

## LCA Rapportage categorie 3 data Nationale Milieudatabase

### Hoofdstuk 42 Betonconstructies

Datum rapportage:	15 januari 2024
Versie rapportage:	1.0 1.1 (toevoeging productkaarten harmonisatie DuboCalc) 1.2 (toevoeging productkaart Hydrofobeerlaag) 1.3 (aanpassing van naamgeving wapeningsstaal)
Datum publicatie in de NMD:	n.t.b.
Versie Bepalingsmethode:	1.0 met wijzigingsblad oktober 2020
Versie Ecoinvent database:	3.5
Versie 1.3:	Bepalingsmethode versie 1.1 maart 2022, ecoinvent 3.6
Opdrachtgever:	Stichting Nationale Milieudatabase
Projectleiding:	LBP SIGHT
Opdrachtnemers:	SGS Search, Royal Haskoning DHV, Witteveen+Bos
Auteurs:	Branco Schipper, SGS Search Jasper Roosendaal, Bas Mentink, RHDHV Kevin Oranje, EcoReview Ronald Hendriks, Witteveen+Bos

## Wijzigingenregister

Tabel 2 Wijzigingenregister

Versie rapport	Datum	Opsteller	Peer review	Gewijzigde productkaarten	Toelichting
0		SGS Search, Royal Haskoning DHV			
1		Kevin Oranje, EcoReview		Voorspanstaal, Bekistingen	toevoeging productkaarten harmonisatie DuboCalc
2		Ronald Hendriks, Witteveen+Bos		toevoeging productkaart Hydrofobeerlaag	
3		Stichting NMD		Betonwapeningsnet	Aanpassing van naamgeving naar "Wapeningsstaal"

*Toelichting: Wanneer er verschillende versies zijn gehanteerd voor de (deel)producten / productkaarten in het rapport (bijv. als er (deel)producten / productkaarten op een later moment zijn toegevoegd), dient dit hier duidelijk te zijn aangegeven welke (deel)producten / productkaarten zijn opgesteld met de desbetreffende versie van het rapport*

## Inhoudsopgave

<b>Inhoudsopgave</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Inleiding</b> .....	<b>4</b>
1.1 Doelstelling en doelgroep.....	4
1.2 Verantwoording.....	5
1.3 Leeswijzer.....	5
<b>2 Methode</b> .....	<b>6</b>
2.1 Aanpak.....	6
2.2 Scope.....	6
2.3 Productbeschrijving.....	7
2.4 Functionele eenheid.....	7
2.5 Systeemgrenzen.....	8
<b>3 Levenscyclusinventarisatie (LCI)</b> .....	<b>9</b>
3.1 Dataverzameling.....	9
3.2 Decompositie in materialen en processen.....	9
3.2.1 Wapeningsstaal.....	10
3.2.2 Brandwerende tunnelbekleding (betonplaat) met PP-vezel.....	12
3.2.3 Calciumsilicaat platen.....	15
3.2.4 Gewapende rubber oplegging voor betonnen kunstwerk.....	18
3.2.5 Hoge sterkte betonmortels.....	21
3.2.6 Betonnen viaduct nieuwbouw snelweg.....	25
3.2.7 Bekisting: Traditionele bekisting, Systeembekisting en Systeemtunnelbekisting (hout).....	28
3.2.8 Voorspanstaal.....	34
<b>4 Resultaten</b> .....	<b>39</b>
4.1 Berekening milieuprofiel.....	39
4.2 Gekarakteriseerde resultaten.....	39
4.3 Gewogen resultaten.....	42
4.4 Zwaartepuntanalyse.....	43
4.5 Gevoeligheidsanalyse.....	44
<b>5 Referenties</b> .....	<b>45</b>
<b>6 Bijlagen</b> .....	<b>46</b>
6.1 Bijlage Gekarakteriseerde resultaten per product.....	46

## 1 Inleiding

Deze LCA<sup>1</sup>-rapportage beschrijft de uitgangspunten en resultaten voor de categorie 3 data in Hoofdstuk 42 'betonconstructies' in de Nationale Milieudatabase<sup>2</sup>. 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'<sup>3</sup>. Met software-instrumenten zoals DuboCalc<sup>4</sup> kan met behulp van de Nationale Milieudatabase de MKI-waarde voor een product, object en een compleet project berekend worden.

Oprachtgevers 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<sup>5</sup>.

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

---

<sup>1</sup> LCA = Levenscyclusanalyse. Meer informatie, zie bijvoorbeeld <https://www.rivm.nl/life-cycle-assessment-lca/wat-is-lca>

<sup>2</sup> Meer informatie over de Nationale Milieudatabase: <https://milieudatabase.nl/>

<sup>3</sup> Meer informatie over de Bepalingsmethode: <https://milieudatabase.nl/milieuprestatie/bepalingsmethode/>

<sup>4</sup> Meer informatie over DuboCalc: <https://www.dubocalc.nl/>

<sup>5</sup> Meer informatie over het gebruik van de MKI-waarde als gunningscriterium: <https://www.dubocalc.nl/hoer-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*<sup>6</sup>.

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.

Toevoegingen in versie 1.2 zijn uitgevoerd conform de eisen en richtlijnen uit de *Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken versie 1.1 (maart 2022)*. Deze toevoeging is uitgevoerd door Witteveen+Bos.

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.

---

<sup>6</sup> Alleen 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

Toevoegingen in versie 1.2 zijn opgesteld met Simapro v.9.1.1 software. De toegepaste referentiedatabases zijn:

- Processendatabase Nationale Milieudatabase (NMD) versie 3.6
- EcoInvent database versie 3.6

### 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:

- Wapeningsstaal
- Brandwerende tunnelbekleding
- Promatect platen
- Gewapende rubber oplegging
- Hoge sterkte betonmortels
- Betonnen viaduct
- Traditionele bekisting
- Systeem bekisting
- Systeem tunnel bekisting
- Voorspanstaal (ligger)

Toevoeging versie 1.2:

- Hydrofobeerlaag

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

## 2.3 Productbeschrijving

### Wapeningsstaal

Betreft wapeningsstaal voor betonconstructies. Representatief voor netten en losse staven. Het wapeningsstaal 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.

### Bekisting (hout)

Betreft bekisting in 3 verschillende vormen: traditionele, systeem- en systeemtunnelbekisting. Bekisting is een tijdelijk aangebrachte mal of contravorm waarin beton wordt gestort. De mal houdt het beton - en doorgaans ook de wapening - tijdens het storten en uitharden op zijn plaats. Bekisting is in veel variaties zoals vormen en afmetingen (hoogte, lengte en breedte) mogelijk.

### Voorspanstaal

Betreft het aanbrengen van strengen in een betonnen (nagespannen) ligger waarbij strengen middels een kraan worden aangebracht. Het betreft enkel het voorspanstaal en niet de gehele nagespannen betonnen ligger.

### Hydrofobeerlaag

Betreft het aanbrengen van hydrofobeerlaag op silaanbasis.

## 2.4 Functionele eenheid

Per deelproduct zijn de volgende functionele eenheden van toepassing:

- Het geheel van benodigde materialen ten behoeve van 1 ton wapeningsstaal

- 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
- Het geheel van benodigde materialen ten behoeve van 1 m<sup>2</sup> bekisting
- Het geheel van benodigde materialen ten behoeve van 1 ton voorspanstaal
- Het geheel van benodigde materialen ten behoeve van 1m<sup>2</sup> hydrofobeerlaag met een levensduur van 10 jaar

## 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		Gebruiksfase					Sloop- en verwerkingsfase				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	Finaleafvalverwerking	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, compleetheid, 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 geïventariseerd. 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 Wapeningsstaal

Betreft wapeningsstaal voor betonconstructies. Representatief voor netten en losse staven. Het wapeningsstaal wordt met een kraan in de fundering geplaatst. De functionele eenheid is ton. Het wapeningsstaal kan toegepast worden in diverse beton constructies. De uitgangspunten voor de opbouw van dit milieuprofiel zijn gebaseerd op wapeningsstaal toegepast in een viaduct.

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

Uitgangspunt is 1 ton wapeningsstaal. Laswerkzaamheden worden hierbij 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 wapeningsstaal in een viaduct. Op de bouwplaats wordt het wapeningsstaal met een telekraan (50 ton) in het werk gehesen. De laatste handelingen worden 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 het wapeningsstaal voldoende betondekking heeft 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 sloopscenario 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 wapeningsstaal zich bevindt wordt gebroken zodat het granulaat en staal gescheiden kan worden. Er is uitgegaan van het forfaitaire afvalscenario van wapeningsstaal volgens de SBK Bepalingmethode 1.0 (juli, 2020): 95% recycling en 5% stort.

*Levensduur:*

100 jaar<sup>7,8</sup>.

**Tabel 2 Decompositie van 1 ton wapeningsstaal**

Wapeningsstaal						
Materiaal of proces	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	Hijzen, 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
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

<sup>7</sup> 20201106 H41 Funderingsconstructies, 2020077 H42 Betonconstructies; ook in lijn met de Richtlijn Ontwerp Kunstwerken en BRL 0503

<sup>8</sup> De levensduur van wapeningsstaal 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 het wapeningsstaal is in dat geval gelijk aan de functionele levensduur van het kunstwerk.

Wapeningsstaal						
Materiaal of proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
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 plaatsvind 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<sup>9</sup>

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

Brandwerende tunnelbekleding						
Materiaal of proces	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 / m3 0,2 kg / m2 (100 mm)
Productie C28/35	A1-A3	0005-fab&Betonmortel C30/37 (o.b.v. 75% CEM III en 25% CEM I), 2395 kg/m3	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%		
Demoneren	C1	Hijzen, Vrachtwagenkraan 120-220 kW: 4x2/6x4	H1-8000 Processen	0,1 * dichtheid / productienorm	uur	9 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	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

<sup>9</sup> 20201106 H41 Funderingsconstructies, 2020077 H42 Betonconstructies

Brandwerende tunnelbekleding						
Materiaal of proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
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 m<sup>2</sup>/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 15m <sup>2</sup> /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 bepalingmethode

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 15m <sup>2</sup> /uur
Constructieverlies	A5	A1-A4, C2-D	-	3%		
Verwijderen	C1	Verplaatsen, Graafmachine, 50kW, categorie IIIB, diesel	H1-8000 Processen	1/30	uur	Productienorm 30m <sup>3</sup> /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<sup>10</sup>

#### *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]

---

<sup>10</sup> Over de frequentie en werkwijze van tussentijdse vervangingen is geen data beschikbaar.

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

Gewapende rubber oplegging (1000x1000x400mm)						
Materiaal of proces	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 butadieen 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>

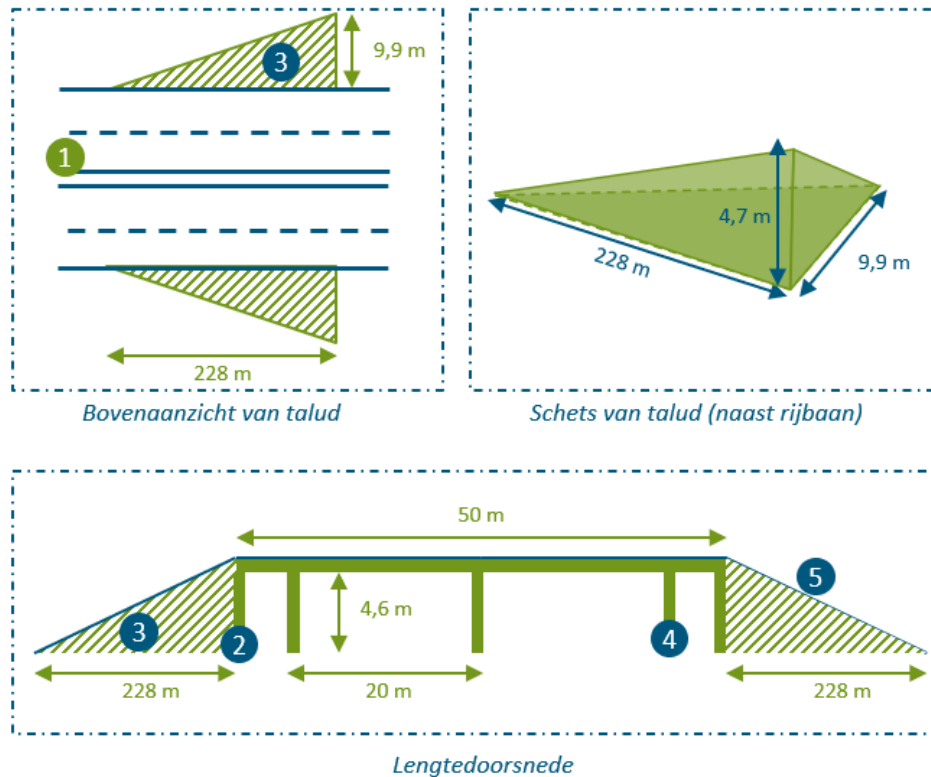
Materiaal of proces	Hoge sterkte betonmortel					
	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Grind	A1	0193-fab&Grind (o.b.v. Gravel, round {RoW})  market for gravel, round   Cut-off, U)	NMD	Zie Tabel 7	kg	
Zand	A1	0168-fab&Zand, industriezand, ophoogzand, betonzand, drainagezand (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 doorrijdhoogte van 4,6 meter. De overspanning tussen de steunpunten is (maximaal) 20 meter en er zijn geen vluchtstroken opgenomen. Onderstaande principetekeningen verbeelden de uitgangspunten.



- 1 Rijstrook (3,5m)
- 2 Landhoofd
- 3 Talud
- 4 Extra pijlers
- 5 Wegverharding

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

### 3.2.7 Bekisting: Traditionele bekisting, Systeembekisting en Systeemtunnelbekisting (hout)

Voor deze studie zijn drie soorten bekisting geïnventariseerd:

- Traditionele bekisting
- Systeembekisting
- Systeemtunnelbekisting

#### Traditionele bekisting

Deze bekisting bestaat voornamelijk uit een houten bekistingplaat, gesteund door houten staanders en gordingen. De bekisting wordt meestal op de bouwplaats samengesteld en wordt vaak maar éénmaal gebruikt. Qua materiaalgebruik zijn enkel de houten bekistingspanelen meegenomen in de decompositie en niet al het hulpwerk en installaties. Hulpwerk valt buiten de scope van de LCA.

#### Systeembekisting

Systeembekisting is bekisting die wordt opgebouwd uit afzonderlijke elementen. De elementen worden met behulp van bekistingsloten aan elkaar gekoppeld. De bekistingspanelen kunnen worden opgebouwd uit diverse elementen. Qua materiaalgebruik zijn enkel de houten bekistingspanelen meegenomen in de decompositie. Gemiddeld worden de platen 4 keer hergebruikt. Voor systeembekisting is om die reden een kwart van de hoeveelheid houten panelen meegenomen. Hulpwerk valt buiten de scope van de LCA.

#### Systeemtunnelbekisting

Tunnelbekisting is een speciaal soort bekisting voor beton, waarbij de wanden en de daarop liggende vloer, een beuk genoemd, in één arbeidsgang worden gestort. Door het 's middags gestorte beton 's nachts te verwarmen, kan het de volgende ochtend al worden ontkist, waarna de cyclus zich herhaalt. Qua materiaalgebruik zijn enkel de houten bekistingspanelen meegenomen in de decompositie en niet al het hulpwerk en installaties. Hulpwerk valt buiten de scope van de LCA.

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

##### **Traditionele houten bekisting**

18 mm per m2 dikte overgenomen uit profiel 0208-fab&Bekisting, die ook gangbaar is in de markt. Soortelijk gewicht van hout 460 kg/m3 conform het gebruikte milieu profiel “0067-fab&Hout, zachthout, vuren, grenen, lariks, douglas (o.b.v. Sawnwood, softwood, dried (u=10%), planed {RER}| production | Cut-off, U en 1 m3 = 460 kg)”.

##### **Houten systeembekisting**

18 mm per m2 dikte overgenomen uit profiel 0208-fab&Bekisting, die ook gangbaar is in de markt. Soortelijk gewicht van hout 460 kg/m3 conform het gebruikte milieu profiel “0067-fab&Hout, zachthout, vuren, grenen, lariks, douglas (o.b.v. Sawnwood, softwood, dried (u=10%), planed {RER}| production | Cut-off, U en 1 m3 = 460 kg)”. Gemiddeld worden de platen 4 keer hergebruikt. Voor systeembekisting is om die reden een kwart van de hoeveelheid houten panelen meegenomen bij de systeembekisting.

##### **Houten systeemtunnelbekisting**

Het materiaal voor het opbouwen van de systeem(tunnel)bekisting valt buiten de scope van de analyse aangezien de impact over vele storten wordt uitgesmeerd, waarbij de kist aan het einde wordt afgebroken. In de LCA-berekening is enkel het verplaatsen, opbouwen en verhitten van de kist meegenomen. Voor het opbouwen is 1-op-1 het in NMD basisproces “0206-fab&Bekisting, tunnelbekisting (alleen propaan gebruik; o.b.v. bron 2002), 50 cm per m2” gebruikt.

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

Er wordt uitgegaan van forfaitaire transportafstanden enkele reis volgens de Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken 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)*

Bij aanleg is rekening gehouden met een hydraulische kraan als hulpmaterieel en geen klein materieel. De montage vindt plaats door middel van menskracht. Productiesnelheid voor traditionele bekisting 0,3 uur/m2 bekisting o.b.v. expert judgement uit de markt. Inschatting is dat de installatie en verwijdering van systeembekisting tweemaal zo snel gaat als traditionele bekisting (expert judgement). Voor systeemtunnelbekisting is een waarde uit DuboCalc 5.1 (15 m2/uur – 0,067 uur/m2) aangehouden aangezien dit erg projectspecifiek en lastig te bepalen is.

In de constructiefase wordt, conform de Bepalingsmethode, 15% gerekend voor Hulp- en afwerkingsmaterialen. Dit houdt in dat in deze fase met 15% extra materiaal in modules A1-A4, C2-C4 en D wordt gerekend.

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

Niet van toepassing. In de gebruiksfase vinden er geen activiteiten plaats omdat de bekisting dan reeds is verwijderd.

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

Het verwijderen van houten bekisting wordt hoofdzakelijk met menskracht uitgevoerd. Planken worden losgemaakt en met behulp van een kraan in een vrachtwagen of op een tijdelijk aangewezen plek verzameld. Handeling met kraan is dezelfde als bij het aanlegscenario, waarbij de verwijdering sneller gaat dan bij de aanleg. Deze komt neer op 0,1 uur/m<sup>2</sup>. Voor systeemtunnelbekisting is een waarde uit DuboCalc 5.1 (15 m<sup>2</sup>/uur – 0,067 uur/m<sup>2</sup>) aangehouden aangezien dit erg projectspecifiek en lastig te bepalen is. Het einde afvalscenario is conform het forfaitaire verwerkingsscenario "hout, 'schoon' bekisting", te weten: 10% AVI, 10% Recycling en 80% hergebruik.

#### Levensduur

999 jaar. Materiaal hoeft tijdens levensduur van de constructie waaronder het is toegepast niet te hoeven vervangen aangezien het tijdelijk wordt geplaatst bij het storten van beton.

**Tabel 9 Decompositie Traditionele houten bekisting**

Materiaal of proces	Traditionele bekisting					
	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Houten panelen	A1-A3	0067-fab&Hout, zachthout, vuren, grenen, lariks, douglas (o.b.v. Sawntwood, softwood, dried (u=10%), planed {RER}  production   Cut-off, U en 1 m <sup>3</sup> = 460 kg)	Ecolnvent	8,28	kg	18mm, soortelijk gewicht 460 kg/m <sup>3</sup>
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	1,242	tkm	150 km forfaitair transport
Aanbrengen	A5	0105-pro&Dragline, 5-8 m lg, per uur (o.b.v. Kraan hydr.tele. band (gemiddeld))	NMD	0,3	uur	Zie tekst
Constructieverlies	A5	A1-A4, C2-D	-	15%		
Verwijderen	C1	0105-pro&Dragline, 5-8 m lg, per uur (o.b.v. Kraan hydr.tele. band (gemiddeld))	NMD	0,1	uur	Zie tekst
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	0,4968	tkm	Forfaitair transport

Traditionele bekisting						
Materiaal of proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Afvalverwerking – Hergebruik	C3	Geen proces	NMD	8,28 * 80%	kg	80% hergebruik
Afvalverwerking-Recycling	C3	0284-reC&Verspanen hout (o.b.v. Wood chipping, industrial residual wood, stationary electric chipper {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD	8,28 * 10%	kg	10% recycling
Afvalverwerking-AVI	C3	0262-avC&Verbranden hout, 'schoon' (13,99 MJ/kg) (o.b.v. Waste wood, untreated {CH}  treatment of, municipal incineration   Cut-off, U)	NMD	8,28 * 10%	kg	10% AVI
Baten en lasten buiten systeemgrenzen	D	0067-fab&Hout, zacht hout, vuren, grenen, lariks, douglas (o.b.v. Sawnwood, softwood, dried (u=10%), planed {RER}  production   Cut-off, U en 1 m3 = 460 kg)	Ecolinvent	8,28 * 80% = 6,624	kg	80% hergebruik
Baten en lasten buiten systeemgrenzen – recycling rubber	D	0276-reD&Module D, houtspaanders, per kg NETTO geleverd (o.b.v. Wood chips, dry, measured as dry mass {RER}  three layered laminated board production   Cut-off, U)	NMD	8,28 * 10% = 0,828	kg	10% recycling
Baten en lasten buiten systeemgrenzen – AVI rubber	D	0268-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. HERNIEUWBARE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV) LHV 13,99 MJ/kg	NMD	8,28 * 10% * 13,99 MJ/kg = 11,58	MJ	10% AVI 13,99 MJ/kg

**Tabel 10 Decompositie Houten systeembekisting**

Systeembekisting						
Materiaal of proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Houten panelen	A1-A3	0067-fab&Hout, zacht hout, vuren, grenen, lariks, douglas (o.b.v. Sawnwood, softwood, dried (u=10%), planed {RER}  production   Cut-off, U en 1 m3 = 460 kg)	Ecolinvent	2,07	kg	18mm, soortelijk gewicht 460 kg/m3 ¼ meegenomen, zie 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	0,311	tkm	150 km forfaitair transport
Aanbrengen	A5	0105-pro&Dragline, 5-8 m lg, per uur (o.b.v. Kraan hydr.tele. band (gemiddeld))	NMD	0,15	uur	Zie tekst
Constructieverlies	A5	A1-A4, C2-D	-	15%		
Verwijderen	C1	0105-pro&Dragline, 5-8 m lg, per uur (o.b.v. Kraan hydr.tele. band (gemiddeld))	NMD	0,1	uur	Zie tekst

Systeembekisting						
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	0,1242	tkm	Forfaitair transport
Afvalverwerking – Hergebruik	C3	Geen proces	NMD	2,07 * 80%	kg	80% hergebruik
Afvalverwerking-Recycling	C3	0284-reC&Verspanen hout (o.b.v. Wood chipping, industrial residual wood, stationary electric chipper {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD	2,07 * 10%	kg	10% recycling
Afvalverwerking-AVI	C3	0262-avC&Verbranden hout, 'schoon' (13,99 MJ/kg) (o.b.v. Waste wood, untreated {CH}  treatment of, municipal incineration   Cut-off, U)	NMD	2,07 * 10%	kg	10% AVI
Baten en lasten buiten systeemgrenzen	D	0067-fab&Hout, zachthout, vuren, grenen, lariks, douglas (o.b.v. Sawnwood, softwood, dried (u=10%), planed {RER}  production   Cut-off, U en 1 m3 = 460 kg)	Ecolnvent	2,07 * 80% = 1,66	kg	80% hergebruik
Baten en lasten buiten systeemgrenzen – recycling rubber	D	0276-reD&Module D, houtspaanders, per kg NETTO geleverd (o.b.v. Wood chips, dry, measured as dry mass {RER}  three layered laminated board production   Cut-off, U)	NMD	2,07 * 10% = 0,21	kg	10% recycling
Baten en lasten buiten systeemgrenzen – AVI rubber	D	0268-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. HERNIEUWBARE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV) LHV 13,99 MJkg	NMD	2,07 * 10% * 13,99 MJ/kg = 2,90	MJ	10% AVI 13,99 MJ/kg

Tabel 11 Decompositie Houten systeemtunnelbekisting

Systeem tunnelbekisting						
Materiaal of proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Houten panelen	A1-A3	0071-fab&Hout, resthout, houtafval, houtsnippers, secundair (= 0-waarden want 'vrij van milieulast'; 0% primair, 100% secundair)	NMD	8,28	kg	Zie tekst, 18mm, soortelijk gewicht 650 kg/m3
Houten panelen	A1-A3	0206-fab&Bekisting, tunnelbekisting (alleen propaanbebruik; o.b.v. bron 2002), 50 cm per m2	NMD	1	m2	Zie 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	1,242	tkm	150 km forfaitair transport



Materiaal of proces	Systeem tunnelbekisting					
	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Aanbrengen	A5	0105-pro&Dragline, 5-8 m lg, per uur (o.b.v. Kraan hydr.tele. band (gemiddeld))	NMD	0,067	uur	Zie tekst
Constructieverlies	A5	A1-A4, C2-D	-	15%		
Verwijderen	C1	0105-pro&Dragline, 5-8 m lg, per uur (o.b.v. Kraan hydr.tele. band (gemiddeld))	NMD	0,067	uur	Zie tekst
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	0,4968	tkm	Forfaitair transport
Afvalverwerking – Hergebruik	C3	Geen proces	NMD	8,28 * 80%	kg	80% hergebruik
Afvalverwerking- Recycling	C3	0284-reC&Verspanen hout (o.b.v. Wood chipping, industrial residual wood, stationary electric chipper {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD	8,28 * 10%	kg	10% recycling
Afvalverwerking- AVI	C3	0262-avC&Verbranden hout, 'schoon' (13,99 MJ/kg) (o.b.v. Waste wood, untreated {CH}  treatment of, municipal incineration   Cut-off, U)	NMD	8,28 * 10%	kg	10% AVI
Baten en lasten buiten systeemgrenzen	D	0067-fab&Hout, zachthout, vuren, grenen, lariks, douglas (o.b.v. Sawnwood, softwood, dried (u=10%), planed {RER}  production   Cut-off, U en 1 m3 = 460 kg)	Ecolnvent	8,28 * 80% = 6,624	kg	80% hergebruik
Baten en lasten buiten systeemgrenzen – recycling rubber	D	0276-reD&Module D, houtspaanders, per kg NETTO geleverd (o.b.v. Wood chips, dry, measured as dry mass {RER}  three layered laminated board production   Cut-off, U)	NMD	8,28 * 10% = 0,828	kg	10% recycling
Baten en lasten buiten systeemgrenzen – AVI rubber	D	0268-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. HERNIEUWBARE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV) LHV 13,99 MJkg	NMD	8,28 * 10% * 13,99 MJ/kg = 11,58	MJ	10% AVI 13,99 MJ/kg

### 3.2.8 Voorspanstaal

Betreft het aanbrengen van strengen in een betonnen (nagespannen) ligger waarbij strengen middels een kraan worden aangebracht. Het betreft enkel het voorspanstaal en niet de gehele nagespannen betonnen ligger.

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

Uitgangspunt is 1 ton voorspanstaal van stalen strengen. Voorspanstaal wordt uitgewerkt per eenheid van 1 ton, variaties zoals diameter en maaswijdte hebben daarom geen effect op de LCA. De milieubelasting van de laswerkzaamheden is niet significant en daarom buiten beschouwing gelaten.

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

Er wordt uitgegaan van forfaitaire transportafstanden enkele reis:

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

#### *Constructiefase (A5)*

Bij het aanbrengen van de strengen in de ligger wordt een kraan gebruikt. Overige werkzaamheden zijn in de vorm van menskracht. De productienorm van de kraan betreft 0,37 uur/ton, die gebaseerd is op eerdere inventarisatie in DuboCalc 5.1. Deze waarde wordt realistisch geacht (expert judgement). In de constructiefase wordt, conform de Bepalingsmethode, 3% verlies gerekend voor prefab constructie-elementen. Dit houdt in dat in deze fase met 3% extra materiaal in modules A1-A4, C2-C4 en D wordt gerekend. Dit verliespercentage dekt o.a. verkeerde bestellingen, defecten en fabricagefouten.

#### *Gebruiksfase (B)*

Het uitgangspunt is dat het voorspanstaal voldoende betondekking heeft 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 sloopscenario is gelijk aan de “wapeningsstaal” en 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;
- Productienorm verplaatsen: 8,3 ton/uur.

De betonconstructie waarin het voorspanstaal zich bevindt, wordt gebroken zodat het granulaat en staal gescheiden kan worden. Er is uitgegaan van het forfaitaire afvalscenario van wapeningsstaal: 95% recycling en 5% stort.

*Levensduur:*

100 jaar. Gelijk gesteld aan “Wapeningsstaal”

**Tabel 19 Decompositie van 1 ton Voorspanstaal**

Materiaal of proces	Voorspanstaal					
	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)	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	0121-pro&Kraan hydr.tele. band, per uur (o.b.v. 263 kWh Diesel, burned in building machine {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD	0,37	uur	Zie tekst
Constructieverlies	A5	A1-A4, C2-D	-	3%		
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
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

### 3.3.9 Hydrofobeerlaag

Hydrofobeerlaag op silaanbasis. Er is uitgegaan van een gebruik van 0,3l/m<sup>2</sup> beton (conservatieve waarde van voorgeschreven 0,1-0,3 l/m<sup>2</sup>). De hydrofobeerlaag heeft een dichtheid van 1,01 kg/l. Het aanbrengen van de hydrofobeerlaag wordt als verwaarloosbaar geacht.

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

Hydrofobeerlaag op silaanbasis, gemodelleerd o.b.v. 0306-fab&Siliconen, gemiddelde o.b.v. 2000 producten (o.b.v. Silicone product {RER}| market for silicone product | Cut-off, U). 0,3kg/m<sup>2</sup> (dichtheid 1,01 kg/l).

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

Forfaitaire transport afstanden volgens de bepalingsmethode zijn toegepast:

- 150 km transport naar werk (forfaitaire waarde overige materialen, producten en elementen)
- 50 km totaal naar stort (forfaitaire waarde sloop- of sorteerlocatie naar stortlocatie)

#### *Constructiefase (A5)*

De hydrofobeerlaag kan op verschillende manieren worden aangebracht; meestal gebeurt dit met behulp van (handmatige) lagedrukspuiten. Dit is als verwaarloosbaar geacht.

Alvorens de laag aan te brengen wordt het beton schoongespoten middels zandstralen of hogedrukspuiten met water. Dit is gemodelleerd op basis van 15,2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> perslucht en verbruik van 0,76629 MJ/m<sup>3</sup> perslucht

#### *Gebruik- en onderhoudsfase (B1, B2-B5)*

Tussen vervangingen wordt er geen onderhoud aan de hydrofobeerlaag uitgevoerd.

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

Bij einde levensduur wordt de hydrofobeerlaag niet verwijderd. Het blijft verkleefd aan puin, waardoor dit conform afvalscenario 3, afwerkingen, verkleefd aan puin als 100% stort wordt gezien. Bij opnieuw aanbrengen wordt door het stralen in A5 waarschijnlijk een deel van de oude laag verwijderd. Hiervoor is het aannemelijk dat dit afval grotendeels via riolering afgevoerd wordt. Hiervoor is geen geschikter afvalscenario beschikbaar dan stort.

#### *Levensduur*

10 jaar<sup>11</sup>

**Tabel 20** Decompositie van hydrofobeerlaag per m<sup>2</sup>

Hydrofobeerlaag						
Materiaal of Proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Productiefase	A1-A3	0306-fab&Siliconen, gemiddelde o.b.v. 2000 producten (o.b.v. Silicone product {RER}  market for silicone product   Cut-off, U)	NMD	0,3	kg	
Transport	A4	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}  market group for transport, freight, lorry, unspecified   Cut-off, U)	NMD	150 km * 0,3 kg = 0,05	tkm	forfaitair transport (150km)
Aanbrengen	A5	0114-pro&Dieselverbruik, per MJ (1-op-1 verwijzing naar Diesel, burned in building machine {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD	17,471	MJ	Bepaald op basis van 15,2 m3 /m2 perslucht en verbruik van 0,76629 MJ/m3 perslucht
Constructieafval	A5	15% A1-A4				
constructieafval	A5	0264-avC&Verbranden kunststoffen (28,67 MJ/kg) (o.b.v. o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 20% PVC, 17% PS en 21% mixture)	NMD	15% * 80% * 0,3kg = 0,036kg	kg	forfaitair afvalscenario 43 kunststoffen via restmateriaal
constructieafval	A5	0249-sto&Stort kunststoffen (o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 17% PVC, 21% PS en 20% mixture)	NMD	15% * 80% * 0,3kg = 0,04kg	kg	forfaitair afvalscenario 43 kunststoffen via restmateriaal
Verwijderen	C1					
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	50km * 0,3kg =0,02	tkm	Forfaitair transport (50km)
Afvalbewerking	C3					

<sup>11</sup> Betonhuis: <https://handboek-prefab-beton.betonhuis.nl/algemeen-prefab/online-handboek-prefab-beton/woningbouw/prestatie-eisen/bescherming>  
Confirmatie d.m.v. expert judgement: Bas Bruins Slot, betonspecialist bij Witteveen+Bos

Afvalverwerking – stort	C4	0249-sto&Stort kunststoffen (o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 17% PVC, 21% PS en 20% mixture)	NMD	0,30	kg	100% stort
Buiten systeemgrenzen	D	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)		15% * 80% 0,03kg *21 MJ/kg = 0,76MJ	MJ	21MJ/kg aangenomen, LHV onbekend (laagste LHV kunststoffen, PET)

## 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 milieu-ingrepen 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 10 en Tabel 11 weergegeven per deelproduct per functionele eenheid. De uitgebreide gekarakteriseerde resultaten per levensfase zijn opgenomen in de bijlage.

**Tabel 10 Gekarakteriseerde resultaten deelproducten betonconstructies**

Effectcategorie	Eenheid	Wapening sstaal	Brandwerend tunnelbekleding PP-vezels	Calciumsilicaat L-platen	Calciumsilicaat T-platen	Oplegging (1000x1000 x400 mm)
		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 11 Gekarakteriseerde resultaten hoge sterkte betonmortels**

Effectcategorie	Eenheid	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

**Tabel 12 Gekarakteriseerde resultaten deelproducten versie 1.2 per functionele eenheid**

Effectcategorie	Eenheid	1m <sup>2</sup> hydrofoobeerlaag met een levensduur van 10 jaar
		Per m <sup>1</sup>
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	0,00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	0,02
004. global warming (GWP)	kg CO <sub>2</sub> eq	2,80
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	0,00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0,00
007. acidification (AP)	kg SO <sub>2</sub> eq	0,02
008. eutrophication (EP)	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq	0,00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	0,92
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	0,02
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	67,80
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	0,00
051. Climate change	kg CO <sub>2</sub> eq	2,88
052. Climate change - Fossil	kg CO <sub>2</sub> eq	2,84
053. Climate change - Biogenic	kg CO <sub>2</sub> eq	0,04
054. Climate change - Land use and LU ch	kg CO <sub>2</sub> eq	0,00
055. Ozone depletion	kg CFC11 eq	0,00
056. Acidification	mol H <sup>+</sup> eq	0,02
057. Eutrophication, freshwater	kg P eq	0,00



058. Eutrophication, marine	kg N eq	0,01
059. Eutrophication, terrestrial	mol N eq	0,09
060. Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	0,03
061. Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	0,00
062. Resource use, fossils	MJ	40,96
063. Water use	m3 depriv.	1,61
064. Particulate matter	disease inc.	0,00
065. Ionising radiation	kBq U-235 eq	0,14
066. Ecotoxicity, freshwater	CTUe	35,79
067. Human toxicity, cancer	CTUh	0,00
068. Human toxicity, non-cancer	CTUh	0,00
069. Land use	Pt	8,15
111. Energy, primary, renewable, excludi	MJ	-
113. Energy, primary, renewable, materia	MJ	-
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	1,91
112. Energy, primary, non-renewable, exc	MJ	-
114. Energy, primary, non-renewable, mat	MJ	-
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	43,76
108. Secondary material (kg)	kg	-
109. Secondary fuel, renewable (kg)	MJ	-
110. Secondary fuel, non-renewable (kg)	MJ	-
104. Water, fresh water use (m3)	m3	0,04
106. Waste, hazardous (kg)	kg	0,00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	0,42
107. Waste, radioactive (kg)	kg	0,00
120. Components for re-use (kg)	kg	-
121. Materials for recycling (kg)	kg	-
122. Materials for energy recovery (kg)	kg	-
123. Exported energy, electric (MJ)	MJ	-
124. Exported energy, thermal (MJ)	MJ	-

### 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 Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW werken, gebruikgemaakt van de Milieu Kosten Indicator (MKI) om de verschillende effectcategorieën te wegen tot één eindpunt. In Tabel 12 en Tabel 13 staan de uitkomsten als MKI-waarde voor het onderwerp van de analyse weergegeven.

**Tabel 12 Gewogen resultaten deelproducten betonconstructies**

Effectcategorie	Eenheid	Wapeningss taal	Brandwerend tunnelbekleding PP-vezels	Calciumsilicaat L-platen	Calciumsilicaat T-platen	Oplegging (1000x1000 x400)
		Per ton	Per m <sup>2</sup>	Per m <sup>2</sup>	Per m <sup>2</sup>	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 13 Gewogen resultaten hoge sterkte betonmortels**

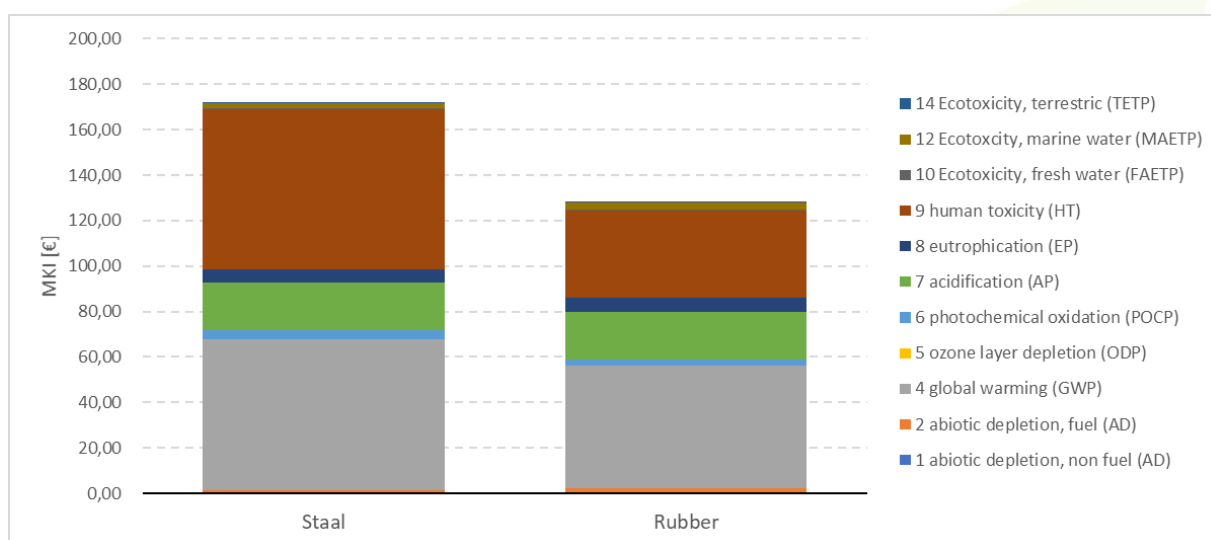
Effectcategorie	Eenheid	C55/67 CEM I	C55/67 CEM III/A	C70/85 CEM I	C70/85 CEM III/A	C90/105 CEM I	C90/105 CEM III/A
		Per m <sup>3</sup>	Per m <sup>3</sup>	Per m <sup>3</sup>	Per m <sup>3</sup>	Per m <sup>3</sup>	Per m <sup>3</sup>
<b>Totaal (MKI- waarde)</b>	<b>euro</b>	<b>€ 44,14</b>	<b>€ 35,45</b>	<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

**Tabel 37 Gewogen resultaten deelproducten versie 5 per functionele eenheid (deel 6 van 6)**

Effectcategorie	Eenheid	Per m <sup>1</sup>
<b>Totaal (MKI-waarde)</b>	<b>euro</b>	0,33
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	euro	0,00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	euro	0,00
004. global warming (GWP)	euro	0,14
005. ozone layer depletion (ODP)	euro	0,00
006. photochemical oxidation (POCP)	euro	0,00
007. acidification (AP)	euro	0,07
008. eutrophication (EP)	euro	0,03
009. human toxicity (HT)	euro	0,08
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	euro	0,00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	euro	0,01
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	euro	0,00

#### 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, Schrumpf, 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

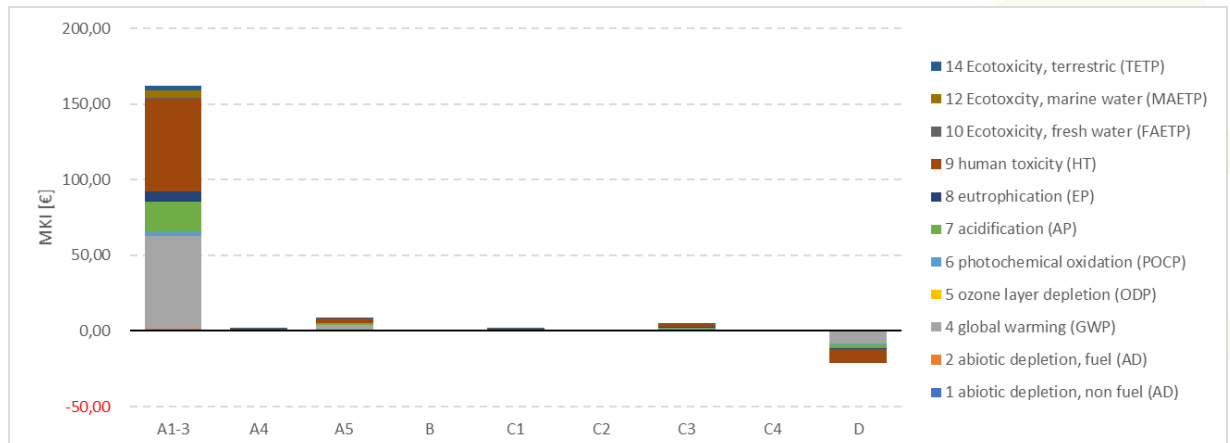
#### Wapeningsstaal

De impact van productie van het wapeningsstaal 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.

##### Betonwapeningsnetten

Calculation:	Analyse
Results:	Effectbeoordeling
Product:	1 ton_Totaal Betonwapeningsnetten (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



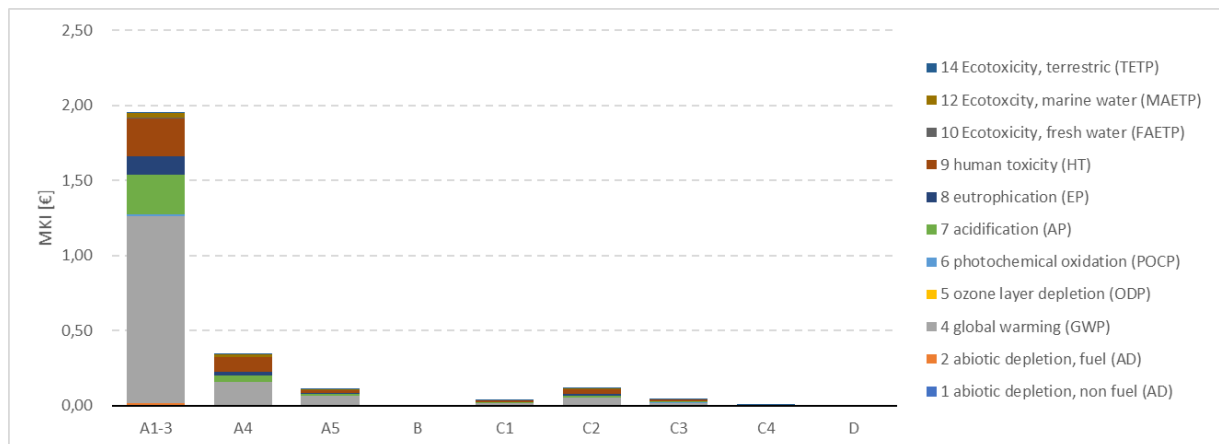
## Brandwerende tunnelbekleding met PP-vezels

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



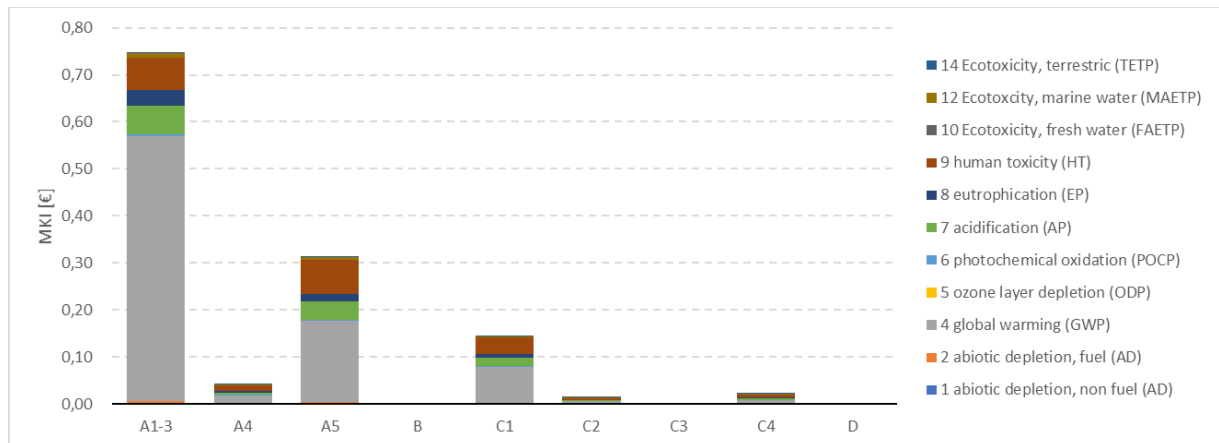
## Calciumsilicaat platen

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 m2_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:	Oplend

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

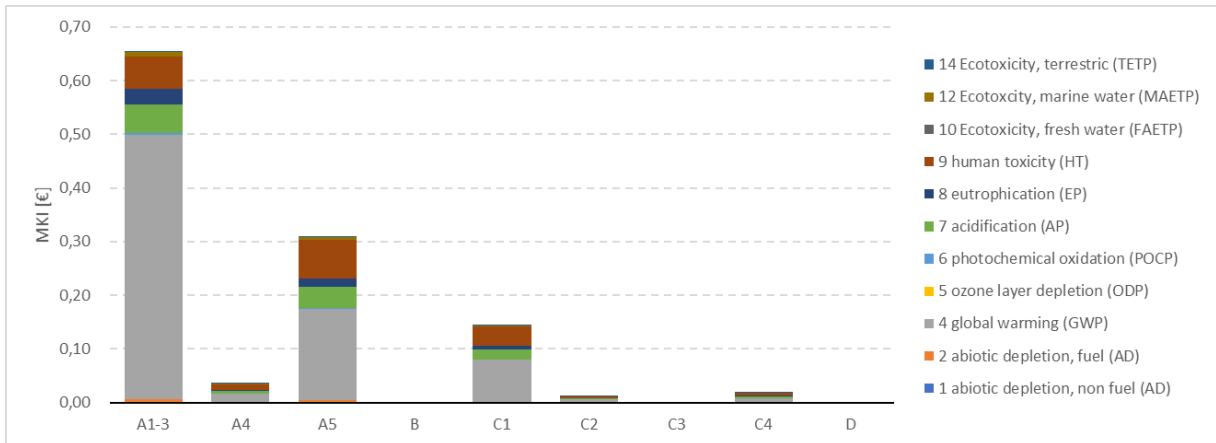




**Calciumsilicaat T-platen**

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	Eenheid	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	€ 1,17



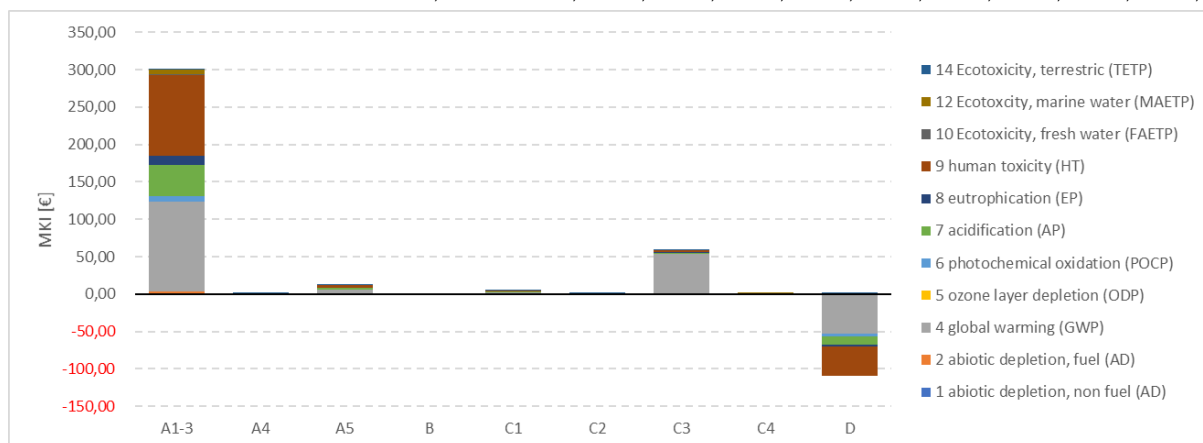
## Oplegging

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+00	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



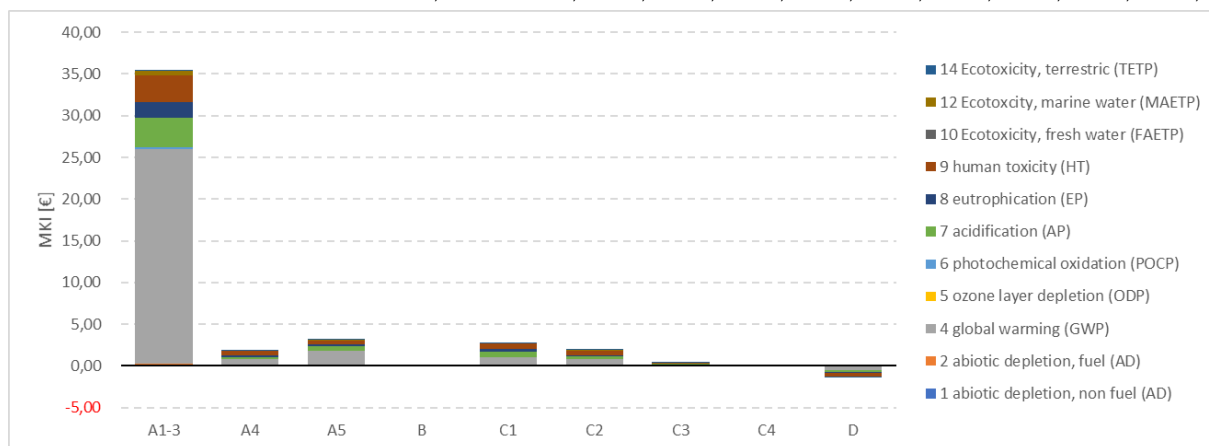
## Hoge sterkte betonmortels

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 m3 _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

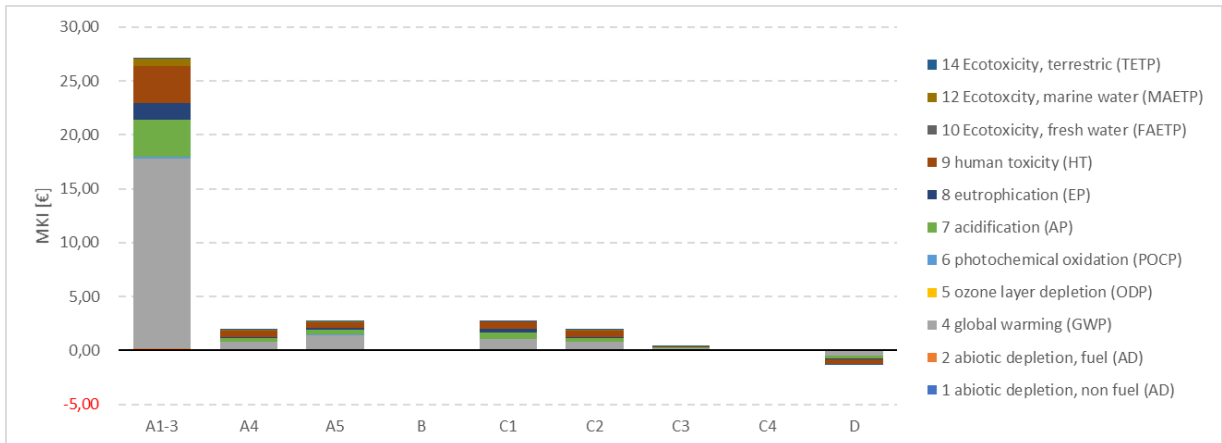
Effectcategorie	Eenheid	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	3,60E-02	3,42E-02	4,45E-05	1,72E-03	0,00E+00	6,82E-06	4,49E-05	2,44E-06	1,42E-07	-5,51E-05	€ 44,14
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	1,78E+00	1,31E+00	1,17E-01	1,38E-01	0,00E+00	1,40E-01	1,18E-01	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

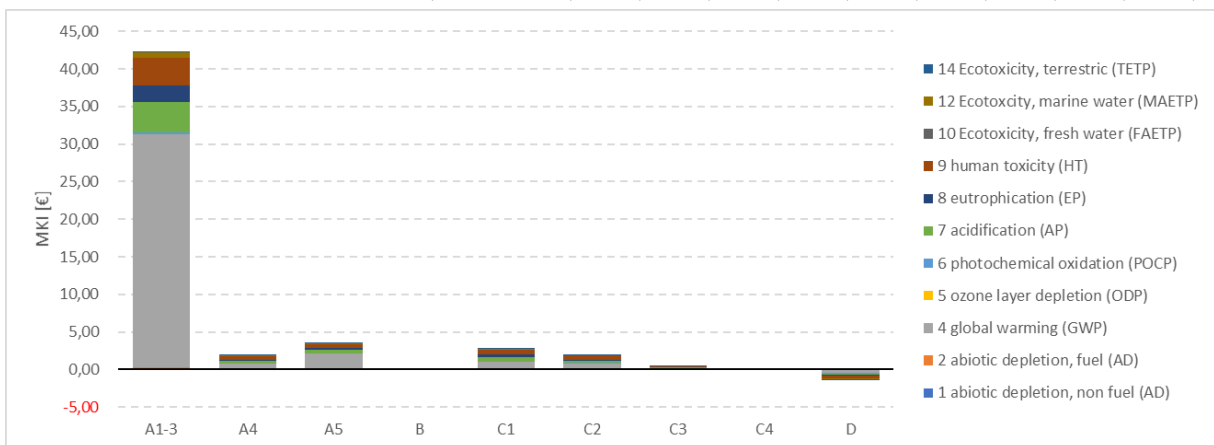
Effectcategorie	Eenheid	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	7,69E-02	7,31E-02	4,49E-05	3,66E-03	0,00E+00	6,82E-06	4,54E-05	2,47E-06	1,44E-07	-5,57E-05	€ 35,45
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	1,61E+00	1,14E+00	1,18E-01	1,30E-01	0,00E+00	1,40E-01	1,19E-01	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

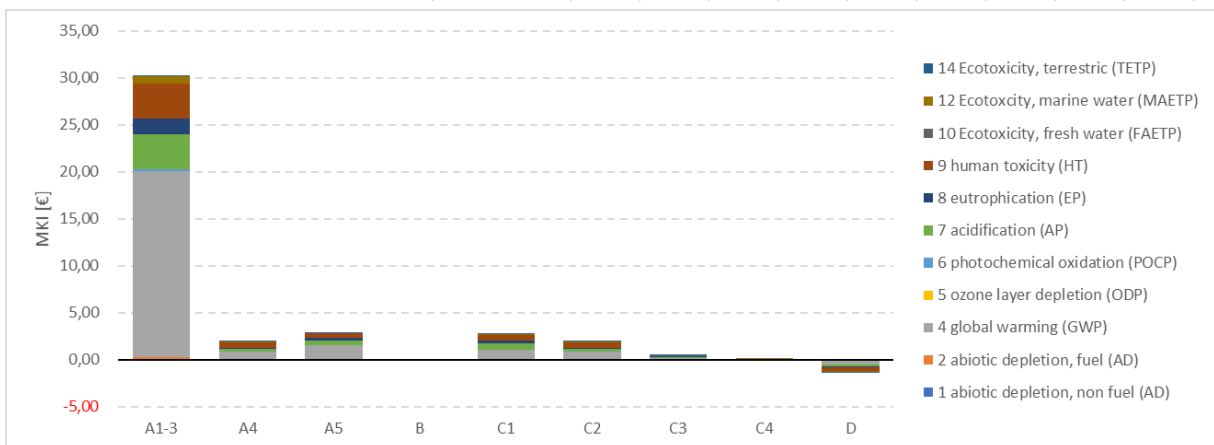
Effectcategorie	Eenheid	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	4,37E-02	4,16E-02	4,49E-05	2,09E-03	0,00E+00	6,82E-06	4,53E-05	2,46E-06	1,43E-07	-5,56E-05	€ 51,29
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,04E+00	1,55E+00	1,18E-01	1,50E-01	0,00E+00	1,40E-01	1,19E-01	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

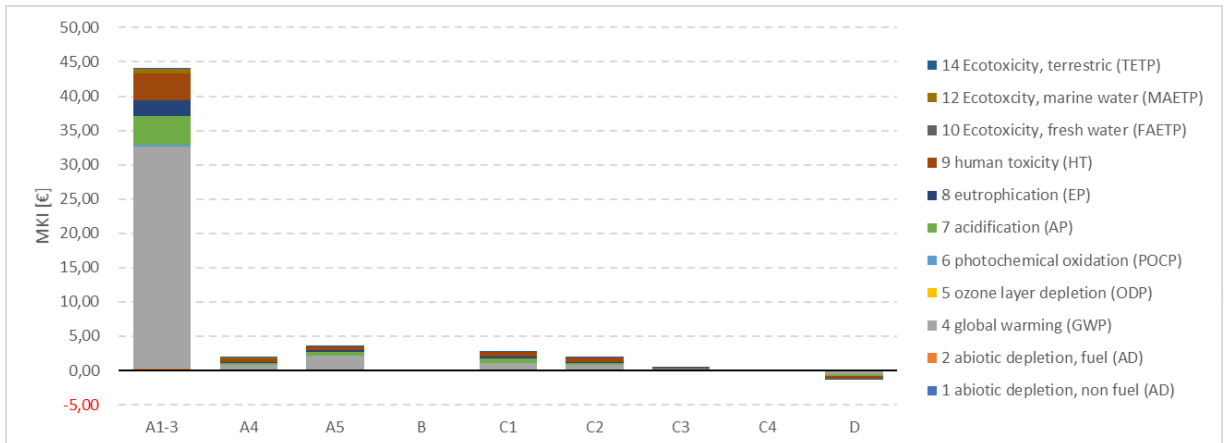
Effectcategorie	Eenheid	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	8,80E-02	8,38E-02	4,52E-05	4,19E-03	0,00E+00	6,82E-06	4,57E-05	2,48E-06	1,45E-07	-5,60E-05	€ 38,72
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	1,73E+00	1,25E+00	1,19E-01	1,35E-01	0,00E+00	1,40E-01	1,20E-01	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

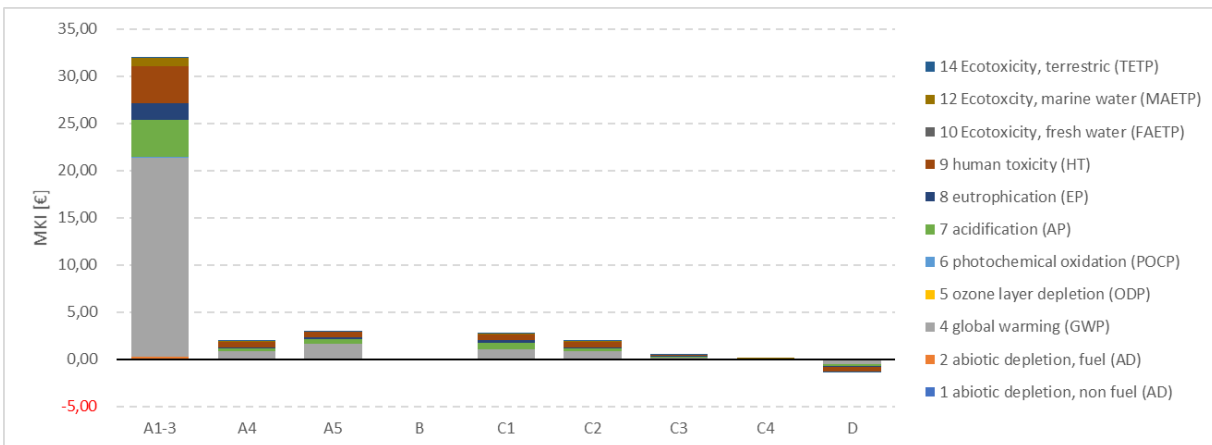
Effectcategorie	Eenheid	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	4,59E-02	4,37E-02	4,49E-05	2,19E-03	0,00E+00	6,82E-06	4,53E-05	2,46E-06	1,43E-07	-5,56E-05	€ 53,21
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,10E+00	1,61E+00	1,18E-01	1,53E-01	0,00E+00	1,40E-01	1,19E-01	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	Eenheid	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





## 1m<sup>2</sup> hydrofoeberlaag met een levensduur van 10 jaar

		A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
	<b>MKI (EUR)</b>	0,09	0,00	0,24			0,00		0,00	0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	8,66E-06	1,54E-07	4,00E-06			1,54E-07		3,41E-08	3,41E-08
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	7,73E-03	4,43E-05	1,20E-02			4,43E-05		3,67E-05	3,67E-05
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	8,94E-01	6,02E-03	1,87E+00			6,02E-03		3,29E-02	3,29E-02
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	5,94E-07	1,07E-09	3,77E-07			1,07E-09		7,88E-10	7,88E-10
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	5,62E-04	3,63E-06	1,75E-03			3,63E-06		7,79E-06	7,79E-06
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	3,85E-03	2,65E-05	1,29E-02			2,65E-05		2,14E-05	2,14E-05
008. eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	4,10E-04	5,20E-06	2,86E-03			5,20E-06		1,09E-05	1,09E-05
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	2,62E-01	2,54E-03	6,51E-01			2,54E-03		2,51E-03	2,51E-03
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,10E-02	7,40E-05	1,05E-02			7,40E-05		1,56E-03	1,56E-03
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	3,06E+00	2,66E-01	3,50E+00			2,66E-01		1,64E+00	1,64E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	1	1	1			1		0	0
051. Climate change	kg CO2 eq	1,55E-03	8,96E-06	1,25E-03			8,96E-06		6,54E-06	6,54E-06
052. Climate change - Fossil	kg CO2 eq	9,39E-01	6,08E-03	1,89E+00			6,08E-03		3,85E-02	3,85E-02
053. Climate change - Biogenic	kg CO2 eq	0	0	0			0		0	0
054. Climate change - Land use & LU	kg CO2 eq	2,99E-02	2,80E-06	5,10E-03			2,80E-06		3,20E-05	3,20E-05
055. Ozone depletion	kg CFC11 eq	6,63E-04	2,23E-06	2,40E-04			2,23E-06		1,62E-06	1,62E-06
056. Acidification	mol H+ eq	4,54E-07	1,34E-09	4,29E-07			1,34E-09		9,85E-10	9,85E-10
057. Eutrophication, freshwater	kg P eq	4,63E-03	3,52E-05	1,80E-02			3,52E-05		2,81E-05	2,81E-05
058. Eutrophication, marine	kg N eq	3,11E-05	6,13E-08	1,11E-05			6,13E-08		5,82E-08	5,82E-08
059. Eutrophication, terrestrial	mol N eq	7,86E-04	1,24E-05	7,74E-03			1,24E-05		2,28E-05	2,28E-05
060. Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	8,88E-03	1,37E-04	8,50E-02			1,37E-04		1,03E-04	1,03E-04
061. Resource use, minerals & metals	kg Sb eq	2,87E-03	3,91E-05	2,34E-02			3,91E-05		3,78E-05	3,78E-05
062. Resource use, fossils	MJ	8,66E-06	1,54E-07	4,00E-06			1,54E-07		3,41E-08	3,41E-08
063. Water use	m3 depriv.	1,55E+00	9,16E-02	2,52E+00			9,16E-02		7,56E-02	7,56E-02
064. Particulate matter	disease inc.	1	1	1			1		0	0
065. Ionising radiation	kBq U-235 eq	1,36E+00	3,28E-04	2,46E-01			3,28E-04		3,23E-03	3,23E-03
066. Ecotoxicity, freshwater	CTUe	3,81E-08	5,45E-10	4,62E-07			5,45E-10		5,23E-10	5,23E-10
067. Human toxicity, cancer	CTUh	3,69E-02	3,84E-04	1,03E-01			3,84E-04		2,96E-04	2,96E-04
068. Human toxicity, non-cancer	CTUh	1,77E+00	8,17E-02	1,76E+00			8,17E-02		2,84E-01	2,84E-01
069. Land use	Pt	1	1	1			1		0	0
111. Energy, primary, renewable, excl	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00			0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00
113. Energy, primary, renewable, mat	MJ	0	0	0			0		0	0
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	1,54E+00	1,15E-03	3,68E-01			1,15E-03		1,37E-03	1,37E-03
112. Energy, primary, non-renewable, excl	MJ	0	0	0			0		0	0
114. Energy, primary, non-renewable, mat	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00			0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	1,67E+00	9,72E-02	2,68E+00			9,72E-02		8,03E-02	8,03E-02
108. Secondary material (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00			0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00
109. Secondary fuel, renewable (kg)	MJ	0	0	0			0		0	0
110. Secondary fuel, non-renewable (kg)	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00			0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	0	0	0			0		0	0
106. Waste, hazardous (kg)	kg	3,71E-02	1,12E-05	7,04E-03			1,12E-05		7,88E-05	7,88E-05
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	8,57E-06	2,32E-07	6,33E-05			2,32E-07		1,15E-07	1,15E-07
107. Waste, radioactive (kg)	kg	6,67E-02	5,81E-03	3,95E-02			5,81E-03		3,01E-01	3,01E-01
120. Components for re-use (kg)	kg	3,27E-05	6,01E-07	1,63E-04			6,01E-07		4,48E-07	4,48E-07
121. Materials for recycling (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00			0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00
122. Materials for energy recovery (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00			0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00
123. Exported energy, electric (MJ)	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00			0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00
124. Exported energy, thermal (MJ)	MJ	0	0	0			0		0	0

