. Deze vorm van recyclen krijgt één punt als weging.

De *Circularity Indicator Methodology* kijkt alleen naar hergebruik na einde gebruiksduur. Aangezien hergebruik bij de bouw van een brug ook belangrijk is, zijn dezelfde vragen opgenomen bij de

aanvang bouw brug.

Naast de technische cycli is ook een vraag opgenomen die over de biologische cycli gaat (het linker gedeelte van figuur 13). De ontwerper moet aangeven hoeveel procent van het totale volume van de brug biologisch afbreekbaar is. Aangezien dit een ultiem voorbeeld is van circulariteit, krijgt deze vraag een weging van vier punten. Bij alle vragen in deze categorie wordt gevraagd om een SMART beschrijving. Dit moet voorkomen dat een ontwerper percentages invult die niet realistisch zijn. In figuur 14 en 15 staan de circulariteitsvragen bij aanvang bouw brug en na einde gebruiksduur.

Circulariteit (bij aanvang bouw brug)	
1.1	Wat is het volume van de te gebruiken materialen voor de brug?
1.2a	Welk percentage van het totale volume van de brug wordt gemaakt uit hergebruikte producten/elementen? Hierbij wordt een maximale afwijking van 10% aangehouden.
1.2b	Geef een SMART beschrijving en onderbouwing van het toegepaste hergebruik van producten/elementen?
1.3a	Welk percentage van het totale volume van de brug kan na versterking/verbetering van hergebruikte producten/elementen worden gemaakt? Hierbij wordt een maximale afwijking van 10% aangehouden.
1.3b	Geef een SMART beschrijving en onderbouwing van het toegepaste hergebruik van producten/elementen na versterking/verbetering?
1.4a	Welk percentage van het totale volume van de brug wordt gemaakt van geupcycled materialen/grondstoffen? Hierbij wordt een maximale afwijking van 10% aangehouden.
1.4b	Geef een SMART beschrijving en onderbouwing van de toegepaste geupcycled materialen/grondstoffen.
1.5a	Welk percentage van het totale volume van de brug wordt gemaakt van gedowncycled materialen/grondstoffen? Hierbij wordt een maximale afwijking van 10% aangehouden.
1.5b	Geef een SMART beschrijving en onderbouwing van de toegepaste gedowncycled materialen/grondstoffen.

m	
	Percentage: 0%
	Percentage: 0%
	Percentage: 0%
	Percentage: 0%

Figuur 94: Circulaire vragen bij aanvang bouw brug

Circulariteit (na einde gebruiksduur)	
1.6a	Bij hoeveel procent van het totale volume van de brug kan hergebruik van producten/elementen worden toegepast na einde gebruiksduur? Hierbij wordt een maximale afwijking van 10% aangehouden.
1.6b	Geef een SMART beschrijving en onderbouwing van het totale deel aan producten/elementen dat kan worden hergebruikt.
1.7a	Bij hoeveel procent van het totale volume van de brug kan na versterking/verbetering/aanpassing hergebruik van producten/elementen worden toegepast na einde gebruiksduur? Hierbij wordt een maximale afwijking van 10% aangehouden.
1.7b	Geef een SMART beschrijving en onderbouwing van het totale deel aan producten/elementen dat kan worden hergebruikt na versterking/verbetering/aanpassing.
1.8a	Bij hoeveel procent van het totale volume van de brug kan upcycling van materialen/grondstoffen worden toegepast? Hierbij wordt een maximale afwijking van 10% aangehouden.
1.8b	Geef een SMART beschrijving en onderbouwing van het totale deel aan materialen/grondstoffen dat kan worden geupcycled.
1.9a	Bij hoeveel procent van het totale volume van de brug kan downcycling van materialen/grondstoffen worden toegepast? Hierbij wordt een maximale afwijking van 10% aangehouden.
1.9b	Geef een SMART beschrijving en onderbouwing van het totale deel aan materialen/grondstoffen dat kan worden gedowncycled.
1.10a	Welk percentage van het totale volume van de brug dat <u>niet</u> wordt hergebruikt na einde gebruiksduur, is biologisch afbreekbaar?
1.10b	Geef een beschrijving van de materialen die biologisch afbreekbaar zijn.

Figuur 105: Circulaire vragen na einde gebruiksduur

5.2.2. Duurzaamheid

In het kader van duurzaamheid, wordt gevraagd naar de MKI-score van de brug (figuur 16) . Met deze vraag kan een inschatting worden gemaakt van de milieukosten. De ontwerpers en aannemers moeten de berekening maken voor de vijf belangrijkste brugonderdelen: brugdekplaat, liggers, pijlers/pylonen, bogen/vakwerk/tuien en wegmeubilair. De berekeningen worden gemaakt in het programma DuboCalc. Dit programma wordt onder meer door de Nederlandse overheid (Rijkswaterstaat) voorgeschreven om de milieukosten in kaart te brengen. De gebruiker kan het exacte bedrag invoeren in de bijbehorende cel.

Duurzaamheid	
2.1	Maak voor de vijf brugelementen een DuboCalc berekening. Wat is de totale MKI-score?

Figuur 116: Duurzaamheidsvraag

5.2.3. Circulariteit (tijdens gebruiksduur)

De vragen van deze categorie worden door de ontwerpers en aannemers ingevuld. De vragen moeten worden beantwoord voor de vijf belangrijkste brugonderdelen. Bij een goede argumentatie kunnen twee punten per onderdeel worden verdiend. De vragen staan in figuur 17.

Circulariteit tijdens gebruiksduur	
3.1	Hoe is per element rekening gehouden met het beperken van onderhoudsbehoefte(n)?
3.2	Beschrijf welke (onderhouds-)maatregelen u voor het betreffende brugonderdeel voorziet teneinde de gebruiksduur te maximaliseren?
3.3	Welke ontwerpmaatregelen worden per element genomen zodat demontage en remontage mogelijk is? Hierbij kan gedacht worden aan droge verbindingen.

Brugdekplaat	
Liggers	
Pijlers/pylonen	i
Bogen/vakwerk/tuien	
Wegmeubilair	i
Brugdekplaat	
Liggers	
Pijlers/pylonen	i
Bogen/vakwerk/tuien	
Wegmeubilair	i
Brugdekplaat	
Liggers	
Pijlers/pylonen	i
Bogen/vakwerk/tuien	
Wegmeubilair	i

Figuur 127: Circulaire vraag tijdens gebruiksduur

5.2.4. Overig

In de laatste categorie worden de overige vragen gesteld. De ontwerper moet hier één vraag beantwoorden. De aannemer dient in deze categorie drie vragen te beantwoorden (figuur 18). De terugkoopgarantie voor de vijf brugonderdelen wordt behandeld. Daarnaast wordt gevraagd naar de functies van de brug die op servicebasis zijn geleverd. Tot slot wordt gevraagd naar de eigenschappen op het gebied van circulariteit en duurzaamheid die het ontwerp nog meer kent. Hierdoor kunnen eventuele eigenschappen die nog niet ter sprake zijn gekomen, worden toegelicht. Deze laatste vraag wordt ook aan de ontwerper gesteld.

Overig	
4.1	In welke vorm en mate biedt u terugkoopgarantie per onderdeel van de brug aan? Beargumenteer uw antwoord.
4.2	Omschrijf welke functies van de brug zijn geleverd op servicebasis.
4.3	Welke eigenschappen op het gebied van circulariteit en duurzaamheid kent het ontwerp nog meer?

Brugdekplaat	
Liggers	
Pijlers/pylonen	i
Bogen/vakwerk/tuien	
Wegmeubilair	i

Figuur 138: Overige vragen

5.3. Checklist

Nadat de vragenlijst is ingevuld, kan Stad Antwerpen beginnen met het toekennen van punten. De tabbladen Checklist en Score zijn niet zichtbaar voor de gebruiker. Met behulp van de knop die op regel 71 staat (figuur 19) van het tabblad Vragen, kunnen deze tabbladen worden geopend. De antwoorden die zijn gegeven staan op het tabblad Checklist. Verder kunnen de score, weging en de totale score per vraag worden teruggevonden. De score wordt bij de categorie Duurzaamheid automatisch berekend aan de hand van de volgende klassen.

Tabel 2: Scoring MKI-bedragen

MKI-bedrag (€)	Score
0 - < 200	10
200 - < 400	9
400 - < 600	8
600 - < 800	7
800 - < 1000	6
1000 - < 1200	5
1200 - < 1400	4
1400 - < 1600	3
1600 - < 1800	2
1800 - < 2000	1
> 2000	0

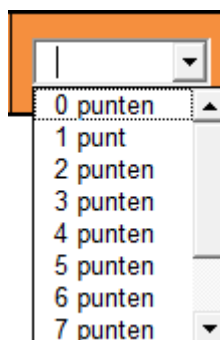
Bij de overige vragen moet Stad Antwerpen een score toekennen aan de vragen, afhankelijk van het antwoord dat is gegeven. In de kolom 'Beargumentatie checklist' kan worden verduidelijkt waarom een bepaalde score is toegekend. De weging van de vragen kan worden aangepast. De totale score per vraag wordt berekend aan de hand van de score en de weging.

Voor Stad Antwerpen is vooral de kolom Checklist van belang. In deze kolom moeten de punten worden toegekend indien dit nog niet automatisch is gebeurd. In de uitklapbox staat hoeveel punten er maximaal gegeven kunnen worden. In figuur 20 staat een voorbeeld van een uitklapbox. Op basis van het antwoord dat is gegeven en de onderbouwing hiervan kan de Stad Antwerpen punten toekennen.

Bij de vragen van de categorie Circulariteit (voor en na gebruiksduur) werkt dit iets anders. Deze vragen bestaan uit deel a en deel b. Bij deel a wordt om een percentage gevraagd en bij deel b moet hier een SMART beschrijving en onderbouwing van worden gegeven. De score die bij het percentage van deel a hoort, wordt automatisch berekend en getoond in de kolom Score. Dit is de maximale score die kan worden gehaald bij deze vraag. Bij vraag b wordt beoordeeld of deze punten ook daadwerkelijk worden toegekend, of dat de gebruiker maar een gedeelte of zelfs 0 punten krijgt voor de vraag. Dit hangt af van de onderbouwing die door de aanbieder wordt gegeven. Hiermee moet worden voorkomen dat gebruikers goed scoren door hoge percentages in te vullen, terwijl dit niet realistisch is. In de uitklapbox van deel b kan dus worden gekozen uit een puntenaantal dat loopt tot de score die bij a gegeven is. Met het puntenaantal dat Stad Antwerpen invult en de weging van de vraag, wordt de totale score van deze vraag berekend.



Figuur 149: Knop om checklist te openen



Figuur 20: Uitklapbox

5.4. Score

Op het laatste tabblad wordt het puntenaantal per categorie getoond. Daarachter staat het percentage van het totale aantal punten dat per categorie is gehaald. In figuur 21 staat een voorbeeld van de score.

De scores worden berekend door op de knop Score te drukken die onderaan het tabblad Checklist staat. Op regel 40 zijn de scores van het bedrijf nogmaals vermeld in een schema. Met dit schema kunnen scores van verschillende bedrijven gemakkelijk met elkaar worden vergeleken (figuur 22).

Circulariteit voor en na gebruiksduur	Duurzaamheid	Circulariteit tijdens gebruiksduur	Totale score
35 punten (44%)	25 punten (50%)	70 punten (70%)	135 punten (56%)

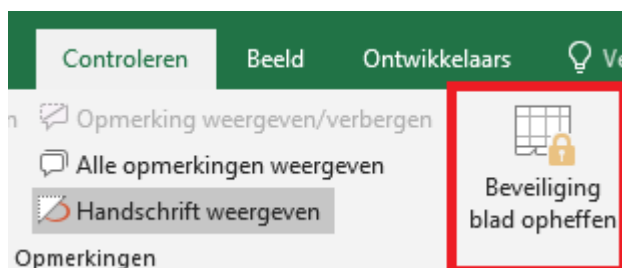
Figuur 21: Score

Bedrijf	Bedrijf X
Circulariteit voor en na gebruiksduur	35 punten (44%)
Duurzaamheid	25 punten (50%)
Circulariteit tijdens gebruiksduur	70 punten (70%)
Totale score	135 punten (56%)

Figuur 22: Score om gemakkelijk te vergelijken

5.5. Aanpassen tool

De vragen en wegenen kunnen worden aangepast. Elk tabblad is beveiligd met een wachtwoord, waardoor de vragen en wegenen door de gebruiker niet aangepast kunnen worden. De beveiliging kan worden opgeheven door bovenaan in het Excellint naar het tabblad Controleren te gaan en vervolgens op Beveiliging blad opheffen te klikken. Zie het rode kader in figuur 23 Hierna verschijnt een scherm waarin u het volgende wachtwoord invult: Antwerpen. Vervolgens kunt u de tabbladen naar wens aanpassen.



Figuur 23: Beveiliging blad opheffen

5.6. Aanvullende vragen

Verskillende vragen en/of eisen zijn niet in de tool zijn verwerkt, omdat ze niet gescoord kunnen worden of als eis verwerkt moeten worden in de uitvraag. De volgende vragen en/of eisen dienen apart in de uitvraag meegestuurd te worden:

- *Het bureau heeft ervaring met het vervaardigen van (circulaire) fietsbruggen.*
- *Het bureau heeft ervaring met het vervaardigen van MKI berekeningen of contracteert hiervoor een extern bedrijf.*
- *Het bureau heeft ervaring met het gebruik van een 3D software (teken) pakket en kan digitaal en 3D worden aangeleverd (IFC 2x3).*
- *Bent u in het bezit van up to date programmatuur voor het vervaardigen van een MKI score.*
- *Bent u in het bezit van up to date programmatuur voor het vervaardigen van 3D modelleren.*
- *Is er een demontage/remontageplan opgesteld?*
- *Wordt de brug digitaal beheerd en gedocumenteerd tot het einde van de levensduur? Hoe wordt dit gedaan?*

BIJLAGEN

A. Longlist

B. Shortlist

C. TOM

Waarderweg 40
2031 BP Haarlem
Nederland

Fultonbaan 30
3439 NE Nieuwegein
Nederland

iv-Infra b.v.
Trapezium 322
3364 DL Sliedrecht
Nederland

Telefoon +31 88 943 3200 Telefoon +31 88 943 3200

Telefoon +31 88 943 3200

Postbus 135
3360 AC Sliedrecht
www.iv-infra.nl