

LCA Rapportage categorie 3 data Nationale Milieudatabase

Spoorballast

Datum rapportage:	17 februari 2021
Versie rapportage:	1.0
Datum publicatie in de NMD:	n.t.b.
Versie Bepalingsmethode:	1.0 met wijzigingsblad oktober 2020
Versie Ecoinvent database:	3.5
Opdrachtgever:	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 Spoorballast	9
4 Resultaten	13
4.1 Berekening milieuprofiel	13
4.2 Gewogen resultaten	13
5 Referenties	15
6 Bijlagen	16
6.1 Bijlage A Gekarakteriseerde resultaten per product	16

1 Inleiding

Deze LCA -rapportage beschrijft de uitgangspunten en resultaten voor de categorie 3 data van spoorballast 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 is een milieuprofiel opgesteld van spoorballast. 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 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 + A1:2013 + 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
- Ecolnvent database versie 3.5

2.2 Scope

Dit LCA-rapport omvat het volgende product:

- Spoorballast (fractie: 31,5 tot 50 mm)

2.2.1 Functionele eenheid

De functionele eenheid betreft één ton ballast, met een levensduur van 35 jaar.

2.3 Productbeschrijving

Spoorballast

Ballast heeft als functie het dragen van spoorstaven en dwarsliggers, en het bieden van weerstand aan horizontale krachten van exploitatie van het spoor. Voor de ballast zoals beschreven in deze LCA wordt uitgegaan van een gangbare korrelgradatie van 31,5 tot 50 mm. De levensduur van ballast is gemiddeld 35 jaar (BID00020) en gedurende de levensduur is onderhoud vereist.

Ballast wordt in de meeste gevallen niet volledig verwijderd na de levensduur. In plaats daarvan wordt het na 35 jaar terplekke gesorteerd en wordt 50% direct weer teruggeplaatst. Dit wordt aangevuld met nieuw ballast. Voor deze LCA wordt het zogenoemde horren als sloopfase gezien waarbij 50% van de ballast direct hergebruikt wordt.

2.4 Systeemgrenzen

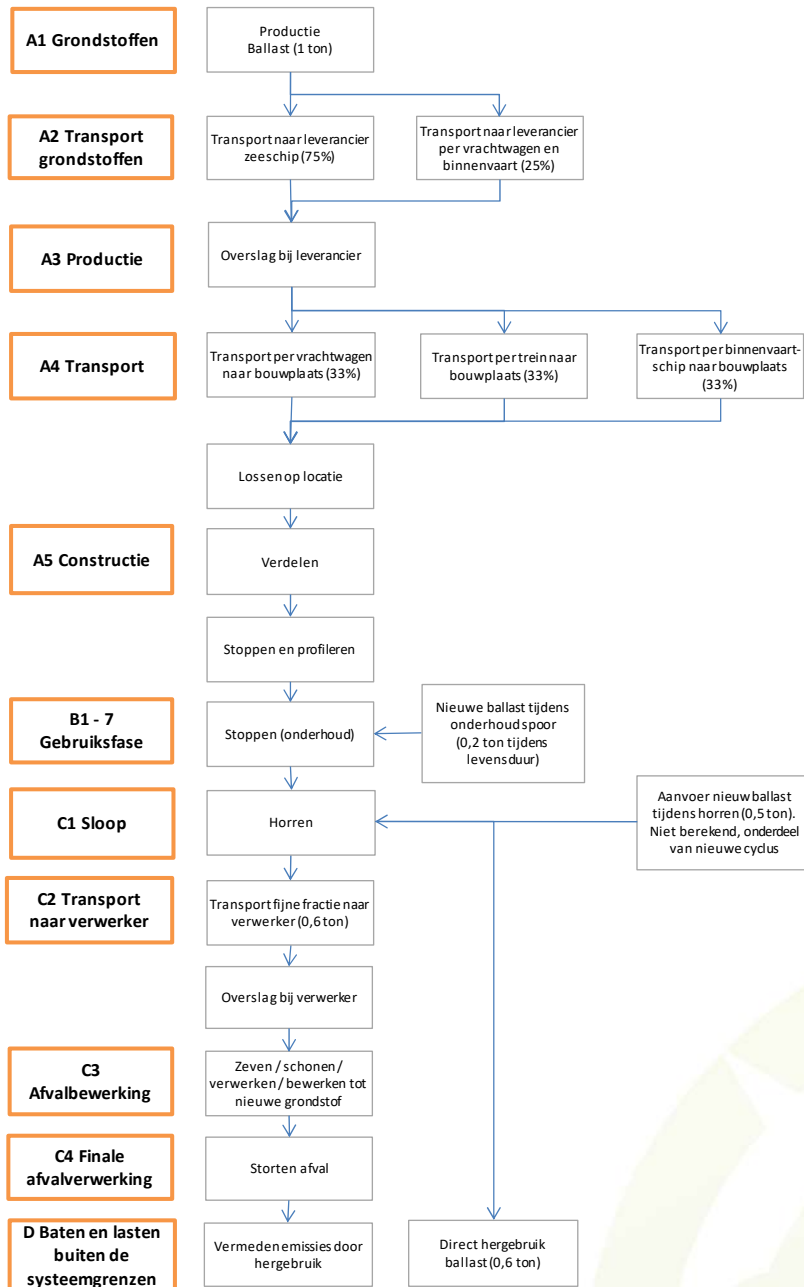
De processen die binnen de LCA worden bekeken zijn afgebakend met zogenaamde systeemgrenzen. De systeemgrenzen bepalen welke fasen en processen van de levenscyclus worden meegenomen in de LCA. In Tabel 1, volgend uit de *EN 15804* en de *Bepalingsmethode*, staat vastgelegd welke informatie er per levenscyclusfase 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	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
Cradle-to-cradle	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 spoorballast

3 Levenscyclusinventarisatie (LCI)

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

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 wordt per deelproduct aangegeven welke materialen, processen en referenties gehanteerd zijn.

3.2.1 Spoorballast

De onderdelen A1 tot en met C1 zijn opgesteld op basis van de documenten Productspecificatie steenslag[7] en Emissie-Inventarisatie transport ballast aanleg nieuwspoor[8]. Daarnaast is er contact geweest met de heer De Bock van de Hoop in Terneuzen, leverancier van bouwmaterialen. Transport en afvalscenario's (C2 t/m C4) van het deel van de ballast wat wordt afgevoerd zijn berekend op basis van forfaitaire waarde uit de Bepalingsmethode. Er is contact geweest met Gerald Olde Monnikhof van ProRail over het onderhoud en de kwaliteit van ballast na de gebruiksfase, de in module D gebruikte grondstofequivalenten zijn hierop gebaseerd.

Productiefase (A1-A3)

Winning van ballast wordt berekend met een generiek profiel voor steenslag. A2 transport afstanden zijn gebaseerd op informatie van leveranciers, waarbij uitgegaan is van een verdeling van 75% uit Noorwegen en 25% uit België. Overslag bij leverancier is gebaseerd op een kraan die 600m³/h verwerkt en 40L/h verbruikt. $600\text{m}^3 = 600 \times 3650 / 2150 = 1018,6 \text{ t}$. 1 ton verwerken kost dan $1 \times 40 / 1018,6 = 0,039 \text{ L}$ brandstof per ton. Dit is afgerond naar 0,04 L diesel.

Aanlegfase (A4-A5)

Transport op basis van forfaitaire afstanden. Ballast wordt op meerdere manieren aangevoerd afhankelijk van locatie en leverancier. Daarom is de forfaitaire afstand (150km) gesplitst over drie vervoerswijzen: vrachtwagen, trein, binnenvaartschip. Ballast wordt gestopt en geprofileerd in de baan. De oorspronkelijke beraming (CATIII profielen) voor het brandstof verbruik van deze handelingen was 0,044 liter per ton, omdat de aanname bij het profiel wissels hoger lag is dit verhoogd naar 0,1.

Gebruiksfase (B1-B7)

Tijdens de levensduur wordt de ballast onderhouden, hierbij wordt de ballast eens per anderhalf jaar aangevuld. De vakterm voor dit proces is 'stoppen'. Verbruik van stopmachine is 50L/h, De werksnelheid is 600m/h, 1 meter stoppen is dan 0,08 liter diesel. Snelheid ballastafwerkmachine 15000m/h (verbruik per meter verwaarloosbaar). 1000 meter spoor = 3650 ton ballast. 1 ton ballast = 0,274 meter spoor (x 2 voor 2 gangen = 0,548 meter). Het verbruik per ton ballast is dan $0,548 \times 0,08 = 0,044 \text{ L}$ diesel. Er is aangenomen dat elke 1,5 jaar wordt gestopt over de levensduur van 35 jaar. Brandstofverbruik voor stoppen gedurende de hele levensduur is afgerond naar 1L diesel. In totaal wordt circe 0,2 ton ballast toegevoegd d.m.v. stoppen. Er wordt geen ballast afgevoerd gedurende de levensduur.

Sloop- en verwerkingsfase (C1-C4)

Ballast wordt zelden volledig verwijderd. Na 35 wordt de ballast verwijderd en terplekke gezeefd. Hiervan wordt de helft (0,6 ton) direct weer ingezet als ballast en aangevuld met nieuw ballast. Het gedeelte wat te klein geworden is wordt afgevoerd. Dit proces wordt eens per 35 jaar herhaald. Het

zogenoemde horren wordt opgenomen in deze fase. De ballast die wordt hergebruikt is verrekend in module D. Ballast wordt gezeefd, gewassen en verwerkt (brandstofverbruik 0,23 L/ton) om het geschikt te maken voor een volgende toepassing als o.a. dijklichaam en fundatiemateriaal voor wegenbouw. Hierbij komt een verontreinigde slibfractie vrij welke in C4 wordt gestort.

Baten en lasten buiten de systeemgrenzen (D)

De helft van het ballast toegevoegd in fase A1 en B2 wordt direct met dezelfde kwaliteit hergebruikt. De andere helft wordt toegepast als toeslagmateriaal of fundatiemateriaal voor wegenbouw en dijklichamen.

Tabel 2 Hoeveelheden en referentieprofielen spoorballast per ton

Materiaal c.q. proces	Spoorballast					
	Fase	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Steenslag	A1	0205-fab&Steenslag, groeve (NVLB: A3) (o.b.v. uitsluitend Diesel, burned in building machine {GLO}) processing Cut-off, U)	NMD	1	ton	
Transport per zeeschip	A2	0290-tra&Transport, vrachtschip, zee (o.b.v. Transport, freight, sea, transoceanic ship {GLO}) market for Cut-off, U)	NMD	750	tkm	T1 aaname 1000 km (0,75 ton vanuit Noorwegen) (75%)
Transport per vrachtwagen	A2	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	NMD	31,3	tkm	T2 aaname 250 km (0,25 ton vanuit België) (25%) waarvan 50% met vrachtwagen en 50% met schip
Transport per binnenvaartschip	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	31,3	tkm	Aaname 250 km
Overslag bij leverancier	A2	0095-pro&Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) processing Cut-off, U)	NMD	0,04	l	
Handling	A3	0095-pro&Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) processing Cut-off, U)	NMD	0,04	l	Overslag bij leverancier
Transport per binnenvaartschip	A4	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	50	tkm	1/3 van 150 km
Transport per vrachttrein	A4	0133-tra&Transport, vrachttrein (o.b.v. Transport, freight train {Europe without Switzerland}) market for Cut-off, U)	NMD	50	tkm	1/3 van 150 km
Transport per vrachtwagen	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	tkm	1/3 van 150 km
Lossen op project	A4	0095-pro&Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) processing Cut-off, U)	NMD	0,04	tkm	

Materiaal c.q. proces	Spoorballast					
	Fase	Milieu-profiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Verwerken ballast	A5	0095-pro&Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) processing Cut-off, U)	NMD	0,04	l	
Stoppen en profileren	A5	0095-pro&Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) processing Cut-off, U)	NMD	0,1	l	Oorspronkelijke beraming (CATIII profielen was 0,044 liter per ton, omdat de aanname bij het profiel wissels hoger lag is dit verhoogt naar 0,1 (schatting SGS)
Stoppen t.b.v. onderhoud	B2	0095-pro&Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) processing Cut-off, U)	NMD	1	l	Aanname iedere 1,5 jaar 0,04 diesel voor stoppen (afgerond naar 1 over de gehele levensduur)
Onderhoud in levensduur	B2	A1 t/m A4	-	0,2	ton	
Slopen	C1	0095-pro&Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) processing Cut-off, U)	NMD	0,075	l	Komt uit oorspronkelijke cat 3 profielen 0,075 diesel voor het horren
Ballast in depot deponeren	C2	0095-pro&Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) processing Cut-off, U)	NMD	0,04	l	
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	20	tkm	0,6 ton wordt afgevoerd, 100 km 1/3 per vrachtwagen
Transport naar afvalverwerking	C2	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	20	tkm	100 km. 1/3 gaat via schip
Transport naar afvalverwerking	C2	0133-tra&Transport, vrachttrein (o.b.v. Transport, freight train {Europe without Switzerland}) market for Cut-off, U)	NMD	20	tkm	100 km. 1/3 gaat via trein
Zeven, schonen, verwerken, bewerken	C3	0095-pro&Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) processing Cut-off, U)	NMD	0,138	l	Brandstofverbruik 0,23 L/ton
Stort spoorballast	C4	0247-sto&Stort inert afval (o.b.v. Inert waste, for final disposal {RoW}) treatment of inert waste, inert material landfill Cut-off, U) fijn-/grofkeramisch, grind, kalkzandsteen, schelpen, zand	NMD	0,03	ton	5% verontreinigd materiaal wordt gestort volgens opgave ProRail
Hergebruik ballast	D	A1-A5	NMD	0,6 (per module)	ton	50% van wat is toegevoegd in A1 en B, wordt met de zelfde kwaliteit direct op locatie hergebruikt.
Baten en lasten buiten de systeemgrens: grind	D	0193-fab&Grind (o.b.v. Gravel, round {RoW}) market for gravel, round Cut-off, U)	NMD	0,285	ton	Overige 50% kan voor de helft toegepast worden als toeslag in beton en asfalt (95% aangehouden i.v.m. 5% stort)

Materiaal c.q. proces	Spoorballast					
	Fase	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Baten en lasten buiten de systeemgrens: betongranulaat	D	0157-fab&Betongranulaat (= 0-waarden want 'vrij van milieulast')	NMD	0,285	ton	Overige 50% kan voor de helft toegepast worden als toeslag als betongranulaat (lage kwaliteit, vermijd geen materiaal) (95% aangehouden i.v.m. 5% stort)

4 Resultaten

4.1 Berekening milieuprofiel

In deze LCA zijn de volgende rekenprocedures toegepast:

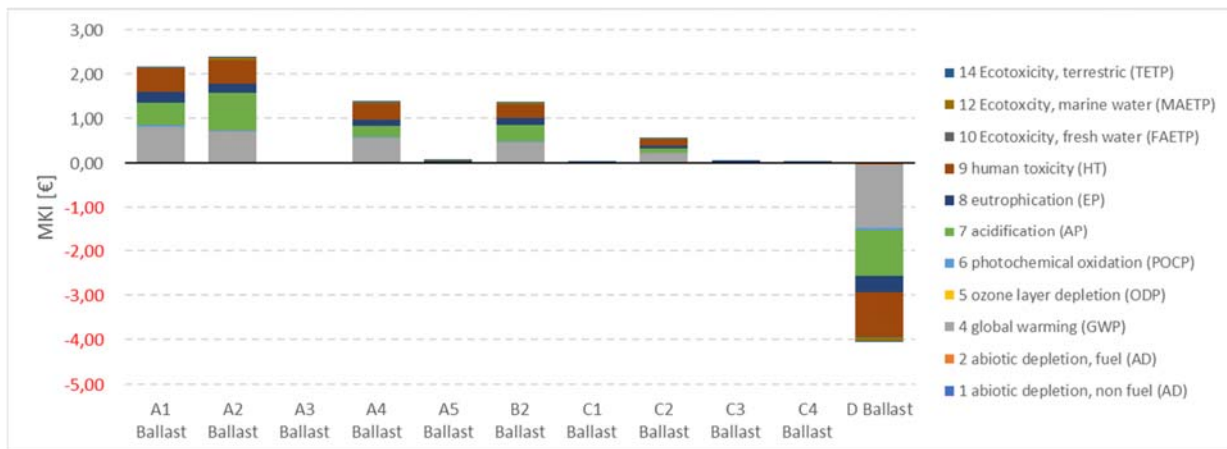
- De berekeningen in deze LCA zijn gemaakt volgens de eisen en richtlijnen van NEN-EN 15804 en de Bepalingsmethode Milieuprestaties Bouwwerken.
- De milieuingrepen zijn berekend met de methoden die zijn omschreven in NEN-EN 15804 aangevuld met karakterisatiefactoren uit de CML-VLCA-rekenmethode (versie 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 3 staan de uitkomsten als MKI-waarde voor het onderwerp van de analyse weergegeven. De uitgebreide gekarakteriseerde resultaten per levensfase zijn, in twee sets, conform bepalingmethode, opgenomen in bijlage A.

Tabel 3 Gewogen resultaat spoorballast

	Spoorballast
	Per ton
Totaal (MKI-waarde)	€ 4,00
A1 Grondstoffen	€ 2,16
A2 Transport naar producent	€ 2,37
A3 Productie	€ 0,02
A4 Transport naar werk	€ 1,39
A5 Constructie	€ 0,06
B1-7 Gebruiksfase	€ 1,35
C1 Sloop	€ 0,03
C2 Transport naar verwerking	€ 0,57
C3 Afvalbewerking	€ 0,06
C4 Finale afvalverwerking	€ 0,02
D Baten- en lasten buiten de systeemgrens	€ -4,03



Figuur 2 Gewogen resultaten 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 Bouwwerken versie 1.0, juli 2020
- [5] Processendatabase Nationale Milieudatabase (NMD) versie 3.2
- [6] Ecoinvent Database versie 3.5
- [7] Productspecificatie steenslag ten behoeve van ballast 1-10-2007
- [8] Emissie-Inventarisatie transport ballast aanleg nieuw spoor, Strukton, 19-11-2009

6 Bijlagen

6.1 Bijlage A Gekarakteriseerde resultaten per product

Spoorballast

Tabel 4 Milieuprofiel set 1 spoorballast per ton

Impact category	Eenheid	Totaal	A1	A2	A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	2,02E-05	5,48E-06	1,44E-05	4,43E-08	2,39E-05	1,55E-07	5,08E-06	8,31E-08	9,58E-06	1,53E-07	1,78E-07	-3,88E-05
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,00E-01	1,12E-01	9,93E-02	9,09E-04	8,10E-02	3,18E-03	6,53E-02	1,70E-03	3,30E-02	3,14E-03	2,32E-03	-2,02E-01
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	2,84E+01	1,62E+01	1,41E+01	1,31E-01	1,14E+01	4,60E-01	9,38E+00	2,46E-01	4,62E+00	4,53E-01	1,58E-01	-2,88E+01
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	5,05E-06	2,94E-06	2,36E-06	2,38E-08	1,89E-06	8,33E-08	1,66E-06	4,46E-08	7,72E-07	8,22E-08	5,71E-08	-4,86E-06
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	2,52E-02	1,65E-02	1,26E-02	1,33E-04	7,03E-03	4,66E-04	9,17E-03	2,50E-04	2,89E-03	4,59E-04	1,73E-04	-2,45E-02
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	2,62E-01	1,23E-01	2,07E-01	9,97E-04	6,25E-02	3,49E-03	9,12E-02	1,87E-03	2,56E-02	3,44E-03	1,19E-03	-2,59E-01
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	4,45E-02	2,77E-02	2,22E-02	2,24E-04	1,29E-02	7,85E-04	1,56E-02	4,20E-04	5,30E-03	7,74E-04	2,26E-04	-4,17E-02
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	1,08E+01	5,85E+00	5,99E+00	4,73E-02	4,28E+00	1,66E-01	3,56E+00	8,87E-02	1,74E+00	1,63E-01	6,89E-02	-1,12E+01
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	2,04E-01	8,15E-02	1,27E-01	6,59E-04	1,07E-01	2,31E-03	5,83E-02	1,24E-03	4,31E-02	2,28E-03	1,67E-03	-2,20E-01
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	7,53E+02	2,75E+02	5,32E+02	2,22E+00	3,78E+02	7,78E+00	2,17E+02	4,17E+00	1,53E+02	7,67E+00	5,85E+00	-8,30E+02
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	2,83E-02	9,68E-03	1,99E-02	7,83E-05	1,74E-02	2,74E-04	7,89E-03	1,47E-04	6,99E-03	2,70E-04	1,72E-04	-3,45E-02
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	5,75E+00	1,37E+00	3,91E+00	1,11E-02	4,68E+00	3,89E-02	1,34E+00	2,09E-02	1,88E+00	3,84E-02	3,98E-02	-7,58E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	4,49E+02	2,52E+02	2,20E+02	2,04E+00	1,82E+02	7,13E+00	1,46E+02	3,82E+00	7,39E+01	7,03E+00	5,17E+00	-4,49E+02
104. Water, fresh water use (m3)	m3	-3,13E-01	3,26E-02	4,29E-02	2,63E-04	4,69E-02	9,22E-04	2,17E-02	4,94E-04	1,89E-02	9,09E-04	5,08E-03	-4,84E-01
106 Waste, hazardous (kg)	kg	1,09E-04	1,06E-04	1,28E-04	8,56E-07	1,39E-04	3,00E-06	6,84E-05	1,61E-06	5,60E-05	2,95E-06	3,26E-06	-4,00E-04
105 Waste, non hazardous (kg)	kg	3,65E+01	2,53E-01	4,13E+00	2,05E-03	6,73E+00	7,16E-03	9,28E-01	3,84E-03	2,69E+00	7,06E-03	3,00E+01	-8,24E+00
107 Waste, radioactive (kg)	kg	2,90E-03	1,65E-03	1,37E-03	1,33E-05	1,13E-03	4,67E-05	9,39E-04	2,50E-05	4,60E-04	4,60E-05	3,22E-05	-2,81E-03

Tabel 5 Milieuprofiel set 2 spoorballast per ton

Impact category	Eenheid	Totaal	A1	A2	A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
Climate change	kg CO2 eq	2,87E+01	1,64E+01	1,43E+01	1,33E-01	1,15E+01	4,65E-01	9,48E+00	2,49E-01	4,68E+00	4,58E-01	1,62E-01	-2,91E+01
Climate change - Fossil	kg CO2 eq	2,87E+01	1,64E+01	1,43E+01	1,33E-01	1,15E+01	4,65E-01	9,48E+00	2,49E-01	4,66E+00	4,58E-01	1,62E-01	-2,91E+01
Climate change - Biogenic	kg CO2 eq	2,20E-02	2,71E-03	1,35E-02	2,19E-05	1,95E-02	7,67E-05	3,79E-03	4,11E-05	7,81E-03	7,56E-05	2,76E-04	-2,58E-02
Climate change - Land use and LU change	kg CO2 eq	1,12E-02	1,39E-03	8,41E-03	1,13E-05	8,90E-03	3,95E-05	2,24E-03	2,11E-05	3,57E-03	3,89E-05	4,37E-05	-1,35E-02
Ozone depletion	kg CFC11 eq	6,32E-06	3,71E-06	2,94E-06	3,00E-08	2,33E-06	1,05E-07	2,08E-06	5,62E-08	9,51E-07	1,03E-07	7,20E-08	-6,06E-06
Acidification	mol H+ eq	3,45E-01	1,72E-01	2,56E-01	1,39E-03	8,45E-02	4,87E-03	1,21E-01	2,61E-03	3,46E-02	4,80E-03	1,57E-03	-3,38E-01
Eutrophication, freshwater	kg P eq	3,55E-04	1,25E-04	2,34E-04	1,01E-06	2,95E-04	3,55E-06	9,73E-05	1,90E-06	1,19E-04	3,50E-06	2,85E-06	-5,27E-04
Eutrophication, marine	kg N eq	1,17E-01	7,45E-02	5,75E-02	6,03E-04	3,08E-02	2,11E-03	4,16E-02	1,13E-03	1,27E-02	2,08E-03	5,14E-04	-1,07E-01
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	1,29E+00	8,19E-01	6,45E-01	6,63E-03	3,47E-01	2,32E-02	4,60E-01	1,24E-02	1,43E-01	2,29E-02	5,70E-03	-1,19E+00
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	3,49E-01	2,25E-01	1,71E-01	1,82E-03	9,29E-02	6,37E-03	1,25E-01	3,41E-03	3,83E-02	6,28E-03	1,66E-03	-3,23E-01
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	2,02E-05	5,48E-06	1,44E-05	4,43E-08	2,39E-05	1,55E-07	5,08E-06	8,31E-08	9,58E-06	1,53E-07	1,78E-07	-3,88E-05
Resource use, fossils	MJ	4,24E+02	2,37E+02	2,07E+02	1,92E+00	1,71E+02	6,72E+00	1,37E+02	3,60E+00	6,97E+01	6,62E+00	4,87E+00	-4,23E+02
Water use	m3 depriv.	-1,41E+01	1,28E+00	1,44E+00	1,03E-02	1,50E+00	3,62E-02	8,04E-01	1,94E-02	6,05E-01	3,57E-02	2,15E-01	-2,00E+01
Particulate matter	disease inc.	4,71E-06	4,50E-06	7,00E-07	3,64E-08	8,68E-07	1,27E-07	1,96E-06	6,83E-08	3,69E-07	1,26E-07	2,93E-08	-4,07E-06
Ionising radiation	kBq U-235 eq	1,88E+00	1,02E+00	9,15E-01	8,27E-03	7,82E-01	2,90E-02	5,96E-01	1,55E-02	3,18E-01	2,85E-02	2,02E-02	-1,86E+00
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	2,62E+02	1,34E+02	1,44E+02	1,09E+00	1,31E+02	3,80E+00	8,29E+01	2,03E+00	5,31E+01	3,74E+00	2,88E+00	-2,97E+02
Human toxicity, cancer	CTUh	9,60E-09	4,61E-09	5,16E-09	3,73E-11	6,09E-09	1,31E-10	2,90E-09	7,00E-11	2,46E-09	1,29E-10	6,33E-11	-1,21E-08
Human toxicity, non-cancer	CTUh	2,48E-07	1,17E-07	1,31E-07	9,46E-10	1,51E-07	3,31E-09	7,35E-08	1,77E-09	6,11E-08	3,26E-09	2,04E-09	-2,98E-07
Land use	Pt	1,51E+02	3,01E+01	8,62E+01	2,43E-01	1,30E+02	8,51E-01	2,94E+01	4,56E-01	5,23E+01	8,39E-01	9,30E+00	-1,89E+02