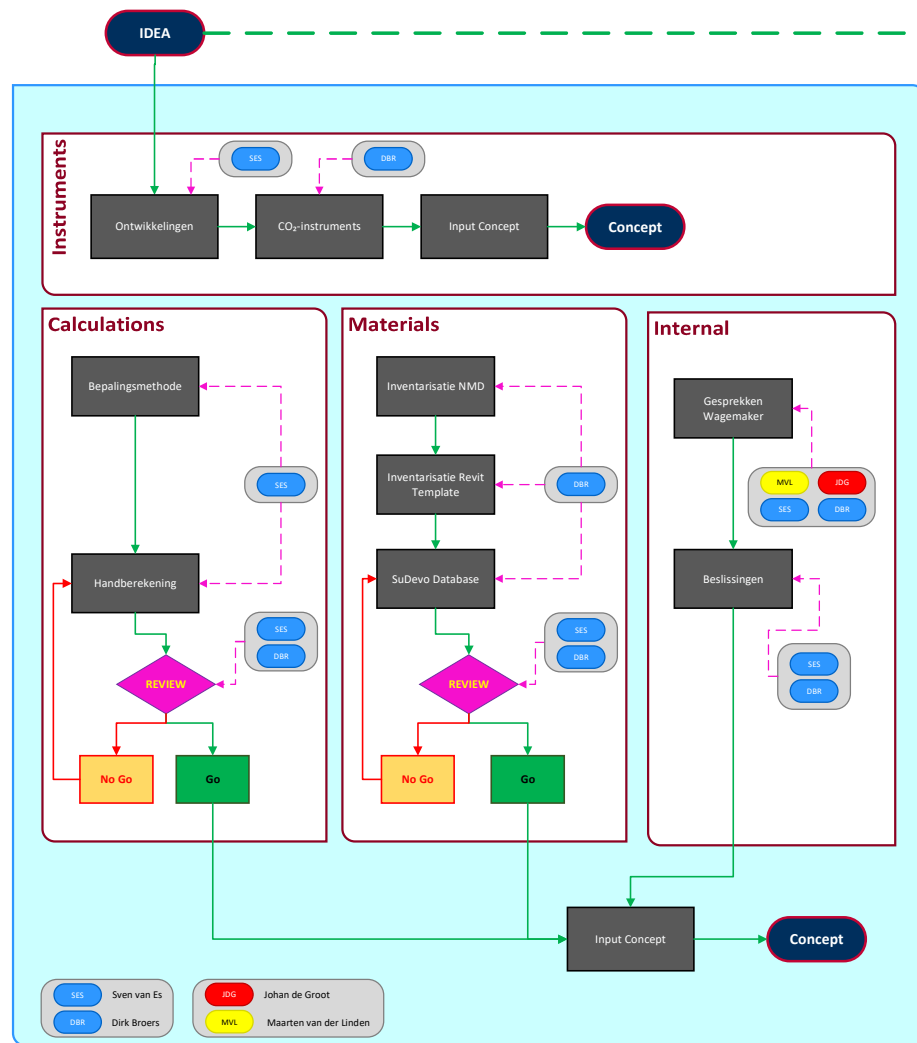


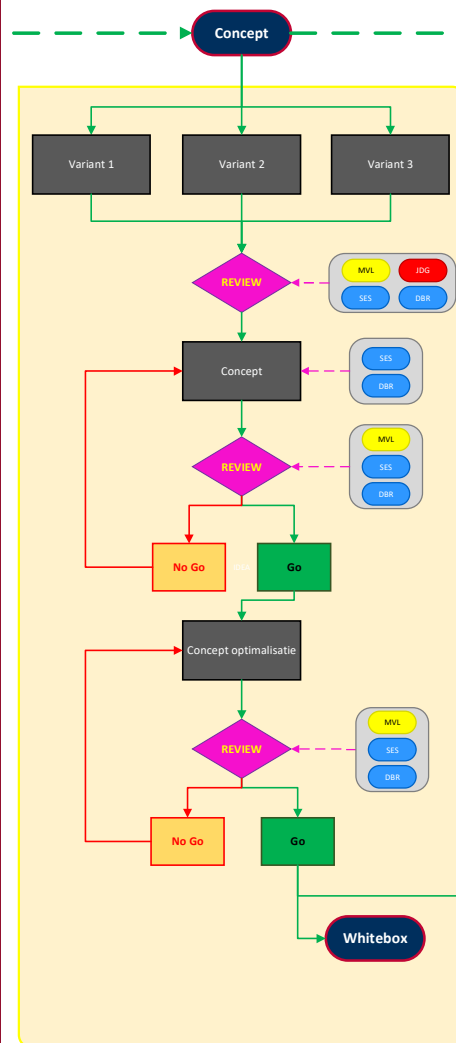


BIJLAGE I DEVELOPMENT PIPELINE

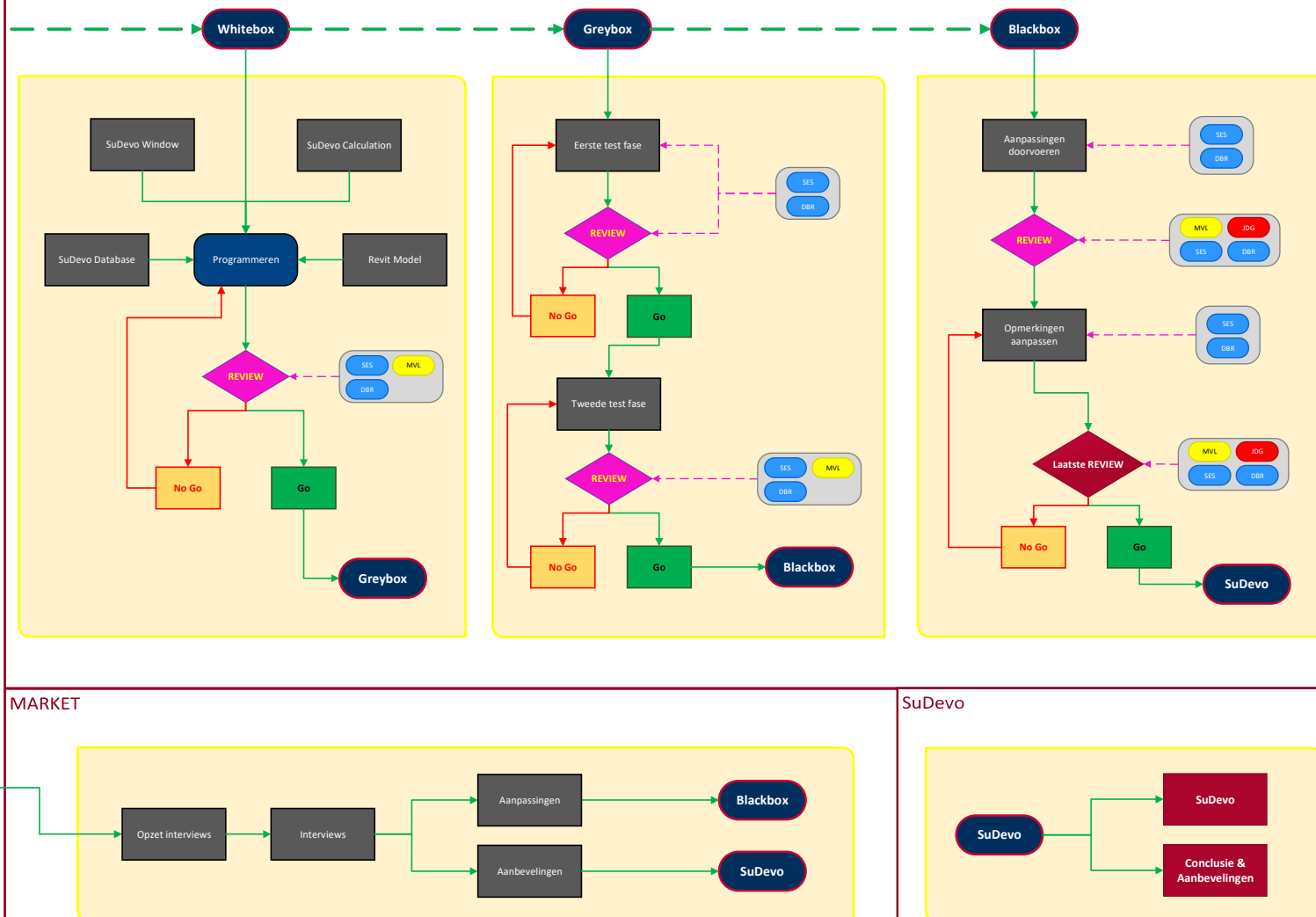
IDEA



CONCEPT



PROGRAM



BIJLAGE II LIFE CYCLE ASSESSMENT

Hieronder wordt in basis beschreven wat een Life Cycle Assessment (LCA) inhoudt. Het gaat in op de basisprincipes van een LCA en zal gebruik maken van een LCA die is uitgevoerd voor de asfaltsector

LCA

Life Cycle Assessment is een methodiek om op een systematisch manier de milieueffecten van een product of dienst te evalueren volgens een 'van wieg tot graf' (cradle-to-grave) benadering. Hierbij worden alle levensstadia van een product in beschouwing genomen. Bijvoorbeeld de milieueffecten bij de winning van grondstoffen, de fabricering van producten of bij het verwerken van de afvalproducten.

Door rekening te houden met al deze effecten kan de totale milieubelasting van een product worden beoordeeld en kunnen op basis daarvan alternatieven met elkaar worden vergeleken of kunnen milieu kritische fases gedurende de levensloop van een product worden herkend. LCA's zorgen voor objectieve informatie van een product zodat vanuit een milieuoogpunt de juiste keuzes gemaakt kunnen worden of tijdens het ontwerpproces zodanig te ontwerpen dat de totale milieu impact minimaal is.



Figuur 1 Life Cycle Assessment (One Click LCA, 2016)

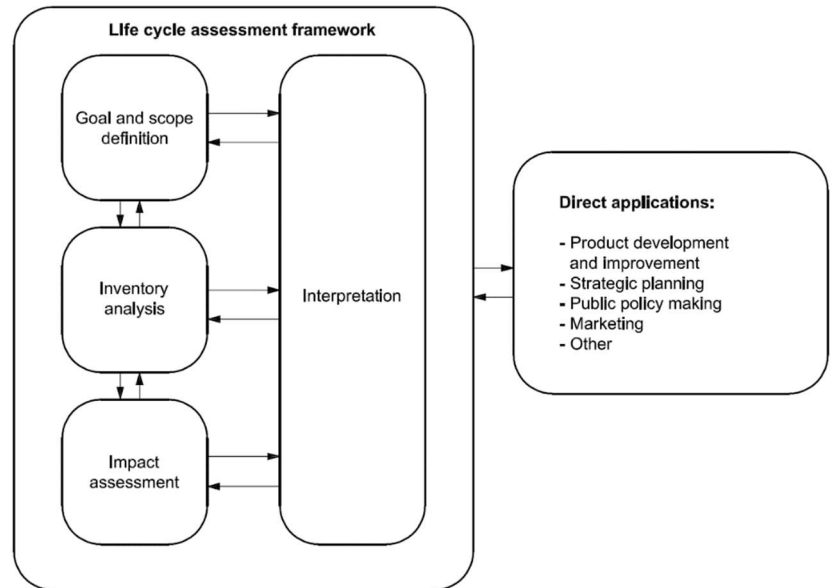
Een LCA kan organisaties helpen in:

- ✚ Het identificeren van kansen om de milieuprestaties van producten op verschillende punten in hun levenscyclus te verbeteren.
- ✚ Het informeren van beleidsmakers in de industrie, overheid of niet-overheid organisaties (bijvoorbeeld met het oog op strategische plannen, prioriteitstellen, product- of procesontwerp of herontwerp).
- ✚ De selectie van relevante indicatoren van milieuprestaties, inclusief meettechnieken.
- ✚ Marketing (bijvoorbeeld het implementeren van een ecolabel schema, het maken van een milieuclaim of het produceren van een milieuproductverklaring).

ISO 14040 geeft het algemene raamwerk, de principes en eisen voor het uitvoeren van LCA. Daarbij worden de volgende fasen in een LCA onderscheiden:

- a) The goal and scope definition phase;
- b) The inventory analysis phase;
- c) The impact assessment phase;
- d) The interpretation phase.

Het onderwerp en het doel van de LCA heeft veel invloed op de scope, systeemgrenzen en detailniveau van de studie. Dit zorgt ervoor dat de grootte en diepte van een LCA sterk kan verschillen. Tijdens de inventarisatie worden alle gegevens en berekeningsmethodieken binnen de scope verzameld die benodigd zijn om het doel van de studie te bereiken, deze fase wordt ook wel de Life Cycle Inventory Analysis (LCI) genoemd. Tijdens de derde fase, Life Cycle Impact Assessment fase (LCIA), worden de verkregen gegevens onderzocht. De gegevens worden onderzocht op de impact die ze hebben op het milieu. In de laatste fase worden de resultaten van de LCIA samengevat en besproken. Vaak worden er dan conclusies getrokken of aanbevelingen gemaakt die invulling geven op het doel van de studie. In figuur 2 is goed te zien hoe de verschillende fase met elkaar in contact staan.



Figuur 2 Life Cycle Assessment Framework (Nederlands Normalisatie-instituut, 2006)

In ISO 14040 worden deze fasen globaal behandeld en in andere delen van de ISO 14040 serie gedetailleerd uitgewerkt. Bijvoorbeeld beschrijft de ISO 14040 de vereisten voor het uitvoeren van de LCA. Aan de hand van de volgende LCA de Nederlandse Asfalt Industrie gaan we de stappen van de ISO 14040 toelichten. Daarna wordt duidelijk dat de CO₂-uitstoot maar een van de onderdelen is van de totale milieu impact van een product.

De onderstaande LCA is uitgevoerd in opdracht van de Vakgroep Bitumineuze Werken (VBW) van Bouwend Nederland en opgesteld door Jochem Mos en Tessa Beentjes. Het rapport is geverifieerd door Harry van Ewijk (SBK-erkend LCA-deskundig) en de conclusie was dat het voldeed aan de eisen. Daarmee mogen de gegevens worden toegevoegd aan de NMD.

The goal and scope definition phase

De reden van het onderzoek was dat de Rijkswaterstaat, gemeenten en provincies behoefte hadden aan een breed scala product LCA's om duurzaam inkopen mogelijk te maken. De VBW constateerden in 2013 dat de LCA's in relatie tot asfalt producten gebaseerd waren op oude cijfers en veel interne inconsistenties bevatten (Mos, Beentjes, & EcoChain Technologies B.V., 2016). De VBW heeft daarom besloten deze studie uit te voeren om op eenvoudige, gebruiksvriendelijke en transparante manier LCA's op te stellen van bestaande en nieuwe asfaltmengsel. Het doel van de volledige studie zijn samengevat in de volgende drie doelen:

- ✚ Betrouwbare en nauwkeurige kwantitatieve milieugegevens van 17 branche representatieve mengsels uit de asfaltindustrie berekenen (Mos, Beentjes, & EcoChain Technologies B.V., 2016).
- ✚ De asfaltsector, met VBW als vertegenwoordiger, kan met de applicatie als instrument kengetallen en LCA's van de 17 meest gangbare asfaltmengsels aanleveren als input voor de NMD en DuboCalc (Mos, Beentjes, & EcoChain Technologies B.V., 2016).
- ✚ Deze publicaties dienen als basis om bouwwerkberekeningen te kunnen maken en om werken te realiseren die minder milieu-impact veroorzaken (duurzaam inkopen) (Mos, Beentjes, & EcoChain Technologies B.V., 2016).

Net zoals in het afstudeeronderzoek wordt de focus gelegd in deze studie op de cradle to gate, Module A1 – A3, omdat deze moeten worden aangeleverd voor de NMD. Echter om het milieueffect van het gehele product asfalt te bepalen zijn de andere modules ook belangrijk. Deze modules zijn vaak wel project specifiek en worden daarom in deze studie buiten beschouwing gelaten. Tools zoals DuboCalc hebben wel de mogelijkheid hier invulling aan te geven door standaardwaarden te gebruiken. Deze modules worden verder toegelicht bij de systeemgrenzen.

Producteenschap

Voordat er met de berekening begonnen kan worden moet de eenheid van product worden omschreven. Het voornaamste doel van de eenheid is het zorgen voor een referentie waarvan alle input en output afhankelijk is. Vanuit deze referentie-eenheid wordt de LCA uitgevoerd. In deze studie is de eenheid omschreven als: *De productie, sloop en afvalverwerkingsfase van 1 ton asfalt* (Mos, Beentjes, & EcoChain Technologies B.V., 2016).

Daarnaast is bij de berekening van de totale milieu impact ook de referentielevensduur belangrijk. Omdat de gebruiksfase en afvalfase in deze studie buiten beschouwing wordt gelaten is deze echter nu niet van toepassing.

Productbeschrijving

In dit onderzoek worden van de volgende branchemengsels milieuprofielen opgesteld:

1. AC surf zonder PR;
2. AC surf met 30% PR;
3. AC surf met gemodificeerd bitumen zonder PR;
4. AC surf met gemodificeerd bitumen met 30% PR;
5. AC bin/base 50% PR;
6. AC bin/base 50% PR met gemodificeerd bitumen;
7. ZOAB Regulier;
8. ZOAB Regulier +;
9. 2L-ZOAB toplaag;
10. 2L-ZOAB toplaag met gemodificeerd bitumen;
11. 2L-ZOAB onderlaag;
12. 2L-ZOAB onderlaag met gemodificeerd bitumen;
13. Steenmastiekasfalt (SMA);
14. Waterbouwasfaltbeton;
15. Open steenasfalt;
16. Gietasfalt;
17. Asfaltmastiek.

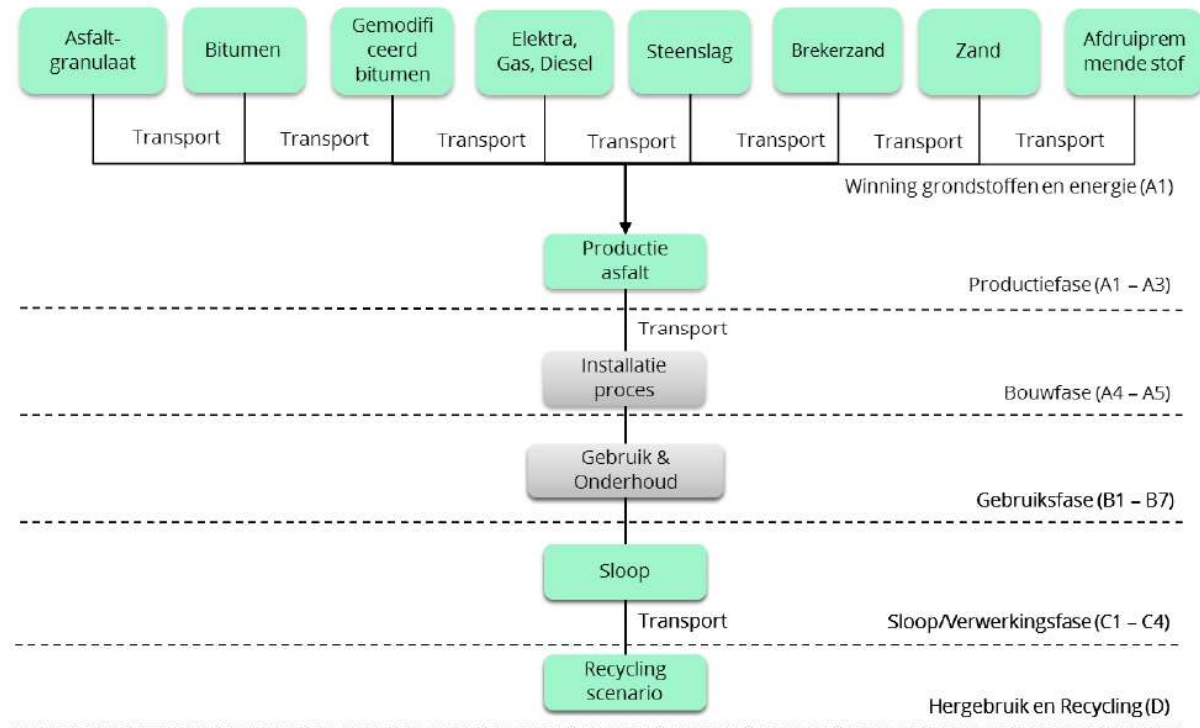
Van elk mengsel wordt 1 ton product beoordeeld, in het rapport zijn de samenstelling van elk mengsel te vinden. Voor deze uitleg van de LCA-methode volstaat om maar een mengsel toe te lichten, hiervoor wordt het eerste mengsel gebruikt 'AC surf zonder PR'. De samenstelling hiervan is te zien in figuur 3.

1.		
Materiaal	Eenheid	AC surf zonder PR
Afdruipremmende stof	kg	
Asfaltgranulaat	kg	
Bitumen 40/60	kg	58
Bitumen 70/100	kg	
Bitumen 70/100 gemodificeerd	kg	
Brekerzand Bestone	kg	215
Brekerzand Morene	kg	64
Eigen stof	kg	16
Natuurlijk zand	kg	92
Steenlag Bestone	kg	390
Steenlag Kalksteen	kg	
Steenlag Morene	kg	116
Steenlag Schots graniet	kg	
Vulstof middelsoort	kg	
Zeer zwakke vulstof	kg	
Zwakke vulstof	kg	49
Eindtotaal	kg	1000

Figuur 3 Samenstelling AC surf zonder PR (Mos, Beentjes, & EcoChain Technologies B.V., 2016).

Systeemgrenzen

Om de milieu impact van een product goed in kaart te brengen zijn alle processen in de levensloop van het product belangrijk. Om deze processen goed in beeld te brengen worden ze opgedeeld in verschillende fases. Deze fases worden weer onderverdeeld in modules. Al deze fases en modules vormen samen een procesboom. Die procesboom omvat alle economische stromen die benodigd zijn voor de producteenheid. Zoals te zien in het onderstaande figuur worden de bouwfase en gebruiksfase in deze studie niet meegenomen.



Figuur 4 Procesboom (Mos, Beentjes, & EcoChain Technologies B.V., 2016)

De productiefase (A1-A3) bestaat uit alle processen in de bedrijven die nodig zijn voor de productie van het product. Hieronder vallen bijvoorbeeld de winning van de grondstoffen, intern transport en het verpakingsproces. De bouwfase (A4-A5) bestaat uit de transport (A4) van het product naar de bouwplaats en de bouw (A5) van product op locatie. De gebruiksfase (B1 -B7) bestaat uit alle processen die plaatsvinden tijdens de gehele levensduur van het product.

- | | |
|----------------------------------|----------------------------|
| B1 – Het gebruik van het product | B5 – Renovatie (onderhoud) |
| B2 – Het onderhoud | B6 – Energieverbruik |
| B3 – Herstel (onderhoud) | B7 – Waterverbruik |
| B4 – Vervanging (onderhoud) | |

De sloop/verwerkingsfase (C1-C4) start wanneer het einde van levensduur van het product wordt bereikt en het product buiten gebruik wordt gesteld. Het omvat alle sloopwerkzaamheden en hoe het afval wordt verwerkt. Mocht er sprake zijn van hergebruik en recycling (D) worden modules van verwerking (C3 en C4) apart gerapporteerd met module D.

The inventory analysis phase

Tijdens deze fase worden alle gegevens en berekeningsmethodieken verzameld. Alle modules worden apart toegelicht en de gebruikte gegevens worden weergegeven. Bijvoorbeeld is te zien in het volgende figuur hoe het transport heeft plaatsgevonden van alle grondstoffen voor het asfalt.

Materiaal	Herkomst	Truck	Binnenvaart Schip	Oceaan Schip
Afdruiptremmende stof	Hückelhoven, Duitsland	177		
Asfaltgranulaat	Variërend, forfaitaire waarde	50		
Bitumen 40/60	Moezelweg, Rotterdam	89		
Bitumen 70/100	Moezelweg, Rotterdam	89		
Bitumen 70/100 gemodificeerd	Moezelweg, Rotterdam	89		
Brekerzand Bestone	Bremanger steengroeve, Noorwegen		53	933
Brekerzand Morene	Kehl, Zuid Duitsland		660	
Natuurlijk zand	Maasstraat, Kessel		150	
Steenslag Bestone	Bremanger steengroeve, Noorwegen		53	933
Steenslag Morene	Kehl, Zuid Duitsland		660	
Steenslag Kalksteen	Engis steengroeve, België		250	
Steenslag Schots graniet	Glensanda steengroeve, Schotland		53	1298
Vulstof middelsoort Wigro 60K	Steengroeveweg, Winterswijk	136		
Zeer zwakke vulstof Duras 15	Steengroeveweg, Winterswijk	136		
Zwakke vulstof Wigro 50K	Steengroeveweg, Winterswijk	136		

Figuur 5 Transport (A2) in kilometer (Mos, Beentjes, & EcoChain Technologies B.V., 2016)

Daarnaast moet ook worden beschreven hoe de gegevens zijn verzameld en gevalideerd. Ook wordt de kwaliteit van de data beschreven en wat de bronnen zijn geweest.

The impact assessment phase

In de volgende fase worden alle processen uit de inventarisatie toegewezen aan de effect/impact categorieën. Daarvoor moet er eerst een selectie gemaakt worden van de impact categorieën die binnen de scope van de studie vallen. Alle mogelijk impactcategorieën zijn hieronder te lezen.

- ✚ Klimaatverandering;
- ✚ Uitputting van abiotische grondstoffen;
- ✚ Uitputting van fossiele energiedragers;
- ✚ Ozonlaagaantasting;
- ✚ Fotochemische oxidant vorming (smog);
- ✚ Verzuring;
- ✚ Vermesting (Eutrofiëring);
- ✚ Humaan-toxicologische effecten;
- ✚ Exotoxicologische effecten, aquatisch (zoetwater);
- ✚ Exotoxicologische effecten, aquatisch (zeewater);
- ✚ Exotoxicologische effecten, terrestrisch.

Voor de invulling van deze categorieën worden de processen uit de inventarisatie toegewezen aan de impact categorieën. Daarna worden de processen per categorie vermenigvuldigd met de karakterisatiefactoren uit de CML-VLCA methode. Deze factoren zijn terug te vinden in de bepalingmethode 2016 van SBK. Als laatste worden de verkregen waarden gesommeerd per categorie.

In figuur 6 zijn de verschillende impact categorieën, de eenheden en waarden weergegeven. Deze waarden worden ook wel milieu-effectscores genoemd

		1. AC surf zonder PR
Milieu Kosten Indicator (MKI)	Euro	1,06E+01
Klimaatverandering (CO ₂ -eq)	kg CO ₂	8,00E+01
Abiot. uitputting	kg Sb	4,09E-05
Uitputting van fos. energiedragers	kg Sb	1,76E+00
Ozonlaag	kg CFC11	6,95E-06
Humaan toxicologische effecten	kg 1,4 DB	3,10E+01
Ecotox. effecten, aq. (zoetwater)	kg 1,4 DB	7,74E-01
Ecotox. effecten, aq. (zeewater)	kg 1,4 DB	7,52E+03
Ecotox. effecten, terrestrisch	kg 1,4 DB	2,76E-01
Fotochemische oxidantvorming	kg C ₂ H ₄	5,25E-02
Verzuring	kg SO ₂	4,76E-01
Eutrofiëring	kg PO ₄ 3-	7,90E-02

Figuur 6 Impact categorieën AC surf zonder PR (Mos, Beentjes, & EcoChain Technologies B.V., 2016)

Naast deze impact categorieën zijn er ook nog paramaters die het gebruik van grondstoffen beschrijven. Deze worden in deze studie ook meegenomen in de LCA. Dit hangt af per onderzoek en zal altijd worden toegelicht in de scope van het onderzoek. In figuur 7 zijn parameters te vinden.

Gevaarlijk afval	kg	1,71E+01
Niet gevaarlijk afval	kg	4,04E+01
Water	m ³	4,78E+01
Energie	MJ	3,99E+03
Gebruik hern. p. energie	MJ	1,53E+01
Gebruik hern. p. energie materialen	MJ	0,00E+00
Totaal gebruik hern. p. energie	MJ	1,53E+01
Gebruik van niet hern p. energie	MJ	3,97E+03
Gebruik van niet h. p. e. materialen	MJ	0,00E+00
Totaal gebruik van niet h. p. energie	MJ	3,97E+03
Gebruik hern. sec. brandstoffen	MJ	0,00E+00
Gebruik niet hern. sec. brandstof.	MJ	0,00E+00
Afval (radioactief)	kg	4,75E-02
Gebruik van secundaire materialen	kg	0,00E+00
Materialen voor recycling	kg	9,90E+02
Materialen voor energie	kg	0,00E+00
Geëxporteerde energie	MJ	0,00E+00
Materialen voor hergebruik	kg	0,00E+00
Uitputting van brandstoffen	MJ	3,65E+03

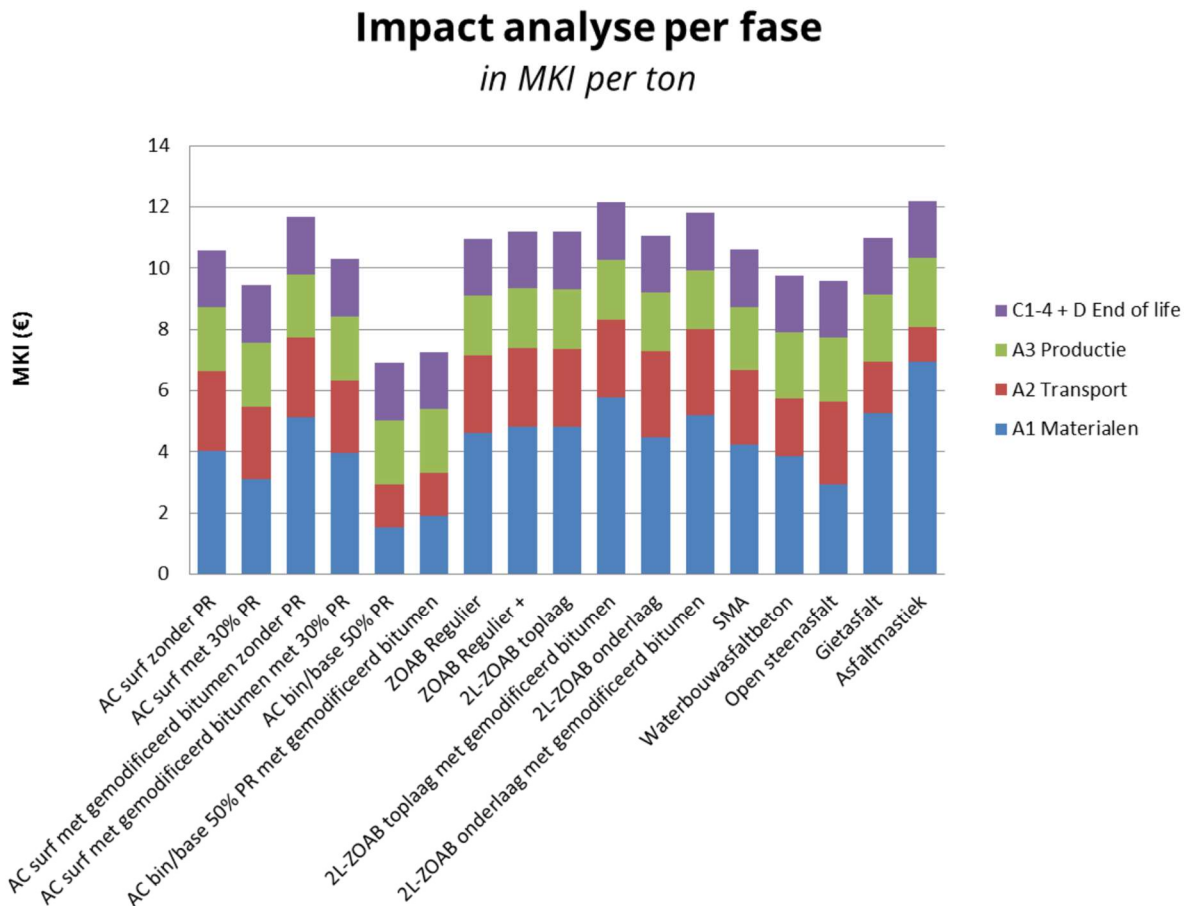
Figuur 7 Parameters gebruik grondstoffen (Mos, Beentjes, & EcoChain Technologies B.V., 2016)

Gezamenlijk geven de milieu-effectscores de milieueffecten van 'AC surf zonder PR' tijdens zijn levenscyclus. In dit geval module A1-3 en C + D.

Hier zou de impact assessment fase kunnen stoppen, maar de LCA-methodiek geeft ook nog de mogelijkheid om te 'wegen'. Wegen is het proces waarbij alle milieu-effectscores worden omgezet tot één eenheid. Dit maakt het mogelijk om alle milieu-effectscores te sommeren. In Nederland wordt hierbij vaak gebruik gemaakt van de MilieuKostenIndicator (MKI), die gebaseerd is op de schaduwprijsmethodiek. De schaduwprijs is het voor de overheid hoogste toelaatbare kostenniveau (preventiekosten) per eenheid emissiebestrijding (Mos, Beentjes, & EcoChain Technologies B.V., 2016). De MKI geeft dus aan de kosten die overheid preventief moet maken om een bepaald milieueffect te voorkomen. De karakterisatiefactoren waarmee gerekend wordt in deze studie zijn te vinden in het rapport "Toxiciteit heeft z'n prijs" van TNO, 2004. De milieu-effectscores worden dus vermenigvuldigd met de daar bijhorende karakterisatiefactor waarna er dus een waarde in euro's volgt. Deze waarden worden allemaal opgeteld waarna de totale MKI-waarde volgt van het product. In deze studie bedraagt de MKI van één ton AC surf zonder PR dus 11,2 euro.

The interpretation phase

Dan resteert er nog een fase in de LCA-methodiek, de interpretatie van de gegevens. Hier worden de bevindingen uit de inventarisatie en de impact analyse samen beschouwd. Deze fase zou resultaten moet leveren die consistent met beoogde doel en scope en welke conclusies trekken, beperkingen uitleggen en zorgen voor aanbevelingen. In het volgende voorbeeld wordt een van die beschouwingen beschreven. In deze analyse is gekeken naar de milieu impact van elke fase tijdens de levensloop van het asfaltmengsel. In figuur 8 is te zien welke fase het meeste invloed heeft op de totale MKI-waarde van het mengsel.



Figuur 8 Impact analyse per fase (Mos, Beentjes, & EcoChain Technologies B.V., 2016)

Conclusie

Hier volgt de conclusie van de LCA. Voor deze studie bestond die uit de presentatie van de 17 milieuprofielen van de branche representatieve asfaltmengsels. Deze zijn aangeboden voor opname in de NMD.

BIJLAGE III DE TOOLS

Zoals in de tijdlijn in kop 3.1.1 is weergegeven zijn de eerste tool in 2009 en 2010 op de markt gekomen of in ontwikkeling gegaan. Deze tools dragen op hun eigen manier bij aan duurzaamheid, zij geven op verschillende manieren invulling op dit onderwerp door onder andere het bepalen van de milieu-impact van een organisatie. De tools die hieronder worden toegelicht zijn geselecteerd op basis van de afbakening die voor dit afstudeeronderzoek opgesteld is, deze is terug te vinden in paragraaf 1.6. De geselecteerde tools zijn:

- ✚ CO₂-projectscan;
- ✚ DuboCalc;
- ✚ DGBC Materialentool;
- ✚ CO₂-prestatieladder;
- ✚ Materialenpaspoort;
- ✚ Suspindle;
- ✚ Asfalt-Impuls.

CO₂-projectscan

De CO₂-projectscan is een in 2011 geïntroduceerde tool die door Royal Haskoning DHV (RHDHV) ontwikkeld is. De bedoeling achter deze tool is het doelgericht sturen op het reduceren van de CO₂-uitstoot in de GWW-sector. Dit maakt het mogelijk om zonder grote kostenconsequenties duurzaamheidswinsten te bepalen op infra projecten (Duurzaamvastgoed, 2011).

De werking van deze tool is gebaseerd op het inzichtelijk maken van de totale CO₂-uitstoot van een project, oftewel het inzichtelijk maken van de CO₂-footprint van een project in relatie tot materiaalkeuzes, uitvoeringsmethodes en het aantal transportbewegingen. De berekeningen worden met behulp van DuboCalc gemaakt en worden aangevuld met gegevens vanuit de database van Ecolnvent, producenten en brancheverenigingen. Met behulp van deze tool is een top 10 elementenlijst te generen van de elementen die de grootste hoeveelheid CO₂-uitstoten binnen het project. Door middel van deze top 10 kunnen maatregelen aanbevolen worden om de hoeveelheid CO₂-uitstoot te reduceren. Daarnaast kunnen deze maatregelen ook afgezet worden tegen de consequenties in relatie tot kosten (Duurzaamvastgoed, 2011).

Een goed voorbeeld in relatie tot de functionaliteiten van de CO₂-projectscan is dat als de onderliggende fundering van een weg verzwaaard wordt in een aantal gevallen de dikte van de asfaltlaag verkleind kan worden. De tool laat in dit geval precies zien wat het resultaat is van deze beslissing in relatie tot CO₂-uitstoot. Met aanvullende berekeningen kunnen eveneens de kostenconsequenties bepaald worden (Beerda, 2011).

De bedoeling voor RHDHV om deze tool te ontwikkelen is het denken in opbrengsten en tegen lage advieskosten onderbouwd en bewust afwegen van diverse duurzaamheidsopties in relatie tot ontwerpkeuzes (Duurzaamvastgoed, 2011).

Ondanks het introduceren van deze tool in 2011 is er op enkele berichten na niks meer bekend of gepubliceerd over de CO₂-projectscan. De reden hiervoor ligt bij de fusie tussen Royal Haskoning en DHV en de daaropvolgende reorganisatie (Gosselink, Informatie CO₂-projectscan, 2018). In februari 2012 vond de aankondiging van deze fusie plaats en uiteindelijk zijn de bedrijven juridisch gefuseerd sinds 1 januari 2013 tot Royal HaskoningDHV (Kleyngeld, 2014). Door de kosten van het samenvoegen en de teruglopende omzet was RHDHV genooddaakt om te reorganiseren (Ronner, 2014). Hierdoor had RHDHV besloten om de ontwikkelingen omtrent de tool stop te zetten (Gosselink, Informatie CO₂-projectscan, 2018).

Voor deze tool was nog wel een ingenieur benodigd om alle facetten tegen elkaar af te wegen. Desondanks was RHDHV door de uitgebreide database wel in staat om snel per project de CO₂-uitstoot te berekenen en vervolgens de materialen te selecteren die de meeste CO₂-uitstoten. Daaropvolgend was het gemakkelijk om te bepalen wat de kosten zijn voor de alternatieven. De gemiddelde kosten die destijds gehanteerd werden om een CO₂-projectscan op een regionaal project van een paar miljoen euro uit te voeren lag rond de €3500,- (Beerda, 2011).

DuboCalc

DuboCalc staat voor Duurzaam Bouwen Calculator (DuboCalc, s.d.-a) en is een tool waarvan versie 1.0 in het eerste half jaar van 2010 beschikbaar gesteld is voor de gehele GWW-sector (Bouw & Wonen, 2010). Ondanks dat de tool pas in 2010 beschikbaar gesteld werd, is de tool al wel enige tijd in ontwikkeling geweest (Gosselink, DuboCalc verdient beter, 2016). De ontwikkeling van de tool is namelijk al in 2003 gestart door Rijkswaterstaat. Dit betekent dat de tool al voor de motie van de Tweede Kamer in ontwikkeling was, aangezien de Tweede Kamer in 2005 een motie aangenomen heeft dat bij alle rijksinkopen en -investeringen uiterlijk in 2010 duurzaamheid meegenomen moet worden als zwaarwegend criterium. Daarop aansluitend heeft het Rijk ook als doel opgesteld om vanaf 2010 voor 100 procent duurzaam in te kopen, wat dus ook geldt voor Rijkswaterstaat (Wout, Groot, Sminia, & Haas, 2010). Gedurende de ontwikkelingen van DuboCalc is de tool al wel getest met behulp van een pilot voor een fictieve rijksweg A3. Daarnaast is DuboCalc ook al gebruikt bij een paar DBFM-aanbestedingen (Design Build Finance Maintain aanbestedingen), namelijk die van de A15 Maasvlakte-Vaanplein en de A12 Utrecht-Veenendaal (Bouw & Wonen, 2010). Dit is voornamelijk gedaan door Royal HaskoningDHV (Gosselink, Informatie CO₂-projectscan, 2018).

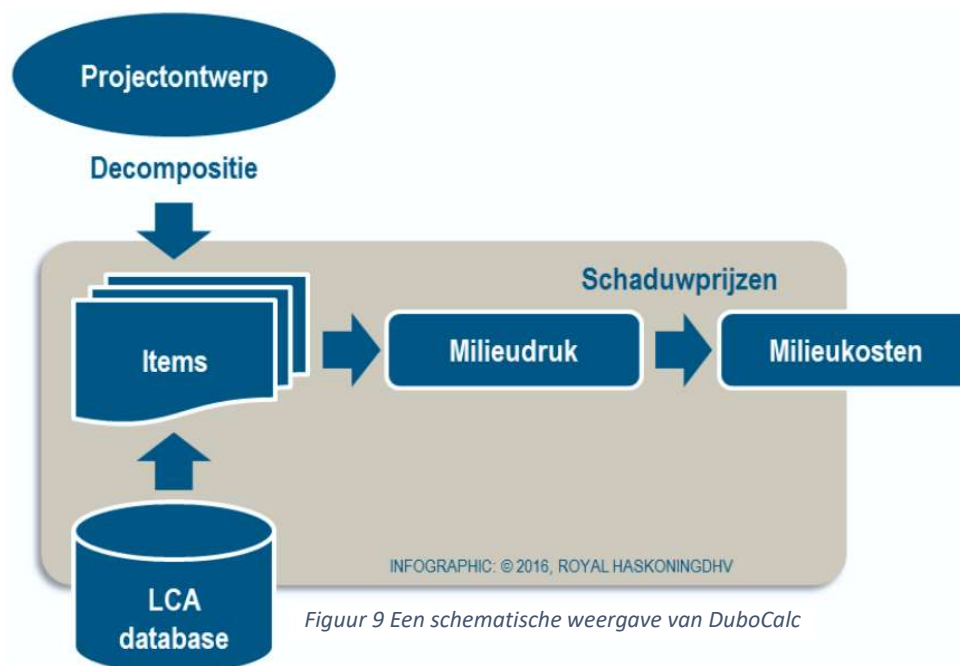
Zoals hierboven aangegeven is, is de ontwikkeling van DuboCalc al in 2003 gestart door Rijkswaterstaat (in specifiek Bouwdienst en de Dienst Weg- en Waterbouwkunde). Na het beschikbaar stellen van DuboCalc voor de gehele GWW-sector in 2010 heeft Rijkswaterstaat nog enkele jaren verder gewerkt aan het ontwikkelen van deze tool. Initieel werd DuboCalc ontwikkeld om als instrument de milieudruk van ontwerpvarianten in de verkenningsfase van projecten te kunnen bepalen, echter is er in 2010 besloten om de tool verder te ontwikkelen zodat DuboCalc toegepast kon worden in aanbestedingen. Daarnaast is in die periode ook besloten om het beheer van de milieudata waar DuboCalc op gebaseerd is onder te brengen bij Stichting Bouwkwiteit (SBK) en het beheer dus buiten de organisatie te plaatsen. Na een verdere ontwikkeling van vijf jaar in deze richting, oftewel tot 2015 heeft Rijkswaterstaat besloten om ook DuboCalc buiten de organisatie te plaatsen. Om die reden is Cenosco voor vijf jaar, oftewel tot 2020, aangesteld om het beheer en de verdere doorontwikkeling van DuboCalc te verzorgen. Om DuboCalc verder te ontwikkelen laat Cenosco zich door Royal HaskoningDHV (RHDHV) adviseren (Gosselink, DuboCalc verdient beter, 2016).

DuboCalc is door Rijkswaterstaat ontwikkeld om de milieukosten en duurzaamheid van aanbestedingen te berekenen en vervolgens te vergelijken. Wat DuboCalc doet is het van wieg tot graf, oftewel vanaf de winning van grondstoffen tot aan het slopen van de constructie en vervolgens het hergebruiken van de materialen, berekenen van alle effecten in relatie tot materiaal- en energieverbruik (DuboCalc, s.d.-a) in de realisatiefase en het energieverbruik in de beheerfase (Gosselink, DuboCalc verdient beter, 2016). De weergegeven resultaten worden uitgedrukt in euro's, die in dit geval de MilieuKostenIndicator (MKI) genoemd worden (zie omschrijving MilieuKostenIndicator in hoofdstuk 1.5). Door het van wieg tot graf berekenen van de milieueffecten wordt de totale levensloop van de materialen meegenomen in de berekening. De methode voor het uitvoeren van de berekening is gebaseerd op de rekenmethodiek van de Levenscyclusanalyses (LCA). Een beschrijving van de levenscyclusanalyses is gegeven in bijlage II. In het rapport van SBK, genaamd 'Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en Bouwwerken' is deze rekenmethodiek gespecificeerd (DuboCalc, s.d.-a).

DuboCalc heeft als doel om de milieudruk van aangeboden ontwerpen in aanbestedingen getalsmatig en objectief te kunnen wegen op duurzaamheid (Gosselink, DuboCalc verdient beter, 2016) en daardoor milieuwinsten te behalen in ontwerpen, uitvoeringen en inschrijvingen van GWW-werken (DuboCalc, s.d.-a). Hierbij wordt de MKI als een gunningscriterium gezien voor de EMVI [Economisch Meest Voordelige Inschrijving] (Gosselink, DuboCalc verdient beter, 2016) of BPKV [Beste Prijs-Kwaliteit Verhouding] aanbestedingen (DuboCalc, s.d.-a). Dit betekent hoe lager de MKI-waarde, hoe duurzamer het ontwerp en dus hoe hoger de waardering van de opdrachtgever. In aanbestedingen worden de MKI-waarderingen voornamelijk weergegeven in een fictieve korting die normaal gesproken tot maximaal vijf procent van de aanbiedingsprijs bedraagt.

DuboCalc is voornamelijk opgebouwd uit een combinatie van de volgende vier elementen (zie figuur 9 voor een schematische weergave van DuboCalc):

1. Een rekenapplicatie;
2. Een LCA-database met gegevens van het materiaal- en energiegebruik;
3. De schaduw prijzen, oftewel de maatschappelijke milieukosten van alle milieueffecten per vervuilingseenheid;
4. De contractuele inpassing van DuboCalc, in relatie tot de wijze van MKI-waardering, spelregels voor het toepassen van DuboCalc in een project en de berekeningsscope (Gosselink, DuboCalc verdient beter, 2016).



Figuur 9 Een schematische weergave van DuboCalc

De nieuwe versie van DuboCalc, namelijk DuboCalc 5.0 is in tegenstelling tot al haar voorgangers ditmaal een webbased versie. Deze versie van DuboCalc is op 30 maart 2017 door Cenosco en Royal HaskoningDHV gelanceerd in opdracht van Rijkswaterstaat. Alle voorgaande versies van DuboCalc zijn iedere keer gelanceerd als softwareapplicatie, echter is er dit keer gekozen voor een versie die volledig online is. Door deze keuze is het niet meer benodigd om software-installaties uit te voeren. Daarnaast kunnen de gebruikers van DuboCalc ook gezamenlijk aan de projecten werken, is het programma te gebruiken op tablets, is de toegang tot nieuwe software updates veel gemakkelijker en daarbij komt ook nog het feit dat de vormgeving van het programma aangepast en gemoderniseerd is (Mentink, 2017).

Net als voor de CO₂-projectscan tool, is voor DuboCalc ook nog steeds een ingenieur nodig om de diverse projecten, varianten, elementen, materialen en aanvullende gegevens in DuboCalc in te vullen. Daarbij vergt het ook enige kennis om DuboCalc goed onder de knie te krijgen en ook te snappen hoe alles ingevuld moet worden en wat alles betekend.

DuboCalc is door de verschijning van de online versie niet meer gratis beschikbaar sinds 1 juli 2017. Als systeem is er gekozen voor een licentiesysteem met in eerste instantie de volgende licenties:

- ✚ Één gebruiker €350,- per jaar;
- ✚ Vijf gebruikers €1000,- per jaar;
- ✚ Tien gebruikers €1800,- per jaar (DuboCalc, s.d.-b).

Daarbij komt ook dat de licentie op jaarbasis tot een maximum van 50 projecten per licentie per gebruiker geldig is (DuboCalc, s.d.-b).

DGBC Materialentool

De Dutch Green Building Council Materialentool, oftewel DGBC Materialentool is ontwikkeld door Dutch Green Building Council (DGBC). De eerste voor de markt beschikbare versie van deze tool (versie 2.0) is in 2013 op de markt gebracht (Dutch Green Building Council, 2013-b). Voor het op de markt brengen van deze versie en de daaropvolgende versies zijn er wel een aantal andere versies geweest, echter zijn deze versies binnen de organisatie gebleven (Dutch Green Building Council, 2017). Dit betekent dat de ontwikkeling van de materialentool al voor 2013 plaatsvond. Aangezien versie 1.0 van de DGBC Materialentool gebaseerd is op GreenCalc+ 4.2 (Dutch Green Building Council, 2013-a) kan verwacht worden dat de Materialentool rond november 2011 in ontwikkeling is gegaan. De reden van deze conclusie is dat GreenCalc+ 4.2 in november 2011 op de markt gekomen is (GreenCalc+, s.d.).

De DGBC Materialentool is op dezelfde manier opgebouwd als DuboCalc, echter is de DGBC Materialentool toegespitst op gebouwen en minder ver ontwikkeld als DuboCalc. Door het feit dat deze tool wel erg op DuboCalc lijkt en ook de Nationale Milieudatabase (NMD) gebruikt (Dutch Green Building Council, s.d.), is er wel voor gekozen om deze tool toe te lichten.

Het doel van de tool is het identificeren en stimuleren van het gebruik van materialen die gedurende de volledige levenscyclus van een gebouw een lage milieu-impact hebben. Daarnaast behoren de milieuprestatieberekening (MPG) en de bijbehorende Nationale Milieudatabase (NMD) tot de basis voor de toekenning van punten of credits voor het gebruik van duurzame materialen in relatie tot de criteria Duurzaam Inkopen en BREEAM-NL. Op basis van de procentuele verbetering tegenover een bepaalde referentiewaarde worden het aantal toe te kennen punten bepaald. Deze referentiewaarde is een vereenvoudigde weergave voor een standaard gebouw waarin niet in grote mate duurzame materialen gebruikt worden (Dutch Green Building Council, 2017).

In de DGBC Materialentool is de 'Bepalingsmethode milieuprestatie van gebouwen en GWW-werken' geïntegreerd en is de opzet van de tool vergelijkbaar met een kostencalculatie. In de tool (een softwareapplicatie) worden de kenmerken van het gebouw, zoals afmetingen ingevoerd. Hierop volgend dienen de bouwproducten geselecteerd te worden en moet ingevuld worden hoeveel van elk product gebruikt wordt in het bouwwerk. Door middel van deze gegevens en de gekoppelde gegevens in de NMD berekent het programma op basis van de bepalingmethode de milieueffecten van het gebouw/bouwwerk. Na deze berekening wordt als resultaat een milieuprofiel weergegeven. Dit milieuprofiel geeft een getal weer voor de milieueffecten binnen de diverse effectcategorieën, waaronder emissies en grondstoffen. Vervolgens wordt op basis van de bepalingmethode het getal omgerekend tot een schaduwprijs (dit zijn de fictieve kosten die gemaakt zouden moeten worden om de effecten op het milieu ongedaan te maken) (Dutch Green Building Council, s.d.).

Net als bij de CO₂-projectscan en DuboCalc is ook voor deze tool een ingenieur benodigd om de diverse gegevens in te voeren. Desondanks is de DGBC Materialentool gratis te downloaden vanaf de website van Dutch Green Building Council (Dutch Green Building Council, s.d.).

CO₂-prestatieladder

De CO₂-prestatieladder is door ProRail ontwikkeld en uiteindelijk begin december 2009 gelanceerd. Vanaf dat moment is ProRail ook begonnen om bedrijven een streepje voor te geven bij aanbestedingen als zij klimaatbewust produceren (Dalen, 2010). Het doel van de prestatieladder is gerelateerd aan het uitdagen en stimuleren van bedrijven om hun eigen CO₂-productie inzichtelijk te maken, daardoor te kennen en vervolgens te verminderen (CO₂-Prestatieladder.info, s.d.) en uiteindelijk een klimaatneutraal bedrijfsleven te creëren (SKAO, s.d.-a). Na 2009 is de prestatieladder nog twee jaar in beheer en eigendom geweest van ProRail waarna het in 2011 overgenomen is door Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden en Ondernemen (SKAO, s.d.-b), afgekort SKAO. Vanaf dat moment is SKAO ook verantwoordelijk geworden voor het gebruik, de verdere doorontwikkeling en zorgt zij ervoor dat de ladder in meer sectoren en bij meer opdrachtgevers en bedrijven gebruikt gaat worden (SKAO, s.d.-a).

De ladder helpt organisaties om CO₂-uitstoot op een structurele wijze te reduceren binnen haar bedrijfsvoering, projecten en keten. Daarbij krijgen de organisaties (zoals hierboven vermeld) ook een streepje voor bij aanbestedingen in de vorm van een korting, namelijk EMVI-korting. Hierdoor wordt de ladder dus gebruikt als aanbestedingsinstrument, maar ook als CO₂-managementsysteem. Door het gebruik maken van de ladder gaan organisaties dus niet werken aan regelgeving, maar creëert het ruimte voor creativiteit en om haar bedrijfsvoering en producten te vernieuwen. Ondanks de kosten omtrent het certificeren volgens de CO₂-prestatieladder verdienen organisaties dit vrijwel direct terug door innovatiewinsten, materiaalbesparing en lagere energiekosten (SKAO, s.d.-b).

De ladder is opgebouwd uit vijf niveaus, waarvan niveau één tot en met drie betrekking hebben op de CO₂-uitstoot van haar eigen bedrijfsvoering. Vanaf niveau vier en vijf heeft de ladder ook betrekking op de CO₂-uitstoot binnen de keten en sector van de organisatie. De organisatie is dus op een bepaald niveau gecertificeerd als het voldoet aan alle eisen van de CO₂-prestatieladder van dat niveau (en de daar onderliggende niveaus). De geformuleerde eisen zijn ontstaan uit vier invalshoeken, namelijk:

- A. Inzicht, namelijk het bepalen van de CO₂-Footprint en de energiestromen;
- B. Reductie, oftewel het uitzetten van ijerige doelstellingen op het gebied van CO₂-reductie;
- C. Transparantie, oftewel structurele communicatie over het CO₂-beleid dat de organisatie hanteert;
- D. Participatie, oftewel in hoeverre aan initiatieven binnen de sector in relatie tot CO₂-reductie wordt deelgenomen (SKAO, s.d.-b).

Elke organisatie die gecertificeerd is wordt elk jaar geaudit door een geaccrediteerd, maar onafhankelijke Certificerende Instelling (CI). Hierdoor hebben de gecertificeerde organisaties geheid een CO₂-managementsysteem dat voor de organisatie en haar projecten werkt dat ieder jaar getoetst wordt op reductie, continu verbetering en ambities. Zoals eerder vermeld krijgen gecertificeerde instellingen korting op hun aanbesteding in de vorm van een EMVI-korting. Hoe hoger het certificeringsniveau, hoe hoger de korting op de aanbesteding (SKAO, s.d.-b).

Op de website van SKAO is een overzicht te zien van de Certificerende en Verifiërende Instellingen (zie website SKAO → Certificeren → Audit: Certificerende en Verifiërende instellingen). Ladder gecertificeerde Instellingen afgekort CIs zijn organisaties die door SKAO/Raad voor Accreditatie (RvA) bevoegd zijn om certificeringen en audits uit te voeren in relatie tot de CO₂-Prestatieladder en Verifiërende Instellingen afgekort VIs zijn bevoegd om een inventaris te verifiëren in relatie tot emissies, conform eisen 3A2 en 5A3 (SKAO, s.d.-c).

Materialenpaspoort

De ontwikkeling van het materialenpaspoort is gestart bij de visie van de grondlegger, namelijk bij de heer Thomas Rau. Hij had als visie om materialen te hergebruiken en om die reden bedacht hij in 2011 het materialenpaspoort. De eerste keer dat hij dit idee toepaste was in 2013, namelijk voor het project “tijdelijke uitbreiding van gemeentehuis Brummen”. Voor dit project maakte hij met de leveranciers een afspraak om alle materialen die zij leverden na vijftien jaar (het moment dat het gebouw weer gedemonteerd wordt) weer terug te nemen. Vervolgens heeft de heer Rau alles vast gelegd in de tool die hij in 2011 bedacht heeft. De ontwikkeling van het materialenpaspoort dat vandaag de dag beschikbaar is, heeft echter pas vorm gekregen nadat de heer Rau in 2015 de heer Pablo van den Bosch ontmoete. De heer Van den Bosch was onder de indruk van de visie van de heer Rau en omdat de heer Rau de heer Van den Bosch uitdaagde om met een businessmodel te komen is uiteindelijk de (Kreule, 2017) Stichting Madaster Foundation (Stichting Madaster Foundation, s.d.-a) ontstaan (Kreule, 2017). Deze stichting is verantwoordelijk voor de verdere ontwikkeling van de Materialenpaspoort (Stichting Madaster Foundation, s.d.-b). Nadat de heer Rau en Van den Bosch halverwege februari 2017 aan een select publiek hun plan presenteerden rondom het materialenpaspoort en daardoor een financiële en inhoudelijke steun kregen van in totaal 33 zogenaamde Kennedy's (Duurzaam Ondernemen, 2017), oftewel “Founding Fathers” (Duurzaam Nieuws, 2017). Konden zij binnen zeven maanden hun doel bereiken en hebben zij eind september 2017 het materialenpaspoort beschikbaar kunnen stellen (Duurzaam Ondernemen, 2017).

Momenteel is het materialenpaspoort enkel gericht op de Nederlandse markt en daarbinnen op vastgoed. Desondanks heeft de stichting als doel om na het eerste kwartaal van 2018 een pilot te starten, waardoor ook infrastructurele projecten in de tool verwerkt kunnen worden. Vervolgens willen zij na het derde kwartaal van 2018 de tool beschikbaar stellen voor de hele wereld en na het daaropvolgende kwartaal, oftewel in 2019, willen zij dat het materialenpaspoort ook daadwerkelijk infrastructurele projecten ondersteunt (Stichting Madaster Foundation, s.d.-c).

Het doel van het materialenpaspoort is het elimineren van afval door een identiteit te geven aan materialen (Stichting Madaster Foundation, s.d.-d). Het doel van de bedenkers omtrent het materialenpaspoort, oftewel de oprichters van de Stichting Madaster Foundation, is het elimineren van afval (Kreule, 2017). Zij willen dit doel dus werkelijkheid maken door bedrijven gebruik te laten maken van deze tool en deze tool verder te ontwikkelen.

In het materialenpaspoort is een ordelijk en beknopte weergave te zien van alle informatie die in het Madaster zijn vastgelegd en gekoppeld zijn aan een object (momenteel enkel gebouwen, maar in de toekomst ook infrastructurele projecten). De tool geeft een identiteit aan het object en daarnaast ook aan alle materialen die in het object verwerkt zijn voor zover deze in het materialenpaspoort verwerkt zijn. De kwaliteit van het paspoort dat gekoppeld is aan het object is afhankelijk van de informatie die hierin verwerkt is. Hoe meer en hoe gedetailleerder de gegevens, hoe groter de diepgang van het paspoort (Stichting Madaster Foundation, s.d.-e). De gegevens die in het paspoort verwerkt kunnen worden bestaat onder andere uit welke materialen in een object verwerkt zijn, de hoeveelheid van deze materialen en wat de waarde van deze materialen is. Daarnaast kan ook informatie over demontage en circulariteit aan het paspoort toegevoegd worden (Primum, s.d.). Daarbij kan ook inzichtelijk gemaakt worden hoe alle materialen in een object verwerkt zijn. Door deze volledige registratie van materialen in een object maakt het terugwinnen en hergebruiken van materialen bij demontage of sleep eenvoudiger en worden deze objecten meer waard (Duurzaam Nieuws, 2017).

Ook voor deze tool is een persoon benodigd om de gegevens van het project in het paspoort in te voeren. De tool is beschikbaar gesteld voor iedereen (Duurzaam Ondernemen, 2017), dus zowel voor zakelijke gebruikers als voor particuliere gebruikers. Voor beide gebruikers zijn abonnementsvormen opgesteld. De zakelijke gebruikers kunnen de abonnementsvormen Small, Medium, Large en Xlarge afsluiten (Stichting Madaster Foundation, s.d.-f) en de particuliere gebruikers kunnen de abonnementsvorm particulier afsluiten (Stichting Madaster Foundation, s.d.-g). De eigenschappen van de abonnementsvormen zijn in de tabel hieronder weergegeven.

Tabel 1 Eigenschappen abonnementsvormen Materialenpaspoort [(Stichting Madaster Foundation, s.d.-f) en (Stichting Madaster Foundation, s.d.-g)]

Abonnementsvorm	Kosten per jaar	Btw-vorm	Maximumaantal gebruikers	Maximum Bruto Vloeroppervlakte [in m ²]
Small	€100,-	Excl. BTW	2	1.000
Medium	€500,-	Excl. BTW	3	1.000 – 5.000
Large	€1000,-	Excl. BTW	5	5.000 – 10.000
Xlarge	€2000,-	Excl. BTW	10	10.000 – 20.000
Particulier	€19,95	Incl. BTW	1	1.000

Één van de voordelen van het materialenpaspoort voor zakelijke gebruikers is dat als zij deze tool gebruiken voor en tijdens een project het bedrijf een financieel voordeel krijgt op hun aanbesteding in de vorm van een EMVI-korting (Primum, s.d.).

Suspindle

Suspindle, die ook wel duurzaamheidswaaijer genoemd wordt, is een door Grontmij ontwikkelde tool die in 2012 Grontmij-breed gelanceerd is. Mees Beeker is de initiator en kartrekker van deze tool geweest (Beeker, s.d.), echter is er na de reorganisatie van Grontmij in 2012 maar weinig informatie te vinden over deze tool (Verhelst, 2012). Om die reden wordt verwacht dat eveneens bij de CO₂-projectscan van Royal HaskoningDHV deze reorganisatie van Grontmij heeft geleid tot het stopzetten van het verder ontwikkelen en het verder implementeren van deze tool.

Het doel van Suspindle is om de overkoepelende duurzaamheidsambities van opdrachtgevers te vertalen naar een projectambitie. Deze projectambities worden vervolgens tijdens het ontwerpen vertaald naar duidelijke maatregelen op het gebied van duurzaamheid. Daarbij stimuleert deze tool ook de duurzame gedachtegang binnen Grontmij, omdat het de medewerkers bewust laat nadenken over duurzame maatregelen binnen een project (DJ100, s.d.).

Daarnaast heeft Suspindle als neven doel om het begrip duurzaamheid binnen projecten te vervangen door termen die wel duidelijk en begrijpbaar zijn voor medewerkers. Hierbij is te denken aan de termen als “optimalisatie van transport over water tijdens uitvoering” en “energieneutraal openbaar verlichtingssysteem”. Doordat deze tool een hulpmiddel is om het woord duurzaamheid begrijpbaar te maken, kan het zo lang als het nodig is toegepast worden en kan het helpen bij diverse vraagstukken omtrent duurzaamheid (DJ100, s.d.).

Suspindle is een tool die in elk denkbaar ontwerpproces op een generieke en systematische manier duurzaamheidsmaatregelen kan opstellen. De tool bestaat uit in totaal vijf lagen en in de eerste laag wordt de projectambitie bepaald. In ieder daaropvolgende laag wordt verder ingegaan op deze ambitie om uiteindelijk te komen tot duidelijke duurzaamheidsmaatregelen. De laatste laag, oftewel laag vijf, is samengesteld op basis van een aantal algemene ontwerp vragen. Door deze tool te gebruiken kan vanaf het begin tot het einde van een project gefocust worden op de vragen die een bijdragen zullen leveren aan de ambitie van het project (DJ100, s.d.).

Asfalt-Impuls

De Asfalt-Impuls is een programma dat momenteel nog volop in ontwikkeling is voor de asfaltsector. Het initiatief voor dit programma is in 2016 genomen door Rijkswaterstaat, waarna vervolgens door Paul Cools van Rijkswaterstaat een sectorbrede verkenningsronde is uitgevoerd (CROW, s.d.-a). In deze periode heeft de heer Cools ongeveer 40 organisaties en bedrijven bezocht (CROW, 2017). Gedurende dit onderzoek bleek er een breed draagvlak te zijn voor het programma, waardoor besloten is om het programma te gaan ontwikkelen. De ontwikkeling van het programma Asfalt-Impuls zal vijf jaar in beslag nemen, waardoor het rond 2021/2022 beschikbaar gesteld kan worden aan de markt (CROW, s.d.-a). Het programma moet in 2023 in ieder geval leiden tot een brede toepassing van kennis, contracten, tools en technologie, waarmee de gemiddelde levensduur van onze asfaltwegen verdubbeld wordt en de standaardafwijking wat betreft levensduur gehalveerd wordt (Los, 2017).

Voor de ontwikkeling van het programma is er in 2017 een Plan van Aanpak opgesteld die tijdens de 2^e Asfalttop (4 oktober 2017) gepresenteerd is. In dit Plan van Aanpak zijn zes thema's geïdentificeerd waaraan gewerkt zal worden gedurende de ontwikkeling van het programma. Deze thema's zijn:

-  Kwaliteitsverbetering;
-  Kwaliteitsborging;
-  Circulariteit;
-  Levensduurvoorspelling;
-  Kosteneffectiviteit;
-  Asfalt in contracten (CROW, s.d.-a).

Vóór de 2^e Asfalttop is er een voorlopig programma samengesteld door een voorbereidingsteam, echter is voor de verdere sturing van het programma een stuurgroep aangesteld (CROW, s.d.-b) welke op 6 november 2017 geïnstalleerd is (CROW, s.d.-a). Deze stuurgroep bestaat onder andere uit Edwin Griffioen van Rijkswaterstaat als voorzitter, Paul Cools van Rijkswaterstaat als secretaris, Arian de Bondt van Ooms Civiel en Michiel Dop van Aveco de Bondt (CROW, s.d.-b). De taken van de stuurgroep hebben betrekking op het richting geven aan de inhoud en definitieve vorm van het programma.

De hoofddoelstelling van deze stuurgroep voor het programma is als volgt:

“Verdubbeling gemiddelde levensduur van onze asfaltwegen, halvering spreiding in levensduur, halvering CO₂-productie, tegen gelijke of lagere kosten.” (CROW, s.d.-a)

De focus van het programma Asfalt-Impuls ligt in eerste instantie op het verlengen van de levensduur van de wegen. Het verlengen van deze levensduur heeft als effect dat de onderhoudskosten omlaaggaan en de verkeershinder verminderd wordt. Daarnaast spelen binnen de asfaltsector ook duurzaamheid en innovatie (van onder andere nieuwe asfaltmengsels en aanlegmethoden (Los, 2017)) een grote rol (CROW, s.d.-a). Daarbij zien aannemers en leveranciers kansen om met het programma innovatieve asfaltmengsels die zij zelf ontwikkeld hebben te valideren voor landelijke toepassing door alle opdrachtgevers, aangezien zij graag willen dat hun investeringen in innovaties ook rendement opleveren (Los, 2017).

De reden voor de ontwikkeling van het programma Asfalt-Impuls is ontstaan door de grote uitdagingen die (CROW, s.d.-a) de zes ‘bloedgroepen’ (wegbeheerders, ontwerpers, asfaltaannemers, kwaliteitsborgers, kennisinstellingen en leveranciers (Los, 2017)) de komende jaren tegen gaan komen door onder andere invulling te moeten geven aan circulaire economie, de Green Deal Duurzaam GWW 2.0 en het Klimaatakkoord van Parijs. Daarbij moeten ook kosten, verkeers- en omgevingshinder gereduceerd worden en moet er een gezonde economische omgeving voor het asfalt producerende en verwerkende bedrijven blijven bestaan. Om hier effectief oplossingen voor te kunnen leveren is enkel een gezamenlijk gedragen en gecoördineerd programma mogelijk.

Momenteel wordt er al vanaf diverse invalshoeken gewerkt aan elementen die bij moeten gaan dragen aan oplossingen voor de omschreven uitdagingen, echter zijn deze initiatieven verdeeld. Het programma Asfalt-Impuls zal voor de afstemming zorgen tussen deze initiatieven en daarbij zal het bij moeten dragen aan een versnelling van ontwikkelingen. Daarbij zullen ook nieuwe projectvoorstellen ontwikkeld en geïmplementeerd worden.

BIJLAGE IV OPBOUW EN WERKING DUBOCALC 5.0

DuboCalc is, zoals in bijlage III beschreven, vanaf 30 maart 2017 niet meer beschikbaar als software, maar als webbased versie. Hierdoor is ook de opbouw/werking van DuboCalc iets veranderd. Hieronder wordt de opbouw/werking van DuboCalc versie 5.0, oftewel de webbased versie verder toegelicht. Onderstaande informatie is gebaseerd op de bron (DuboCalc, s.d.).

De nieuwe versie van DuboCalc is te starten via de URL <https://app.dubocalc.nl>. De hoofdschermen in deze versie bestaan uit:

-  Het inlogscherf;
-  Het startscherm;
-  Het projectscherf
-  De zwaartepunten analyse;
-  Het dashboard;
-  Zoeken.

Het inlog- en startscherm

Voordat het startscherm van DuboCalc weergegeven wordt moeten op het inlogscherf eerst de inloggegevens ingevuld worden. Na het invullen wordt het persoonlijke startscherm geladen en hierop zijn alle projecten waar de gebruiker toegang toe heeft weergegeven. In het startscherm kunnen een aantal functies geselecteerd worden, namelijk:

-  Nieuw;
-  Importeren;
-  Openen;
-  Kopiëren;
-  Verwijderen;
-  Gebruikers uitnodigen.

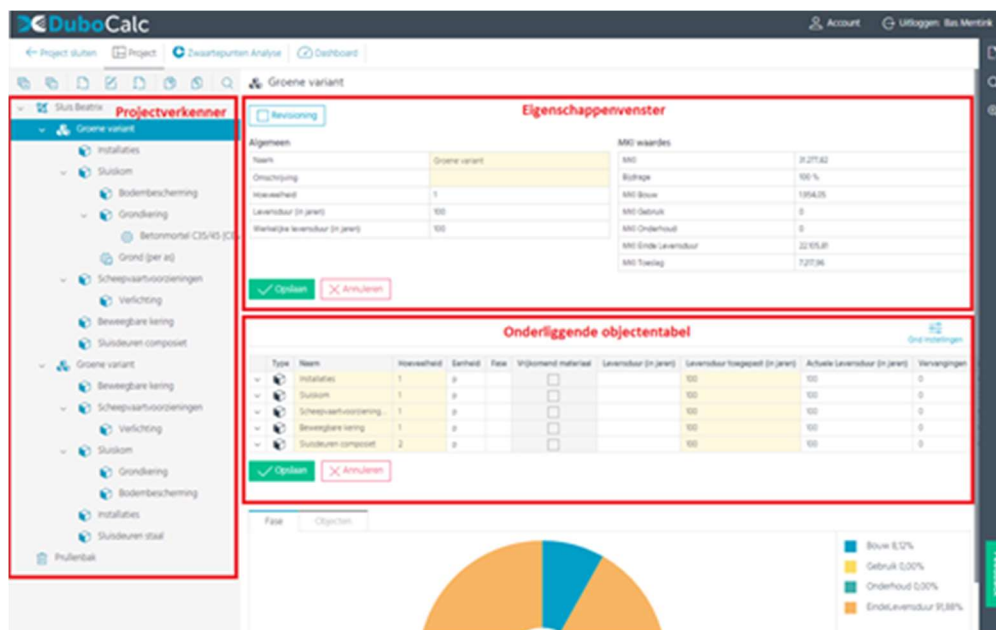
De functies nieuw en importeren resulteren in het toevoegen van een nieuw project en de functies openen, kopiëren, verwijderen en gebruikers uitnodigen hebben betrekken op de projecten die al in DuboCalc verwerkt zijn.

De functie nieuw resulteert in het aanmaken van een nieuw project. Hiervoor moeten eerst de naam van het project, de start datum, levensduur en de bibliotheek versie (Nationale Milieudatabase of DuboCalc database) ingevuld worden. Het is ook mogelijk om een omschrijving van het project te geven, echter is dit niet verplicht voor het aanmaken van een project. Daarnaast is het ook mogelijk om met de knop importeren bestaande DuboCalc versie 4.0 projecten als .PDC-bestandsformaat in te laden. Na het inladen van het juiste project moet eerst de database versie geselecteerd worden, voordat het project daadwerkelijk opgenomen wordt in de keuzelijst op het startscherm.

Bij de functie openen wordt het project dat op dat moment in het startscherm van DuboCalc geselecteerd is geopend. Bij de functies kopiëren wordt dit project gekopieerd en bij verwijderen wordt dit project verwijderd. Als de functie gebruikers uitnodigen geselecteerd wordt, dan kan de eigenaar van het project een uitnodiging versturen naar zijn/haar collega('s). Nadat op deze functie geklikt is, wordt er een venster geopend waarin een lijst is weergegeven van alle binnen de organisatie beschikbare gebruikers. Door het selecteren van de gebruikers en het bevestigen van de selectie ontvangen zij een notificatie in de vorm van een email. Daarnaast kunnen collega's ook als eigenaar uitgenodigd worden. Dit maakt het voor hun mogelijk om ook collega's/gebruikers uit te nodigen en om het project te kopiëren en te verwijderen.

Het projectscherm

Na het aanmaken van een nieuw project, het importeren van een DuboCalc 4 project of het openen van een project dat al in het startscherm opgenomen is, wordt het projectscherm geopend. Het projectscherm is opgebouwd uit verschillende weergaven, namelijk de projectverkenner, het eigenschappenvenster en de onderliggende objectentabel (van het object dat geselecteerd is). De projectverkenner wordt standaard aan de linkerzijde weergegeven (zie figuur 10). Daarnaast wordt het eigenschappenvenster rechtsboven en de onderliggende objectentabel rechtsonder weergegeven (zie figuur 10). Daarbij is onderin het projectscherm een grafische weergave te zien van de MKI-waarde verdeeld op fase of de onderliggende objecten.



Figuur 10 Grafische weergave verdeling Projectscherm

De projectverkenner

De structuur van een project wordt weergegeven en kan aangepast worden in de projectverkenner. In deze projectverkenner wordt de volgende onderverdeling gehanteerd, namelijk (de onderverdeling is van "groot" naar "klein"):

- ✚ Varianten;
- ✚ Elementen;
- ✚ Items.

Variante(n) zijn structuuronderdelen die een of meerdere elementen bevatten. Varianten worden gebruikt om voor de verschillende ontwerpvarianten/uitvoeringsmogelijkheden de MKI-waarde te berekenen, waardoor een keuze gemaakt kan worden op het gebied van duurzaamheid.

Elementen zijn structuuronderdelen die bestaan uit een of meerdere items en/of andere (sub)elementen. Elementen behoren tot een bepaalde variant en worden gebruikt om een structuur aan te brengen in de projectverkenner.

Items zijn de materialen/objecten die tijdens de bouw-/realisatiefase van een project gebruikt worden. Elk materiaal/object heeft een bepaalde levenscyclus met een aantal fasen, iedere fase bevat haar eigen standaard informatie. Zodra een item in de vorm van een materiaal/object is toegevoegd wordt deze informatie weergegeven in het eigenschappenvenster. Items kunnen met behulp van zoeken en geavanceerd zoeken toegevoegd worden door deze naar het juiste element te slepen of te kopiëren. Door te klikken op één van de vergrootglazen in de verticale balk aan de rechterzijde van het projectscherm, kan de functie zoeken of geavanceerd zoeken geopend en de items geselecteerd worden. In het eigenschappenvenster kan voor ieder item een eenheid en hoeveelheid ingevuld worden.

In de werkbalk (zie figuur 11) van de projectverkenner zijn diverse functies opgenomen, deze functies zijn van links naar rechts:



Figuur 11 Werkbalk Projectverkenner

- ✚ Alle lagen openklappen (dit kan ook door tweemaal op de laag te klikken of op het pijltje voor het symbool van de laag te klikken);
- ✚ Alle lagen dichtklappen (dit kan ook door tweemaal op de laag te klikken of op het pijltje voor het symbool van de laag te klikken);
- ✚ Toevoegen (onder de geselecteerde laag);
- ✚ Bewerken (van de geselecteerde laag);
- ✚ Verwijderen (van de geselecteerde laag);
- ✚ Kopiëren (van de geselecteerde laag);
- ✚ Plakken (onder de geselecteerde laag);
- ✚ Zoeken (binnen de projectverkenner).

Daarnaast zijn er ook nog een aantal functies beschikbaar door met de rechtermuisknop op een laag te klikken, namelijk:

- ✚ Energieverbruik/gebruik (van de laag);
- ✚ Kopiëren (van een laag);
- ✚ Plakken (kan enkel na het kopiëren van een laag);
- ✚ Toevoegen (van een nieuwe laag);
- ✚ Bewerken (van de geselecteerde laag);
- ✚ Verwijderen (van de geselecteerde laag).

De projectverkenner maakt het mogelijk om de eigenschappen van een project aan te passen, maar het verwijderen van een project kan enkel via het startscherm.

Eigenschappenvenster

De eigenschappen van een geselecteerd object in de projectverkenner worden weergegeven in het eigenschappenvenster. Het overgrote deel van de eigenschappen die in het venster te zien zijn hebben een standaard invulling en kunnen niet aangepast worden. Enkel de eigenschappen met een gele achtergrondkleur kunnen aangepast worden. Daarnaast zijn de eigenschappen van de onderliggende materialen of processen te vinden in de onderliggende objecten tabel. De eigenschappen worden zichtbaar zodra de betreffende regel in de tabel uitgeklaapt wordt. De onderdelen die zichtbaar zijn in het eigenschappenvenster bestaan uit:

Tabel 2 Zichtbare onderdelen en eigenschappen in het eigenschappenvenster

Onderdelen	Eigenschappen	Omschrijving
Algemeen	Naam	De naam van een object. De naam van elementen en varianten is aan te passen, maar de naam van items niet.
	Hoeveelheid	De hoeveelheid van een object in de eenheid die gekozen is. Deze waarde is aanpasbaar.
	Eenheid	De eenheid van de aangegeven hoeveelheid van een item of element. De eenheid is aanpasbaar.
	Fase	De fase waarin het item in het project wordt toegepast.
	Vrijkomend Materiaal	Het materiaal dat tijdens het werk verwijderd wordt in plaats van aangebracht.
	Data Categorie	De gegevens in de database worden verdeeld over drie categorieën, waarvan categorie drie niet gevalideerd is en daardoor een opslagpercentage ontvangt van de 30% op de MKI-waarde. Categorie 1 (bedrijfsdata) en 2 (branchedata) bestaan wel uit gevalideerde gegevens.
	Data Eigenaar	De eigenaar van het materiaal, oftewel het item.
	Data Toelichting	Informatie over het item.
	Afvalscenario Bouw	Het afvalscenario voor afval en uitval dat gedurende de bouw wordt toegepast.
	Afvalscenario Einde Levensduur	Het afvalscenario dat bij einde levensduur wordt toegepast.
	Percentage Afval	De hoeveelheid afval bij de aanleg van een project.
	Percentage Uitval	De hoeveelheid uitval bij de aanleg van een project.
	Levensduur	De levensduur/technische levensduur van het object.
	Actuele Levensduur	De afgedwongen levensduur die in berekeningen wordt toegepast op basis van de levensduur van bovenliggende elementen.
Transport	Transportafstand	De transportafstand dat van toepassing is voor het item en het project. Deze afstand kan aangepast worden door de gebruiker, maar is enkel beschikbaar voor transport items.
		De transport items zijn te herkennen aan het icoon, namelijk: 
	Transportafstand Item	De standaard transportafstand dat van toepassing is op een item. Deze waarde kan niet aangepast worden door de gebruiker.
MKI-waardes	MKI	De totale Milieu Kosten Indicator dat berekend is op basis van de ingevoerde (aanpasbare) eigenschappen van het object dat geselecteerd is. Twee manieren, namelijk: 1. $MKI = MKI \text{ Bouw} + MKI \text{ Gebruik} + MKI \text{ Onderhoud} + MKI \text{ Einde Levensduur} + MKI \text{ Toeslag}$ 2. $MKI = MKI \text{ Bouw} + MKI \text{ Gebruik} + MKI \text{ Onderhoud} + MKI \text{ Einde Levensduur} + MKI \text{ Onderliggende Objecten} + MKI \text{ Afvalscenario} + MKI \text{ Toeslag}$
	Bijdrage	Het percentage dat de MKI van het geselecteerde object bijdraagt aan de totale MKI.
	MKI Bouw	De berekende MKI-waarde van het geselecteerde object gerelateerd aan de bouwfase.
	MKI Gebruik	De berekende MKI-waarde van het geselecteerde object gerelateerd aan de gebruiksfase.
	MKI Onderhoud	De berekende MKI-waarde van het geselecteerde object gerelateerd aan de onderhoudsfase.
	MKI Einde Levensduur	De berekende MKI-waarde van het geselecteerde object gerelateerd aan de fase einde levensduur.
	MKI Onderliggende Objecten	Deze waarde heeft enkel betrekking op items en weergeeft een opsomming van de MKI-waarden van de materialen en processen die onder het item vallen.
	MKI Afvalscenario	Deze waarde heeft enkel betrekking op items en weergeeft op basis van het materiaaltype van een item en de percentages voor uitval en afval de MKI-waarde voor de toepassing van het betreffende afvalscenario.
	MKI Toeslag	De MKI waarde opslag voor items die onder categorie 3 vallen. De opslag voor deze items bedraagt 30%.
Omschrijving		Een toelichting over het geselecteerde item. Er wordt geen toelichting gegeven bij elementen en varianten.

Onderliggende objectentabel

In het onderliggende objectentabel, dat rechtsonder in de projectverkenner te vinden is, wordt voor de variant, het element of het item de onderliggende objecten weergegeven. In deze tabel zijn ook de eigenschappen hoeveelheid, eenheid, levensduur en vrijkomend materiaal aan te passen. Indien meer detailinformatie gevraagd is, kan iedere regel verder opengeklapt worden.

Tabel 3 De verschillende fase in het onderliggende objectentabel inclusief toelichting

Fase	Toelichting	Nadere toelichting
Bouw	Standaard worden alle items (op energie items na) die aan een project worden toegevoegd gekoppeld de bouwfase, waardoor deze bijdragen aan de totstandkoming van het project.	Vrijkomend materiaal: Als er tijdens sloopwerkzaamheden op de bouwplaats materialen vrijkomen, dan kunnen items aangevinkt worden als "Vrijkomend Materiaal". Dit is enkel nodig als er onderhouds- of reconstructiewerkzaamheden uitgevoerd worden. (Normaal) Bouwafval is al gedefinieerd in het item als de parameter Bouwafval Percentage.
Gebruik	Aan deze fase worden enkel activiteiten gekoppeld die gedurende de levensduur van een project energie verbruiken (zoals energie voor de verlichting van een tunnel). Enkel items van het type Energie-item kunnen aan deze fase gekoppeld worden en dit type item wordt standaard aan deze fase toegewezen.	Voor elk item dat onder deze fase valt moet achter de eigenschap hoeveelheid de totale hoeveelheid energie, dat gedurende deze fase gebruikt wordt ingevuld worden.
Onderhoud	Aan de onderhoudsfase kunnen door de gebruikers geen items toegevoegd worden. De onderhoudsfase wordt automatisch ingevuld op basis van de items die geselecteerd zijn voor de bouwfase. De milieueffecten van de materialen en processen die behoren tot deze fase worden automatisch in de onderhoudsfase ingevuld. Daarbij worden ook de vervangen voor instandhouding van het werk meegenomen in de MKI waarde berekening van de onderhoudsfase.	-
Einde Levensduur	Aan de einde levensduur fase kunnen door de gebruikers geen items toegevoegd worden. De einde levensduur fase wordt automatisch ingevuld op basis van de items die geselecteerd zijn voor de bouwfase. De materialen en processen die behoren tot de sloop en recycling van een werk worden automatisch in deze fase ingevuld. Daarbij worden deze materialen standaard verwerkt op basis van het afvalscenario – einde levensduur.	-

Grafische weergave

Onder de onderliggende objectentabel is een grafische weergave te zien in de vorm van een cirkeldiagram. In de eerste tab is een cirkeldiagram te zien die per fase van de geselecteerde selectie de procentuele verdeling van de MKI-waarden laat zien. De tweede tab weergeeft de procentuele verdeling van de MKI-waarden op basis van de onderliggende objecten.

De zwaartepunten analyse

Met behulp van de zwaartepunten analyse kunnen diverse analyses uitgevoerd worden voor een geselecteerd object. Deze functie kan geselecteerd worden met behulp van de knop “Zwaartepunten Analyse” linksboven in het scherm. De analyse laat bijvoorbeeld per object of per fase een verdeling zien van de milieubelasting, waardoor snel gezien kan worden welke factoren de meeste invloed hebben op de milieubelasting van het werk.

De analyse bestaat uit vier onderdelen, namelijk project verkenner, analyse instellingen, grafische presentatie en/of datapresentatie.

In de projectverkenner van de zwaartepunten analyse kan de gebruiker het object selecteren dat geanalyseerd moet worden. Wanneer een object gekozen is, kan het type zwaartepunten analyse gekozen worden. Vervolgens moet er een keuze gemaakt worden over de gegevens waarop geanalyseerd moet worden, namelijk een of meer milieueffecten of een bepaald type MKI-waarde.

De mogelijke typen zwaartepunten analyses zijn:

- ✚ “Objecten per fase”, oftewel een zwaartepunten analyse op basis van een geselecteerde fase(s).
- ✚ “Top 15 Items per fase”, oftewel een totaal van 15 items die het meeste bijdragen in relatie tot het geselecteerde Milieueffect of MKI-waarde voor de aangegeven fase.
- ✚ “Top 15 Categorieën per fase”, oftewel een totaal van 15 categorieën die het meeste bijdragen in relatie tot het geselecteerde Milieueffect of MKI-waarde voor de aangegeven fase.
- ✚ “Objecten alle fasen”, oftewel zwaartepunten binnen de gehele levenscyclus.
- ✚ “Top 15 Items alle fasen”, oftewel een totaal van 15 materialen/processen die het meeste bijdragen in relatie tot het geselecteerde Milieueffect of MKI-waarde binnen de gehele levenscyclus.
- ✚ “Top 15 Categorieën alle fasen”, oftewel een totaal van 15 categorieën die het meeste bijdragen in relatie tot het geselecteerde Milieueffect of MKI-waarde binnen de gehele levenscyclus.

De resultaten kunnen weergegeven worden als grafische presentatie in de vorm van een cirkeldiagram of als datapresentatie in de vorm van een tabel, oftewel getalsmatig.

Het dashboard

Het dashboard kan met de knop “Dashboard” geopend worden en kan de volgende analyses weergeven (deze analyses kunnen naar Excel geëxporteerd worden):

- ✚ Vergelijking varianten;
- ✚ Procentuele bijdrage;
- ✚ Totaaloverzicht.

Als standaard worden in de weergave alle varianten getoond, echter kan de gebruiker selecteren welke varianten wel en niet weergegeven moeten worden door de variant aan en uit te vinken in de legenda. Met behulp van het keuzevak “uitsplitsen” kunnen onderliggende elementen die behoren tot de variant ook getoond worden.

Daarnaast is er ook een grafische weergave te zien van de resultaten in de vorm van een staafdiagram. Wanneer meerdere varianten geselecteerd zijn en gekozen is voor de optie uitsplitsen van objecten, dan zijn deze objecten te selecteren in de tabbladen. Daarbij wordt het diagram weergegeven op basis van de onderliggende objecten. Daarnaast worden er in de onderste weergave, oftewel de datapresentatie de resultaten getalsmatig weergegeven in tabelvorm.

De procentuele bijdrage weergeeft welke van de geselecteerde objecten (inclusief de onderliggende objecten) het meest bijdragen aan de milieubelasting op basis van de MKI-waarden.

Het totaaloverzicht weergeeft van alle objecten hoeveel deze bijdragen aan de totale milieubelasting van een variant. Op deze manier is snel te zien welke objecten de meeste invloed hebben op de milieubelasting van een werk en welke objecten dus de meest bepalende factoren zijn. Het overzicht wordt weergegeven als een objectenboom en per variant/object kunnen de onderliggende objecten worden uitgekapt. De bijdrage aan de milieubelasting wordt gegeven op basis van een procentuele bijdrage aan de totale milieubelasting.

Zoeken

Met behulp van zoeken en geavanceerd zoeken kunnen gebruikers items zoeken en toevoegen aan het project. De gevonden items worden weergegeven in het zoekresultaat en kunnen vanuit daar naar de projectverkenner gesleept of gekopieerd worden. Beide functies zijn beschikbaar via de balk aan de rechterzijde van het projectscherm.

In de functie zoeken (vergrootglas) kan de gebruiker met behulp van het invoer vak op basis van tekst items opzoeken in de bibliotheek. De gegevens worden weergegeven op basis van relevantie vergeleken met de tekst die ingevoerd is in het invoer vak.

In de functie geavanceerd zoeken (vergrootglas met een plus in het glas) kan de gebruiker op basis van de RAW-systematiek door de bibliotheek bladeren en op die manier de juiste items opzoeken, selecteren en toevoegen aan het project.



BIJLAGE V TOTAAL OVERZICHT MATERIALEN

- Wel opgenomen in DuboCalc en Broeikas­effect bekend, maar soortelijk gewicht niet te bepalen
- Wel opgenomen in DuboCalc, maar broeikas­effect waarde 0
- Gemiddelde waarden voor een groep materialen, maar niet opgenomen in DuboCalc.
- Wel een broeikas­effect waarde, maar niet opgenomen in DuboCalc.
- Geen broeikas­effect waarde en niet opgenomen in DuboCalc.
- Geen materiaal

Nationale Milieudatabase/DuboCalc												Overige informatie	
Aantal	Wagemaker Revit Template	Database benamingen NMD/DuboCalc	Broeikas­effect [kg CO ₂]	CO ₂ -uitstoot per eenheid	Soortelijk Gewicht Ondergrens [kg/m ³]	Soortelijk Gewicht Bovengrens [kg/m ³]	Soortelijk Gewicht Gemiddeld [kg/m ³]	Vermenigvuldigings- factor	Unieke code	Categorie	Opmerkingen	Bron Soortelijk Gewicht en Opmerkingen	
1	Aluminium	Betonmortel (gemiddeld)	135,42	ton	2.447,32		2.447,32	0,001	B	1		Revit	
2	Asfalt	Betonmortel C12/15 (CEM I)	104,84	ton	2.447,32		2.447,32	0,001	C12/15 1	1		Revit	
3	Asfalt (rood)	Betonmortel C12/15 (CEM III)	49,39	ton	2.447,32		2.447,32	0,001	C12/15 3	1		Revit	
4	Ballast	Betonmortel C20/25 (CEM I)	119,65	ton	2.447,32		2.447,32	0,001	C20/25 1	1		Revit	
5	Ballastbeton	Betonmortel C20/25 (CEM III)	56,70	ton	2.447,32		2.447,32	0,001	C20/25 3	1		Revit	
6	Betonstraat stenen	Betonmortel C20/25 (20 % granulaat)	52,67	ton	2.447,32		2.447,32	0,001	C20/25 20	1		Revit	
7	Cortenstaal	Betonmortel C20/25 (100 % granulaat)	57,03	ton	2.447,32		2.447,32	0,001	C20/25 100	1		Revit	
8	Default	Betonmortel C30/37 (CEM I)	123,84	ton	2.447,32		2.447,32	0,001	C30/37 1	1		Revit	
9	Default Light Source	Betonmortel C30/37 (CEM III)	57,43	ton	2.447,32		2.447,32	0,001	C30/37 3	1		Revit	
10	Default Roof	Betonmortel C30/37 (20 % granulaat)	60,80	ton	2.447,32		2.447,32	0,001	C30/37 20	1		Revit	
11	Default Wall	Betonmortel C30/37 (100 % granulaat)	66,90	ton	2.447,32		2.447,32	0,001	C30/37 100	1		Revit	
12	Fase Bestaand	Betonmortel C35/45 (CEM III)	58,04	ton	2.447,32		2.447,32	0,001	C35/45 3	1		Revit	
13	Fase Nieuw	Betonmortel C55/67 (CEM I-CEM III)	85,05	ton	2.447,32		2.447,32	0,001	C55/67 1-3	1		Revit	
14	Fase sloop	Betonmortel C70/85 (CEM I-CEM III)	123,54	ton	2.447,32		2.447,32	0,001	C70/85 1-3	1		Revit	
15	Fase tijdelijk	Schuimbeton	179,08	ton	400,00	1.600,00	1.000,00	0,001	SB	1		https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/schuimbeton/materiaaleigenschappen-sch109190	
16	Funderingszand	Onderwaterbeton (gemiddeld)	54,77	ton	2.447,32		2.447,32	0,001	OWB	1	Wordt in DuboCalc niet gebruikt, omdat iedere onderwaterbeton klasse haar eigen waarde heeft.	Revit	
17	Geogrid	Onderwaterbeton C20/25	46,33	ton	2.447,32		2.447,32	0,001	OWB C20/25	1		Revit	
18	Gewapend beton	Onderwaterbeton C30/37	51,89	ton	2.447,32		2.447,32	0,001	OWB C30/37	1		Revit	
19	Gietijzer	Betonbuis (gemiddeld)	137,00	ton	2.447,32		2.447,32	0,001	Bbuis	1		Revit	
20	Glas	Betondiuker	76,53	ton	2.447,32		2.447,32	0,001	Bduiker	1		Revit	
21	Glass	Cement (gemiddeld)	512,00	ton	1.250,00		1.250,00	0,001	CEM	1		http://www.mot.be/nl/opzoeken/bakovens/bouw-zelf-je-oven/hoeveelheden/mortel	
22	Gras	Zandcement (gestabiliseerd)	63,93	ton	1.500,00	1.750,00	1.625,00	0,001	ZandCEM	1		https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/zandcement/materiaaleigenschappen-zan109202	
23	Grond	Grout	211,43	ton	2.200,00	2.600,00	2.400,00	0,001	Grout	1		http://www.vrm.nl/WebRoot/Store2/Shops/VRM/5652/E01A/B054/8A95/9F44/B903/6B81/6BF2/657704_PDS.pdf	
24	Hekwerk gaas	Gres	643,67	ton	2.250,00		2.250,00	0,001	Gres	1		https://nld.sika.com/nl/products/document_download/PDSBouw/PDSSikaGrout.html	
25	Hout	Asfalt (gemiddeld)	53,30	ton	2.300,00	2.400,00	2.350,00	0,001	Asfalt	2	Wordt in DuboCalc niet gebruikt, omdat iedere asfaltsoort haar eigen waarde heeft.	https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/asfalt-beton-teerhoudend-99381/eigenschappen-asfalt-beton-99382/materiaaleigenschappen-asfa99388	
26	Hulpobjecten	Asfalt (DAB) 0% PR	57,69	ton	2.300,00	2.400,00	2.350,00	0,001	DAB PR0	2		https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/asfalt-beton-teerhoudend-99381/eigenschappen-asfalt-beton-99382/materiaaleigenschappen-asfa99388	
27	Kunststof	Asfalt (DAB) partiële recycling 20%	60,23	ton	2.300,00	2.400,00	2.350,00	0,001	DAB PR20	2		https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/asfalt-beton-teerhoudend-99381/eigenschappen-asfalt-beton-99382/materiaaleigenschappen-asfa99388	
28	Lichtbeton	Asfalt (OAB) partiële recycling 20%	64,47	ton	1.800,00	2.000,00	1.900,00	0,001	OAB PR20	2		https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/asfalt-beton-teerhoudend-99381/eigenschappen-asfalt-beton-99382/materiaaleigenschappen-asfa99386	
29	Markering	STAB 0% PR	35,34	ton	2.300,00	2.400,00	2.350,00	0,001	STAB PR0	2		https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/asfalt-beton-teerhoudend-99381/eigenschappen-asfalt-beton-99382/materiaaleigenschappen-asfa99388	
30	Menggranulaat	Asfalt (STAB) partiële recycling 20%	57,61	ton	2.300,00	2.400,00	2.350,00	0,001	STAB PR20	2		https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/asfalt-beton-teerhoudend-99381/eigenschappen-asfalt-beton-99382/materiaaleigenschappen-asfa99388	
31	Metselwerk	Asfalt (STAB) partiële recycling 50%	37,85	ton	2.300,00	2.400,00	2.350,00	0,001	STAB PR50	2		https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/asfalt-beton-teerhoudend-99381/eigenschappen-asfalt-beton-99382/materiaaleigenschappen-asfa99388	
32	Natuursteen	ZOAB (gemiddeld)	88,91	ton	2.450,00	2.500,00	2.475,00	0,001	ZOAB	2		https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/asfalt-beton-teerhoudend-99381/eigenschappen-asfalt-beton-99382/materiaaleigenschappen-asfa99386	
33	Ondersabeling	ZOAB+ (gemiddeld)	88,91	ton	2.450,00	2.500,00	2.475,00	0,001	ZOAB+	2		https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/asfalt-beton-teerhoudend-99381/eigenschappen-asfalt-beton-99382/materiaaleigenschappen-asfa99386	
34	Onderwaterbeton	Dubbel­laags ZOAB (toplaag)	88,91	ton	2.450,00	2.500,00	2.475,00	0,001	ZOAB 2 top	2		https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/asfalt-beton-teerhoudend-99381/eigenschappen-asfalt-beton-99382/materiaaleigenschappen-asfa99386	
35	Ongewapend beton	Asfalt (ZOAB 2/6, 2-laags, DGD)	70,10	ton	2.450,00	2.500,00	2.475,00	0,001	ZOAB 2 2/6	2		https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/asfalt-beton-teerhoudend-99381/eigenschappen-asfalt-beton-99382/materiaaleigenschappen-asfa99386	
36	Phase-Demo	Asfaltmestiek	121,90	ton	2.000,00	2.200,00	2.100,00	0,001	AM	2		https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/asfalt-beton-teerhoudend-99381/eigenschappen-asfalt-beton-99382/materiaaleigenschappen-asfa99388	
37	Phase-Exist	SMA 0/11, gemiddeld	80,89	ton	2.300,00	2.300,00	2.300,00	0,001	SMA 0/11	2		https://wegenverkeer.be/sites/awv/files/docs/MQW-AWY-2011-1.pdf	
38	Phase-Temp	Asfalt (EME) gemiddeld	57,69	ton	2.350,00	2.510,00	2.430,00	0,001	EME	2		http://aapaq.org/MC2012/PAB/03_TRL636.The.application.of.EME.in.flexible.pavements.report.pdf	
39	Platic	Asfalt (LTA)	33,50	ton	2.300,00	2.400,00	2.350,00	0,001	LTA	2		http://bamwegen.nl/sites/default/files/domain-316/documents/bam-wegen-extract-tu-delft-leab-316-13654082581030904506.pdf	
40	Poche	Greenway LE (AC 22BASE BIN 30/45 60% pr), c1	32,00	ton	2.300,00	2.400,00	2.350,00	0,001	G LE	2		https://issuu.com/crow-ede/docs/_D94_duurzaam_asfalt_greenway_le_p	
41	Prefab beton	LEAB Productie [A1-A3], c1	25,70	ton	2.300,00	2.400,00	2.350,00	0,001	LEAB P	2		http://bamwegen.nl/sites/default/files/domain-316/documents/bam-wegen-extract-tu-delft-leab-316-13654082581030904506.pdf	
42	PVR	LEAB Levering [A4], c1	5,12	ton	2.300,00	2.400,00	2.350,00	0,001	LEAB L	2		http://bamwegen.nl/sites/default/files/domain-316/documents/bam-wegen-extract-tu-delft-leab-316-13654082581030904506.pdf	
43	Render Material 0-255-255	LEAB Afdanking [C1-C4], c1	2,33	ton	2.300,00	2.400,00	2.350,00	0,001	LEAB A	2		http://bamwegen.nl/sites/default/files/domain-316/documents/bam-wegen-extract-tu-delft-leab-316-13654082581030904506.pdf	
44	Render material 255-255-255	Bitumen emulsie tussenlaag	277,32	ton	1.050,00	1.050,00	1.050,00	0,001	Bitumen	2		http://www.bouwkosten.nl/kleinschalig_onderhoud_en_herstel/Bouwdeelkosten_bouwkundig/Reststof_gemiddelde_dichtheid/kostengegevens-Kostenketengellen/63437.htm	
45	Rubber	Staal GWW (gemiddeld)	908,00	ton	7.852,68		7.852,68	0,001	S	3		Revit	
46	RVS	Betonstaal (gemiddeld)	908,00	ton	7.852,68		7.852,68	0,001	BS	3		Revit	
47	Staal	Net FeB 500 HKN	908,00	ton	7.852,68		7.852,68	0,001	Net 500	3		Revit	
48	Staal damwand	Voorspanstaal (gemiddeld)	908,00	ton	7.852,68		7.852,68	0,001	Vspan5	3		Revit	
49	Staalvezel beton	Staalvezels	908,00	ton	7.852,68		7.852,68	0,001	Svezel	3		Revit	
50	Stortsteen	Verzinkt bandstaal	2.270,71	ton	7.852,68		7.852,68	0,001	IVS	3		Revit	
51	Structuurmat	Lichtmast, staal 15 m	1.470,00	ton	7.852,68		7.852,68						

77		PP (polypropeen)	3.228,59	ton	910,00	910,00	0,001	PP	4	http://www.polyfluor.nl/html/stream_file.php?key=533us0w1t	
78		Polypropyleen vlies	2.387,80	ton	910,00	910,00	0,001	PP V	4	http://www.polyfluor.nl/html/stream_file.php?key=533us0w1t	
79		Polypropyleen vlies gewapend	2.913,62	ton	910,00	910,00	0,001	PP V G	4	http://www.polyfluor.nl/html/stream_file.php?key=533us0w1t	
80		Polypropyleen weefsel	2.387,80	ton	910,00	910,00	0,001	PP W	4	http://www.polyfluor.nl/html/stream_file.php?key=533us0w1t	
81		PP-leiding	2.301,50	ton	910,00	910,00	0,001	PP L	4	http://www.polyfluor.nl/html/stream_file.php?key=533us0w1t	
82		Bentonietmatten	1.204,19	ton	910,00	910,00	0,001	Bnietmat	4	http://www.vlnt.eu/Vilton/Website/Producten/Afdichten/Grondwaterkeringsystemen/Bentex-Max-LM-bentonietmat.aspx	
83		PE (gemiddeld)	2.267,30	ton	960,00	960,00	0,001	PE	4	http://www.polyfluor.nl/html/stream_file.php?key=533us0w1t	
84		Polyethyleen weefsel	2.507,47	ton	960,00	960,00	0,001	PE W	4	http://www.polyfluor.nl/html/stream_file.php?key=533us0w1t	
85		RE-PE (gemiddeld)	1.852,01	ton	960,00	960,00	0,001	RE PE	4	http://www.polyfluor.nl/html/stream_file.php?key=533us0w1t	
86		EPDM	2.570,94	ton	1.200,00	1.500,00	0,001	EPDM	4	http://www.eriks.be/uploads/tx_gudocshop/054419.pdf	
87		Polyester folie	7.809,26	ton	1.360,00	1.360,00	0,001	Poly F	4	http://www.alfaflex.com/nl/products/30000/31000/epdm-0	
88		Polyester weefsel	8.313,86	ton	1.360,00	1.360,00	0,001	Poly W	4	http://www.polyfluor.nl/html/stream_file.php?key=533us0w1t	
89		Polyester vlies gewapend	3.534,43	ton	1.360,00	1.360,00	0,001	Poly V G	4	http://www.polyfluor.nl/html/stream_file.php?key=533us0w1t	
90		Epoxy primer	4,68	kg	1.110,00	1.110,00	1,000	Epxy prime	4	http://www.vloeren-coatings.nl/product/scandfloor-unprimer-epoxy-primer	
91		PMMA (ACRYL)	7.128,88	ton	1.200,00	1.200,00	0,001	PMMA F	4	https://www.polyfluor.nl/html/stream_file.php?key=533us0w1t	
92		VVK glasvezel in epoxy	4.369,94	ton	2.500,00	2.600,00	0,001	VVK F epoxy	4	https://www.inholland.nl/media/12080/composieten-basiskennis-3e-druk-nl.pdf	
93		VVK glasvezels in polyester	4.632,68	ton	2.500,00	2.600,00	0,001	VVK F poly	4	https://www.inholland.nl/media/12080/composieten-basiskennis-3e-druk-nl.pdf	
94		VVK glasvezels in vinylster (constructies)	3.829,26	ton	2.500,00	2.600,00	0,001	VVK F vinyl	4	https://www.inholland.nl/media/12080/composieten-basiskennis-3e-druk-nl.pdf	
95		Zand (gemiddeld)	4,12	ton	1.600,00	1.800,00	1,700,00	0,001	Zand	5	https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/zand/materiaaleigenschappen-zand
96		Betonzand (Nederland)	4,81	m3	1.600,00	1.800,00	1.700,00	1,000	Bzand	5	https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/zand/materiaaleigenschappen-zand
97		Brekerzand	0,51	ton	1.600,00	1.800,00	1.700,00	0,001	Breekzand	5	https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/zand/materiaaleigenschappen-zand
98		Drainagezand	2,75	ton	1.600,00	1.800,00	1.700,00	0,001	Drainzand	5	https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/zand/materiaaleigenschappen-zand
99		Flugsand	16,59	ton	1.600,00	2.100,00	1.850,00	0,001	Flugsand	5	https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/flugsand/materiaaleigenschappen-flugsand
100		IJsselmeerzand (ophoogzand)	1,15	ton	1.600,00	1.800,00	1.700,00	0,001	IJzand	5	https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/zand/materiaaleigenschappen-zand
101		Landzand (ophoogzand)	2,72	ton	1.600,00	1.800,00	1.700,00	0,001	Landzand	5	https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/zand/materiaaleigenschappen-zand
102		Polymeerbentonietzand	11,31	ton	1.486,00	1.752,00	1.619,00	0,001	Polymbnietzand	5	http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/300211
103		Zand uit baggerspecie therm.	655,83	ton	1.600,00	1.800,00	1.700,00	0,001	Bagger zand	5	https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/zand/materiaaleigenschappen-zand
104		Zeezand - ophoogzand	8,59	ton	1.600,00	1.800,00	1.700,00	0,001	Zeezand	5	https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/zand/materiaaleigenschappen-zand
105		Vulstof zwakke kalksteen KOMO-DC	46,70	ton	2.450,00	2.880,00	2.665,00	0,001	Vstof Z CaCO3	5	http://www.nevul.nl/index2.php?page=26&paragraph=33&pinpoint=39
106		Gereinigde grond	10,23	ton	1.500,00	1.750,00	1.625,00	0,001	GGrond	5	https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/grond-boor/eigenschappen-grond-boor/materiaaleigenschappen-nie101837
107		Klei (gemiddeld)	0,38	ton	1.600,00	2.000,00	1.800,00	0,001	Klei	5	http://gwwmaterialen.blogspot.nl/p/soortelijk-gewicht.html
108		Klei uit baggerspecie therm	643,22	ton	1.600,00	2.000,00	1.800,00	0,001	Bagger klei	5	http://gwwmaterialen.blogspot.nl/p/soortelijk-gewicht.html
109		Steenslag (gemiddeld)	50,40	ton	2.000,00	2.000,00	2.000,00	0,001	Steenslag	6	https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/steenlag-en-kiezelslag/materiaaleigenschappen-ste109196
110		Breuksteen (gemiddeld)	39,87	ton	1.550,00	2.100,00	1.825,00	0,001	Breuksteen	6	https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/breuksteen/materiaaleigenschappen-bre105521
111		Noordzeegrind	9,90	ton	1.700,00	1.700,00	1.700,00	0,001	Nzeegrind	6	https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/grind/materiaaleigenschappen-grind
112		Riviergrind (gemiddeld)	1,05	ton	1.700,00	1.700,00	1.700,00	0,001	Riviergrind	6	https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/grind/materiaaleigenschappen-grind
113		Geexpandeerde kleikorrels	215,49	ton	685,00	685,00	685,00	0,001	Gex Kkorrel	6	http://gwwmaterialen.blogspot.nl/p/soortelijk-gewicht.html
114		Kleischelpen	2,93	ton	800,00	800,00	800,00	0,001	Kleischelp	6	http://www.zandbestellen.nl/gewassen-schelpen-logestort
115		Menggranulaat / metselpuin	2,81	ton	1.500,00	1.800,00	1.650,00	0,001	Metselpuin	7	https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/puin-en-granulaten/eigenschappen-puin-en-granulaten/materiaaleigenschappen-men104284
116		Betongranulaten / betonpuin	7,87	ton	1.800,00	1.900,00	1.850,00	0,001	Betongruin	7	https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/puin-en-granulaten/eigenschappen-puin-en-granulaten/materiaaleigenschappen-bet104282
117		AGRAC	47,17	ton	1.900,00	2.050,00	1.975,00	0,001	AGRAC	7	https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/asfalt-beton-teerhoudend-99381/eigenschappen-asfalt-beton-99382/materiaaleigenschappen-asfa99389
118		Hoogovenslakken mengsel (gemiddeld)	2,36	ton	1.750,00	1.950,00	1.850,00	0,001	Hoslak	7	https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/bodemassen-en-slakken/eigenschappen-bodemassen-e105504/materiaaleigenschappen-hoo105511
119		Staalslakken (gemiddeld)	2,36	ton	2.100,00	2.200,00	2.150,00	0,001	Sslak	7	https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/bodemassen-en-slakken/eigenschappen-bodemassen-e105504/materiaaleigenschappen-staalslak
120		Fosforlakken	2,36	ton	1.800,00	2.000,00	1.900,00	0,001	Psak	7	https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/bodemassen-en-slakken/eigenschappen-bodemassen-e105504/materiaaleigenschappen-fos105510
121		Heklabims	12,95	ton	780,00	780,00	780,00	0,001	Hbims	7	http://edepot.wur.nl/311506
122		Liparibims	24,81	ton	1.200,00	1.200,00	1.200,00	0,001	Lbims	7	http://edepot.wur.nl/311506
123		Yalibims	12,95	ton	1.080,00	1.080,00	1.080,00	0,001	Ybims	7	http://edepot.wur.nl/311506
124		EPS (ophoging)	3.660,00	ton	15,00	40,00	27,50	0,001	EPS	7	https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/eps-blokken/materiaaleigenschappen-eps106738
125		EPS Stybenex blokken voor toepassing in GWW 20 kg/m3 PRODUCTIE c2	3.700,00	ton	15,00	40,00	27,50	0,001	EPS Blok P	7	https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/eps-blokken/materiaaleigenschappen-eps106738
126		EPS Stybenex blokken voor toepassing in GWW 20 kg/m3 AFVALVERWERKING c2	1.600,00	ton	15,00	40,00	27,50	0,001	EPS Blok AV	7	https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/eps-blokken/materiaaleigenschappen-eps106738
127		EPS Stybenex blokken voor toepassing in GWW 20 kg/m3 LEVERING c2	160,00	ton	15,00	40,00	27,50	0,001	EPS Blok L	7	https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/eps-blokken/materiaaleigenschappen-eps106738
128		Gezaagd europees hardhout (gemiddeld)	89,13	ton	540,00	1.100,00	820,00	0,001	G EU HH	8	http://designstraatmeubilairstyvenberckmoes.blogspot.nl/2012/09/toelichting-houtsoorten.html
129		Gezaagd tropisch hardhout (gemiddeld)	361,43	ton	540,00	1.100,00	820,00	0,001	G TP HH	8	http://designstraatmeubilairstyvenberckmoes.blogspot.nl/2012/09/toelichting-houtsoorten.html
130		Vuren	147,04	ton	460,00	460,00	460,00	0,001	Vuren	8	http://gwwmaterialen.blogspot.nl/p/soortelijk-gewicht.html
131		Rijshout, bleeslatten, staken (naar herkomst)	53,89	ton	800,00	800,00	800,00	0,001	Rijsh	8	https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/zink-en-kraagstukken/materiaaleigenschappen-zin110422
132		Secundaire hout	26,65	ton	150,00	1.100,00	625,00	0,001	Sec H	8	http://www.soortelijkgewicht.nl/soortelijk-gewicht-houtsoorten/
133		Gecreosoteerd hout	475,76	ton	460,00	580,00	520,00	0,001	Creo H	8	http://gwwmaterialen.blogspot.nl/p/soortelijk-gewicht.html
134		Gewelmaniseerd hout	1.981,77	ton	460,00	580,00	520,00	0,001	Wol H	8	http://gwwmaterialen.blogspot.nl/p/soortelijk-gewicht.html
135		Hout met FSC keurmerk	284,84	ton	150,00	1.100,00	625,00	0,001	H m FSC	8	http://www.soortelijkgewicht.nl/soortelijk-gewicht-houtsoorten/
136		Zachthout met keurmerk	178,12	ton	450,00	550,00	500,00	0,001	Izh m FSC	8	https://leelant.nl/informatie/volume-calorische-waarden/
137		Straatsteen (gemiddeld)	78,96	ton	1.800,00	1.900,00	1.850,00	0,001	Straatsteen	9	http://www.debinnenvaart.nl/binnenvaarttaal/lijsten/lijsten.php?lijst=sd-ladingen
138		Belgisch/Chinees hardsteen	225,61	ton	2.500,00	2.500,00	2.500,00	0,001	B/C Hsteen	9	http://www.soortelijkgewicht.com/vaste-stoffen
139		Graniet	0,51	ton	2.600,00	2.700,00	2.650,00	0,001	Graniet	9	https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/natuursteenelementen/materiaaleigenschappen-nat107970
140		Betonzuilen (gemiddeld)	66,30	ton	2.447,32	2.447,32	2.447,32	0,001	Bzuil	9	Revit
141		Acrylaatverf (gemiddeld)	3,81	kg	1.350,00	1.380,00	1.365,00	1,000	Acrylaatverf	10	http://www.bevela.nl/wp-content/uploads/2014/04/otun-Scano-Iotanol-Aqua-TDS.pdf
142		Alkydverf (gemiddeld)	2,68	kg	1.240,00	1.240,00	1.240,00	1,000	Alkydverf	10	https://www.nicolaasverf.nl/drost-pu-alkyd-hoogglans-tj/
143		Coating gemiddeld voor staalconservering	1,94	kg	1.240,00	1.240,00	1.240,00	1,000	Coating Scon	10	http://nld.sika.com/dms/getdocument/get/6426a5f8-3d4c-305a-8a09-2e1787caa9f0/tds_sikagard545welasto_nl.pdf
144		Thermoplastische marking	2.566,76	ton	2.000,00	2.000,00	2.000,00	0,001	TP mark	10	https://www.tendermed.nl/tendermed-webl/aankondiging/detail/documenten/document/0f20f3a3f03a7421a37d393ce8cf42b0/pageId/D909C/huidigemenu/aankondigingen/map/a07276e21d21f0aa1f17d8c8878733d0/ekid/a2849b35dcd9d7578fe1281b42aa607b7da/false/actie/aa274b487977199c90ed89bf77b5b3adf319e66f5d0d86ee89d6347ec8ea825b560366cc6b9e9ed68ee310df42c04f1cc1862341c2128997415317b39e2617b100d520d07b4e25519806451311da19/cid/820527?sessionId=F16B8FCF3DAA79922A9D8FEC694530A4.node6
145		Verf stenen ondergrond (gemiddeld)	3.241,26	ton	1.300,00	1.540,00	1.420,00	0,001	Vf Steen OG	10	https://www.swarco.com/coated/content/download/40422/1287527/file/NL%20Productblad%20Agglotherm%2040S%20NL.pdf

151	Systeembekisting werk (gemiddeld, per type)	5,56	m2	-	-	-	-	-	11
152	Trad.bekisting werk (gemiddeld, per type)	1,53	m2	-	-	-	-	-	11
153	Grond	0,00	ton	-	-	-	-	-	5
154	Licht verontreinigde grond	0,00	ton	-	-	-	-	-	5
155	Keileem uit werk (lege kaart)	0,00	ton	-	-	-	-	-	5
156	Zand uit baggerwerk (lege kaart)	0,00	ton	-	-	-	-	-	5
157	Zand uit baggerwerk (werk met werk)	0,00	ton	-	-	-	-	-	5
158	Zand voor de wegenbouw (werk met werk)	0,00	ton	-	-	-	-	-	5
159	Zeezand voor waterbouw (werk met werk)	0,00	ton	-	-	-	-	-	5
160	Zoet zand voor waterbouw (werk met werk)	0,00	ton	-	-	-	-	-	5
161	Bestortingsmateriaal (werk met werk)	0,00	ton	-	-	-	-	-	6
162	Mijnsteen (gemiddeld)	0,00	ton	-	-	-	-	-	6
163	AVI-Bodemas	0,00	ton	-	-	-	-	-	7
164	Betontegels (per formaat/type)	0,00	m2	-	-	-	-	-	9
165	Betonmortel B200 (CEM I)	615,76	-	-	-	-	-	-	1
166	Colloidaalbetonmortel	67,05	-	-	-	-	-	-	1
167	CEM I, 32,5 R	1.050,00	-	-	-	-	-	-	1
168	CEM I 42,5 N LA	1.090,00	-	-	-	-	-	-	1
169	CEM I 52,5 N	1.060,00	-	-	-	-	-	-	1
170	CEM I 52,5 R	1.110,00	-	-	-	-	-	-	1
171	CEM II/B 8-V 32,5 N	758,00	-	-	-	-	-	-	1
172	CEM II / B-M (V-L) 32,5 R	750,00	-	-	-	-	-	-	1
173	CEM III/B 42,5 LH HS	367,00	-	-	-	-	-	-	1
174	CEM III/B 42,5 N plus	364,00	-	-	-	-	-	-	1
175	CEM III/A 52,5 N	367,00	-	-	-	-	-	-	1
176	CEM III/B 52,5 N	353,00	-	-	-	-	-	-	1
177	Betonbanden met milieukeur	111,12	-	-	-	-	-	-	1
178	Betonbanden zonder milieukeur	110,81	-	-	-	-	-	-	1
179	Geluidsscherm beton (gemiddeld)	0,04	-	-	-	-	-	-	1
180	NS'90 Dwaarsligger (CEM1 Beton)	59,74	-	-	-	-	-	-	1
181	Betonleiding	76,78	-	-	-	-	-	-	1
182	Gresbuis	643,67	-	-	-	-	-	-	1
183	AC 11 surf 0% PR	56,00	-	-	-	-	-	-	2
184	AC 11 surf 30% PR	52,00	-	-	-	-	-	-	2
185	AC 11 surf 50% PR	47,00	-	-	-	-	-	-	2
186	AC 11 surf EVA gemodificeerd	62,00	-	-	-	-	-	-	2
187	AC 16 surf 0% PR	56,00	-	-	-	-	-	-	2
188	AC 16 surf 30% PR	50,00	-	-	-	-	-	-	2
189	AC 16 surf 50% PR	44,00	-	-	-	-	-	-	2
190	AC 16 surf EVA gemodificeerd	61,00	-	-	-	-	-	-	2
191	AC 16 bin/base 0% PR	50,00	-	-	-	-	-	-	2
192	AC 16 bin/base 50% PR	41,00	-	-	-	-	-	-	2
193	AC 16 bin/base EVA gemodificeerd	52,00	-	-	-	-	-	-	2
194	AC 22 bin/base 0% PR	50,00	-	-	-	-	-	-	2
195	AC 22 bin/base 50% PR	41,00	-	-	-	-	-	-	2
196	AC 22 bin/base EVA gemodificeerd	54,00	-	-	-	-	-	-	2
197	Asfalt (GAB) partiële recycling 20%	69,06	-	-	-	-	-	-	2
198	Asfalt (GAB) partiële recycling 50%	35,43	-	-	-	-	-	-	2
199	Asfalt (GAB) 0/32, gemiddeld	47,60	-	-	-	-	-	-	2
200	Asfalt (OAB) 0/32, gemiddeld	63,50	-	-	-	-	-	-	2
201	Asfalt (RAP)	0,05	-	-	-	-	-	-	2
202	Combie-Deklaag zonder mortel 0% PR	65,00	-	-	-	-	-	-	2
203	DGD type 1	92,00	-	-	-	-	-	-	2
204	DGD type 2	86,00	-	-	-	-	-	-	2
205	EME 16 0% PR	57,00	-	-	-	-	-	-	2
206	EME 16 30% PR	50,00	-	-	-	-	-	-	2
207	EME 16 50% PR	44,00	-	-	-	-	-	-	2
208	Asfalt EME	50,88	-	-	-	-	-	-	2
209	PA 16+ 30% PR	64,00	-	-	-	-	-	-	2
210	STAB, gemiddeld	57,90	-	-	-	-	-	-	2
211	Steenmastiek asfalt	80,89	-	-	-	-	-	-	2
212	ZL-ZOAB toplaag	77,00	-	-	-	-	-	-	2
213	ZL-ZOAB onderlaag	65,00	-	-	-	-	-	-	2
214	ZL-ZOAB onderlaag 30% PR	52,00	-	-	-	-	-	-	2
215	Secundaire asfalt	17,60	-	-	-	-	-	-	2
216	Asfaltbitumen (40/60)	342,00	-	-	-	-	-	-	2
217	Asfaltbitumen (70/100)	342,00	-	-	-	-	-	-	2
218	AZ 18 (0,12 ton/m2)	272,00	-	-	-	-	-	-	3
219	AZ 26 (0,16 ton/m2)	363,00	-	-	-	-	-	-	3
220	AZ 36 (0,19 ton/m2)	431,00	-	-	-	-	-	-	3
221	Betonstaal FeB 220HWL	908,00	-	-	-	-	-	-	3
222	Betonstaal FeB 400HWL	940,00	-	-	-	-	-	-	3
223	Betonstaal FeB 500HWL	908,00	-	-	-	-	-	-	3
224	Geleiderail	84,02	-	-	-	-	-	-	3
225	Gerenoveerde geleiderail; VLP 22 133-80	12,30	-	-	-	-	-	-	3
226	Hoesch type 134 (0,134 ton/m2)	304,00	-	-	-	-	-	-	3
227	Hoesch type 155 (0,155 ton/m2)	352,00	-	-	-	-	-	-	3
228	Hoesch type 215 (0,215 ton/m2)	488,00	-	-	-	-	-	-	3
229	Larssen	227,00	-	-	-	-	-	-	3
230	Profielstaal koudgevormd (gemiddeld)	2.230,00	-	-	-	-	-	-	3
231	Stalen leiding	908,00	-	-	-	-	-	-	3
232	Warmgewalst staal (BF)	2.100,00	-	-	-	-	-	-	3
233	Epoxy aluminium coating HS	4,68	-	-	-	-	-	-	4
234	Epoxy mio coating HS	7,07	-	-	-	-	-	-	4
235	Kunststofschuim (gemiddeld)	5,90	-	-	-	-	-	-	4
236	LDPE	2.133,81	-	-	-	-	-	-	4
237	PE buis (gemiddeld)	8,38	-	-	-	-	-	-	4
238	PE-leiding	2.267,30	-	-	-	-	-	-	4
239	Polycarbonaat	420,00	-	-	-	-	-	-	4
240	Polyester	7.809,26	-	-	-	-	-	-	4
241	Polypropyleen folie	19,20	-	-	-	-	-	-	4
242	Polystyreen (PS) schuim gevormd	5,90	-	-	-	-	-	-	4
243	Polyurethane coating HB	5,13	-	-	-	-	-	-	4
244	PVC buizen	2.546,99	-	-	-	-	-	-	4
245	PVC folie	197,00	-	-	-	-	-	-	4

[illegible]



BIJLAGE VI CATEGORIEËN OVERZICHT MATERIALEN

Categorie 1: Beton	
Wagemaker Revit Template	Database benamingen NMD/DuboCalc
Ballastbeton	Betonmortel (gemiddeld)
Gewapend beton	Betonmortel C12/15 (CEM I)
Lichtbeton	Betonmortel C12/15 (CEM III)
Metselwerk	Betonmortel C20/25 (CEM I)
Ongewapend beton	Betonmortel C20/25 (CEM III)
Onderwaterbeton	Betonmortel C20/25 (100 % granulaat)
Undersabeling	Betonmortel C20/25 (20 % granulaat)
Prefab beton	Betonmortel C30/37 (CEM I)
Staalvezel beton	Betonmortel C30/37 (CEM III)
Voorgespannen beton	Betonmortel C30/37 (100 % granulaat)
Voorgespannen prefab beton	Betonmortel C30/37 (20 % granulaat)
Werkvloer	Betonmortel C35/45 (CEM III)
Zandcementstabilisatie	Betonmortel C55/67 (CEM I-CEM III)
	Betonmortel C70/85 (CEM I-CEM III)
	Schuimbeton
	Onderwaterbeton (gemiddeld)
	Onderwaterbeton C20/25
	Onderwaterbeton C30/37
	Betonbuis (gemiddeld)
	Betondruiker
	Cement (gemiddeld)
	Zandcement (gestabiliseerd)
	Grout
	Gres
	Betonmortel B200 (CEM I)
	Colloidaalbetonmortel
	CEM I, 32,5 R
	CEM I 42,5 N LA
	CEM I 52,5 N
	CEM I 52,5 R
	CEM II/B B-V 32,5 N
	CEM II / B-M (V-L) 32,5 R
	CEM III/B 42,5 LH HS
	CEM III/B 42,5 N plus
	CEM III/A 52,5 N
	CEM III/B 52,5 N
	Betonbanden met milieukeur
	Betonbanden zonder milieukeur
	Geluidsscherm beton (gemiddeld)
	NS'90 Dwarsligger (CEM1 Beton)
	Betonleiding
	Gresbuis
	Beton boomkran (per formaat/type)
	Betonnen damwand (gemiddeld)
	Beton damwand B=50 D=10 L<4m
	Beton damwand B=50 D=15 L<4m
	Beton damwand B=50 D=20 L<4m
	Beton damwand B=50 D=25 L<4m
	Beton damwand B=50 D=30 L<4m
	Betondeksels (per formaat)
	Betongoot 12 x 40 x 100 cm
	Betonhoekstuk 10x20cm,50x50cm
	Betonkokers (per formaat)
	Betonpalen afm 14x14x275m
	Betontraptreden afm.16x50x100
	Beton verkeersdriehoeken
	Heipalen gewapend beton (gemiddeld, per formaat)

	Categorie 2: Asphalt
Wagemaker Revit Template	Database benamingen NMD/DuboCalc
Asfalt	Asfalt (gemiddeld)
Asfalt (rood)	Asfalt (DAB) 0% PR
	Asfalt (DAB) partiële recycling 20%
	Asfalt (OAB) partiële recycling 20%
	STAB 0% PR
	Asfalt (STAB) partiële recycling 20%
	Asfalt (STAB) partiële recycling 50%
	ZOAB (gemiddeld)
	ZOAB+ (gemiddeld)
	Dubbellaags ZOAB (toplaag)
	Asfalt (ZOAB 2/6, 2-laags, DGD)
	Asfaltmastiek
	SMA 0/11, gemiddeld
	Asfalt (EME) gemiddeld
	Asfalt (LTA)
	Greenway LE (AC 22BASE BIN 30/45 60% pr), c1
	LEAB Productie [A1-A3], c1
	LEAB Levering [A4], c1
	LEAB Afdanking [C1-C4], c1
	Bitumen emulsie tussenlaag
	AC 11 surf 0% PR
	AC 11 surf 30% PR
	AC 11 surf 50% PR
	AC 11 surf EVA gemodificeerd
	AC 16 surf 0% PR
	AC 16 surf 30% PR
	AC 16 surf 50% PR
	AC 16 surf EVA gemodificeerd
	AC 16 bin/base 0% PR
	AC 16 bin/base 50% PR
	AC 16 bin/base EVA gemodificeerd
	AC 22 bin/base 0% PR
	AC 22 bin/base 50% PR
	AC 22 bin/base EVA gemodificeerd
	Asfalt (GAB) partiële recycling 20%
	Asfalt (GAB) partiële recycling 50%
	Asfalt (GAB) 0/32, gemiddeld
	Asfalt (OAB) 0/32, gemiddeld
	Asfalt (RAP)
	Combie-Deklaag zonder mortel 0% PR
	DGD type 1
	DGD type 2
	EME 16 0% PR
	EME 16 30% PR
	EME 16 50% PR
	Asfalt EME
	PA 16+ 30% PR
	STAB, gemiddeld
	Steenmastiek asfalt
	2L-ZOAB toplaag
	2L-ZOAB onderlaag
	2L-ZOAB onderlaag 30% PR
	Secundaire asfalt
	Asfaltbitumen (40/60)
	Asfaltbitumen (70/100)

Categorie 3: Metaal	
Wagemaker Revit Template	Database benamingen NMD/DuboCalc
Aluminium	Staal GWW (gemiddeld)
Cortenstaal	Betonstaal (gemiddeld)
Gietijzer	Net FeB 500 HKN
Hekwerk gaas	Voorspanstaal (gemiddeld)
RVS	Staalvezels
Staal	Verzinkt bandstaal
Staal damwand	Lichtmast, staal 15 m
Thermisch verzinkt staal	Lichtmast, staal 18m
	Plaatstalen duiker
	90% Balkstaal (BF en EAF) 10% plaat (BF)
	Geleiderail, VLP 2Z C133-80, PRODUCTIE, 2014, c2
	Geleiderail, VLP 2Z C133-80 gerenoveerd, PRODUCTIE, 2014, c2
	RVS GWW (gemiddeld)
	Aluminium (gemiddeld)
	Lichtmast, aluminium 15m
	Lichtmast, aluminium 18m
	Aluminium oxide
	Gietijzer
	Nodulair gietijzer
	Zink plaat 7,3t/m3
	Koper
	Koper (tbv draad; obv SBK 113 Koper primair obv Copper, primary, at refinery/RER [E12.2])
	Brons (SBK 305 obv Bronze, at plant/CH)
	AZ 18 (0,12 ton/m2)
	AZ 26 (0,16 ton/m2)
	AZ 36 (0,19 ton/m2)
	Betonstaal FeB 220HWL
	Betonstaal FeB 400HWL
	Betonstaal FeB 500HWL
	Geleiderail
	Gerenoveerde geleiderail; VLP 2Z 133-80
	Hoesch type 134 (0,134 ton/m2)
	Hoesch type 155 (0,155 ton/m2)
	Hoesch type 215 (0,215 ton/m2)
	Larssen
	Profielstaal koudgevormd (gemiddeld)
	Stalen leiding
	Warmgewalst staal (BF)

Categorie 4: Kunststof	
Wagemaker Revit Template	Database benamingen NMD/DuboCalc
Geogrid	Kunststof (gemiddeld)
Kunststof	Kunststofvezels
Structuurmat	Verticale drainage
	PVC (gemiddeld)
	PVC-folie
	PVC buis (gemiddeld)
	RE-PVC (buizen)
	HDPE (gemiddeld)
	RE-HDPE (gemiddeld)
	PP (polypropeen)
	Polypropyleen vlies
	Polypropyleen vlies gewapend
	Polypropyleen weefsel
	PP-leiding
	Bentonietmatten
	PE (gemiddeld)
	Polyethyleen weefsel
	RE-PE (gemiddeld)
	EPDM
	Polyester folie
	Polyester weefsel
	Polyester vlies gewapend
	Epoxy primer
	PMMA (ACRYL)
	VVK, glasvezel in epoxy
	VVK, glasvezels in polyester
	VVK, glasvezels in vinylester (constructies)
	Epoxy aluminium coating HS
	Epoxy mio coating HS
	Kunststofschuim (gemiddeld)
	LDPE
	PE buis (gemiddeld)
	PE-leiding
	Polycarbonaat
	Polyester
	Polypropyleen folie
	Polystyreen (PS) schuim gevormd
	Polyurethane coating HB
	PVC buizen
	PVC folie
	PVC-leiding
	PVC U3
	Recycled PVC (buizen)
	(Gecoate) polyester wapening

Categorie 5: Grond	
Wagemaker Revit Template	Database benamingen NMD/DuboCalc
Funderingszand	Zand (gemiddeld)
Grond	Betonzand (Nederland)
Zand	Brekerzand
	Drainagezand
	Flugsand
	IJsselmeerzand (ophoogzand)
	Landzand (ophoogzand)
	Polymeerbentonietzand
	Zand uit baggerspecie therm.
	Zeezand -ophoogzand
	Vulstof zwakke kalksteen KOMO-DC
	Gereinigde grond
	Klei (gemiddeld)
	Klei uit baggerspecie therm
	Grond
	Licht verontreinigde grond
	Keileem uit werk (lege kaart)
	Zand uit baggerwerk (lege kaart)
	Zand uit baggerwerk (werk met werk)
	Zand voor de wegenbouw (werk met werk)
	Zeezand voor waterbouw (werk met werk)
	Zoet zand voor waterbouw (werk met werk)
	Gereinigde grond (zie: sec. grondstoffen)
	Metselzand (Nederland)
	Ophoogzand (Drenthe)
	Ophoogzand (Flevoland)
	Ophoogzand (Friesland)
	Ophoogzand (Gelderland)
	Ophoogzand (Groningen)
	Ophoogzand (Limburg)
	Ophoogzand (Noord-Brabant)
	Ophoogzand (Noord-Holland)
	Ophoogzand (Overijssel)
	Ophoogzand (Utrecht)
	Ophoogzand (Zeeland)
	Ophoogzand (Zuid-Holland)
	Silicafume
	Vulstof middelsoort SVC
	Vulstof middelsoort+hydroxide SVC
	Vulstof SVC certificaat (gemiddeld)
	Vulstof zwak SVC
	Zeezand - betonzand
	C-Fix
	Licht verontreinigde grond (zie: sec. grondstoffen)
	Zand voor wegenbouw (lege kaart)
	Zoet zand voor waterbouw (lege kaart)

Categorie 6: Steenslag	
Wagemaker Revit Template	Database benamingen NMD/DuboCalc
Ballast	Steenslag (gemiddeld)
Stortsteen	Breuksteen (gemiddeld)
	Noordzeegrind
	Riviergrind (gemiddeld)
	Geexpandeerde kleikorrels
	Kleischelpen
	Bestortingsmateriaal (werk met werk)
	Mijnsteen (gemiddeld)
	Afstrooimaterialen
	Hergebruikte steen
	Hergebruikte steen (zie sec. grondstoffen)

Categorie 7: Funderingsmateriaal	
Wagemaker Revit Template	Database benamingen NMD/DuboCalc
Menggranulaat	Menggranulaat / metselpuin
	Betonggranulaten / betonpuin
	AGRAC
	Hoogovenslakken mengsel (gemiddeld)
	Staalslakken (gemiddeld)
	Fosforslakken
	Heklabims
	Liparibims
	Yalibims
	EPS (ophoging)
	EPS Stybenex blokken voor toepassing in GWW 20 kg/m3 PRODUCTIE c2
	EPS Stybenex blokken voor toepassing in GWW 20 kg/m3 AFVALVERWERKING c2
	EPS Stybenex blokken voor toepassing in GWW 20 kg/m3 LEVERING c2
	AVI-Bodemas
	Thermisch gereinigd asfaltgranulaat (TAG)
	Betonggranulaat: ZIE sec. grondstoffen
	Menggranulaat: ZIE sec. grondstoffen
	Metselpuin: ZIE sec. grondstoffen

Categorie 8: Hout	
Wagemaker Revit Template	Database benamingen NMD/DuboCalc
Hout	Gezaagd europees hardhout (gemiddeld)
	Gezaagd tropisch hardhout (gemiddeld)
	Vuren
	Rijshout, bleeslatten, staken (naar herkomst)
	Secundaire hout
	Gecreosoteerd hout
	Gewolmaniseerd hout
	Hout met FSC keurmerk
	Zachthout met keurmerk
	Hardboard
	Hardhout tropisch, azobe
	Hardhout tropisch, meranti
	MDF
	Spaanplaat
	Western red cedar
	Betontriplex 4mm (per regio)
	Betontripl.import 19mm

Categorie 9: Steen en Tegel	
Wagemaker Revit Template	Database benamingen NMD/DuboCalc
Betonstraat stenen	Straatsteen (gemiddeld)
Natuursteen	Belgisch/Chinees hardsteen
Tegels	Graniet
	Betonzuilen (gemiddeld)
	Betontegels (per formaat/type)
	Betonstraatstenen met milieukeur
	Betonstraatstenen zonder milieukeur
	Betontegels met milieukeur
	Betontegels zonder milieukeur
	Betonzuilen, basalt
	Betonzuilen, hydrobloks
	Ecobasalt
	Straattegels (gemiddeld)
	Waalformaat klinker (gemiddeld)
	Dikformaat: ZIE bestratingsmateriaal
	Dikformaat klinker: ZIE bestratingsmateriaal
	Keiformaat: ZIE bestratingsmateriaal
	Waalformaat: ZIE bestratingsmateriaal
	Waalformaat klinker: ZIE bestratingsmateriaal

Categorie 10: Verf en Coating	
Wagemaker Revit Template	Database benamingen NMD/DuboCalc
Markering	Acrylaatverf (gemiddeld)
	Alkydverf (gemiddeld)
	Coating gemiddeld voor staalconservering
	Thermoplastische markering
	Verf stenen ondergrond (gemiddeld)
	Betonverf (gemiddeld)
	Natuurverf (lijnzaad)
	High solid verf

Categorie 11: Materiaal	
Wagemaker Revit Template	Database benamingen NMD/DuboCalc
Glas	Jute (matten en Vliezen)
Gras	Kokos (matten en Vliezen)
Rubber	Porselein (obv SBK 201 Sanitary ceramics)
Water	Geotube / geocontainer
	Systeem tunnelbekisting
	Systeembekisting werk (gemiddeld, per type)
	Trad.bekisting werk (gemiddeld, per type)
	Bekisting (gemiddeld)
	Cellulosevezel
	Kalk (gemiddeld)
	Lichtmast (gemiddeld)
	Ventilator (gemiddeld)
	Voegband gemiddeld
	Heipalen hout met betonopzet (gem, per formaat)
	Keradrain hulpstukken (polymeer beton, per type)
	Keradrain polymeer beton (per type)
	ZIE: Duikers
	ZIE: Heipalen

Categorie 12: Overig	
Wagemaker Revit Template	Database benamingen NMD/DuboCalc
Default	Nieuw Materiaal
Default Light Source	
Default Roof	
Default Wall	
Fase Bestaand	
Fase Nieuw	
Fase sloop	
Fase tijdelijk	
Glass	
Hulpobjecten	
Phase-Demo	
Phase-Exist	
Phase-Temp	
Plastic	
Poche	
PVR	
Render Material 0-255-255	
Render material 255-255-255	
Transparant	



BIJLAGE VII DATABASE MATERIALEN

Categorie	Wagemaker	NMD/DuboCalc	Unieke Code	Broeikaseffect [kg CO ₂]	CO ₂ -uitstoot per eenheid	Soortelijk Gewicht Gemiddeld [kg/m ³]	Vermenigvuldigings- factor	CO ₂ -uitstoot factor [kg CO ₂ /m ³]	Opmerking
1	Ballastbeton	Betonmortel (gemiddeld)	B	135,42	ton	2.447,32	0,001	331,42	
1	Gewapend beton	Betonmortel (gemiddeld)	B	135,42	ton	2.447,32	0,001	331,42	Wapening apart
1	Lichtbeton	Schuimbeton	SB	179,08	ton	1.000,00	0,001	179,08	
1	Metselwerk	Betonmortel (gemiddeld)	B	135,42	ton	2.447,32	0,001	331,42	
1	Ongewapend beton	Betonmortel (gemiddeld)	B	135,42	ton	2.447,32	0,001	331,42	
1	Onderwaterbeton	Onderwaterbeton (gemiddeld)	OWB	54,77	ton	2.447,32	0,001	134,03	
1	Undersabeling	Betonmortel (gemiddeld)	B	135,42	ton	2.447,32	0,001	331,42	
1	Prefab beton	Betonmortel (gemiddeld)	B	135,42	ton	2.447,32	0,001	331,42	
1	Staalvezel beton	Betonmortel (gemiddeld)	B	135,42	ton	2.447,32	0,001	331,42	Staalvezels apart
1	Voorgespannen beton	Betonmortel (gemiddeld)	B	135,42	ton	2.447,32	0,001	331,42	Wapening apart
1	Voorgespannen prefab beton	Betonmortel (gemiddeld)	B	135,42	ton	2.447,32	0,001	331,42	Wapening apart
1	Werkvloer	Betonmortel (gemiddeld)	B	135,42	ton	2.447,32	0,001	331,42	
1	Zandcementstabilisatie	Zandcement (gestabiliseerd)	ZandCEM	63,93	ton	1.625,00	0,001	103,88	
2	Asfalt	Asfalt (gemiddeld)	Asfalt	53,30	ton	2.350,00	0,001	125,26	
2	Asfalt (rood)	Asfalt (gemiddeld)	Asfalt	53,30	ton	2.350,00	0,001	125,26	
3	Aluminium	Aluminium (gemiddeld)	Al	8.593,72	ton	2.700,00	0,001	23.203,05	
3	Cortenstaal	RVS GWW (gemiddeld)	RVS	7.060,00	ton	8.000,00	0,001	56.480,00	Eigenschappen Cortenstaal vrijwel gelijkwaardig aan RVS
3	Gietijzer	Gietijzer	GFe	1.498,02	ton	7.150,00	0,001	10.710,81	
3	Hekwerk gaas	Staal GWW (gemiddeld)	IS	908,00	ton	7.852,68	0,001	7.130,23	
3	RVS	RVS GWW (gemiddeld)	RVS	7.060,00	ton	8.000,00	0,001	56.480,00	
3	Staal	Staal GWW (gemiddeld)	S	908,00	ton	7.852,68	0,001	7.130,23	
3	Staal damwand	Staal GWW (gemiddeld)	S	908,00	ton	7.852,68	0,001	7.130,23	
3	Thermisch verzinkt staal	Verzinkt bandstaal	VS	2.270,71	ton	7.852,68	0,001	17.831,17	
4	Geogrid	Kunststof (gemiddeld)	Kstof	2.986,17	ton	1.057,50	0,001	3.157,88	Het broeikaseffect en het soortelijk gewicht van kunststof (gemiddeld) is berekend door het gemiddelde te nemen van PVC (gemiddeld), HDPE (gemiddeld), PP en PE (gemiddeld).
4	Kunststof	Kunststof (gemiddeld)	Kstof	2.986,17	ton	1.057,50	0,001	3.157,88	Het broeikaseffect en het soortelijk gewicht van kunststof (gemiddeld) is berekend door het gemiddelde te nemen van PVC (gemiddeld), HDPE (gemiddeld), PP en PE (gemiddeld).
4	Structuurmat	Kunststof (gemiddeld)	Kstof	2.986,17	ton	1.057,50	0,001	3.157,88	Het broeikaseffect en het soortelijk gewicht van kunststof (gemiddeld) is berekend door het gemiddelde te nemen van PVC (gemiddeld), HDPE (gemiddeld), PP en PE (gemiddeld).
5	Funderingszand	Zeezand -ophoogzand	Zeezand	8,59	ton	1.700,00	0,001	14,60	
5	Grond	Gereinigde grond	GGrond	10,23	ton	1.625,00	0,001	16,62	
5	Zand	Zand (gemiddeld)	Zand	4,12	ton	1.700,00	0,001	7,00	
6	Ballast	Steen (gemiddeld)	Steen	50,40	ton	2.000,00	0,001	100,80	
6	Stortsteen	Breksteen (gemiddeld)	Breksteen	39,87	ton	1.825,00	0,001	72,77	
7	Menggranulaat	Menggranulaat / metselpuin	Metselpuin	2,81	ton	1.650,00	0,001	4,63	
8	Hout	Gezaagd europees hardhout (gemiddeld)	G EU HH	89,13	ton	820,00	0,001	73,08	
9	Betonstraat stenen	Straatsteen (gemiddeld)	Straatsteen	78,96	ton	1.850,00	0,001	146,07	
9	Natuursteen	Graniet	Graniet	0,51	ton	2.650,00	0,001	1,36	
9	Tegels	Straatsteen (gemiddeld)	Straatsteen	78,96	ton	1.850,00	0,001	146,07	
10	Markering	Thermoplastische markering	TP mark	2.566,76	ton	2.000,00	0,001	5.133,52	
11	Glas	Nieuw Materiaal	NM	0,00	-	-	-	0,00	
11	Gras	Nieuw Materiaal	NM	0,00	-	-	-	0,00	
11	Rubber	Nieuw Materiaal	NM	0,00	-	-	-	0,00	
11	Water	Nieuw Materiaal	NM	0,00	-	-	-	0,00	

BIJLAGE VIII INTERVIEWFORMULIER

Interviewer : _____
Notulist : _____
Geïnterviewde : _____
Interview datum : _____
Interview tijd : _____
Interview locatie : _____
Interview duur : _____

Toelichting onderzoek

De aanleiding voor dit onderzoek is bij Wagemaker ontstaan door de vraag om meer inzicht te krijgen in de CO₂-uitstoot van een ontwerp. Een ontwerp van Wagemaker wordt hier namelijk vrijwel nooit op beoordeeld. Hierdoor is bij Wagemaker het idee ontstaan om een tool te ontwikkelen waarmee gedurende de ontwerpfase van een project de CO₂-uitstoot inzichtelijk gemaakt kan worden.

Hoofdvraag

Hoe kan geautomatiseerd de Cradle-to-Gate CO₂-uitstoot van constructiematerialen inzichtelijk gemaakt worden tijdens de ontwerpfase?

Afbakening

De uitstoot die inzichtelijk gemaakt wordt is de cradle-to-gate CO₂-uitstoot, oftewel de CO₂-uitstoot van winning tot en met productie van de materialen, maar niet de stappen die hierop volgen waaronder het transport. Daarbij worden ook de uitvoeringsmethode niet meegenomen in de berekening en wordt enkel milieudata gebruikt uit de Nationale Milieudatabase (gelijk aan de database van DuboCalc). Daarbij zal de tool (genaamd SuDevo) geprogrammeerd worden als Revit plug-in.

1. Heeft u bezwaar tegen een geluidsopname?
2. Wilt u anoniem blijven?
3. Wie bent u en wat voor functie heeft u?

Algemene vragen

4. Wat is uw visie in relatie tot duurzaamheid en CO₂-reductie?
5. Wat is de reden van (*naam bedrijf*) om te werken aan duurzaamheid en CO₂-reductie?
6. Hoe bent u hierbij betrokken geraakt en wanneer is de interesse in deze onderwerpen bij u ontstaan?
7. Waar focust (*naam bedrijf*) momenteel op als het gaat om duurzaamheid en CO₂-reductie?
8. Hoeveel tijd is (*naam bedrijf*) momenteel kwijt aan het berekenen van de CO₂-uitstoot/milieu-impact voor een project?
9. Heeft (*naam bedrijf*) of gebruikt (*naam bedrijf*) al een tool/programma die de CO₂-uitstoot berekend?

10. Wordt er binnen (*naam bedrijf*) gewerkt aan tools/programma's om het berekeningsproces van de CO₂-uitstoot te versnellen of te automatiseren? Heeft dit in het verleden ook plaatsgevonden en zo ja waarom is hiermee gestopt?
11. Is er binnen (*naam bedrijf*) al een koppeling tussen een model en zo'n tool/programma?
12. Is het waardevol voor (*naam bedrijf*) om een koppeling te hebben tussen een model en een tool/programma die de CO₂-uitstoot van projecten berekend?
13. Worden er in (*naam bedrijf*) momenteel al keuzes gemaakt tussen materialen op basis van de bijbehorende CO₂-uitstoot?
14. Bij welke projecten heeft (*naam bedrijf*) al rekening gehouden met de CO₂-uitstoot of al inzichtelijk gemaakt? Oftewel wordt er op duurzaamheid getoetst bij projecten? Bij hoeveel procent van de totale projecten van afgelopen jaar is dit ongeveer gebeurd?
15. Hoe gaat (*naam bedrijf*) om met de keuzes die gemaakt moeten worden over materiaaleigenschappen en sterktes voor de calculatie in DuboCalc tijdens de aanbestedingsfase? Gedurende deze fase wil je namelijk niet te precies benoemen welke specifieke eigenschappen een materiaal als beton zal hebben, omdat je er dan aan vast zit.
16. In welke mate worden eigenschappen van materialen gespecificeerd gedurende de diverse ontwerpfasen (aanbesteding, voorontwerp, definitiefontwerp en uitvoeringsontwerp)?

SuDevo specifieke vragen

17. Heeft u opmerkingen op de opmaak van het window van SuDevo?
18. Welke functionaliteiten/resultaten zou u toe willen voegen aan het window van SuDevo?
Voorbeelden: CO₂-uitstoot per object, koppeling met DuboCalc, CO₂-uitstoot per element die bestaat uit een bepaald materiaal (zoals beton), CO₂-uitstoot per sterkteklasse etc. of een mogelijkheid om het resultaat te exporteren naar pdf, Excel etc.
19. Hoe gespecificeerd moeten de resultaten volgens u zijn? Gemiddelde met boven en ondergrens of vanaf aanbesteding al specifiekere waarden?

Om nog specifiekere resultaten te weergeven is het belangrijk dat de milieudata in de Nationale Milieudatabase aangevuld wordt en ook specifiekere wordt. Hoe kijkt u hier tegenaan?

BIJLAGE IX INTERVIEWS

In deze bijlagen zijn de uitwerkingen te lezen van de interviews met Royal HaskoningDHV, Sweco, BAM, Dura Vermeer en Provincie Noord-Brabant.

Royal HaskoningDHV (RHDHV)

Binnen RHDHV is gesproken met twee personen, namelijk Daan Alsem en Peter Gosselink. Daan Alsem is projectleider infrastructuur en werkt voornamelijk aan bruggen, tunnels en wegen. Hierbij gaat het dan zowel om kleine als grote projecten. Daarnaast is Daan ook veel bezig met BIM in projecten en dan voornamelijk het toepassen van BIM en het ontwikkelingen hiervan. Wat betreft de ontwikkelingen van BIM focust Daan zich vooral op informatiemanagement en engineering. Binnen RHDHV is Peter Gosselink de adviseur op het gebied van duurzame infrastructuur en leefomgeving en is hij ook de coördinator van Duurzaam GWW, oftewel Duurzaam Grond-, Weg- en Waterbouw. Daan Alsem en Peter Gosselink werken nauw samen als het gaat om het integreren van duurzaamheid binnen de projecten van RHDHV.

Daan gaf aan dat binnen RHDHV, projecten vrijwel altijd in 3D gemodelleerd worden en zo nu en dan aangevuld worden met 2D tekeningen. Het tekenen van deze modellen wordt gedaan met diverse softwarepakketten, zodat altijd op de klant ingespeeld kan worden. Desondanks worden de meeste modellen wel in Revit, Allplan en/of Navisworks gemodelleerd.

Binnen RHDHV staat duurzaamheid hoog in het vaandel en wordt er ook altijd geprobeerd om zo duurzaam mogelijk te werken. Daarbij neemt zij ook het eigen initiatief om haar opdrachtgevers te adviseren over duurzaamheid wanneer de opdrachtgevers hier niet bij stilstaan. RHDHV wil namelijk zoveel mogelijk, dan wel niet alleen maar duurzame projecten op de markt brengen. Daarbij is ook het begrip maatschappelijk verantwoord een belangrijk begrip voor het bedrijf. Deze maatschappelijke verantwoordelijkheid wil RHDHV aantoonbaar maken en om die reden gebruikt zij ook middelen als DuboCalc en de CO₂-prestatieladder.

Daarbij is Daan van mening dat het systeem achter DuboCalc ook een standaard moet worden binnen aanbestedingen. Desondanks is hij wel van mening dat DuboCalc niet het enige middel moet zijn waarmee duurzaamheid aangetoond kan worden en mag de markt dus ook met eigen middelen komen die invulling geven aan het duurzaamheidsvraagstuk van haar opdrachtgevers.

Peter Gosselink geeft aan dat CO₂-reductie een belangrijk aspect is binnen duurzaamheid en ook samenhangt met de mondiale problematiek van klimaatverandering. Vanuit zijn ervaringen ziet hij dat het klimaatakkoord van Parijs effect heeft op de politieke agenda's en het beleid van klanten. Dit ziet hij tevens in toenemende mate terugkomen projecten en daarnaast ook in diverse vraagstellingen.

Daan is bij duurzaamheid betrokken geraakt door de projecten waar hij aan werkt, omdat RHDHV duurzaamheid bij elk project wil toepassen. Daarentegen is zijn interesse in dit onderwerp vanzelf gegroeid en is er geen specifieke reden geweest wat hem heeft getriggerd om meer bezig te zijn met duurzaamheid. Desondanks vindt hij duurzaamheid belangrijk en is hij van mening dat iedereen zijn best moet doen om duurzaam bezig te zijn.

Peter Gosselink is daarentegen rond 2008 voor het eerst in aanraking gekomen met duurzaamheidsopgaven binnen de GWW en is ook in deze periode zijn interesse voor dit onderwerp ontstaan. Daarbij gingen de vragen van de klant met betrekking tot duurzaamheid en zijn interesse hand in hand.

RHDHV vindt alle aspecten van duurzaamheid belangrijk. Het gaat dus niet enkel om de CO₂-uitstoot, maar ook om onder andere de levenscycluskosten. De kosten, waaronder de levenscycluskosten worden momenteel met de hand berekend en dit betekent dat de berekening van deze kosten nog geautomatiseerd kunnen worden. Desondanks zijn de kosten per bedrijf verschillend en dit betekent dat deze kengetallen altijd variabel moet zijn om bedrijven de mogelijkheid te bieden om haar eigen kengetallen in te vullen.

Daarbij wordt ook DuboCalc altijd handmatig ingevuld. Dit betekent dat ook op het gebied van DuboCalc nog veel geautomatiseerd kan worden door een koppeling te creëren tussen een 3D-model en DuboCalc. Dit zorgt ervoor dat projecten sneller doorberekend kunnen worden als het gaat om duurzaamheid en ook aanpassingen snel doorgevoerd kunnen worden. SuDevo maakt in relatie tot deze aspecten al de eerste stappen tot het automatiseren van het berekeningsproces binnen DuboCalc. Desondanks is het wel benodigd dat de resultaten die SuDevo weergeeft specifiekere worden om ook de totale uitstoot van een project specifiekere te maken.

De tijdsduur die voor RHDHV benodigd is om duurzaamheid mee te nemen binnen een project is afhankelijk van een aantal factoren, namelijk het type project, de omvang van het project, de beschikbaarheid van de benodigde gegevens en het detail niveau/de nauwkeurigheid van de LCA-berekeningen.

RHDHV gebruikt voornamelijk DuboCalc om duurzaamheid mee te nemen binnen projecten, maar kijkt ook naar hetgeen dat andere partijen aanleveren wanneer zij duurzaamheid binnen een project moeten beoordelen. Naast DuboCalc wordt ook nog steeds Excel gebruikt om CO₂-footprints op te stellen. Deze worden handmatig ingevuld volgens de protocollen. Daarbij heeft RHDHV ook een paar eigen programma's ontwikkeld namelijk DuboMat en een tool voor aannemersbedrijf Plegt-Vos. Het laatste programma (een CO₂-kostencalculatiesysteem) is in samenwerking met Plegt-Vos ontwikkeld en is een aanvulling op Metacom.

Ondanks deze programma's heeft RHDHV nog geen tool die op basis van modellen CO₂-uitstoot kan bereken of duurzaamheid inzichtelijk maakt.

Binnen RHDHV wordt er verschillend met materiaalgebruik omgegaan. Dit is namelijk afhankelijk van het type project en of en in welke mate er beoordeeld wordt op de EMVI-scores en dus op duurzaamheid en MKI-waarden. Wanneer projecten hier wel op beoordeeld worden, zijn de ontwerpen in de aanbestedingsfase al dermate gedetailleerd dat er aan materialen ook materiaaleigenschappen gekoppeld zijn.

Wanneer dit echter niet het geval is dan worden de traditionele methoden gehanteerd en wordt het project naarmate deze steeds dichterbij de uitvoeringsfase komt steeds gedetailleerder. Dit is ook het principe dat Wagemaker momenteel hanteert.

Daan geeft echter aan dat het op den duur wel benodigd is om over te schakelen en dat ook Wagemaker in de aanbestedingsfase al specifiekere aan moet gaan geven welke eigenschappen aan de materialen gekoppeld zijn. De reden hierachter is dat opdrachtgevers steeds meer met EMVI-beoordelingen gaan werken en vervolgens dus ook gaan beoordelen op duurzaamheid en/of MKI-waarden. In die gevallen is het dan ook echt benodigd om het onderste uit de kan te halen om projecten binnen te halen.

Ook bedrijven zullen uiteindelijk certificaten moeten behalen wanneer zij nieuwe materialen willen toepassen in tenders. Dit betekent dat bedrijven voor de tenders een beperkte inspanning moeten doen om ook daadwerkelijk deze materialen te mogen toepassen in tenders. In die gevallen is het echter wel van belang dat deze bedrijven zelf mogen beslissen of zij deze kengetallen wel of niet vrijgeven en dus oplat nemen in de NMD. Daarbij dient er na de afronding van de tender wel een volledige berekening aangeleverd en dient ook een volledige certificeringsstap doorlopen te worden.

SuDevo specifiek

Daan en Peter zijn allebei van mening dat SuDevo er goed uitziet en al de eerste stappen zet richting het automatiseren van duurzaamheid op basis van 3D-modellen. Daarentegen zien zij nog wel een aantal functionaliteiten die toegevoegd zouden kunnen worden, namelijk:

- + Het zichtbaar maken van de materialen in het model wanneer op een bepaald materiaal geklikt wordt in SuDevo. Dit zichtbaar maken kan door met kleuren de materialen aan te geven of deze materialen te filteren uit het model. Dit maakt het mogelijk in één oogopslag te zien welke materialen de meeste invloed hebben op de duurzaamheid binnen een project en waar deze materialen zich bevinden. Daardoor is het gemakkelijker om modellen te optimaliseren, omdat snel gezien kan worden bij welke materialen ruimte is voor verbetering. Binnen RHDHV wordt meestal gekeken naar de materialen die het meest toegepast worden binnen een project en voor die materialen wordt gezocht naar optimalisaties. RHDHV kijkt dus niet naar de kleine materialen/elementen en dit is vanuit het perspectief van Daan ook niet benodigd. Echter zal SuDevo dit wel doen, wanneer deze materialen opgenomen zijn in het model. Dit betekent dan ook dat ook voor deze kleine materialen de uitstoot berekend wordt, maar creëert daardoor wel een reëler beeld van de waarheid.
- + Het implementeren van MKI-waarden is een goede vervolgstap, zodat ook de financiële aspecten meegenomen kunnen worden in optimalisaties.
- + Het specifiekere maken van materialen en de uitstoot die hierbij hoort is van groot belang om een beter beeld te creëren van de werkelijkheid. Hierdoor kunnen ook betere keuzes gemaakt worden op het gebied van duurzaamheid.
- + Een koppeling met DuboCalc wordt gezien als waardevol. Dit heeft echter voornamelijk te maken met de EMVI-projecten, omdat het in deze projecten benodigd is om resultaten aan te leveren vanuit DuboCalc. De reden dat deze resultaten aangeleverd moeten worden vanuit DuboCalc is vanwege het feit dat er nog geen andere middelen zijn die op deze manier de MKI-waarden berekend.
- + Het exporteren van pdf en/of Excel documenten. Dit heeft voornamelijk te maken met het eenvoudig verwerken van gegevens in rapportages. Peter noemt berekeningsrapporten met specificaties en uitgangspunten wel noodzakelijk als het gaat om exporteren van de resultaten.

Daan ziet SuDevo wel als een middel om CO₂-uitstoot binnen een project te managen, omdat SuDevo het mogelijk maakt om in één oogopslag te zien welke invloed bepaalde aanpassingen hebben op de duurzaamheid van een project.

Daarbij is Daan ook van mening dat de NMD veel verder ontwikkeld moet worden en ook specifiekere gegevens moet gaan aanleveren aan bedrijven, zodat ook tools als SuDevo betere en specifiekere resultaten kunnen gaan weergeven. Momenteel hanteert Peter zelfs een marge van plus minus tien procent op de aangegeven CO₂-uitstoot.

Daan adviseerde om ook eens te gaan kijken of een samenwerkingsverband met een grote organisatie als One Click LCA mogelijk is, aangezien het lanceren van een tool wereldwijd voor grote bedrijven binnen de civiele wereld, zoals RHDHV, erg interessant is. Daarbij adviseerde Peter ook om voor het afstudeeronderzoek de CO₂-footprint van materialen als uitgangspunt te nemen en geen koppeling te maken met DuboCalc. Hier gaf hij een aantal redenen voor, namelijk:

- ✚ Het berekenen met MKI-waarden zoals DuboCalc doet is veel complexer dan het rekenen met CO₂-uitstoot en daarbij is er veel meer CO₂-data bekend dan MKI-waarden.
- ✚ Het onderzoek gaat ook om het inzichtelijk maken van CO₂-uitstoot en dit betekent dat juist de milieudata die voor DuboCalc gebruikt wordt (de NMD) belangrijk is en niet de rekenapplicatie zelf.
- ✚ Wanneer SuDevo een koppeling wordt met DuboCalc zal SuDevo altijd afhankelijk zijn van Cenosco (de ontwikkelaar van DuboCalc) en zal SuDevo ook binnen het verdienmodel van Cenosco vallen.

Sweco

Anne Bonthuis is kostendeskundige binnen Sweco en adviseert daarnaast ook over duurzaamheid. Deze adviezen gaan vaak in combinatie met DuboCalc. Doordat DuboCalc grote raakvlakken heeft met de kostenraming is Anne als kostendeskundige ook vrijwel dagelijks met DuboCalc bezig. De kosten die in DuboCalc opgenomen worden zijn de milieukosten van een project.

Anne gaf ook aan dat ProRail vanaf 2020 al haar projecten zal gaan beoordelen op duurzaamheid en er binnen het spoor dus steeds meer gewerkt zal gaan worden met tools die iets zeggen over de duurzaamheid van een project. Momenteel is dat nog DuboCalc, maar wellicht kan SuDevo tegen die tijd ook als middel gebruikt worden om de duurzaamheid van een project in beeld te brengen.

Sweco vindt net als haar klanten duurzaamheid en CO₂-reductie belangrijk, omdat Sweco graag wil bijdragen aan een gezonde samenleving en ook maatschappelijk nuttige project wil ontwikkelen. Daarnaast is Sweco ook vanuit eigen bedrijfsvoering hard aan het werk om het bedrijf te verduurzamen en CO₂ te reduceren. Daarbij is Anne ook van mening dat er één systematiek op de markt gebracht moet worden die over de gehele breedte van het vakgebied Civiele Techniek gedragen wordt, zodat projecten op een duurzame manier ontwikkeld en gerealiseerd kunnen worden.

Anne is bij het onderwerp duurzaamheid betrokken geraakt, omdat hij het een interessant onderwerp vindt. Deze interesse komt met name voort vanuit zijn functie als kostendeskundige, omdat hij het interessant vindt om te onderzoeken waarom duurzame producten soms juist goedkoper of duurder zijn dan traditionele producten. Daarbij wordt ook vaak geroepen dat een product duurzaam is, maar blijken deze producten uiteindelijk wel twee keer zo duur te zijn om te produceren. Anne vindt juist het vraagstuk rondom deze prijs, oftewel waarom is het duurder, welke factoren hebben hier invloed op en welke oplossing kan er bedacht worden interessant om te onderzoeken. Als kostendeskundige dient Anne ook altijd gefocust te zijn op de materialen, oftewel waar is het van gemaakt, hoe zit het in elkaar en hoe werkt het proces om het materiaal te produceren. Dit stelt hem in staat om te begrijpen waarom iets kost wat het kost en dus aan te kunnen geven of er veel arbeid, energie of grondstoffen benodigd is om een bepaald materiaal te maken en dit is bij duurzaamheid precies hetzelfde. Vanuit deze aspecten is ooit bij hem de interesse voor duurzaamheid ontstaan en is hij er op heden vrijwel dagelijks mee bezig.

Binnen Sweco zijn sinds de laatste paar jaar de begrippen duurzaamheid en maatschappelijk verantwoord ondernemen (MVO) wel een van de speerpunten geworden en is dit ook vanuit het management opgepakt om het Sweco breed uit te zetten. Daarbij worden er ook binnen projecten duurzaamheidssessies georganiseerd, zodat voor deze projecten kansen op het gebied van duurzaamheid aangehaald kunnen worden. Ook binnen haar eigen bedrijfsvoering is Sweco meer op duurzaamheid gaan focussen door onder andere het gebruik van de fiets en het openbaar vervoer te bevorderen, maar door ook elektrische auto's aan te schaffen en biobased producten in en rondom haar kantoren toe te gaan passen. Ondanks dit alles is Anne wel van mening dat Sweco meer inspanning kan doen als het gaat om het inzichtelijk maken van duurzaamheid en circulariteit. Dit zal ook binnen de projecten iets opleveren, aangezien steeds meer projecten om de EMVI-criteria en dus duurzaamheid en MKI-waarden beoordeeld gaan worden.

Anne geeft aan dat de duur van berekeningen op het gebied van duurzaamheid en in DuboCalc afhangen van het type project, de omvang van het project en hoe gedetailleerd deze berekeningen voor de opdrachtgever moeten zijn. Desondanks worden MKI-berekeningen in de meeste gevallen gemaakt, nadat de kostenraming is opgesteld. De gegevens die in deze kostenramingen gebruikt worden, zoals hoeveelheden van materialen worden vervolgens weer gebruikt voor de berekeningen in DuboCalc. Daarbij legt Sweco ook altijd de focus op de materialen die het meest in een project voortkomen, aangezien bij die materialen de meeste ruimte is voor verbetering. Enkel voor deze materialen worden dan ook optimalisaties en/of alternatieven bedacht.

Sweco gebruikt DuboCalc om de CO₂-uitstoot van projecten te berekenen, maar is daarnaast zelf ook een tool aan het ontwikkelen voor de gemeente Lelystad. In deze tool wordt gekeken naar het begrip circulariteit en zal uiteindelijk een afwegingstabel weergegeven waar op het gebied van circulariteit keuzes gemaakt kunnen worden tussen verschillende materialen en dergelijke. Deze tool is een combinatie van een aantal zaken, waaronder DuboCalc en kosten. Buiten deze tool om wordt er niet gewerkt aan een andere tool, maar zijn in het verleden wel Suspindle (welke Anne zo nu en dan nog weleens toepast in projecten) en een ander tool ontwikkeld. Deze laatste is een tool die speciaal ontwikkeld is voor het project N211 en is gebaseerd op de berekeningsmethode van DuboCalc. Bij Anne is echter niet bekend of deze tool nog in projecten wordt toegepast. Daarnaast wordt Suspindle ook minder breed toegepast dan van origine de bedoeling was.

Anne vindt een koppeling tussen een model en een tool die CO₂-uitstoot berekend waardevol, aangezien het onder andere een efficiency slag is in het huidige berekeningsproces. Wanneer SuDevo beschikbaar komt hoeven namelijk niet twee keer dezelfde gegevens ingevoerd te worden en kunnen tekenaars/modellereurs zelf al rekening houden met de CO₂-uitstoot binnen een project. Momenteel heeft Sweco ook geen geautomatiseerde koppeling tussen een model en een tool. Onder andere op basis van bovenstaande redenen is Anne wel geïnteresseerd om in contact te komen met Wagemaker om te praten over een verdere ontwikkeling van de tool.

Momenteel worden er volgens Anne in veel projecten DuboCalc toegepast, althans in de projecten van Sweco, echter is het binnen DuboCalc nog niet mogelijk om iets over Circulariteit te zeggen. Dit onderwerp is dan ook erg interessant als aanvulling voor SuDevo.

Binnen Sweco is het per project verschillend hoe omgegaan wordt met de eigenschappen van materialen. Dit hangt namelijk af van het feit of het project wel of niet beoordeeld wordt op EMVI. Projecten die hier wel op beoordeeld worden zullen in de aanbestedingsfase gedetailleerder zijn dan projecten die hier niet op beoordeeld worden. Bij projecten waar dit niet van toepassing is wil Sweco toch een indruk geven van de CO₂-uitstoot van een project en worden de meest voor de hand liggende materiaaleigenschappen gekozen om berekening mee uit te voeren. In deze gevallen wordt er een logboek bijgehouden waarin alle afwijkingen, veranderingen en aanpassingen in bijgehouden worden, zodat uiteindelijk de werkelijke CO₂-uitstoot van een project berekend kan worden.

SuDevo specifiek

Anne ziet de tool als een eerste koppeling met DuboCalc, maar voorlopig nog als een tool die gericht is om CO₂-uitstoot van projecten inzichtelijk te maken. Hij ziet wel in dat de tool het mogelijk maakt om de materialen die veel uitstoten op een eenvoudige en snelle manier naar voren gehaald kunnen worden, zodat voor deze materialen optimalisaties doorgevoerd kunnen worden. Anne ziet dus de potentie van SuDevo, maar wil wel graag dat er nog een aantal functionaliteiten aan SuDevo worden toegevoegd. Deze functionaliteiten zijn:

- ✚ De berekeningen die in SuDevo gedaan worden en de resultaten die weergegeven worden moeten zo specifiek mogelijk zijn, zodat het resultaat van een project ook zo dicht mogelijk bij de waarheid ligt. Uiteindelijk is het dan ook mogelijk om een uitdraai van SuDevo te gebruiken voor een inschrijving op een EMVI-project.
- ✚ Daarbij is een functionaliteit die materialen van een bepaalde categorie oplicht handig om snel de materialen/elementen te kunnen selecteren waar verbeteringen op doorgevoerd kunnen worden of waar de kans groot is dat verbeteringen/optimalisaties mogelijk zijn, omdat het bij deze materialen/elementen om grote hoeveelheden gaat.
- ✚ Anne is wel van mening dat (overkoepelende) categorieën gehanteerd moeten worden, zodat in één oogopslag te zien is welke categorie de meeste invloed heeft op het milieu en waar dus ook de meeste optimalisaties mogelijk zijn en daarnaast geven categorieën een goed overzicht van de totale uitstoot.
- ✚ Anne adviseert om ook te kijken naar het product SimaPro, omdat de gegevens van de NMD niet aangepast kunnen worden en dit in SimaPro wel mogelijk is. Op basis van die tool kunnen dan ook ideeën bedacht worden om bedrijven wel de optie aan te bieden om eigen variabelen toe te voegen aan SuDevo.
- ✚ Een koppeling met DuboCalc is volgens Anne wel mogelijk, maar niet benodigd.
- ✚ Het exporteren van pdf en/of Excel bestanden zou wel handig zijn voor het verwerken van de resultaten.

Anne is van mening dat de gegevens die momenteel zijn opgenomen in de NMD specifiek en correct ingevuld moeten worden. Daarbij moet er ook meer data in de NMD komen te staan, zodat in de GWW betere berekeningen gedaan kunnen worden op het gebied van duurzaamheid. Daarnaast adviseerde Anne om ook met Born Goedkoop in gesprek te gaan, echter hadden we op het moment van dit interview al contact met de heer Goedkoop.

BAM

Born Goedkoop is duurzaamheidsmanager/teammanager binnen BAM Infraconsult en is verantwoordelijk voor het toepassen van duurzaamheid en circulaire economie binnen BAM Infra. Hij houdt zich bezig met alle van systemen welke niet financieel hoeven worden doorberekend. Onder deze systemen vallen onder andere de milieueffecten, klimaatadaptatie, klimaatverandering en sociale waarden.

Born geeft aan dat er in Europa veranderingen gaan komen welke aan gaan geven dat er straks vanuit economische waarden gerapporteerd moet gaan worden op maatschappelijke waarden. Wanneer dit ingevoerd wordt moet er op zestien waarden gerapporteerd gaan worden en Born is al bezig om hier invulling aan te geven. Daarbij zit hij in beleidscommissies welke ook bezig zijn om invulling te geven aan deze zestien waarden. Dit doet hij zowel in Nederland als in Europa. Ook geeft hij met een aantal andere personen advies op dit gebied en schrijft een beleid, welke overeenkomt met de ideeën van Europa.

De reden dat BAM aan duurzaamheid en CO₂-reductie werkt komt voort uit de ideologie om klimaatverandering tegen te gaan. Om die reden probeert BAM rekening te houden met en inzicht te geven in de methoden die het toepast om klimaatverandering tegen te gaan. Ondanks dat Nederland een klein land is en dus slechts een klein percentage kan bijdragen aan het geheel, is BAM ervan overtuigd om de mensen binnen het bedrijf bewust bezig te laten zijn met duurzaamheid en als bedrijf een steentje bij te dragen aan de verduurzaming van de wereld.

Born ziet het als noodzakelijk om één monetair stelsel te ontwikkelen voor de niet financiële eenheden (dit zijn de eenheden die te maken hebben met onder andere duurzaamheid), welke het mogelijk maakt om eenheden met elkaar te kunnen vergelijken. Hijzelf is net als BAM vanuit de ideologie betrokken geraakt bij de verduurzaming van de wereld. Daarbij heeft hij zelf de stoute schoenen aangetrokken en was ervan overtuigd dat hij hier een businessmodel van kan maken. Met dit idee is hij naar het managementteam van BAM gegaan en zodoende is hij al sinds 2013 bezig binnen BAM. Desondanks is hij al wel sinds 2007 actief op dit gebied en in eerste instantie deed hij dat in de Offshore sector waar inzicht benodigd was in hoe er met veiligheid, brandwerendheid, planten en/of dieren omgegaan moet worden. Vervolgens kreeg hij ideeën dat dit ook op andere manieren ingericht kon worden en is vanuit hier de passie voor dit onderwerp daadwerkelijk ontstaan. In eerste instantie kon hij deze passie waarmaken in het buitenland, maar sinds 2009 doet hij dit voornamelijk in Nederland. In eerste instantie bij Boskalis, maar later bij BAM. Hij helpt en assisteert deze organisaties bij het invulling geven aan en het aantonen van duurzaamheidsaspecten. Dit doet hij niet alleen binnen de bedrijfsvoering van deze organisaties (door bijvoorbeeld de invoering van een managementsysteem), maar dit doet hij ook binnen projecten. Born is ervan overtuigd dat het inzichtelijk maken van duurzaamheidsaspecten geld kan opleveren, aangezien tegenwoordig op basis van de huidige EMVI-scores projecten gewonnen kunnen worden wanneer rekening gehouden wordt met duurzaamheidsaspecten.

BAM focust zich op drie kernthema's welke gekoppeld zijn aan de doelen van de VN en de doelen van Nederland. Deze kernthema's zijn Climate Positive, Resource Positive en Enhancing Lives. Met Climate Positive wordt de positieve bijdragen aan klimaatverandering en energietransitie bedoeld. Resource Positive kan het best omschreven worden als circulariteit, oftewel het cyclus werken. Enhancing Lives betekent het verbeteren van de leefomgeving van mens en dier.

De tijd die BAM momenteel kwijt is aan het implementeren van duurzaamheid binnen projecten is afhankelijk van het type project, de omvang van het project en in welke mate informatie beschikbaar is. Born heeft een team van negen man onder zich, welke continu bezig zijn met circulaire economie en duurzaamheid.

In projecten wordt er niet alleen een berekening gemaakt om de MKI-waarden te bepalen, maar wordt een heel systeem gemodelleerd welke geïmplementeerd wordt in BIM, het financiële systeem en het aanbestedingsrapport. Daarbij wordt in deze periode niet alleen gekeken naar de aanbestedingsfase, maar wordt ook al nagedacht over de uitvoeringsfase. Vraagstukken die hierover naar voren komen zijn hoe moet het doorgevoerd en ingericht worden gedurende de uitvoering, wat dient wel en niet bijgehouden te worden en op welk niveau moet dit gebeuren, wat is wel en niet te koppelen aan BIM, wat is te koppelen aan de werkelijke getallen, hoe wordt alles gecontroleerd en ga zo maar door. Afhankelijk van het project kan de hele integratie van duurzaamheid dus een paar weken tot een paar jaar in beslag nemen.

BAM gebruikt voornamelijk professionele levenscyclusanalyse tools, waaronder GaBi en SimaPro om duurzaamheid binnen een project te bepalen. Daarnaast past BAM ook nog steeds DuboCalc toe in haar projecten, omdat DuboCalc momenteel nog een contractuele verplichting is binnen EMVI-aanbestedingstrajecten. Desondanks is DuboCalc geen systeem, maar juist een middel waarmee duurzaamheid en MKI-waarden inzichtelijk gemaakt kunnen worden. Ondanks dit praat Born enkel nog over levenscyclus methodieken en focust daarbij op de multi-levenscyclus en/of mono-levenscyclus benadering.

BAM heeft er juist voor gekozen om niet te werken aan het ontwikkelen van tools, omdat de ontwikkelingen binnen de markt erg snel gaan. Daarbij is Born van mening dat met de juiste systemen altijd een sluitend verhaal verteld kan worden. Daarnaast geeft hij aan dat vanuit commerciële aspecten van andere branches er al snel een startbudget van 30 tot 50 miljoen benodigd is om goede software te ontwikkelen.

Desondanks is hij wel van mening dat alle partijen hun eigen tool mogen ontwikkelen, maar dat deze tools wel gebaseerd moeten zijn op één enkel systeem, waaronder de LCA-systematiek. Het systeem achter de tools moet dus gelijk zijn en de tools moeten dan ook getest worden of ze wel aan dit systeem voldoen. Volgens Born zijn grote partijen momenteel bezig om software te ontwikkelen en uiteindelijk te vermarkten, maar is hij wel van mening dat SuDevo ook antwoord kan geven op de vraag om projecten te verduurzamen. Desondanks adviseert Born wel dat er te allen tijde volgens de voorgeschreven normen gewerkt moet worden en dat hier ook op gecontroleerd moet worden. Binnen BAM is er dus nog geen rechtstreekse koppeling tussen een model en een tool als SuDevo, maar heeft BAM hier op haar eigen manier vorm aangegeven.

Daarbij maakte hij ook duidelijk dat de database die Dirk en Sven momenteel in handen hebben van DuboCalc slechts een klein gedeelte is van alle materialen die in de NMD zijn opgenomen. Volgens Born zou de NMD namelijk uit gigantisch veel data bestaan. Naast de NMD is ook de database van Ecolnvent gigantisch groot en kan ook deze database gekoppeld worden aan SuDevo.

Volgens Born moeten bedrijven zelf kiezen of zij wel of geen data aanleveren aan Stichting Bouwkwiteit om opgenomen te worden in de NMD. De reden hierachter is dat het soms om bedrijfsgevoelige data gaat welke liever niet opgenomen wordt in vrij toegankelijke database. Daarnaast moet het ook afgewogen worden tegenover het bedrijfseconomische model en de transparantie van de gegevens. Keuzes hierin moeten dus vrijgelaten worden aan de markt en een bedrijf moet dus zelf kiezen of zij uitgaan van gemiddeldes of specifieke milieudata. Desondanks verwacht Born dat de normen en voorwaarden vanuit de opdrachtgevers steeds strakker en strenger worden, waardoor berekeningen voor de milieudata uiteindelijk wel door ieder bedrijf gedaan zal moeten worden.

Doordat BAM materialen op diverse systemen, waaronder sociale-, milieu- en/of financiële systemen kan beoordelen, kunnen zij ook inzichtelijk maken op welke gebieden materialen beter of duurzamer zijn dan andere materialen. Dit stelt BAM in staat om op de vraag van de klant in te kunnen spelen en altijd een integrale afweging te kunnen maken. Oftewel wat vindt BAM, de organisatie en de opdrachtgever relevant, waardoor het mogelijk is om een waardeoordeel te generen waarop afwegingen gebaseerd kunnen worden. Deze afwegingen maken het mogelijk om een onderbouwde keuze te maken tussen de diverse beschikbare materialen.

Voor de BAM is het per project verschillend in welke mate materiaaleigenschappen et cetera aan materialen worden toegevoegd. Dit heeft vooral te maken met het feit of aanbestedingen wel of niet op de EMVI-factoren wordt beoordeeld.

SuDevo Specifiek

Volgens Born maakt SuDevo de eerste stappen om de uitstoot binnen de levenscyclus van project in beeld te krijgen. Het maakt dus al de eerste stappen inzichtelijk in de verduurzaming van projecten en is daarnaast ook erg geïnteresseerd in wat de tool doet, hoe het werkt en of het iets voor BAM zou kunnen betekenen in de verduurzaming van projecten. Ondanks dit komt hij wel met een aantal functionaliteiten welke aan SuDevo toegevoegd kunnen worden en dit zijn:

- ✚ Het specifieker maken van de materialen en de bijbehorende uitstoot, zodat ook de CO₂-uitstoot van een project duidelijker en specifieker wordt. Hoe specifieker de gegevens zijn des te beter het is voor de berekening en het resultaat.
- ✚ Born adviseert om geen koppeling te maken met DuboCalc, maar juist met de onderliggende LCA-systematiek, namelijk de NMD. Daarbij geeft hij ook aan om naast de NMD ook te kijken naar de EcolInvent database.
- ✚ Een PDF en/of Excel export is benodigd, zodat gemakkelijk een overzicht gegenereerd kan worden van de materialen, hoeveelheden en de uitstoot. Een Excel export maakt het mogelijk om ook nog andere programma's te gebruiken naast SuDevo, omdat deze programma's de Excel documenten kunnen importeren.
- ✚ Born adviseert daarnaast ook om de gehele levenscyclus van materialen te verwerken in SuDevo en niet alleen A1 tot en met A3 (Cradle-to-Gate, oftewel winning tot en met productie). De reden hierachter is dat normen en richtlijnen eisen dat de gehele levenscyclus van materialen, dus alle productie- en levensprocessen (zoals omschreven in NEN-EN 15804) worden meegenomen in de berekening van de uitstoot. Om dus aan deze normen en eisen te voldoen moeten alle processen van een materiaal meegenomen worden in de berekening van de uitstoot.

Overige informatie

DuboCalc is volgens Born enkel een middel die de kosten/schaduw prijzen van milieueffecten inzichtelijk maakt. In eerste instantie was dit niet aanwezig en om die reden is DuboCalc ook ontwikkeld. Rijkswaterstaat wilden deze kosten/schaduw prijzen kwantificeren, zodat het opgenomen kon worden in de EMVI-criteria binnen de contractvormen. Dit maakte het mogelijk om aanbiedingen van partijen met elkaar te vergelijken.

De economische waarden moeten dus overgezet kunnen worden naar maatschappelijke waarden, zodat er beter rekening gehouden kan worden met deze maatschappelijke waarde binnen bedrijven, projecten en producten. Dit resulteert dus in diverse footprints, namelijk de Organisation Environmental Footprints, de Project Environmental Footprints en de Product Environmental Footprints.

Deze standaarden zullen op den duur dus doorgevoerd worden en één voorbeeld hiervan waar veel over gesproken wordt is het materialenpaspoort systeem. Dit is een systeem dat binnen de Europese wetgeving is opgesteld en geeft aan dat alle producteigenschappen en informatie van en over projecten moet worden vastgelegd. Dit creëert dus een volgende stap in het Bouw Informatie Model (BIM) of het Project Informatie Management (PIM)-systeem, waarin deze gegevens inzichtelijk gemaakt zullen moeten worden. Het materialenpaspoort systeem is of wordt dus volgens wetgeving gestandaardiseerd binnen Europa, maar van origine komt het zelfs voort vanuit de zeventien klimaatdoelstellingen van de Verenigde Naties (VN). Van deze zeventien klimaatdoelstellingen worden er zestien weggeschreven als de effecten waarop gerapporteerd moet worden en Europa is weer verder gegaan om aan deze zestien doelstellingen invulling te geven. Wanneer dit binnen Europa bekend is zal ook Nederland gaan bedenken op welke manier zij hier invulling aan kan gaan geven die overeenkomen met de doelstellingen van de Europese Unie. Nederland zal hier dus eigen regels en wetten aan gaan koppelen.

De naam van het materialenpaspoort systeem moet niet verward worden met het middel genaamd materialenpaspoort welke ontwikkeld is door Madaster. Het materialenpaspoort van Madaster werkt namelijk op de principes welke zijn vastgelegd in het systeem. Madaster heeft als eerste of als één van de eerste partij invulling gegeven aan dit systeem en heeft de naam “materialenpaspoort” zichzelf toegeëigend en heeft haar middel deze naam toegekend. Desondanks komt de systematiek van dit middel dus voort uit Europa. Zij geeft namelijk aan dat de producteigenschappen en informatie van projecten over tijd moet worden vastgelegd. Hierbij is te denken aan de kleur van een materiaal, de degradatie van deze kleur over tijd, de samenstelling, soortelijke massa, de processtappen enzovoorts. Dit zal niet alleen de circulariteit van projecten bevorderen, maar creëert ook een restwaarde in relatie tot de milieueffecten. Deze restwaarde dient op een of andere manier afgeschreven te worden en momenteel zijn ze hiervoor een systeem aan het bedenken.

Dura Vermeer

Binnen Dura Vermeer is Rick Fikkert geïnterviewd, Rick is sinds iets meer dan een jaar werkzaam bij Dura Vermeer als EMVI-plannenschrijver binnen regio Oost. In die rol heeft hij al diverse EMVI-plannen geschreven en opgemaakt en heeft hij ook aan diverse EMVI-plannen een bijdrage geleverd. Van deze plannen zijn er ook een aantal echt op CO₂-uitstoot en MKI-waarden beoordeeld. Rick heeft afgestudeerd binnen de Offshore wereld. Zijn afstudeeronderzoek was gericht op de milieu impact van offshore applicaties en dus te kijken of flexibel ontwerpen bijdraagt aan het reduceren van CO₂-uistoot.

Dura Vermeer is steeds meer de focus aan het leggen o het circulair bouwen van haar projecten en is druk bezig om dit door te voeren binnen haar bedrijfsvoering. In tenders is momenteel echter afhankelijk van de vraag en eisen van de opdrachtgever of er wel of niets aan duurzaamheid, circulariteit en CO₂-reductie gedaan wordt. De mate waarin duurzaamheid beloond wordt, bepaald hoeveel tijd Dura Vermeer in het onderwerp duurzaamheid steekt. Dura Vermeer kijkt momenteel dus enkel naar duurzaamheid wanneer het ook daadwerkelijk is oplevert en zij op dit onderwerp het verschil kunnen maken met concurrerende bedrijven. Bij een aantal projecten zijn er echter al wel harde doelen opgesteld in relatie tot duurzaamheid, maar bedrijfsbreed is dit nog niet van toepassing.

De visie van Rick sluit aan op de visie van Dura Vermeer, aangezien Rick van mening is dat de wereld en in ieder geval de Civiele Techniek snel moet overschakelen naar een circulaire economie, waarin het niet uitmaakt hoeveel materiaal er toegepast worden doordat al deze materialen toch hergebruikt kunnen worden zonder enig kwaliteitsverlies. Hij vindt dat iedereen hier hard aan moet werken, omdat dit volgens hem ook de volgende stap is van CO₂-reductie naar het volledig hergebruiken van materialen en uiteindelijk geen tot nauwelijks CO₂-uitstoot.

Binnen Dura Vermeer zijn er afdelingen die op het gebied van duurzaamheid actiever zijn, maar over het algemeen valt dit erg tegen. Desondanks is er sinds kort een bedrijfsbrede manager op het gebied van duurzaamheid aangesteld. Deze persoon moet de huidige markt in de gaten gaan houden, oftewel wat speelt er en hoe kan dit weer gekoppeld en doorgegeven worden aan andere afdelingen binnen de organisatie. Deze manager is dus bedoeld als kennisdrager/kennispunt als het gaat over duurzaamheid. Daarbij zijn de ontwikkelingen binnen de afdeling bouw op het gebied van duurzaamheid ook groter dan binnen de afdeling infra. Dura Vermeer investeert wel in duurzame ideeën, maar focust echt op circulariteit.

Het type project, de omvang van het project en in welke mate duurzaamheid binnen het project beoordeeld wordt bepaald hoe lang Dura Vermeer bezig is met duurzaamheid. Desondanks geeft Rick aan dat er uit gegaan moet worden dat er gemiddeld zo'n 10 - 16% van de tijd die nodig is voor een tender besteed wordt aan duurzaamheid. Dura Vermeer besteedt deze werkzaamheden momenteel uit aan andere partijen die hier meer kennis over hebben en ook de juiste mensen voor in dienst hebben.

Wanneer een tool als SuDevo beschikbaar komt voor Dura Vermeer dan verwacht Rick wel dat Dura Vermeer meer zelf zal gaan doen op gebied van duurzaamheid en CO₂-reductie en dus ook minder zal gaan uitbesteden. Desondanks moet er in dat geval wel nog een verificatie slag komen of moet er een verificatie slag zijn, zodat ook aangetoond kan worden dat de berekeningen die gedaan worden kloppen volgens de normen en de tool dus een gevalideerde methode is om de CO₂-uitstoot van een project te berekenen. Het is dus van belang dat SuDevo een geaccepteerd methode zal gaan worden om de uitstoot van een project te berekenen. Dit zal ook veel voordelen met zich meebrengen, aangezien er slechts 1 modelleur/3D-tekenaar benodigd zal zijn om naast het modelleren ook meteen rekening te houden met de uitstoot van een project. Daarnaast kan deze persoon dan ook optimalisaties gaan doorvoeren om de CO₂-uitstoot van een project te reduceren.

Wanneer bovenstaande punten van toepassing zijn is het ook mogelijk om SuDevo toe te passen in tenders en referentieontwerpen te verbeteren en procentueel aan te kunnen geven hoeveel CO₂-uitstoot er met het nieuwe ontwerp bespaard kan worden in relatie tot het referentieontwerp. Daarentegen is Rick er wel van overtuigd dat opdrachtgevers SuDevo moeten accepteren als een middel om onder andere de CO₂-uitstoot van een project in kaart te brengen. Dit vertrouwen kan volgens Rick gecreëerd worden wanneer SuDevo een gevalideerde en door Stichting Bouwkwiteit goedgekeurde tool is.

Rick is van mening dat SuDevo waardevol is voor Dura Vermeer en dan met name voor tenders, aangezien er momenteel al veel 3D-modellen gemaakt worden voor tenders en dit alleen maar meer gaat worden. SuDevo maakt het dan mogelijk om inzicht te krijgen in de CO₂-uitstoot van een project, waardoor projecten op het gebied van CO₂-uitstoot geoptimaliseerd kunnen worden.

Dura Vermeer besteedt zoals eerder aangegeven de werkzaamheden rondom CO₂ en MKI-berekeningen uit aan andere partijen en werkt dus zelf niet aan tools die deze berekeningen automatiseren. Dit heeft mede te maken met het feit dat er binnen Dura Vermeer geen kennis is op dit gebied.

SuDevo specifiek

Rick vindt SuDevo er goed uitzien en is van mening dat het echt een bijdrage kan leveren aan de verduurzaming van projecten. Naar zijn mening konden er nog wel een aantal functionaliteiten aan SuDevo toegevoegd worden, namelijk:

- + Rick vroeg zich af of het mogelijk was om eigen materialen aan SuDevo toe te voegen. Momenteel is dit niet mogelijk, maar dit zou wel ingebouwd kunnen worden. In deze gevallen dienen bedrijven zelf bewijzen aan te leveren bij de opdrachtgever dat de ingevoerde waarde correct zijn.
- + SuDevo moet de gehele levensduur van projecten en materialen opgaan nemen in de berekeningen. Dit betekent dat zowel dat transport als afvalscenario's, maar ook levensduur en recycling in SuDevo opgenomen moeten worden. Dit maakt het mogelijk om materialen, uitvoeringsmethode en dergelijke beter met elkaar te kunnen vergelijken.
- + Het opnemen van kosten is ook interessant. Dit kan kosten van de materialen zijn, maar ook de MKI-waarden, oftewel de MilieuKostenIndicator. Wanneer kosten in SuDevo verwerkt worden dient de kostprijs per eenheid variabel te zijn, omdat ieder bedrijf zijn eigen afspraken heeft met leveranciers.
- + Rick is van mening dat een koppeling met DuboCalc niet benodigd is. Als SuDevo op een gebruiksvriendelijke en betere manier werkt dan DuboCalc, dan is DuboCalc niet meer benodigd. Daarentegen is het wel mogelijk om eerst een koppeling te maken en in de tussentijd de tool verder te ontwikkelen, zodat deze uiteindelijk DuboCalc volledig kan vervangen.
- + Een functie om SuDevo te exporteren naar pdf of Excel is wel benodigd. Deze documenten kunnen dan gebruikt worden voor aanbestedingen en kunnen dus ook opgestuurd worden richting de opdrachtgever. Bij een export naar pdf of Excel hoeven volgens Rick enkel de resultaten overgezet te worden, maar niet het gehele berekeningsproces. Een vermelding van de tool en database die gebruikt is om de uitstoot te berekenen is gewenst, zodat aangetoond kan worden dat de resultaten met een gevalideerde tool berekend zijn. Daarnaast is het ook goed om de contactgegevens van Wagemaker op documenten te zetten, zodat opdrachtgevers met Wagemaker contact op kunnen nemen wanneer zij meer vragen hebben over de berekeningen.
- + Rick adviseert ook om de gegevens enkel weer te geven als gemiddelde wanneer specifieke waarden niet beschikbaar zijn. Dit betekent dus geen boven- en ondergrens. De reden hierachter is dat opdrachtgevers zo simpel mogelijke getallen willen zien en daar zijn gemiddeldes uitermate geschikt voor.

Provincie Noord-Brabant

Binnen Provincie Noord-Brabant is gesproken met de projectmanager op het gebied van infrastructuur. Deze persoon is van mening dat duurzaamheid onlosmakelijk verbonden is met CO₂-reductie, maar dat het wel benodigd is om de gehele levenscyclus van een materiaal te beschouwen. De reden voor de provincie om aan duurzaamheid en CO₂-reductie te werken komt echter voort uit het klimaatakkoord van Parijs, het bestuursakkoord van de provincie zelf en de Green Deal Duurzaam GWW 2.0. Daarnaast vindt de provincie het ook belangrijk om een bijdrage te leveren aan het verduurzamen van de wereld en tegen 2050 CO₂-neutraal te zijn. Om dit te bereiken is zij van mening dat er geïnnoveerd moet worden in kansen voor de Brabantse economie.

De geïnterviewde is al sinds de jaren 90 geïnteresseerd in duurzaamheid en is ook betrokken geweest om invulling te geven aan het bestuursakkoord van de provincie en de Green Deal Duurzaam GWW 2.0. Om hier invulling aan te geven is onder andere de geïnterviewde bezig geweest om de abstracte doelen van de provincie te vertalen naar concrete acties en maatregelen. Dit betekent dat er een aanbestedingsbeleid ontwikkeld en geïmplementeerd moest worden die gericht was op het behalen van de doelen.

In relatie tot verduurzaming en CO₂-reductie focust de provincie binnen infrastructuur voornamelijk op het materiaalgebruik in verhardingen en kunstwerken, omdat deze materialen de grootste invloed hebben op de CO₂-uitstoot van een project. Naast het materiaalgebruik kijkt de provincie ook naar de circulariteit van asfalt en beton en de toepassingsmogelijkheden van biobased producten.

Binnen de provincie wordt er pas sinds kort gewerkt met DuboCalc en is de geïnterviewde wel van mening dat het waardevol voor de provincie is om een koppeling te maken tussen een model en een tool die onder andere CO₂-uitstoot berekend. De geïnterviewde heeft aangegeven dat dit gedaan kan worden op basis van DuboCalc. Daarnaast zijn er in het verleden binnen de provincie slechts enkele projecten geweest waar CO₂-uitstoot inzichtelijk gemaakt is, maar is het de bedoeling dat dit vanaf heden bij ieder project gedaan wordt.

SuDevo specifiek

De geïnterviewde heeft geen opmerkingen op SuDevo, maar ziet een koppeling met DuboCalc en een export naar in ieder geval pdf en Excel als waardevolle toevoegingen. Daarbij heeft de geïnterviewde ook aangegeven dat door het consequent voorschrijven en toepassen van de NMD door overheden en opdrachtgevers, de NMD vanzelf verder aangevuld wordt en specifiekere gegevens zal gaan bevatten. Daarnaast is het ook mogelijk dat overheden en opdrachtgevers gaan verplichten dat nieuwe materialen, waarmee ingeschreven wordt, opgenomen worden in de NMD.



BIJLAGE X PLAN VAN AANPAK

5 maart 2018

PLAN VAN AANPAK

SUDEVO AUTOMATISEERT DUURZAAM ONTWERPEN

SuDevo^{CO₂}



COLOFON

Project: SUDEVO AUTOMATISEERT DUURZAAM ONTWERPEN

Titel: Een tool die de CO₂-uitstoot van een constructie gedurende de ontwerpfase inzichtelijk maakt.

Type: Plan van Aanpak

Status: Definitief

Versie: 3.0

Datum: 22 februari 2018

Onderwijsinstelling: Avans Hogeschool te 's-Hertogenbosch/Tilburg

Opleiding: Civiele Techniek – Constructief Ontwerp/Technisch Bedrijfskunde

Afstudeeratelier: Constructief Ontwerpen en Materialen CT

Afstudeerdocenten: Michael van Nielen
Jaap van Veldhoven

Afstudeerbedrijf: Wagemaker te Rosmalen

Afstudeerbegeleiders: Johan de Groot (JDG)
Maarten van der Linden (MVL)

Afstudeerteam: Dirk Broers (DBR)
2082696
+31 (0) 6 23 62 09 88
dirkbroers@outlook.com

Sven van Es (SES)
2094988
+31 (0) 6 52 28 52 22
s.vanes@outlook.com

Vrijgegeven door:

Johan de Groot (JDG)

Dennis Gubbels (DGU)

Maarten van der Linden (MVL)

Monique van Delft (MVD)

VOORWOORD

Wij, Dirk Broers en Sven van Es, willen Wagemaker alvast bedanken voor het beschikbaar stellen van dit onderwerp en daarbij ook de tijd en middelen. Wij hopen gedurende deze periode veel te kunnen leren. Daarbij zijn we gebrand om uiteindelijk ook een mooi product in te kunnen leveren waar Wagemaker actief mee aan de slag kan.

Daarnaast willen we ook Avans Hogeschool en met name Jaap van Veldhoven alvast bedanken voor de begeleiding die we de komende periode ontvangen, waardoor uiteindelijk een uitstekende scriptie ingeleverd kan worden.

SuDevo^{CO₂}

SuDevo^{CO₂} is de naam van de tool die ontwikkeld wordt voor Wagemaker gedurende dit afstudeeronderzoek. SuDevo staat voor Sustainable Development en heeft daarnaast ook een relatie met de beginletters van de voornamen van de ontwikkelaars, oftewel Sven van Es en Dirk Broers. Daarnaast heeft het gedeelte CO₂ betrekking op het inzichtelijk maken van de CO₂-uitstoot, dit is namelijk het doel van de tool.

INHOUDSOPGAVE

Colofon	1
Voorwoord	2
Inhoudsopgave	3
Definities.....	5
Inleiding.....	6
Aanleiding en Relevantie.....	7
Aanleiding.....	7
Relevantie.....	7
Probleem- en Doelstelling	8
Probleemdefinitie.....	8
Doelstelling.....	8
Onderzoeksvragen.....	9
Hoofdvraag.....	9
Deelvragen	9
Afbakening en Randvoorwaarden	11
Afbakening.....	11
Randvoorwaarden	12
Resultaten	13
Tussenproducten.....	13
Resultaatsomschrijving	14
Afstudeeractiviteiten.....	15
Werkwijze	15
Taakverdeling	18
Kwaliteitsbewaking.....	19
Wekelijks Overleg.....	19
Afstudeeratelier	19
Flowchart.....	19
Persoonlijke Doelen.....	20
Dirk Broers.....	20
Sven van Es.....	20
Planning.....	22
Mijlpalen.....	22



Bibliografie	23
Bijlagen	25
Bijlage I Achtergronden	26
Bijlage II Balkenplanning	29

DEFINITIES

1. **CO₂-uitstoot:** De hoeveelheid koolstofdioxide dat onder andere vrijkomt door het produceren van constructiematerialen.
2. **Cradle-to-Gate:** Cradle-to-Gate is een beoordelingsmethode voor een gedeelte van de levensloop van producten. Tot deze beoordelingsmethode behoort de extractie van de grondstoffen tot en met de fabricage van het materiaal/product, oftewel voordat het materiaal/product vervoerd wordt naar de klant/bouwplaats. In deze methode wordt de gebruiks- en vernietigingsfase niet meegenomen (Circular Ecology, s.d.).
3. **DuboCalc:** “DuboCalc is het instrument waarmee kan worden berekend welke duurzaamheidswaarde een ontwerp heeft. Middels deze score kunnen dus verschillende ontwerpen en/of inschrijvingen objectief worden vergeleken.” (Rijkswaterstaat, s.d.-a)
4. **MilieuKostenIndicator (MKI):** “De MKI-waarde geeft de milieubelasting van een civieltechnisch werk aan. Hoe lager de waarde, hoe minder milieubelasting. Ontwerpen die qua materialen flink van elkaar verschillen, verschillen ook qua milieukwaliteit.” (Rijkswaterstaat, s.d.-b)
5. **Schaduwkostenmethode:** “In de schaduwkostenmethode worden de in equivalenten uitgedrukte milieueffecten vermenigvuldigd met monetariserings- of schaduwkostengetallen per milieueffect. Door het optellen van alle schaduwkosten ontstaat een totaal milieukostenplaatje, een gewogen score in één getal.” (Nibe, 2018)

INLEIDING

Dit Plan van Aanpak (PvA) beschrijft de werkwijze waarop het afstudeeronderzoek de komende zestien weken uitgevoerd wordt. Het afstudeeronderzoek wordt uitgevoerd in samenwerking met/in opdracht van Wagemaker te Rosmalen en is ontstaan vanuit de vraag om de CO₂-uitstoot van een ontwerp meer inzichtelijk te maken. Wanneer dit afstudeeronderzoek is afgerond, is er een tool ontwikkeld waarmee de CO₂-uitstoot berekend kan worden. Hierdoor is de inzichtelijkheid vergroot en kunnen keuzes gemaakt worden in relatie tot CO₂-uitstoot.

Het PvA start met een onderbouwing van de aanleiding, oftewel de reden voor dit afstudeeronderzoek, en waarom een onderzoek als deze relevant is voor de maatschappij/civiele wereld. Vervolgens wordt er dieper ingegaan op het huidige probleem rondom dit thema en met welk doel dit afstudeeronderzoek uitgevoerd wordt. Daaropvolgend worden de diverse onderzoeksvragen, oftewel de hoofdvraag en de diverse deelvragen, belicht en onderbouwd. Als belangrijke aanvulling hierop wordt de afbakening in detail weergegeven en zullen tevens de randvoorwaarden uiteengezet worden. Ook dienen er een aantal producten ingeleverd te worden, waaronder een aantal tussenproducten en natuurlijk het eindproduct. Naast het eindproduct is ook een resultaatomschrijving gegeven. Deze beschrijft wat Wagemaker aan het einde van onze afstudeerperiode kan verwachten in relatie tot de tool.

Om het bovenstaande vorm te kunnen geven en in goede banen te kunnen leiden is er een werkwijze beschreven die aangeeft hoe de 16 weken die volgen na de afronding van het PvA ingericht worden. Daarbij is ook een taakverdeling weergegeven. Deze verdeling is gerelateerd aan de persoonlijke doelstellingen en zullen bijdragen aan de ontwikkeling hiervan. Daaropvolgend wordt het een en ander toegelicht over hoe de kwaliteit van het afstudeeronderzoek en de planning gewaarborgd wordt.

AANLEIDING EN RELEVANTIE

In dit hoofdstuk wordt de aanleiding voor het afstudeeronderzoek belicht en wordt er beschreven waarom dit onderzoek relevant is om uit te voeren.

AANLEIDING

De aanleiding voor dit onderzoek ligt bij de vraag vanuit Wagemaker om meer inzicht te krijgen in de CO₂-uitstoot van een ontwerp. Een ontwerp van Wagemaker wordt hier vrijwel nooit op beoordeeld. Tevens is er geen referentiekader om een constructie in de civiele branche aan te meten. Hierdoor is het idee ontstaan bij Wagemaker om een tool te ontwikkelen waarmee gedurende de ontwerpfase van een project de CO₂-uitstoot inzichtelijk gemaakt kan worden. Deze tool maakt het mogelijk om al gedurende een vroeg stadium van de ontwerpfase keuzes te maken in relatie tot CO₂-uitstoot.

RELEVANTIE

Het onderzoek dat wij gaan uitvoeren is zeer relevant, omdat het goed aansluit bij de maatschappelijke ontwikkelingen die nu in de branche spelen. De voornaamste beweegredenen van deze vraagstelling is ontstaan doordat de overheid sinds een aantal jaren pusht op het zo duurzaam mogelijk uitvoeren van projecten, waarbij CO₂-reductie een van de belangrijkste factoren is (Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden & Ondernemen (SKAO), 2017).

Door bovenstaande zijn vrijwel alle, dan wel niet alle bedrijven binnen de Civiele Techniek of die er op een of andere manier iets mee te maken hebben bezig om CO₂-uitstoot te reduceren en het meer inzichtelijk te maken (Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden & Ondernemen (SKAO), 2017). De tool zorgt er dus voor dat de gebruiker zich op meer aspecten dan laagste prijs kan profileren en in de tenderfase eenvoudiger keuzes gemaakt kunnen worden op het gebied van duurzaamheid. Dit maakt het mogelijk om projecten minder milieubelastend te maken.

De Rijksoverheid is al sinds 2010 verplicht 100% duurzaam in te kopen. Om invulling aan deze eis te geven is door Rijkswaterstaat onder andere de software DuboCalc ontwikkeld. Deze software maakt het mogelijk om constructies op milieugebied te toetsen met behulp van LCA-gegevens. De berekeningen die hierbij gebruikt worden zijn gebaseerd op de Europese normen NEN-EN 15804:2012 en NEN-EN 15978:2012. DuboCalc maakt daarnaast ook gebruik van de nationale database en de schaduwkostenmethode. Met deze gegevens rekent DuboCalc de milieueffecten om tot de zogenoemde MilieuKostenIndicator (MKI). Door middel van deze waarde kunnen verschillende ontwerpen objectief met elkaar vergeleken worden (Nibe, s.d.). De MKI-waarde is opgebouwd uit verschillende impactcategorieën, waaronder klimaatverandering (CO₂-eq), oftewel CO₂-uitstoot. De totale MKI-waarde in DuboCalc hangt af van diverse parameters, deze moeten met de hand ingevuld worden. Het invullen van deze parameters kost echter veel tijd en vereist kennis van het programma. SuDevo^{CO₂} zal er uiteindelijk voor zorgen dat gegevens die voortkomen uit een model automatisch verwerkt worden tot een resultaat, oftewel de CO₂-uitstoot. Hierdoor kan eenvoudiger en sneller de CO₂-uitstoot van een constructie bepaald, oftewel inzichtelijk gemaakt worden.

PROBLEEM- EN DOELSTELLING

In dit hoofdstuk worden de probleem- en doelstelling uiteengezet, oftewel wat is het huidige probleem dat dit onderzoek zal gaan tackelen en wat is het doel van dit onderzoek.

PROBLEEMDEFINITIE

Het probleem is gerelateerd aan de impact van CO₂-uitstoot op het milieu. Onder andere deze impact heeft invloed gehad op de klimaatverandering op aarde (Milieu Centraal, s.d.). Door de klimaatverandering en de oorzaak van dit probleem, oftewel de leefwijze van de mens, is de mens zich steeds meer gaan realiseren dat hun CO₂-uitstoot gereduceerd moet worden. Om dit mogelijk te maken zijn er echter diverse zaken belangrijk, namelijk inzichtelijkheid en het veranderen van de huidige mentaliteit. Tot op heden is het echter lastig om de CO₂-uitstoot inzichtelijk te maken door het feit dat er nog te weinig gegevens beschikbaar zijn om de huidige uitstoot in beeld te brengen. Daarnaast vereisen dergelijke berekeningen veel tijd en kennis. Daarbij komt ook de mentaliteit naar voren dat de werkwijze en materialen die tot op heden toegepast zijn en waarvan aangetoond kan worden dat ze werken, al tientallen jaren gebruikt worden. Dit creëert vaak de vraag: "Waarom zou men hier iets aan veranderen of aanpassen (Bedrijven, 2017)?"

DOELSTELLING

Wagemaker wil gedurende de ontwerpfase al inzichtelijk maken wat de effecten zijn van de keuzes tussen verschillende bouwmaterialen in relatie tot de CO₂-uitstoot. Door het inzichtelijk maken van deze effecten zijn Wagemaker en mogelijk andere partijen in staat om optimalisaties door te voeren op het gebied van CO₂-reductie. Het doel is een tool te ontwikkelen waarmee gedurende de ontwerpfase van een constructie geautomatiseerd de Cradle-to-Gate CO₂-uitstoot inzichtelijk gemaakt kan worden. Daarbij worden op basis van rangorde functionaliteiten toegevoegd die voortkomen uit de resultaten van het marktonderzoek.

ONDERZOEKSVRAGEN

In dit hoofdstuk zal dieper ingegaan worden op de diverse onderzoeksvragen die in het onderzoek behandeld en vervolgens ook beantwoord zullen worden. Als eerste wordt ingegaan op de hoofdvraag en vervolgens op de deelvragen.

HOOFDVRAAG

Hoe kan geautomatiseerd de Cradle-to-Gate CO₂-uitstoot van constructiematerialen inzichtelijk gemaakt worden tijdens de ontwerpfase?

DEELVRAGEN

Deelvraag 1

Welke CO₂-instrumenten zijn op het moment beschikbaar om de CO₂-uitstoot te bepalen?



Subvraag 1

Welke tools zijn momenteel beschikbaar?



Subvraag 2

Welke milieudatabases zijn er bekend in relatie tot CO₂-uitstoot?

Deelvraag 2

Wat is er nodig om de CO₂-berekening te automatiseren?



Subvraag 1

Welke standaarden worden gebruikt om CO₂-uitstoot te berekenen?



Subvraag 2

Welke softwarepakketten zijn bruikbaar voor CO₂-berekeningen?



Subvraag 3

Welke eisen worden gesteld aan de keuze voor het best toepasbare softwarepakket?



Subvraag 4

Welk softwarepakket is het meest geschikt in combinatie met het onderzoek?



Subvraag 5

Aan welke eisen moet de inputdata voldoen?

Deelvraag 3

Welke onderdelen van de constructie worden gebruikt in de tool?



Subvraag 1

Welke constructiematerialen hebben significante invloed op de CO₂-uitstoot in relatie tot het Cradle-to-Gate aspect?



Subvraag 2

Tot welk decompositieniveau van de constructie zal de tool gegevens onttrekken?



Deelvraag 4

Wat zijn de wensen vanuit de markt in relatie tot de tool?



Subvraag 1

Welke organisaties/bedrijven zijn actief bezig met verduurzaming en het inzichtelijk maken van CO₂-uitstoot?



Subvraag 2

Welke functies moeten verwerkt zijn in de tool?



Subvraag 3

Wat is de gewenste resultaatweergave?

Deelvraag 5

Hoe wordt de tool ontwikkeld?



Subvraag 1

Op welke manier wordt de tool ontwikkeld?



Subvraag 2

Op welke manier wordt de tool getest?

AFBAKENING EN RANDVOORWAARDEN

In dit hoofdstukken worden de onderwerpen afbakening en randvoorwaarden naar voren gehaald. Deze onderwerpen zorgen ervoor dat het beoogde resultaat van het onderzoek bereikt zal worden en dat het eindproduct haalbaar is binnen de gestelde deadline.

AFBAKENING

In dit hoofdstuk wordt toegelicht wat wel en niet binnen de scope van dit onderzoek zal behoren. Dit voorkomt dat de afstudeerperiode wordt overgeschreden door het te diep ingaan op minder relevante zaken. Tot de scope behoort:

1. Het onderzoek zal worden uitgevoerd op basis van de Nederlandse normen en eisen voor zover deze van toepassing zijn op de berekeningen. De uitkomsten zullen hierdoor enkel toepassing hebben op Nederlandse constructies;
2. Het onderzoek zal zich enkel richten op droge infra kunstwerken;
3. Het onderzoek zal zich richten op de Cradle-to-Gate CO₂-uitstoot van de constructiematerialen;
4. Het transporteren van de constructiematerialen vanaf de productie- tot aan de projectlocatie wordt niet meegenomen in het onderzoek;
5. De uitvoeringsmethode en het materieelgebruik heeft geen invloed op de CO₂-uitstoot die berekend wordt met de tool;
6. Het resultaat zal enkel de totale Cradle-to-Gate CO₂-uitstoot weergeven;
7. Het onderzoek richt zich enkel op CO₂-uitstoot en niet op de uitstoot van andere broeikasgassen;
8. Het onderzoek is alleen gericht op het inzichtelijk maken van CO₂-uitstoot en niet op de stappen die daarop volgen, waaronder het reduceren van CO₂-uitstoot in projecten of het optimaliseren hiervan;
9. Enkel materialen uit de database van Stichting Bouwkwiteit worden toegepast in de tool;
10. De functies van de tool zijn beperkt tot een selectie van functies volgend uit het marktonderzoek op basis van rangorde;
11. Het onderzoek zal zich richten op de ontwerpfase.

RANDVOORWAARDEN

De randvoorwaarden zijn ervoor om het afstudeerproject gedurende de periode in goede banen te leiden. De voorwaarden geven harde data over hoe en wanneer de doelstelling behaald zal worden.

De randvoorwaarden zijn:

1. Informatie wordt alleen uit betrouwbare bronnen opgevraagd die vervolgens via de correcte wijzen in de literatuurlijst worden vermeld;
2. Om de kwaliteit van het project te bewaken zal er wekelijks een gesprek plaats vinden tussen afstudeerders en afstudeerbegeleider. Daarnaast wordt er twee wekelijks een afstudeeratelier georganiseerd door de studiebegeleiders om de voortgang te bespreken;
3. Het plan van aanpak wordt uiterlijk week 9 definitief digitaal ingeleverd;
4. Het conceptrapport wordt uiterlijk één week voor de groen/rood peiling digitaal ingeleverd;
5. De groen/rood peiling zal plaatsvinden in week 22;
6. Het eindproduct wordt uiterlijk 12:00 uur op donderdag in week 24 definitief digitaal ingeleverd;
7. Gedurende de afstudeerperiode wordt er een werkplek verzorgd door Wagemaker. Daarnaast stelt Wagemaker de benodigde software ter beschikking om de tool te ontwikkelen;
8. Expertise rondom de ontwikkeling van de tool wordt ingewonnen bij de werknemers van Wagemaker.

RESULTATEN

Dit hoofdstuk beschrijft de tussenproducten die aan Avans Hogeschool opgeleverd moeten worden in relatie tot het afstuderen. Daarbij wordt ook een resultaat omschreven over hetgeen dat Wagemaker aan het einde van het afstudeeronderzoek kan verwachten. Daarbij is ook een omschrijving van het eindproduct, oftewel het afstudeerrapport, gegeven die ook aan Avans Hogeschool opgeleverd moet worden.

TUSSENPRODUCTEN

Tussenpeiling

Op de helft van de afstudeerperiode vindt er een tussenpeiling plaats. Tijdens deze bijeenkomst wordt vastgesteld of het proces goed verloopt of er nog volgens planning gewerkt wordt en of er geen uitloop is ontstaan. In een korte presentatie wordt uitgelegd wat het onderwerp van het afstudeeronderzoek is, hoe dit aangepakt wordt (het Plan van Aanpak), wat de focus van het afstuderen is en hoe het eindresultaat eruit zal zien. Daarnaast wordt aangegeven wat tot op heden afgerond is en welke punten in de rest van de periode aangepakt worden. Het resultaat van deze peiling wordt vastgelegd op een feedbackformulier (Avans Hogeschool, 2017).

Conceptrapport

Één week voordat de groen-roodpeiling plaatsvindt, oftewel in de week van 22-05-2018 tot en met 25-05-2018, dient er een conceptrapport (inclusief bijlagen) ingeleverd te worden. Dit rapport bestaat uit alle producten waar tot dan toe aan gewerkt is en bestaat dus niet alleen uit afgeronde taken/producten (Avans Hogeschool, 2017).

Groen-Roodpeiling

Twee weken voordat de afstudeerzitting plaatsvindt, zal er een groen-roodpeiling plaatsvinden. Gedurende deze bijeenkomst wordt het conceptrapport besproken en wordt aangegeven wat er eventueel nog gebeuren moet. Daarbij wordt er ook feedback gegeven op het conceptrapport. Aan het einde van deze peiling wordt aangegeven of de voorgestelde/aanbevolen aanpassing haalbaar zijn in de laatste dagen voor het inleveren van het afstudeerrapport (Avans Hogeschool, 2017).

Er zijn drie scenario's mogelijk die bepalen in welke mate het eindproduct nog haalbaar is. De drie scenario's zijn (Avans Hogeschool, 2017):

- Groen licht - Beperkte aanpassingen benodigd, oftewel gemakkelijk haalbaar om deze aanpassingen door te voeren in de resterende tijd;
- Oranje licht – Meer aanpassingen benodigd, maar wel haalbaar in de resterende tijd;
- Rood licht – Afstudeerrapport en/of het proces zodanig onvoldoende, waardoor slagen niet of nauwelijks mogelijk is. De feedback is enkel en alleen advies en hoeft dus niet opgevolgd te worden.

RESULTAATOMSCHRIJVING

Eindproduct Wagemaker

Het resultaat in juni 2018 is een tool waarmee gedurende de ontwerpfase van een constructie geautomatiseerd de Cradle-to-Gate CO₂-uitstoot in kilogram weergegeven kan worden. Daarbij worden op basis van rangorde functionaliteiten toegevoegd die voortkomen uit de resultaten van het marktonderzoek.

Eindproduct Avans

Een geordend, goed lees- en overdraagbaar rapport die de verschillende fases behandelt die doorlopen zijn, zoals een voor- en hoofdonderzoek. In het rapport wordt omschreven hoe het resultaat tot stand gekomen is en welke afwegingen gedurende het proces gemaakt zijn om tot dit eindproduct te komen. Het rapport dient door een extern persoon gelezen te worden en het gehele rapport bestaat op zijn minst uit:

- ✚ Een samenvatting waaronder de belangrijkste onderdelen van het afstudeerwerk naar voren gehaald worden;
- ✚ Een heldere inhoudsopgave van de kerntekst en de bijlagen;
- ✚ Een omschrijving van de opdracht, de projectsituatie, de methoden die toegepast zijn gedurende het onderzoek en de gehanteerde planning;
- ✚ Een omschrijving van de resultaten die voortgekomen zijn uit het vooronderzoek;
- ✚ Een heldere omschrijving/samenvatting (in tekst, schetsen, schema's, tabellen, grafieken en tekeningen) van waarnemingen, gesprekken, interviews, metingen, berekeningen, tekenen, denken etc. die gedurende het onderzoek hebben plaatsgevonden;
- ✚ Een helder omschreven conclusie en aanbeveling;
- ✚ Een beschrijving van oplossingen, beoordelingen en keuzes;
- ✚ Een bibliografie, waarin de gebruikte literatuur verwerkt is met duidelijke verwijzingen;
- ✚ Een losbladige Engelse samenvatting van het rapport.

AFSTUDEERACTIVITEITEN

Dit hoofdstuk omschrijft de werkwijze van de resterende periode van het afstuderen en hoe de verschillende werkzaamheden/taken zijn opgedeeld.

WERKWIJZE

Om de hoofd- en deelvragen te beantwoorden en de tool vorm te geven wordt hieronder omschreven welke methodes gebruikt zullen worden gedurende het onderzoek:

 Deelvraag 1: Welke CO₂-instrumenten zijn op het moment beschikbaar om de CO₂-uitstoot te bepalen?

Voor de beantwoording van deelvraag 1 wordt gebruik gemaakt van een literatuuronderzoek. Met behulp van het internet en diverse beroepsprofessionals zal informatie verzameld worden over de CO₂-instrumenten. Deze informatie zal in het rapport vastgelegd worden en op basis hiervan zullen uiteindelijk keuzes gemaakt worden in relatie tot de werking van de tool en de onderdelen die hiervoor gebruikt zullen worden.

 Deelvraag 2: Wat is er nodig om de CO₂-berekening te automatiseren?

Voor de beantwoording van deelvraag 2 wordt ook gebruik gemaakt van een literatuuronderzoek. Met behulp van het internet en diverse beroepsprofessionals zal informatie verzameld worden over de CO₂-berekening en de beschikbare softwarepakketten. Deze informatie zal in het rapport vastgelegd. Met behulp van een Trade Off Matrix wordt uiteindelijk gekozen welke software gebruikt zal worden voor de ontwikkeling van de tool.

 Deelvraag 3: Welke onderdelen van de constructie worden gebruikt in de tool?

Voor de beantwoording van deelvraag 3 wordt tevens gebruik gemaakt van een literatuuronderzoek. Met behulp van het internet en diverse beroepsprofessionals zal informatie verzameld worden over de constructiematerialen en het ontwerp. Deze informatie zal in het rapport vastgelegd worden en vervolgens wordt gekozen welke materialen de tool zal verwerken.

 Deelvraag 4: Wat zijn de wensen vanuit de markt in relatie tot de tool?

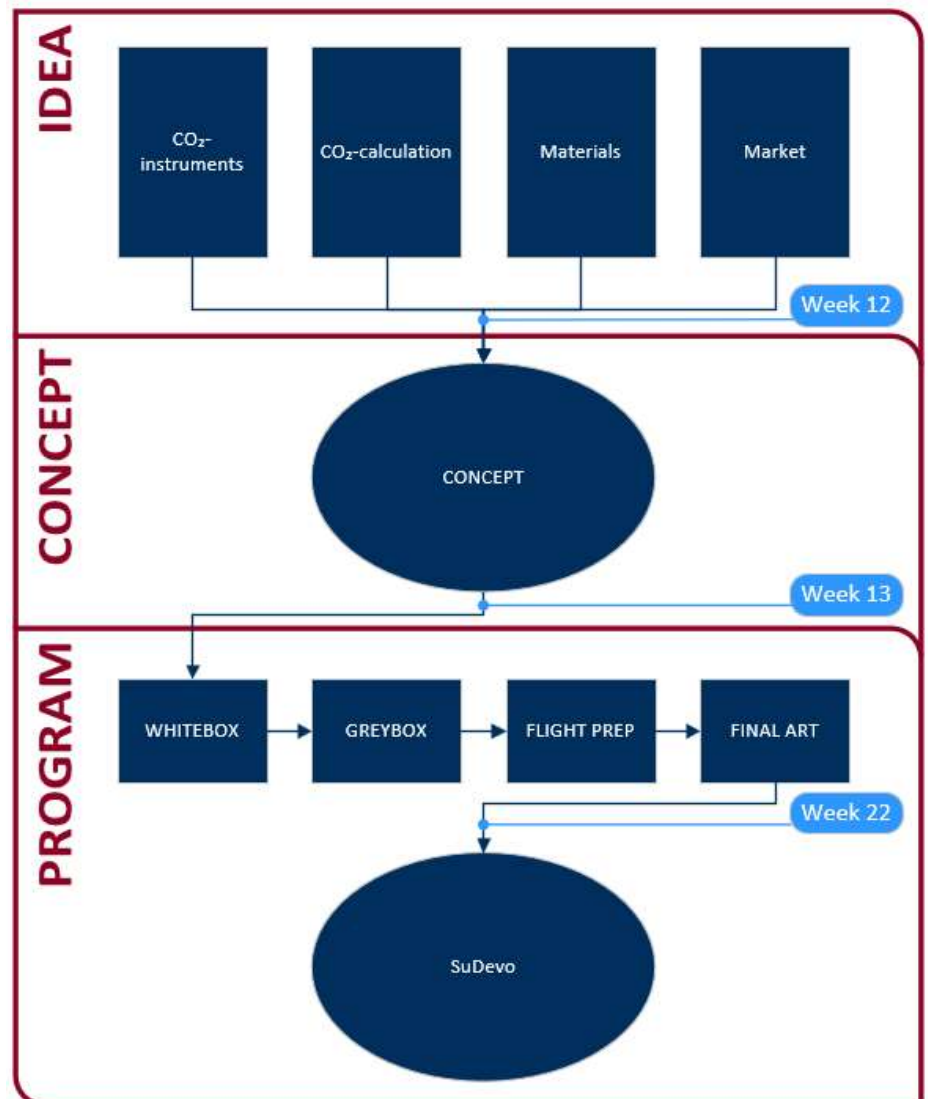
Voor de beantwoording van deelvraag 4 wordt gebruikt gemaakt van een marktonderzoek. Dit onderzoek wordt gedaan om de wensen en eisen van de markt te bepalen in relatie tot de functionaliteiten van de tool. De uitkomsten van het onderzoek worden samengevat in het rapport. Ook wordt een methode opgesteld waarmee getoetst wordt of de ontwikkeling van de tool nog voldoet aan de wensen en eisen van de markt.

Deelvraag 5: Hoe wordt de tool ontwikkeld?

In figuur 1 is een grove versie te vinden van het ontwikkelingsproces dat de tool zal doorlopen gedurende het onderzoek. Tijdens het vooronderzoek zal de flowchart verder uitgewerkt worden. De antwoorden van de deelvragen zullen input leveren voor het concept van de tool. Daarna zal met behulp van verschillende stappen de tool ontwikkeld worden. Gedurende deze ontwikkeling zullen verschillende tussenproducten opgeleverd worden die vervolgens getoetst worden aan de eisen en wensen van de markt. Daarnaast zal ook Wagemaker deze tussenproducten toetsen op hun eigen eisen en wensen.

De wijze waarop de tool ontwikkeld wordt is gebaseerd op een methode die gebruikt wordt in de game industrie. Tijdens het ontwikkelingsproces van de game "Star Citizen" wordt voor het designproces van schepen de "Ship Pipeline" gebruikt, oftewel een flowchart. Alle schepen die in deze game ontworpen zijn, hebben dit proces doorlopen (Roberts Space Industries, 2014). Doordat de game ontwikkelaar van Star Citizen tot op heden actief bezig is met deze flowchart verloopt hun proces efficiënt, systematisch en is er een duidelijke structuur binnen de organisatie (Roberts Space Industries, 2017).

Uiteindelijk zal de tool (SuDevo^{CO₂}) een vergelijkbaar proces doorlopen als de ontwikkeling van Star Citizen, echter is de flowchart voor de tool aangepast om aan te sluiten op het onderzoek. Deze methode wordt gehanteerd om te kunnen garanderen dat het uiteindelijke doel van deze tool niet uit het oog verliezen. De methode maakt het mogelijk om tijdens het ontwikkelingsproces de voortgang te toetsen op de eisen en wensen van de markt en van Wagemaker.



Figuur 1 De flowchart van het ontwikkelproces voor SuDevo^{CO₂}

IDEA

Het vooronderzoek van de tool zal plaatsvinden in de “IDEA” fase van de flowchart. In de eerste 4 boxen (CO₂-instruments, CO₂-calculation, Materials en Market) worden de deelvragen 1 t/m 4 beantwoord. Deze antwoorden zijn benodigd om aan de volgende fase te kunnen beginnen.

CONCEPT

In de “CONCEPT” fase wordt de werking van de tool bepaald. Op papier worden de functionaliteiten van de tool en ook alle stappen die de tool achter de schermen uitvoert omschreven.

Daarnaast zijn er mogelijk aanpassingen nodig aan de flowchart, doordat de uitkomsten van het vooronderzoek nu bekend zijn. Indien er aanpassingen nodig zijn, zullen deze doorgevoerd worden en kan de flowchart voltooid worden.

PROGRAM

WHITEBOX

In deze fase wordt de tool daadwerkelijk ontwikkeld, oftewel in elkaar gezet. Hier wordt gestart met de programmering van de tool. Wat beschreven is in de “CONCEPT” fase wordt nu uitgevoerd.

GREYBOX

De tool wordt nu voor het eerst getest met behulp van een basis ontwerp van een constructie. Daarnaast wordt ook de CO₂-uitstoot met de hand berekend. Deze berekening wordt gebruikt om de uitkomst van de tool te controleren.

FLIGHT PREP

Tijdens deze fase zal de tool verder getest worden om ervoor te zorgen dat de tool ook met andere ontwerpen blijft presteren. De tool zal gedurende deze fase op verschillende ontwerpen getest worden om te kijken of het goed functioneert.

FINAL ART

De tool werkt nu en voldoet aan de eisen en de wensen van de markt en van Wagemaker. De laatste stappen zijn het presentabel en gebruiksvriendelijker maken van de tool.

SuDevo

De tool is nu voltooid en gereed voor gebruik.



TAAKVERDELING

De taakverdeling van het onderzoek is terug te vinden in de planning. Hierin staan alle stappen omschreven die gedurende het onderzoek doorlopen worden. Per onderdeel is vermeld wie zich hiermee bezig zal houden.

KWALITEITSBEWAKING

Om de kwaliteit van het rapport te bewaken moeten er vooraf verschillende afspraken gemaakt worden. Dit zorgt ervoor dat aan het eind van de periode een voltooid eindproduct gepresenteerd kan worden.

WEKELIJKS OVERLEG

Tijdens de afstudeerperiode zal er elke week een overleg worden ingepland met de bedrijfsbegeleiders van Wagemaker. In dit overleg wordt de stand van zaken besproken, hierbij wordt de planning geraadpleegd. Het overleg zal elke donderdag plaatsvinden. Voor dit overleg wordt een agenda opgesteld waarin eventuele vragen of onduidelijkheden naar voren komen die zijn ontstaan in de betreffende week. Daarnaast wordt de vooruitgang van de afgelopen week besproken en wordt het plan voor de komende week opgesteld. Johan zal hier vooral inspelen op het proces en Maarten zal assisteren bij de technische vraagstukken.

AFSTUDEERATELIER

Gedurende het afstudeeratelier wordt tijd genomen om samen met de afstudeerbegeleider de voortgang van het afstuderen individueel (beide afstudeerders en de afstudeerbegeleider) te bespreken. Dit zal plaatsvinden na het gezamenlijk 1^e en 2^{de} uur van het afstudeeratelier. Gedurende het individuele gesprek wordt de stand van zaken en het proces besproken.

FLOWCHART

De flowchart maakt het mogelijk om tijdens het ontwikkelproces reviews in te plannen om de kwaliteit van het onderzoek en de tool te bewaken. Door het gebruik van mijlpalen in de flowchart wordt de planning van het onderzoek bewaakt.

PERSOONLIJKE DOELEN

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de persoonlijke doelen die we doormiddel van dit onderzoek verder willen ontwikkelen. De persoonlijke doelstellingen zijn opgesteld op basis van ons eigen doel en op basis van de competenties die in de Onderwijs- en Examenregeling (OER) zijn vastgesteld.

DIRK BROERS

Vanuit mijn eigen perspectief wil ik graag de Civiele Techniek pushen naar nieuwe duurzame innovaties door het toepassen van nieuwe materialen en het reduceren van de CO₂-uitstoot. Door het ontwikkelen van een tool waarmee gedurende de ontwerpfase al inzichtelijk gemaakt wordt wat de effecten zijn van het toepassen van verschillende materialen kunnen optimalisaties op het gebied van CO₂-reductie doorgevoerd worden. Hierdoor kunnen de keuzes van vandaag zorg bijdragen aan de toekomst van morgen. Hieronder zijn drie persoonlijke doelen opgesteld op basis van de competenties die beschreven zijn in de OER.

Initiëren en sturen (Academie voor Bouw en Infra, 2017)

Het ontwikkelen van een tool waarmee we de huidige markt kunnen helpen en beïnvloeden. Met behulp van deze tool kunnen we de CO₂-uitstoot inzichtelijk maken, waardoor de huidige markt beter instaat is om optimalisaties door te voeren op het gebied van CO₂-reductie. Hierdoor kan de markt duurzamere projecten ontwikkelen en realiseren.

Realiseren (Academie voor Bouw en Infra, 2017)

Het ontwikkelen van de tool is essentieel, maar daarnaast moet de tool uiteindelijk ook instaat zijn om effectief de markt te beïnvloeden. Dit maakt het mogelijk voor de Civiele sector om duurzamere projecten te ontwikkelen. Daarnaast zijn ze met deze tool ook in staat om nieuwe ideeën te controleren op het gebied van duurzaamheid.

Onderzoeken (Academie voor Bouw en Infra, 2017)

Voor het inzichtelijk maken van de CO₂-uitstoot dient er veel informatie verzameld te worden bij onder andere de disciplines binnen de civiele techniek. Deze informatie is nodig om een zo accuraat mogelijke tool te ontwikkelen die up-to-date is, zodat een gebruiksvriendelijk en nuttige tool op de markt gezet kan worden.

SVEN VAN ES

Door mijn affiniteit met duurzaamheid en mijn blik op de toekomst was een afstudeeronderzoek in de richting duurzaamheid vanzelfsprekend. Graag wil ik de branche verder helpen in het doel de civiele techniek duurzamer en toekomstgerichter te maken. Hieronder zijn drie persoonlijke doelen opgesteld op basis van de competenties die beschreven zijn in de OER.

Managen en innoveren (Academie voor Bouw en Infra, 2017)

We gaan in een team deze tool ontwikkelen om de CO₂-uitstoot in beeld te brengen. Hier wordt een nieuwe ontwikkelmethode voor opgezet. Deze methode maakt het mogelijk om gedurende de ontwikkeling verschillende reviews in te plannen, zodat het proces efficiënt verloopt. Deze tool moet het eenvoudiger maken om de branche te pushen naar nieuwe duurzame innovaties.

Onderzoeken (Academie voor Bouw en Infra, 2017)

Om de CO₂-uitstoot inzichtelijk te maken, dient er veel informatie verzameld te worden bij diverse disciplines binnen de civiele techniek. Deze informatie is nodig om een zo accuraat en up-to-date mogelijke tool te ontwikkelen, zodat een zo gebruiksvriendelijk mogelijk en nuttige tool op de markt gezet kan worden.

Ontwerpen (Academie voor Bouw en Infra, 2017)

De tool wordt vanaf nul ontwikkeld. De stappen die genomen worden om het doel te bereiken zijn conceptualiseren, afwegen, dimensioneren, visualiseren, detailleren en verifiëren. De tool wordt ontwikkeld via een methodisch proces en in de eindfase zullen we blijven optimaliseren om de tool zo breed en accuraat mogelijk te krijgen.

PLANNING

Om de tijdsplanning van het onderzoek en de verschillende mijlpalen beter in beeld te krijgen is er een gedetailleerde balkenplanning opgesteld. Deze planning zal gedurende de afstudeerperiode gehanteerd worden om het proces te bewaken.

De planning is te vinden in bijlage II.

MIJLPALEN

De volgende mijlpalen zullen gehanteerd worden:

Tabel 1 Mijlpalen

Benaming	Kalenderweeknummer
IDEA	12
CONCEPT	13
PROGRAM	22
EINDPRODUCT	24

BIBLIOGRAFIE

- Academie voor Bouw en Infra. (2017). *Civiele Techniek Onderwijs- en Examenregeling 17-18*.
Opgeroepen op december 26, 2017, van
<http://studentinfo.avans.nl/binaries/content/assets/iavans/thematic.studentinfo/publicaties/oer-2017-2018/onderwijs-en-examenregeling-17-18-bouwkunde-34263-2.pdf>
- Avans Hogeschool. (2017b). *Studiehandleiding Afstuderen versie 1.2*. 's-Hertogenbosch: Avans Hogeschool. Opgeroepen op december 26, 2017
- Bedrijven. (2017). (D. Broers, Interviewer) Nederland. Opgeroepen op december 26, 2017
- Circular Ecology. (s.d.). *Glossary of Terms and Definitions*. Opgeroepen op februari 20, 2018, van Circular Ecology: <http://www.circularecology.com/glossary-of-terms-and-definitions.html#.Wowbb6jOPVY>
- Milieu Centraal. (s.d.). *Klimaatverandering*. Opgeroepen op december 26, 2017, van Milieu Centraal: <https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/klimaatverandering/>
- Nibe. (2018). *Omschrijving methode milieuclassificaties bouwproducten*. Opgeroepen op februari 15, 2018, van Nibe: <http://www.nibe.info/nl/methode>
- Nibe. (s.d.). *DuboCalc*. Opgeroepen op februari 15, 2018, van Nibe: <http://www.nibe.org/assets/images/content/user/files/Folder%20DuboCalc-smallsize.pdf>
- Rijkswaterstaat. (s.d.-a). *DuboCalc*. Opgeroepen op februari 15, 2018, van Rijkswaterstaat: <https://www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/zakendoen-met-rijkswaterstaat/inkoopbeleid/duurzaam-inkopen/duurzaamheid-bij-contracten-en-aanbestedingen/dubocalc/index.aspx>
- Rijkswaterstaat. (s.d.-b). *Duurzaam inkopen in het inkoopdomein GWW*. Opgeroepen op februari 15, 2018, van Rijkswaterstaat: <https://www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/zakendoen-met-rijkswaterstaat/inkoopbeleid/duurzaam-inkopen/>
- Roberts Space Industries. (2014, oktober 24). *How Ideas Take Flight: The Star Citizen Ship Pipeline*. Opgeroepen op januari 6, 2018, van Roberts Space industries: <https://robertsspaceindustries.com/comm-link/transmission/14244-How-Ideas-Take-Flight-The-Star-Citizen-Ship-Pipeline>
- Roberts Space Industries. (2017, februari 9). *Transmission 15703*. Opgeroepen op februari 15, 2018, van Roberts Space Industries: <https://robertsspaceindustries.com/comm-link/transmission/15703-Around-The-Verse>
- Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden & Ondernemen (SKAO). (2017, december). *Gecertificeerde organisaties*. Opgeroepen op december 26, 2017, van Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden & Ondernemen (SKAO): <https://www.skao.nl/gecertificeerde-organisaties>



Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden & Ondernemen (SKAO). (2017, december). *Opdrachtgevers*.
Opgeroepen op december 26, 2017, van Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden &
Ondernemen (SKAO): <https://www.skao.nl/opdrachtgevers>

Wagemaker. (s.d.). *Over Wagemaker*. Opgeroepen op januari 31, 2018, van Wagemaker:
<http://www.wagemaker.nl/over-ons/waarom-wagemaker/>



BIJLAGEN

Bijlage I	<i>Achtergronden</i>
Bijlage II	<i>Balkenplanning</i>

BIJLAGE I ACHTERGRONDEN

Hieronder zijn de achtergronden van de verschillende deelnemende partijen te vinden. De afstudeerders voeren het onderzoek uit en zijn verantwoordelijk voor de invulling van het eindresultaat. Het afstudeerbedrijf, vooral de afstudeerbegeleiders, bewaken het proces en de kwaliteit van het onderzoek. De onderwijsinstelling ondersteunt het proces, is verantwoordelijk voor de beoordeling en zorgen ervoor dat alles volgens de regels van Avans verloopt.

Afstudeerders

Naam:	Dirk Broers
Studentnummer:	2082696
Onderwijsinstelling:	Avans Hogeschool Tilburg
Opleiding:	Civiele Techniek
Academie:	AB&I
Uitstroomprofiel:	Civiel Technisch Bedrijfskunde
Geboortedatum:	04-04-1996
Woonplaats:	Drunen
Telefoonnummer:	+31 (0)6 23 62 09 88
E-mailadres:	dirkbroers@outlook.com
Werkplaats:	Kantoor Wagemaker
Naam:	Sven van Es
Studentnummer:	2094988
Onderwijsinstelling:	Avans Hogeschool 's-Hertogenbosch
Opleiding:	Civiele Techniek
Academie:	AB&I
Uitstroomprofiel:	Civiel Technisch Ontwerp
Geboortedatum:	01-11-1994
Woonplaats:	Milheeze
Telefoonnummer:	+31 (0)6 52 28 52 22
E-mailadres:	s.vanes@outlook.com
Werkplaats:	Kantoor Wagemaker

Afstudeerbedrijf

Wagemaker

Postadres:

Postbus 412
5240 AK Rosmalen

Bezoekadres:

Burgemeester Burgerslaan 44/30
5245 NH Rosmalen

Bedrijfsbegeleiders

Naam: Johan de Groot
Functie: Procesbegeleider
E-mailadres: j.degroot@wagemaker.nl
Telefoonnummer: +31 (0)73 521 64 00

Naam: Maarten van der Linden
Functie: Technisch begeleider
E-mailadres: m.vanderlinden@wagemaker.nl
Telefoonnummer: +31 (0)73 521 64 00

Studiebegeleiders

Naam: Jaap van Veldhoven (1^e begeleider)
Functie: Afstudeerbegeleider
E-mailadres: je.vanveldhoven@avans.nl
Telefoonnummer: +31 (0)88 525 90 42

Naam: Michael van Nielen (2^{de} begeleider)
Functie: Docent constructieve vakken
E-mailadres: mhm.vannielen@avans.nl
Telefoonnummer: +31 (0)6 10 13 85 32

Organisatie

De keuze voor Wagemaker is hoofdzakelijk gebaseerd op het afstudeeronderzoek dat werd aangeboden, aangezien dit de basis zal worden voor het onderwerp waar we oorspronkelijk naar op zoek waren. Dit was namelijk een onderzoek verrichten naar duurzame/circulaire materialen en aspecten.

Over Wagemaker

Wagemaker is een technisch gespecialiseerd advies- en ingenieursbureau dat voortduren innoveert binnen de sector infrastructuur.

Zij ontwerpen, tekenen en berekenen aan diverse infrastructurele projecten. Daarnaast ligt de focus van Wagemaker ook op contractvoorbereiding en proces- en contractbeheersing. Daarbij heeft Wagemaker een aparte divisie die de focus legt op Virtual Design en BIM.

Wagemaker staat voor praktische, innovatieve en kwalitatieve oplossingen in relatie tot complexe aspecten van (grote) infrastructurele projecten. Dit maakt Wagemaker onderscheidend binnen de infrastructurele markt.

Door ICT wordt de organisatie gedreven op innovativiteit. Hierdoor worden iedere dag nieuwe kansen gecreëerd en verzilverd. Daarbij levert Wagemaker kwaliteit volgens ieders definitie.

(Wagemaker, s.d.)

Organigram



Organigram Wagemaker

159-P1-B2
Versie 2.0



Figuur 2 Organigram Wagemaker

Het afstudeerteam valt onder de tak Virtual Design.



BIJLAGE II BALKENPLANNING

