

Managementsysteem

CO2-ladder trede 5:
Emissie-inventarisatie en Ketenanalyse



Algemene gegevens:

Opdrachtgever:	Intern
Project:	C999164: Managementsysteem
Referentie:	C999164_CO2-ladder trede 5_Emissie-inventarisatie en Ketenanalyse_Extern 240503
Opgesteld:	O. Dirkx / T. Luites
Gecontroleerd:	L. Smit (Smarttrackers)
Vrijgegeven:	O. Dirkx
Versie:	1.0
Status:	Definitief
Datum:	3 mei 2024
Referentie klant:	n.v.t.

Documenthistorie:

Versie	Datum	Wijziging	Omschrijving wijziging
0.1	18-01-2024		Eerste versie (concept)
0.2	26-02-2024		Tweede versie (concept)
0.3	13-03-2024		Derde versie (concept) na beoordeling door Leo Smit
0.4	22-03-2024	Opmerkingen Leo Smit verwerkt	Vierde versie (concept)
0.5	03-04-2024	Opmerkingen Leo Smit verwerkt	Vijfde versie (concept)
1.0	17-04-2024	Opmerkingen Leo Smit verwerkt	Definitief (versie 1.0)
1.0	03-05-2024		Definitief voor externe publicatie

Inhoudsopgave

1	Inleiding	2
2	Inventariseren meest materiele scope 3 emissies	3
2.1	Stap 1 Lijst activiteiten / kernprocessen / producten.....	3
2.2	Stap 2: Analyse Scope 3 emissies.....	5
2.3	Stap 3 Bepalen omvang (groot/klein)	6
2.4	Stap 4/5/6: Mogelijke maatregelen ter beperking uitstoot.....	7
3	Ketenanalyses en mogelijke autonome reductieacties	8
3.1	Ketenanalyse 'CO2-reductie in ontwerp van nieuwe kunstwerken'	8

Bijlage A Uitgewerkte casus MAL/Circulator



1 Inleiding

Wagemaker is gecertificeerd op de CO2-prestatieladder. In dit document is de emissie-inventarisatie en ketenanalyse uitgewerkt ten behoeve van trede 5 uitgewerkt.

Wagemaker valt in de categorie 'klein' en 'diensten' met een uitstoot van minder dan 500 Ton (176,5 Ton in 2022 en 142,0 Ton in 2023). Daarmee zijn de volgende eisen van toepassing:

Eis	Omschrijving	Verwijzing
4.A.1	Inventariseren Scope 3 en opstellen rangorde meest materiele emissies	Hoofdstuk 2
4.A.1	Selecteren en uitvoeren ketenanalyse	Hoofdstuk 3
5.A.1	Kwantificeren Scope 3 emissies en benoemen ketenpartners	Hoofdstuk 2
5.A.2-1	Onderzoeken mogelijkheden voor autonome reductieacties	Hoofdstuk 3

Tabel 1: Eisen welke van toepassing zijn.

Om invulling te geven aan eis 4.A.3 (becommentariëren van analyse) is deze eis voorgelegd aan Leo Smit (Smartrackers). Zijn suggesties zijn verwerkt in deze definitieve versie. Door het gebruik van Smartrackers als hulpmiddel voor het vastleggen van registraties, maatregelen etc. is invulling gegeven aan eis 4.A.2 (Opstellen Kwaliteitsmanagementplan).

2 Inventariseren meest materiele scope 3 emissies

Ten behoeve van certificering op CO2-ladder trede 3 is door Wagemaker inzicht verkregen in emissies en reductiemogelijkheden welke vallen in Scope 1 en 2. Voor certificering op trede 5 voegen we daar inzicht in Scope 3 emissies aan toe. In dit hoofdstuk komen achtereenvolgens aan bod:

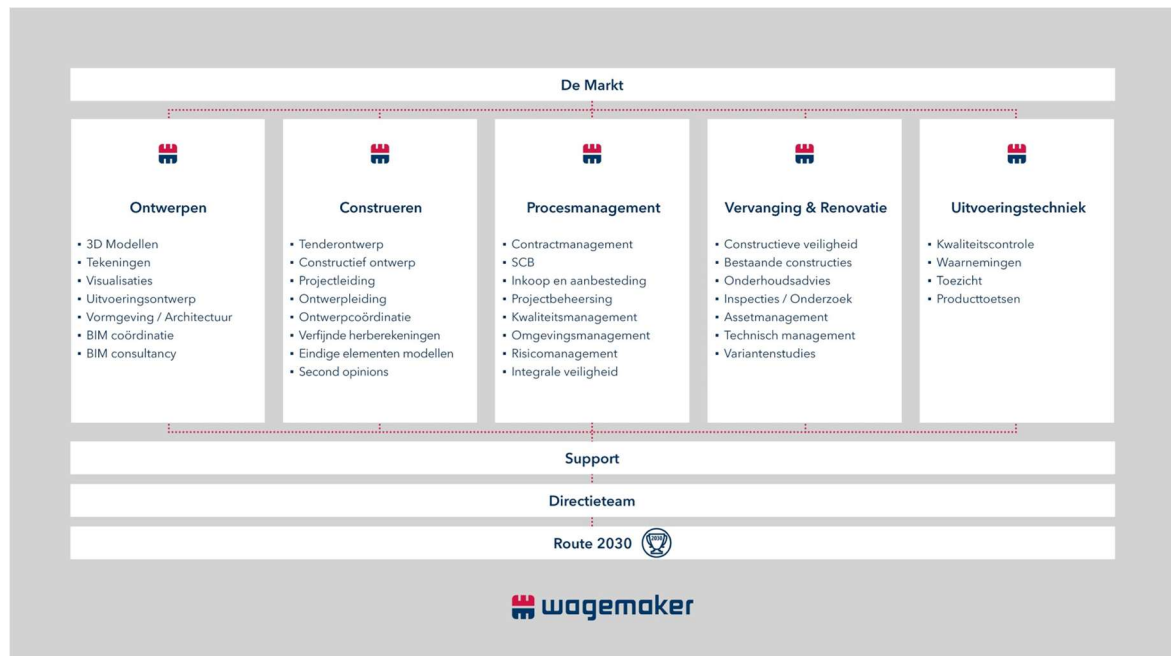
- Inventariseren en kwantificeren meest materiele scope 3 emissies (eis 4.A.1 en eis 5.A.1).
- Ketenanalyse en mogelijkheden voor autonome reductieacties (eis 4.A.1 en eis 5.A.2-1).

De volgende stappen zijn doorlopen om de meest materiele scope 3 emissies te bepalen:

- Stap 1: lijst activiteiten / kernprocessen / producten (PMC's).
- Stap 2: Per activiteit bepalen welke scope 3 emissies belangrijk zijn (upstream/downstream).
- Stap 3: Per scope 3 emissie van een activiteit bepalen of deze groot of klein is.
- Stap 4: Mogelijk effect bepalen van maatregelen (groot/middelgroot/klein/verwaarloosbaar).
- Stap 5: Bepalen marktaandeel/omzet per activiteit in de lijst.
- Stap 6: Rangschik de emissies op basis van stap 3,4 en 5.

2.1 Stap 1 Lijst activiteiten / kernprocessen / producten

Wagemaker is een technisch gespecialiseerd advies- en ingenieursbureau voor kunstwerken en hun omgeving. Wij leveren dus diensten die betrekking hebben op civieltechnische kunstwerken. Denk daarbij aan bruggen, tunnels, viaducten, onderdoorgangen, geluidsschermen etc. In onderstaand figuur is het organogram van Wagemaker opgenomen. In feite vormt dit organogram ook direct een overzicht van activiteiten / producten per Product Markt Combinaties (PMC's).



Figuur 1: organogram met PMC's van Wagemaker.

PMC 'Ontwerpen & Construeren' worden ten behoeve van de CO2-ladder gepresenteerd als één PMC. Ze werken intensief samen en richten zich vooral op de ontwerpfase (vanaf schetsontwerp tot en met uitvoeringsontwerp) van nieuwe civieltechnische kunstwerken (bruggen, viaducten, geluidsschermen, onderdoorgangen etc.). Dit voor zowel private opdrachtgevers (aannemers) als publieke opdrachtgevers (landelijk, regionaal, lokaal).



PMC 'Procesmanagement' richt zich vooral op procesbegeleiding en contractmanagement van projecten en werkt voornamelijk voor publieke opdrachtgevers (landelijk, regionaal, lokaal). Dit team is vooral actief vanaf de contractvoorbereidingsfase tot en met de uitvoeringsfase.

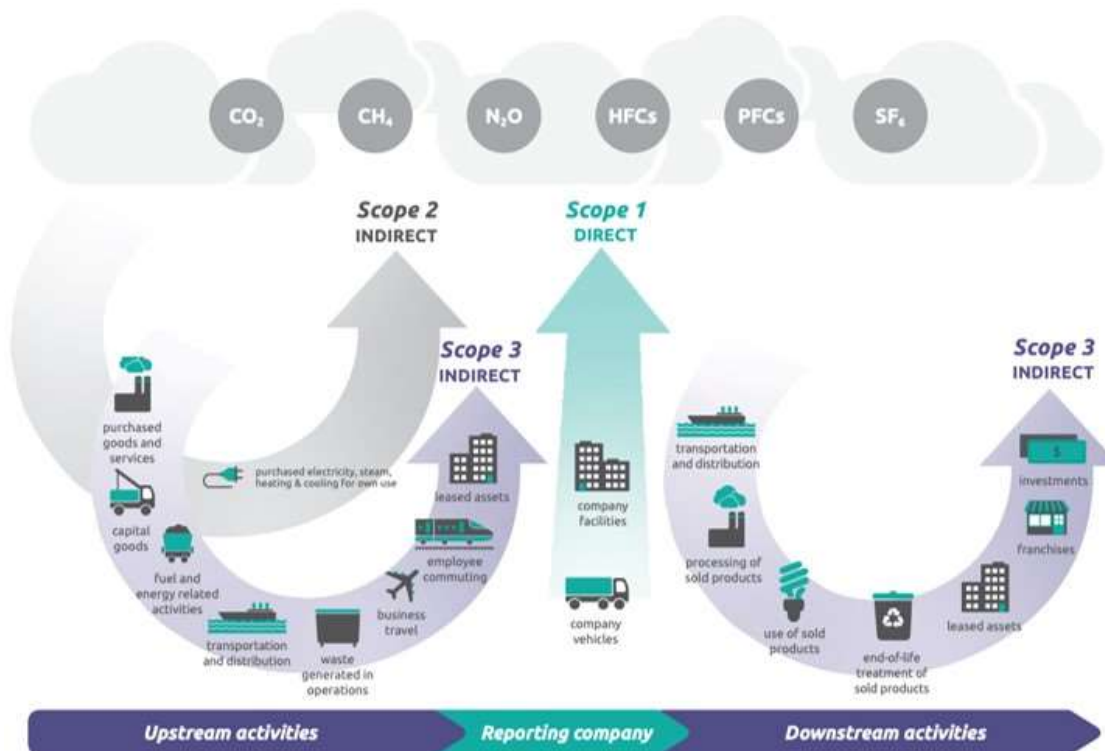
PMC 'Uitvoeringstechniek' richt zich op kwaliteitscontrole tijdens de uitvoeringsfase van het bouwproject, dit voor zowel overheden (toezicht) als aannemers (2^e lijnscontrole).

PMC Vervanging & Renovatie (V&R) richt zich vooral op advisering rondom instandhouden van bestaande kunstwerken. Dit team werkt voornamelijk voor gemeentelijke overheden. Ze zijn actief in de beheer- en onderhoudsfase

PMC Ontwerpen & Construeren vertegenwoordigt het grootste deel van de omzet, gevolgd door achtereenvolgens. V&R, Procesmanagement en Uitvoeringstechniek

2.2 Stap 2: Analyse Scope 3 emissies

De scope 3 emissies kunnen in verschillende categorieën worden ingedeeld voor het Greenhouse Gas Protocol (GHG). Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen upstream en downstream Scope 3 emissies.



Figuur 2: scope-indeling volgens GHG-Protocol.

- Scope 3 Upstream: gerelateerd aan inkoop of verkregen goederen en diensten.
- Scope 3 Downstream: gerelateerd aan verkochte goederen en diensten.

	UPSTREAM		DOWNSTREAM
1.	Aangekochte goederen en diensten	8.	Downstream transport en distributie
2.	Kapitaalgoederen	9.	Ver- of bewerken van verkochte producten
3.	Brandstof en energie gerelateerde activiteiten	10.	Gebruik van verkochte producten
4.	Upstream transport of distributie	11.	End-of-life verwerking van verkochte producten
5.	Productieafval	12.	Downstream geleaste activa
6.	Woon- werkverkeer	13.	Franchisehouders
7.	Upstream geleaste activa	14.	Investeringen

Tabel 2: inventarisatie upstream en downstream emissiebronnen.

Er zijn slechts een beperkt aantal categorieën van scope 3 emissies van toepassing voor Wagemaker. Enkel de **groen** gearceerde emissies zijn van toepassing, overige emissies zijn **NIET** van toepassing want:

- Kapitaalgoederen (2): Wagemaker heeft geen kapitaalgoederen.
- Brandstof en energie gerelateerde activiteiten (3). Deze zijn meegenomen in inventarisatie voor Scope 1 en 2 en worden hier verder buiten beschouwing gelaten.

- Upstream transport of distributie (4): er is geen sprake van upstream transport.
- Productieafval (5): er is enkel sprake van huishoudelijk afval op kantoor dat gescheiden wordt verzameld. Afvoer en verwerking daarvan verloopt via de verhuurder van het pand, daar heeft Wagemaker geen invloed op.
- Upstream geleaste activa (7): binnen Wagemaker is er geen sprake van brandstofgebruik als gevolg van geleast materieel dat nog niet in scope 1 of 2 is meegenomen.
- Downstream transport en distributie (8): Wagemaker verkoopt geen fysieke producten. Er vindt geen distributie plaats.
- Ver- of bewerken van verkochte goederen (9): Wagemaker verkoopt geen fysieke producten. Er is daarom geen sprake van het verwerkt bewerken van door Wagemaker verkochte halffabricaten tot eindproduct.
- Downstream geleaste activa (12): Wagemaker heeft geen uitgeleest materieel.
- Franchisehouders (13): Wagemaker heeft geen franchisehouders.
- Investerings (14): Wagemaker doet geen investeringen die uitsluitend voor financiële doeleinden zijn.

2.3 Stap 3 Bepalen omvang (groot/klein)

In onderstaande tabel is opgenomen waaruit de van toepassing zijnde emissies uit de vorige paragraaf per categorie bestaan en wat de kwalitatieve omvang daarvan is.

Nr.	Emissiestroom	Omvang (kwalitatief)
1.	Aangekochte goederen en diensten (upstream). <i>Energieverbruik van onderaannemers en/of ingekochte dienstverlening.</i>	Klein
6.	Woon-werkverkeer (upstream). <i>Binnen scope 3 gaat het om medewerkers die niet met lease/bedrijfsauto's reizen of hun km declareren (trein, bus e.d.).</i>	Middel
10	Gebruik van verkochte producten (downstream). <i>Via dienstverlening (ontwerp van civieltechnische kunstwerken). Dat betreft dan vooral het beperken van hoeveelheid materiaal dat CO₂-uitstoot met zich meebrengt (bijv. beton/staal) en het toepassen van vervangende materialen die minder CO₂-uitstoot met zich meebrengen (bijv. constructiehout).</i>	Groot
11	End of Life verwerking van verkochte producten (downstream). <i>Via dienstverlening (ontwerp van civieltechnische kunstwerken). Dat betreft dan vooral het zodanig ontwerpen dat verschillende constructie-onderdelen Losmaakbaar en op zichzelf herbruikbaar in volgende projecten.</i>	Groot

Tabel 3: kwantitatieve omvang per emissie.

2.4 Stap 4/5/6: Mogelijke maatregelen ter beperking uitstoot

Mogelijke maatregelen die effect kunnen hebben op deze uitstoot in combinatie met omvang en rangorde:

Nr.	Mogelijke maatregelen	Omvang	Rangorde	PMC (% omzet in 2023)			
				Ontwerpen & Construeren	Procesmanagement	V&R	Uitvoeringstechniek
Energieverbruik van onderaannemers of ingekochte dienstverlening (upstream)							
1	Sturen op inkoop bij partners op CO2-ladder	Middel	3	+	+	+	-
1	Inkoop van CO2-vriendelijke goederen	Klein		+/-	+/-	+/-	-
Woon- Werkverkeer / Businessreizen (eigen vervoer medewerkers, dus excl. bedrijfsauto's (upstream) !!)							
6	Elektrische Poolauto op kantoor	Klein		+/-	+/-	+/-	-
6	Vergoeding voor woon/werk per OV en fiets	Klein		+/-	+/-	+/-	-
6	Fietsenplan (lease a bike)	Klein		+/-	+/-	+/-	-
6	Laadpunt elektrische auto's op kantoor	Klein		+/-	+/-	+/-	+/-
6	Online werken vanuit elke locatie faciliteren	Klein	4	+/-	+/-	+/-	+/-
CO2-reductie via dienstverlening in projecten (downstream)							
10/11	CO2-reductie in ontwerp van nieuwe kunstwerken	Groot	1	++	0	+/-	-
10/11	CO2-reductie in advies m.b.t. bestaande kunstwerken	Middel	2	0	0	+	-

Tabel 4: Omvang emissies, mogelijke maatregelen en rangorde (- = nihil, 0 = beperkt, +/- = gemiddeld, ++ = groot).

Uit de inventarisatie welke is uitgewerkt in tabel 4 valt op te maken dat de grootste CO2-winst is te behalen in advisering via onze dienstverlening in projecten. Dat gaat dan vooral over de ontwerpfase voor nieuwe kunstwerken (viaducten/bruggen/tunnels etc.) waar nog keuzes gemaakt moeten worden voor verschijningsvormen / toe te passen materialen / varianten etc. Deze activiteiten vinden plaats binnen de PMC Ontwerpen & Construeren welke het grootste deel van de omzet van Wagemaker vertegenwoordigd. De PMC 'Ontwerpen & Construeren draagt daar het meeste aan bij, vandaar een ++ in de kolom 'invloed' (rangorde nummer 1). In mindere mate speelt dit bij vervanging en renovatie van bestaande kunstwerken, waarvan de activiteit vooral plaatsvindt in de PMC 'V&R' (rangorde nummer 2).

In de keten is daarnaast winst te halen door bij inkoop/uitbesteding rekening te houden met partijen die ook een actief CO2-reductiebeleid voeren. Over het algemeen gaat het om andere advies- en ingenieursbureaus die ook via hun adviezen invloed hebben op het ontwerpproces (rangorde nummer 3).

Tot slot is invloed mogelijk door het beperken van het aantal reiskilometers door gebruik te maken online toepassingen om plaatsonafhankelijk te kunnen werken (rangorde 4). Het grootste deel van deze kilometers valt in Scope 1 en 2 (trede 3). Het aandeel dat wordt gemaakt met eigen vervoer van medewerkers valt in scope 3.

3 Ketenganalyses en mogelijke autonome reductieacties

Voor kleine organisaties volstaat het om 1 ketenanalyse uit te werken van een top 2 emissie! Op basis van bovenstaande inventarisatie is gekozen voor de maatregel 'CO₂-reductie in ontwerp van nieuwe kunstwerken'.

3.1 Ketenanalyse 'CO₂-reductie in ontwerp van nieuwe kunstwerken'

In Nederland zijn er naar inschatting circa 90.000 kunstwerken* in beheer bij publieke overheden (bron: tabel 3.1 en 3.2 van het 'landelijk prognoserapport 2023' / TNO). *: alleen bruggen / viaducten / tunnels / onderdoorgangen). Een groot deel daarvan is aangelegd in de decennia van wederopbouw na de 2^e wereldoorlog en heeft einde levensduur bereikt en zal daarom vervangen moeten worden door nieuwe kunstwerken. Bij een (ontwerp)levensduur van 100 jaar zou dit betekenen dat het gaat om 900 kunstwerken per jaar. Daarnaast vindt er ook nog steeds uitbreiding plaats van het netwerk door nieuwbouw.

Beton en Staal zijn traditioneel de meest gebruikte bouwmaterialen voor kunstwerken waarbij een deel fabrieksmatig wordt gemaakt (prefab beton) en een deel op de bouwplaats wordt gestort (in het werk gestort). Bij de productie van beton (cement) en (wapenings)staal komt veel CO₂ vrij. Met het toepassen van minder nieuwe materialen wordt de CO₂-uitstoot beperkt.

De keten kenmerkt zich door een projectmatige aanpak waarbij publieke opdrachtgevers (zoals bijv. Rijkswaterstaat / Provincies / Gemeenten) of private opdrachtgevers het initiatief nemen tot de bouw van nieuwe kunstwerken. Het projectmatige proces en de verschillende fasen dat doorlopen wordt ziet er als volgt uit:



Figuur 3: projectfasering volgens Leidraad Systems Engineering (www.leidraadse.nl)



Met de kaders in de verschillende kleuren is aangegeven welke PMC's van Wagemaker in welke fases actief zijn. Betrokkenheid de verschillende Teams in het proces:

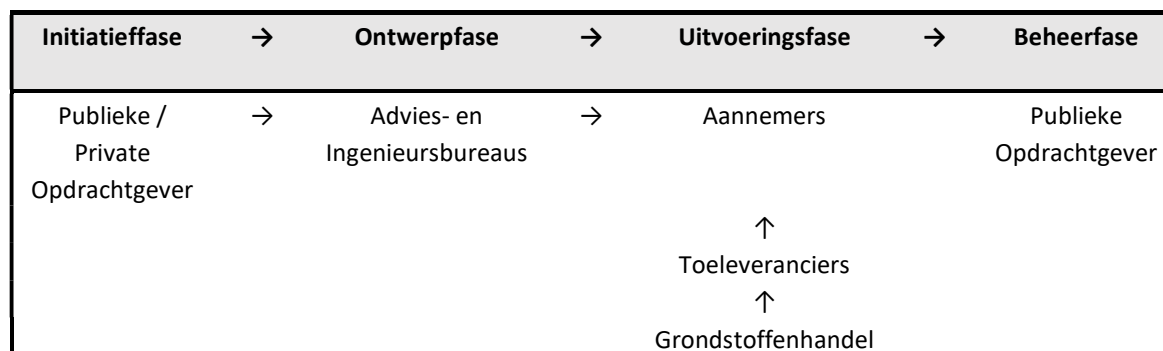
PMC Ontwerpen en Construeren: actief in ontwerp van kunstwerken (materialen/afmetingen/vorm). Daarmee invloed op welke materialen in welke hoeveelheid worden toegepast

PMC Procesmanagement: actief in contractvoorbereiding/aanbesteding en contractmanagement. Daarmee vooral invloed op bijvoorbeeld gunningscriteria voor opdrachten (bijv. CO2-ladder).

PMC Uitvoeringstechniek: actief tijdens de uitvoeringsfase via kwaliteitscontrole/toezicht en daarmee alleen een toetsende rol.

PMC Vervanging en Renovatie (V&R): actief tijdens beheer- en onderhoudsfase en daarmee geen betrokkenheid tijdens ontwerpfase voor nieuwe kunstwerken anders dan beoordelen van onderhoudbaarheid.

Meer samengevat ziet het proces er in de keten als volgt uit waarbij Wagemaker als advies- en ingenieursbureau vooral invloed uit kan oefenen in de Ontwerpfase (PMC 'Ontwerpen en Construeren'). De initiatieffase ligt bij de Opdrachtgevers en de uitvoeringsfase voornamelijk bij Aannemers, Toeleveranciers en bijv. de Grondstoffenhandel.



Figuur 4: processchema ketenanalyse ontwerp nieuwe kunstwerken.

Wagemaker is actief in Ontwerpfase en kan dus via haar ontwerp dus vooral de **hoeveelheid** en soort van te gebruiken **materialen** beïnvloeden. Minder nieuwe materialen gebruiken (cement bijvoorbeeld) betekent minder CO2-uitstoot. Daarnaast is de ontwerpfase geschikt om de afweging te maken of er ook andere materialen met minder CO2-uitstoot te gebruiken zijn of dat bijvoorbeeld het hergebruiken van materialen die elders vrijkomen. Materialen die veelal toegepast worden bij de aanleg van civieltechnische kunstwerken zijn:

- Cement, Zand, Grind (samen Beton)
- Staal (constructiestaal & wapeningsstaal in beton)
- Hout
- Kunststoffen
- Vezel versterkte kunststoffen.

De daadwerkelijke uitstoot van de CO2 gebeurt in de uitvoeringsfase en over het algemeen in de fabrieken van de grondstoffenhandel (staal/cement) en toeleveranciers (samenstellers deelproducten / betoncentrales) en op de bouwplaats zelf (vooral in de vorm van transport en uitstoot door bouwmaterieel).

De winst is vooral vooraan in het ontwerpproces te behalen tijdens de Schetsontwerpfase en de Voorontwerpfase:

- Schetsontwerp (SO): uitwerken verschijningsvorm / hoofdvarianten (indicatief)
- Voorontwerp (VO): uitwerken materialisering / hoofdafmetingen (onderbouwd)
- Definitief Ontwerp (DO): definitieve keuze materialen en aantonen haalbaarheid afmetingen
- Uitvoeringsontwerp (UO): uitwerken tot tekeningen voor uitvoering.

De te behalen winst op het gebied van CO2-uitsoot zit dus vooral in de SO en VO fase en zijn in de DO en UO fase zeer beperkt. Over het algemeen zijn publieke opdrachtgevers 'in the lead' om de keuzes hierin te maken, op basis van onze adviezen keuzes te maken. In de bijlage is in onze praktijkcasus uitgewerkt hoe wij met onze ontwerpfilosofie MAL ondersteunt door onze in eigen huis ontwikkelde circulator invloed uit kunnen oefenen op CO2-reductie in het ontwerpproces.



Minder materiaal, Ander materiaal en Legolisering vormen samen MAL

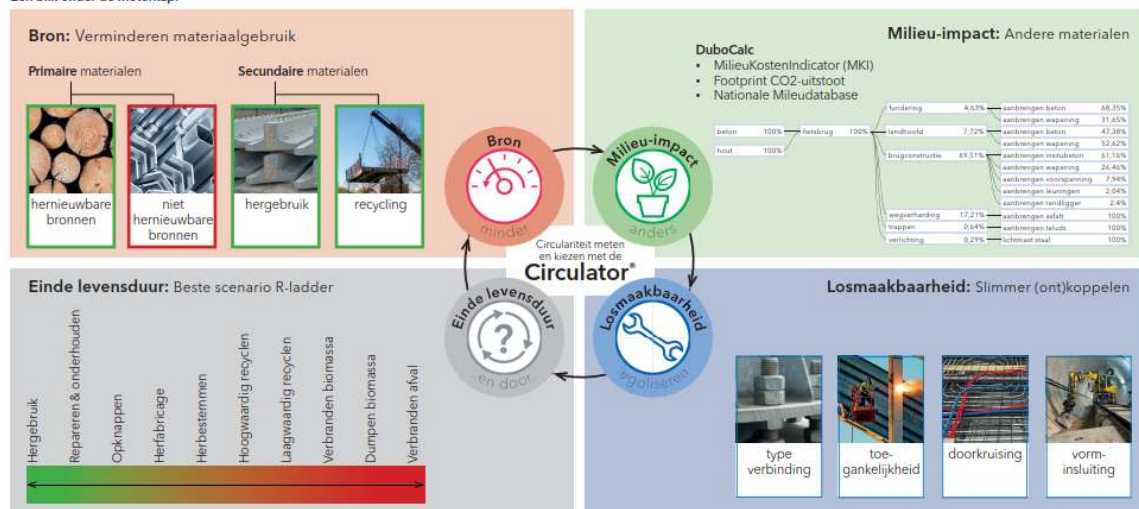
wagemaker

Circulariteit meten en kiezen met de Circulator®

De Circulator® weegt alle duurzaamheidsaspecten mee:



Een blik onder de motorkap:



Figuur 5: ontwerpfilosofie MAL ondersteund door Circulator.

Bijlage A Uitwerking Casus MAL/Circulator

—

Bijlage A bij Emissie-inventarisatie en Ketenanalyse

Algemene gegevens:

Project:	C999164 Managementsysteem (CO2-ladder)
Opdrachtgever:	Intern
Referentie:	C999164_CO2-ladder trede 5_Casus_240417
Datum:	17 april 2024
Van:	T. Luites
Aan:	O. Dirkx
Betreft:	Uitwerking Casus CO2-ladder trede 5

1 Inleiding

Wagemaker wil haar CO2-uitstoot (Scope 3) beperken door in de ontwerpfase (SO/VO) van nieuwe en bestaande kunstwerken opdrachtgevers te adviseren in het beperken van nieuwe materialen, alternatieve materialen en losmaakbaarheid. Kortgezegd MAL (Minder materiaal, Ander materiaal, Losmaakbaar). Deze MAL-ontwerpfilosofie wordt verder ondersteund door de 'Circulator'. Dit is een door Wagemaker ontwikkelde methode om de circulariteitsindex van een ontwerp te bepalen en te onderbouwen. Het MAL-principe en de kwantitatieve onderbouwing via de in eigen huis ontwikkelde Circulator heeft Wagemaker toegepast voor verschillende opdrachtgevers.

In deze notitie is toegelicht op welke wijze Wagemaker het MAL-principe en de Circulator voor twee projecten (variantenstudie gemeente Almere en BenBenBloc RWS) heeft toegepast en op welke wijze dat CO2-emissies reduceert. Dit om aantoonbaar te maken dat 'Strategie 2: CO2-reductie in ontwerp van kunstwerken' werkt.

2 MAL

Zoals beschreven staat het MAL-principe voor: Minder materiaal, Ander materiaal, Losmaakbaar. Wij geven invulling aan het MAL-principe op de volgende manier:

1. Beschermen van materiaalvoorraden: we ontwikkelen compacte, preventieve ontwerpen met een lange levensduur = **minder materiaal**;
2. Vermijden van milieu-impact: we ontwerpen natuurinclusief met secundaire of hernieuwbare grondstoffen die verantwoord geproduceerd zijn en waarvan de herkomst bekend is = **ander materiaal**;
3. Behouden van bestaande waarde: constructieve beschouwingen en herberekeningen met de mogelijkheid tot hergebruik van (onderdelen van) constructies, demontabele en parametrische ontwerpen die toekomstbestendig en adaptief zijn = **legoliseren**.

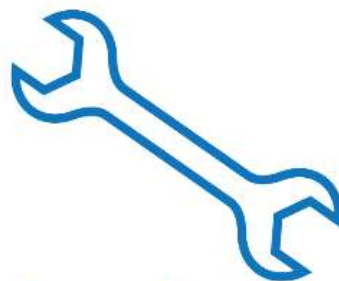
Zie ook: <https://www.wagemaker.nl/themas/circulariteit/>



Minder



Anders



Legoliseren

Minder materiaal, Ander materiaal en Legolisering vormen samen MAL

Het is de ambitie van Wagemaker om het ontwerpprincipie MAL vanaf 2023 in steeds meer projecten toe te passen. Daarbij is het zo dat door toepassing vroeger in het proces (SO/VO-fase) in potentie meer resultaat te halen is omdat daar al belangrijke keuzes worden gemaakt ten aanzien van verschijningsvorm (brug/tunnel), materialen en afmetingen. Na doorlopen van het ontwerpproces met het MAL-principe onderbouwen we de gemaakte keuzes met de Circulator.

3 Circulator

Na doorlopen van het ontwerpproces aan de hand van het MAL-principe berekenen we de circulariteitsindex met de Circulator. De volgende onderdelen bepalen de circulariteitsindex:

- **Bron:** wel of geen gebruik maken van hernieuwbare bronnen, hergebruik en recycling.
- **Milieu-impact:** op basis van MKI-waarde en CO2-uitstoot.
- **Losmaakbaarheid:** mate waarin onderdelen hergebruikt kunnen worden omdat ze losmaakbaar zijn.
- **Einde levensduur:** hergebruik mogelijk of niet.

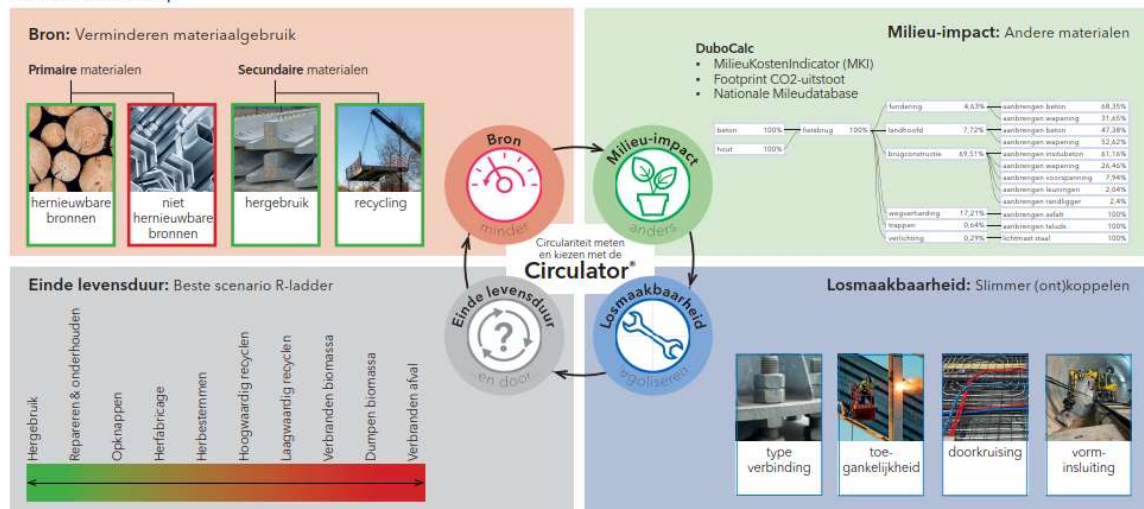
Door al deze facetten mee te nemen wordt niet alleen de bouwphase van een bouwwerk beschouwd maar ook de levensduur van het bouwwerk. Met het berekenen van de circulariteitsindex worden de gemaakte keuzes kwantitatief onderbouwd. Zie ook onderstaande visualisatie van de Circulator.



De Circulator® weegt alle duurzaamheidsaspecten mee:



Een blik onder de motorkap:



Input voor de Circulator (onderdeel **Milieu-impact**) is de MKI-waarde. Er zijn meerdere instrumenten om de MKI-waarde te berekenen. Wagemaker gebruikt Dubocalc voor het berekenen van de MKI-waarde. Ook voor het berekenen van de CO2-emissies en reductie zijn meerdere instrumenten beschikbaar en gebruikt Wagemaker Dubocalc.

De gebruikte milieuprofielen in Dubocalc zijn gekozen op basis van dichtsbijliggende productomschrijvingen, waarbij de meeste data afkomstig zijn van 'categorie 3 data'. Deze data is niet getoetst door gekwalificeerde milieuspecialisten en is daarom opgehoogd met een toeslagpercentage van 30%. De winning (A1) tot finale afvalverwerking (C4) is meegenomen in de beschouwing. Dubocalc rekent andere broeikasgassen zoals CH4 en N2O middels rekenfactoren om naar CO2-eq.

4 Circulaire variantenstudie – gemeente Almere - W21159

Onderstaand een beschrijving van de wijze waarop het MAL-principe en de Circulator zijn toegepast voor gemeente Almere.

4.1 MAL

In opdracht van Gemeente Almere heeft Wagemaker een circulaire variantenstudie uitgevoerd, project W21159. *Cursieve tekst* is overgenomen uit de rapportage [W21159_RAP001_Eindrapportage_Circulaire Variantenstudie]. *‘Doelstelling van de circulaire variantenstudie is om een bewuste keuze te kunnen maken voor aantoonbare circulaire en duurzame vervanging van bruggen. Hiertoe vergelijken we in deze studie de standaard hybride vervanging met levensduurverlenging of vervanging door (hergebruikt) hout.’*

De MAL-ontwerpfilosofie is bij gemeente Almere toegepast bij het vaststellen van de ontwerpen. Zo wordt de variant ‘levensduurverlenging’ gerealiseerd met het materiaal Protek Aqua®. Protek Aqua® is een kunsthars dat zich hecht aan nat hout en zowel onder als boven water hard wordt. Hiermee worden waterbouwwerken plaatselijk hersteld in plaats van compleet vervangen. Door toepassen van Protek Aqua wordt er **minder materiaal** en **ander materiaal** toegepast.

De variant vervanging door (hergebruikt) hout heeft betrekking op **ander materiaal**. Er wordt een hernieuwbare grondstof toegepast die verantwoord geproduceerd is en waarvan de herkomst bekend is.

Dit voorbeeld laat zien dat het MAL-principe handvaten geeft bij het opstellen van de varianten binnen een circulaire variantenstudie. Vervolgens zijn de verschillende varianten met behulp van de Circulator met elkaar vergeleken.



4.2 Circulator

De circulariteitswaarde is berekend met behulp van de door Wagemaker ontwikkelde meettool de *Circulator*. Op basis van de circulariteitswaarde is in de variantenstudie gesteld dat:

Conclusie Voetgangersbrug

De resultaten voor de voetgangersbrug wijzen uit dat vervanging door een houten voetgangersbrug meer duurzaam en circulair is dan vervanging door een stalen/composieten voetgangersbrug.

En:

Conclusie Langzaam verkeersbrug

De resultaten voor de langzaam verkeersbrug wijzen uit dat levensduurverlenging een veel lagere milieu-impact heeft dan volledige vervanging.



Onderstaand is de CO₂ uitstoot van de verschillende varianten gepresenteerd:

Variant	kg CO ₂ -eq
Voetgangersbrug hout	2.781
Voetgangersbrug hybride	9.718
Langzaam verkeersbrug hout	35.277
Langzaam verkeersbrug hybride	68.556
Levensduurverlenging (Protekta)	8.507

Uit de berekeningen blijkt dat Gemeente Almere **6.937 kg CO₂-eq bespaart** ($9.718 - 2.781 = 6.937 = \underline{7 \text{ ton}}$) door te kiezen voor een houten voetgangersbrug i.p.v. een hybride voetgangersbrug.

Bovendien blijkt dat Gemeente Almere **26.770 kg CO₂-eq bespaart** ($35.277 - 8.507 = 26.770 = \underline{27 \text{ ton}}$) door te kiezen voor levensduurverlenging i.p.v. een houten langzaamverkeersbrug.

Door te kiezen voor levensduurverlenging i.p.v. een nieuwe hybride langzaamverkeersbrug bespaart de gemeente zelfs **60.049 kg CO₂-eq** ($68.556 - 8.507 = 60.049 = \underline{60 \text{ ton}}$).

Een kanttekening bij deze resultaten is dat de beschouwde varianten niet dezelfde levensduur hebben. De houten brug heeft een ontwerp levensduur van 50 jaar, de hybride variant heeft een ontwerp levensduur van 100 jaar. De levensduurverlenging wordt gerealiseerd door aangetast hout ter plaatse van de palen (op de lunchtwaterlijn), paalkoppen, liggers en dwarsdragers te verwijderen en aan te gieten met kunsthars Protek Aqua. Hiermee wordt een levensduurverlenging van ca. 25 jaar behaald.

In de variantenstudie wordt een periode van 50 jaar beschouwd. Dat er na 25 jaar weer onderhoud nodig is aan de variant levensduurverlenging wordt in rekening gebracht, het feit dat de hybride variant pas op de helft van de ontwerp levensduur zit wordt niet meegenomen. Dit is een bewust keuze. De ervaring leert dat kunstwerken regelmatig vanwege functionele redenen vervangen worden voor het einde van de



technische levensduur. Door de volledige CO2 uitstoot te beschouwen (en niet te halveren bij de hybride variant) is ook bij voortijdige vervanging de daadwerkelijke CO2 uitstoot beschouwd.

Zoals reeds beschreven is Dubocalc gebruikt voor berekening van de CO2-eq. In de bijlage is de Dubocalc berekening van de verschillende varianten opgenomen. De kolom 'itemlevensduur (jaren)' in de bijlage geeft de levensduur van de verschillende elementen weer. In DuboCalc wordt het aantal maal dat het betreffende element of item vervangen moet worden in de levensduur van het bovenliggende object beschouwd in de berekening.

Bij (bijvoorbeeld) het element conserveren – thermisch verzinken is in de bijlage in fase B1 een MKI-waarde te zien. Deze waarde wordt veroorzaakt doordat het zink reageert met zuurstof om een beschermende zinkoxide laag te vormen, de zogenoemde zinkpatina. Deze laag verweert na verloop van tijd door invloed van het weer en milieu, maar ook door beschadigingen. Het afgespoelde en verweerde zink(oxide) beland uiteindelijk in de bodem, waarvoor emissies zijn opgenomen in de LCA en dus ook in de MKI-berekening.

Dit voorbeeld laat zien dat we met het MAL principe en de Circulator aantoonbaar tot de meest duurzame oplossing komen. Dit zorgt voor een significante CO2 reductie bij het ontwerp van kunstwerken.

Bijlage 1:

- Casus – Bijlage - W21159 – Blad 1 (voor openbare publicatie)
- Casus – Bijlage - W21159 – Blad 2 (voor openbare publicatie)
- W21159_RAP001_Eindrapportage_Circulaire Variantenstudie (niet voor openbare publicatie)

5.2 Circulator – BenBenBlocs

De resultaten van de Circulator-berekening voor een geluidscherm opgebouwd uit BenBenBlocs zijn vergeleken met een traditioneel modulair geluidscherm. *Cursieve tekst is overgenomen uit de rapportage [W999191_RAP001_Circulator BenBenBloc].*

Het traditionele geluidscherm waarmee wordt vergeleken is een standaard modulair geluidscherm zoals ingevoerd in de Nationale Milieudatabase. Deze bestaat uit een gewapend prefab beton-fundering, prefab betonnen panelen en stalen stijlen.

In de rapportage wordt gesteld dat:

Ten opzichte van een traditioneel modulair geluidscherm, heeft het BenBenBloc geluidscherm een 43,28% hogere circulariteitsindex. (5,86 vs. 4,09).



Onderstaand is de MKI en CO₂ uitstoot van de verschillende varianten gepresenteerd. Daarbij wordt opgemerkt dat er door verschillen in software-versies enkele waarden zijn gewijzigd t.o.v. de oorspronkelijke rapportage.

Variant	MKI	MKI / m ²	kg CO ₂ -eq	kg CO ₂ -eq / m ²
BenBenBloc	8142	23	89444	248
Modulair geluidscherm	27132	75	251240	698

Uit de rapportage blijkt dat per vierkante meter scherm **0,45 ton CO₂-eq** (698-248 = 450 = 0,45 ton) bespaard wordt door te kiezen voor een BenBenBlocs geluidscherm i.p.v. een traditioneel scherm. Ook dit voorbeeld laat zien dat we met de MAL principes en de Circulator aantoonbaar tot de meest duurzame oplossing komen en significant CO₂ reduceren bij het ontwerp van nieuwe kunstwerken.

Een kanttekening bij het resultaat van deze berekening is dat de technische haalbaarheid van het BenBenBlocs scherm beperkt is getoetst door Wagemaker. Wellicht is het ontwerp niet haalbaar en is daardoor de berekende CO₂ reductie niet volledig haalbaar.

Bijlage 2:

- Casus – Bijlage – W999191 - Blad 1 (voor openbare publicatie)
- Casus – Bijlage – W999191 - Blad 2 (voor openbare publicatie)
- W999191_RAP001_Circulator BenBenBloc (niet voor openbare publicatie)



Bijlage 1 : Variantenstudie gemeente Almere

Projectnaam	W21159
Gebruikersnaam	Wagemaker (j.devries@wagemaker.nl)
Versie DuboCalc	6.0
Versie bibliotheek	29/08/2022
Datum project	29/08/2022
Levensduur project	50
Datum Export	22/03/2024 07:09

Project overzicht														
Variant	Element niveau 1	Item	RAW Hoofdstuk	Categorie	MKI-waarde per primaire eenheid	Primaire eenheid	Hoeveelheid	Eenheid	Itemlevensduur (jaren)	Custom LCA	MKI-waarde totaal excl. cat 3 opslag	Categorie 3 opslag	MKI-waarde incl. opslag	CO2-emissie totaal (kg CO2-eq)
2 meter; hybride	Fundering	Helpaal, beton, prefab, 350x350 mm, Betonhuis	42.0 Betonconstructies	niet merkgebonden - getoetst	40,05271006	m² </sup>	7,9	m² </sup>	100	Nee	40,05271006	0	40,05271006	442,3539112
2 meter; hybride	Landhoofd	Betonmortel voor GWV C3037 CEM III 2386 kgm3 cor	01.0 Algemeen en administratief	niet merkgebonden - niet getoetst	16,37407944	m³ </sup>	0,8	m³ </sup>	100	Nee	16,37407944	5,2164404	21,59051984	223,1714442
2 meter; hybride	Landhoofd	Deelproduct: Constructies in kg of m3, Wapeningsstaal	28.1 Hoofddraagconstructies; kolommenenliggers	niet merkgebonden - niet getoetst	10,09001488	kg	113	kg	1000	Nee	10,09001488	6,744524491	16,83453937	215,3933893
2 meter; hybride	Hoofddraagconstructie	Zwaar constructiestaal GWV	43.0 Staalconstructies	niet merkgebonden - getoetst	360,8598686	nvt	2996	nvt	100	Nee	360,8598686	0	360,8598686	3145,841116
2 meter; hybride	Hoofddraagconstructie	Looprooster; kunststof glasvezelversterkt polyester	53.0 Remming,aanleg,en afmeerwerken	niet merkgebonden - niet getoetst	294,2622977	m² </sup>	15	m² </sup>	50	Nee	294,2622977	94,23284515	388,4951428	2913,9539
2 meter; hybride	Hoofddraagconstructie	Profiel; RVS	53.0 Remming,aanleg,en afmeerwerken	niet merkgebonden - niet getoetst	138,8746864	m	65	m	50	Nee	138,8746864	227,6477093	366,5223957	394,6929048
2 meter; hybride	Launing	Gordingen hout	53.0 Remming,aanleg,en afmeerwerken	niet merkgebonden - niet getoetst	12,45190776	m	1,6	m	20	Nee	12,45190776	6,13086332	18,58277108	167,033516
2 meter; hybride	Launing	Zwaar constructiestaal GWV	43.0 Staalconstructies	niet merkgebonden - getoetst	2,288497164	nvt	19	nvt	100	Nee	2,288497164	0	2,288497164	19,95026075
2 meter; hybride	Stootplaat	Duiker; beton, stootplaat	47.0 Kleinkunstwerkenen	niet merkgebonden - niet getoetst	13,64759114	stuk(s)	1,4	stuk(s)	50	Nee	13,64759114	5,725432755	19,3730239	200,2221708
2 meter; hybride	Conservering	Thermisch verzinken, toepassing landinwaarts	56.0 Conserveringswerken	niet merkgebonden - niet getoetst	142,0273154	m² </sup>	42	m² </sup>	35	Nee	142,0273154	42,6187558	184,6460712	383,3344823
2 meter; hybride	Conservering	Natfaksysteem voor staalconstructies	43.0 Staalconstructies	niet merkgebonden - niet getoetst	137,746472	m² </sup>	42	m² </sup>	100	Nee	137,746472	41,32394326	179,0704153	1611,959281
2 meter; hybride totaal										Nee	1168,675441	429,6405145	1598,315955	
5 meter; hybride	Landhoofd	Deelproduct: Constructies in kg of m3, Wapeningsstaal	28.1 Hoofddraagconstructies; kolommenenliggers	niet merkgebonden - niet getoetst	109,8293655	kg	1230	kg	1000	Nee	109,8293655	73,41385066	183,2432161	2344,547512
5 meter; hybride	Landhoofd	Betonmortel voor GWV C3037 CEM III 2386 kgm3 cor	01.0 Algemeen en administratief	niet merkgebonden - niet getoetst	163,7407944	m³ </sup>	8	m³ </sup>	100	Nee	163,7407944	52,1644404	215,9051984	2231,714442
5 meter; hybride	Fundering	Funderingspalen, Stalen buispaal rond, 20% granulaat	17.20 Paalfunderingen; geheid	niet merkgebonden - niet getoetst	3864,507216	m	91	m	999	Nee	3864,507216	1303,122311	5167,629526	11735,6468
5 meter; hybride	Tussensteunpunt	Deelproduct: Constructies in kg of m3, Wapeningsstaal	28.1 Hoofddraagconstructies; kolommenenliggers	niet merkgebonden - niet getoetst	181,7095599	kg	2035	kg	1000	Nee	181,7095599	121,4611269	303,1706868	3878,987144
5 meter; hybride	Tussensteunpunt	Betonmortel voor GWV C3037 CEM III 2386 kgm3 cor	01.0 Algemeen en administratief	niet merkgebonden - niet getoetst	286,5463901	m³ </sup>	14	m³ </sup>	100	Nee	286,5463901	91,287707	377,8340971	3905,500273
5 meter; hybride	Hoofddraagconstructie	Zwaar constructiestaal GWV	43.0 Staalconstructies	niet merkgebonden - getoetst	1067,764598	nvt	8865	nvt	100	Nee	1067,764598	0	1067,764598	9308,37166
5 meter; hybride	Hoofddraagconstructie	Looprooster; kunststof glasvezelversterkt polyester	53.0 Remming,aanleg,en afmeerwerken	niet merkgebonden - niet getoetst	1961,748651	m² </sup>	100	m² </sup>	50	Nee	1961,748651	628,2189677	2589,967619	19426,35933
5 meter; hybride	Launing	Zwaar constructiestaal GWV	43.0 Staalconstructies	niet merkgebonden - getoetst	22,40318276	nvt	186	nvt	100	Nee	22,40318276	0	22,40318276	195,302526
5 meter; hybride	Launing	Gordingen hout	53.0 Remming,aanleg,en afmeerwerken	niet merkgebonden - niet getoetst	140,0839623	m	18	m	20	Nee	140,0839623	68,97221236	209,0561746	1879,127055
5 meter; hybride	Stootplaat	Duiker; beton, stootplaat	47.0 Kleinkunstwerkenen	niet merkgebonden - niet getoetst	321,6932198	stuk(s)	33	stuk(s)	50	Nee	321,6932198	134,9566292	456,649849	4719,522597
5 meter; hybride	Conservering	Thermisch verzinken, toepassing landinwaarts	56.0 Conserveringswerken	niet merkgebonden - niet getoetst	635,7413165	m² </sup>	188	m² </sup>	35	Nee	635,7413165	190,7696688	826,5109853	1715,878159
5 meter; hybride	Conservering	Natfaksysteem voor staalconstructies	43.0 Staalconstructies	niet merkgebonden - niet getoetst	616,5794463	m² </sup>	188	m² </sup>	100	Nee	616,5794463	184,9738412	801,5532875	7215,436781
5 meter; hybride totaal										Nee	9372,347702	2849,340718	12221,68842	
PROTEKTA		Protekta met epoxy op luchtwaterlijn gerepareerde me	53.0 Remming,aanleg,en afmeerwerken	merkgebonden - getoetst	446,627498	nvt	16	nvt	25	Nee	446,627498	0	446,627498	4885,574838
PROTEKTA		Gordingen hout	53.0 Remming,aanleg,en afmeerwerken	niet merkgebonden - niet getoetst	354,8793711	m	45,6	m	20	Nee	354,8793711	174,7296046	529,6089758	4760,455206
PROTEKTA		Deelproduct: Damwanden, Damwand, Tropisch loofhout	17.1 Paalfunderingen; niet geheid	niet merkgebonden - getoetst	136,5926026	m² </sup>	72,96	m² </sup>	30	Nee	136,5926026	0	136,5926026	-1138,9968
PROTEKTA totaal										Nee	938,0994718	174,7296046	1112,829076	
2 meter; hout	Fundering	Helpaal, beton, prefab, 350x350 mm, Betonhuis	42.0 Betonconstructies	niet merkgebonden - getoetst	40,05271006	m² </sup>	7,9	m² </sup>	100	Nee	40,05271006	0	40,05271006	442,3539112
2 meter; hout	Landhoofd	Deelproduct: Constructies in kg of m3, Wapeningsstaal	28.1 Hoofddraagconstructies; kolommenenliggers	niet merkgebonden - niet getoetst	10,09001488	kg	113	kg	1000	Nee	10,09001488	6,744524491	16,83453937	215,3933893
2 meter; hout	Landhoofd	Betonmortel voor GWV C3037 CEM III 2386 kgm3 cor	01.0 Algemeen en administratief	niet merkgebonden - niet getoetst	16,37407944	m³ </sup>	0,8	m³ </sup>	100	Nee	16,37407944	5,2164404	21,59051984	223,1714442
2 meter; hout	Hoofddraagconstructie	Kruislings gelamineerde houten vloer, 5 laags	23.2 Vloeren; constructief	niet merkgebonden - niet getoetst	112,2767482	m² </sup>	20,06	m² </sup>	999	Nee	112,2767482	44,07745984	156,354208	1320,313862
2 meter; hout	Hoofddraagconstructie	Bevestigingen, verbindingen en verankeringen voor stal	43.0 Staalconstructies	niet merkgebonden - niet getoetst	13,19319488	stuk(s)	10	stuk(s)	100	Nee	13,19319488	7,757214138	20,95040902	154,0010857
2 meter; hout	Hoofddraagconstructie	Deelproduct: Damwanden, Damwand, Tropisch loofhout	17.1 Paalfunderingen; niet geheid	niet merkgebonden - getoetst	31,45224403	m² </sup>	16,8	m² </sup>	30	Nee	31,45224403	0	31,45224403	-262,269
2 meter; hout	Launing	Gordingen hout	53.0 Remming,aanleg,en afmeerwerken	niet merkgebonden - niet getoetst	36,34400577	m	4,67	m	20	Nee	36,34400577	17,89445732	54,23846309	487,5290748
2 meter; hout	Stootplaat	Duiker; beton, stootplaat	47.0 Kleinkunstwerkenen	niet merkgebonden - niet getoetst	13,64759114	stuk(s)	1,4	stuk(s)	50	Nee	13,64759114	5,725432755	19,3730239	200,2221708
2 meter; hout totaal										Nee	273,4305884	87,41552894	360,8461173	
5 meter; hout	Fundering	Funderingspalen, Stalen buispaal rond, 20% granulaat	17.20 Paalfunderingen; geheid	niet merkgebonden - niet getoetst	3864,507216	m	91	m	999	Nee	3864,507216	1303,122311	5167,629526	11735,6468
5 meter; hout	Landhoofd	Deelproduct: Constructies in kg of m3, Wapeningsstaal	28.1 Hoofddraagconstructies; kolommenenliggers	niet merkgebonden - niet getoetst	109,8293655	kg	1230	kg	1000	Nee	109,8293655	73,41385066	183,2432161	2344,547512
5 meter; hout	Landhoofd	Betonmortel voor GWV C3037 CEM III 2386 kgm3 cor	01.0 Algemeen en administratief	niet merkgebonden - niet getoetst	163,7407944	m³ </sup>	8	m³ </sup>	100	Nee	163,7407944	52,1644404	215,9051984	2231,714442
5 meter; hout	Tussensteunpunt	Deelproduct: Constructies in kg of m3, Wapeningsstaal	28.1 Hoofddraagconstructies; kolommenenliggers	niet merkgebonden - niet getoetst	181,7095599	kg	2035	kg	1000	Nee	181,7095599	121,4611269	303,1706868	3878,987144
5 meter; hout	Tussensteunpunt	Betonmortel voor GWV C3037 CEM III 2386 kgm3 cor	01.0 Algemeen en administratief	niet merkgebonden - niet getoetst	286,5463901	m³ </sup>	14	m³ </sup>	100	Nee	286,5463901	91,287707	377,8340971	3905,500273
5 meter; hout	Hoofddraagconstructie	Kruislings gelamineerde houten vloer, 5 laags	23.2 Vloeren; constructief	niet merkgebonden - niet getoetst	601,4585921	m² </sup>	107,46	m² </sup>	999	Nee	601,4585921	236,1198322	837,5784243	7072,827897
5 meter; hout	Hoofddraagconstructie	Bevestigingen, verbindingen en verankeringen voor stal	43.0 Staalconstructies	niet merkgebonden - niet getoetst	85,75576674	stuk(s)	65	stuk(s)	100	Nee	85,75576674	50,4218919	136,1776586	1001,007057
5 meter; hout	Hoofddraagconstructie	Deelproduct: Damwanden, Damwand, Tropisch loofhout	17.1 Paalfunderingen; niet geheid	niet merkgebonden - getoetst	205,9373121	m² </sup>	110	m² </sup>	30	Nee	205,9373121	0	205,9373121	-1717,2375
5 meter; hout	Launing	Gordingen hout	53.0 Remming,aanleg,en afmeerwerken	niet merkgebonden - niet getoetst	7,782442349	m	1	m	20	Nee	7,782442349	3,831789575	11,61423192	104,3959475
5 meter; hout	Stootplaat	Duiker; beton, stootplaat	47.0 Kleinkunstwerkenen	niet merkgebonden - niet getoetst	321,6932198	stuk(s)	33	stuk(s)	50	Nee	321,6932198	134,9566292	456,649849	4719,522597
5 meter; hout totaal										Nee	5828,960658	2066,779542	7895,740201	
W21159											17581,51386	5607,905909	23189,41977	

Projectnaam	W2159
Gebruikersnaam	Wagemaker (j.devries@wagemaker.nl)
Versie DubeCalc	6.0
Versie bibliotheek	29/08/2022
Datum project	29/08/2022
Levensduur project	50
Datum Export	22/03/2024 07:09

Project overzicht		
Variant	Element niveau 1	Item
2 meter: hybride	Fundering	Heepal, beton, prefab, 350x350 mm, Betonhuis
2 meter: hybride	Landwijd	Betonneten voor GWW, C40/50 H1 2286 kg/m3 con
2 meter: hybride	Landwijd	Deelconstructie Constructies in het af. met. Wapeningsa
2 meter: hybride	Heefdwid/aagconstructie	Zwaar constructiestaal WZ
2 meter: hybride	Heefdwid/aagconstructie	Loorprofiel: kunststof glasvezelversterkt polyester
2 meter: hybride	Heefdwid/aagconstructie	Profiel: 425
2 meter: hybride	Leuning	Gordings heet
2 meter: hybride	Leuning	Zwaar constructiestaal GWW
2 meter: hybride	Stoepplaat	Drukler; beton, stoepplaat
2 meter: hybride	Canalisering	Thermisch verzinken, bevestiging laminaarwa
2 meter: hybride	Canalisering	Nutafsluiting voor afsluitconstructie
2 meter: hybride totaal		

5 meter: hybride	Landhoofd	Diepdund: Constructies in kg of m3, Waaierstaal
5 meter: hybride	Landhoofd	Betonnervol voor GWW C30/37 CEM III 2386 kg/m3
5 meter: hybride	Fundering	Funderingspalen, Stalen buispaal rond, 20% granulaat;
5 meter: hybride	Diepdund: Constructies in kg of m3, Waaierstaal	Diepdund: Constructies in kg of m3, Waaierstaal
5 meter: hybride	Taamstervolpunt	Taamstervolpunt voor GWW C30/37 CEM III 2386 kg/m3
5 meter: hybride	Hoofddiagonastructure	Zwaar constructiestaal GWW
5 meter: hybride	Hoofddiagonastructure	Looppont: Kunststof glasvezelversterkt polyester
5 meter: hybride	Leuning	Zwaar constructiestaal GWW
5 meter: hybride	Leuning	Gedrukte hout
5 meter: hybride	Stoetpaal	Dulk: Beton, stoetpaal
5 meter: hybride	Conservering	Thermisch verzinkt, bepassing landwaaier
5 meter: hybride totaal	Conservering	Natalkyden voor staalconstructies

PROTEKTA	ProtektA met epoxy op luchtwaterlijn gerepareerde me
PROTEKTA	Gardingen hout
PROTEKTA	Deelproduct: Damwanden, Damwand, Tropisch loofhout
PROTEKTA totaal	

2 meter: hout	Eenderling	Heipaal, beton, prefab, 350x350 mm, Betonhuis
2 meter: hout	Landhoofd	Deelpoort: Constructies in kg of m3, Vastengestaat
2 meter: hout	Landhoofd	Betonnet voor GWW 327/CEM III 2386 kg/m3
2 meter: hout	Houtdagaconstructie	Kruislings getimmerde houten vloer, 5 lags
2 meter: hout	Houtdagaconstructie	Bewerkingen, verbindingen en verankeringen voor sta
2 meter: hout	Houtdagaconstructie	Deelpoort: Dammen, Damwand, Tropisch loofhout
2 meter: hout	Lecapring	Gordings hout
2 meter: hout	Slootplaat	Duiker: beton, slootplaat
2 meter: hout totaal		

5 meter: hout	Runderling	Funderingsbalken, Stalen buispaal rind, 20% granulaat
5 meter: hout	Landhoofd	Dwarsproef: Constructies in kg m3, Wapeningsnet
5 meter: hout	Landhoofd	betonnen voor GW C30/37 CEM II 2386 kg/cm3
5 meter: hout	Taarsenputpunt	Dwarsproef: Constructies in kg m3, Wapeningsnet
5 meter: hout	Taarsenputpunt	betonnen voor GW C30/37 CEM II 2386 kg/cm3
5 meter: hout	Hoofddraagconstructie	Kruislings geïnstalleerde houten voor, 5 lags
5 meter: hout	Hoofddraagconstructie	Bevestigings, verbindingen en verankeringen voor stat
5 meter: hout	Hoofddraagconstructie	Dwarsproef: Damwanden, Zamewel, Trapsen houboor
5 meter: hout	Leuning	Gordings hout
5 meter: hout	Stoepplaat	Drukken, beton, stoepplaat

W21159		
--------	--	--

Module A: Bonus					
NKI A.1	NKI A.2	NKI A.3	NKI A.1-A.3	NKI A.4	NKI A.5
0	0	32,73952073	3,932506427	3,148701256	
0	0	10,12618405	1,484431543	1,56810041	
0	0	22,33039911	0,290214788		
0	0	32,4284892	2,248484053	15,8362007	
0	0	73,7316630	0,651233088	21,5666747	
0	0	738,638524	0,27516704	21,44123208	
0	0	6,821655353	6,21931356	3,312320443	
0	0	2,361862927	0,045968357	0,100540314	
0	0	15,0015049	1,98423019	0,498074123	
0	0	20,00195389			
0	0	25,38870998	6,642405291		

0	0	240,8852585	3,18975234	0
0	0	101,2618405	14,84435143	15,610641
0	0	4093,917019	49,91949103	129,747746
0	0	798,5378057	5,2746435	0
0	0	177,2082268	25,9761501	27,40686218
0	0	1161,998472	21,47876575	46,0999398
0	0	1598,611092	3,415557913	143,777861
0	0	23,12145694	0,4560139	0,904276
0	0	76,74362272	2,46525026	4,88889548
0	0	367,7497583	46,7711402	11,74031862
0	0	129,8182698	0	0
0	0	113,0894637	38,08505226	0

0	0	0	147,4125512	11,08737442	15,5031314
0	0	0	194,4171776	6,245300658	8,838535217
0	0	0	50,92157191	147,8081445	0

0	0	0	22.73952073	8.325966427	1.164701256
0	0	0	22.13019911	8.290214788	0
0	0	0	10.12618405	1.484435143	1.56610661
0	0	0	126.1618407	4.128106035	4.279364863
0	0	0	25.0082375	0.047936603	0.751317556
0	0	0	11.72536195	38.0477011	0
0	0	0	19.51070456	6.63654484	4.20157455
0	0	0	15.90110448	1.98423019	6.488074123

0	0	0	4093.817019	48.91498103	128.7477746
0	0	0	246.8852585	3.18975234	8.2610001
0	0	0	101.2618405	1.844352143	5.6610661
0	0	0	198.5230057	5.29326036	17.46628218
0	0	0	177.2082208	25.9766501	27.06888218
0	0	0	678.84005	3.1853265	22.2425465
0	0	0	162.553457	0.38090919	8.89532916
0	0	0	76.77302386	22.817091	22.817091
0	0	0	4.820314596	0.136938348	0.193827927
0	0	0	367.7497583	46.7711402	11.74031862

--	--	--	--	--	--

Module B: Gebruik
MKI B1
0,355643985
0
0
0
0
0
0
0
0
70,4418057
44,04748057

0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
315,3109398
197,164913

0
0
0

0,355643985
0
0
0
0
0
0
0

[illegible]

Page 10 of 10

Module B: Onderhoud					
MKI B2-B5					
0					
0					
0					
0					
0					
0					
0					
0					
0					
0					

0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0

0
0
0

0
0
0
0
0
0
0
0

0
0
0
0
0
0
0
0

Page 10 of 10

Module C: Sloop- en verwerkingsfase				
MKE C1	MKE C2	MKE C3		MK Z C4
0,215622416	0,07139521	0,01830788	0	
2,154545714	1,49927995	0,563400142	0	
0	0,001913475	0,059488737	0	
15,85362007	2,350643473	15,615135	0	
14,39671156	0	43,70312238	0	
0	0,07917306	0,43349389	0	
0,076487877	0,193567798	0,515180066	0	
0,100540314	0,149107285	0,099111898	0	
0	0,609272042	0,324118418	0	
0	0	0	0	
14,0002574	5,76187557	0,234609527	40	

0	0.02159835	0.64753227	
21,54545714	14,99279495	5,430401416	0.1
0	16,98508488	52,8461962	0.3
0	0.03484298	1,071323715	
37,70455	26,33773116	9,590552479	0.2
46,30999398	6,955425362	46,15285641	0.1
95,97847704	0	291,3541559	0
0.98423676	0.145934475	0.970449102	0
0.80488619	2.1776373	5.795775242	0.4
0	15.77569113	7.641484248	0.2
62,66781883	25,81503002	1,050542779	178

48,96527283	2,479040911	0,099128131	72
2,179904501	5,516682248	14,68263188	1,1
0	10,06009951	0	0

0.215622416	0.071395221	0.01830788	0
0	0.001934765	0.059488737	0
2.154545714	1.499279495	0.543400142	0
0	4.255970935	7.433756765	0,5
0	0.047872589	0	0
0	2.316470282	0	0
0.223248992	0.564976011	1.503681817	0,1
0	0.669272042	0.32418418	0

0	16,98508488	52,84161962	0,3
0	0,021059835	0,64753227	
21,54545714	14,99279495	5,434001416	0,1
0	0,034842898	1,071323715	
37,70455	26,23739116	9,509502479	0,2
0	22,79893503	39,82210877	2,5
0	0,311171828	0	
0	15,16736494	0	0
0,047804923	0,120979874	0,321987541	0
0	15,7569813	7,641484248	0,2

--	--	--	--

Module D: Milieubaten en lasten buiten de systeemgrens	
MKZ D	
-0.426987854	
-1.014054541	
-12.39173253	
-68.52593339	
-19.84717369	
-619.9509813	
-3.191720999	
-0.434577014	
-5.43718295	
-0.024638821	
0	

-134,8834603
-10,14054541
-479,2336469
-223,160847
-17,74595447
-202,7644858
-132,3144912
-4,254280244
-35,92936124
-128,1621931
-0,110288056
0

-86,42767065
-91,02104847
-126,8342543

-0.426987854
-12.39173253
-1.014054541
-34.64811214
-12.66418455
-29.20525593
-9.321673165
-5.43718395

-479,2336469
-134,8834603
-10,14054541
-223,160847
-17,74595447
-185,6074841
-82,31719958
-191,22489
-1,996075624
-128,1621931

[illegible]

Name					
Name					
Name					
Name					
Name					
Name					
Name					
Name					
Name					
Name					
Name					
Name					
Name					
Name					
Name					

Yes					
Yes					
Yes					

[illegible][illegible]

--	--	--	--	--	--



Bijlage 2 : BenBenBloc

Projectnaam	W99191 BenBenBloc
Gebruikersnaam	Tom (t.luites@wagemaker.nl)
Versie DuboCalc	6.0
Versie bibliotheek	12/06/2023
Datum project	12/06/2023
Levensduur project	100
Datum Export	30/03/2024 10:21

Project overzicht																
Variant	Element niveau 1	Element niveau 2	Item	RAW Hoofdstuk	Categorie	MKI-waarde per primaire eenheid	Primaire eenheid	Hoeveelheid	Eenheid	Itemlevensduur (jaren)	Custom LCA	MKI-waarde totaal excl. cat 3 opslag	Categorie 3 opslag	MKI-waarde incl. opslag	CO2-emissie totaal (kg CO2-eq)	
BenBenBloc	Fundering		Betonmortel voor GWW C30/37 CEM I 2336 kgm3 com	01.0 Algemeen en administratief	niet merkgebonden - niet	977,0602495	m³/sup>	30	m³3</sup>	100	Nee	977,0602495	304,2702183	1281,330468	16568,04159	
BenBenBloc	Blok	Beton per plaat	Betonmortel voor GWW C30/37 CEM I 2336 kgm3 com	01.0 Algemeen en administratief	niet merkgebonden - niet	2501,274239	m³3</sup>	76,8	m³3</sup>	100	Nee	2501,274239	778,9317588	3280,205997	42414,18646	
BenBenBloc	Blok	Kunststof per plaat	Gordingen kunststof Hakorit	53.0 Remming,aanleg,en afmeerwerken	niet merkgebonden - niet	362,8687481	m	1093	m	50	Nee	362,8687481	110,4319954	473,3007436	5098,909816	
BenBenBloc	Blok	Stalen paal door blokken	Stalen rioleringsbuis, klein	25.0 Leidingwerken	niet merkgebonden - niet	2306,764808	m	960	m	40	Nee	2306,764808	664,0664091	2970,831217	24454,22447	
BenBenBloc	Blok	Kunststof vezel wapening	Repra B.V. Glasvezelwapening Constructies in kg	28.1 Hoofddraagconstructies; kolommenenliggers	merkgebonden - getoetst	136,2377698	nvt	230,4	nvt	100	Nee	136,2377698	0	136,2377698	908,4395813	
BenBenBloc totaal												Nee	6284,205814	1857,700382	8141,906196	
traditioneel geluidsscherm			Geluidsscherm, type modulair, met panelen van gewa	36.0 Geluidbeperkende constructies	niet merkgebonden - niet	20885,30611	m²3</sup>	360	m²2</sup>	50	Nee	20885,30611	6246,814049	27132,12015	251240,6651	
traditioneel geluidsscherm totaal												Nee	20885,30611	6246,814049	27132,12015	
W99191 BenBenBloc													27169,51192	8104,514431	35274,02635	

