

## LCA Rapportage categorie 3 data Nationale Milieudatabase

### Hoofdstuk 42 Betonconstructies

Datum rapportage:	17 augustus 2021
Versie rapportage:	1.0
Datum publicatie in de NMD:	n.t.b.
Versie Bepalingsmethode:	1.0 met wijzigingsblad oktober 2020
Versie Ecoinvent database:	3.5
Opdrachtgever:	Stichting Nationale Milieudatabase
Projectleiding:	LBP SIGHT
Opdrachtnemers:	SGS Search, Royal Haskoning DHV
Auteurs:	Branco Schipper, SGS Search Jasper Roosendaal, Bas Mentink, RHDHV

## Inhoudsopgave

<b>Inhoudsopgave</b> .....	<b>2</b>
<b>1 Inleiding</b> .....	<b>3</b>
1.1 Doelstelling en doelgroep .....	3
1.2 Verantwoording .....	4
1.3 Leeswijzer .....	4
<b>2 Methode</b> .....	<b>5</b>
2.1 Aanpak .....	5
2.2 Scope .....	5
2.3 Productbeschrijving .....	5
2.4 Functionele eenheid .....	6
2.5 Systeemgrenzen .....	7
<b>3 Levenscyclusinventarisatie (LCI)</b> .....	<b>8</b>
3.1 Dataverzameling .....	8
3.2 Decompositie in materialen en processen .....	8
3.2.1 Betonwapeningsnet (Gepuntlast) .....	9
3.2.2 Brandwerende tunnelbekleding (betonplaat) met PP-vezel .....	11
3.2.3 Calciumsilicaat platen .....	14
3.2.4 Gewapende rubber oplegging voor betonnen kunstwerk .....	17
3.2.5 Hoge sterkte betonmortels .....	20
3.2.6 Betonnen viaduct nieuwbouw snelweg .....	24
<b>4 Resultaten</b> .....	<b>28</b>
4.1 Berekening milieuprofiel .....	28
4.2 Gekarakteriseerde resultaten .....	28
4.3 Gewogen resultaten .....	30
4.4 Zwaartepuntanalyse .....	31
4.5 Gevoelighedsanalyse .....	31
<b>5 Referenties</b> .....	<b>32</b>
<b>6 Bijlagen</b> .....	<b>33</b>
6.1 Bijlage Gekarakteriseerde resultaten per product .....	33

## 1 Inleiding

Deze LCA -rapportage beschrijft de uitgangspunten en resultaten voor de categorie 3 data in Hoofdstuk 42 'betonconstructies' in de Nationale Milieudatabase . Rijkswaterstaat en de Stichting Nationale Milieudatabase (Stichting NMD) zijn in 2020 gestart met het actualiseren van de categorie 3 data voor de Spoor-, Grond-, Weg- en Waterbouw (GWW) in de Nationale Milieudatabase (NMD). Per RAW-hoofdstuk of thematisch onderwerp wordt de categorie 3 data voor de GWW geactualiseerd. Deze rapportage beschrijft de uitkomsten daarvan.

De GWW-data in de Nationale Milieudatabase wordt gebruikt voor het berekenen van de MKI-waarde van materialen, producten en processen voor de realisatie van een GWW-werk. Deze MKI-waarde wordt berekend door middel van de bepalingen in de 'Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken' . Met software-instrumenten zoals DuboCalc kan met behulp van de Nationale Milieudatabase de MKI-waarde voor een product, object en een compleet project berekend worden.

Opdrachtgevers in de GWW-sector gebruiken deze MKI-berekeningen om in de ontwerpfase van het project afwegingen te kunnen maken tussen verschillende materialen of ontwerpopties. Ze vergelijken dan de MKI-waarde van de verschillende oplossingen en kunnen vervolgens voor het duurzaamste materiaal (het product met de laagste MKI-waarde) kiezen. Ook kan in de aanbesteding van een project een gunningscriterium toegepast worden waarbij de inschrijver met de laagste MKI-waarde de hoogste fictieve korting krijgt .

Stichting NMD wil regelmatig de categorie 3 data in de Nationale Milieudatabase actualiseren en verbeteren. Hierop kan iedereen inspraak geven. In paragraaf 1.2 wordt toegelicht hoe verbeterpunten voor de categorie 3 data bij Stichting NMD kunnen worden aangedragen.

Categorie 3 data wordt automatisch geactualiseerd als Stichting NMD de Achtergrondprocessendatabase actualiseert, als gevolg van een update van de Ecoinvent database. Dit kan betekenen dat de waarden die in deze rapportage zijn beschreven, zullen verouderen. In dit rapport staat beschreven welke versies van de Ecoinvent database en van de Bepalingsmethode zijn gebruikt voor het opstellen van de data en deze rapportage. De meest actuele categorie 3 data kan altijd ingezien worden in de gevalideerde rekeninstrumenten, zoals DuboCalc.

### 1.1 Doelstelling en doelgroep

In deze studie zijn milieuprofielen opgesteld van betonconstructies op basis van hoofdstuk 42 van de RAW Bepalingen 2020. Het doel van de studie is het aanvullen en verbeteren van de categorie 3 productkaarten in de Nationale Milieudatabase (NMD).

De onderhavige rapportage heeft tot doel om de gemaakte keuzes in materialen en milieudata te documenteren als verantwoording. De rapportage zal, naast de ingevoerde productkaarten, worden

---

LCA = Levenscyclusanalyse. Meer informatie, zie bijvoorbeeld <https://www.rivm.nl/life-cycle-assessment-lca/wat-is-lca>

Meer informatie over de Nationale Milieudatabase: <https://milieudatabase.nl/>

Meer informatie over de Bepalingsmethode: <https://milieudatabase.nl/milieuprestatie/bepalingsmethode/>

Meer informatie over DuboCalc: <https://www.dubocalc.nl/>

Meer informatie over het gebruik van de MKI-waarde als gunningscriterium: <https://www.dubocalc.nl/hoe-dubocalc-toepassen/>

aangeboden aan de NMD en via de rekeninstrumenten en de website beschikbaar worden gemaakt aan de sector.

De studie is opgesteld voor de volgende doelgroepen:

- Stichting NMD als beheerder van de NMD.
- Opdrachtgevers in de GWW-sector als basis voor referentieontwerpen, verkennende (ontwerp)studies en voor gebruik in aanbestedingen.
- Marktpartijen zoals ingenieurs- en adviesbureaus en aannemers actief in de GWW-sector als informatiebron voor het gebruik van de NMD-data via rekeninstrumenten.
- Opstellers van LCA's om inzicht te krijgen in de uitgangspunten van de categorie 3 data.

## 1.2 Verantwoording

De LCA is uitgevoerd conform de eisen en richtlijnen uit de *Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken versie 1.0 (juli 2020) inclusief het wijzigingsblad d.d. oktober 2020*, en het *NMD-toetsingsprotocol (versie 1.0, juli 2020)*. De Bepalingsmethode is gebaseerd op de *ISO 14040 - ISO14044* en de *NEN-EN 15804:2012 +A2:2019*.

De LCA is uitgevoerd in samenwerking met Rijkswaterstaat, Stichting NMD, LBP|SIGHT, SGS Search en Royal Haskoning DHV. De gegevensverzameling heeft plaatsgevonden in de periode van oktober 2020 – juni 2021 waarna aansluitende de berekeningen zijn uitgevoerd en het LCA-dossier is opgesteld. Deze LCA is uitgevoerd door SGS Search.

Het LCA-dossier dat in het kader van deze studie is opgesteld is niet getoetst door een externe derde partij. Echter de studie is wel intern getoetst door een tweede team van deskundigen. In deze crosscheck is gekeken naar o.a. de uitgangspunten van productsamenstelling en materiaalgebruik op basis van ontwerp- en praktijkkennis. Ook is de rekenwijze gecontroleerd.

De productkaarten zoals deze op basis van deze studie zijn ingevoerd, zijn in beheer bij Stichting NMD. De studie is met de nodige zorgvuldigheid uitgevoerd. Indien echter een derde van mening is dat de ingevoerde productkaarten en/of de onderhavige rapportage fouten bevatten, dan kan er een verzoek tot rectificatie worden ingediend bij Stichting NMD. Deze zal een dergelijk verzoek conform haar procedures afwikkelen. Hiervoor kan een e-mail gestuurd worden aan [info@milieudatabase.nl](mailto:info@milieudatabase.nl).

## 1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de methode voor de LCA beschreven. Hierin zijn onder andere de scope, systeemgrenzen en de functionele eenheid vastgelegd.

In hoofdstuk 3 staat de levenscyclusinventarisatie. De productbeschrijving, productsamenstelling en de inventarisatie van de levenscyclusanalyse komen hierin aan bod.

In hoofdstuk 4 zijn de resultaten en de gevoeligheidsanalyse beschreven.

---

Aleen het optellen van milieu-impactscores tot een totaalscore (de MKI, zie hoofdstuk 4.6) valt buiten de ISO14044.

## 2 Methode

### 2.1 Aanpak

Dit rapport beschrijft één hoofdproduct en de verschillende deelproducten die onderdeel zijn van dit hoofdproduct. Voor deze deelproducten wordt de volledige levenscyclus beschreven. Daarnaast zijn er alternatieve deelproducten vermeld. De alternatieve deelproducten worden minder toegepast en van deze producten zijn in sommige gevallen alleen de fases A1-3 beschreven.

Voor alle deelproducten geldt dat niet alle componenten tot in detail beschreven zijn. Voor ieder product zijn de belangrijkste componenten geïnventariseerd. Het doel hierbij is om de producten te inventariseren die samen tenminste 80% van de milieupact bepalen.

Tenslotte, niet alle alternatieve deelproducten zijn meegenomen in de berekeningen. Ook hier is het doel dat de meegenomen deelproducten bij elkaar in 80% van de gevallen (projecten) worden toegepast.

De LCA-berekening is opgesteld met SimaPro v9.0 software. De toegepaste referentiedatabases zijn:

- Processendatabase Nationale Milieudatabase (NMD) versie 3.1
- Ecoinvent database versie 3.5

### 2.2 Scope

De studie is gericht op hoofdstuk 42 (betonconstructies) van de Standaard RAW Bepalingen 2020 (CROW, 2020). Op basis van de prioritering van RAW-hoofdstukken en thema's die verdere uitwerking behoeven, zoals vastgesteld bij aanvang van dit project, zijn de volgende onderdelen meegenomen in deze studie:

- Betonwapeningsnetten (Gepuntlast)
- Brandwerende tunnelbekleding
- Promatect platen
- Gewapende rubber oplegging
- Hoge sterkte betonmortels
- Betonnen viaduct

Eveneens is de inventarisatie van een betonnen viaduct (nieuwbouw) opgenomen, zoals deze in de DuboCalc objectendatabase reeds beschikbaar is.

### 2.3 Productbeschrijving

#### Betonwapeningsnetten

Betreft een wapeningsnet van wapeningsstaal voor betonconstructies. Het wapeningsnet bestaat uit een rooster van gepuntlast staaldraad. Het wapeningsnet wordt met een kraan in de fundering geplaatst.

### **Brandwerende tunnelbekleding**

Betreft tunnelbekleding van betonplaten verstevigd met polypropyleen vezels. De PP-vezels geven het beton een brandwerende functie.

### **Calciumsilicaatplaten**

Calciumsilicaatplaten beter bekend onder merknaam Promatect zijn onbrandbare platen voor het beschermen van draagconstructies en realiseren van wanden.

### **Gewapende rubber oplegging**

Betreft een gewapende rubber oplegging opgebouwd uit laagjes rubber – natuurrubber of chloropreen – die onderling gescheiden zijn door plaatjes staal. Het geheel wordt omhuld door een dunne laag chloropreen, die zorgt voor een optimale bescherming tegen weersinvloeden. Door middel van vulkanisatie (combinatie van warmte en druk) wordt een hechte verbinding verkregen tussen staal en rubber.

### **Hoge sterkte betonmortels**

Ter aanvulling van de reeds beschikbare betonmortels in de NMD is een serie hoge sterkte betonmortels uitgewerkt welke in enkele uitzonderlijke situaties worden toegepast.

## **2.4 Functionele eenheid**

Per deelproduct zijn de volgende functionele eenheden van toepassing:

- Het geheel van benodigde materialen ten behoeve van 1 ton betonwapeningsnetten
- Het geheel van benodigde materialen ten behoeve van 1 m<sup>2</sup> brandwerende tunnelbekleding
- Het geheel van benodigde materialen ten behoeve van 1 m<sup>2</sup> calciumsilicaat platen
- Het geheel van benodigde materialen ten behoeve van 1 stuks gewapende rubber oplegging
- Het geheel van benodigde materialen ten behoeve van 1 m<sup>3</sup> betonmortel

## 2.5 Systeemgrenzen

De processen die binnen de LCA worden bekeken zijn afgebakend met zogenaamde systeemgrenzen. De systeemgrenzen bepalen welke fasen en processen van de levenscyclus worden meegenomen in de LCA. In tabel 3, volgend uit de *EN 15804* en de *Bepalingsmethode*, staat vastgelegd welke informatie er per levenscyclusfase beschouwd moet worden. In deze LCA is de milieupact over de gehele levenscyclus meegenomen.

Productiefase			Bouwfase		Gebruiksfasen					Sloop- en verwerkingsfasen				Volgende productiesysteem
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	D
Winning van grondstoffen	Transport	Productie	Transport	Bouw- en installatie	Gebruik	Onderhoud	Reparatie	Vervangingen	Verbouwingen	Sloop	Transport	Afvalverwerking	Finale afvalverwerking	Mogelijkheden voor hergebruik, terugwinning en recycling
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabel 1: Systeemgrenzen (X: Module meegenomen in LCA-studie, ND: module niet gedeclareerd)

In de gebruikte achtergrondprocessen zijn ten minste de volgende ingrepen meegenomen in de analyse:

- emissies naar de lucht bij het gebruik van thermische energie van CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub> (NO en NO<sub>2</sub>), SO<sub>2</sub>, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> en fijnstof (PM10 deeltjes < 10µm);
- emissies naar water van CVZ, BZV, P-totaal, N-totaal en vaste stoffen (PM10: deeltjes < 10µm);
- emissies naar bodem van PAK en zware metalen.

### 3 Levenscyclusinventarisatie (LCI)

In dit hoofdstuk worden de productbeschrijving, productsamenstelling en de decompositie besproken van de onderdelen die horen bij betonconstructies,

#### 3.1 Dataverzameling

Voor het bepalen van de productsamenstelling, het materiaalgebruik en de bijbehorende processen is gebruik gemaakt van ontwerp- en praktijkkennis van deskundigen van Royal Haskoning DHV.

Voor het berekenen van de levenscyclusanalyse zijn gegevens verzameld van de verschillende productieprocessen die binnen de systeemgrenzen van deze LCA-studie vallen. Hierbij is in de uitwerking aandacht besteed aan de *precisie*, *completeheid*, *representativiteit*, *consistentie* en *reproduceerbaarheid* van de gegevens.

Vanuit deze processendatabase geeft de Bepalingsmethode ook forfaitaire waarden voor de meest belangrijke achtergrondprocessen waarmee gerekend moet worden als specifieke gegevens niet beschikbaar zijn. Het betreft hierbij voornamelijk de processen voor energieopwekking en transport.

#### 3.2 Decompositie in materialen en processen

Voor de beschouwde deelproducten zijn de input- en output stromen per levensfase/module geïnteriseerd. De berekende LCI is opgenomen in deze paragraaf waarbij is beschreven welke uitgangspunten hiertoe zijn gehanteerd. In Tabel 2 t/m Tabel 8 wordt per deelproduct aangegeven welke materialen, processen en referenties gehanteerd zijn.

In de tabellen wordt voor inzet van materieel (A5, C1) verwezen naar de LCA cat.3 rapportage Hoofdstuk 1000 t/m 8000 processen. Dat rapport is o.a. te downloaden via <https://milieudatabase.nl/database/nationalemilieudatabase/>



### **3.2.1 Betonwapeningsnet (Gepuntlast)**

Betreft een wapeningsnet van wapeningsstaal voor betonconstructies. Het wapeningsnet bestaat uit een rooster van gepuntlast staaldraad. Het wapeningsnet wordt met een kraan in de fundering geplaatst. Er kan onderscheid worden gemaakt met diameter en maaswijdte van het wapeningsnet, echter met een functionele eenheid in ton, is dat onderscheid in een LCA berekening niet te maken. Het betonwapeningsnet kan toegepast worden in diverse beton constructies. De uitgangspunten voor de opbouw van dit milieuprofiel zijn gebaseerd op een gepuntlast wapeningsnet toegepast in een viaduct.

#### *Productiefase (A1-A3)*

Uitgangspunt is 1 ton wapeningsnet dat bestaat uit gepuntlaste staalstaven. Het wapeningsnet wordt uitgewerkt per 1 ton, variaties zoals staalstaaf diameter en maaswijdte hebben daarom geen effect op de LCA. De milieubelasting van de laswerkzaamheden is niet significant en buiten beschouwing gelaten.

#### *Transportfase (A4, C2)*

Er wordt uitgegaan van forfaitaire transportafstanden volgens de SBK Bepalingsmethode versie 1.0, juli 2020

- 150 km transport naar de bouwplaats;
- 50 km transport naar recycling/sorteerlocatie
- 100 km transport totaal naar stort

#### *Constructiefase (A5)*

Uitgangspunt voor constructie is het aanbrengen van gepuntlaste wapeningsnetten in een viaduct. Op de bouwplaats wordt het net met een telekraan (50 ton) in het werk gehesen. Per net afzonderlijk worden de laatste handelingen met menskracht gedaan. De productienorm van de kraan betreft 4 ton/uur. In de constructiefase wordt, conform de bepalingmethode 3% verlies gerekend voor prefab constructie elementen. Dit houdt in dat in deze fase 3% extra A1-A4, C2-C4 en D wordt gerekend. Dit dekt o.a. verkeerde bestellingen, stukgaan en fabricage fouten.

#### *Gebruiksfase (B)*

Het uitgangspunt is dat de betonwapeningsnetten voldoende betondekking hebben en dat er sprake is van zorgvuldige uitvoering conform de normen. Met dat uitgangspunt is geen noemenswaardig onderhoud nodig.

*Einde levensduur, afvalscenario en baten en lasten buiten systeemgrenzen (C1, C3, C4 en D)*

Het sloopsценario is gebaseerd op het slopen van een viaduct van gewapend beton met een hydraulische graafmachine met daarop een betonschaar of kraker. Op de bouwplaats is een tweede graafmachine aanwezig om puin op te ruimen. De productienormen van deze twee acties zijn:

- Productienorm breken: 9,8 ton/uur<sup>1</sup>;
- Productienorm verplaatsen: 8,3 ton/uur<sup>1</sup>.

De betonconstructie waarin het wapeningsnet zich bevindt wordt gebroken zodat het granulaat en staal gescheiden kan worden. Er is uitgegaan van het forfaitaire afvalscenario van wapeningsstaal volgens de SBK Bepalingsmethode 1.0 (juli, 2020): 95% recycling en 5% stort.

*Levensduur:*

100 jaar

**Tabel 2 Decompositie van 1 ton gepuntlaste betonwapeningsnetten**

Materiaal of proces	Gepuntlaste betonwapeningsnetten					
	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Productie	A1-A3	0167-fab&Staal, wapening, ongelegeerd (betonstaal, wapeningsnet, vezels, voorspanstaal) (o.b.v. 21,5% Steel, unalloyed, 78,5% Steel, low-alloyed & Hot rolling, steel {GLO} market for   Cut-off, U; 17,8% primair, 82,2% secundair) - kopie	NMD	1000	kg	
Transport	A4	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	150	tkm	150km forfaitair transport
Aanbreng met hydraulische kraan	A5	Hijsen, Telekraan, 100 ton, diesel	H1-8000 Processen	0,25	uur	Productienorm = 4 ton / uur
Constructieverlies	A5	A1-A4, C2-D	-	5%		
Breken met hydr. graafmachine	C1	Slopen, Graafmachine met sloophamer/knijper/grijper, diesel	H1-8000 Processen	0,102	uur	Productienorm = 9,8 ton / uur
Verplaatsen Graafmachine	C1	Verplaatsen, Graafmachine, 50kW, categorie IIIB, diesel	H1-8000 Processen	0,12	uur	Productienorm = 8,3 ton / uur
Transport naar verwerking	C2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	52,5	tkm	Forfaitair volgens SBK 01/07/20

20201106 H41 Funderingsconstructies, 2020077 H42 Betonconstructies; ook in lijn met de Richtlijn Ontwerp Kunstwerken en BRL 0503

De levensduur van wapeningsnetten met een staafdiameter van 8-10 mm kan afwijken van 100 jaar afhankelijk van het type kunstwerk en de belasting van de druklaag. De levensduur van de wapeningsnetten is in dat geval gelijk aan de functionele levensduur van het kunstwerk.

Gepuntlaste betonwapeningsnetten						
Materiaal of proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Afvalverwerking – Recyclen	C3	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER}  sorting and pressing of iron scrap   Cut-off, U)	NMD	950	kg	95% Recycling
Afvalverwerking – Stort	C4	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}  treatment of scrap steel, inert material landfill   Cut-off, U)	NMD	50	kg	5% stort
Baten en lasten buiten systeemgrenzen – Recycling	D	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed {RER&RoW}  steel production, electric, low-alloyed   Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW}  steel production, converter, unalloyed   Cut-off, U)	NMD	1000 * (17,8% - 5%) = 128	kg	Baten/Lasten van C3/C4. 17,8% primair en 5% stort

### 3.2.2 Brandwerende tunnelbekleding (betonplaat) met PP-vezel

Betreft tunnelbekleding van prefab betonplaten verstevigd met polypropyleen vezels. De PP-vezels geven het beton een brandwerende functie.

#### Productiefase (A1-A3)

Voor de PP-vezels wordt uitgegaan van 2 kg vezels per m<sup>3</sup> beton bij verhoogde brandwerendheid [8]. De vezels worden toegevoegd aan het betonmortel, waarna er platen van worden gemaakt. Voor het beton met PP-vezels wordt betonmortel C30/37 aangehouden met een soortelijk gewicht van 2395 kg/m<sup>3</sup>. Voor de betonplaten wordt een dikte van 100 mm aangehouden: 0,1 m<sup>3</sup> per m<sup>2</sup>. Het betreft een betonplaat van 239,7 kg/m<sup>2</sup>.

#### Transportfase (A4, C2)

Er wordt uitgegaan van forfaitaire transportafstanden volgens de SBK Bepalingsmethode versie 1.0, juli 2020

- 150 km transport naar de bouwplaats;
- 50 km transport naar recycling/sorteerlocatie
- 100 km transport totaal naar stort

#### Constructiefase (A5)

Het prefabbeton wordt geleverd op de bouwplaats en vervolgens met een truckkraan, 40 ton, in het werk gemonteerd. De productienorm voor deze handeling is 9 ton/uur. In de constructiefase wordt, conform de bepalingmethode 3% verlies gerekend voor prefab constructie elementen. Dit houdt in dat in deze fase 3% extra A1-A4, C2-C4 en D wordt gerekend. Dit dekt o.a. verkeerde bestellingen, stukgaan en fabricage fouten.

### Gebruiksfase (B)

Er wordt aangenomen dat er geen noemenswaardig onderhoud plaatsvindt gedurende de levensduur van de tunnelbekleding.

### Einde levensduur, afvalscenario en baten en lasten buiten systeemgrenzen (C1, C3, C4 en D)

Het uitgangspunt voor demontage is dat dit gelijk is aan het aanbrengen. Een truckkraan 40 ton wordt gebruikt ter ondersteuning bij het loskoppelen van de platen. Deze worden vervolgens in een vrachtwagen geplaatst voor transport naar de afvalverwerkingslocatie. De productienorm bedraagt eveneens 9 ton/uur.

Voor de afvalverwerking van het beton wordt uitgegaan van het forfaitair afvalscenario voor beton volgens de bepalingsmethode (99% recycling; 1% stort). Er wordt aangenomen dat de PP-vezels mee gaan in de afvalverwerking van het beton, en niet gemakkelijk kunnen worden gescheiden. De (gehele) resterende stroom zal enkel voor laagwaardige toepassingen kunnen worden ingezet (e.g. immobilisaat).

### Levensduur

100 jaar

**Tabel 3 Decompositie van 1 m<sup>2</sup> Brandwerende tunnelbekleding - Prefab beton met PP vezel, 100 mm dik**

Materiaal of proces	Brandwerende tunnelbekleding					
	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Productie	A1-A3	0223-fab&Polypropeen, PP, vezels, toepassing in beton (o.b.v. Polypropylene, granulate {GLO}  market for   Cut-off, U + Extrusion, plastic film {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD	0,2	kg	2 kg / m <sup>3</sup> 0,2 kg / m <sup>2</sup> (100 mm)
Productie C28/35	A1-A3	0005-fab&Betonmortel C30/37 (o.b.v. 75% CEM III en 25% CEM I), 2395 kg/m <sup>3</sup>	NMD	239,5	kg	100 mm plaat
Transport	A4	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	239,7 * 150 km = 36	tkm	150 km forfaitair transport
Aanbrengen met truck.kraan	A5	Hijzen, Vrachtwagenkraan 120-220 kW: 4x2/6x4	H1-8000 Processen	0,1 * dichtheid / productienorm	uur	9 ton / uur
Constructieverlies	A5	A1-A4, C2-D	-	3%		
Demonteren	C1	Hijzen, Vrachtwagenkraan 120-220 kW: 4x2/6x4	H1-8000 Processen	0,1 * dichtheid / productienorm	uur	9 ton / uur

20201106 H41 Funderingsconstructies, 2020077 H42 Betonconstructies

Brandwerende tunnelbekleding						
Materiaal of proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Transport naar verwerking	C2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	12,10	tkm	Forfaitair transport
Afvalverwerking--Recycling	C3	0270-reC&Breken, per kg steenachtig (o.b.v. SBK Breken steenachtig MRPI)	NMD	239,7 * 99%	kg	99% recycling
Afvalverwerking – Stort	C4	0240-sto&Stort beton, cellenbeton (o.b.v. Waste concrete {Europe without Switzerland}  treatment of waste concrete, inert material landfill   Cut-off, U)	NMD	239,7 * 1%	kg	1% stort
Baten en lasten buiten systeemgrenzen – Recycling	D	0191-fab&Menggranulaat, wegenbouw, 0/31,5 (= 0-waarden want 'vrij van milieulast')	NMD	- 239,7 * 99% = 237,3	kg	Baten/lasten C3/C4. Laagwaardige toepassing.

### 3.2.3 Calciumsilicaat platen

Betreft brandwerende calciumsilicaat platen, beter bekend onder de merknaam Promatect. Er zijn twee varianten zijn uitgewerkt:

- Calciumsilicaat T-plaat;
- Calciumsilicaat L-plaat.

De volgende tabel geeft de materiaalsamenstelling en afmetingen aan voor de twee varianten.

Type	Specificaties
Calciumsilicaat L	50 mm dik, 29 kg/m <sup>2</sup>
Calciumsilicaat T	25 mm dik, 25,4 kg/m <sup>2</sup> [9]

#### *Productiefase (A1-A3)*

Het uitgangspunt voor de productie van materialen zijn gebaseerd op informatie van de leverancier van Promatect platen, de afmetingen en het gewicht per m<sup>2</sup> staan in de bovenstaande tabel. Er zijn geen calciumsilicaatplaten opgenomen in ecoinvent. In plaats daarvan wordt uitgegaan van de samenstelling genoemd in de IBU EPD van Promatect-L platen: 35% zand, 35% kalk, 25% cement en 5% vezels. Voor het cement is CEM I als uitgangspunt gekozen. Daarnaast zijn productiegegevens voor gipsvezelplaten uit ecoinvent aangehouden voor de productie zelf.

#### *Transportfase (A4, C2)*

Er wordt uitgegaan van forfaitaire transportafstanden volgens de bepalingsmethode

- 150 km transport naar de bouwplaats
- 50 km transport direct naar stort

#### *Constructiefase (A5)*

De gipsplaten worden aangebracht met een hydraulische graafmachine, mobiel midi 8-10 ton en vervolgens gemonteerd met de hand. De productienorm voor de graafmachine bedraagt 15 m<sup>2</sup>/uur. Het uitgangspunt hierbij zijn platen van 2/3 meter lang per stuk. In de constructiefase wordt, conform de bepalingsmethode 3% verlies gerekend voor prefab constructie elementen. Dit houdt in dat in deze fase 3% extra A1-A4, C2-C4 en D wordt gerekend. Dit dekt o.a. verkeerde bestellingen, stukgaan en fabricage fouten.

#### *Gebruiksfase (B)*

Er wordt aangenomen dat er geen noemenswaardig onderhoud plaatsvind gedurende de levensduur van de platen.

*Einde levensduur, afvalscenario en baten en lasten buiten systeemgrenzen (C1, C3, C4 en D)*

De gipsplaten worden verwijderd met eenzelfde hydraulische graafmachine, mobiel midi 8-10 ton nadat deze handmatig worden losgekoppeld. De productienorm ligt hoger voor het verwijderen: 30 m2/uur.

Het afvalscenario van de IBU EPD van Promatect platen [10] wordt in deze LCA aangehouden: 100% stort.

*Levensduur*

25 jaar

**Tabel 4 Decompositie van 1 m<sup>2</sup> Calciumsilicaat T-plaat, 25 mm dik**

Calciumsilicaat T-plaat						
Materiaal of proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Productie calcium silicaatplaat – Zand	A1-A3	0168-fab&Zand, industriezand, ophoogzand, betonzand, drainagezand (o.b.v. Sand {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD	0,35 * 25,4	kg	Calcium silicaatplaat. Zie tekst.
Productie calcium silicaatplaat - Kalk	A1-A3	0215-fab&kalksteen, kalksteenmeel (o.b.v. Limestone, crushed, washed {RoW}  market for limestone, crushed, washed   Cut-off, U)	NMD	0,35 * 25,4	kg	
Productie calcium silicaatplaat – Cement	A1-A3	0172-fab&Cement, CEM I (o.b.v. CEM I 52.5 R)	NMD	0,25 * 25,4	kg	
Productie calcium silicaatplaat – Papiervezels	A1-A3	Waste paper, sorted {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent	0,05 * 25,4	kg	
Productie calcium silicaatplaat - Water	A1-A3	0289-fab&Water, drinkwater (o.b.v. Tap water {RER}  market group for   Cut-off, U)	NMD	0,20 * 25,4	kg	
Productie calcium silicaatplaat - Drogen	A1-A3	0111-pro&Aardgas, algemeen gebruik, per m3 (o.b.v. 31,7 MJ Heat, district or industrial, natural gas {RER}  market group for   Cut-off, U)	NMD	1,1/31,7 * 25,4	m3	
Productie calcium silicaatplaat - Electriciteit	A1-A3	0124-pro&1 kWh, uit stopcontact (o.b.v. Electricity, low voltage {NL}  market for   Cut-off, U)	NMD	0,06 * 25,4	kWh	
Transport	A4	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	25,4 * 150 km = 3,81	tkm	150 km forfaitair transport
Aanbrengen met kleine graafmachine	A5	Verplaatsen, Graafmachine, 50kW, categorie IIIB, diesel	H1-8000 Processen	1/15	uur	Productienorm 15m2/uur

Calciumsilicaat T-plaat						
Materiaal of proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Constructieverlies	A5	A1-A4, C2-D	-	3%		
Verwijderen met kleine graafmachine	C1	Verplaatsen, Graafmachine, 50kW, categorie IIIB, diesel	H1-8000 Processen	1/30	uur	Productienorm 30m3/uur
Transport naar verwerking	C2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	25,4 * 50 km = 1,27	tkm	Forfaitair transport
Afvalverwerking – Stort	C4	0243-sto&Stort gips	NMD	25,4	kg	100% stort

Tabel 5 Decompositie van 1 m2 Calciumsilicaat L-plaat, 50 mm dik

Calciumsilicaat L-plaat						
Materiaal of proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Productie calcium silicaatplaat – Zand	A1-A3	0168-fab&Zand, industriezand, ophoogzand, betonzand, drainagezand (o.b.v. Sand {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD	0,35 * 29	kg	Calcium silicaatplaat. Zie tekst.
Productie calcium silicaatplaat - Kalk	A1-A3	0215-fab&kalksteen, kalksteenmeel (o.b.v. Limestone, crushed, washed {RoW}  market for limestone, crushed, washed   Cut-off, U)	NMD	0,35 * 29	kg	
Productie calcium silicaatplaat – Cement	A1-A3	0172-fab&Cement, CEM I (o.b.v. CEM I 52.5 R)	NMD	0,25 * 29	kg	
Productie calcium silicaatplaat – Papiervezels	A1-A3	Waste paper, sorted {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent	0,05 * 29	kg	
Productie calcium silicaatplaat - Water	A1-A3	0289-fab&Water, drinkwater (o.b.v. Tap water {RER}  market group for   Cut-off, U)	NMD	0,20 * 29	kg	
Productie calcium silicaatplaat - Drogen	A1-A3	0111-pro&Aardgas, algemeen gebruik, per m3 (o.b.v. 31,7 MJ Heat, district or industrial, natural gas {RER}  market group for   Cut-off, U)	NMD	1,1/31,7 * 29	m3	
Productie calcium silicaatplaat - Electriciteit	A1-A3	0124-pro&1 kWh, uit stopcontact (o.b.v. Electricity, low voltage {NL}  market for   Cut-off, U)	NMD	0,06 * 29	kWh	
Transport	A4	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	29 * 150 = 4,35	tkm	150 km forfaitair volgens bepalingsmethode



Calciumsilicaat L-plaat						
Materiaal of proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Aanbrengen	A5	Verplaatsen, Graafmachine, 50kW, categorie IIIB, diesel	H1-8000 Processen	1/15	uur	Productienorm 15m2/uur
Constructieverlies	A5	A1-A4, C2-D	-	3%		
Verwijderen	C1	Verplaatsen, Graafmachine, 50kW, categorie IIIB, diesel	H1-8000 Processen	1/30	uur	Productienorm 30m3/uur
Transport naar verwerking	C2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	29 * 50 km = 1,45	tkm	Forfaitair transport
Afvalverwerking – Stort	C4	0243-sto&Stort gips	NMD	29	kg	100% stort

### 3.2.4 Gewapende rubber oplegging voor betonnen kunstwerk

Betreft een gewapende rubber oplegging opgebouwd uit laagjes rubber – natuurrubber of chloropreen – die onderling gescheiden zijn door plaatjes staal. Het geheel wordt omhuld door een dunne laag chloropreen, die zorgt voor een optimale bescherming tegen weersinvloeden. Door middel van vulkanisatie (combinatie van warmte en druk) wordt een hechte verbinding verkregen tussen staal en rubber. Als uitgangspunt voor de afmetingen is een Schrupf Atlas oplegblok 1000x1000x400 mm aangehouden (afmetingen in lijn met DIN EN 1337-3) [14].

In de norm wordt een rubber laagdikte tussen de 5 en 25 mm voorgeschreven. De dikte van de stalen wapeningsplaten bedraagt minimaal 3 en maximaal 5 mm. Hoe groter het oplegoppervlak hoe dikker de lagen. Er wordt uitgegaan van 16 lagen van 25 mm bestaande uit lagen van 20 mm rubber en 5 mm wapeningstaal. Eén laag rubber bedraagt 0,02 m<sup>3</sup>, 1 laag wapeningstaal bedraagt 0,005 m<sup>3</sup>. Vermenigvuldigd met 16 is dat in totaal 0,32 m<sup>3</sup> Polychloropreen rubber en 0,08 m<sup>3</sup> wapeningstaal (80% rubber, 20% wapeningstaal).

#### Productiefase (A1-A3)

Uitgangspunt voor de productie van materialen is een oplegging van 1000x1000x400 mm. Het volume van dit blok is 0,4 m<sup>3</sup>, waarvan 0,32 m<sup>3</sup> polychloropreen rubber (met soortelijk gewicht 1230 kg/m<sup>3</sup>) en 0,08 m<sup>3</sup> wapeningstaal (met soortelijk gewicht 7800 kg/m<sup>3</sup>) (zie productbeschrijving). Omgerekend is dit 393,6 kg rubber en 624 kg wapeningsplaten op basis van de soortelijke gewichten (totaal 1017,6 kg/stuk). Door middel van vulkanisatie worden de platen staal en rubber met elkaar verbonden. Dit proces vindt plaats bij rond de 160°C en 100 bar. Het energieverbruik van dit proces is onbekend, maar met de temperatuur kan worden benaderd dat het verwarmen van rubber (het materiaal dat moet verbinden; met

warmtecapaciteit van 1,47 kJ/kgK) tot 160 graden, ca. 81 MJ nodig is. Zelfs als wordt uitgegaan van het drievoudige is deze hoeveelheid energie insignificant (<1%). Daarom is het vulkanisatieproces buiten beschouwing gelaten.

#### *Transportfase (A4, C2)*

Er wordt uitgegaan van forfaitaire transportafstanden volgens de SBK Bepalingsmethode versie 1.0, juli 2020

- 150 km transport naar de bouwplaats
- 50 km transport naar recycling/sorteerlocatie
- 100 km transport totaal naar stort
- 150 km transport totaal naar AVI

#### *Constructiefase (A5)*

Aanbrengen van de opleggingen wordt gedaan met een hydraulische graafmachine mobiel midi 8-10 ton. De productienorm bedraagt 1 stuk/uur. In de constructiefase wordt, conform de bepalingmethode 3% verlies gerekend voor prefab constructie elementen. Dit houdt in dat in deze fase 3% extra A1-A4, C2-C4 en D wordt gerekend. Dit dekt o.a. verkeerde bestellingen, stukgaan en fabricage fouten.

#### *Gebruiksfase (B1, B2-B5)*

Niet bekend

#### *Einde levensduur, afvalscenario en baten en lasten buiten systeemgrenzen (C1, C3, C4 en D)*

Voor demontage worden de blokken verwijderd met een hydraulische graafmachine mobiel midi 8-10 ton met een productienorm van 1 stuks / uur; Het aangehouden afvalscenario voor elk van de bestanddelen is gebaseerd op de forfaitaire scenario's volgens de bepalingmethode (Rubber; 10% stort, 85% AVI, 5% recycling; Staal; 99% recycling, 1% stort). Daarbij wordt ervan uitgegaan dat het rubber en staal goed gescheiden kunnen worden.  
Rubber

#### *Levensduur*

50 jaar [15]

---

Over de frequentie en werkwijze van tussentijdse vervangingen is geen data beschikbaar.

Tabel 6 Decompositie van Rubber opleggingen per stuk (1000x1000x400 mm)

Materiaal of proces	Gewapende rubber oplegging (1000x1000x400mm)					
	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Oplegging – staal	A1-A3	0317-fab&Staal, warmgewalst, plaat- en bandstaal {GLO} 82,7% primair, 17,3% secundair	NMD	624	kg	Zie uitgangspunten tekst
Oplegging – synthetisch rubber	A1-A3	0014-fab&EPDM, rubber, chloropreen, neoprene, styrene butadiene rubber - SBR (o.b.v. Synthetic rubber {GLO}) market for   Cut-off, U)	NMD	393,6	kg	Zie uitgangspunten tekst
Transport	A4	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	150 km * 1017,6 = 152,64	tkm	150 km forfaitair transport
Aanbrengen	A5	Verplaatsen, Graafmachine, 50kW, categorie IIIB, diesel	NMD H1-8000 Processen	1	uur	1 stuk / uur
Constructieverlies	A5	A1-A4, C2-D	-	3%		
Verwijderen	C1	Verplaatsen, Graafmachine, 50kW, categorie IIIB, diesel	NMD H1-8000 Processen	1	uur	1 stuk / uur
Transport naar verwerking	C2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	86,62	tkm	Forfaitair transport
Afvalverwerking – Recycling – staal	C3	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER}) sorting and pressing of iron scrap   Cut-off, U)	NMD	624 * 99%	kg	99% recycling
Afvalverwerking- Recycling – rubber	C3	0286-reC&verwerking kunststof voor recycling (o.b.v. Waste polyethylene, for recycling, sorted {Europe without Switzerland}) treatment of waste polyethylene, for recycling, unsorted, sorting   Cut-off, U)	NMD	393,6 * 5%	kg	5% recycling
Afvalverwerking- AVI – rubber	C3	0260-avC&Verbranden rubber/EPDM (27,2 MJ/kg) (o.b.v. Waste rubber, unspecified {Europe without Switzerland}) treatment of waste rubber, unspecified, municipal incineration   Cut-off, U)	NMD	393,6 * 85%	kg	85% AVI
Afvalverwerking – Stort – rubber	C4	0251-sto&Stort PE (o.b.v. Waste polyethylene {Europe without Switzerland}) treatment of waste polyethylene, sanitary landfill   Cut-off, U), ook elastomeren als epdm	NMD	393,6 * 10%	kg	10% stort
Afvalverwerking – Stort - staal	C4	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, inert material landfill   Cut-off, U)	NMD	624 * 1%	kg	1% stort
Baten en lasten buiten systeemgrenzen - staal	D	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed {RER&RoW}) steel production, electric, low-alloyed   Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW}) steel production, converter, unalloyed   Cut-off, U)	NMD	624 * (82,7% - 1%) = 509,81	kg	99% recycling staal, 82,7% primair

Gewapende rubber oplegging (1000x1000x400mm)						
Materiaal of proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Baten en lasten buiten systeemgrenzen – recycling rubber	D	0444-reD&Module D, EPDM, rubber, chloropreen, neoprene, styreen butadien rubber - SBR, per kg NETTO geleverd rubber (o.b.v. vermeden Synthetic rubber {RER}  production   Cut-off, U en kwaliteitsfactor 0,67)	NMD	393,6 * 5% = 19,68	kg	5% recycling rubber
Baten en lasten buiten systeemgrenzen – AVI rubber	D	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD	393,6 * 85% * 27,2 MJ/kg = 9100	MJ	85% AVI rubber, 27,2 MJ/kg

### 3.2.5 Hoge sterkte betonmortels

Deze productkaarten zijn opgesteld ter aanvulling van het rapport 'Ongetoetst LCA rapport voor betonmortel' (SGS Search Consultancy, 6 augustus 2020) [16]. De productkaarten sluiten aan bij de productomschrijving uit dit rapport:

“De geanalyseerde mortels betreffen betonmortels in verschillende sterkteklassen voor toepassing in infrastructurele werken. Elke mortel heeft een specifieke mengverhoudingen van de standaard grondstoffen zoals grind, zand, water, cement en hulpstoffen. Daarnaast wordt er onderscheid gemaakt tussen de type cement CEM I en CEM III. Het betreffen mortelsamenstellingen die in de praktijk veel toegepast worden en vallen in de milieuklasse XC1 tot en met XC4.”

In aanvulling hierop kan onderscheid toegevoegd worden tussen CEM III/A en CEM III/B:

Het verschil tussen CEM III/A en CEM III/B is het percentage hoogovenslak in het cement(mengsel). Bij CEM III/B is de hoeveelheid hoogovenslak tussen de 66% en 80% (in Nederland veelal 70%). Het overige deel (20%-34% is portlandcementklinker). Bij CEM III/A is de hoeveelheid hoogovenslak gelegen tussen de 36% en 65% (en de hoeveelheid portlandcementklinker dus tussen de 35% en 64%). In Nederland is dit veelal rond de 50%.

CEM III/A kan ook 'gemaakt worden' van CEM I (portlandcement met een portlandcementklinkergehalte van 95%-100%) en CEM III/B (met een hoogovenslakgehalte van 75%) door bijv. 1/3 CEM I en 2/3 CEM III/B te mengen. Daarmee wordt hoogovenslakgehalte dus  $2/3 * 75% = 50%$ .

Meer hoogovenslak zorgt voor langzamere sterkteontwikkeling van het mengsel en bijgevolg meer benodigd cement. Zeker voor een ontkistingssterkte na 1 of enkele dagen. Hoogovenslak zorgt daarentegen ook voor een dichtere betonstructuur op termijn en dus voor een hogere sterkte op termijn >28

dagen (waar tot op heden nauwelijks mee gerekend wordt) en een betere weerstand tegen chloriden en sulfaten. Bij dit soort hoge betonsterktes na 28 dagen is ook een hoge cementsterkte nodig. CEM III/B is nauwelijks/niet beschikbaar in de hoogste cementklasse.

**Tabel 7 Hoeveelheden per m<sup>3</sup> beton**

Betonsamenstelling	Grind (kg)	Betongranulaat (kg)	Zand (kg)	CEM I (kg)	CEM III/A (kg)	Hulpstof (kg)	Water (kg)	Totaal (kg)
C55/67 CEM I	950	-	850	415	-	1,7	175	2392
C55/67 CEM III/A	900	-	825	-	515	2,6	175	2418
C70/85 CEM I	900	-	850	505	-	3,0	155	2413
C70/85 CEM III/A	850	-	825	-	590	2,4	165	2432
C90/105 CEM I	875	-	850	530	-	3,2	155	2413
C90/105 CEM III/A	825	-	825	-	630	2,5	165	2448

Bron: Rob Vergoossen, betondeskundige RHDHV

#### *Transportfase (A4, C2)*

Er wordt uitgegaan van forfaitaire transportafstanden volgens de SBK Bepalingsmethode versie 1.0, juli 2020

- 150 km transport naar de bouwplaats;
- 50 km transport naar recycling/sorteerlocatie
- 100 km transport totaal naar stort

#### *Constructiefase (A5)*

Het betonmortel wordt in-situ gestort met een betonpomp en vervolgens verdicht met een trilnaald. Voor inzet van een trilnaald is een algemeen gewicht van 2400 kg toegepast. In de constructiefase wordt, conform de bepalingmethode 3% verlies gerekend voor prefab constructie elementen. Dit houdt in dat in deze fase 3% extra A1-A4, C2-C4 en D wordt gerekend. Dit dekt o.a. verkeerde bestellingen, stukgaan en fabricage fouten.

#### *Einde levensduur, afvalscenario en baten en lasten buiten systeemgrenzen (C1, C3, C4 en D)*

Bij sloop wordt rekening gehouden met afbreken en het laden van puin voor transport. Voor sloop van betonnen objecten is uitgegaan van een kraan (60 ton) uitgerust met breekhamer. De productienorm bedraagt 12,5 m<sup>3</sup>/uur en het brandstofverbruik is 65 L/uur. Het puin wordt geladen met behulp van een graafmachine (productienorm ca. 16,5 m<sup>3</sup>/uur). Voor verwerking van het beton wordt uitgegaan van het forfaitaire afvalscenario volgens de bepalingmethode (99% recycling; 1% stort).

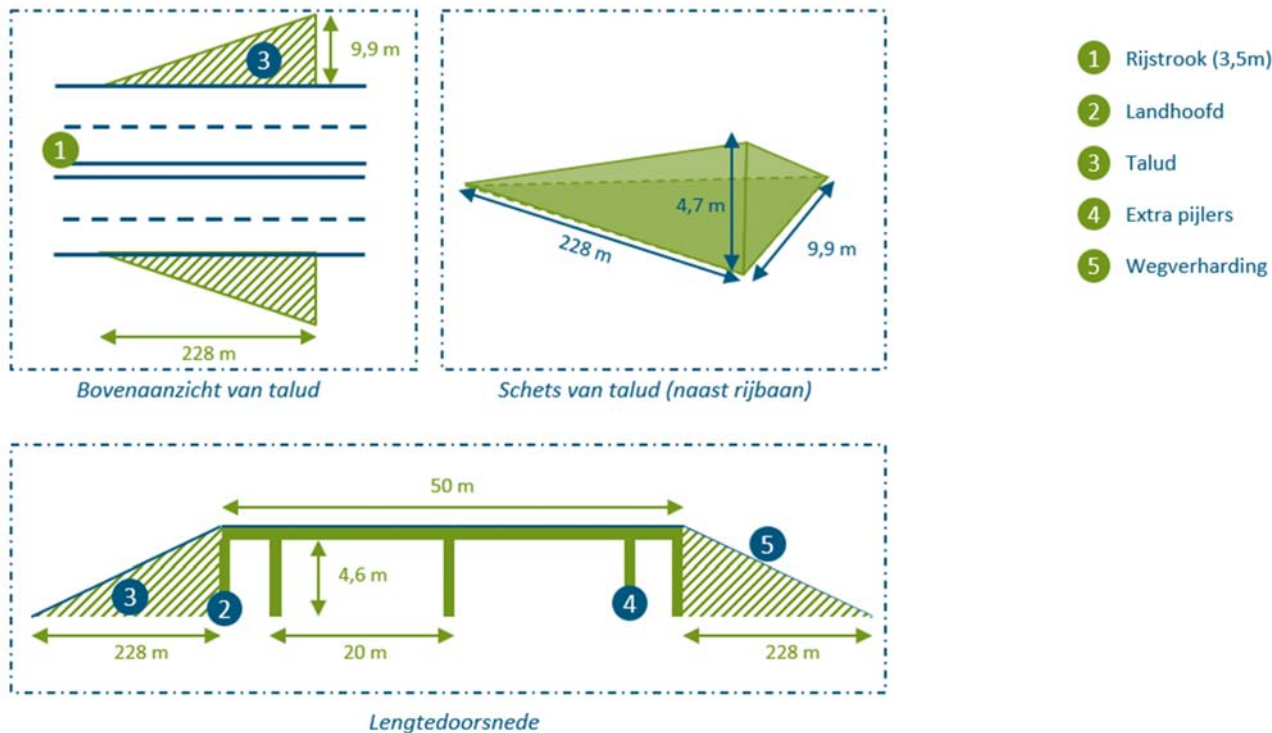
Tabel 8 Decompositie hoge sterkte betonmortels per m<sup>3</sup>

Hoge sterkte betonmortel						
Materiaal of proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Grind	A1	0193-fab&Grind (o.b.v. Gravel, round {RoW}  market for gravel, round   Cut-off, U)	NMD	Zie Tabel 7	kg	
Zand	A1	0168-fab&Zand, industriezand, ophoogzand, betonzand, drainagezand (o.b.v. Sand {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD	Zie Tabel 7	kg	
CEM I	A1	0172-fab&Cement, CEM I (o.b.v. CEM I 52.5 R)	NMD	Zie Tabel 7	kg	
CEM III/A	A1	0349-fab&Cement, CEM III/A (o.b.v. CEM III/A 52.5 N)	NMD	Zie Tabel 7	kg	
Hulpstof	A1	Plasticiser, for concrete, based on sulfonated melamine formaldehyde {GLO}  production   Cut-off, U	Ecoinvent	Zie Tabel 7	kg	
Water	A1	Tap water {RER}  market group for   Cut-off, U	Ecoinvent	Zie Tabel 7	kg	
Transport, binnenvaart, zand & grind	A2	0103-tra&Transport, vrachtschip, binnenvaart (o.b.v. Transport, freight, inland waterways, barge {GLO}  market group for transport, freight, inland waterways, barge   Cut-off, U)	NMD	Gewicht zand & grind * 150 km	tkm	
Transport, vrachtwagen, cement, hulpstof	A2	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}  market group for transport, freight, lorry, unspecified   Cut-off, U)	NMD	Gewicht cement * 300 km + gewicht hulpstof * 150 km	tkm	
Elektriciteit	A3	Electricity, medium voltage {NL}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent	3,63	kWh	Energieverbruik bij mortelcentrale
Diesel	A3	Diesel, burned in building machine {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent	4,43	MJ	Energieverbruik bij mortelcentrale
Warmte	A3	Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland}  market for heat, district or industrial, natural gas   Cut-off, U	Ecoinvent	4,24	MJ	Energieverbruik bij mortelcentrale
Transport naar werk	A4	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}  market group for transport, freight, lorry, unspecified   Cut-off, U)	NMD	50 km * gewicht mortel	tkm	Forfaitair bulktransport 50km
Betonpomp	A5	0099-pro&Betonpomp, incl. voertuig, per m3 (o.b.v. data uit 1995; gemiddelde van giekpomp, leidingpomp en mixerpomp)	NMD	1	m3	In-situ storten beton met betonpomp
Graafmachine	A5	0115-pro&Graafmachine, per uur (o.b.v. 572 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD	0,04	uur	

Hoge sterkte betonmortel						
Materiaal of proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Verdichten met trilnaald	A5	0113-pro&Verdichten beton, trilnaald, per ton (o.b.v. 0,33 kWh/m <sup>3</sup> Electricity, low voltage {NL}  market for   Cut-off, U; data uit 1995)	NMD	2400	kg	Verdichten op basis van gemiddelde dichtheid beton
Constructieverlies	A5	A1-A4, C2-D	-	5%		
Dieselverbruik	C1	0095-pro&Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}  processing   Cut-off, U)	NMD	5,2	liter	Afbreken object en laden puin. Op basis van kraan (60 ton) met breekhamer. Productienorm van 12,5 m <sup>3</sup> /uur en brandstofverbruik van 65 L/uur.
Graafmachine	C1	0115-pro&Graafmachine, per uur (o.b.v. 572 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD	0,06	uur	
Transport naar verwerking	C2	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}  market group for transport, freight, lorry, unspecified   Cut-off, U)	NMD	50 * 0,99 + 100 * 0,01 km * dichtheid mortel	tkm	Forfaitair transport
Breken	C3	0270-reC&Breken, per kg steenachtig (o.b.v. SBK Breken steenachtig MRPI)	NMD	dichtheid mortel * 99%	kg	99% recycling
Stort	C4	0240-sto&Stort beton, cellenbeton (o.b.v. Waste concrete {Europe without Switzerland}  treatment of waste concrete, inert material landfill   Cut-off, U)	NMD	dichtheid mortel * 1%	kg	1% stort
Baten en lasten buiten de systeemgrens	D	0280-reD&Module D, zand (o.b.v. Sand {RoW}  gravel and quarry operation   Cut-off, U)	NMD	Dichtheid mortel * 99%	kg	

### 3.2.6 Betonnen viaduct nieuwbouw snelweg

Deze productkaart betreft het hoofdproduct betonnen viaduct. Uitgangspunt is een veelvoorkomende variant in het hoofdwegennet (snelweg) over onderliggend wegennet met 2 \* 2 rijstroken, een totale overspanning van 50 meter en een doorrijhoogte van 4,6 meter. De overspanning tussen de steunpunten is (maximaal) 20 meter en er zijn geen vluchtstroken opgenomen. Onderstaande principetekeningen verbeelden de uitgangspunten.



In de navolgende decompositietabel zijn alle opgenomen objectonderdelen opgenomen. De onderdelen en hoeveelheden zijn afgestemd op het ingevoerde viaduct 2\*2 rijstroken in de objectenbibliotheek van DuboCalc 6.0. Het viaduct bestaat uit vaste en variabele onderdelen. Bij het element variabele onderdelen kan de totale overspanning ingevuld worden (regel 32). Aangezien het object reeds beschikbaar is in DuboCalc is geen verdere berekening in dit rapport gemaakt.



De volgende objectonderdelen zijn wel beschouwd, maar niet meegenomen uit significantie:

- Bekisting (veelal prefab elementen)
- Vloerplaten en stootplaten
- Opleggingen
- Voegovergangen
- Hydrofoberen

Enkele dominante uitgangspunten voor de berekende hoeveelheden:

- Hoogte brugdekliggers: 1 m1 (geschat o.b.v. RTD1001\_ROK1.4\_BijlageB\_april2017\_tcm21-108743, p 35. Aanname dat dit representatief is voor de gehele dwarsdoorsnede van het brugdek)
- Afstand tussen steunpunten (landhoofden en tussensteunpunten) is maximaal 20 meter (conform ROK1.4)
- Aantal heipalen: 0,05 palen per m2 (bron: constructeur RHDHV)
- Volumepercentage wapening in gewapend of voorgespannen beton: 0,3 procent
- Hellingsgraad snelweg op talud: 2,5 % (bron: ontwerper RHDHV)

Verdere uitgangspunten en achtergrondberekeningen zijn beschikbaar via de objectenbibliotheek (Witteveen+Bos, mei 2021).

#### Decompositietabel Betonnen viaduct 2x2 rijstroken, 50 m totale overspanning

#	Niv1	Niv2	Niv3	Productkaart	Hoeveelheid	Eenheid
1				Vaste onderdelen		
2				Grondlichaam landhoofd		
3				Grondlichaam onder en naast rijbaan		
4				Ophoogmateriaal, grond	22.726	m3
5				Landhoofd		
6				Bekleding talud onder brugdek		
7				Straatwerk elementen, baksteen	74	m2
8				Beton aanlanding		
9				Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	191	m3
10				Wapeningsstaal aanlanding		
11				Deelproduct: Constructies in kg of m3, Wapeningsstaal	4.493	kg
12				Geleiderails en afscherming		
13				Geleiderail op rijbaanscheiding		
14				Nieuwe stalen geleiderails type F2DL 40080	456	m1
15				Geleiderails langs weg		

#	Niv1	Niv2	Niv3	Productkaart	Hoeveelheid	Eenheid
16				Nieuwe stalen geleiderails type F2DL 40080	912	m1
17		Verharding op talud				
18		Toplaag				
19			DZOAB 0PR		2.554	ton
20		Tussen- en onderlaag				
21			AC bin base 50%PR cat. 2		9.123	ton
22		Kleeflagen				
23			31 WEGVERHARDING II, 31.21 ASFALTVERHARDING, Bitumen emulsie kleeflaag 0,4 kgm2		29.193	m2
24		Funderingslaag				
25			Funderingslaag Hydraulisch menggranulaat 250mm		3.649	m2
26		Zandbed				
27			Ophoogmateriaal, zand		7.298	m3
28		Markering				
29			Lengtemarkering, thermoplastisch, doorlopend		1.026	m1
30		Verlichting				
31			Lichtmast, aluminium, 6 meter		1,10	stuks
32	Variabele onderdelen				50	m1
33		Heipalen				
34		Heipalen				
35			Paal, beton		12	m2
36		Brugconstructie				
37		Beton liggers				
38			Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet		6	m3
39		Wapening liggers				
40			Deelproduct: Constructies in kg of m3, Voorspanstaal		150	kg
41		Beton pijlers				
42			Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet		3	m3
43		Wapening pijlers				
44			Deelproduct: Constructies in kg of m3, Wapeningsstaal		68	kg
45		Verharding op viaduct				
46		Toplaag				
47			DZOAB 0PR		2	ton
48		Kleeflagen				
49			31 WEGVERHARDING II, 31.21 ASFALTVERHARDING, Bitumen emulsie kleeflaag 0,4 kgm2		16	m2
50		Uitvullaag				
51			AC surf 0%PR cat. 2		2,8	ton
52		Markering				

#	Niv1	Niv2	Niv3	Productkaart	Hoeveelheid	Eenheid
53				Lengtemarkering, thermoplastisch, doorlopend	5	m1
54				Hekwerk en geleiderails op brug		
55				Hekwerk langs brug		
56				Leuningen, Staal gecoat, rond 60 mm	2	m1
57				Geleiderail op rijbaanscheiding		
58				Nieuwe stalen geleiderails type F2DL 40080	1	m1

## 4 Resultaten

### 4.1 Berekening milieuprofiel

In deze LCA zijn de volgende rekenprocedures toegepast:

- De berekeningen in deze LCA zijn gemaakt volgens de eisen en richtlijnen van NEN-EN 15804 en de SBK-bepalingsmethode Milieuprestaties Gebouwen en GWW-werken.
- De milieuingrepen zijn berekend met de methoden die zijn omschreven in NEN-EN 15804 aangevuld met karakterisatiefactoren uit de CML-VLCA-rekenmethode (versie december 2019, NMD 3.1).
- Indien van toepassing zijn de regels voor allocatie bij multi-input, -output, recycling- en hergebruikprocessen uit NEN-EN 15804 gevolgd, overeenkomstig de NEN-EN-ISO 14044.
- De LCA-berekeningen zijn uitgevoerd met SimaPro 9.1.
  - Ecoinvent processen zijn doorgerekend inclusief infrastructuurprocessen en kapitaalgoederen.
  - Ecoinvent processen zijn doorgerekend exclusief lange termijn (>100 jaar) emissies.
- Conform paragraaf 3.5 van de Bepalingsmethode zijn deze effectcategorieën omgerekend naar een milieukosten indicator (MKI) in euro's.

### 4.2 Gekarakteriseerde resultaten

Gekarakteriseerde resultaten zijn in Tabel 9 en Tabel 10 weergegeven per deelproduct per functionele eenheid. De uitgebreide gekarakteriseerde resultaten per levensfase zijn opgenomen in de bijlage.

**Tabel 9 Gekarakteriseerde resultaten deelproducten betonconstructies**

Effectcategorie	Eenheid	Beton	Brandwerend	Calciumsilicaat	Calciumsilicaat	Oplegging (1000x1000 x400 mm)
		wapenings netten	tunnelbekleding PP-vezels	L-platen	T-platen	
		Per ton	Per m <sup>2</sup>	Per m <sup>2</sup>	Per m <sup>2</sup>	Per stuk
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	2,47E-03	7,62E-04	6,18E-04	5,42E-04	3,54E-02
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	9,00E+00	1,32E-01	8,08E-02	7,47E-02	1,77E+01
4 global warming (GWP)	kg CO <sub>2</sub> eq	1,20E+03	3,10E+01	1,69E+01	1,54E+01	2,63E+03
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	9,25E-05	2,17E-06	1,38E-06	1,31E-06	2,39E-04
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	9,68E-01	1,05E-02	3,95E-03	3,65E-03	1,97E+00
7 acidification (AP)	kg SO <sub>2</sub> eq	5,14E+00	8,74E-02	3,27E-02	3,03E-02	8,64E+00
8 eutrophication (EP)	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq	7,46E-01	1,78E-02	7,03E-03	6,48E-03	1,20E+00
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	6,43E+02	4,66E+00	2,18E+00	2,05E+00	8,50E+02
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	2,43E+01	1,70E-01	5,15E-02	4,79E-02	2,52E+01
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	5,38E+04	5,71E+02	2,08E+02	1,92E+02	6,95E+04
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	6,30E+01	4,52E-02	1,99E-02	1,79E-02	4,03E+01
PERT	MJ	1,03E+03	9,20E+00	3,96E+00	3,53E+00	1,81E+03
PENRT	MJ	1,75E+04	2,78E+02	1,65E+02	1,54E+02	3,82E+04
Water consumption (FW)	m <sup>3</sup>	1,77E+01	3,65E-01	6,14E-02	5,46E-02	2,93E+01
Hazardous waste (HWD)	kg	4,62E-02	1,25E-03	8,27E-04	7,85E-04	4,42E-02
Non hazardous waste (NHWD)	kg	3,51E+02	1,15E+01	3,10E+01	2,71E+01	3,67E+02
Radioactive waste (RWD)	kg	4,37E-02	5,16E-04	1,13E-04	9,93E-05	1,51E-01

**Tabel 10 Gekarakteriseerde resultaten hoge sterkte betonmortels**

<i>Effectcategorie</i>	<i>Eenheid</i>	C55/67 CEM I	C55/67 CEM III/A	C70/85 CEM I	C70/85 CEM III/A	C90/105 CEM I	C90/105 CEM III/A
		Per m <sup>3</sup>	Per m <sup>3</sup>	Per m <sup>3</sup>	Per m <sup>3</sup>	Per m <sup>3</sup>	Per m <sup>3</sup>
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	3,60E-02	7,69E-02	4,37E-02	8,80E-02	4,59E-02	9,40E-02
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	1,78E+00	1,61E+00	2,04E+00	1,73E+00	2,10E+00	1,80E+00
4 global warming (GWP)	kg CO <sub>2</sub> eq	5,98E+02	4,27E+02	7,07E+02	4,74E+02	7,37E+02	4,99E+02
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	2,42E-05	2,67E-05	2,59E-05	2,80E-05	2,64E-05	2,87E-05
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	1,51E-01	1,32E-01	1,70E-01	1,40E-01	1,74E-01	1,45E-01
7 acidification (AP)	kg SO <sub>2</sub> eq	1,25E+00	1,22E+00	1,39E+00	1,31E+00	1,43E+00	1,36E+00
8 eutrophication (EP)	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq	2,90E-01	2,47E-01	3,27E-01	2,64E-01	3,37E-01	2,74E-01
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	5,82E+01	6,10E+01	6,43E+01	6,43E+01	6,57E+01	6,63E+01
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,48E+00	1,47E+00	1,64E+00	1,56E+00	1,68E+00	1,61E+00
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	7,44E+03	8,91E+03	8,50E+03	9,78E+03	8,78E+03	1,03E+04
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	5,93E-01	4,91E-01	6,97E-01	5,44E-01	7,26E-01	5,72E-01
PERT	MJ	1,03E+02	1,02E+02	1,22E+02	1,13E+02	1,27E+02	1,19E+02
PENRT	MJ	3,39E+03	3,12E+03	3,82E+03	3,33E+03	3,93E+03	3,45E+03
Water consumption (FW)	m <sup>3</sup>	4,66E-01	-4,23E-02	5,42E-01	-1,00E-01	5,56E-01	-1,29E-01
Hazardous waste (HWD)	kg	1,26E-02	7,93E-03	1,49E-02	8,78E-03	1,55E-02	9,24E-03
Non hazardous waste (NHWD)	kg	9,69E+01	9,94E+01	1,02E+02	1,03E+02	1,03E+02	1,05E+02
Radioactive waste (RWD)	kg	1,12E-02	1,16E-02	1,16E-02	1,18E-02	1,17E-02	1,20E-02

### 4.3 Gewogen resultaten

Het wegen van resultaten is een proces waarbij de resultaten van verschillende milieueffectcategorieën worden omgezet naar een 1 punt' score zodat ze integraal beschouwd kunnen worden. In deze studie wordt, conform de Bepalingmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW werken, gebruikgemaakt van de Milieu Kosten Indicator (MKI) om de verschillende effectcategorieën te wegen tot één eindpunt. In Tabel 11 en Tabel 12 staan de uitkomsten als MKI-waarde voor het onderwerp van de analyse weergegeven.

**Tabel 11 Gewogen resultaten deelproducten betonconstructies**

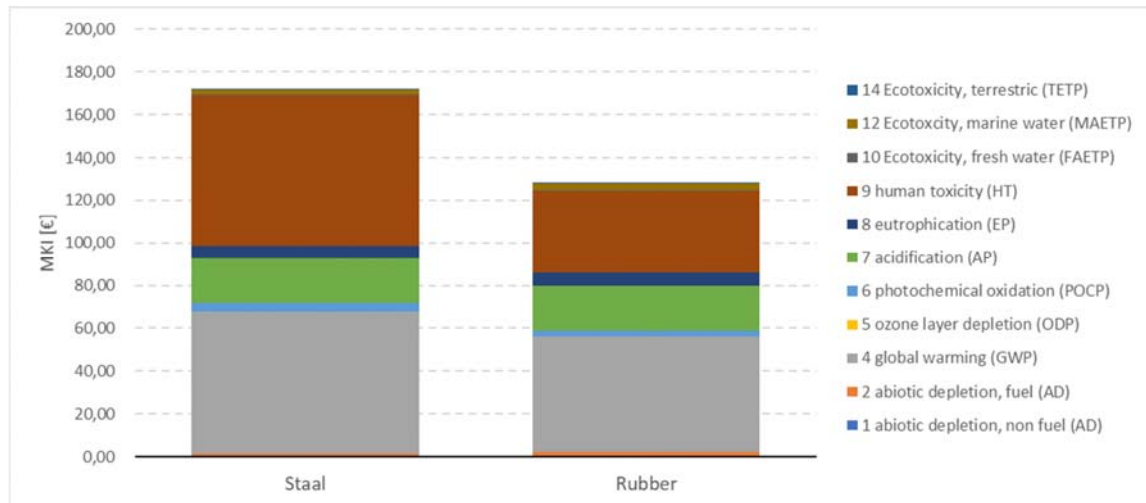
<i>Effectcategorie</i>	<i>Eenheid</i>	Beton wapenings netten	Brandwerend tunnelbekleding PP-vezels	Calciumsilicaat L-platen	Calciumsilicaat T-platen	Oplegging (1000x1000 x400)
		Per ton	Per m2	Per m2	Per m2	Per stuk
<b>Totaal (MKI-waarde)</b>	<b>euro</b>	<b>€ 158,39</b>	<b>€ 2,59</b>	<b>€ 1,28</b>	<b>€ 1,17</b>	<b>€ 270,23</b>
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	euro	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,01
2 abiotic depletion, fuel (AD)	euro	€ 1,44	€ 0,02	€ 0,01	€ 0,01	€ 2,83
4 global warming (GWP)	euro	€ 60,00	€ 1,55	€ 0,85	€ 0,77	€ 131,44
5 ozone layer depletion (ODP)	euro	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,01
6 photochemical oxidation (POCP)	euro	€ 1,94	€ 0,02	€ 0,01	€ 0,01	€ 3,93
7 acidification (AP)	euro	€ 20,57	€ 0,35	€ 0,13	€ 0,12	€ 34,54
8 eutrophication (EP)	euro	€ 6,71	€ 0,16	€ 0,06	€ 0,06	€ 10,83
9 human toxicity (HT)	euro	€ 57,84	€ 0,42	€ 0,20	€ 0,18	€ 76,50
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	euro	€ 0,73	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,75
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	euro	€ 5,38	€ 0,06	€ 0,02	€ 0,02	€ 6,95
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	euro	€ 3,78	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,42

**Tabel 12 Gewogen resultaten hoge sterkte betonmortels**

<i>Effectcategorie</i>	<i>Eenheid</i>	C55/67 CEM I	C55/67 CEM III/A	C70/85 CEM I	C70/85 CEM III/A	C90/105 CEM I	C90/105 CEM III/A
		Per m <sup>3</sup>	Per m <sup>3</sup>	Per m <sup>3</sup>	Per m <sup>3</sup>	Per m <sup>3</sup>	Per m <sup>3</sup>
<b>Totaal (MKI-waarde)</b>	<b>euro</b>	<b>€ 44,14</b>	<b>€ 35,45</b>	<b>€ 51,29</b>	<b>€ 38,72</b>	<b>€ 53,21</b>	<b>€ 40,52</b>
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	euro	€ 0,01	€ 0,01	€ 0,01	€ 0,01	€ 0,01	€ 0,02
2 abiotic depletion, fuel (AD)	euro	€ 0,29	€ 0,26	€ 0,33	€ 0,28	€ 0,34	€ 0,29
4 global warming (GWP)	euro	€ 29,89	€ 21,34	€ 35,37	€ 23,69	€ 36,87	€ 24,96
5 ozone layer depletion (ODP)	euro	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
6 photochemical oxidation (POCP)	euro	€ 0,30	€ 0,26	€ 0,34	€ 0,28	€ 0,35	€ 0,29
7 acidification (AP)	euro	€ 4,98	€ 4,89	€ 5,57	€ 5,24	€ 5,73	€ 5,43
8 eutrophication (EP)	euro	€ 2,61	€ 2,22	€ 2,94	€ 2,38	€ 3,03	€ 2,46
9 human toxicity (HT)	euro	€ 5,24	€ 5,49	€ 5,78	€ 5,79	€ 5,91	€ 5,97
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	euro	€ 0,04	€ 0,04	€ 0,05	€ 0,05	€ 0,05	€ 0,05
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	euro	€ 0,74	€ 0,89	€ 0,85	€ 0,98	€ 0,88	€ 1,03
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	euro	€ 0,04	€ 0,03	€ 0,04	€ 0,03	€ 0,04	€ 0,03

#### 4.4 Zwaartepuntanalyse

In bijlage A wordt per deelproduct zwaartepuntanalyse weergegeven d.m.v. een gedetailleerd overzicht van resultaten per module en impactcategorie in tabel en grafiek vorm. In onderstaand figuur wordt echter wel een zwaartepunt analyse weergegeven van de productie materialen van de gewapende rubber oplegging. Hierin valt op dat zowel het staal als rubber een significante bijdrage leveren, in een bijna vergelijkbare verhouding als de gewichtsverhouding in de oplegging van de twee materialen (staal; 624 kg – rubber; 394 kg).



Figuur 1 Zwaartepunt A1-A3 Gewapende rubber oplegging (1000x1000x400 mm)

#### 4.5 Gevoeligheidsanalyse

Er is geen gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Het betreft categorie 3 data waarbij in de inventarisatie de nodige onzekerheden zijn. Bij het opstellen van deze LCA geen specifieke afwegingen of aannames gevonden waarvan de gevoeligheid getest dient te worden. Bij twijfel is uitgegaan van een 'worst-case scenario'

In de rekentools waarin deze data beschikbaar zal zijn, kan gevarieerd worden met materialen en processen om de gevoeligheid hiervan te beoordelen. Dit zal echter op het niveau van productkaarten zijn, onderliggende processen kunnen niet aangepast worden in de rekentools.

## 5 Referenties

- [1] NEN-EN-ISO 14040 Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework (ISO 14040:2006,IDT), juli 2006
- [2] NEN-EN-ISO 14044 Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines (ISO 14044:2006,IDT), juli 2006
- [3] NEN-EN 15804+A1:2013 Duurzaamheid van bouwwerken – Milieuverklaringen van producten – Basisregels voor de productgroep bouwproducten, november 2013
- [4] Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW werken versie 3.0, januari 2019
- [5] Processendatabase Nationale Milieudatabase (NMD) versie 3.1
- [6] Ecoinvent Database versie 3.5
- [7] CROW, 2015. Standaard RAW Bepalingen 2015.
- [8] Datablad Fibrofor, brandwerende PP-vezel, via <https://www.convez.eu/wp-custom/uploads/Datasheet-Fibrofor-Multi-NL-1.pdf>
- [9] Promatect-T platen technische gegevens, via <http://www.fireproofing.nl/download/PROMATECT-T.pdf>
- [10] EPD Promatect-L platen, via <https://epd-online.com/Epd/PdfDownload/7821>
- [11] Gewapend rubber brugopleggingen, Arcas trading, 9/9/2013, via <https://arcastrading.wordpress.com/2013/09/09/gewapend-rubber-brugopleggingen/>
- [12] Productie van gewapend rubber brugopleggingen, Arcas trading, 13/12/2017, via <https://arcastrading.wordpress.com/2017/12/13/productie-van-gewapend-rubber-brugopleggingen/>
- [13] Brugopleggingen, Arcas trading, 18/03/2013, via <https://arcastrading.wordpress.com/2013/03/18/brugopleggingen/>
- [14] Oplegblokken, Schrupf, via <https://www.schrumpf.nl/producten/oplegblokken/>
- [15] Levensduur opleggingen, handboek opleggingen, PV&O, via <https://www.pveno.nl/handboek-opleggingen/handboek/4-vervormingen-en-bewegingen/4-3-levensduur/>
- [16] [Ongetoetst LCA rapport voor betonmortel, SGS Search Consultancy, 6 augustus 2020](#)



## 6 Bijlagen

### 6.1 Bijlage Gekarakteriseerde resultaten per product

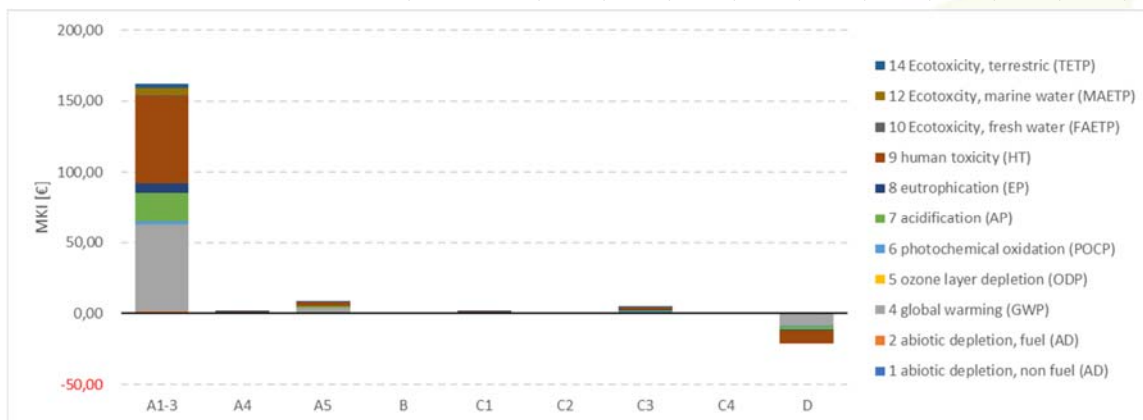
#### Betonwapeningnetten

De impact van productie van de stalen wapeningnetten vormt de grootste milieupact in diens levenscyclus. Het staal bevat wel veel secundair materiaal, waardoor productie impact kleiner is dan primaire stalen. Hierdoor zijn echter de baten in module D ook kleiner.

##### Betonwapeningnetten

Calculation:	Analyse
Results:	Effectbeoordeling
Product:	1 ton _Totaal Betonwapeningnetten (van project 26.20.00411 LCA RWS Perceel 1 (met RHDHV))
Methode:	SBK Bepalingsmethode, jul 2020 (NMD 3.2) V3.04 / MKI-SBK single-score
Indicator:	Karakterisatie
Skip categories:	Met resultaat = 0
Sluit infrastructuurprocessen uit:	Nee
Sluit lange termijnemissies uit:	Ja
Sorted on item:	Effectcategorie
Sort order:	Oplopend

Effectcategorie	Eenheid	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	2,47E-03	1,79E-03	2,43E-05	9,12E-05	0,00E+00	7,76E-06	8,11E-06	4,45E-04	2,97E-07	1,06E-04	€ 158,39
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	9,00E+00	9,03E+00	9,59E-02	5,44E-01	0,00E+00	1,13E-01	3,20E-02	1,55E-01	3,86E-03	-9,68E-01	€ 0,00
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	1,20E+03	1,23E+03	1,27E+01	7,62E+01	0,00E+00	1,66E+01	4,22E+00	2,32E+01	2,64E-01	-1,59E+02	€ 1,44
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	9,25E-05	8,06E-05	2,52E-06	9,88E-06	0,00E+00	2,89E-06	8,40E-07	2,95E-06	9,52E-08	-7,28E-06	€ 60,00
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	9,68E-01	1,26E+00	8,00E-03	4,18E-02	0,00E+00	5,46E-03	2,67E-03	1,93E-02	2,88E-04	-3,72E-01	€ 0,00
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	5,14E+00	5,14E+00	4,62E-02	2,71E-01	0,00E+00	4,86E-02	1,54E-02	2,10E-01	1,99E-03	-5,96E-01	€ 1,94
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	7,46E-01	6,92E-01	9,41E-03	4,49E-02	0,00E+00	9,30E-03	3,14E-03	4,71E-02	3,77E-04	-6,03E-02	€ 20,57
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	6,43E+02	6,83E+02	4,46E+00	2,89E+01	0,00E+00	4,10E+00	1,49E+00	2,26E+01	1,15E-01	-1,02E+02	€ 6,71
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	2,43E+01	2,13E+01	2,88E-01	9,11E-01	0,00E+00	8,12E-02	9,59E-02	3,33E-01	2,78E-03	1,32E+00	€ 57,84
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	5,38E+04	4,73E+04	7,53E+02	2,25E+03	0,00E+00	2,72E+02	2,51E+02	1,64E+03	9,75E+00	1,42E+03	€ 0,73
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	6,30E+01	5,21E+01	2,65E-02	1,87E+00	0,00E+00	1,46E-02	8,82E-03	7,49E-02	2,87E-04	8,89E+00	€ 5,38
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	1,03E+03	9,21E+02	3,43E+00	3,45E+01	0,00E+00	1,84E+00	1,14E+00	4,94E+01	6,64E-02	1,54E+01	€ 3,78
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	1,75E+04	1,67E+04	2,19E+02	1,14E+03	0,00E+00	2,53E+02	7,30E+01	3,54E+02	8,62E+00	-1,29E+03	€ 0,00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	1,77E+01	1,75E+01	4,45E-02	5,75E-01	0,00E+00	2,39E-02	1,48E-02	1,67E-01	8,47E-03	-5,84E-01	€ 0,00
106 Waste, hazardous (kg)	kg	4,62E-02	5,77E-02	1,55E-03	5,69E-03	0,00E+00	1,74E-03	5,17E-04	6,82E-04	5,43E-06	-2,17E-02	€ 0,00
105 Waste, non hazardous (kg)	kg	3,51E+02	2,65E+02	1,81E+01	1,13E+01	0,00E+00	4,24E-01	6,03E+00	9,22E+00	5,00E+01	-9,52E+00	€ 0,00
107 Waste, radioactive (kg)	kg	4,37E-02	4,07E-02	0,00E+00	1,27E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,03E-03	5,37E-05	-3,41E-04	€ 0,00
MKI	Euro	€ 158,39	€ 162,03	€ 1,42	€ 8,44	€ 0,00	€ 1,54	€ 0,47	€ 4,70	€ 0,04	-€ 20,24	€ 158,39



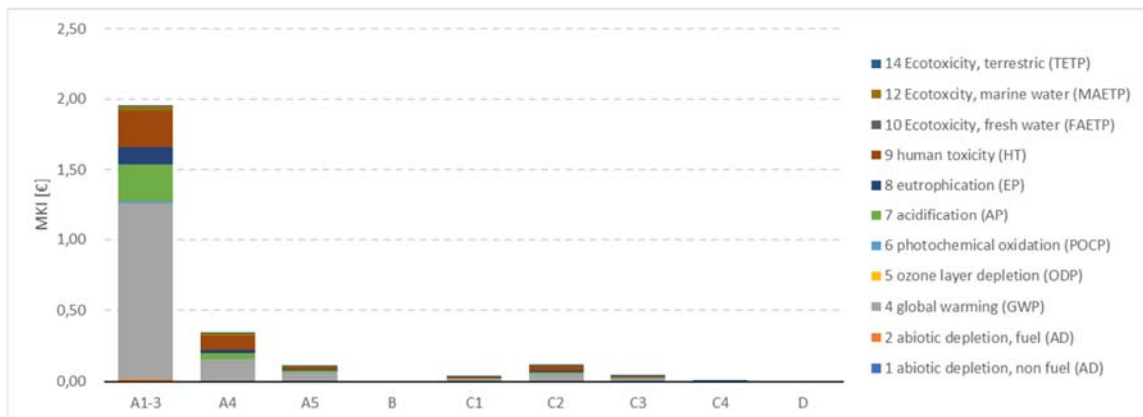
## Brandwerende tunnelbekleding met PP-vezels

Impact van productie (A1-A3) geeft veruit de grootste impact van de brandwerende tunnelbekleding. De brandwerendheid door PP-vezels heeft slechts een kleine impact op het geheel vanwege het geringe gewicht dat nodig is. Wel zorgen PP-vezels ervoor dat het beton niet meer geschikt is als betongranulaat, waardoor geen baten zijn gerekend in module D.

### Brandwerende tunnelbekleding met PP-vezels

Calculation:	Analyse
Results:	Effectbeoordeling
Product:	1 m2_Totaal Brandwerende tunnelbekleding van PP-vezels (van project 26.20.00411 LCA RWS Perceel 1 (met RHDHV))
Methode:	SBK Bepalingsmethode, jul 2020 (NMD 3.2) V3.04 / MKI-SBK single-score
Indicator:	Karakterisatie
Skip categories:	Met resultaat = 0
Sluit infrastructuurprocessen uit:	Nee
Sluit lange termijnemissies uit:	Ja
Sorted on item:	Effectcategorie
Sort order:	Oplopend

Effectcategorie	Eenheid	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	7,62E-04	7,31E-04	5,83E-06	2,24E-05	0,00E+00	1,72E-07	1,96E-06	2,45E-07	1,43E-08	0,00E+00	€ 2,59
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	1,32E-01	8,98E-02	2,30E-02	6,21E-03	0,00E+00	2,50E-03	7,74E-03	2,75E-03	1,85E-04	0,00E+00	€ 0,00
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	3,10E+01	2,49E+01	3,04E+00	1,25E+00	0,00E+00	3,66E-01	1,02E+00	3,84E-01	1,27E-02	0,00E+00	€ 0,02
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	2,17E-06	1,12E-06	6,04E-07	1,23E-07	0,00E+00	6,38E-08	2,03E-07	4,46E-08	4,57E-09	0,00E+00	€ 1,55
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	1,05E-02	7,16E-03	1,92E-03	4,19E-04	0,00E+00	1,21E-04	6,45E-04	2,20E-04	1,38E-05	0,00E+00	€ 0,00
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	8,74E-02	6,59E-02	1,11E-02	3,56E-03	0,00E+00	1,07E-03	3,73E-03	1,91E-03	9,55E-05	0,00E+00	€ 0,02
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	1,78E-02	1,34E-02	2,26E-03	7,13E-04	0,00E+00	2,06E-04	7,60E-04	4,32E-04	1,81E-05	0,00E+00	€ 0,35
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	4,66E+00	2,83E+00	1,07E+00	2,21E-01	0,00E+00	9,07E-02	3,60E-01	8,80E-02	5,51E-03	0,00E+00	€ 0,16
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,70E-01	6,81E-02	6,90E-02	6,66E-03	0,00E+00	1,80E-03	2,32E-02	1,51E-03	1,33E-04	0,00E+00	€ 0,42
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	5,71E+02	2,96E+02	1,81E+02	2,23E+01	0,00E+00	6,01E+00	6,08E+01	5,56E+00	4,67E-01	0,00E+00	€ 0,01
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	4,52E-02	3,37E-02	6,34E-03	1,62E-03	0,00E+00	3,23E-04	2,13E-03	1,11E-03	1,37E-05	0,00E+00	€ 0,06
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	9,20E+00	7,44E+00	8,21E-01	3,06E-01	0,00E+00	4,08E-02	2,77E-01	3,09E-01	3,18E-03	0,00E+00	€ 0,00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	2,78E+02	1,82E+02	5,25E+01	1,33E+01	0,00E+00	5,59E+00	1,77E+01	5,77E+00	4,13E-01	0,00E+00	€ 0,00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	3,65E-01	3,36E-01	1,07E-02	1,11E-02	0,00E+00	5,28E-04	3,59E-03	2,54E-03	4,06E-04	0,00E+00	€ 0,00
106 Waste, hazardous (kg)	kg	1,25E-03	6,31E-04	3,72E-04	7,27E-05	0,00E+00	3,86E-05	1,25E-04	8,82E-06	2,60E-07	0,00E+00	€ 0,00
105 Waste, non hazardous (kg)	kg	1,15E+01	2,19E+00	4,34E+00	3,43E-01	0,00E+00	9,37E-03	1,46E+00	7,22E-01	2,40E+00	0,00E+00	€ 0,00
107 Waste, radioactive (kg)	kg	5,16E-04	4,73E-04	0,00E+00	1,50E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,60E-05	2,57E-06	0,00E+00	€ 0,00
MKI	Euro	€ 2,59	€ 1,95	€ 0,34	€ 0,11	€ 0,00	€ 0,03	€ 0,11	€ 0,04	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,59



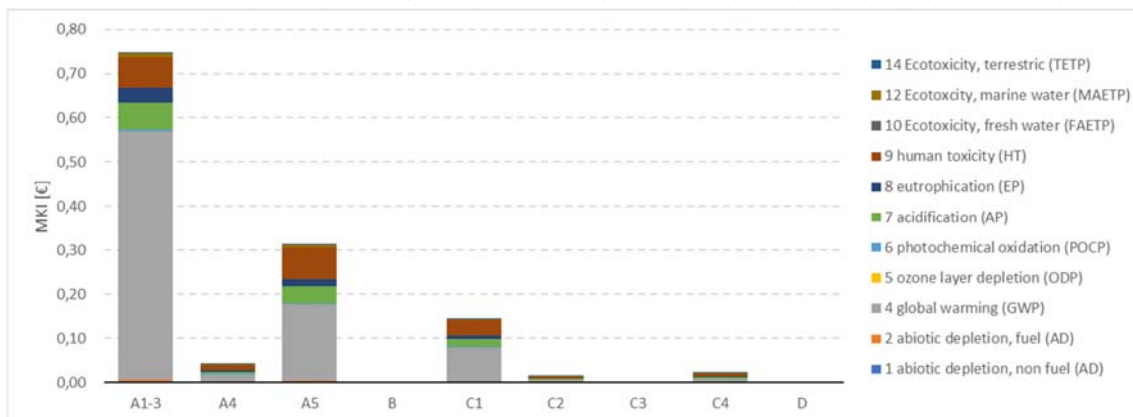
## Calciumsilicaat platen

Productie van calciumsilicaatplaten geeft de grootste impact in de levenscyclus. Maar ook constructie van de platen heeft een relatief hoge bijdrage. De platen worden niet gerecycled en er vallen daarom geen baten toe te wijzen in module D.

### Calciumsilicaat L-platen

Calculation:	Analyse
Results:	Effectbeoordeling
Product:	1 m <sub>2</sub> _Totaal Promatect-L platen (van project 26.20.00411 LCA RWS Perceel 1 (met RHDHV))
Methode:	SBK Bepalingsmethode, jul 2020 (NMD 3.2) V3.04 / MKI-SBK single-score
Indicator:	Karakterisatie
Skip categories:	Met resultaat = 0
Sluit infrastructuurprocessen uit:	Nee
Sluit lange termijnemissies uit:	Ja
Sorted on item:	Effectcategorie
Sort order:	Oplopend

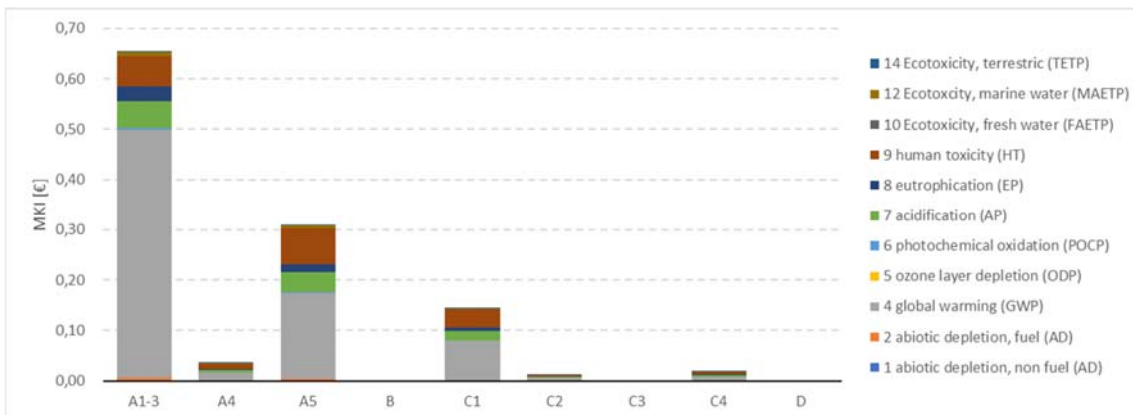
Effectcategorie	Eenheid	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	6,18E-04	5,97E-04	7,05E-07	1,94E-05	0,00E+00	7,27E-07	2,35E-07	0,00E+00	1,72E-07	0,00E+00	€ 1,28
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	8,08E-02	4,16E-02	2,78E-03	2,26E-02	0,00E+00	1,06E-02	9,27E-04	0,00E+00	2,24E-03	0,00E+00	€ 0,00
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	1,69E+01	1,12E+01	3,68E-01	3,46E+00	0,00E+00	1,55E+00	1,23E-01	0,00E+00	1,53E-01	0,00E+00	€ 0,01
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	1,38E-06	3,99E-07	7,31E-08	5,57E-07	0,00E+00	2,70E-07	2,44E-08	0,00E+00	5,52E-08	0,00E+00	€ 0,85
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	3,95E-03	1,87E-03	2,32E-04	1,09E-03	0,00E+00	5,11E-04	7,73E-05	0,00E+00	1,67E-04	0,00E+00	€ 0,00
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	3,27E-02	1,55E-02	1,34E-03	9,66E-03	0,00E+00	4,55E-03	4,47E-04	0,00E+00	1,15E-03	0,00E+00	€ 0,01
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	7,03E-03	3,71E-03	2,73E-04	1,87E-03	0,00E+00	8,71E-04	9,10E-05	0,00E+00	2,18E-04	0,00E+00	€ 0,13
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	2,18E+00	7,53E-01	1,29E-01	7,98E-01	0,00E+00	3,84E-01	4,31E-02	0,00E+00	6,66E-02	0,00E+00	€ 0,06
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	5,15E-02	1,51E-02	8,35E-03	1,61E-02	0,00E+00	7,61E-03	2,78E-03	0,00E+00	1,61E-03	0,00E+00	€ 0,20
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	2,08E+02	9,30E+01	2,18E+01	5,48E+01	0,00E+00	2,55E+01	7,28E+00	0,00E+00	5,65E+00	0,00E+00	€ 0,00
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	1,99E-02	1,41E-02	7,67E-04	3,19E-03	0,00E+00	1,37E-03	2,56E-04	0,00E+00	1,66E-04	0,00E+00	€ 0,02
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	3,96E+00	3,17E+00	9,94E-02	4,45E-01	0,00E+00	1,73E-01	3,31E-02	0,00E+00	3,85E-02	0,00E+00	€ 0,00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	1,65E+02	7,81E+01	6,35E+00	5,01E+01	0,00E+00	2,37E+01	2,12E+00	0,00E+00	5,00E+00	0,00E+00	€ 0,00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	6,14E-02	4,65E-02	1,29E-03	6,07E-03	0,00E+00	2,24E-03	4,30E-04	0,00E+00	4,91E-03	0,00E+00	€ 0,00
106 Waste, hazardous (kg)	kg	8,27E-04	2,64E-04	4,50E-05	3,37E-04	0,00E+00	1,63E-04	1,50E-05	0,00E+00	3,15E-06	0,00E+00	€ 0,00
105 Waste, non hazardous (kg)	kg	3,10E+01	2,59E-01	5,25E-01	9,78E-01	0,00E+00	3,97E-02	1,75E-01	0,00E+00	2,90E+01	0,00E+00	€ 0,00
107 Waste, radioactive (kg)	kg	1,13E-04	7,89E-05	0,00E+00	3,30E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,11E-05	0,00E+00	€ 0,00
MKI	Euro	€ 1,28	€ 0,75	€ 0,04	€ 0,31	€ 0,00	€ 0,14	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,02	€ 0,00	€ 1,28



**Calciumsilicaat T-platen**

Calculation: Analyse  
 Results: Effectbeoordeling  
 Product: 1 m2\_Totaal Promatect-T platen (van project 26.20.00411 LCA RWS Perceel 1 (met RHDHV))  
 Methode: SBK Bepalingsmethode, jul 2020 (NMD 3.2) V3.04 / MKI-SBK single-score  
 Indicator: Karakterisatie  
 Skip categories: Met resultaat = 0  
 Sluit infrastructuurprocessen uit: Nee  
 Sluit lange termijnemissies uit: Ja  
 Sorted on item: Effectcategorie  
 Sort order: Oplopend

Effectcategorie	Enheid	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	5,42E-04	5,23E-04	6,18E-07	1,72E-05	0,00E+00	7,27E-07	2,06E-07	0,00E+00	1,51E-07	0,00E+00	€ 1,17
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	7,47E-02	3,64E-02	2,44E-03	2,25E-02	0,00E+00	1,06E-02	8,12E-04	0,00E+00	1,96E-03	0,00E+00	€ 0,00
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	1,54E+01	9,85E+00	3,22E-01	3,42E+00	0,00E+00	1,55E+00	1,07E-01	0,00E+00	1,34E-01	0,00E+00	€ 0,01
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	1,31E-06	3,49E-07	6,40E-08	5,55E-07	0,00E+00	2,70E-07	2,13E-08	0,00E+00	4,84E-08	0,00E+00	€ 0,77
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	3,65E-03	1,64E-03	2,03E-04	1,08E-03	0,00E+00	5,11E-04	6,77E-05	0,00E+00	1,46E-04	0,00E+00	€ 0,00
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	3,03E-02	1,36E-02	1,17E-03	9,59E-03	0,00E+00	4,55E-03	3,91E-04	0,00E+00	1,01E-03	0,00E+00	€ 0,01
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	6,48E-03	3,25E-03	2,39E-04	1,85E-03	0,00E+00	8,71E-04	7,97E-05	0,00E+00	1,91E-04	0,00E+00	€ 0,12
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	2,05E+00	6,60E-01	1,13E-01	7,95E-01	0,00E+00	3,84E-01	3,78E-02	0,00E+00	5,83E-02	0,00E+00	€ 0,06
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	4,79E-02	1,32E-02	7,31E-03	1,59E-02	0,00E+00	7,61E-03	2,44E-03	0,00E+00	1,41E-03	0,00E+00	€ 0,18
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	1,92E+02	8,14E+01	1,91E+01	5,43E+01	0,00E+00	2,55E+01	6,38E+00	0,00E+00	4,95E+00	0,00E+00	€ 0,00
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	1,79E-02	1,24E-02	6,72E-04	3,14E-03	0,00E+00	1,37E-03	2,24E-04	0,00E+00	1,46E-04	0,00E+00	€ 0,02
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	3,53E+00	2,77E+00	8,70E-02	4,33E-01	0,00E+00	1,73E-01	2,90E-02	0,00E+00	3,37E-02	0,00E+00	€ 0,00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	1,54E+02	6,84E+01	5,57E+00	4,97E+01	0,00E+00	2,37E+01	1,86E+00	0,00E+00	4,38E+00	0,00E+00	€ 0,00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	5,46E-02	4,07E-02	1,13E-03	5,87E-03	0,00E+00	2,24E-03	3,77E-04	0,00E+00	4,30E-03	0,00E+00	€ 0,00
106 Waste, hazardous (kg)	kg	7,85E-04	2,31E-04	3,94E-05	3,35E-04	0,00E+00	1,63E-04	1,31E-05	0,00E+00	2,76E-06	0,00E+00	€ 0,00
105 Waste, non hazardous (kg)	kg	2,71E+01	2,27E-01	4,60E-01	8,66E-01	0,00E+00	3,97E-02	1,53E-01	0,00E+00	2,54E+01	0,00E+00	€ 0,00
107 Waste, radioactive (kg)	kg	9,93E-05	6,91E-05	0,00E+00	2,89E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,73E-05	0,00E+00	€ 0,00
MKI	Euro	€ 1,17	€ 0,65	€ 0,04	€ 0,31	€ 0,00	€ 0,14	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,17



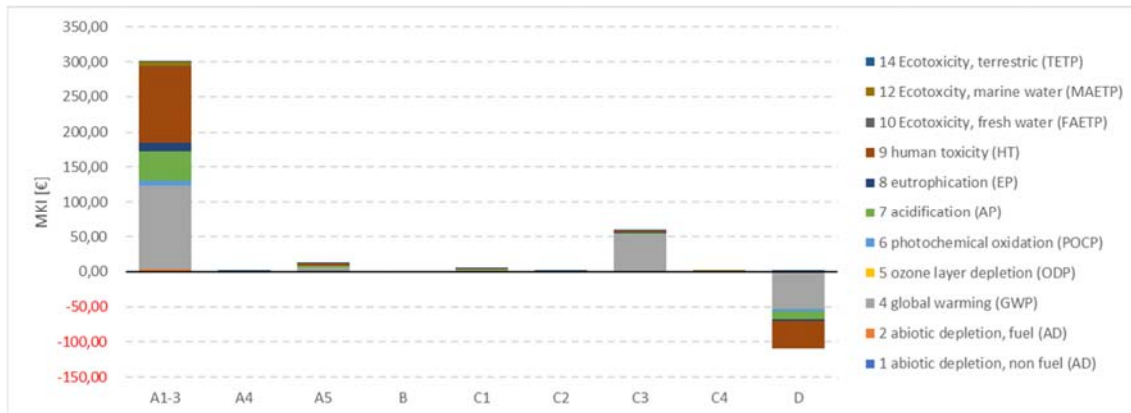
## Oplegging

Voornamelijk de productie van opleggingen draagt bij aan de milieupact. In de zwaartepuntanalyse (4.4) is te zien dat zowel staal als rubber een significante bijdrage leveren in A1-A3. Verder valt de impact in C3 op, wat grotendeels is toe te wijzen aan verbranden van rubber. De baten in module D is wederom een combinatie van baten door recycling en verbranding van staal en rubber.

### Oplegging (1000x1000x400)

Calculation:	Analyse
Results:	Effectbeoordeling
Product:	1 p_Totaal Oplegging (voor betonnen kunstwerken) (van project 26.20.00411 LCA RWS Perceel 1 (met RHDHV))
Methode:	SBK Bepalingsmethode, jul 2020 (NMD 3.2) V3.04 / MKI-SBK single-score
Indicator:	Karakterisatie
Skip categories:	Met resultaat = 0
Sluit infrastructuurprocessen uit:	Nee
Sluit lange termijnemissies uit:	Ja
Sorted on item:	Effectcategorie
Sort order:	Oplopend

Effectcategorie	Eenheid	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	3,54E-02	3,47E-02	2,48E-05	1,05E-03	0,00E+00	2,18E-05	1,40E-05	3,28E-04	5,87E-07	-7,35E-04	€ 270,23
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	1,77E+01	2,39E+01	9,76E-02	8,15E-01	0,00E+00	3,18E-01	5,54E-02	2,16E-01	5,65E-03	-7,75E+00	€ 0,01
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	2,63E+03	2,40E+03	1,29E+01	1,20E+02	0,00E+00	4,66E+01	7,32E+00	1,08E+03	5,03E+00	-1,04E+03	€ 2,83
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	2,39E-04	2,87E-04	2,56E-06	1,46E-05	0,00E+00	8,11E-06	1,45E-06	4,54E-06	1,25E-07	-7,97E-05	€ 131,44
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	1,97E+00	3,43E+00	8,14E-03	7,17E-02	0,00E+00	1,53E-02	4,62E-03	2,09E-02	1,19E-03	-1,58E+00	€ 0,01
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	8,64E+00	1,06E+01	4,70E-02	3,80E-01	0,00E+00	1,37E-01	2,67E-02	2,69E-01	3,14E-03	-2,78E+00	€ 3,93
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	1,20E+00	1,33E+00	9,58E-03	5,97E-02	0,00E+00	2,61E-02	5,44E-03	7,00E-02	1,18E-03	-2,98E-01	€ 34,54
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	8,50E+02	1,21E+03	4,54E+00	3,56E+01	0,00E+00	1,15E+01	2,58E+00	2,56E+01	4,18E-01	-4,39E+02	€ 10,83
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	2,52E+01	1,78E+01	2,93E-01	9,48E-01	0,00E+00	2,28E-01	1,66E-01	4,97E-01	4,26E-01	4,79E+00	€ 76,50
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	6,95E+04	5,88E+04	7,67E+02	2,74E+03	0,00E+00	7,64E+02	4,35E+02	1,73E+03	4,26E+02	3,86E+03	€ 0,75
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	4,03E+01	3,58E+00	2,69E-02	1,21E+00	0,00E+00	4,10E-02	1,53E-02	1,32E-01	6,98E-04	3,53E+01	€ 6,95
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	1,81E+03	1,70E+03	3,49E+00	5,76E+01	0,00E+00	5,18E+00	1,98E+00	4,23E+01	1,85E-01	3,03E+00	€ 2,42
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	3,82E+04	4,82E+04	2,23E+02	1,78E+03	0,00E+00	7,10E+02	1,27E+02	4,76E+02	1,25E+01	-1,33E+04	€ 0,00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	2,93E+01	3,00E+01	4,53E-02	9,17E-01	0,00E+00	6,71E-02	2,57E-02	1,47E+00	1,21E-02	-3,26E+00	€ 0,00
106 Waste, hazardous (kg)	kg	4,42E-02	1,24E-01	1,58E-03	5,90E-03	0,00E+00	4,90E-03	8,96E-04	1,39E-03	9,03E-06	-9,49E-02	€ 0,00
105 Waste, non hazardous (kg)	kg	3,67E+02	2,88E+02	1,84E+01	1,18E+01	0,00E+00	1,19E+01	1,04E+01	3,29E+01	4,57E+01	-4,21E+01	€ 0,00
107 Waste, radioactive (kg)	kg	1,51E-01	1,54E-01	0,00E+00	4,40E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,11E-03	7,13E-05	-9,07E-03	€ 0,00
MKI	Euro	€ 270,23	€ 300,08	€ 1,45	€ 11,93	€ 0,00	€ 4,31	€ 0,82	€ 58,21	€ 0,37	-€ 106,95	€ 270,23



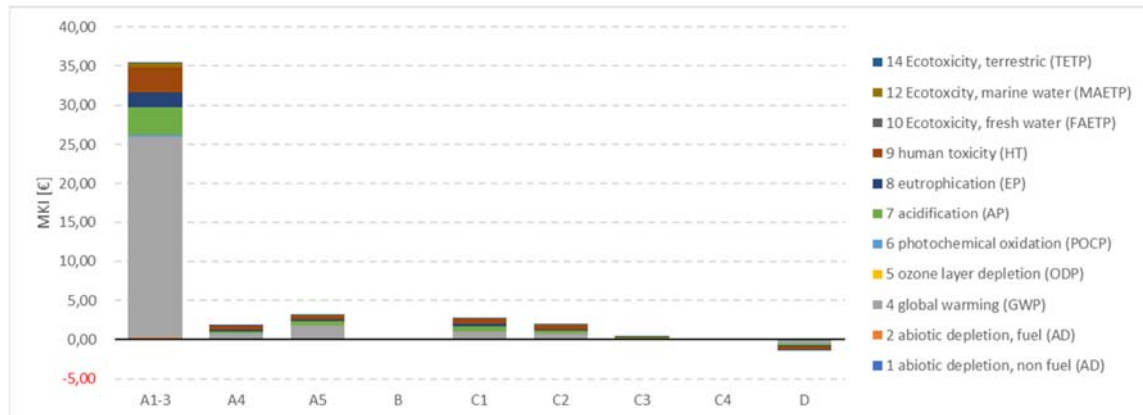
## Hoge sterkte betonmortels

Ook bij de betonmortels zijn de grondstoffen en productie bepalend voor de milieupact. De grootste bijdrage wordt daarin geleverd door productie van het cement, bij wiens productie veel CO<sub>2</sub> vrij komt. Dit valt in de grafiek af te lezen uit het feit dat impact categorie Global Warming (grijs) veruit het grootste aandeel heeft.

C55/67 CEM I

Calculation:	Analyse
Results:	Effectbeoordeling
Product:	1 m <sup>3</sup> _Totaal C55/67 CEM I (van project 26.20.00411 LCA RWS Perceel 1 (met RHDHV))
Methode:	SBK Bepalingsmethode, jul 2020 (NMD 3.2) V3.04 / MKI-SBK single-score
Indicator:	Karakterisatie
Skip categories:	Met resultaat = 0
Sluit infrastructuurprocessen uit:	Nee
Sluit lange termijnemissies uit:	Ja
Sorted on item:	Effectcategorie
Sort order:	Oplopend

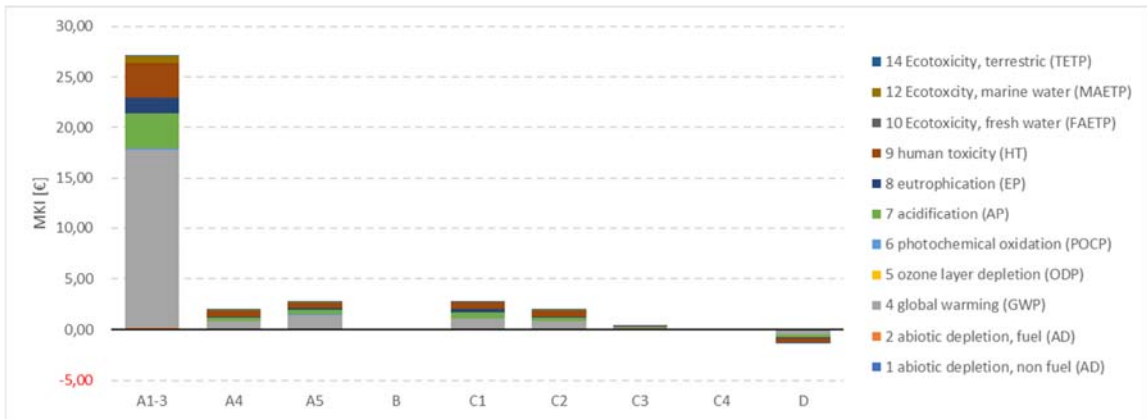
Effectcategorie	Eenheid	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	3,60E-02	3,42E-02	4,45E-05	1,72E-03	0,00E+00	6,82E-06	4,49E-05	2,44E-06	1,42E-07	-5,51E-05	€ 44,14
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	1,78E+00	1,31E+00	1,17E-01	1,38E-01	0,00E+00	1,40E-01	1,18E-01	2,75E-02	1,85E-03	-6,83E-02	€ 0,01
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	5,98E+02	5,16E+02	1,56E+01	3,61E+01	0,00E+00	2,02E+01	1,58E+01	3,83E+00	1,26E-01	-9,94E+00	€ 0,29
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	2,42E-05	1,25E-05	2,92E-06	2,51E-06	0,00E+00	3,67E-06	2,95E-06	4,45E-07	4,56E-08	-8,92E-07	€ 29,89
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	1,51E-01	1,02E-01	9,27E-03	1,48E-02	0,00E+00	2,05E-02	9,36E-03	2,19E-03	1,38E-04	-7,20E-03	€ 0,00
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	1,25E+00	8,76E-01	6,77E-02	1,16E-01	0,00E+00	1,53E-01	6,83E-02	1,91E-02	9,53E-04	-5,70E-02	€ 0,30
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	2,90E-01	2,07E-01	1,36E-02	2,66E-02	0,00E+00	3,45E-02	1,38E-02	4,31E-03	1,80E-04	-9,92E-03	€ 4,98
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	5,82E+01	3,61E+01	6,40E+00	5,47E+00	0,00E+00	7,29E+00	6,47E+00	8,78E-01	5,49E-02	-4,44E+00	€ 2,61
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,48E+00	9,40E-01	1,86E-01	1,08E-01	0,00E+00	1,02E-01	1,88E-01	1,50E-02	1,33E-03	-6,36E-02	€ 5,24
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	7,44E+03	5,50E+03	6,63E+02	4,83E+02	0,00E+00	3,42E+02	6,70E+02	5,55E+01	4,66E+00	-2,78E+02	€ 0,04
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	5,93E-01	5,14E-01	2,21E-02	3,37E-02	0,00E+00	1,21E-02	2,23E-02	1,11E-02	1,37E-04	-2,32E-02	€ 0,74
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	1,03E+02	9,59E+01	2,56E+00	5,86E+00	0,00E+00	1,71E+00	2,58E+00	3,08E+00	3,18E-02	-8,39E+00	€ 0,04
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	3,39E+03	2,35E+03	2,59E+02	2,80E+02	0,00E+00	3,14E+02	2,62E+02	5,76E+01	4,12E+00	-1,37E+02	€ 0,00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	4,66E-01	3,61E+00	4,61E-02	3,94E-02	0,00E+00	4,06E-02	4,65E-02	2,53E-02	4,05E-03	-3,35E+00	€ 0,00
106 Waste, hazardous (kg)	kg	1,26E-02	1,16E-02	1,55E-04	6,55E-04	0,00E+00	1,32E-04	1,57E-04	8,80E-05	2,60E-06	-1,83E-04	€ 0,00
105 Waste, non hazardous (kg)	kg	9,69E+01	3,22E+01	1,49E+01	4,74E+00	0,00E+00	3,15E-01	1,50E+01	7,21E+00	2,39E+01	-1,30E+00	€ 0,00
107 Waste, radioactive (kg)	kg	1,12E-02	4,83E-03	1,64E-03	1,29E-03	0,00E+00	2,05E-03	1,66E-03	2,60E-04	2,57E-05	-5,79E-04	€ 0,00
MKI	Euro	€ 44,14	€ 35,45	€ 1,86	€ 3,11	€ 0,00	€ 2,69	€ 1,88	€ 0,40	€ 0,02	-€ 1,27	€ 44,14



C55/67 CEM III/A

Calculation: Analyse  
 Results: Effectbeoordeling  
 Product: 1 m3\_Totaal C55/67 CEM III/A (van project 26.20.00411 LCA RWS Perceel 1 (met RHDHV))  
 Methode: SBK Bepalingsmethode, jul 2020 (NMD 3.2) V3.04 / MKI-SBK single-score  
 Indicator: Karakterisatie  
 Skip categories: Met resultaat = 0  
 Sluit infrastructuurprocessen uit: Nee  
 Sluit lange termijnemissies uit: Ja  
 Sorted on item: Effectcategorie  
 Sort order: Oplopend

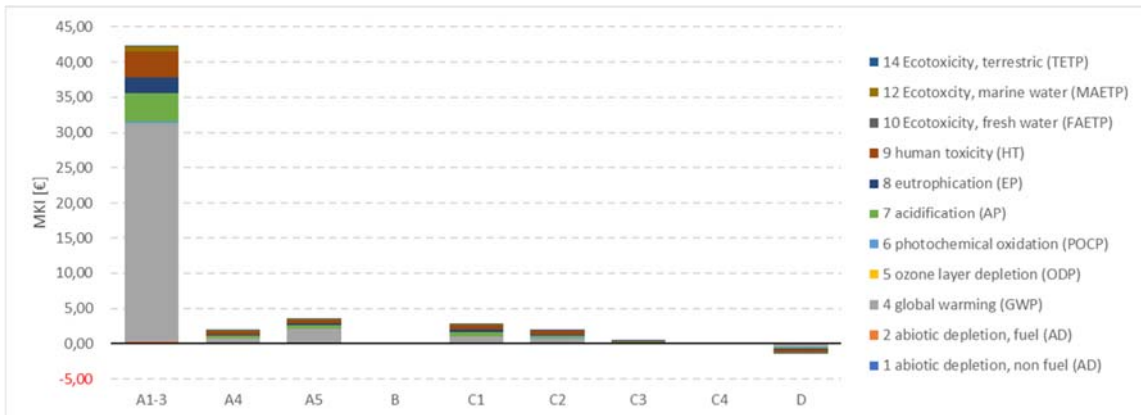
Effectcategorie	Enheid	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	7,69E-02	7,31E-02	4,49E-05	3,66E-03	0,00E+00	6,82E-06	4,54E-05	2,47E-06	1,44E-07	-5,57E-05	€ 35,45
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	1,61E+00	1,14E+00	1,18E-01	1,30E-01	0,00E+00	1,40E-01	1,19E-01	2,78E-02	1,87E-03	-6,90E-02	€ 0,01
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	4,27E+02	3,53E+02	1,58E+01	2,80E+01	0,00E+00	2,02E+01	1,59E+01	3,87E+00	1,28E-01	-1,00E+01	€ 0,26
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	2,67E-05	1,49E-05	2,95E-06	2,63E-06	0,00E+00	3,67E-06	2,98E-06	4,50E-07	4,61E-08	-9,01E-07	€ 21,34
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	1,32E-01	8,38E-02	9,37E-03	1,39E-02	0,00E+00	2,05E-02	9,46E-03	2,22E-03	1,39E-04	-7,28E-03	€ 0,00
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	1,22E+00	8,54E-01	6,84E-02	1,15E-01	0,00E+00	1,53E-01	6,91E-02	1,93E-02	9,63E-04	-5,76E-02	€ 0,26
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	2,47E-01	1,66E-01	1,38E-02	2,46E-02	0,00E+00	3,45E-02	1,39E-02	4,36E-03	1,82E-04	-1,00E-02	€ 4,89
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	6,10E+01	3,87E+01	6,47E+00	5,60E+00	0,00E+00	7,29E+00	6,54E+00	8,87E-01	5,55E-02	-4,49E+00	€ 2,22
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,47E+00	9,30E-01	1,88E-01	1,08E-01	0,00E+00	1,02E-01	1,90E-01	1,52E-02	1,35E-03	-6,43E-02	€ 5,49
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	8,91E+03	6,89E+03	6,70E+02	5,53E+02	0,00E+00	3,42E+02	6,77E+02	5,61E+01	4,71E+00	-2,81E+02	€ 0,04
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	4,91E-01	4,17E-01	2,23E-02	2,89E-02	0,00E+00	1,21E-02	2,25E-02	1,12E-02	1,39E-04	-2,34E-02	€ 0,89
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	1,02E+02	9,43E+01	2,58E+00	5,78E+00	0,00E+00	1,71E+00	2,61E+00	3,12E+00	3,21E-02	-8,48E+00	€ 0,03
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	3,12E+03	2,09E+03	2,62E+02	2,67E+02	0,00E+00	3,14E+02	2,65E+02	5,82E+01	4,17E+00	-1,39E+02	€ 0,00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	-4,23E-02	3,16E+00	4,66E-02	1,52E-02	0,00E+00	4,06E-02	4,70E-02	2,56E-02	4,10E-03	-3,38E+00	€ 0,00
106 Waste, hazardous (kg)	kg	7,93E-03	7,14E-03	1,57E-04	4,34E-04	0,00E+00	1,32E-04	1,58E-04	8,90E-05	2,63E-06	-1,85E-04	€ 0,00
105 Waste, non hazardous (kg)	kg	9,94E+01	3,39E+01	1,50E+01	4,86E+00	0,00E+00	3,15E-01	1,52E+01	7,29E+00	2,42E+01	-1,31E+00	€ 0,00
107 Waste, radioactive (kg)	kg	1,16E-02	5,16E-03	1,66E-03	1,31E-03	0,00E+00	2,05E-03	1,68E-03	2,62E-04	2,60E-05	-5,85E-04	€ 0,00
MKI	Euro	€ 35,45	€ 27,14	€ 1,88	€ 2,69	€ 0,00	€ 2,69	€ 1,90	€ 0,41	€ 0,02	-€ 1,28	€ 35,45



**C70/85 CEM I**

Calculation: Analyse  
 Results: Effectbeoordeling  
 Product: 1 m3\_Totaal C70/85 CEM I (van project 26.20.00411 LCA RWS Perceel 1 (met RHDHV))  
 Methode: SBK Bepalingsmethode, jul 2020 (NMD 3.2) V3.04 / MKI-SBK single-score  
 Indicator: Karakterisatie  
 Skip categories: Met resultaat = 0  
 Sluit infrastructuurprocessen uit: Nee  
 Sluit lange termijnemissies uit: Ja  
 Sorted on item: Effectcategorie  
 Sort order: Oplopend

Effectcategorie	Enheid	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	4,37E-02	4,16E-02	4,49E-05	2,09E-03	0,00E+00	6,82E-06	4,53E-05	2,46E-06	1,43E-07	-5,56E-05	€ 51,29
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,04E+00	1,55E+00	1,18E-01	1,50E-01	0,00E+00	1,40E-01	1,19E-01	2,77E-02	1,86E-03	-6,88E-02	€ 0,01
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	7,07E+02	6,20E+02	1,58E+01	4,13E+01	0,00E+00	2,02E+01	1,59E+01	3,86E+00	1,27E-01	-1,00E+01	€ 0,33
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	2,59E-05	1,42E-05	2,94E-06	2,59E-06	0,00E+00	3,67E-06	2,97E-06	4,49E-07	4,60E-08	-8,99E-07	€ 35,37
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	1,70E-01	1,20E-01	9,35E-03	1,56E-02	0,00E+00	2,05E-02	9,44E-03	2,21E-03	1,39E-04	-7,26E-03	€ 0,00
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	1,39E+00	1,02E+00	6,83E-02	1,23E-01	0,00E+00	1,53E-01	6,89E-02	1,92E-02	9,61E-04	-5,75E-02	€ 0,34
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	3,27E-01	2,42E-01	1,38E-02	2,84E-02	0,00E+00	3,45E-02	1,39E-02	4,35E-03	1,82E-04	-1,00E-02	€ 5,57
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	6,43E+01	4,18E+01	6,46E+00	5,76E+00	0,00E+00	7,29E+00	6,52E+00	8,85E-01	5,54E-02	-4,48E+00	€ 2,94
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,64E+00	1,09E+00	1,88E-01	1,16E-01	0,00E+00	1,02E-01	1,90E-01	1,52E-02	1,34E-03	-6,41E-02	€ 5,78
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	8,50E+03	6,50E+03	6,69E+02	5,33E+02	0,00E+00	3,42E+02	6,76E+02	5,60E+01	4,70E+00	-2,80E+02	€ 0,05
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	6,97E-01	6,14E-01	2,23E-02	3,87E-02	0,00E+00	1,21E-02	2,25E-02	1,12E-02	1,38E-04	-2,34E-02	€ 0,85
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	1,22E+02	1,13E+02	2,58E+00	6,74E+00	0,00E+00	1,71E+00	2,60E+00	3,11E+00	3,20E-02	-8,46E+00	€ 0,04
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	3,82E+03	2,76E+03	2,62E+02	3,00E+02	0,00E+00	3,14E+02	2,64E+02	5,81E+01	4,16E+00	-1,39E+02	€ 0,00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	5,42E-01	3,71E+00	4,65E-02	4,30E-02	0,00E+00	4,06E-02	4,69E-02	2,55E-02	4,09E-03	-3,37E+00	€ 0,00
106 Waste, hazardous (kg)	kg	1,49E-02	1,38E-02	1,56E-04	7,66E-04	0,00E+00	1,32E-04	1,58E-04	8,88E-05	2,62E-06	-1,85E-04	€ 0,00
105 Waste, non hazardous (kg)	kg	1,02E+02	3,67E+01	1,50E+01	4,99E+00	0,00E+00	3,15E-01	1,51E+01	7,27E+00	2,41E+01	-1,31E+00	€ 0,00
107 Waste, radioactive (kg)	kg	1,16E-02	5,18E-03	1,66E-03	1,31E-03	0,00E+00	2,05E-03	1,67E-03	2,62E-04	2,59E-05	-5,84E-04	€ 0,00
MKI	Euro	€ 51,29	€ 42,23	€ 1,88	€ 3,45	€ 0,00	€ 2,69	€ 1,90	€ 0,40	€ 0,02	-€ 1,28	€ 51,29

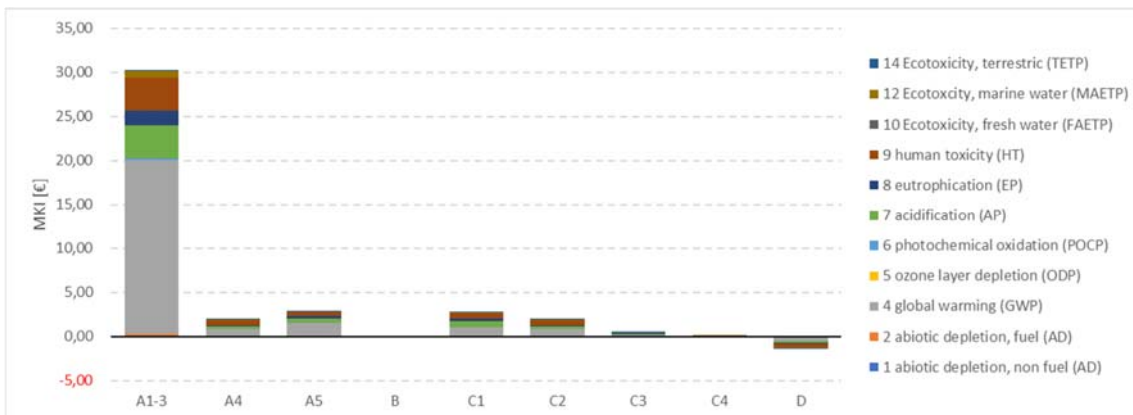




**C70/85 CEM III/A**

Calculation: Analyse  
 Results: Effectbeoordeling  
 Product: 1 m3\_Totaal C70/85 CEM III/A (van project 26.20.00411 LCA RWS Perceel 1 (met RHDHV))  
 Methode: SBK Bepalingsmethode, jul 2020 (NMD 3.2) V3.04 / MKI-SBK single-score  
 Indicator: Karakterisatie  
 Skip categories: Met resultaat = 0  
 Sluit infrastructuurprocessen uit: Nee  
 Sluit lange termijnemissies uit: Ja  
 Sorted on item: Effectcategorie  
 Sort order: Oplopend

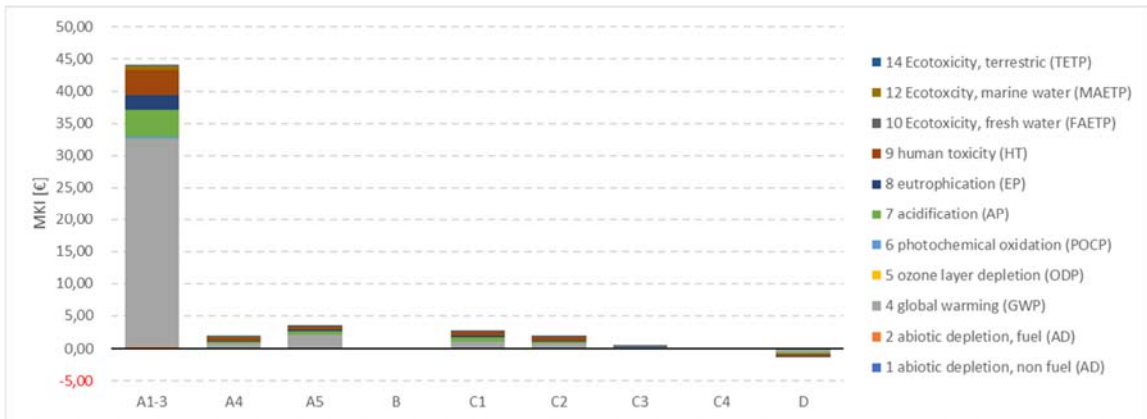
Effectcategorie	Enheid	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	8,80E-02	8,38E-02	4,52E-05	4,19E-03	0,00E+00	6,82E-06	4,57E-05	2,48E-06	1,45E-07	-5,60E-05	€ 38,72
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	1,73E+00	1,25E+00	1,19E-01	1,35E-01	0,00E+00	1,40E-01	1,20E-01	2,79E-02	1,88E-03	-6,94E-02	€ 0,01
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	4,74E+02	3,97E+02	1,59E+01	3,02E+01	0,00E+00	2,02E+01	1,60E+01	3,89E+00	1,28E-01	-1,01E+01	€ 0,28
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	2,80E-05	1,61E-05	2,97E-06	2,69E-06	0,00E+00	3,67E-06	2,99E-06	4,52E-07	4,63E-08	-9,06E-07	€ 23,69
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	1,40E-01	9,13E-02	9,42E-03	1,42E-02	0,00E+00	2,05E-02	9,51E-03	2,23E-03	1,40E-04	-7,32E-03	€ 0,00
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	1,31E+00	9,36E-01	6,88E-02	1,19E-01	0,00E+00	1,53E-01	6,95E-02	1,94E-02	9,68E-04	-5,79E-02	€ 0,28
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	2,64E-01	1,82E-01	1,39E-02	2,54E-02	0,00E+00	3,45E-02	1,40E-02	4,38E-03	1,83E-04	-1,01E-02	€ 5,24
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	6,43E+01	4,18E+01	6,51E+00	5,76E+00	0,00E+00	7,29E+00	6,57E+00	8,92E-01	5,59E-02	-4,52E+00	€ 2,38
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,56E+00	1,01E+00	1,89E-01	1,12E-01	0,00E+00	1,02E-01	1,91E-01	1,53E-02	1,35E-03	-6,46E-02	€ 5,79
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	9,78E+03	7,71E+03	6,74E+02	5,94E+02	0,00E+00	3,42E+02	6,81E+02	5,64E+01	4,74E+00	-2,82E+02	€ 0,05
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	5,44E-01	4,67E-01	2,24E-02	3,14E-02	0,00E+00	1,21E-02	2,27E-02	1,13E-02	1,39E-04	-2,36E-02	€ 0,98
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	1,13E+02	1,05E+02	2,60E+00	6,30E+00	0,00E+00	1,71E+00	2,62E+00	3,14E+00	3,23E-02	-8,53E+00	€ 0,03
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	3,33E+03	2,28E+03	2,64E+02	2,77E+02	0,00E+00	3,14E+02	2,66E+02	5,85E+01	4,19E+00	-1,40E+02	€ 0,00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	-1,00E-01	3,12E+00	4,68E-02	1,24E-02	0,00E+00	4,06E-02	4,73E-02	2,57E-02	4,12E-03	-3,40E+00	€ 0,00
106 Waste, hazardous (kg)	kg	8,78E-03	7,95E-03	1,58E-04	4,74E-04	0,00E+00	1,32E-04	1,59E-04	8,95E-05	2,64E-06	-1,86E-04	€ 0,00
105 Waste, non hazardous (kg)	kg	1,03E+02	3,70E+01	1,51E+01	5,03E+00	0,00E+00	3,15E-01	1,53E+01	7,33E+00	2,43E+01	-1,32E+00	€ 0,00
107 Waste, radioactive (kg)	kg	1,18E-02	5,38E-03	1,67E-03	1,32E-03	0,00E+00	2,05E-03	1,69E-03	2,64E-04	2,61E-05	-5,89E-04	€ 0,00
MKI	Euro	€ 38,72	€ 30,24	€ 1,89	€ 2,85	€ 0,00	€ 2,69	€ 1,91	€ 0,41	€ 0,02	-€ 1,29	€ 38,72



**C90/105 CEM I**

Calculation: Analyse  
 Results: Effectbeoordeling  
 Product: 1 m3\_Totaal C90/105 CEM I (van project 26.20.00411 LCA RWS Perceel 1 (met RHDHV))  
 Methode: SBK Bepalingsmethode, jul 2020 (NMD 3.2) V3.04 / MKI-SBK single-score  
 Indicator: Karakterisatie  
 Skip categories: Met resultaat = 0  
 Sluit infrastructuurprocessen uit: Nee  
 Sluit lange termijnemissies uit: Ja  
 Sorted on item: Effectcategorie  
 Sort order: Oplopend

Effectcategorie	Enheid	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	4,59E-02	4,37E-02	4,49E-05	2,19E-03	0,00E+00	6,82E-06	4,53E-05	2,46E-06	1,43E-07	-5,56E-05	€ 53,21
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,10E+00	1,61E+00	1,18E-01	1,53E-01	0,00E+00	1,40E-01	1,19E-01	2,77E-02	1,86E-03	-6,88E-02	€ 0,01
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	7,37E+02	6,49E+02	1,58E+01	4,28E+01	0,00E+00	2,02E+01	1,59E+01	3,86E+00	1,27E-01	-1,00E+01	€ 0,34
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	2,64E-05	1,46E-05	2,94E-06	2,61E-06	0,00E+00	3,67E-06	2,97E-06	4,49E-07	4,60E-08	-8,99E-07	€ 36,87
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	1,74E-01	1,24E-01	9,35E-03	1,59E-02	0,00E+00	2,05E-02	9,44E-03	2,21E-03	1,39E-04	-7,26E-03	€ 0,00
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	1,43E+00	1,05E+00	6,83E-02	1,25E-01	0,00E+00	1,53E-01	6,89E-02	1,92E-02	9,61E-04	-5,75E-02	€ 0,35
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	3,37E-01	2,51E-01	1,38E-02	2,88E-02	0,00E+00	3,45E-02	1,39E-02	4,35E-03	1,82E-04	-1,00E-02	€ 5,73
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	6,57E+01	4,31E+01	6,46E+00	5,83E+00	0,00E+00	7,29E+00	6,52E+00	8,85E-01	5,54E-02	-4,48E+00	€ 3,03
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,68E+00	1,13E+00	1,88E-01	1,18E-01	0,00E+00	1,02E-01	1,90E-01	1,52E-02	1,34E-03	-6,41E-02	€ 5,91
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	8,78E+03	6,77E+03	6,69E+02	5,47E+02	0,00E+00	3,42E+02	6,76E+02	5,60E+01	4,70E+00	-2,80E+02	€ 0,05
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	7,26E-01	6,41E-01	2,23E-02	4,00E-02	0,00E+00	1,21E-02	2,25E-02	1,12E-02	1,38E-04	-2,34E-02	€ 0,88
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	1,27E+02	1,18E+02	2,58E+00	6,97E+00	0,00E+00	1,71E+00	2,60E+00	3,11E+00	3,20E-02	-8,46E+00	€ 0,04
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	3,93E+03	2,86E+03	2,62E+02	3,06E+02	0,00E+00	3,14E+02	2,64E+02	5,81E+01	4,16E+00	-1,39E+02	€ 0,00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	5,56E-01	3,72E+00	4,65E-02	4,36E-02	0,00E+00	4,06E-02	4,69E-02	2,55E-02	4,09E-03	-3,37E+00	€ 0,00
106 Waste, hazardous (kg)	kg	1,55E-02	1,44E-02	1,56E-04	7,96E-04	0,00E+00	1,32E-04	1,58E-04	8,88E-05	2,62E-06	-1,85E-04	€ 0,00
105 Waste, non hazardous (kg)	kg	1,03E+02	3,79E+01	1,50E+01	5,05E+00	0,00E+00	3,15E-01	1,51E+01	7,27E+00	2,41E+01	-1,31E+00	€ 0,00
107 Waste, radioactive (kg)	kg	1,17E-02	5,25E-03	1,66E-03	1,32E-03	0,00E+00	2,05E-03	1,67E-03	2,62E-04	2,59E-05	-5,84E-04	€ 0,00
MKI	Euro	€ 53,21	€ 44,06	€ 1,88	€ 3,54	€ 0,00	€ 2,69	€ 1,90	€ 0,40	€ 0,02	-€ 1,28	€ 53,21



**C90/105 CEM III/A**

Calculation: Analyse  
 Results: Effectbeoordeling  
 Product: 1 m3\_Totaal C90/105 CEM III/A (van project 26.20.00411 LCA RWS Perceel 1 (met RHDHV))  
 Methode: SBK Bepalingsmethode, jul 2020 (NMD 3.2) V3.04 / MKI-SBK single-score  
 Indicator: Karakterisatie  
 Skip categories: Met resultaat = 0  
 Sluit infrastructuurprocessen uit: Nee  
 Sluit lange termijnemissies uit: Ja  
 Sorted on item: Effectcategorie  
 Sort order: Oplopend

Effectcategorie	Enheid	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	9,40E-02	8,94E-02	4,55E-05	4,48E-03	0,00E+00	6,82E-06	4,60E-05	2,50E-06	1,46E-07	-5,64E-05	€ 40,52
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	1,80E+00	1,32E+00	1,20E-01	1,39E-01	0,00E+00	1,40E-01	1,21E-01	2,81E-02	1,89E-03	-6,98E-02	€ 0,02
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	4,99E+02	4,22E+02	1,60E+01	3,14E+01	0,00E+00	2,02E+01	1,61E+01	3,92E+00	1,29E-01	-1,02E+01	€ 0,29
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	2,87E-05	1,68E-05	2,98E-06	2,73E-06	0,00E+00	3,67E-06	3,01E-06	4,55E-07	4,66E-08	-9,12E-07	€ 24,96
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	1,45E-01	9,56E-02	9,48E-03	1,44E-02	0,00E+00	2,05E-02	9,58E-03	2,24E-03	1,41E-04	-7,37E-03	€ 0,00
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	1,36E+00	9,81E-01	6,92E-02	1,22E-01	0,00E+00	1,53E-01	6,99E-02	1,95E-02	9,75E-04	-5,83E-02	€ 0,29
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	2,74E-01	1,91E-01	1,40E-02	2,58E-02	0,00E+00	3,45E-02	1,41E-02	4,41E-03	1,84E-04	-1,01E-02	€ 5,43
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	6,63E+01	4,36E+01	6,55E+00	5,86E+00	0,00E+00	7,29E+00	6,62E+00	8,98E-01	5,62E-02	-4,55E+00	€ 2,46
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,61E+00	1,06E+00	1,90E-01	1,15E-01	0,00E+00	1,02E-01	1,92E-01	1,54E-02	1,36E-03	-6,51E-02	€ 5,97
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	1,03E+04	8,15E+03	6,79E+02	6,16E+02	0,00E+00	3,42E+02	6,85E+02	5,68E+01	4,77E+00	-2,84E+02	€ 0,05
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	5,72E-01	4,94E-01	2,26E-02	3,27E-02	0,00E+00	1,21E-02	2,28E-02	1,14E-02	1,40E-04	-2,37E-02	€ 1,03
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	1,19E+02	1,10E+02	2,62E+00	6,58E+00	0,00E+00	1,71E+00	2,64E+00	3,16E+00	3,25E-02	-8,59E+00	€ 0,03
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	3,45E+03	2,39E+03	2,65E+02	2,82E+02	0,00E+00	3,14E+02	2,68E+02	5,89E+01	4,22E+00	-1,41E+02	€ 0,00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	-1,29E-01	3,12E+00	4,71E-02	1,10E-02	0,00E+00	4,06E-02	4,76E-02	2,59E-02	4,15E-03	-3,42E+00	€ 0,00
106 Waste, hazardous (kg)	kg	9,24E-03	8,38E-03	1,59E-04	4,96E-04	0,00E+00	1,32E-04	1,60E-04	9,01E-05	2,66E-06	-1,87E-04	€ 0,00
105 Waste, non hazardous (kg)	kg	1,05E+02	3,87E+01	1,52E+01	5,14E+00	0,00E+00	3,15E-01	1,54E+01	7,38E+00	2,45E+01	-1,33E+00	€ 0,00
107 Waste, radioactive (kg)	kg	1,20E-02	5,51E-03	1,68E-03	1,33E-03	0,00E+00	2,05E-03	1,70E-03	2,66E-04	2,63E-05	-5,92E-04	€ 0,00
MKI	Euro	€ 40,52	€ 31,94	€ 1,90	€ 2,94	€ 0,00	€ 2,69	€ 1,92	€ 0,41	€ 0,02	-€ 1,30	€ 40,52

