

LCA Rapportage categorie 3 data Nationale Milieudatabase

Dwarsliggers spoor

Datum en versie:

Versie 1: 4 maart 2021

Versie 2: 29 juli 2021 – update profiel wapeningsstaal

Datum publicatie in de NMD: **n.t.b.**

Versie Bepalingsmethode: 1.0 met wijzigingsblad d.d. oktober 2020

Versie Ecoinvent database: 3.5

Opdrachtgever: ProRail

Opdrachtnemer(s): SGS Search

Auteur(s): Branco Schipper, SGS Search
Jeroen ter Meer, ProRail

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
1 Inleiding	3
1.1 Doelstelling en doelgroep	3
1.2 Verantwoording	4
1.3 Leeswijzer	4
2 Methode	5
2.1 Aanpak	5
2.2 Scope	5
2.2.1 Functionele eenheid	5
2.3 Productbeschrijving	5
2.4 Systeemgrenzen	6
3 Levenscyclusinventarisatie (LCI)	8
3.1 Dataverzameling	8
3.2 Decompositie in materialen en processen	8
3.2.1 Dwarsligger NS90	9
3.2.2 Dwarsligger 14001/2	13
4 Resultaten	18
4.1 Berekening milieuprofiel	18
4.2 Gewogen resultaten	18
5 Referenties	21
6 Bijlagen	22
6.1 Bijlage A Gekarakteriseerde resultaten per product	22

1 Inleiding

Deze LCA -rapportage beschrijft de uitgangspunten en resultaten voor de categorie 3 data van dwarsliggers in de Nationale Milieudatabase . De actualisering van een voorgaande versie van deze LCA volgt op het initiatief van Rijkswaterstaat en de Stichting Nationale Milieudatabase (Stichting NMD), welke in 2020 zijn gestart met het actualiseren van de categorie 3 data voor de Spoor-, Grond-, Weg- en Waterbouw (GWW) in de Nationale Milieudatabase (NMD). Deze rapportage beschrijft de uitkomsten daarvan.

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

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

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

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

1.1 Doelstelling en doelgroep

In deze studie zijn milieuprofielen opgesteld van dwarsliggers. 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 aangeboden aan de NMD en via de rekeninstrumenten en de website beschikbaar worden gemaakt aan de sector.

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

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

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

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

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

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 Gebouwen en GWW-werken versie 1.0 (juli 2019) inclusief het wijzigingsblad d.d. oktober 2020*, en het *SBK-toetsingsprotocol (versie 1.0, juli 2020)*. De Bepalingsmethode is gebaseerd op de *ISO 14040 - ISO14044* en de *NEN-EN 15804:2012 + A2:2019*.

De LCA is uitgevoerd in samenwerking met ProRail. Deze LCA is uitgevoerd door SGS Search.

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

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

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.

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

2 Methode

2.1 Aanpak

De LCA-berekening is opgesteld met SimaPro v9.1 software. De toegepaste referentiedatabases zijn:

- Processendatabase Nationale Milieudatabase (NMD) versie 3.2
- Ecoinvent database versie 3.5

2.2 Scope

Dit LCA-rapport omvat de volgende typen dwarsliggers:

- Dwarsligger NS90
- Dwarsligger 14-001/2, vanwege goede vergelijkbaarheid van de 14-001 en 14-002 dwarsliggers is deze branchegemiddelde LCA toepasbaar voor beide types

Uitgangspunten voor beide types:

- Berekeningen zijn inclusief bevestigingsmiddelen
 - Voor de NS90 dwarsligger wordt uitgegaan van het type W14 bevestigingsstelsel. Vanwege goede vergelijkbaarheid kunnen andere type bevestigingsmiddelen beschouwd worden als W14.
- Berekeningen zijn inclusief wapening
- Voor beide types zijn twee varianten van de dwarsligger berekend: een met portlandcement (CEM I) en een met hoogovencement (CEM III).

2.2.1 Functionele eenheid

De functionele eenheid betreft één stuk dwarsligger (NS90 en 14-001/2) met bevestigingsmaterialen met een levensduur van 45 jaar.

2.3 Productbeschrijving

Dwarsligger NS90

Een NS90 dwarsligger heeft als functie het garanderen van de spoorwijdte en de afdracht van spoorstaafbelastingen ten behoeve van railverkeer voor baanvakken met een aslast van 22,5 ton bij een snelheid van 200 km/uur en een aslast van 25 ton bij een snelheid van 100 km/uur. Afmetingen zijn 2520 +/- 5 mm lang, 300 +/- 5 mm breed, 175 +/- 3mm hoog [6]. Het totale gewicht, incl. bevestigingsmiddelen is 290 kg. De dwarsligger heeft een levensduur van 45 jaar.

Dwarsligger 14-001/2

De functie van de 14-001/2 dwarsligger, ook wel een wisseliger, is het garanderen van de spoorwijdte en de afdracht van spoorstaafbelastingen ten behoeve van railverkeer voor baanvakken geschikt voor de UIC klasse 1, 2 en 3, conform SPC00094 voorgespannen betonnen dwars- en wisseligers. De 14-001/2 dwarsligger heeft een lengte, 2500 mm; breedte 300mm; dikte 200 mm.

Het totale gewicht van de dwarsligger met bevestigingsmaterialen is 386,5 kg. De dwarsligger heeft een levensduur van 45 jaar.

2.4 Systeemgrenzen

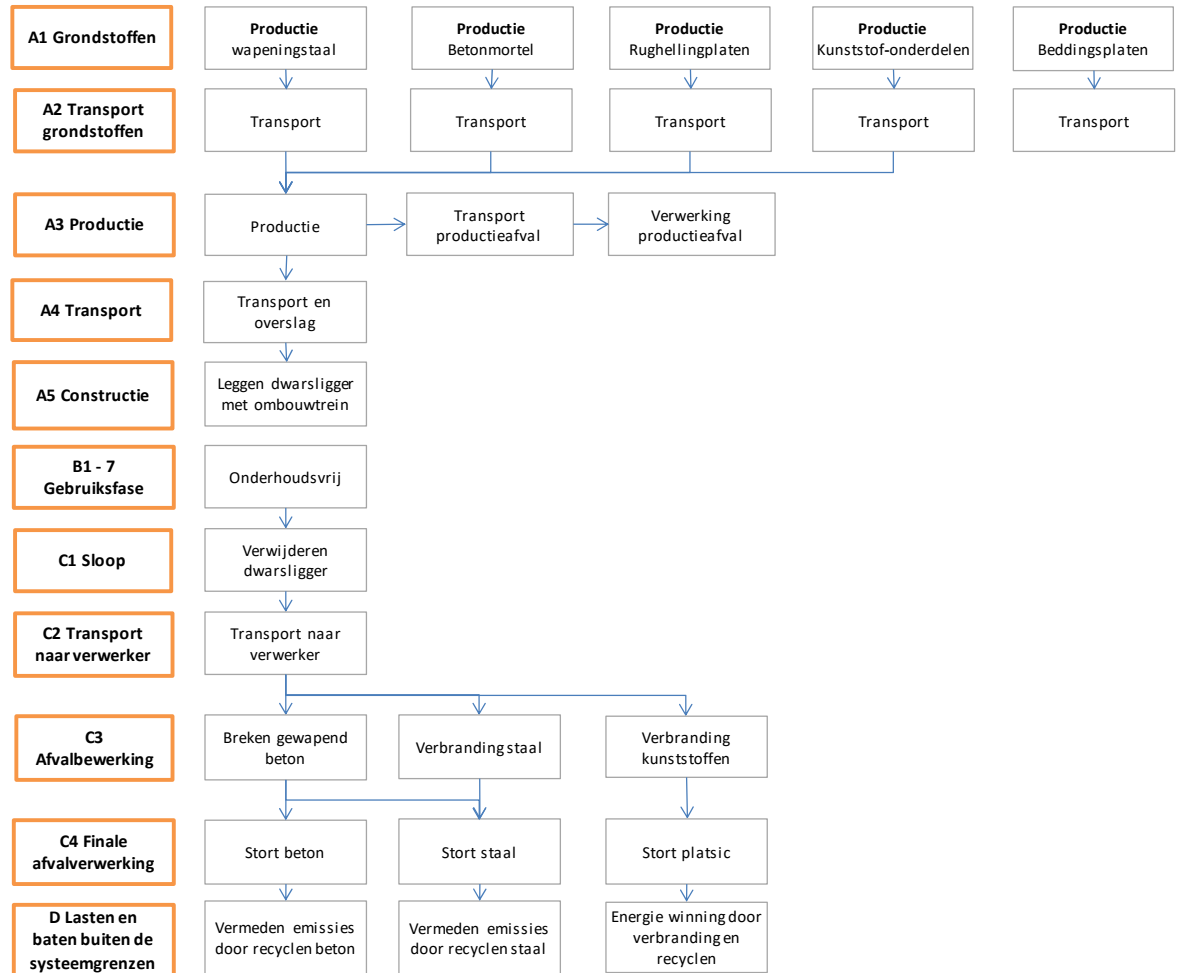
De processen die binnen de LCA worden bekeken zijn afgebakend met zogenaamde systeemgrenzen. De systeemgrenzen bepalen welke fasen en processen van de levenscyclus worden meegenomen in de LCA. In Tabel 1, volgend uit de *EN 15804* en de *Bepalingsmethode*, staat vastgelegd welke informatie er per levenscyclusfase beschouwd moet worden. In deze LCA is de milieu-impact over de gehele levenscyclus meegenomen.

Productiefase			Bouwfase		Gebruiksfase					Sloop- en verwerkingsfase				Volgende productiesysteem
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B7	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, teruggewinning 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 CO₂, CO, NO_x (NO en NO₂), SO₂, C_xH_y en fijnstof (PM10 deeltjes < 10µm);
- emissies naar water van CZV, BZV, P-totaal, N-totaal en vaste stoffen (PM10: deeltjes < 10µm);
- emissies naar bodem van PAK en zware metalen.



Figuur 1 Procesboom van dwarsligger

3 Levenscyclusinventarisatie (LCI)

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

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 ProRail.

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

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

3.2 Decompositie in materialen en processen

Voor de beschouwde deelproducten zijn de input- en output stromen per levensfase/module geïventariseerd. De berekende LCI is opgenomen in deze paragraaf waarbij is beschreven welke uitgangspunten hiertoe zijn gehanteerd. In Tabel 2 en Tabel 3 wordt per deelproduct aangegeven welke materialen, processen en referenties gehanteerd zijn.

3.2.1 Dwarsligger NS90

Betreft een berekening van een NS90 dwarsligger inclusief bevestigingsmateriaal om spoorstaven te bevestigen op de dwarsligger. In de resultaten is ook het (MKI) resultaat van deze bevestigingsset afzonderlijk berekend. Dit betreft alle onderdelen behalve de betonnen ligger en diens wapeningsstaal.

Productiefase (A1-A3)

De onderdelen A1 tot en met A3 zijn opgesteld op basis van data van de producenten Spanbeton en de Meteoer. Er zijn twee varianten van de dwarsligger berekend: een met portlandcement (CEM I) en een met hoogovencement (CEM III). Beide varianten zijn opgenomen in dezelfde onderstaande tabel. Het type cement heeft alleen effect op fase A1. Het railpad en bevestigingsmateriaal zijn eveneens opgenomen in Tabel 2. Bevestigingssysteem bestaat o.a. uit een opsluitplaat, kraagbouten en klemveer.

Aanlegfase (A4-A5)

Er is gerekend op basis van forfaitair transport (150km) per vrachtwagen. Het totale gewicht, inclusief bevestigingsmiddelen is 290 kg. Daarnaast is een forfaitaire 3% bouwafval gerekend om verliezen te ondervangen. Dwarsligger worden met een ombouw trein aangelegd. In de vorige CAT III LCA werd het gebruik vastgesteld op 0,14 L diesel per dwarsligger.

Gebruiksfase (B1-B7)

Er vindt geen onderhoud plaats gedurende de levensduur van de dwarsligger.

Sloop- en verwerkingsfase (C1-C4) + Baten en lasten buiten de systeemgrenzen (D)

Dwarsligger wordt verwijderd met eenzelfde ombouwtrein als waarmee is aangelegd. Het verwerken van de verschillende materialen van de dwarsligger is gebaseerd op forfaitaire scenario's. Het uitgangspunt is dat dwarsliggers na 45 jaar niet worden hergebruikt. Na einde levenscyclus wordt betonpuin gebroken tot betongranulaat. Als grof toeslagmateriaal in nieuw beton vervangt het betongranulaat riviergrind.

Tabel 2 Hoeveelheden en referentieprofielen NS90 dwarsligger per stuk

Materiaal c.q. proces	Dwarsligger NS90					
	Fase	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Betonmortel – Variant 1 (CEM I)	A1	0165-fab&Betonmortel C55/67 (o.b.v. 0% CEM III en 100% CEM I), 2437 kg/m3	NMD	277,5	kg	Variant 1 met portlandcement
Betonmortel – Variant 2 (CEM III)	A1	0165-fab&Betonmortel C55/67 (o.b.v. 100% CEM III en 0% CEM I), 2437 kg/m3	NMD	277,5	kg	Variant 2 met hoogovencement

Dwarsligger NS90						
Materiaal c.q. proces	Fase	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Wapeningsstaal	A1	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)	NMD3.3	5,85	kg	
Railpad	A1	0014-fab&EPDM, rubber, chloropreen, neoprene, styrene butadiene rubber - SBR (o.b.v. Synthetic rubber {GLO}) market for Cut-off, U)	NMD	0,24	kg	
Opsluitplaat	A1	0015-fab&Polyamide, PA 6, PA 66 (o.b.v. Nylon 6 {GLO}) market for Cut-off, U)	NMD	0,68	kg	
Bevestigingsmiddelen	A1	0185-fab&Polyetheen, HDPE, geëxtrudeerd (o.b.v. Polyethylene, high density, granulate {GLO}) market for Cut-off, U & Extrusion, plastic pipes {GLO}) market for Cut-off, U)	NMD	0,26	kg	
Kraagbout	A1	0214-fab&Staal, ongelegeerd (o.b.v. Steel, unalloyed {GLO}) market for Cut-off, U; 100% primair, 0% secundair)	NMD	2,37	kg	
Warmgewalst staal	A1	Hot rolling, steel {RER} processing Cut-off, U	Ecoinvent	2,37	kg	
Zink	A1	0314-pro&Verzinken, per m2, incl. zink (o.b.v. 1 m2 Zinc coat, coils {GLO}) market for Cut-off, U) ("zinc coating layer is between 20 to 45 um thick")	NMD	0,00291	m ²	Enkele onderdelen worden verzinkt, hoeveelheid bepaald door Bob Roijen
Klemveer	A1	0238-fab&Staal, laaggelegeerd (o.b.v. Steel, low-alloyed {GLO}) market for Cut-off, U; 57% primair, 43% secundair)	NMD	1,95	kg	
Productie klemveer	A1	Hot rolling, steel {RER} processing Cut-off, U	Ecoinvent	1,95	kg	
Verpakkingsmateriaal	A1	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)	NMD	1,44	kg	
Transport naar producent	A2	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	NMD	43,5	tkm	290 kg, gebaseerd op 150 km
Verlies in de vorm van productieafval	A3	A1-A2; C2-D	-	0,03	stuks	3% productieafval
Productie	A3	0124-pro&1 kWh, uit stopcontact (o.b.v. Electricity, low voltage {NL}) market for Cut-off, U)	NMD	5,66	kWh	gebaseerd op input producenten, conservatieve waarde per m3 beton volgens producenten, 50kWh/m3 * 0,1131 m3 per stuk
Productie	A3	0095-pro&Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) processing Cut-off, U)	NMD	0,0566	l	0,50 liter per m3 volgens producenten, 0,1131 m3 per stuk
Productie	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	0,566	m ³	5 m3/m3, per m3 volgens producenten, 0,1131 m3 per stuk

Materiaal c.q. proces	Dwarsligger NS90					
	Fase	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Transport naar bouwplaats	A4	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	NMD	43,5	tkm	Op basis van 150 km
Verbruik ombouwtrein	A5	0095-pro&Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) processing Cut-off, U)	NMD	0,14	l	
Verlies in de vorm van bouwafval	A5	A1-A4; C2-C4	-	0,03	stuks	3% afval bij constructie
Sloop	C1	0095-pro&Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) processing Cut-off, U)	NMD	0,14	l	Gebruik ombouwtrein
Transport naar afvalverwerker	C2	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	NMD	43,5	tkm	Op basis van forfaitaire afstanden
Beton bewerken voor afvalverwerking	C3	0270-reC&Breken, per kg steenachtig (o.b.v. SBK Breken steenachtig MRPI)	NMD	277,5	kg	beton: (1% s , 99% rec)
Verbranden railpad	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	0,204	kg	Rubber: (20% s , 80% v, 0% r)
Verbranden opsluitplaat	C3	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	0,544	kg	kunststof: (20% s , 80% v, 0% r).
Verbranden bevestigingsmiddelen	C3	0311-avC&Verbranden PE (42,47 MJ/kg) (o.b.v. Waste polyethylene {RoW}) treatment of waste polyethylene, municipal incineration Cut-off, U)	NMD	0,192	kg	kunststof: (20% s , 80% v, 0% r)
Verbranden verpakkingsmateriaal	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	1,22	kg	Hout: (10% s , 85% v, 5% r)
Stort beton	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	2,77	kg	beton: (1% s , 99% rec)
Stort wapeningsstaal	C4	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD	0,2925	kg	staal: (5% s , 95% r)
Stort railpad	C4	0249-sto&Stort kunststoffen (o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 17% PVC, 21% PS en 20% mixture)	NMD	0,048	kg	stort kunststoffen aangehouden i.v.m. geen stortproces voor epdm. kunststof: 20% s , 0% r , 80% v .
Stort opsluitplaat	C4	0249-sto&Stort kunststoffen (o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 17% PVC, 21% PS en 20% mixture)	NMD	0,136	kg	kunststof: (20% s , 0% r , 80% v).

Dwarsligger NS90						
Materiaal c.q. proces	Fase	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Stort bevestigingsmiddelen	C4	0249-sto&Stort kunststoffen (o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 17% PVC, 21% PS en 20% mixture)	NMD	0,052	kg	kunststof: (20%<i>s</i>, 0%<i>r</i>, 80%<i>v</i>) .
Stort kraagbout	C4	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD	0,0237	kg	staal: (1%<i>s</i>, 99%<i>r</i>)
Stort onderdelen	C4	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD	2,91E-5	kg	Enkele onderdelen worden verzinkt, hoeveelheid bepaald door Bob Roijen staal: (1%<i>s</i>, 99%<i>r</i>) .
Stort klemveer	C4	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD	0,0195	kg	staal: (1%<i>s</i>, 99%<i>r</i>)
Stort verpakkingsmateriaal	C4	0245-sto&Stort hout, 'schoon' (o.b.v. Waste wood, untreated {Europe without Switzerland} treatment of waste wood, untreated, sanitary landfill Cut-off, U)	NMD	0,144	kg	Hout: (10%<i>s</i>, 85%<i>v</i>, 5%<i>r</i>)
Baten en lasten buiten de systeemgrens: Recycling beton	D	0271-reD&Module D, grind, per kg NETTO geleverd granulaat/grind (vermeden: Gravel, round {RoW} gravel and sand quarry operation Cut-off, U)	NMD	274,7	kg	beton: (1%<i>s</i>, 99%<i>rec</i>)
Baten en lasten buiten de systeemgrens: Recycling wapeningstaal	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	0,7488	kg	Wapeningstaal: (5%<i>s</i>, 95%<i>r</i>) 17,8% primair staal
Baten en lasten buiten de systeemgrens: vermeden energieproductie AVI rubber	D	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD	5,22	MJ	LHV is 27,2, 80% naar AVI
Baten en lasten buiten de systeemgrens: vermeden energieproductie AVI opsluitplaat	D	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD	15,6	MJ	LHV is 28,67, 80% AVI
Baten en lasten buiten de systeemgrens: vermeden energieproductie AVI bevestigingsmiddelen	D	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD	8,83	MJ	LHV PE is 42,47, 80% AVI
Baten en lasten buiten de systeemgrens: recycling kraagbout 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	2,35	kg	Kraagbout: staal: (1%<i>s</i>, 99%<i>r</i>)

Materiaal c.q. proces	Dwarsligger NS90					
	Fase	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Baten en lasten buiten de systeemgrens: recycling klemveer 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	1,09	kg	Klemveer: staal: (1% s , 99%r)
Baten en lasten buiten de systeemgrens: recycling hout	D	0275-reD&Module D, houten balk, per kg NETTO geleverd (o.b.v. Sawnwood, beam, softwood, dried (u=10%), planed {RoW}) planing, beam, softwood, u=10% Cut-off, U)	NMD	0,072	kg	Verpakkingsmateriaal: Hout: (10% s , 85% v , 5%r)
Baten en lasten buiten de systeemgrens: vermeden energieproductie AVI hout	D	0268-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. HERNIEUWBARE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD	17,1	MJ	13,99 MJ/kg LHV, 85% AVI
Baten en lasten van afval uit A5	D	D Dwarsligger NS90	-	0,03	stuks	Baten en lasten van 3% afval uit A5.

3.2.2 Dwarsligger 14001/2

Productiefase (A1-A3)

De fases A1 tot en met A3 zijn opgesteld op basis van data van de producenten Spanbeton en de Meteor. Er zijn twee varianten van de dwarsligger berekend: een met porlandcement (CEM I) en een met hoogovencement (CEM III). Beide varianten zijn opgenomen in dezelfde onderstaande tabel. Het type cement heeft alleen effect op fase A1. Het railpad en bevestigingsmateriaal zijn eveneens opgenomen in Tabel 3. Bevestigingssysteem bestaat o.a. uit een rughellingplaat, kraagbouten en vlechtklem.

Aanlegfase (A4-A5)

Er is gerekend op basis van forfaitair transport (150km) per vrachtwagen. Het totale gewicht van dwarsligger inclusief bevestigingsmaterialen is 386,5 kg. Daarnaast is een forfaitaire 3% bouwafval gerekend om verliezen te ondervangen. Dwarsligger worden met een ombouw trein aangelegd. In de vorige CAT III LCA werd het gebruik vastgesteld op 0,14 L diesel per dwarsligger.

Gebruiksfase (B1-B7)

Er vindt geen onderhoud plaats gedurende de levensduur van de dwarsligger.

Sloop- en verwerkingsfase (C1-C4) + Baten en lasten buiten de systeemgrenzen (D)

Dwarsligger wordt verwijderd met eenzelfde ombouwtrein als waarmee is aangelegd. Het verwerken van de verschillende materialen van de dwarsligger is gebaseerd op forfaitaire scenario's. Het uitgangspunt is dat dwarsliggers na 45 jaar niet worden hergebruikt. Na einde levenscyclus wordt betonpuin gebroken tot betongranulaat. Als grof toeslagmateriaal in nieuw beton vervangt het betongranulaat riviergrind.

Tabel 3 Hoeveelheden en referentieprofielen 14-001/2 dwarsligger per stuk

Materiaal c.q. proces	Dwarsligger 14001/2					
	Fase	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Betonmortel – Variant 1 (CEM I)	A1	0165-fab&Betonmortel C55/67 (o.b.v. 0% CEM III en 100% CEM I), 2437 kg/m ³	NMD	347,5	kg	Variant 1 met portlandcement
Betonmortel – Variant 2 (CEM III)	A1	0165-fab&Betonmortel C55/67 (o.b.v. 100% CEM III en 0% CEM I), 2437 kg/m ³	NMD	347,5	kg	Variant 2 met hoogovencement
Wapeningsstaal	A1	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)	NMD3.3	9,79	kg	
Schroefhulzen	A1	0185-fab&Polyetheen, HDPE, geëxtrudeerd (o.b.v. Polyethylene, high density, granulate {GLO}) market for Cut-off, U & Extrusion, plastic pipes {GLO}) market for Cut-off, U)	NMD	0,59	kg	
Railpad	A1	0014-fab&EPDM, rubber, chloropreen, neoprene, styrene butadiene rubber - SBR (o.b.v. Synthetic rubber {GLO}) market for Cut-off, U)	NMD	0,84	kg	
Draadsteun en koppelstrip	A1	0198-fab&Polypropeen, PP, spuitgegoten (o.b.v. Polypropylene, granulate {GLO}) market for Cut-off, U + Injection moulding {GLO}) market for Cut-off, U)	NMD	0,11	kg	
Vlechtsklem, rughellinplaat, kraagbout	A1	0214-fab&Staal, ongelegeerd (o.b.v. Steel, unalloyed {GLO}) market for Cut-off, U; 100% primair, 0% secundair)	NMD	26,28	kg	
Vlechtsklem, rughellinplaat, kraagbout	A1	Hot rolling, steel {RER} processing Cut-off, U	NMD	26,28	kg	
Slijtwapening	A1	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)	NMD3.3	1,65	kg	
Verpakking	A1	0067-fab&Hout, zachthout, vuren, grenen, lariks, douglas (o.b.v. Sawnwood, softwood, dried (u=10%), planed {RER}) production Cut-off, U en 1 m ³ = 460 kg)	NMD	1,8	kg	

Materiaal c.q. proces	Dwarsligger 14001/2					
	Fase	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Transport naar producent	A2	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	NMD	58	tkm	gebaseerd op 150 km
Constructie	A3	0124-pro&1 kWh, uit stopcontact (o.b.v. Electricity, low voltage {NL}) market for Cut-off, U)	NMD	7,13	kWh	gebaseerd op input producenten, conservatieve waarde per m3 beton volgens producenten, 50kWh/m3 * 0,1426 m3 per stuk
Constructie	A3	0095-pro&Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) processing Cut-off, U)	NMD	0,0713	l	0,50 liter per m3 volgens producenten, 0,1426 m3 per stuk
Constructie	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	0,713	m ³	5 m3/m3, per m3 volgens producenten, 0,1426 m3 per stuk
Verlies in de vorm van productieafval	A3	A1-A2; C2-D	NMD	0,03	stuks	3% afval bij productie
Transport naar bouwplaats	A4	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	NMD	58	tkm	gebaseerd op 150 km
Constructie	A5	0095-pro&Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) processing Cut-off, U)	NMD	0,14	l	
Verlies in de vorm van bouwafval	A5	A1-A4; C2-C4	NMD	0,03	stuks	3% afval bij constructie
Sloop	C1	0095-pro&Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) processing Cut-off, U)	NMD	0,14	l	Gebruik ombouwtrein
Transport naar afvalverwerking	C2	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	NMD	58	tkm	Op basis van forfaitaire afstanden
Bewerking beton voor afvalverwerking	C3	0270-reC&Breken, per kg steenachtig (o.b.v. SBK Breken steenachtig MRPI)	NMD	347,5	kg	beton: (1% s , 99% rec)
Verbranden schroefhuizen	C3	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	0,472	kg	Rubber: (10% s , 85% v , 5% r)
Verbranden railpad	C3	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	0,672	kg	kunststof: (20% s , 80% v , 0% r).
Verbranden draadsteun en koppelstrip	C3	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	0,088	kg	kunststof: (20% s , 80% v , 0% r)
Verbranden verpakking	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	1,53	kg	Hout: (10% s , 85% v , 5% r)

Materiaal c.q. proces	Dwarsligger 14001/2					
	Fase	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Stort beton	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	3,48	kg	beton: (1% s , 99% rec)
Stort wapeningsstaal	C4	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD	0,4895	kg	staal: (5% s , 95%r)
Stort schroefhuizen	C4	0249-sto&Stort kunststoffen (o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 17% PVC, 21% PS en 20% mixture)	NMD	0,118	kg	stort kunststoffen aangehouden i.v.m. geen stortproces voor epdm. kunststof: 10% s , 5%r, 85%v).
Stort railpad	C4	0249-sto&Stort kunststoffen (o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 17% PVC, 21% PS en 20% mixture)	NMD	0,168	kg	kunststof: (20% s , 0%r, 80%v).
Stort draadsteun en koppelstrip	C4	0249-sto&Stort kunststoffen (o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 17% PVC, 21% PS en 20% mixture)	NMD	0,022	kg	kunststof: (20% s , 0%r, 80%v).
Stort vlechtklem, rughellinplaat, kraagbout	C4	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD	0,263	kg	staal: (1% s , 99%r)
Stort slijtwapening	C4	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD	0,0825	kg	staal: (5% s , 95%r)
Stort verpakking	C4	0245-sto&Stort hout, 'schoon' (o.b.v. Waste wood, untreated {Europe without Switzerland}) treatment of waste wood, untreated, sanitary landfill Cut-off, U)	NMD	0,18	kg	Hout: (10% s , 85%v, 5%r)
Baten en lasten buiten de systeemgrens: Recycling beton	D	0271-reD&Module D, grind, per kg NETTO geleverd granulaat/grind (vermeden: Gravel, round {RoW}) gravel and sand quarry operation Cut-off, U)	NMD	344	kg	beton: (1% s , 99% rec)
Baten en lasten buiten de systeemgrens: recycling wapeningsstaal	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	1,253	kg	Wapeningsstaal: (5% s , 95% r) 17,8% primair staal
Baten en lasten buiten de systeemgrens: vermeden energieproductie AVI schroefhuizen	D	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD	20	MJ	LHV is 42,47 MJ/kg, 80% naar AVI
Baten en lasten buiten de systeemgrens: vermeden	D	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD	18,28	MJ	LHV is 27,2 MJ/kg, 80% naar AVI

Materiaal c.q. proces	Dwarsligger 14001/2					
	Fase	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
energieproductie AVI railpad						
Baten en lasten buiten de systeemgrens: vermeden energieproductie AVI draadsteun en koppelstrip	D	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD	2,885	MJ	LHV PE is 32,78 MJ/kg, 80% AVI
Baten en lasten buiten de systeemgrens: recycling 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	26,02	kg	Vlechtsklem, rughellinplaat, kraagbout
Baten en lasten buiten de systeemgrens: recycling 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	0,2112	kg	Slijtwapening: (5% s , 95% r) 17,8% primair staal
Baten en lasten buiten de systeemgrens: recycling verpakking	D	0275-reD&Module D, houten balk, per kg NETTO geleverd (o.b.v. Sawnwood, beam, softwood, dried (u=10%), planed {RoW} planing, beam, softwood, u=10% Cut-off, U)	NMD	0,09	kg	Verpakking: (10% s , 85% v , 5% r)
Baten en lasten buiten de systeemgrens: vermeden energieproductie AVI verpakking	D	0268-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. HERNIEUWBARE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD	21,4	MJ	Verpakking: LHV is 13,99 MJ/kg, 85% AVI
Baten en lasten van afval uit A5	D	D Dwarsligger 14001/2	ProRail	0,03	stuks	Baten en lasten van 3% afval uit A5

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 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 juli 2020, NMD 3.2).
- 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.

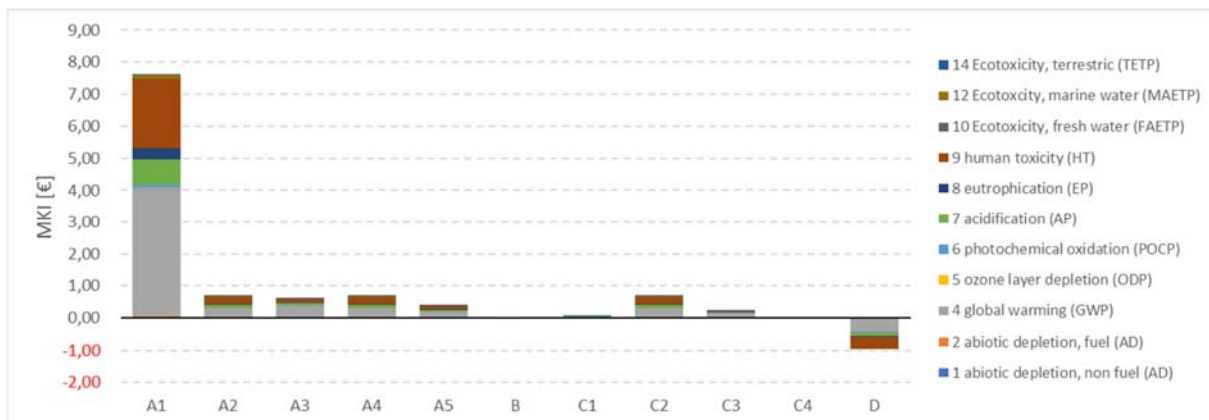
4.2 Gewogen resultaten

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 Bouwwerken, gebruikgemaakt van de Milieu Kosten Indicator (MKI) om de verschillende effectcategorieën te wegen tot één eindpunt. In Tabel 4 staan de uitkomsten als MKI-waarde voor het onderwerp van de analyse weergegeven. De uitgebreide gekarakteriseerde resultaten per levensfase zijn opgenomen in bijlage A.

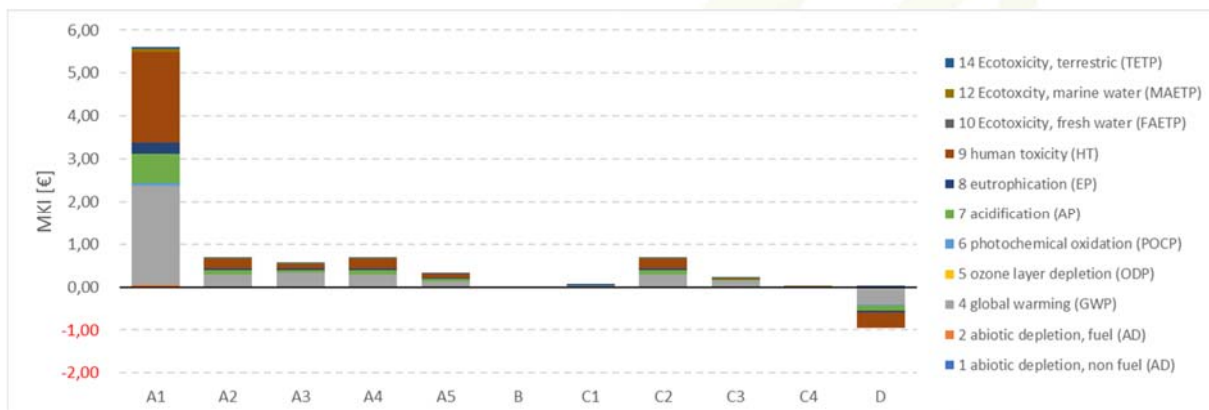
Tabel 4 Gewogen resultaat spoorballast

	NS90 – CEMI (incl. bevestigingsset)	NS90 – CEMIII (incl. bevestigingsset)	14-001/2 – CEMI (incl. bevestigingsset)	14-001/2 – CEMIII (incl. bevestigingsset)
	Per stuk	Per stuk	Per stuk	Per stuk
Totaal (MKI-waarde)	€ 9,98	€ 7,83	€ 14,23	€ 11,70
A1 Grondstoffen	€ 7,62	€ 5,60	€ 14,58	€ 12,04
A2 Transport naar producent	€ 0,68	€ 0,68	€ 0,90	€ 0,90
A3 Productie	€ 0,61	€ 0,55	€ 0,82	€ 0,82
A4 Transport naar werk	€ 0,68	€ 0,68	€ 0,90	€ 0,90
A5 Constructie	€ 0,38	€ 0,31	€ 0,61	€ 0,61
B1-7 Gebruiksfase	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
C1 Sloop	€ 0,06	€ 0,06	€ 0,06	€ 0,06
C2 Transport naar verwerking	€ 0,68	€ 0,68	€ 0,90	€ 0,90
C3 Afvalbewerking	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,26	€ 0,26
C4 Finale afvalverwerking	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,01	€ 0,01
D Baten- en lasten buiten de systeemgrens	-€ 0,94	-€ 0,94	-€ 4,81	-€ 4,81

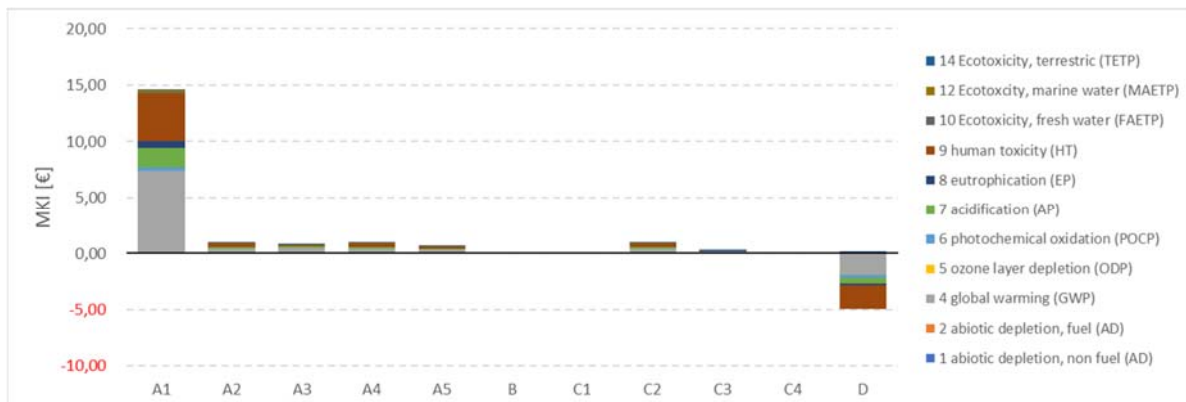
	Bevestigings-set NS90 (los)	Bevestigings-set 14-001/2 (los)
	Per set	Per set
Totaal (MKI-waarde)	€ 1,60	€ 4,06
A1 Grondstoffen	€ 2,68	€ 7,72
A2 Transport naar producent	€ 0,01	€ 0,06
A3 Productie	€ 0,04	€ 0,11
A4 Transport naar werk	€ 0,01	€ 0,06
A5 Constructie	€ 0,09	€ 0,25
B1-7 Gebruiksfase	€ 0,00	€ 0,00
C1 Sloop	€ 0,00	€ 0,00
C2 Transport naar verwerking	€ 0,01	€ 0,06
C3 Afvalbewerking	€ 0,15	€ 0,19
C4 Finale afvalverwerking	€ 0,00	€ 0,00
D Baten- en lasten buiten de systeemgrens	€ -1,40	€ -4,40



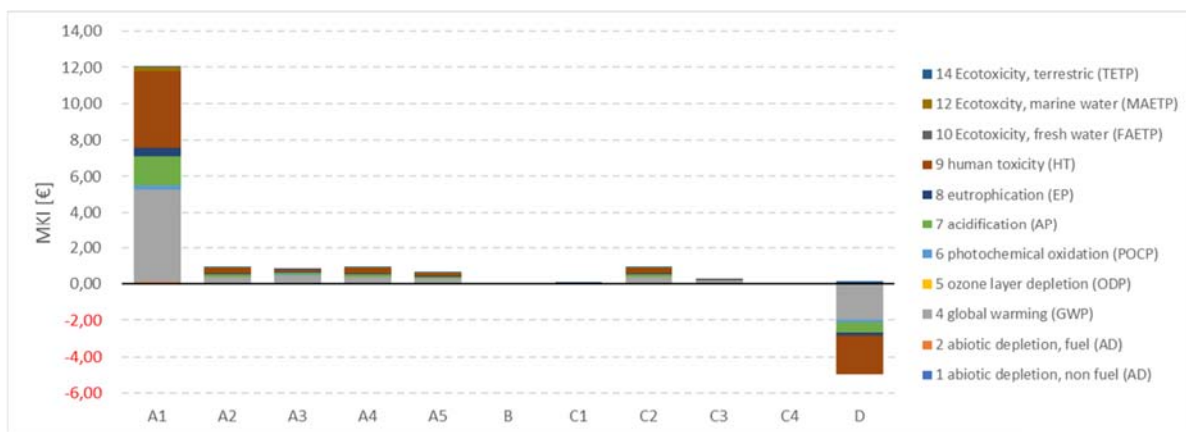
Figuur 2 Gewogen resultaten NS90 – CEM I naar levensfase en impact categorie



Figuur 3 Gewogen resultaten NS90 – CEM III naar levensfase en impact categorie



Figuur 4 Gewogen resultaten 14-001/2 – CEM I naar levensfase en impact categorie



Figuur 5 Gewogen resultaten 14-001/2 – CEM III naar levensfase en impact categorie

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+A2:2019 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, met wijzigingsbladen d.d. juli 2019 en d.d januari 2020
- [5] Processendatabase Nationale Milieudatabase (NMD) versie 3.2
- [6] Ecoinvent Database versie 3.5
- [7] SPC00021 v6

6 Bijlagen

6.1 Bijlage A Gekarakteriseerde resultaten per product

NS90 – CEM I

Tabel 5 Milieuprofiel NS90 – CEM I per stuk

Impact category	Eenheid	Totaal	A1	A2	A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	4,18E-03	3,89E-03	1,62E-05	1,21E-04	1,62E-05	1,22E-04	0,00E+00	1,55E-07	1,62E-05	6,84E-07	2,38E-08	-3,27E-06
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	4,67E-01	3,19E-01	4,25E-02	4,76E-02	4,25E-02	1,81E-02	0,00E+00	3,18E-03	4,25E-02	3,92E-03	2,90E-04	-5,27E-02
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	1,05E+02	8,10E+01	5,68E+00	7,44E+00	5,68E+00	3,72E+00	0,00E+00	4,60E-01	5,68E+00	3,14E+00	5,33E-02	-7,87E+00
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	6,26E-06	2,64E-06	1,06E-06	4,90E-07	1,06E-06	2,76E-07	0,00E+00	8,33E-08	1,06E-06	9,94E-08	7,02E-09	-5,17E-07
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	3,75E-02	3,67E-02	3,37E-03	1,79E-03	3,37E-03	1,93E-03	0,00E+00	4,66E-04	3,37E-03	3,58E-04	2,76E-05	-1,38E-02
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	2,79E-01	1,98E-01	2,46E-02	1,78E-02	2,46E-02	1,23E-02	0,00E+00	3,49E-03	2,46E-02	3,12E-03	1,52E-04	-2,92E-02
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	5,88E-02	3,98E-02	4,96E-03	3,88E-03	4,96E-03	2,56E-03	0,00E+00	7,85E-04	4,96E-03	7,06E-04	3,63E-05	-3,83E-03
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	2,94E+01	2,38E+01	2,33E+00	1,24E+00	2,33E+00	1,13E+00	0,00E+00	1,66E-01	2,33E+00	2,45E-01	1,00E-02	-4,17E+00
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	6,44E-01	3,42E-01	6,77E-02	2,77E-02	6,77E-02	2,00E-02	0,00E+00	2,31E-03	6,77E-02	1,45E-02	1,42E-03	3,32E-02
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	2,11E+03	1,16E+03	2,41E+02	1,00E+02	2,41E+02	6,85E+01	0,00E+00	7,78E+00	2,41E+02	3,31E+01	1,95E+00	8,55E+00
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	8,22E-01	4,43E-01	8,03E-03	4,15E-02	8,03E-03	1,56E-02	0,00E+00	2,74E-04	8,03E-03	1,61E-03	2,56E-05	2,96E-01
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	6,68E+01	7,60E+01	9,30E-01	7,16E+00	9,30E-01	2,63E+00	0,00E+00	3,89E-02	9,30E-01	4,74E-01	5,86E-03	-2,23E+01
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	9,44E+02	5,98E+02	9,43E+01	9,51E+01	9,43E+01	3,67E+01	0,00E+00	7,13E+00	9,43E+01	8,15E+00	6,47E-01	-8,44E+01
104. Water, fresh water use (m3)	m3	3,92E-01	6,80E-01	1,68E-02	4,97E-02	1,68E-02	2,45E-02	0,00E+00	9,22E-04	1,68E-02	6,47E-03	6,33E-04	-4,21E-01
106 Waste, hazardous (kg)	kg	1,96E-03	2,30E-03	5,64E-05	2,11E-04	5,64E-05	8,37E-05	0,00E+00	3,00E-06	5,64E-05	1,45E-05	4,19E-07	-8,19E-04
105 Waste, non hazardous (kg)	kg	2,86E+01	6,87E+00	5,40E+00	7,92E-01	5,40E+00	8,55E-01	0,00E+00	7,16E-03	5,40E+00	8,91E-01	3,49E+00	-5,02E-01
107 Waste, radioactive (kg)	kg	3,29E-03	1,14E-03	5,97E-04	2,26E-04	5,97E-04	1,43E-04	0,00E+00	4,67E-05	5,97E-04	3,51E-05	3,96E-06	-9,57E-05

NS90 – CEM III

Tabel 6 Milieuprofiel NS90 – CEM III per stuk

Impact category	Eenheid	Totaal	A1	A2	A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	2,18E-04	1,56E-04	1,62E-05	9,07E-06	1,62E-05	6,59E-06	0,00E+00	1,55E-07	1,62E-05	6,84E-07	2,38E-08	-3,27E-06
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	4,11E-01	2,66E-01	4,25E-02	4,61E-02	4,25E-02	1,65E-02	0,00E+00	3,18E-03	4,25E-02	3,92E-03	2,90E-04	-5,27E-02
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	6,86E+01	4,67E+01	5,68E+00	6,41E+00	5,68E+00	2,66E+00	0,00E+00	4,60E-01	5,68E+00	3,14E+00	5,33E-02	-7,87E+00
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	6,23E-06	2,61E-06	1,06E-06	4,89E-07	1,06E-06	2,75E-07	0,00E+00	8,33E-08	1,06E-06	9,94E-08	7,02E-09	-5,17E-07
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	3,32E-02	3,26E-02	3,37E-03	1,67E-03	3,37E-03	1,81E-03	0,00E+00	4,66E-04	3,37E-03	3,58E-04	2,76E-05	-1,38E-02
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	2,49E-01	1,69E-01	2,46E-02	1,69E-02	2,46E-02	1,14E-02	0,00E+00	3,49E-03	2,46E-02	3,12E-03	1,52E-04	-2,92E-02
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	4,82E-02	2,97E-02	4,96E-03	3,58E-03	4,96E-03	2,25E-03	0,00E+00	7,85E-04	4,96E-03	7,06E-04	3,63E-05	-3,83E-03
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	2,88E+01	2,33E+01	2,33E+00	1,22E+00	2,33E+00	1,12E+00	0,00E+00	1,66E-01	2,33E+00	2,45E-01	1,00E-02	-4,17E+00
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	6,20E-01	3,19E-01	6,77E-02	2,70E-02	6,77E-02	1,93E-02	0,00E+00	2,31E-03	6,77E-02	1,45E-02	1,42E-03	3,32E-02
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	1,79E+03	8,66E+02	2,41E+02	9,15E+01	2,41E+02	5,93E+01	0,00E+00	7,78E+00	2,41E+02	3,31E+01	1,95E+00	8,55E+00
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	8,01E-01	4,23E-01	8,03E-03	4,09E-02	8,03E-03	1,50E-02	0,00E+00	2,74E-04	8,03E-03	1,61E-03	2,56E-05	2,96E-01
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	6,43E+01	7,36E+01	9,30E-01	7,09E+00	9,30E-01	2,56E+00	0,00E+00	3,89E-02	9,30E-01	4,74E-01	5,86E-03	-2,23E+01
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	8,74E+02	5,31E+02	9,43E+01	9,31E+01	9,43E+01	3,46E+01	0,00E+00	7,13E+00	9,43E+01	8,15E+00	6,47E-01	-8,44E+01
104. Water, fresh water use (m3)	m3	3,41E-01	6,32E-01	1,68E-02	4,82E-02	1,68E-02	2,31E-02	0,00E+00	9,22E-04	1,68E-02	6,47E-03	6,33E-04	-4,21E-01
106 Waste, hazardous (kg)	kg	1,28E-03	1,66E-03	5,64E-05	1,92E-04	5,64E-05	6,39E-05	0,00E+00	3,00E-06	5,64E-05	1,45E-05	4,19E-07	-8,19E-04
105 Waste, non hazardous (kg)	kg	2,83E+01	6,61E+00	5,40E+00	7,85E-01	5,40E+00	8,47E-01	0,00E+00	7,16E-03	5,40E+00	8,91E-01	3,49E+00	-5,02E-01
107 Waste, radioactive (kg)	kg	3,29E-03	1,14E-03	5,97E-04	2,26E-04	5,97E-04	1,43E-04	0,00E+00	4,67E-05	5,97E-04	3,51E-05	3,96E-06	-9,57E-05

14-002 – CEM I

Tabel 7 Milieuprofiel 14-001/2 – CEM I per stuk

Impact category	Eenheid	Totaal	A1	A2	A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	5,22E-03	4,83E-03	2,16E-05	1,51E-04	2,16E-05	1,52E-04	0,00E+00	1,55E-07	2,16E-05	1,19E-06	3,25E-08	1,49E-05
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	7,70E-01	7,34E-01	5,67E-02	6,50E-02	5,67E-02	3,24E-02	0,00E+00	3,18E-03	5,67E-02	5,38E-03	3,97E-04	-2,41E-01
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	1,51E+02	1,46E+02	7,57E+00	9,88E+00	7,57E+00	5,94E+00	0,00E+00	4,60E-01	7,57E+00	3,85E+00	7,02E-02	-3,85E+01
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	1,04E-05	6,74E-06	1,41E-06	6,86E-07	1,41E-06	4,39E-07	0,00E+00	8,33E-08	1,41E-06	1,67E-07	9,61E-09	-1,97E-06
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	5,91E-02	1,22E-01	4,49E-03	2,54E-03	4,49E-03	4,61E-03	0,00E+00	4,66E-04	4,49E-03	4,89E-04	3,73E-05	-8,40E-02
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	4,42E-01	4,34E-01	3,28E-02	2,49E-02	3,28E-02	2,03E-02	0,00E+00	3,49E-03	3,28E-02	4,25E-03	2,08E-04	-1,43E-01
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	8,33E-02	6,86E-02	6,61E-03	5,15E-03	6,61E-03	3,62E-03	0,00E+00	7,85E-04	6,61E-03	9,17E-04	4,90E-05	-1,56E-02
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	3,69E+01	4,71E+01	3,10E+00	1,53E+00	3,10E+00	1,92E+00	0,00E+00	1,66E-01	3,10E+00	3,75E-01	1,36E-02	-2,35E+01
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,42E+00	7,68E-01	9,02E-02	5,23E-02	9,02E-02	3,55E-02	0,00E+00	2,31E-03	9,02E-02	1,44E-02	1,86E-03	2,77E-01
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	3,97E+03	2,41E+03	3,21E+02	1,64E+02	3,21E+02	1,15E+02	0,00E+00	7,78E+00	3,21E+02	4,37E+01	2,59E+00	2,65E+02
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	2,90E+00	7,67E-01	1,07E-02	1,06E-01	1,07E-02	2,75E-02	0,00E+00	2,74E-04	1,07E-02	2,19E-03	3,47E-05	1,96E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	1,10E+02	1,17E+02	1,24E+00	9,77E+00	1,24E+00	3,99E+00	0,00E+00	3,89E-02	1,24E+00	6,91E-01	7,95E-03	-2,52E+01
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	1,56E+03	1,31E+03	1,26E+02	1,30E+02	1,26E+02	6,21E+01	0,00E+00	7,13E+00	1,26E+02	1,11E+01	8,85E-01	-3,40E+02
104. Water, fresh water use (m3)	m3	9,03E-01	1,34E+00	2,23E-02	7,41E-02	2,23E-02	4,56E-02	0,00E+00	9,22E-04	2,23E-02	9,23E-03	8,66E-04	-6,32E-01
106 Waste, hazardous (kg)	kg	2,81E-03	6,98E-03	7,52E-05	2,72E-04	7,52E-05	2,28E-04	0,00E+00	3,00E-06	7,52E-05	1,94E-05	5,73E-07	-4,92E-03
105 Waste, non hazardous (kg)	kg	4,37E+01	1,59E+01	7,20E+00	1,20E+00	7,20E+00	1,35E+00	0,00E+00	7,16E-03	7,20E+00	1,11E+00	4,80E+00	-2,34E+00
107 Waste, radioactive (kg)	kg	5,67E-03	2,82E-03	7,96E-04	3,27E-04	7,96E-04	2,14E-04	0,00E+00	4,67E-05	7,96E-04	4,73E-05	5,43E-06	-1,82E-04

14-002 – CEM III

Tabel 8 Milieuprofiel 14-001/2 – CEM III per stuk

Impact category	Eenheid	Totaal	A1	A2	A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	5,38E-04	1,55E-04	2,16E-05	1,51E-04	2,16E-05	1,52E-04	0,00E+00	1,55E-07	2,16E-05	1,19E-06	3,25E-08	1,49E-05
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	7,03E-01	6,68E-01	5,67E-02	6,50E-02	5,67E-02	3,24E-02	0,00E+00	3,18E-03	5,67E-02	5,38E-03	3,97E-04	-2,41E-01
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	1,08E+02	1,03E+02	7,57E+00	9,88E+00	7,57E+00	5,94E+00	0,00E+00	4,60E-01	7,57E+00	3,85E+00	7,02E-02	-3,85E+01
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	1,04E-05	6,70E-06	1,41E-06	6,86E-07	1,41E-06	4,39E-07	0,00E+00	8,33E-08	1,41E-06	1,67E-07	9,61E-09	-1,97E-06
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	5,41E-02	1,16E-01	4,49E-03	2,54E-03	4,49E-03	4,61E-03	0,00E+00	4,66E-04	4,49E-03	4,89E-04	3,73E-05	-8,40E-02
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	4,06E-01	3,98E-01	3,28E-02	2,49E-02	3,28E-02	2,03E-02	0,00E+00	3,49E-03	3,28E-02	4,25E-03	2,08E-04	-1,43E-01
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	7,08E-02	5,60E-02	6,61E-03	5,15E-03	6,61E-03	3,62E-03	0,00E+00	7,85E-04	6,61E-03	9,17E-04	4,90E-05	-1,56E-02
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	3,62E+01	4,64E+01	3,10E+00	1,53E+00	3,10E+00	1,92E+00	0,00E+00	1,66E-01	3,10E+00	3,75E-01	1,36E-02	-2,35E+01
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,39E+00	7,40E-01	9,02E-02	5,23E-02	9,02E-02	3,55E-02	0,00E+00	2,31E-03	9,02E-02	1,44E-02	1,86E-03	2,77E-01
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	3,60E+03	2,03E+03	3,21E+02	1,64E+02	3,21E+02	1,15E+02	0,00E+00	7,78E+00	3,21E+02	4,37E+01	2,59E+00	2,65E+02
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	2,87E+00	7,42E-01	1,07E-02	1,06E-01	1,07E-02	2,75E-02	0,00E+00	2,74E-04	1,07E-02	2,19E-03	3,47E-05	1,96E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	1,07E+02	1,14E+02	1,24E+00	9,77E+00	1,24E+00	3,99E+00	0,00E+00	3,89E-02	1,24E+00	6,91E-01	7,95E-03	-2,52E+01
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	1,48E+03	1,23E+03	1,26E+02	1,30E+02	1,26E+02	6,21E+01	0,00E+00	7,13E+00	1,26E+02	1,11E+01	8,85E-01	-3,40E+02
104. Water, fresh water use (m3)	m3	8,43E-01	1,28E+00	2,23E-02	7,41E-02	2,23E-02	4,56E-02	0,00E+00	9,22E-04	2,23E-02	9,23E-03	8,66E-04	-6,32E-01
106 Waste, hazardous (kg)	kg	2,01E-03	6,18E-03	7,52E-05	2,72E-04	7,52E-05	2,28E-04	0,00E+00	3,00E-06	7,52E-05	1,94E-05	5,73E-07	-4,92E-03
105 Waste, non hazardous (kg)	kg	4,33E+01	1,56E+01	7,20E+00	1,20E+00	7,20E+00	1,35E+00	0,00E+00	7,16E-03	7,20E+00	1,11E+00	4,80E+00	-2,34E+00
107 Waste, radioactive (kg)	kg	5,67E-03	2,82E-03	7,96E-04	3,27E-04	7,96E-04	2,14E-04	0,00E+00	4,67E-05	7,96E-04	4,73E-05	5,43E-06	-1,82E-04