



Rijkswaterstaat



LCA Rapportage categorie 3 data Nationale Milieudatabase

Hoofdstuk 36 Geluidbeperkende constructies

Datum rapportage: 29 april 2025
Versie rapportage: 1.5

Opdrachtgever Rijkswaterstaat
Projectmanagement Stichting Bouwkwiteit
Projectleiding Rijkswaterstaat
Opdrachtnemers IV-Infra, TAUW, LBP|SIGHT
Projectnummer RWS SO3-520 1272090

Auteurs Sabine de Haes, Floris Harten, Rianne van der Veen, Julia Opdam (TAUW)

Peer reviewer(s) H. van der Leij, LBP|SIGHT

(Deel)producten en productkaarten in rapportage (versie 4)

Hoofdstuk 36 Geluidbeperkende constructies					
(Deel)producten	Hoeveelheden	Eenheid	Versie Bepalingsmethode	NMD versie	Ecolinvent versie
Geluidsscherm; fundering (schermhoogte 1-8 m)	1	m ²	1.1	3.10	Set 1: EI3.6 Set 2: EI3.9
Geluidsscherm; stijlen en ankers (schermhoogte 1-8 m)	1	m ²	1.1	3.10	Set 1: EI3.6 Set 2: EI3.9
Geluidsscherm; paneel, gewapend (schermhoogte 1-8 m)	1	m ²	1.1	3.10	Set 1: EI3.6 Set 2: EI3.9
Geluidsscherm; paneel, gepigmenteerd gewapend beton (schermhoogte 1-8 m)	1	m ²	1.1	3.10	Set 1: EI3.6 Set 2: EI3.9
Geluidsscherm; paneel, gewapend beton & houtvezelbeton (schermhoogte 1-8 m)	1	m ²	1.1	3.10	Set 1: EI3.6 Set 2: EI3.9
Geluidsscherm; cassette, glas (schermhoogte 1-8 m)	1	m ²	1.1	3.10	Set 1: EI3.6 Set 2: EI3.9
Geluidsscherm; cassette, kunststof (schermhoogte 1-8 m)	1	m ²	1.1	3.10	Set 1: EI3.6 Set 2: EI3.9
Geluidsscherm; cassette, tropisch hardhout duurzaamheidsklasse II (schermhoogte 1-8 m)	1	m ²	1.1	3.10	Set 1: EI3.6 Set 2: EI3.9
Geluidsscherm; cassette, geïmpregneerd hout (schermhoogte 1-8 m)	1	m ²	1.1	3.10	Set 1: EI3.6 Set 2: EI3.9
Geluidsscherm; cassette, aluminium & steenwol (schermhoogte 1-8 m)	1	m ²	1.1	3.10	Set 1: EI3.6 Set 2: EI3.9
Geluidsscherm; volledig scherm met gewapend beton paneel (schermhoogte 1-8 m)	1	m ²	1.1	3.10	Set 1: EI3.6 Set 2: EI3.9
Geluidsscherm; volledig scherm met gepigmenteerd gewapend beton paneel (schermhoogte 1-8 m)	1	m ²	1.1	3.10	Set 1: EI3.6 Set 2: EI3.9
Geluidsscherm; volledig scherm met gewapend houtvezelbeton paneel (schermhoogte 1-8 m)	1	m ²	1.1	3.10	Set 1: EI3.6 Set 2: EI3.9
Geluidsscherm; volledig scherm met cassettes met glas (schermhoogte 1- 8 m)	1	m ²	1.1	3.10	Set 1: EI3.6 Set 2: EI3.9
Geluidsscherm; volledig scherm met cassettes met kunststof (schermhoogte 1-8 m)	1	m ²	1.1	3.10	Set 1: EI3.6 Set 2: EI3.9
Geluidsscherm; volledig scherm met cassettes met hardhout, duurzaamheidsklasse II (schermhoogte 1-8 m)	1	m ²	1.1	3.10	Set 1: EI3.6 Set 2: EI3.9
Geluidsscherm; volledig scherm met cassettes met geïmpregneerd en geverfd hout (schermhoogte 1-8 m)	1	m ²	1.1	3.10	Set 1: EI3.6 Set 2: EI3.9
Geluidsscherm; volledig scherm met cassettes met aluminium & steenwol (schermhoogte 1-8 m)	1	m ²	1.1	3.10	Set 1: EI3.6 Set 2: EI3.9

Wijzigingenregister

Versie rapport	Datum	Opsteller	Peer review	Gewijzigde productkaarten	Toelichting
1	7 oktober 2020	TAUW			
2	10 december 2021	TAUW			Na doorvoer aanpassingen na invoer NMD
3	12 oktober 2022	TAUW		Houtvezelbeton paneel	Na toevoegen houtvezelbeton paneel
4	14 april 2025	TAUW	H. van der Leij LBP SIGHT	Alle kaarten	Herziening rapportage, zie <i>Herziening 2025</i>
4	11-12-2024	Lara Valstar, D. van Nunen, LBP SIGHT	H. van der Leij LBP SIGHT	Geluidsscherm, type modulair met • cassettes met geïmpregneerd en geverfd hout • cassettes met kunststof • panelen van gewapend houtvezelbeton • aluminium panelen	Non-lineaire schalingsformules aangepast
5	29 april 2025	Roel van Oosterhout, Ilya Lieshout, EcoReview	-	Betonmortels	Disclaimer. In het NMD Fase 7 Perceel 2 (F7P2) project zijn de oorspronkelijk gebruikte betonmortels in verschillende producten opnieuw geïnventariseerd door middel van expertise van een betontechnoloog. Hierdoor zijn in veel gevallen nieuwe betonrecepturen geselecteerd met afwijkende dichtheid. Afwijkingen in dichtheid zijn in veel gevallen 0-1% en nooit meer dan 3%. Aanvullende data verwerking o.b.v. afwijking van dichtheid was binnen F7P2 niet in scope en zodanig niet uitgevoerd. De oorspronkelijke resultaten zijn niet aangepast na verandering van de betonmortels.

Inhoudsopgave

Verklarende woordenlijst en afkortingen	4
Bronnen	5
Normen	5
Literatuurlijst.....	5
Herziening 2025 (Versie 4)	6
1 Inleiding	9
1.1 Verantwoording	9
1.2 Doelstelling en doelgroep	10
2 Scope	11
2.1 Product- en/of Functionele eenheid	11
2.1.1 Productomschrijvingen	11
2.1.2 Functionele eenheid	12
2.1.3 Technische levensduur	13
2.2 Systeemgrenzen	14
3 Levenscyclusinventarisatie (LCI)	16
3.1 Dataverzameling	16
3.2 Kwalitatieve/kwantitatieve procesgegevens.....	16
3.2.1 Productiefase (A1-3)	16
3.2.2 Transportfase (A4).....	23
3.2.3 Bouwfase (A5)	23
3.2.4 Gebruiksfase (B1-5).....	25
3.2.5 Sloop en verwerkingsfase (C1-4 en D).....	25
4 Resultaten	39
4.1 Berekening milieuprofiel	39
4.2 LCA-rekenresultaten en schaduw prijzen	40
4.3 Zwaartepuntanalyse	42
4.4 Gevoeligheidsanalyse.....	44
4.5 Schaling	46

Verklarende woordenlijst en afkortingen

EPD	Environmental Product Declaration/Milieuverklaring voor producten
NMD	Nationale Milieudatabase
RWS	Rijkswaterstaat
SBK- Bepalingsmethode	De Stichting BouwKwaliteit (SBK) -Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken, versie 3.0, januari 2019, met wijzigingsblad van 1 juli 2019 en wijzigingsblad januari 2020.
SBK	Stichting Bouwkwiteit

Bronnen

Normen

<i>EN 15804</i>	NEN-EN 15804:2012 + A1 (2013) "Duurzaamheid van bouwwerken - Milieuverklaringen van producten - Basisregels voor de productgroep bouwproducten" NB. Bij de 2024 update is uitgegaan van de EN-EN 15804:2012+A2:2019 en
<i>ISO 14025</i>	ISO 14025:2010 "Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations - Principles and procedures"
<i>ISO 14044</i>	ISO 14044:2006 "Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines"
<i>SBK Bepalingsmethode</i>	SBK Bepalingsmethode 'Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken' versie 3.0, januari 2019, met wijzigingsblad d.d. 1 juli 2019 en wijzigingsblad d.d. januari 2020.
<i>NMD Bepalingsmethode Bouwwerken</i>	Bepalingsmethode 'Milieuprestatie Bouwwerken' versie 1.1.
<i>Forfaitaire scenario's einde leven</i>	Bijlage bij de Bepalingsmethode: Forfaitaire waarden verwerkingsscenario's einde leven

Literatuurlijst

<i>IV Infra, 2019</i>	IV Infra memo 'LCA- Modulaire geluidschermen', 4 december 2019
<i>LBP SIGHT, 2019</i>	V056103aa.19GY4UX.rk_01_001_Staal in geluidschermen, sluisdeuren en wegportalen
<i>DWW, 2006</i>	DWW-2006-040 'Modulaire Geluidschermen – Handleiding, configuratie en implementatie'
<i>GCW, 2012</i>	Richtlijnen geluidbeperkende constructies langs wegen
<i>RWS, 2018</i>	Basisspecificatie Geluidbeperkende Constructie

Herziening 2025 (Versie 4)

Aangevraagde aanpassingen

In versie 3 van deze rapportage zijn een aantal problemen geconstateerd. De voorliggende rapportage is op een aantal punten aangepast. Er was een niet-representatief proces gekozen voor geconserveerd aluminium, rubbers ontbraken, productieprocessen ontbraken en het verpakkingsmateriaal ontbreekt. De producten in deze rapportage zijn daarom aangepast:

- ➔ Aluminium processen zijn aangepast naar gepoedercoat en geanodiseerd aluminium (NMD referentie **0018-fab&Aluminium, met poedercoating** (o.b.v. *Aluminium, cast alloy {GLO} | market for | Cut-off, U; 26% primair, 74% secundair + Powder coat, aluminium sheet {RER} | powder coating, aluminium sheet | Cut-off, U*) in combinatie met **0690-pro&Anodiseren, Aluminium plaat per m2** (o.b.v. *Anodising, aluminium sheet {RER} | processing | Cut-off, U*) in plaats van NMD referentie **0151-fab&Aluminium** (o.b.v. *Aluminium, cast alloy {GLO} | market for | Cut-off, U; 20% primair, 80% scrap*). Dit geldt voor de deelproducten Cassettes met aluminium, Cassettes met glas, Cassettes met kunststof, Geïmpregneerde en geverfde houten panelen en Houten panelen (duurzaamheidsklasse II)
- ➔ De rubbers ontbreken bij deelproducten Cassettes met glas, Cassettes met kunststof, Geïmpregneerde en geverfde houten panelen en Houten panelen (duurzaamheidsklasse II). Deze zijn toegevoegd.
- ➔ Het elektriciteitsverbruik tijdens de productie van de Cassette met aluminium is toegevoegd in A1-A3.
- ➔ Het ontbrekende verpakkingsmateriaal in *Hoofdstuk 36 Geluidbeperkende constructies* is specifiek gebaseerd op een producenten specifieke categorie 1 productkaart. De voorliggende rapportage beschrijft categorie 3 productkaarten. Er is te weinig informatie voorhanden om te kunnen stellen dat deze (deel)producten op dezelfde manier worden verpakt als het categorie 1 product. Daarbij valt de massa en impact van de verpakkingsmaterialen zoals omschreven in de categorie 1 productkaart binnen de cut-off criteria (bijlage 1; <1% massa en <5% MKI). Verpakkingsmaterialen zijn daarom buiten beschouwing gelaten.

De overige onderdelen (deelproducten) in de voorliggende rapportage zijn nieuw of wijken af ten opzichte van *Hoofdstuk 36 Geluidbeperkende constructies*.

Een paar algemene zaken zijn aangepast:

- Controleren en aanpassen invoer waar nodig, incl. schalingsformules.
 - ➔ Dit is aangepast, zie lijst met wijzigingen
- Verduidelijken rapportages tbv correct gebruik van deze producten in berekeningen.
 - ➔ Dit is aangepast, zie lijst met wijzigingen

Rekenmethode

De berekeningen zijn herzien middels het Invoerplatform Cat.III productkaarten van de Nationale Milieudatabase. Het Invoerplatform rekent met de NMD database versie 3.10 met EcoInvent 3.6 (set A1) en 3.9.1 (set A2).

Wijzigingen ten opzichte van versie 3

- Sectie 2.1.1 *Productomschrijvingen* is aangepast en uitgebreid ter verduidelijking.
- Sectie 2.1.2 *Functionele eenheid* is ingekort; tekst betreffende de schaling is verplaatst naar sectie 4.5 *Schaling*. Tabellen 2.1 en 2.2 zijn geüpdated in lijn met de modellering.
- Sectie 3.1 *Dataverzameling* en sectie 3.2 *Kwalitatieve/kwantitatieve procesgegevens* zijn aangepast ter verduidelijking.
- Sectie 3.2.1 *Productiefase (A1-A3)* is opgeschoond, leesbaarder gemaakt en waar van toepassing uitgebreid. Tabellen 3.1-3.10 bevatten de informatie rondom gebruikte processen en zijn herzien zodat ze overeen komen met de achtergrondinformatie, gevraagde wijzigingen en invoermodule. Waar nodig zijn processen geüpdated om overeen te komen met de nieuwe versie van de database (o.a. beton voor paneelvulling en fundering).
- Sectie 3.2.2 *Transportfase (A4)* is uitgebreid aangezien beton in bulk getransporteerd wordt, waarvoor een andere forfaitaire afstand geldt.
- Sectie 3.2.3 *Bouwfase (A5)* is uitgebreid ter verduidelijking van de schalingsformules en de gebruikte waardes. De tekstuele omschrijving van de forfaitaire NMD-processen is weggehaald en samen met de NMD referenties toegevoegd aan tabel 3.11. Tabel 3.11 is aangepast naar waardes in lijn met de schalingsformules bij schermhoogte 4 meter.
- Sectie 3.2.5 *Sloop en verwerkingsfase (C1-4 en D)*
 - o Is aangepast om beter aan te sluiten op sectie 3.2.3.
 - o Waar nodig (tekstueel) herzien om de forfaitaire scenario's te laten kloppen met *Bijlage: Forfaitaire waarden verwerkingsscenario's einde leven versie mei 2024* uit de Bepalingsmethode. Dit geldt voornamelijk voor Deelproduct Fundering
 - o Toevoegingen zoals verf en de PU-coating werden niet genoemd, deze zijn waar relevant toegevoegd
 - o Tabellen 3.13-3.22 zijn aangepast in lijn met de berekeningen uit het Invoerplatform categorie 3. Dit geldt voor zowel de waardes als de NMD referenties.
- Sectie 4.2 *Gewogen resultaten* is aangepast om overeen te komen met de nieuwe resultaten. Dit geldt voor de tekst, tabel 4.1 en figuur 4.1.
- Sectie 4.3 *Zwaartepuntanalyse* is aangepast om overeen te komen met de nieuwe resultaten. Dit geldt voor de tekst en tabel 4.2.
- Sectie 4.5 *Schaling* is geüpdated en aangepast om de schaling-informatie en schalingsformules duidelijker weer te geven. Tabel 2.3 is toegevoegd met een

omschrijving welke formule bij welke onderdelen geldt. De schalingsformule voor Fundering is aangepast in lijn met de memo van IV Infra

- Bijlage 1 is nieuw toegevoegd
- Bijlages 2 en 3 zijn aangepast om overeen te komen met bovenstaande wijzigingen. De Bijlages bevatten de volledige gekarakteriseerde resultaten en de MKI per levensfase, per deelproduct.
- De volgorde van de deelproducten is gelijk getrokken in alle tabellen en grafieken

1 Inleiding

In opdracht van Rijkswaterstaat (hierna: RWS) hebben TAUW, IV-Infra en LBP|SIGHT nieuwe categorie 3 (ongetoetste) productkaarten opgesteld voor geluidschermen, sluisdeuren en wegportalen. Dit rapport beschrijft specifiek de LCA van modulaire geluidschermen, als onderdeel van het hiervoor benoemde overkoepelende project.

De basis voor het uitvoeren van deze LCA is de IV-Infra memo '*LCA-Modulaire geluidschermen*' (IV-Infra, 4 december 2019), waarin de gehele opbouw en decompositie van geluidschermen is opgenomen.

1.1 Verantwoording

De LCA is uitgevoerd conform de eisen en richtlijnen uit de *SBK-Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken (versie 3.0, januari 2019, met wijzigingsblad d.d. 1 juli 2019 en wijzigingsblad d.d. januari 2020)*. De Bepalingsmethode is gebaseerd op de *ISO 14040 - ISO14044* en de *NEN-EN 15804:2012 + A1 (2013)*¹. De LCA is uitgevoerd in samenwerking tussen de RWS, TAUW, IV-Infra en LBP|SIGHT. De gegevensverzameling heeft plaatsgevonden in de periode van oktober tot december 2019, waarna aansluitende de berekeningen zijn uitgevoerd en het LCA-dossier is opgesteld. De LCA is opgesteld en uitgevoerd door Sabine de Haes, Floris Harten en Rianne van der Veen.

Het LCA-dossier dat in het kader van deze studie is opgesteld is niet volledig conform het SBK toetsingsprotocol beoordeeld. Wel is de '*Pré-toets voor project-specifieke LCA voor GWW-werken*' uitgevoerd ter onderbouwing van een zekere mate van betrouwbaarheid. Hiermee wordt binnen de context van deze studie gesteld dat het rapport en de LCA zodanig voldoet aan de methodische eisen (zoals deze in deze paragraaf zijn benoemd) dat de toepassing als categorie 3 milieuprofiel verantwoord is. De Pré-toets is op 26 februari 2020 uitgevoerd door Dirk-Jan Simons (LBP|SIGHT).

NB: Dit rapport is in meerdere fasen tot stand gekomen en wordt regelmatig geactualiseerd. Dit heeft tot gevolg dat er verschillende versies van de basisprocessen database NMD en EcoInvent gebruikt zijn in het rapport. Het overzicht van de verschillende productkaarten en de daarvoor gebruikte softwareversies zijn te vinden op pagina 1. Op pagina 2 en in hoofdstuk 0 *Herziening 2025* zijn de revisies opgenomen voor versie 4 van deze rapportage.

Dit kan tot gevolg hebben dat de MKI waarden in rekensoftware afwijkt van de MKI waarden in het rapport. De overige informatie is echter nog steeds actueel.

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

1.2 Doelstelling en doelgroep

In deze studie zijn de milieuprofielen opgesteld van modulaire geluidschermen met acht verschillende typen schermvullingen. Het doel van de studie is het beschikbaar stellen van nieuwe categorie 3 (ongetoetste) productkaarten, die als referentie producten in de NMD opgenomen kunnen worden. De productkaarten vormen hiermee tevens de basis voor de beoordeling van specifieke LCA's bij eventuele aanbestedingen.

De doelgroepen voor deze LCA zijn als volgt:

- RWS;
- gebruikers van DuboCalc;
- partijen die specifieke LCA's voor geluidschermen willen opstellen, bijvoorbeeld in het kader van een aanbesteding.

2 Scope

2.1 Product- en/of Functionele eenheid

2.1.1 Productomschrijvingen

De definitie van geluidbeperkende constructies is een "voorziening aan het oppervlak van een verharding, langs een weg, spoorweg of aan een gebouw, bedoeld om de hinder van verkeersgeluid te verminderen."² In dit rapport zal de toegankelijke benaming 'geluidschermen' worden gehanteerd.

Modulaire geluidschermen zijn modulair, omdat ze zijn ontwikkeld met een beperkt aantal standaard elementen: stijlen in verschillende hoogtes met een variabele hellingshoek, met daartussen reflecterende of absorberende panelen van diverse materialen. Deze geluidschermen zorgen voor stroomlijning in geluidswerende constructies, zonder dat alle schermen er hetzelfde eruit zien. Dit wordt gerealiseerd door verschillende panelen aan te bieden, die wel allemaal dezelfde afmetingen hebben: een vaste lengte-eenheid van 6 meter en hoogte van 1 meter. Daarnaast wordt 1 type staander gebruikt, die uitvoerbaar is in hoogtes van 1 tot en met 8 meter, met een variabele hellingshoek en indien wenselijk een knik. De berekeningen in dit rapport zijn uitgevoerd voor 1 gemiddelde vierkante meter geluidsscherm bij 4 meter hoogte. 1 m² van een volledig geluidsscherm bestaat uit: fundering voor 1 m² + stijl voor 1 m² + schermvulling voor 1 m² (paneel óf cassette)

Er is uit gegaan van een modulair geluidsscherm volgens het document DWW-2006-040 'Modulaire Geluidschermen – Handleiding, configuratie en implementatie'.

De volgende decompositie wordt aangehouden:

- Fundering, bestaande uit prefab voorgespannen betonpalen en betonnen poeren.
- Stalen stijlen (h.o.h. 6 meter) met kopplaten, voetplaten en ankers;
- Schermvullingen: panelen of cassettes.

De volgende schermvullingen worden uitgewerkt:

- prefab betonnen elementen;
- prefab betonnen elementen, gepigmenteerd;
- prefab betonnen elementen met houtvezelbeton;
- cassettes met glas;
- cassettes met kunststof;
- cassettes met hout, duurzaamheidsklasse II;
- cassettes met hout, geleverd;
- cassettes met aluminium.

² Nomenclatuur van weg en verkeer, Hoven, A. van der, CROW, Ede, 2001, 9066283416

De maximaal beschouwde schermhoogte bedraagt 8 meter. De hoeveelheden zijn zodanig opgesteld dat de hoogte een variabele is.

Vluchtdeuren vormen onderdeel van geluidschermen. Er is echter vanuit gegaan dat deze 1 keer op de 400 meter voorkomen. De bijdrage aan de MKI is hierdoor <1% waardoor in deze analyse de vluchtdeuren niet worden meegerekend. Als er in een specifiek project wel sprake is van een significante bijdrage dan zullen de vluchtdeuren wel mee genomen moeten worden.

2.1.2 Functionele eenheid

In deze LCA wordt de volgende functionele eenheid beschouwd voor elke variant:

1 m² - Geluidscherm, type 'modulair', prefab betonnen panelen, uitvoerbare hoogtes tussen 1 en 8 meter, met een technische levensduur van 50 jaar

1 m² - Geluidscherm, type 'modulair', prefab betonnen panelen, gepigmenteerd, uitvoerbare hoogtes tussen 1 en 8 meter, met een technische levensduur van 50 jaar

1 m² - Geluidscherm, type 'modulair', prefab betonnen panelen, houtvezelbeton, uitvoerbare hoogtes tussen 1 en 8 meter, met een technische levensduur van 50 jaar

1 m² - Geluidscherm, type 'modulair', cassettes met glas, uitvoerbare hoogtes tussen 1 en 8 meter, met een technische levensduur van 50 jaar

1 m² - Geluidscherm, type 'modulair', cassettes met kunststof, uitvoerbare hoogtes tussen 1 en 8 meter, met een technische levensduur van 50 jaar

*1 m² - Geluidscherm, type 'modulair', cassettes met hout (duurzaamheidsklasse II), uitvoerbare hoogtes tussen 1 en 8 meter, met een technische levensduur van 50 jaar**

*1 m² - Geluidscherm, type 'modulair', cassettes met hout (geïmpregneerd en geverfd), uitvoerbare hoogtes tussen 1 en 8 meter, met een technische levensduur van 50 jaar**

1 m² - Geluidscherm, type 'modulair', cassettes met aluminium, uitvoerbare hoogtes tussen 1 en 8 meter, met een technische levensduur van 50 jaar

** De technische levensduur van houten cassettes is 30 jaar. Dit is meegenomen in de berekeningen van de impact van 1 volledig geluidsscherm met levensduur 50 jaar.*

In tabel 2.1 en 2.2 is de decompositie opgenomen van 1 m² geluidscherm, type modulair voor zowel generieke onderdelen als de varianten. Alle schermvullingen in cassettes zitten in eenzelfde aluminium frame.

Tabel 2.1 Decompositie generieke onderdelen geluidschermen en gewichten bij een schermhoogte van 4 meter

Generieke onderdelen	Omschrijving	Materiaal	Gewicht per m ² scherm	Eenheid
Fundering	Prefab voorgespannen palen	Betonnen palen	255	kg
	Poeren/kespen	Beton (kesp + opstort)	198	kg
	Wapening	Wapeningsstaal	10	kg
Stijlen en ankers	Stijlen	Staal	14	kg
	Verankering	Staal	2,5	kg
Frame tbv cassettes ¹	Aluminium frame	Geanodiseerd en gecoat aluminium	9,0	kg
	Rubbers	Rubber	0,6	kg

¹ Generiek voor alle schermvullingen op de betonnen panelen na

Tabel 2.2 Decompositie specifieke onderdelen van de varianten geluidschermen en gewichten bij een schermhoogte van 4 meter

Variant	Schermvulling	Materiaal	Gewicht per m ² scherm	Eenheid
1	Beton	Gewapend beton	317	kg
2	Gepigmenteerd beton	Gepigmenteerd gewapend beton	319	kg
3	Beton met houtvezelbeton	Gewapend houtvezelbeton	413	kg
4	Glas	Gelaagd vlakglas (dubbel 2x8)	44	kg
5	Kunststof (PMMA)	Polymethyl-meth-acrylaat	24	kg
7	Hout	Tropisch hardhout, duurzaamheidsklasse II	21	kg
8	Hout, geverfd	Hout, geïmpregneerd Europees grenen	20	kg
		Verflagen	0,8	kg
9	Aluminium cassettes	Aluminium, geperforeerde platen	5	kg
		Steenwol vulling	30	kg

De volgende oppervlakken worden van een anti-graffiti coating voorzien:

- Betonnen panelen;
- Glazen cassettes;
- Kunststof cassettes (PMMA);
- Stalen oppervlakken van de stijlen;
- Aluminium oppervlakken.

2.1.3 Technische levensduur

Voor de geluidschermen en de specifieke deelproducten worden de volgende levensduren en (de daaruit volgende) vervangingsfrequentie gehanteerd.

Tabel 2.3 Levensduur per onderdeel

(Deel)producten	RSL [jaar] ¹	Aantal vervangingen	Bron
Geluidscherm, type 'modulair'	50		IV Infra/RWS
- Stijlen	50	0	IV Infra/RWS
- Fundering	50	0	IV Infra/RWS
- Schermvullingen van hout	30	1	IV Infra/RWS
- Overige schermvullingen	50	0	IV Infra/RWS

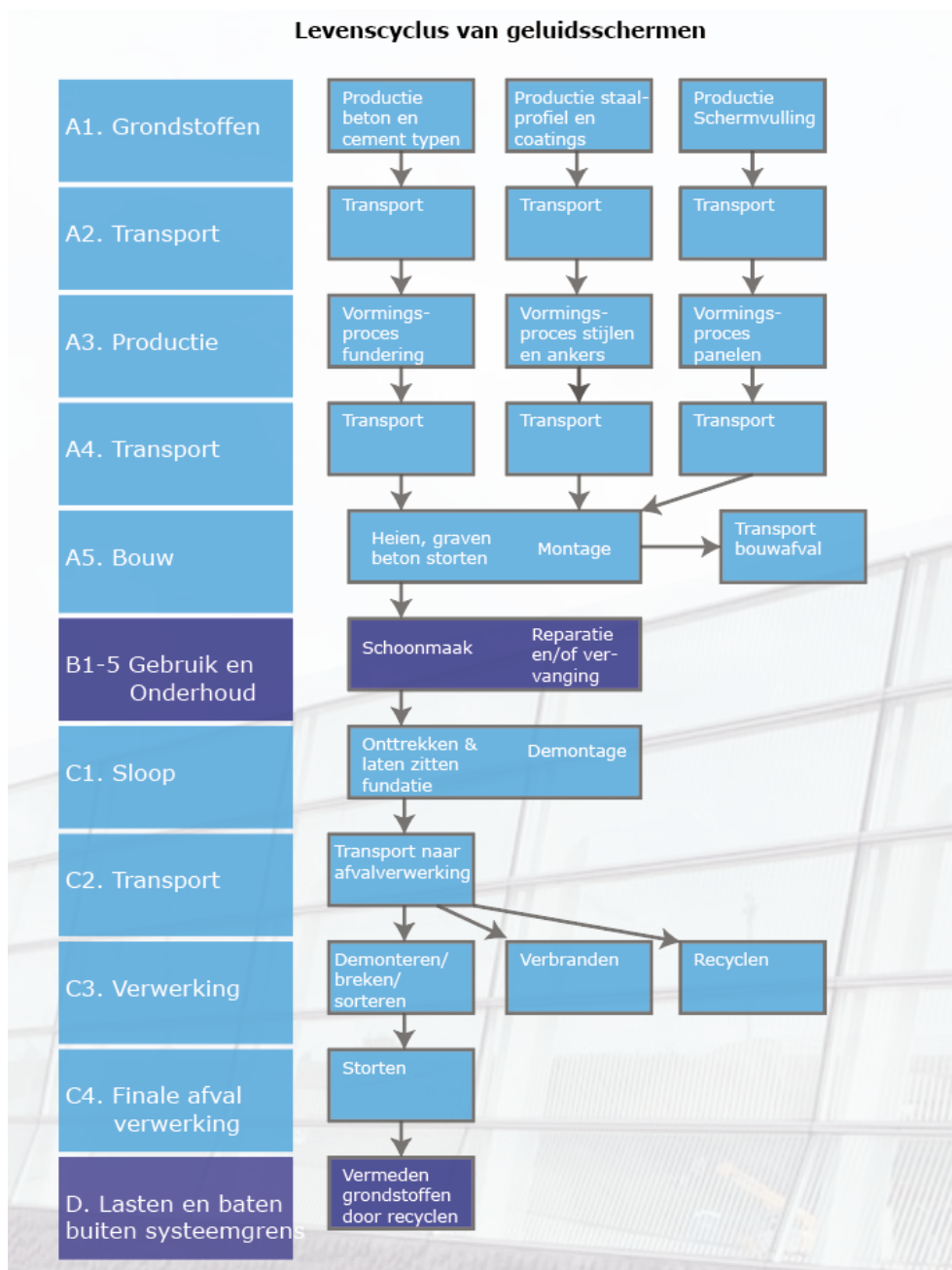
¹ Minimale levensduur, alles behalve de houten schermvulling gaat >50 jaar mee.

Een verantwoording van de technische levensduur van de deel-producten is gegeven in de IV Infra memo '*LCA-modulaire geluidschermen*' en de SBR-publicatie Levensduur van bouwproducten [SBR, 2011].

Volgens het Onderhoud en Beheer Reglement (OBR van RWS) worden transparante geluidschermen elke 10 jaar gereinigd. Volgens de geluidswerende-constructie-experts bij RWS wordt er bij de overige geluidschermen geen onderhoud uitgevoerd, tenzij er iets is beschadigd door externe factoren.

2.2 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 figuur 2.1, volgend uit de *EN 15804* en de *SBK-Bepalingsmethode*, staat vastgelegd welke informatie er per levenscyclusfase beschouwd moet worden. In deze LCA is de milieu-impact over de gehele levenscyclus meegenomen.



Figuur 2.1 Systeemgrenzen LCA geluidsschermen

3 Levenscyclusinventarisatie (LCI)

3.1 Dataverzameling

Voor het berekenen van de levenscyclusanalyse zijn gegevens geïnventariseerd 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. De inventarisatie van de gegevens is grotendeels gebaseerd op de Memo 'LCA – Geluidsschermen' van IV Infra. Overige aannames zijn in overleg met RWS gevormd, zoals de ontbrekende onderhoudsfrequentie.

De waardes zijn vervolgens gekoppeld aan de NMD-processendatabase, versie 3.1 (2019) (gebaseerd op EcoInvent 3.5) of de EcoInvent 3.5 processen database (2018). Dit is de meest recente versie van de processendatabase, die tijdens het uitvoeren van dit project beschikbaar is gekomen. Er is gewerkt met de meest recente profielen in de NMD.

Vanuit deze processendatabase geeft de SBK-Bepalingsmethode tevens forfaitaire waarden voor de meest belangrijke achtergrondprocessen waarmee gerekend dient te worden als specifieke gegevens niet beschikbaar zijn. Het betreft hierbij voornamelijk de processen voor transport, module C en module D.

NB: Dit rapport is in meerdere fasen tot stand gekomen en wordt regelmatig geactualiseerd. Dit heeft tot gevolg dat er verschillende versies van de basisprocessen database NMD en EcoInvent gebruikt zijn in het rapport. Het overzicht van de verschillende productkaarten en de daarvoor gebruikte softwareversies zijn te vinden op pagina 1. Op pagina 2 en in hoofdstuk 0 *Herziening 2025* zijn de revisies opgenomen voor versie 4 van deze rapportage.

3.2 Kwalitatieve/kwantitatieve procesgegevens

Voor de beschouwde product- en functionele eenheden zijn de input- en outputstromen per levensfase/module geïnventariseerd. De massa's in onderstaande hoofdstukken zijn geschaald naar 1 m² scherm met een standaard schermhoogte van 4 meter.

3.2.1 Productiefase (A1-3)

Met betrekking tot het kwantificeren van de input- en outputstromen van de productiefase zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De milieuprofielen van de deelproducten worden ten behoeve van de productkaart los berekend. De berekeningen gelden voor 1 gemiddelde (representatieve) m² geluidsscherm. 1 m² van een volledig geluidsscherm bestaat uit fundering voor

1 m² + stijl voor 1 m² + schermvulling voor 1 m² (paneel óf cassette). Bij de cassettes met houten schermvulling geldt dat er voor een volledig geluidsscherm 1,67x de cassette meegenomen moet worden, aangezien de levensduur van de houten cassettes 30 jaar is in plaats van 50 jaar.

- Voor alle materialen is uitgegaan van de productieprocessen in de NMD.
- De massa van de fundering is afhankelijk van de hoogte van de stijlen. De poeren en kespen in de fundering blijven gelijk, de palen zijn variabel. De schalingsformules zijn te vinden in paragraaf 4.5.
- Voor het aanbrengen een anti-graffiti coating met een spuit op de stijlen en op alle schermvullingen behalve de houten schermvullingen is uitgegaan van polyurethane. De stijlen zijn bedekt met zowel een natlaksysteem (kleur) en een antigraffiti coating. Het type anti graffiti coating is een aannname. Polyurethane blijkt vaak gebruikt als anti graffiti middel. In EcoInvent is alleen foam beschikbaar maar er is aangenomen dat dit niet veel afwijkt van de coatingvariant.
- Verpakkingsmaterialen zijn buiten beschouwing gelaten, omdat de massa en impact van de verpakkingsmaterialen zoals omschreven in de categorie 1 productkaart binnen de cut-off criteria vallen (bijlage 1; <1% massa en <5% MKI).

In tabel 3.1 tot en met 3.10 is de decompositie van de verschillende onderdelen weergegeven.

Tabel 3.1 Decompositie van fundering (per 1 m² scherm)

Materiaal	Hoeveelheid per 1 m² geluidsscherm	Eenheid	Proces in NMD/EcoInvent	Opmerking
Beton (C45/55) CEM I / 42,5 R tbv voorgespannen palen	255,2	kg	0589-fab&Betonmortel C45/55 (o.b.v. CEM I), 2366,8 kg/m ³	Oorspronkelijke dichtheid was 2351,2 kg/m ³ (pre versie 1.4)
Beton (C45/55) CEM I / 42,5 R tbv kesp en opstort	197,9	kg	0589-fab&Betonmortel C45/55 (o.b.v. CEM I), 2366,8 kg/m ³	Oorspronkelijke dichtheid was 2395 kg/m ³ (pre versie 1.4)
Staal B500B ²	9,9	kg	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)	
Totaal	463	kg		

² Staal B500B bestaat niet in de NMD, hiervoor is 0167 uit de NMD gekozen

Tabel 3.2 Decompositie van stijlen en ankers (per 1 m² scherm)

Materiaal	Hoeveelheid per 1 m² geluidscherm	Eenheid	Proces in NMD/EcoInvent
Constructiestaal tbv stijlen	13,50	kg	0316-fab&Staal, warmgewalst, constructieprofielen {GLO} 4,2% primair, 95,8% secundair
Staalplaat tbv ankers	2,53	kg	0317-fab&Staal, warmgewalst, plaat- en bandstaal {GLO} 82,7% primair, 17,3% secundair
Zink coat (stijl)	0,38	kg	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")
Natlaksysteem (stijl)	0,16	kg	0029-fab&Alkydharsverf, gemodificeerd, voor buiten INCLUSIEF EMSISSIE OPLOSMIDDEL (voldoet aan Verfrichtlijn 2004/42/EC) - onderhoud 1 maal per 10 jaar [VVVF]
Anti-graffiti coating	0,26	kg	0383-fab&Polyurethaan coating, natlak conserveringssysteem (verbruik 0,51 kg/m2, uitgaande van 25% overspray en laagdikte 320 µm; Incl. emissie na aanbrengen)
Totaal	16,8	kg	

Tabel 3.3 Decompositie van prefab gewapend betonnen panelen

Materiaal	Hoeveelheid per 1 m² geluidscherm	Eenheid	Proces in NMD/EcoInvent
Beton (C45/55) CEM I / 42,5 R	300	kg	0589-fab&Betonmortel C45/55 (o.b.v. CEM I), 2366,8 kg/m3
Staal B500B	16,80	kg	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)
Anti-graffiti coating	0,1	kg	0383-fab&Polyurethaan coating, natlak conserveringssysteem (verbruik 0,51 kg/m2, uitgaande van 25% overspray en laagdikte 320 µm; Incl. emissie na aanbrengen)
Totaal	317	kg	

Tabel 3.4 Decompositie van prefab betonnen panelen, gepigmenteerd

Materiaal	Hoeveelheid per 1 m² geluidscherm	Eenheid	Proces in NMD/EcoInvent
Beton (C45/55) CEM I / 42,5 R	300	kg	0589-fab&Betonmortel C45/55 (o.b.v. CEM I), 2366,8 kg/m ³
Staal B500B	16,80	kg	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)
Pigment ¹	1,85	kg	0400-fab&Titaandioxide, pigment, wit (o.b.v. Titanium dioxide {RER} market for Cut-off, U)
Anti-graffiti coating	0,1	kg	0383-fab&Polyurethaan coating, natlak conserveringssysteem (verbruik 0,51 kg/m ² , uitgaande van 25% overspray en laagdikte 320 µm; Incl. emissie na aanbrengen)
Totaal	319	kg	

¹ Er is voor de kleur wit gekozen, omdat de kleur niet verder is gespecificeerd. De witte kleur kan door toevoeging van titanium dioxide worden verkregen. Binnen EcoInvent is keuze tussen twee profielen voor TiO₂; rutile, 95% titanium dioxide en titanium dioxide. Rutile is een nog niet helemaal zuiver mineraal van titanium dioxide. Het is niet duidelijk hoe zuiver het titanium dioxide moet zijn om de kleur van het beton te bepalen. Daarom is een worst case benadering aangehouden door uit te gaan van titanium dioxide (puur) dat een hogere milieu-impact heeft.

Tabel 3.5 Decompositie van paneel van prefab gewapend houtvezelbeton

Materiaal	Hoeveelheid per 1 m² geluidscherm	Eenheid	Proces in NMD/EcoInvent	Opmerking
Beton (C45/55) CEM I / 42,5 R	300	kg	0589-fab&Betonmortel C45/55 (o.b.v. CEM I), 2366,8 kg/m3	
Staal B500B	16,80	kg	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)	
Beton (C45/55) CEM I / 42,5 R	70	kg	0589-fab&Betonmortel C45/55 (o.b.v. CEM I), 2366,8 kg/m3	Oorspronkelijke dichtheid 2365,53 kg/m3 (pre versie 1.4)
Resthout/vuren	26	kg	0067-fab&Hout, zachthout, vuren, grenen, lariks, douglas (o.b.v. Sawnwood, softwood, dried (u=10%), planed {RER} market for Cut-off, U en 1 m3 = 464,64 kg)	
Anti-graffiti coating	0,1	kg	0383-fab&Polyurethaan coating, natlak conserveringssysteem (verbruik 0,51 kg/m2, uitgaande van 25% overspray en laagdikte 320 µm; Incl. emissie na aanbrengen)	
Totaal	413	kg		

¹ Houtvezelbeton is breder dan de andere betonnen panelen, zie voor de redenen de memo van IV-Infra

Tabel 3.6 Decompositie van cassettes met halfgehard gelamineerd glas

Materiaal	Hoeveelheid per 1 m² geluidscherm	Eenheid	Proces in NMD/EcoInvent
Glas	44,10	kg	0019-fab&Glas, vlakglas (o.b.v. Flat glass, coated {GLO} market for Cut-off, U)
<i>Harden glas¹</i>	<i>44,10</i>	<i>kg</i>	<i>0401-pro&Harden, vlakglas (o.b.v. Tempering, flat glass {GLO} market for Cut-off, U)</i>
Aluminium	9,00	kg	0018-fab&Aluminium, met poedercoating (o.b.v. Aluminium, cast alloy {GLO} market for Cut-off, U; 26% primair, 74% secundair + Powder coat, aluminium sheet {RER} powder coating, aluminium sheet Cut-off, U)
Anodiseren aluminium	0,22	m ²	0690-pro&Anodiseren, Aluminium plaat per m2 (o.b.v. Anodising, aluminium sheet {RER} processing Cut-off, U)
Rubbers	0,63	kg	0014-fab&EPDM, rubber, chloropreen, neoprene, styrene butadiene rubber - SBR (o.b.v. Synthetic rubber {GLO} market for Cut-off, U)
Anti-graffiti coating	0,1	kg	0383-fab&Polyurethaan coating, natlak conserveringssysteem (verbruik 0,51 kg/m2, uitgaande van 25% overspray en laagdikte 320 µm; Incl. emissie na aanbrengen)
Totaal	53	kg	

¹ Er is voor een type gehard glas gekozen uit EcoInvent. In de notitie van IV-infra staat aangegeven dat het gelamineerd glas betreft. Glas wordt gelamineerd met Polyvinylbutyral (PVB) folie, maar deze staat niet gedefinieerd in een database. De invloed van PVB is minimaal. De folie is 0,38mm dik en wordt in 1 of 2 lagen toegepast. Dit betreft <1 kg per m². Het effect wordt minimaal geacht, zeker bij deze dikke glasplaten en is vanwege verwaarloosbaarheid niet opgenomen in de decompositie. "Harden glas" telt niet mee in de totale massa van het product.

Tabel 3.7 Decompositie van cassettes met kunststof

Materiaal	Hoeveelheid per 1 m² geluidscherm	Eenheid	Proces in NMD/EcoInvent
PMMA	23,80	kg	0196-fab&PMMA, acryl (o.b.v. Polymethyl methacrylate, sheet {GLO} market for Cut-off, U)
Aluminium	9,00	kg	0018-fab&Aluminium, met poedercoating (o.b.v. Aluminium, cast alloy {GLO} market for Cut-off, U; 26% primair, 74% secundair + Powder coat, aluminium sheet {RER} powder coating, aluminium sheet Cut-off, U)
Anodiseren aluminium	0,22	m ²	0690-pro&Anodiseren, Aluminium plaat per m2 (o.b.v. Anodising, aluminium sheet {RER} processing Cut-off, U)
Rubbers	0,63	kg	0014-fab&EPDM, rubber, chloropreen, neoprene, styrene butadiene rubber - SBR (o.b.v. Synthetic rubber {GLO} market for Cut-off, U)
Anti-graffiti coating	0,1	kg	0383-fab&Polyurethaan coating, natlak conserveringssysteem (verbruik 0,51 kg/m2, uitgaande van 25% overspray en laagdikte 320 µm; Incl. emissie na aanbrengen)
Totaal	33	kg	

Tabel 3.8 Decompositie van hardhouten panelen (duurzaamheidsklasse II)

Materiaal	Hoeveelheid per 1 m² geluidscherm	Eenheid	Proces in NMD/EcoInvent
Hout	20,90	kg	0182-fab&Hout, tropisch hardhout, Afrikaans, gezaagd (o.b.v. Sawnwood, azobe from sustainable forest management, planed, air dried {GLO} market for Cut-off, U + 7000 km ocean transport en 1150 kg/m3)
Rubbers	0,63	kg	0014-fab&EPDM, rubber, chloropreen, neoprene, styrene butadiene rubber - SBR (o.b.v. Synthetic rubber {GLO} market for Cut-off, U)
Aluminium	9,00	kg	0018-fab&Aluminium, met poedercoating (o.b.v. Aluminium, cast alloy {GLO} market for Cut-off, U; 26% primair, 74% secundair + Powder coat, aluminium sheet {RER} powder coating, aluminium sheet Cut-off, U)
Anodiseren aluminium	0,22	m ²	0690-pro&Anodiseren, Aluminium plaat per m2 (o.b.v. Anodising, aluminium sheet {RER} processing Cut-off, U)
Totaal	29,90	kg	

Tabel 3.9 Decompositie van geïmpregneerde en geverfde houten panelen

Materiaal	Hoeveelheid per 1 m² geluidscherm	Eenheid	Proces in NMD/EcoInvent
Geïmpreg-neerd hout, Europees grenen ¹	20,35	kg	0180-fab&Hout, zachthout, gewolmaniseerd (o.b.v. Sawnwood, softwood, dried (u=10%) en Wood preservation, oscillating pressure method, inorganic salt, containing Cr)
Verf	0,84	kg	0029-fab&Alkydharsverf, gemodificeerd, voor buiten INCLUSIEF EMSISSIE OPLOSMIDDEL (voldoet aan Verfrichtlijn 2004/42/EC) - onderhoud 1 maal per 10 jaar [VVVF]
Rubbers	0,63	kg	0014-fab&EPDM, rubber, chloropreen, neoprene, styrene butadiene rubber - SBR (o.b.v. Synthetic rubber {GLO} market for Cut-off, U)
Aluminium	9,00	kg	0018-fab&Aluminium, met poedercoating (o.b.v. Aluminium, cast alloy {GLO} market for Cut-off, U; 26% primair, 74% secundair + Powder coat, aluminium sheet {RER} powder coating, aluminium sheet Cut-off, U)
Anodiseren aluminium	0,22	m ²	0690-pro&Anodiseren, Aluminium plaat per m2 (o.b.v. Anodising, aluminium sheet {RER} processing Cut-off, U)
Totaal	30,1	kg	

¹ Europees grenen mag in geluidschermen worden toegepast, mits geïmpregneerd (zie GCW2012, par. 4.4.3). Impregneren kan op drie manieren: met kwast, dompelen, onder druk. Voor de toepassing in geluidschermen wordt voor impregneren onder (ketel)druk gekozen.

Tabel 3.10 Decompositie van cassettes met aluminium beplating en steenwol vulling

Materiaal	Hoeveelheid per 1 m² geluidsscherm	Eenheid	Proces in NMD/EcoInvent
Aluminium ¹	9	kg	0018-fab&Aluminium, met poedercoating (o.b.v. Aluminium, cast alloy {GLO} market for Cut-off, U; 26% primair, 74% secundair + Powder coat, aluminium sheet {RER} powder coating, aluminium sheet Cut-off, U)
Aluminium ¹	5	kg	0018-fab&Aluminium, met poedercoating (o.b.v. Aluminium, cast alloy {GLO} market for Cut-off, U; 26% primair, 74% secundair + Powder coat, aluminium sheet {RER} powder coating, aluminium sheet Cut-off, U)
Anodiseren aluminium	0,22	m ²	0690-pro&Anodiseren, Aluminium plaat per m2 (o.b.v. Anodising, aluminium sheet {RER} processing Cut-off, U)
Steenwol	30	kg	0013-fab&Steenwol (o.b.v. Stone wool {GLO} market for stone wool Cut-off, U)
Anti-graffiti coating	0,1	kg	0383-fab&Polyurethaan coating, natlak conserveringssysteem (verbruik 0,51 kg/m2, uitgaande van 25% overspray en laagdikte 320 µm; Incl. emissie na aanbrengen)
Produceren van aluminium paneel ²	0,43	kWh	0569-pro&Elektriciteit, Nederlandse mix, bij consument, per kWh (73% grijs, 27% hernieuwbaar) (o.b.v. zie toelichting in proces), (01-2028)
Totaal	44,1	kg	

¹ Het type aluminium (volgens IV Infra is deze AlMgSi0.5/F22, deze bestaat echter niet in de NMD noch in EcoInvent)

² Dit energieverbruik is toegevoegd naar aanleiding van de categorie I productkaart. Proces 0081 (cat.I productkaart) is aangepast naar 0569.

3.2.2 Transportfase (A4)

Met betrekking tot het kwantificeren van de input- en outputstromen van de transportfase zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Conform de forfaitaire waarden wordt een transportafstand aangehouden van 150 kilometer per halffabricaat/deelproduct naar de bouwplaats of 50 voor bulkmateriaal (het te storten beton in de fundering).
- Het gewicht benodigd voor de functionele eenheid wordt per deelproduct uitgedrukt in ton en vermenigvuldigd met 50 km resp. 150 km om tot de hoeveelheid tonkilometers te komen.
- Het volgende forfaitaire proces uit de NMD 3.1 is gehanteerd:
 - o Wegtransport:
0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}| market for | Cut-off, U).

3.2.3 Bouwfase (A5)

Met betrekking tot het kwantificeren van de input- en outputstromen van de bouwfase zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De bouwfase is voor alle varianten van een volledig geluidsscherm hetzelfde.
- Als uit wordt gegaan van een schermhoogte van 4 meter, duurt het heien van funderingspalen 0,20 uur per m² scherm. Hier hoort een schalingsformule bij van

$u=0,005h + 0,18$ (u =uur en h =hoogte). De inzet van de betonpomp en de trilnaald schaalt mee met de massa van de poeren en kespen in de fundering.

- Het monteren van de stijlen duurt, onafhankelijk van de hoogte, 0,11 uur per m² scherm.
- Het monteren van de panelen duurt bij een hoogte van 4 meter 0,22 uur. Hier hoort een schalingsformule bij van $u = 0,055h$
- Er wordt rekening gehouden met verliezen in de vorm van bouwafval tijdens de installatiefase. Alle onderdelen zijn prefab (3% verlies), behalve het ihwg beton voor de aanleg van de poeren en kespen (deelproduct fundering; 5% verlies). Bouwverlies wordt automatisch berekend en gealloceerd bij invoer in het NMD invoerplatform.

In tabel 3.11 zijn de processen opgenomen waarmee het milieuprofiel van de bouwphase is berekend:

Tabel 3.11 Bouwphase (A5): 1 m² Geluidsscherm, type modulair, bij schermhoogte 4 meter

Proces	Eenheid	Hoeveelheid		Bron
Heien fundering	uur	0,2 ($u=0,005h + 0,18$)	0118-pro&Heistelling, mob.rups. 300-500kN, palentrilset, per uur (o.b.v. 199 kWh Diesel, burned in building machine {GLO} market for Cut-off, U)	Memo IV-Infra
Betonpomp ¹	m ³	0,12	0099-pro&Betonpomp, incl. voertuig, per m3 (o.b.v. data uit 1995; gemiddelde van giekpomp, leidingpomp en mixerpomp)	SGS Search
Verdichten beton ¹	kg	197,9	0113-pro&Verdichten beton, trilnaald, per ton (o.b.v. 0,33 kWh/m3 Electricity, low voltage {NL} market for Cut-off, U; data uit 1995)	SGS Search
Monteren van stijlen	uur	0,11	0121-pro&Kraan hydr.tele. band, per uur (o.b.v. 263 kWh Diesel, burned in building machine {GLO} market for Cut-off, U)	Memo IV-Infra
Monteren van panelen	uur	0,22 ($u=0,055h$)	0121-pro&Kraan hydr.tele. band, per uur (o.b.v. 263 kWh Diesel, burned in building machine {GLO} market for Cut-off, U)	Memo IV-Infra

¹ toegevoegd in versie 2024, gebaseerd op Geluidsschermen langs spoor

3.2.4 Gebruiksfase (B1-5)

Met betrekking tot het kwantificeren van de input- en outputstromen van de gebruiksfase zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De gebruiksfase (B1) wordt niet gedeclareerd. De conserveringssystemen verweren weliswaar (als emissies in lucht en grondwater), maar er zijn geen milieueffecten als gevolg hiervan berekend.
- Onderhoud (B2) vindt volgens RWS bij de niet-transparante geluidschermen niet periodiek plaats. Dit zal slechts plaatsvinden bij incidenten, waarvoor geen schatting van frequentie is opgegeven. Volgens het beheerplan van RWS voor transparante geluidschermen (glas en PMMA) wordt schoonmaak meegenomen met een frequentie van 1 keer per 10 jaar (Tabel 3.12)
- Reparaties (B3) worden niet gedeclareerd.
- Vervangingen (B4) van de deelproducten worden overeenkomstig de technische levensduur meegenomen. Hiertoe hoeft geen specifiek milieuprofiel te worden opgesteld en aan SBK te worden aangeleverd. De vervangingen van het hoofdproduct worden in de rekentools specifiek berekend. Ten behoeve van de rapportage worden de vervangingen van de deelproducten overeenkomstig de in paragraaf 2.1.3 gehanteerde vervangingsfrequenties berekend.
- Verbouwingen (B5) worden niet gedeclareerd.

Tabel 3.12 Onderhoud (B2): schoonmaken 1 m² geluidscherm glas en kunststof

Materiaal	Frequentie	Hoeveelheid per keer	Eenheid	Proces in NMD
Transport	Eens per 10 jaar	1,50	tonkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)
Schoonmaakmiddel	Eens per 10 jaar	0,09	kg	0711-fab&Ammonia, vloeibaar (o.b.v. Ammonia, liquid {RER}) market for Cut-off, U)
Water	Eens per 10 jaar	15,00	liter	0289-fab&Water, drinkwater (o.b.v. Tap water {RER}) market group for Cut-off, U)

3.2.5 Sloop en verwerkingsfase (C1-4 en D)

Module C betreft alle fases vanaf sloop, transport tot en met recyclingprocessen, verbranding en stort. Module D betreft uitgespaarde materialen door het recyclingproces en uitgespaarde energie door energiewinning uit de AVI.

In "uitgespaarde materialen" wordt alleen het aandeel primair materiaal dat in module A in de producten is verwerkt meegeteld, om dubbeltelling te voorkomen.

Voor het kwantificeren van de input- en outputstromen van de sloop- en verwerkingsfase zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Per deelproduct is er een verwerkingsscenario geselecteerd uit de forfaitaire scenario's uit bijlage 1 van de Bepalingsmethode. Omdat het modulaire (deel)producten betreft zijn bij de afvalverwerkingsscenario's geen

scheidingsprocessen meegenomen, dat zou een te negatief beeld schetsen omdat de modulaire opbouw inherent gemakkelijkere demontage faciliteert.

- Voor sommige afvalscenario's (zoals steenwol of afwerkingen) is een proces wat er op lijkt gekozen bij gebrek aan een bestaand proces in de processendatabase
- De waardes in de tabellen zijn berekend in het Cat.III Invoerplatform van de NMD. Waar toepasselijk bevatten deze waarden de hoeveelheden bouw- en productieverlies.
- De anti-graffiti (PU) coating en verflagen worden niet in een apart proces verwijderd voordat de drager verwerkt wordt. Deze lagen zijn daarom in overeenstemming met de Forfaitaire scenario's gemodelleerd als ofwel stort, ofwel verbranding. De baten vanuit verbranding in een AVI zijn bij deelproducten Cassette glas, Stijlen en ankers en Cassette aluminium weggelaten, aangezien de verbranding van de coating en verflagen niet plaatsvindt in een AVI. De dragers uit Cassette kunststof en Cassette geveerd hout gaan wel door de AVI, waardoor er bij deze producten wel energierugwinning kan worden gerekend voor de coating.

Voor deelproduct *Fundering* wordt voor de einde levensduur het forfaitaire scenario gehanteerd:

- Poeren en kessen: 100% verwijderen en verwerken (breekinstallatie) volgens onderstaande forfaitaire scenario's.
 - o Beton: 99% recycling, 1% stort;
 - o Wapeningsstaal: 95% recycling, 5% stort.
- Funderingspalen volgens het forfaitaire scenario Heipalen bebouwde omgeving:
 - o Beton: 80% laten zitten (behandelen als stort), 19% recycling (bovenste stuk, ca. 1 meter), 1% stort.
- Voor de *Stijlen en ankers* wordt voor de einde levensduur het forfaitaire scenario gehanteerd:
 - o Verzinkt staal (stijlen): 5% stort, 95% recycling;
 - o Staal (ankers): 1% stort, 99% recycling;
 - o Verf en poedercoating: 100% verbranding;
- Voor de *Prefab gewapend betonnen panelen* wordt voor de einde levensduur het forfaitaire scenario gehanteerd:
 - o Beton: 1% stort, 99% recycling;
 - o Wapeningsstaal: 5% stort, 95% recycling;
 - o PU-coating: 100% stort conform scenario Afwerkingen, verkleefd aan puin

- Voor de *Prefab betonnen panelen, gepigmenteerd* wordt voor de einde levensduur het forfaitaire scenario gehanteerd:
 - o Beton inclusief pigment ³ : 1% stort, 99% recycling;
 - o Wapeningsstaal: 5% stort, 95% recycling;
 - o PU-coating: 100% stort conform scenario Afwerkingen, verkleefd aan puin
- Voor de *Prefab houtvezel betonnen panelen*, wordt voor de einde levensduur het forfaitaire scenario gehanteerd:
 - o Beton: 1% stort, 99% recycling;
 - o Wapeningsstaal: 5% stort, 95% recycling;
 - o Houtvezelbeton (beton en houtvezel): 100% stort conform scenario Afwerkingen, verkleefd aan puin
 - o PU-coating: 100% stort conform scenario Afwerkingen, verkleefd aan puin
- Voor de *cassettes met glas* wordt voor de einde levensduur het forfaitaire scenario gehanteerd:
 - o Glas: 30% stort, 70% recycling;
 - o Aluminium: 3% AVI, 97% recycling;
 - o Rubbers: 10% stort, 85% AVI, 5% recycling;
 - o PU coating: 100% AVI conform scenario Afwerkingen, verkleefd aan metaal.
- Voor de *cassettes met kunststof* wordt voor de einde levensduur het forfaitaire scenario gehanteerd:
 - o Kunststof: 90% AVI, 10% recycling;
 - o Aluminium: 3% AVI, 97% recycling;
 - o Rubbers: 10% stort, 85% AVI, 5% recycling;
 - o PU coating: 100% AVI conform scenario Afwerkingen, verkleefd aan metaal.
- Voor de *cassettes met hardhout duurzaamheidsklasse II* wordt voor de einde levensduur het forfaitaire scenario gehanteerd:
 - o Hardhout: 5% stort, 80% AVI, 10% recycling, 5% hergebruik;
 - o Rubbers: 10% stort, 85% AVI, 5% recycling;
 - o Aluminium: 3% AVI, 97% recycling.

³ De afvalverwerking van gepigmenteerd beton verschilt niet van ongepigmenteerd beton. De kleur van het betongranulaat, dat ontstaat na het breken, wordt niet of nauwelijks doorgegeven aan nieuw beton. De kleur van beton wordt namelijk bepaald door de kleur van kleine korrels in het beton die aan het oppervlak aanwezig zijn. Betongranulaat betreft het grovere toeslagmateriaal dat gewoonlijk niet aan het oppervlak aanwezig is (tenzij het betonoppervlak wordt uitgewassen). Het gekleurde betongranulaat zal daarom geen invloed hebben op de kleur van nieuw beton. Voor gepigmenteerd beton kan dus worden uitgegaan van eenzelfde verwerkingswijze.

- Voor de *cassettes met geverfd hout* wordt voor de einde levensduur het forfaitaire scenario gehanteerd:
 - Hout, verontreinigd: 5% stort, 95% AVI;
 - Verf: 5% stort, 95% AVI (volgens afvalscenario hout, verontreinigd)
 - Rubbers: 10% stort, 85% AVI, 5% recycling;
 - Aluminium: 3% AVI, 97% recycling.

- Voor de *cassettes met aluminium* wordt voor de einde levensduur de volgende forfaitaire scenario's gehanteerd:
 - Aluminium: 3% AVI, 97% recycling;
 - Steenwol: 85% storten, 5% AVI, 10% recycling;
 - Afwerking: 100% AVI conform scenario Afwerkingen, verkleefd aan metaal

Bij module D worden de secundaire fracties uit fase A1-3 afgetrokken van de uitgespaarde fracties uit fase D om dubbele telling te voorkomen. Tevens worden er lasten gerekend voor verlies van secundair materiaal (waardoor nieuw primair materiaal geproduceerd moet worden).

Tabel 3.13 Module C & D – Fundering

Fase	Proces	Hoeveelheid Per m ²	Eenheid	Proces in NMD/EcoInvent
C1	Sloop	0,19	hr	0121-pro&Kraan hydr.tele. band, per uur (o.b.v. 263 kWh Diesel, burned in building machine {GLO} market for Cut-off, U)
C2	Transport	13,19	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market for Cut-off, U)
C3	Breken gewapend beton buispalen (19%)	48,49	kg	0270-reC&Breken, per kg steenachtig (o.b.v. SBK Breken steenachtig MRPI)
	Breken gewapend beton poeren en kespen (99%)	195,92	kg	0270-reC&Breken, per kg steenachtig (o.b.v. SBK Breken steenachtig MRPI)
	Recyclen staal (95%)	9,41	kg	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER} sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)
C4	Laten zitten en stort beton buispalen (81%) ¹	206,71	kg	0240-sto&Stort beton, cellenbeton (o.b.v. Waste concrete {Europe without Switzerland} treatment of waste concrete, inert material landfill Cut-off, U)
	Stort beton poeren en kespen (1%)	1,98	kg	0240-sto&Stort beton, cellenbeton (o.b.v. Waste concrete {Europe without Switzerland} treatment of waste concrete, inert material landfill Cut-off, U)
	Stort wapeningsstaal	0,50	kg	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)
D	Baten vanuit recycling beton buispalen	49,94	kg	0271-reD&Module D, grind, per kg NETTO geleverd granulaat/grind (vermeden: Gravel, round {RoW} gravel and sand quarry operation Cut-off, U)
	Baten vanuit recycling beton poeren en kespen	205,72	kg	0271-reD&Module D, grind, per kg NETTO geleverd granulaat/grind (vermeden: Gravel, round {RoW} gravel and sand quarry operation Cut-off, U)
	Baten vanuit recyclen wapeningstaal	1,33	kg	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)

¹ blijven zitten is gelijk aan storten volgens de SBK

Tabel 3.14 Module C & D – Stijlen en ankers

Fase	Proces	Hoeveelheid Per m ²	Eenheid	Proces in NMD/EcoInvent
C1	Slopen	0,11	hr	0121-pro&Kraan hydr.tele. band, per uur (o.b.v. 263 kWh Diesel, burned in building machine {GLO}) market for Cut-off, U)
C2	Transport	0,885	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market for Cut-off, U)
C3	Recyclen stijlen - verzinkt staal incl. zinkcoat (95%)	13,1	kg	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER}) sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)
	Recyclen ankers - staal (99%)	2,51	kg	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER}) sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)
	Verbranding verflaag (100%)	0,16	kg	0266-avC&Verbranden verf (10,14 MJ/kg) (o.b.v. Waste paint {Europe without Switzerland}) treatment of waste paint, municipal incineration Cut-off, U)
	Verbranding coating (100%)	0,24		0264-avC&Verbranden kunststoffen (28,67 MJ/kg) (o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 20% PVC, 17% PS en 21% mixture)
C4	Stort stijlen - verzinkt staal incl zinkcoat (5%)	0,70	kg	0248-sto&Stort koper, lood, verzinkt staal, zink (o.b.v. Scrap tin sheet {CH}) treatment of, sanitary landfill Cut-off, U, bij gebrek aan passender proces)
	Stort ankers - staal (1%)	0,03	kg	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)
D	Baten staal vanuit stijl en anker	15.79	kg	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)
	Baten vanuit zink	0,27	kg	0283-reD&Module D, zink, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Zinc {RoW}) primary production from concentrate Cut-off, U)

Tabel 3.15 Module C & D– Prefab gewapend betonnen panelen

Fase	Proces	Hoeveelheid per m ²	Eenheid	Proces in NMD/EcoInvent
C1	Slopen	0,22 (u=0,055h)	hr	0121-pro&Kraan hydr.tele. band, per uur (o.b.v. 263 kWh Diesel, burned in building machine {GLO} market for Cut-off, U)
C2	Transport	16,04	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market for Cut-off, U)
C3	Recyclen beton (99%)	297	kg	0270-reC&Breken, per kg steenachtig (o.b.v. SBK Breken steenachtig MRPI)
	Recyclen wapeningsstaal (95%)	15,96	kg	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER} sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)
C4	Storten beton (1%)	3,00	kg	0240-sto&Stort beton, cellenbeton (o.b.v. Waste concrete {Europe without Switzerland} treatment of waste concrete, inert material landfill Cut-off, U)
	Storten wapeningsstaal (5%)	0,84	kg	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)
	Storten coating (100%)	0,10	kg	0299-sto&Stort verf (o.b.v. Waste paint {Europe without Switzerland} treatment of waste paint, sanitary landfill Cut-off, U)
D	Baten beton	305,91	kg	0271-reD&Module D, grind, per kg NETTO geleverd granulaat/grind (vermeden: Gravel, round {RoW} gravel and sand quarry operation Cut-off, U)
	Baten wapeningstaal	2,21	kg	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)

Tabel 3.16 Module C & D – Prefab gewapend beton, gepigmenteerd

Fase	Proces	Hoeveelheid per m ²	Eenheid	Proces in NMD/EcoInvent
C1	Slopen	0,22 (u=0,055h)	hr	0121-pro&Kraan hydr.tele. band, per uur (o.b.v. 263 kWh Diesel, burned in building machine {GLO} market for Cut-off, U)
C2	Transport	16,23	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market for Cut-off, U)
C3	Recyclen beton (99%)	297	kg	0270-reC&Breken, per kg steenachtig (o.b.v. SBK Breken steenachtig MRPI)
	Recyclen wapeningsstaal (95%)	15,96	kg	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER} sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)
	Recyclen pigment (99%) ¹	1,83	kg	0270-reC&Breken, per kg steenachtig (o.b.v. SBK Breken steenachtig MRPI)
C4	Storten beton (1%)	3,00	kg	0240-sto&Stort beton, cellenbeton (o.b.v. Waste concrete {Europe without Switzerland} treatment of waste concrete, inert material landfill Cut-off, U)
	Storten wapeningsstaal (5%)	0,84	kg	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)
	Storten pigment (1%) ¹	0,02	kg	0299-sto&Stort verf (o.b.v. Waste paint {Europe without Switzerland} treatment of waste paint, sanitary landfill Cut-off, U)
	Storten coating (100%)	0,10	kg	0299-sto&Stort verf (o.b.v. Waste paint {Europe without Switzerland} treatment of waste paint, sanitary landfill Cut-off, U)
D	Baten beton	305,91	kg	0271-reD&Module D, grind, per kg NETTO geleverd granulaat/grind (vermeden: Gravel, round {RoW} gravel and sand quarry operation Cut-off, U)
	Baten pigment ¹	1,89	kg	0271-reD&Module D, grind, per kg NETTO geleverd granulaat/grind (vermeden: Gravel, round {RoW} gravel and sand quarry operation Cut-off, U)
	Baten wapeningstaal	2,21	kg	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)

¹ Het pigment is intrinsiek onderdeel van het beton en volgt daarom dezelfde verwerkingsroute

Tabel 3.17 Module C & D – Prefab gewapend houtvezelbeton

Fase	Proces	Hoeveelheid Per m ²	Eenheid	Proces in NMD/EcoInvent
C1	Slopen	0,22 (u=0,055h)	hr	0121-pro&Kraan hydr.tele. band, per uur (o.b.v. 263 kWh Diesel, burned in building machine {GLO}) market for Cut-off, U)
C2	Transport	25,64	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market for Cut-off, U)
C3	Recyclen beton vanuit gewapend beton (99%)	297	kg	0270-reC&Breken, per kg steenachtig (o.b.v. SBK Breken steenachtig MRPI)
	Recyclen wapeningsstaal vanuit gewapend beton (95%)	15,96	kg	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER}) sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)
C4	Storten beton vanuit gewapend beton (1%)	3,00	kg	0240-sto&Stort beton, cellenbeton (o.b.v. Waste concrete {Europe without Switzerland}) treatment of waste concrete, inert material landfill Cut-off, U)
	Storten wapeningsstaal vanuit gewapend beton (5%)	0,84	kg	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)
	Storten beton uit houtvezelbeton (100%)	70	kg	0240-sto&Stort beton, cellenbeton (o.b.v. Waste concrete {Europe without Switzerland}) treatment of waste concrete, inert material landfill Cut-off, U)
	Storten hout uit houtvezelbeton (100%)	26	kg	0245-sto&Stort hout, 'schoon' (o.b.v. Waste wood, untreated {Europe without Switzerland}) treatment of waste wood, untreated, sanitary landfill Cut-off, U)
	Storten coating (100%)	0,1	kg	0299-sto&Stort verf (o.b.v. Waste paint {Europe without Switzerland}) treatment of waste paint, sanitary landfill Cut-off, U)
D	Baten beton vanuit gewapend beton	305,91	kg	0271-reD&Module D, grind, per kg NETTO geleverd granulaat/grind (vermeden: Gravel, round {RoW}) gravel and sand quarry operation Cut-off, U)
	Baten wapeningstaal vanuit gewapend beton	2,21	kg	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)

Tabel 3.18 Module C & D – Cassettes met glas

Fase	Proces	Hoeveelheid per m ²	Eenheid	Proces in NMD/EcoInvent
C1	Slopen	0,22 (u=0,055h)	hr	0121-pro&Kraan hydr.tele. band, per uur (o.b.v. 263 kWh Diesel, burned in building machine {GLO} market for Cut-off, U)
C2	Transport	3,48	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market for Cut-off, U)
C3	Recyclen glas (70%)	30,87	kg	0272-reC&Recycling vlakglas (worst case: Glass cullet, sorted {RER} treatment of waste glass from unsorted public collection, sorting Cut-off, U)
	Recyclen aluminium (97%)	8,73	kg	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER} sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)
	Recyclen rubber (5%)	0,03	kg	0286-reC&verwerking kunststof voor recycling (o.b.v. Waste polyethylene, for recycling, sorted {Europe without Switzerland} market for waste polyethylene, for recycling, sorted Cut-off, U)
	Verbranden aluminium (3%)	0,27	kg	0255-avC&Verbranden aluminium (o.b.v. Scrap aluminium {Europe without Switzerland} treatment of scrap aluminium, municipal incineration Cut-off, U)
	Verbranden rubber (85%)	0,54	kg	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)
	Verbranden coating (100%)	0,10	kg	0266-avC&Verbranden verf (10,14 MJ/kg) (o.b.v. Waste paint {Europe without Switzerland} treatment of waste paint, municipal incineration Cut-off, U)
C4	Storten glas (30%)	13,23	kg	0244-sto&Stort glas (o.b.v. Waste glass {CH} treatment of, inert material landfill Cut-off, U)
	Storten rubber (10%)	0,06	kg	0249-sto&Stort kunststoffen (o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 17% PVC, 21% PS en 20% mixture)
D	Baten recyclen glas	31,80	kg	0273-reD&Module D, vlakglas per kg NETTO geleverd kringloopglas (46% verpakkingsglas- en 45% glaswol- en 8% vlakglastoepassing waar primaire grondstoffen worden vermeden - niet de energie)
	Baten recyclen aluminium	2,13	kg	0269-reD&Module D aluminium, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Aluminium, cast alloy {GLO} aluminium ingot, primary, to market Cut-off, U; Aluminium, cast alloy {RER} treatment of aluminium scrap, post-consumer, prepared for recycling, at refiner Cut-off, U)
	Baten recyclen rubber	0,021*	kg	0444-reD&Module D, EPDM, rubber, chloropreen, neoprene, styreen butadien rubber - SBR, per kg NETTO geleverd rubber (o.b.v. vermeden Synthetic rubber {RER} production Cut-off, U en kwaliteitsfactor 0,67)
	Baten verbranden rubber	15,003	MJ	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)

* 0.032 met kwaliteitsfactor 0,67

Tabel 3.19 Module C & D – Cassettes met kunststof

Fase	Proces	Hoeveelheid per m ²	Eenheid	Proces in NMD/EcoInvent
C1	Slopen	0,22 (u=0,055h)	hr	0121-pro&Kraan hydr.tele. band, per uur (o.b.v. 263 kWh Diesel, burned in building machine {GLO}) market for Cut-off, U)
C2	Transport	3,91	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market for Cut-off, U)
C3	Recyclen kunststof (10%)	2,38	kg	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)
	Recyclen aluminium (97%)	8,73	kg	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER}) sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)
	Recyclen rubber (5%)	0,03	kg	0286-reC&verwerking kunststof voor recycling (o.b.v. Waste polyethylene, for recycling, sorted {Europe without Switzerland}) market for waste polyethylene, for recycling, sorted Cut-off, U)
	Verbranden kunststof (90%)	21,42	kg	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)
	Verbranden aluminium (3%)	0,27	kg	0255-avC&Verbranden aluminium (o.b.v. Scrap aluminium {Europe without Switzerland}) treatment of scrap aluminium, municipal incineration Cut-off, U)
	Verbranden rubber (85%)	0,54	kg	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)
	Verbranden verf (100%)	0,10	kg	0266-avC&Verbranden verf (10,14 MJ/kg) (o.b.v. Waste paint {Europe without Switzerland}) treatment of waste paint, municipal incineration Cut-off, U)
C4	Storten rubber (10%)	0,06	kg	0249-sto&Stort kunststoffen (o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 17% PVC, 21% PS en 20% mixture)
D	Baten recycling kunststoffen (10%)	2,45	kg	0279-reD&Module D, PVC, per kg NETTO geleverd (o.b.v. vermeden Polyvinylchloride, suspension polymerised {RER}) polyvinylchloride production, suspension polymerisation Cut-off, U en kwaliteitsfactor 0,67)
	Baten recycling aluminium (97%)	2,13	kg	0269-reD&Module D aluminium, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Aluminium, cast alloy {GLO}) aluminium ingot, primary, to market Cut-off, U; Aluminium, cast alloy {RER}) treatment of aluminium scrap, post-consumer, prepared for recycling, at refiner Cut-off, U)
	Baten recyclen rubber	0,021	kg	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)
	Verbranden kunststoffen en rubber	633,58	MJ	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)

* 0.032 met kwaliteitsfactor 0,67

Tabel 3.20 Module C & D – Cassettes met hardhout, duurzaamheidsklasse II

Fase	Proces	Hoeveelheid per m ²	Eenheid	Proces in NMD/EcoInvent
C1	Slopen	0,22 (u=0,55h)	hr	0121-pro&Kraan hydr.tele. band, per uur (o.b.v. 263 kWh Diesel, burned in building machine {GLO} market for Cut-off, U)
C2	Transport	3,34	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market for Cut-off, U)
C3	Opwerken hout (10% recycling, 5% hergebruik)	3,14	kg	0285-reC&Schaven hout (o.b.v. aangepaste Sawnwood, beam, softwood, dried (u=10%), planed {RoW} planing, beam, softwood, u=10% Cut-off, U)
	Recyclen aluminium (97%)	8,73	kg	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER} sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)
	Recyclen rubber (5%)	0,03	kg	0286-reC&verwerking kunststof voor recycling (o.b.v. Waste polyethylene, for recycling, sorted {Europe without Switzerland} market for waste polyethylene, for recycling, sorted Cut-off, U)
	Verbranden hout (80%)	16,72	kg	0262-avC&Verbranden hout, 'schoon' (13,99 MJ/kg) (o.b.v. Waste wood, untreated {CH} treatment of, municipal incineration Cut-off, U)
	Verbranden aluminium (3%)	0,27	kg	0255-avC&Verbranden aluminium (o.b.v. Scrap aluminium {Europe without Switzerland} treatment of scrap aluminium, municipal incineration Cut-off, U)
	Verbranden rubber (85%)	0,54	kg	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)
C4	Stort hout (5%)	1,05	kg	0245-sto&Stort hout, 'schoon' (o.b.v. Waste wood, untreated {Europe without Switzerland} treatment of waste wood, untreated, sanitary landfill Cut-off, U)
	Storten rubber (10%)	0,06	kg	0249-sto&Stort kunststoffen (o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 17% PVC, 21% PS en 20% mixture)
D	Baten hout (10% recycling)	2,15	kg	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)
	Baten hout (5% hergebruik)	-1,08	kg	0182-fab&Hout, tropisch hardhout, Afrikaans, gezaagd (o.b.v. Sawnwood, azobe from sustainable forest management, planed, air dried {GLO} market for Cut-off, U + 7000 km ocean transport en 1150 kg/m3)
	Baten aluminium (97% recycling)	2,13	kg	0269-red&Module D, aluminium, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Aluminium, cast alloy {GLO} aluminium ingot, primary, to market Cut-off, U; Aluminium, cast alloy {RER} treatment of aluminium scrap, new, at refiner Cut-off, U; excl. toevo)
	Baten recyclen rubber	0,021 *	kg	0444-red&Module D, EPDM, rubber, chloropreen, neoprene, styreen butadien rubber - SBR, per kg NETTO geleverd rubber (o.b.v. vermeden Synthetic rubber {RER} production Cut-off, U en kwaliteitsfactor 0,67)
	Energiewinning uit verbranden hout	240,93	MJ	0268-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. HERNIEUWBARE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)
	Energiewinning uit verbranden rubber	15,00	MJ	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)

* 0.032 met kwaliteitsfactor 0,67

Tabel 3.21 Module C & D – Cassettes met geïmpregneerd hout

Fase	Proces	Hoeveelheid per m ²	Eenheid	Proces in NMD/EcoInvent
C1	Slopen	0,22 (u=0,055h)	hr	0121-pro&Kraan hydr.tele. band, per uur (o.b.v. 263 kWh Diesel, burned in building machine {GLO} market for Cut-off, U)
C2	Transport	3,69	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market for Cut-off, U)
C3	Recyclen aluminium (97%)	8,73	kg	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER} sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)
	Recyclen rubber (5%)	0,03	kg	0286-reC&Verwerking kunststof voor recycling (o.b.v. Waste polyethylene, for recycling, sorted {Europe without Switzerland} market for waste polyethylene, for recycling, sorted Cut-off, U)
	Verbranden hout (95%)	19,33	kg	0263-avC&Verbranden hout, verontreinigd (13,99 MJ/kg) (o.b.v. Waste building wood, chrome preserved {CH} treatment of, municipal incineration Cut-off, U)
	Verbranden aluminium (3%)	0,27	kg	0255-avC&Verbranden aluminium (o.b.v. Scrap aluminium {Europe without Switzerland} treatment of scrap aluminium, municipal incineration Cut-off, U)
	Verbranden rubber (85%)	0,54	kg	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)
	Verbranden verf (95%)	0,80	kg	0266-avC&Verbranden verf (10,14 MJ/kg) (o.b.v. Waste paint {Europe without Switzerland} treatment of waste paint, municipal incineration Cut-off, U)
C4	Stort hout (5%)	1,02	kg	0246-sto&Stort hout, geschilderd (o.b.v. 99% Waste wood, untreated en 1% Waste paint {EU} treatment of, sanitary landfill Cut-off, U)
	Storten rubber (10%)	0,06	kg	0249-sto&Stort kunststoffen (o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 17% PVC, 21% PS en 20% mixture)
	Stort verf (5%)	0,04	kg	0299-sto&Stort verf (o.b.v. Waste paint {Europe without Switzerland} treatment of waste paint, sanitary landfill Cut-off, U)
D	Baten recycling aluminium (97%)	2,13	kg	0269-reD&Module D aluminium, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Aluminium, cast alloy {GLO} aluminium ingot, primary, to market Cut-off, U; Aluminium, cast alloy {RER} treatment of aluminium scrap, post-consumer, prepared for recycling, at refiner Cut-off, U)
	Baten recyclen rubber	0,021*	kg	0444-reD&Module D, EPDM, rubber, chloropreen, neoprene, styreen butadien rubber - SBR, per kg NETTO geleverd rubber (o.b.v. vermeden Synthetic rubber {RER} production Cut-off, U en kwaliteitsfactor 0,67)
	Energiewinning uit verbranden hout	278,58	MJ	0268-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. HERNIEUWBARE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)
	Energiewinning uit verbranden verf en rubber	23,33	MJ	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)

* 0.032 met kwaliteitsfactor 0,67

Tabel 3.22 Module C & D – Cassettes met aluminium beplating en steenwol vulling

Fase	Proces	Hoeveelheid per m ²	Eenheid	Proces in NMD/EcoInvent
C1	Slopen	0,22 (u=0,055h)	hr	0121-pro&Kraan hydr.tele. band, per uur (o.b.v. 263 kWh Diesel, burned in building machine {GLO} market for Cut-off, U)
C2	Transport	3,68	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market for Cut-off, U)
C3	Recyclen aluminium (97%)	13,58	kg	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER} sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)
	Recyclen steenwol (10%)	3,00	kg	0272-reC&Recycling vlakglas (worst case: Glass cullet, sorted {RER} treatment of waste glass from unsorted public collection, sorting Cut-off, U)
	Verbranden aluminium (3%)	0,42	kg	0255-avC&Verbranden aluminium (o.b.v. Scrap aluminium {Europe without Switzerland} treatment of scrap aluminium, municipal incineration Cut-off, U)
	Verbranden steenwol (5%)	1,50	kg	0256-avC&Verbranden glas (o.b.v. Waste glass {Europe without Switzerland} treatment of waste glass, municipal incineration Cut-off, U)
	Verbranden coating (100%)	0,10	kg	0266-avC&Verbranden verf (10,14 MJ/kg) (o.b.v. Waste paint {Europe without Switzerland} treatment of waste paint, municipal incineration Cut-off, U)
C4	Storten steenwol (85%)	25,50	kg	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
D	Baten aluminium	3,32	kg	0269-reD&Module D aluminium, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Aluminium, cast alloy {GLO} aluminium ingot, primary, to market Cut-off, U; Aluminium, cast alloy {RER} treatment of aluminium scrap, post-consumer, prepared for recycling, at refiner Cut-off, U)
	Baten steenwol (vervangt 70% basalt)	2,16 *	kg	0442-reD&Module D, Basalt, per kg NETTO vermeden basalt - steenwol vermijdt 70% basalt (vermeden: Basalt {RER} quarry operation Cut-off, U)

* 3,08 kg met kwaliteitsfactor 0,7

4 Resultaten

Disclaimer (Versie 1.8):

In het NMD Fase 7 Perceel 2 (F7P2) project zijn de oorspronkelijk gebruikte betonmortels in verschillende producten opnieuw geïnventariseerd door middel van expertise van een betontechnoloog. Zodoende zijn in veel gevallen nieuwe betonmortels geselecteerd, welke leiden tot een andere milieu-impact dan voorheen.

De milieu-impact is in deze versie van dit rapport niet geüpdatet, omdat de resultaten uit de NMD Invoermodule leidend worden geacht. De verklaring hiervoor is:

1. De resultaten zijn tijdens de NMD-kaartenupdate in december 2024 nooit geüpdatet, dus het is inconsistent met de rest om nu de resultaten wel te updaten
2. De rapporten komen niet langer overeen met de NMD-invoermodule, zodoende zou resultaten uitdraaien uit de invoermodule en plaatsen in dit rapport leiden tot inconsistentie.

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 25-05-2018, NMD 2.2).
- 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 9.0
 - o EcoInvent processen zijn doorgerekend inclusief infrastructuurprocessen en kapitaalgoederen;
 - o EcoInvent processen zijn doorgerekend exclusief lange termijn (>100 jaar) emissies.

NB wijzigingen update 2024:

- De modellen zijn opnieuw berekend met behulp van het Invoerplatform Categorie III van de NMD. Deze gaat uit van:
 - o Bepalingsmethode Bouwwerken versie 1.1
 - o NMD database versie 3.10
 - o EcoInvent versie 3.6 (set A1) en 3.9 (set A2)
- De berekening van de impact op set A2 is nieuw in de 2024 versie en is opgenomen in Bijlage 2 en 3.

4.2 LCA-rekenresultaten en schaduw prijzen

De milieuprofielen van de deelproducten worden ten behoeve van de productkaart los berekend. De berekeningen gelden voor 1 gemiddelde (representatieve) m² geluidsscherm. 1 m² van een volledig geluidsscherm bestaat uit: fundering voor 1 m² + stijl voor 1 m² + schermvulling voor 1 m² (paneel óf cassette). Bij de cassettes met houten schermvulling is voor een volledig geluidsscherm 1,6x de milieu-impact van de cassette gerekend, aangezien de levensduur van de houten cassettes 30 jaar is in plaats van 50 jaar.

Tabel 4.1 bevat de totale rekenresultaten van de functionele eenheden over alle gedeclareerde levenscyclusfasen. Ook is de schaduwprijs⁴ die behoort bij het milieuprofiel opgenomen in tabel 4.1.

De uitgebreide gekarakteriseerde resultaten per levensfase zijn opgenomen in bijlage 2. De resultaten in de rapportage kunnen afwijken van de resultaten in de viewer en in DuboCalc. Bij twijfel moet uitgegaan worden van de online resultaten. In de invoermodule wordt bij een vervanging van een onderliggend onderdeel (houten cassettes), de baten van deze vervangingen in module D (nog) niet berekend. Dit is bekend bij de NMD maar wordt nog aan gewerkt. Vandaar dat het resultaat bij die varianten in de invoermodule fors kan afwijken.

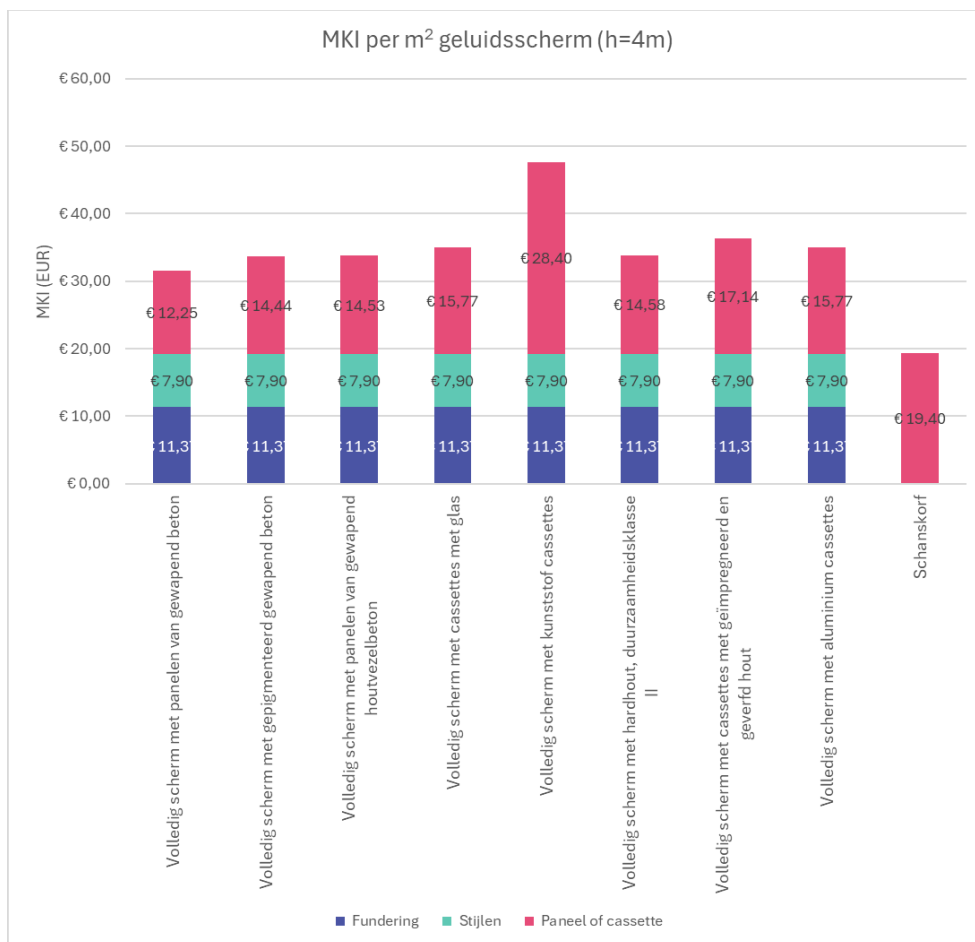
Tabel 4.1 Rekenresultaten per functionele eenheid (A1-3, A4, A5, B4, C2, C3, C4 en D) Geluidschermen, type 'modulair', bij een technische levensduur van 50 jaar. MKI van de verschillende varianten.

Effectcategorie	Eenheid	Volledig scherm met panelen van gewapend beton	Volledig scherm met gepigmenteerd gewapend beton	Volledig scherm met panelen van gewapend houtvezelbeton	Volledig scherm met cassettes met glas	Volledig scherm met kunststof cassettes	Volledig scherm met hardhout, duurzaamheidsklasse II	Volledig scherm met cassettes met geïmpregneerd en geverfd hout	Volledig scherm met aluminium cassettes
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	7,65E-02	7,59E-02	7,69E-02	1,08E-01	1,03E-01	1,21E-01	1,22E-01	1,18E-01
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	1,38E+00	1,05E+00	1,48E+00	1,59E+00	2,59E+00	1,60E+00	1,65E+00	1,61E+00
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	2,53E+02	1,79E+02	2,76E+02	2,64E+02	4,58E+02	2,62E+02	2,72E+02	2,60E+02
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	2,72E-05	2,23E-05	2,90E-05	3,05E-05	2,30E-05	3,23E-05	3,27E-05	2,88E-05
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	2,98E-01	2,22E-01	3,12E-01	2,99E-01	4,98E-01	2,81E-01	4,26E-01	3,28E-01
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	1,60E+00	1,33E+00	1,68E+00	1,93E+00	2,51E+00	1,79E+00	1,85E+00	1,80E+00
8 eutrophication (EP)	kg PO4---eq	3,23E-01	2,79E-01	3,39E-01	3,33E-01	3,81E-01	3,48E-01	3,77E-01	3,24E-01
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	8,66E+01	6,37E+01	9,28E+01	1,02E+02	9,87E+01	9,59E+01	1,08E+02	1,11E+02
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	2,60E+00	1,91E+00	2,75E+00	3,51E+00	3,61E+00	3,67E+00	4,86E+00	3,71E+00
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	6,67E+03	4,73E+03	7,20E+03	8,58E+03	7,57E+03	7,54E+03	9,01E+03	7,57E+03
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	3,33E+00	2,23E+00	3,40E+00	2,17E+00	2,17E+00	2,16E+00	2,32E+00	2,19E+00

⁴ De resultaten kunnen afwijken van de uiteindelijke productkaarten omdat de online resultaten zijn gekoppeld aan de databases, die regelmatig worden geüpdatet.

<i>PERE (empty; =PERT-PERM) PERM (empty)</i>	MJ	3,65E-02	3,64E-02	3,97E-02	2,20E-02	2,20E-02	2,20E-02	2,20E-02	2,20E-02
	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
<i>PERT</i>	MJ	1,04E+02	1,16E+02	1,03E+03	1,76E+02	1,80E+02	2,30E+03	1,37E+03	2,02E+02
<i>PENRE (empty; =PENRT-PENRM) PENRM (empty)</i>	MJ	1,35E+01	1,35E+01	1,48E+01	8,16E+00	8,16E+00	8,16E+00	8,16E+00	8,16E+00
	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
<i>PENRT</i>	MJ	3,15E+03	3,27E+03	3,34E+03	3,96E+03	6,61E+03	4,25E+03	4,29E+03	4,04E+03
<i>SM (empty)</i>	kg	3,12E-04	3,11E-04	3,40E-04	1,88E-04	1,88E-04	1,88E-04	1,88E-04	1,88E-04
<i>RSF (empty)</i>	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
<i>NRSF (empty)</i>	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
<i>Water consumption (FW)</i>	m ³	2,45E+00	2,76E+00	2,63E+00	2,70E+00	3,24E+00	2,74E+00	2,94E+00	2,77E+00
<i>Hazardous waste (HWD)</i>	kg	3,00E-02	3,04E-02	3,09E-02	5,35E-02	5,07E-02	6,88E-02	6,88E-02	6,60E-02
<i>Non hazardous waste (NHWD)</i>	kg	2,77E+02	2,85E+02	3,82E+02	2,86E+02	2,68E+02	2,76E+02	2,79E+02	2,98E+02
<i>Radioactive waste (RWD)</i>	kg	2,10E-03	2,34E-03	2,40E-03	2,59E-03	2,40E-03	3,11E-03	3,32E-03	2,98E-03
<i>CRU (empty)</i>	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
<i>MFR (empty)</i>	kg	9,63E-04	9,61E-04	1,05E-03	5,81E-04	5,81E-04	5,81E-04	5,81E-04	5,81E-04
<i>MER (empty)</i>	kg	4,09E-05	4,08E-05	4,46E-05	2,47E-05	2,47E-05	2,47E-05	2,47E-05	2,47E-05
<i>EEE (empty)</i>	MJ	2,77E-03	2,77E-03	3,02E-03	1,67E-03	1,67E-03	1,67E-03	1,67E-03	1,67E-03
<i>EET (empty)</i>	MJ	4,78E-03	4,77E-03	5,21E-03	2,88E-03	2,88E-03	2,88E-03	2,88E-03	2,88E-03
MKI	EUR	€ 36,58	€ 38,76	€ 38,85	€ 40,10	€ 52,72	€ 38,90	€ 41,46	€ 40,09

De Rekenresultaten over de volledige levenscyclus en op het gebied van de Milieu Kosten Indicator (MKI) laten zien dat de geluidsschermen met panelen van gewapend beton het laagste uit komen. Deze relatief lage score is te verklaren door de relatief lage impact tijdens de productie van deze panelen. De geluidsschermen met houten panelen zijn over een levensduur van 50 jaar duurder, omdat de panelen maar 30 jaar mee gaan. Het geluidsscherm met kunststof cassette heeft de hoogste MKI. Ondanks de hoge waarde in module D weegt recycling niet op tegen de energie die nodig is in de productiefase.



Figuur 4.1 MKI van de varianten (gehele geluidsschermen). De schanskorf is berekend met een eerder versie van EcoInvent.

Ter illustratie is in figuur 4.1 ook de MKI van een schanskorfconstructie gevuld met betongranulaat en zand toegevoegd. Gegevens zoals doorgerekend in "(Ongetoetst) LCA rapport voor schanskorf" in opdracht van ProRail (SGS|Search projectnummer 26.19.00174). Dit soort constructies wordt ook gebruikt als geluidsschermen maar voldoen niet aan de eisen voor het modulaire geluidsscherm. Voor de schanskorfconstructie is geen fundering meegenomen. Dit is ook niet altijd nodig, maar bij een ondergrond van veen kan dit wel nodig zijn.

Let op! De MKI van de schanskorven is berekend met een eerdere versie van de processendatabase en een eerdere versie van EcoInvent

4.3 Zwaartepuntanalyse

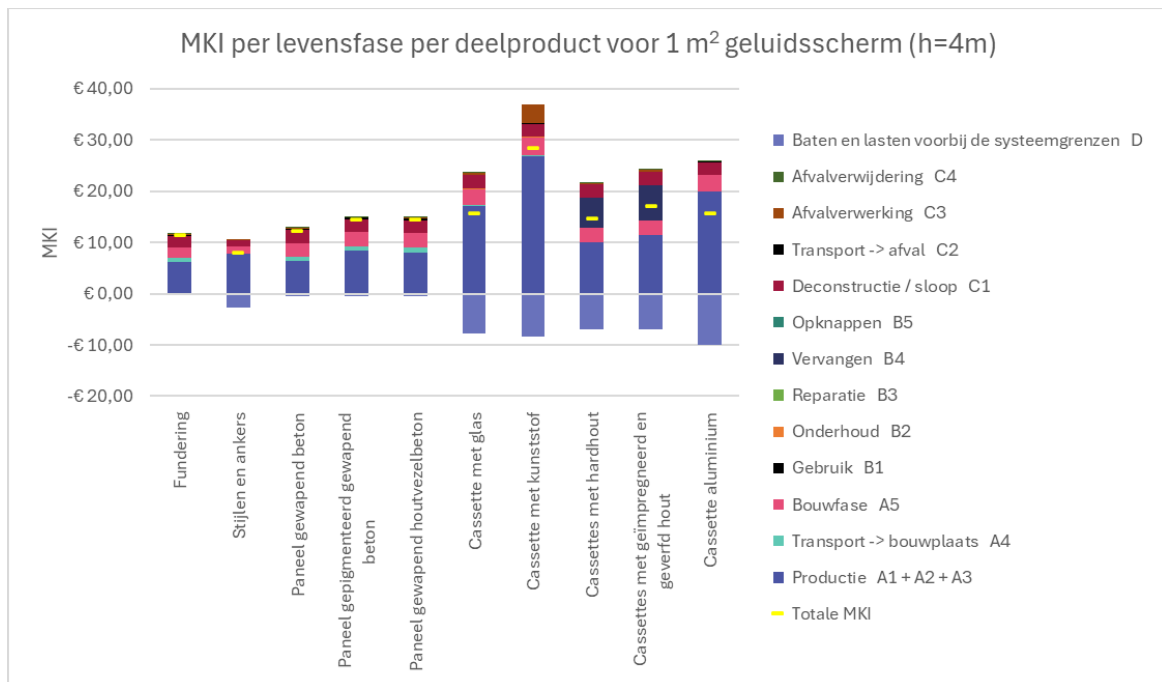
Op basis van de zwaartepuntanalyse worden een aantal processen per fase verder uitgelicht die bepalend zijn voor de MKI. In tabel 4.2 en figuur 4.2 is te zien dat:

- De productiefase (A1-A3) de grootste bijdrage aan de MKI levert. Dit is ook een bundeling van verschillende significante processen en lange transportafstanden. In de productiefase hebben cassettes met kunststof en aluminium de hoogste MKI-waarde.

- De hoogste MKI met betrekking tot het transport (A4 en C2) ligt bij de fundering en het paneel met (houtvezel)beton. Dit is te relateren aan de massa van deze materialen.
- De cassettes met kunststof en glas scoren het hoogst in B2, aangezien deze elke 10 jaar worden schoongemaakt. De cassettes met (hard)hout scoren het hoogst in B4 vanwege de extra impact voor vervanging na 30 jaar.
- Bij C3 scoort de cassette met kunststof het hoogst. Dit is te verklaren doordat 90% van de kunststof in de AVI belandt.
- In fase D leveren respectievelijk cassettes met aluminium, cassettes met kunststof en cassettes met glas de meeste baten op, ofwel vanuit gerecyclede grondstoffen, ofwel vanuit teruggewonnen energie uit de AVI.

Tabel 4.2 Zwaartepuntanalyse van de deelproducten (bijdrage MKI per fase, voor 50 jaar). De MKI in fase B1, B3 en B5 is voor alle deelproducten € 0.

	A1-3	A4	A5	B2	B4	C1	C2	C3	C4	D	Totaal
Fundering	€ 6,17	€ 0,80	€ 2,11	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,18	€ 0,21	€ 0,09	€ 0,15	-€ 0,35	€ 11,37
Stijlen en ankers	€ 7,70	€ 0,04	€ 1,50	€ 0,00	€ 0,00	€ 1,26	€ 0,02	€ 0,14	€ 0,00	-€ 2,77	€ 7,90
Paneel gewapend beton	€ 6,33	€ 0,77	€ 2,75	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,53	€ 0,26	€ 0,14	€ 0,00	-€ 0,53	€ 12,25
Paneel gepigmenteerd gewapend beton	€ 8,45	€ 0,77	€ 2,82	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,53	€ 0,26	€ 0,14	€ 0,00	-€ 0,53	€ 14,44
Paneel gewapend houtvezelbeton	€ 7,97	€ 1,00	€ 2,82	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,53	€ 0,41	€ 0,14	€ 0,19	-€ 0,53	€ 14,53
Cassette met glas	€ 17,14	€ 0,13	€ 3,06	€ 0,22	€ 0,00	€ 2,53	€ 0,06	€ 0,36	€ 0,01	-€ 7,73	€ 15,77
Cassette met kunststof	€ 26,84	€ 0,08	€ 3,45	€ 0,22	€ 0,00	€ 2,53	€ 0,06	€ 3,63	€ 0,00	-€ 8,41	€ 28,40
Cassettes met hardhout	€ 10,00	€ 0,07	€ 2,84	€ 0,00	€ 5,83	€ 2,53	€ 0,05	€ 0,22	€ 0,01	-€ 6,97	€ 14,58
Cassettes met geïmpregneerd en geverfd hout	€ 11,36	€ 0,08	€ 2,88	€ 0,00	€ 6,86	€ 2,53	€ 0,06	€ 0,32	€ 0,01	-€ 6,95	€ 17,14
Cassette aluminium	€ 19,86	€ 0,11	€ 3,13	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,53	€ 0,06	€ 0,11	€ 0,02	-€ 10,05	€ 15,77

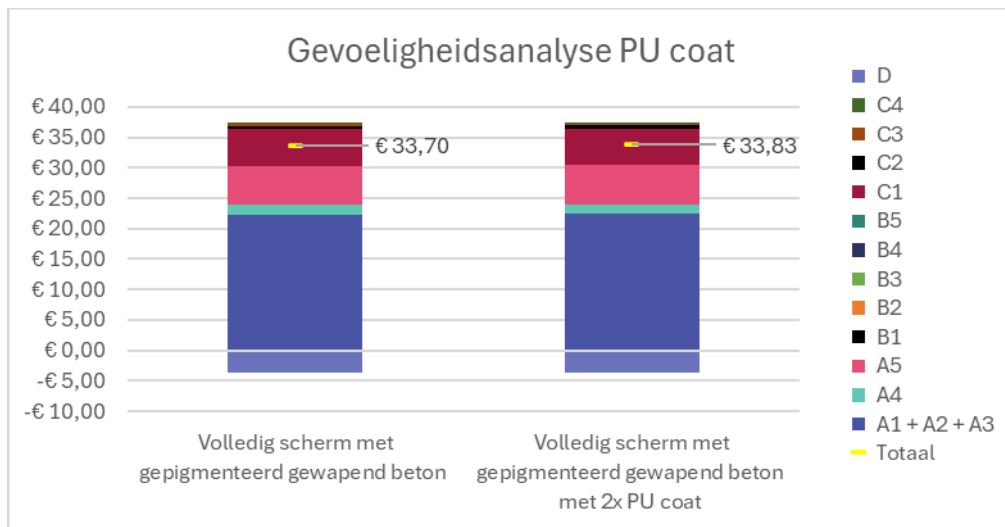


Figuur 4.2 MKI per fase van de deelproducten, bij levensduur 50 jaar

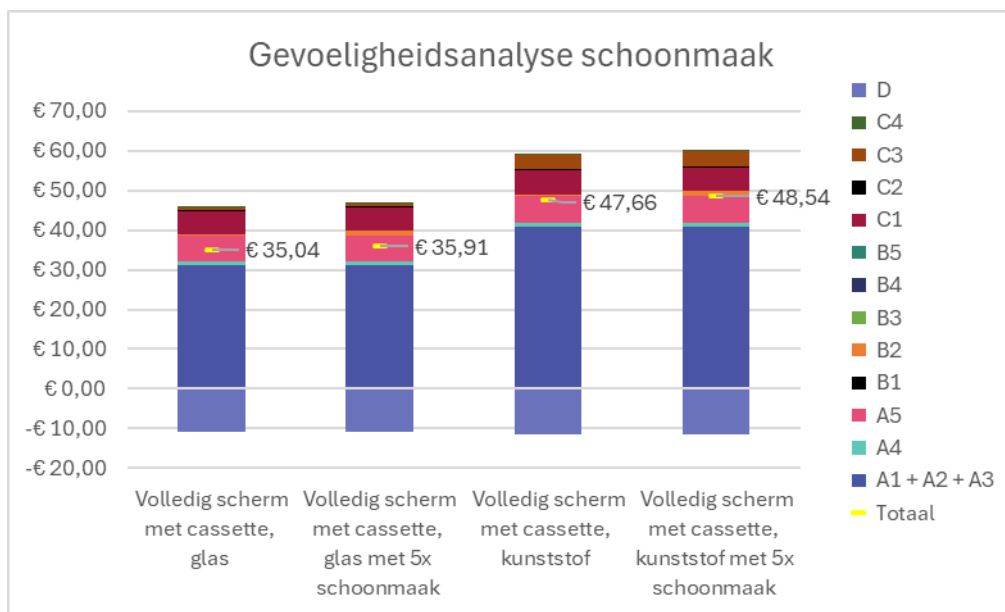
4.4 Gevoeligheidsanalyse

Welk materiaal in de praktijk als coating van graffiti wordt toegepast en ook in EcoInvent staat is niet bekend bij RWS noch de samenwerkende partijen. Met deze reden is (na desk research) aangenomen dat dit polyurethaan is. Er is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd voor panelen zonder coating en met dubbele coating. Dit blijkt minder dan 1% effect te hebben op de MKI van de geluidsschermen (figuur 4.3). De MKI van een betonnen prefab geluidsscherm met pigment verandert van € 33,70 naar € 33,83 als er een dubbele hoeveelheid coating wordt toegevoegd.

Ook voor schoonmaak is er een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Hiervoor waren de inputs namelijk niet bekend. Zoals in hoofdstuk 3.2 staat aangegeven is hiervoor een bepaalde hoeveelheid energie, water en schoonmaakmiddel aangenomen. Deze inputs vermenigvuldigd met 5 hebben 2% impact op de MKI. De MKI van 1 m² geluidsscherm met cassettes met glas verandert hiermee van € 35,04 naar € 35,91 en bij cassettes met kunststof van € 47,66 naar € 48,54.



Figuur 4.3 Gevoeligheidsanalyse van anti-graffiticoating



Figuur 4.4 Gevoeligheidsanalyse van schoonmaken

4.5 Schaling

Het geluidsscherm schaal 1 op 1 mee met het aantal strekkende meters (lengte geluidsscherm). De hoogte van het geluidsscherm is van invloed op de massa en de bouw- en slooptijd van de verschillende onderdelen, bijvoorbeeld doordat een hoger scherm meer windbelasting heeft en daardoor zwaarder moet zijn. De uiteindelijke MKI waarde is afhankelijk van de schaling van het geluidsscherm.

De geluidsschermen zijn uitgewerkt voor een hoogte van 4 meter, maar zijn uiteraard ook toe te passen in andere formaten, van minimaal 1 meter tot maximaal 8 meter. De panelen zijn dusdanig gemodelleerd dat de MKI per m² gelijk blijft bij een andere hoogte dan 4 meter. Dat geldt echter niet alle onderdelen.

In deze milieuverklaring zitten een aantal schaalbare onderdelen. Dit zijn:

- Deelproduct fundering:
 - o Voorgespannen betonpalen. De lengte van de palen schaal eveneens evenredig met de hoogte van de schermen volgens de formule $2 * (h + 1)$. De lengte van de palen is afhankelijk van de hoogte en ondergrond van het scherm. Als het scherm hoger wordt, dan worden de funderingspalen langer. De oorzaak daarvan is dat een hoger scherm meer windbelasting krijgt. De lineaire verhouding tussen de lengte en de hoogte van het scherm is bij het opstellen naar boven afgerond en kan daarom als conservatief worden beschouwd.
 - o Poeren en kespen, schalend met de hoogte van het geluidsscherm ⁵.
 - o Heien van betonpalen. Als uit wordt gegaan van een schermhoogte van 2 meter, duurt het heien van deelproduct 'fundatie palen' 0,19 uur per m² scherm. Hier hoort een schalingsformule bij van $u = 0,005h + 0,18$ (u =uur en h =hoogte).
- Monteren van cassette of paneel ⁶. Het monteren van de cassettes en panelen duurt bij een hoogte van 2 meter 0,11 uur. Hier hoort een schalingsformule bij van $u = 0,055h$

De schalingsformules zijn afgeleid uit de memo Uitwerking Geluidsschermen van IV-Infra (2019).

Deelproduct fundering

De voorgespannen palen

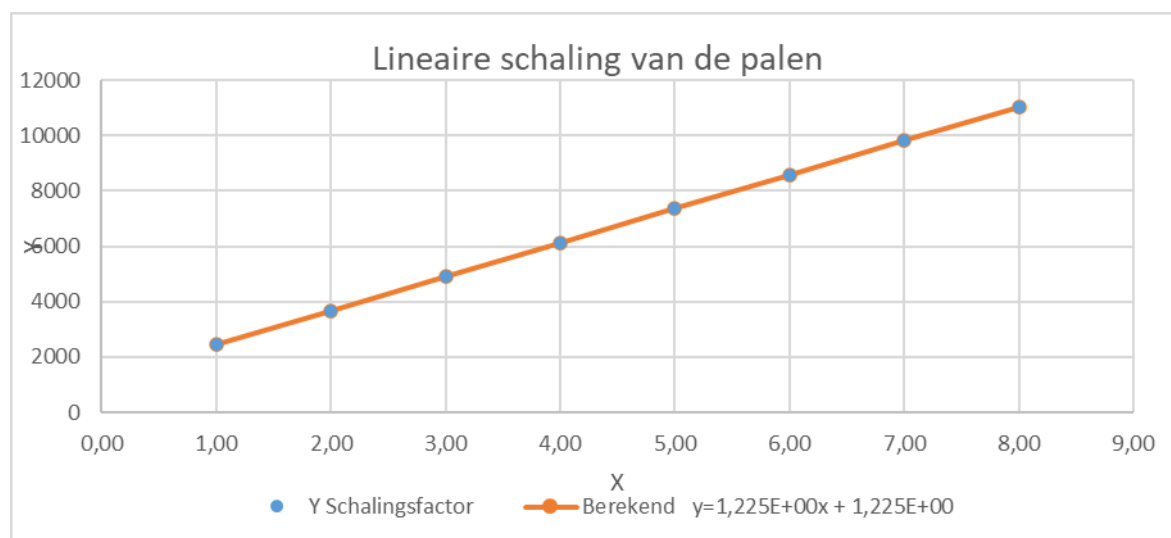
De schaling is van 1 tot 8 meter, met een referentiewaarde van 4 meter.

⁵ Anders dan de hoogte van het geluidsscherm heeft het verschil in vullingen geen noemenswaardige invloed op de fundering. Een zwaardere vulling, bijvoorbeeld massief beton, is in de praktijk wat gunstiger dan een lichte vulling, bv aluminium, omdat bij de palen trek maatgevend zal zijn.

⁶ De massa van de schermvullingen schaal niet. Iets meer of minder gewicht vanuit de schermvulling valt weg tegenover de genoemde schalende onderdelen

De palen schalen met de formule $2 * (h + 1)$, dit wordt geschaald aan de hand van het gewicht in kg, te herleiden uit de tabel in dit hoofdstuk. Dit schaalt met de lineaire formule: $y=1,225E+00x + 1,225E+00$

Waarbij x= hoogte in m en y= kg paal



Productnaam	Geluidsscherm, type modulair, met cassettes met geïmpregneerd en geveerd hout/ alle andere producten		
Naam Productonderdeel	Palen		
Schalingsprincipe	1variabele		
	variabele 1	Variabele 2	
Invoer variabele(n)	Hoogte scherm		
Eenheid	m		
Minimum waarde	1	0	
Maximum waarde	8	0	
Standaard waarde	4	4	
	variabele 1	variabele 2	Y
Productnaam	Hoogte scherm (m)	()	Schalingsfactor
Product 1	1		2450
Product 2	2		3675
Product 3	3		4900
Product 4	4		6125
Product 5	5		7350
Product 6	6		8575
Product 7	7		9800
Product 8	8		11025

Omschrijving schaling

In deze milieuverklaring zit een schaalbaar onderdeel. Dit is:
- Voorgespannen betonpanelen. De lengte van de palen schaalt eveneens evenredig met de hoogte van de schermen volgens de formule $2 * (h + 1)$.

y= massa palen [kg]

Pagina 63

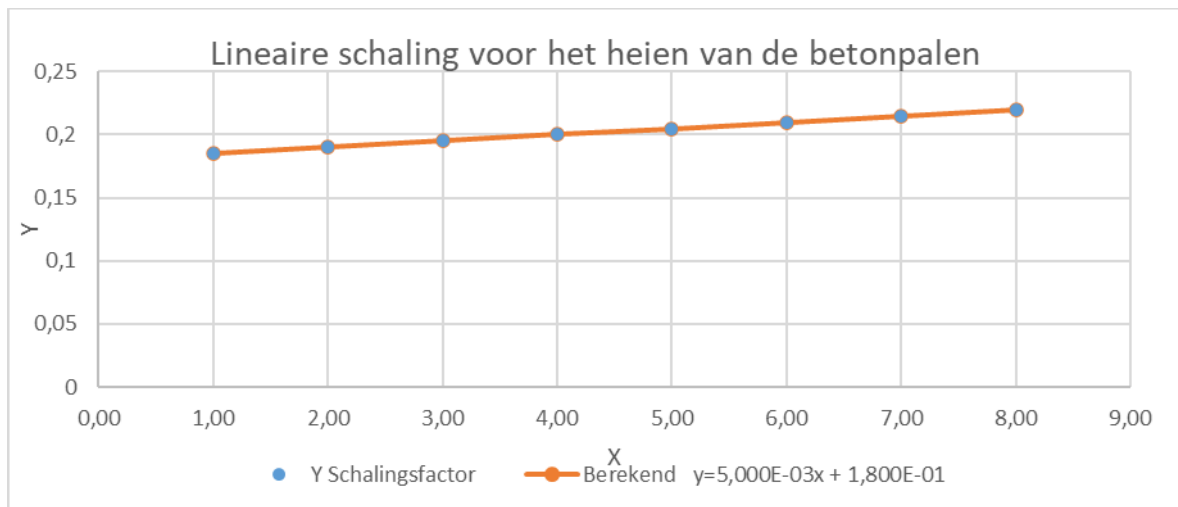
Rekenwaarden voor schalingsformule	
X (variabele)	Y Schalingsfactor
1,00	2450
2,00	3675
3,00	4900
4,00	6125
5,00	7350
6,00	8575
7,00	9800
8,00	11025

Heien van de betonpalen

De schaling is van 1 tot 8 meter, met een referentiewaarde van 4 meter.

Het heien schaalt met de formule $u=0,005h + 0,18$, met de schalingsformule: $y=5,000E-03x + 1,800E-01$

Waarbij x = hoogte in m en y = uur



Productnaam	Geluidsscherm, type modulair, met cassettes met geïmpregneerd en geveerd hout/ alle andere producten	
Naam Productonderdeel	Heien	
Schalingsprincipe	1variabele	
	variabele 1	variabele 2
Invoer variabele(n)	Hoogte scherm	
Eenheid	m	
Minimum waarde	1	0
Maximum waarde	8	0
Standaard waarde	4	

	variabele 1 Hoogte scherm (m)	variabele 2 (l)	X (variabele)	Y Schalingsfactor
Product 1	1		1	0.1850
Product 2	2		2	0.1900
Product 3	3		3	0.1950
Product 4	4		4	0.2000
Product 5	5		5	0.2050
Product 6	6		6	0.2100
Product 7	7		7	0.2150
Product 8	8		8	0.2200

Omschrijving schaling

In deze milieuverklaring zitten aantal schaalbaar onderdeel. Dit is:

- Heien van betonpalen. Als uit wordt gegaan van een schermhoogte van 2 meter, duurt het heien van deelproduct 'fundatie palen' 0,19 uur per m2 scherm. Hier hoort een schalingsformule bij van $y=0,005h+0,18$ (u=uur en h=hoogte).

$y=0,005h+0,18$

Rekenwaarden voor schalingsformule		
X (variabele)	Y Schalingsfactor	
1,00	0.185	
2,00	0.19	
3,00	0.195	
4,00	0.2	
5,00	0.205	
6,00	0.21	
7,00	0.215	
8,00	0.22	

De poeren en kespen

x = Massa kespen + opstort per m² scherm. Dit wordt als volgt berekend:

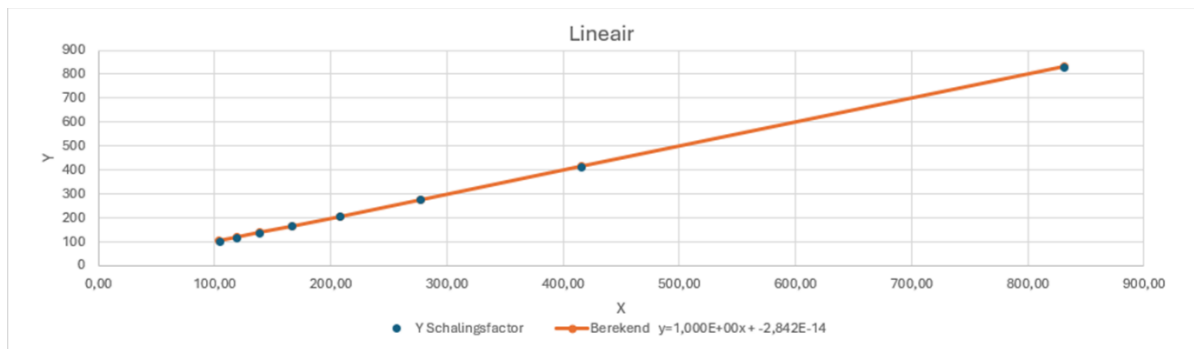
$4988/6/\text{hoogte scherm}$

y = Massa kespen + opstort per m² scherm

De polynome formule heeft te veel afwijking wanneer x = hoogte in m. De invoerder moet dus adhv de formule zelf de x uitrekenen:

$4988 \text{ kg (massa kespen + opstort) } / 6 / \text{hoogte scherm in m.}$

Dit geeft de schalingsformule: $y=1,000E+00x + -2,842E-14$. Waarbij x = hoogte in m en y = massa. Deze schalingsformule geldt voor het wapeningsstaal en het beton in de kespen en opstort.



Productnaam	Geluidsscherm, type modulair, met cassettes met geïmpregneerd en geveerd hout/ alle andere producten		
Naam Productonderdeel	kespen en opstort		
Schalingsprincipe	1variabele		
	variabele 1	variabele 2	
Invoer variabele(n)	Massa kespen en opstort		
Eenheid	kg		
Minimum waarde	103,9166667	0	
Maximum waarde	831,3333333	0	
Standaard waarde	207,8333333		207,833333
	Massa kespen en opstort (kg)	variabele 2 ()	X (variabele)
Product 1	831,3333333		831,333333
product 2	415,6666667		415,666667
Product 3	277,1111111		277,111111
Product 4	207,8333333		207,833333
Product 5	166,2666667		166,266667
Product 6	138,5555556		138,555556
Product 7	118,7619048		118,761905
Product 8	103,9166667		103,916667

Omschrijving schaling

In deze milieuverklaring zit een schaalbaar onderdeel. Dit is:
- Massa kespen en opstort.

$x = \text{Massa kespen + opstort per m2 scherm}$. Dit wordt als volgt berekend: $4988/6/\text{hoogte scherm}$
 $y = \text{Massa kespen + opstort per m2 scherm}$

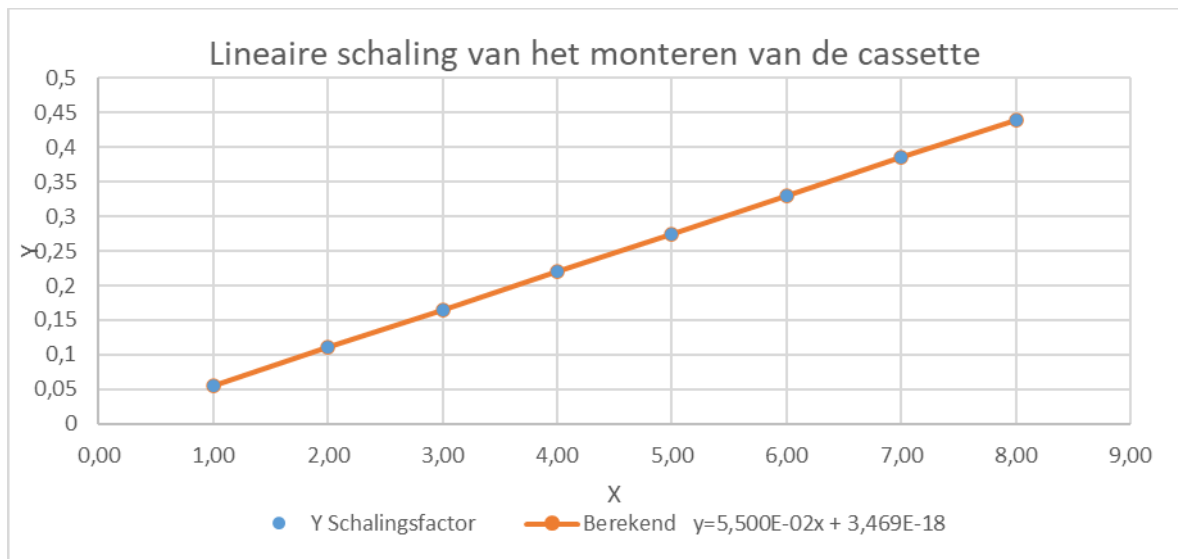
Rekenwaarden voor schalingsformule		
X (variabele)	Y Schalingsfactor	
	103,92	103,9166667
	118,76	118,7619048
	138,56	138,5555556
	166,27	166,2666667
	207,83	207,8333333
	277,11	277,1111111
	415,67	415,6666667
	831,33	831,3333333

Monteren van de cassettes en panelen

De schaling is van 1 tot 8 meter, met een referentiewaarde van 4 meter.

Het monteren van de cassette en panelen schaalte met de formule $u = 0,055 \cdot h$, met de schalingsformule: **$y = 5,500E-02x + 3,469E-18$**

Waarbij $x = \text{hoogte in m}$ en $y = \text{uur}$.



Productnaam	Geluidsscherm, type modulair, met cassettes met geïmpregneerd en geverfd hout/ alle andere producten	
Naam Productonderdeel	Monteren panelen	
Schalingsprincipe	1variabele	
	variabele 1	Variable 2
Invoer variabele(n)	Hoogte scherm	
Eenheid	m	
Minimum waarde	1	0
Maximum waarde	8	0
Standaard waarde	4	

	variabele 1	variabele 2	X	Y
Productnaam	Hoogte scherm (m)	()	(variabele)	Schalingsfactor
Product 1	1		1	0.0550
Product 2	2		2	0.1100
Product 3	3		3	0.1650
Product 4	4		4	0.2200
Product 5	5		5	0.2750
Product 6	6		6	0.3300
Product 7	7		7	0.3850
Product 8	8		8	0.4400

Omschrijving schaling

In deze milieuverklaring zit een schaalbaar onderdeel. Dit is:
- Monteren cassette. Het monteren van de panelen duurt bij een hoogte van 2 meter 0,11 uur. Hier hoort een schalingsformule bij van $u = 0,055h$

$$y = 0,055 * h$$

Rekenwaarden voor schalingsformule

X (variabele)	Y Schalingsfactor
1,00	0.055
2,00	0.11
3,00	0.165
4,00	0.22
5,00	0.275
6,00	0.33
7,00	0.385
8,00	0.44

Resulterende MKI waarden

Tabel 4.3 De MKI voor de referentie, de minimale waarde en de maximale waarde

Scherenhoogte (m)	Voorgespannen betonpalen	Heien betonpalen	Beton uit poeren en kespen (incl montage)	Staal uit poeren en kespen (incl montage)	Montage en demontage panelen en cassettes
1	€ 1,32	€ 1,61	€ 1,05	€ 0,35	€ 1,25
2	€ 2,32	€ 1,65	€ 2,10	€ 0,70	€ 2,55
4	€ 4,06	€ 1,74	€ 4,18	€ 1,39	€ 5,06
6	€ 5,90	€ 1,83	€ 6,30	€ 2,10	€ 7,60
8	€ 7,70	€ 1,92	€ 8,32	€ 2,80	€ 10,15

Bijlage 1 Onderbouwing cut-off verpakkingsmateriaal

Cut-off <1% van totale massa

Onderstaande tabel bevat de materialisatie van het verpakkingsmateriaal voor 1 m² van een volledig geluidsscherf zoals gemodelleerd in de Cat.I productkaart. De totale massa is 0,54 kg. Een gemiddelde m² uit een volledig geluidsscherf weegt (exclusief verpakkingsmateriaal) tussen de 510 en 902 kg (Tabel 2.1 en 2.2). De verpakking is daar 0,1% tot 0,06% van. **Op basis van massa mag verpakkingsmateriaal daarom buiten beschouwing gelaten worden.**

Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	NMD proceskaart
Hout	0,52	kg	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)
Karton	0,02	kg	0058-fab&Papier/karton (o.b.v. Core board {GLO} market for Cut-off, U; 24% primair, 76% secundair)
Totaal	0,54	kg	

Cut-off <5% milieu-effecten

Bovenstaande materialisatie is doorgerekend met behulp van het rekenblad *Categorie 3 invoer en rekenblad_versie 1.4.3.xlsx*. Het verpakkingsmateriaal is als volgt gemodelleerd:

- A4 Transport: 150 km
- A5-C1: niet van toepassing
- C2-D:
 - o Hout: scenario 34 5% stort, 80% AVI, 10% recycling
 - o Karton: scenario 51 15% stort, 85% AVI

	Stort	AVI	Recycling & hergebruik	D
Hout	0245-sto&Stort hout, 'schoon' (o.b.v. Waste wood, untreated {Europe without Switzerland} treatment of waste wood, untreated, sanitary landfill Cut-off, U)	0262-avC&Verbranden hout, 'schoon' (13,99 MJ/kg) (o.b.v. Waste wood, untreated {CH} treatment of, municipal incineration Cut-off, U)	0285-reC&Schaven hout (o.b.v. aangepaste Sawnwood, beam, softwood, dried (u=10%), planed {RoW} planing, beam, softwood, u=10% Cut-off, U)	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)
Karton	0701-sto&Stort papier/karton (o.b.v. Waste paperboard {RoW} treatment of waste paperboard, sanitary landfill Cut-off, U)	0696-avC&Verbranden papier/karton (15,92 MJ/kg) (o.b.v. Waste paperboard {RoW} treatment of waste paperboard, municipal incineration Cut-off, U)	--	--

Bovenstaande modellering resulteert in een MKI set A1 van €0,008. Een gemiddelde m² uit een volledig geluidsscherm (exclusief verpakkingsmateriaal) heeft gemiddeld een MKI set A1 van € 40,74 (Tabel 4.1). De verpakking is daar 0,02% van. **Op basis van MKI mag verpakkingsmateriaal daarom buiten beschouwing gelaten worden.**



Bijlage 2 Gekarakteriseerde LCA rekenresultaten

NB:

- Resultaten bij levensduur 50 jaar; de resultaten voor de cassettes met hardhout en de cassettes met geïmpregneerd en geverfd hout zijn x1,6 gedaan.
- De resultaten kunnen afwijken van de resultaten in de viewer en in DuboCalc. Bij twijfel moet uitgegaan worden van de online resultaten. In de invoermodule wordt bij een vervanging van een onderliggend onderdeel (houten cassettes), de baten van deze vervangingen in module D (nog) niet berekend. Dit is bekend bij de NMD maar wordt nog aan gewerkt. Vandaar dat het resultaat bij die varianten in de invoermodule fors kan afwijken.

	Eenheid	Fundering	Stijlen en ankers	Cassette aluminium	Paneel gewapend beton	Cassette met kunststof	Cassette met glas	Paneel gepigmenteerd gewapend beton	Paneel gewapend houtvezelbeton	Cassettes met hardhout	Cassettes met geïmpregneerd en geverfd hout
Set A1											
Uitputting van abiotische grondstoffen, ex. Fossiele energiedragers	Kg antimoon	6,86E-04	7,52E-02	4,20E-02	6,35E-04	2,73E-02	3,19E-02	-8,00E-06	1,02E-03	4,52E-02	4,66E-02
Uitputting van fossiele energiedragers	Kg antimoon	5,20E-01	3,03E-01	7,88E-01	5,58E-01	1,77E+00	7,66E-01	2,22E-01	6,61E-01	7,77E-01	8,31E-01
Klimaatverandering	Kg CO2	1,02E+02	4,28E+01	1,15E+02	1,08E+02	3,12E+02	1,18E+02	3,35E+01	1,30E+02	1,17E+02	1,27E+02
Ozonlaagaantasting	Kg CFK-11	1,04E-05	5,51E-06	1,28E-05	1,12E-05	7,09E-06	1,46E-05	6,32E-06	1,31E-05	1,64E-05	1,68E-05
Fotochemische oxidantvorming (smog)	Kg ethyleen	7,02E-02	1,20E-01	1,38E-01	1,08E-01	3,08E-01	1,09E-01	3,11E-02	1,21E-01	9,10E-02	2,35E-01
Verzuring	Kg SO2	4,92E-01	5,73E-01	7,39E-01	5,30E-01	1,45E+00	8,67E-01	2,67E-01	6,15E-01	7,21E-01	7,82E-01

Vermesting	Kg PO4	9,56E-02	1,21E-01	1,08E-01	1,06E-01	1,64E-01	1,17E-01	6,23E-02	1,23E-01	1,32E-01	1,60E-01
Humaan-toxicologische effecten	Kg 1,4-dichloorbenzeen	3,20E+01	2,01E+01	5,88E+01	3,45E+01	4,66E+01	4,98E+01	1,16E+01	4,07E+01	4,38E+01	5,57E+01
Ecotoxicologische effecten, aquatisch (zoetwater)	Kg 1,4-dichloorbenzeen	6,91E-01	1,01E+00	2,01E+00	9,06E-01	1,91E+00	1,81E+00	2,08E-01	1,05E+00	1,97E+00	3,16E+00
Ecotoxicologische effecten, aquatisch (zoutwater)	Kg 1,4-dichloorbenzeen	2,38E+03	1,69E+03	3,50E+03	2,60E+03	3,49E+03	4,51E+03	6,58E+02	3,13E+03	3,46E+03	4,94E+03
Ecotoxicologische effecten, terrestrisch	Kg 1,4-dichloorbenzeen	8,56E-01	1,20E+00	1,26E-01	1,28E+00	1,15E-01	1,12E-01	1,74E-01	1,35E+00	1,02E-01	2,65E-01
Set A2											
Klimaatverandering - totaal	Kg CO2-eq.	1,14E+02	5,17E+01	1,21E+02	1,23E+02	3,16E+02	1,25E+02	1,33E+02	1,43E+02	1,30E+02	1,32E+02
Klimaatverandering - fossiel	Kg CO2-eq.	1,13E+02	5,13E+01	1,20E+02	1,23E+02	3,14E+02	1,25E+02	1,33E+02	1,42E+02	1,23E+02	1,29E+02
Klimaatverandering - biogeen	Kg CO2-eq.	1,22E-01	2,32E-01	1,93E-01	1,67E-01	1,82E+00	6,71E-01	2,70E-01	1,18E+00	6,94E+00	1,72E+00
Klimaatverandering - landgebruik en verandering landgebruik	Kg CO2-eq.	8,44E-02	1,98E-01	7,91E-02	8,29E-02	5,10E-02	6,97E-02	8,96E-02	1,68E-01	6,09E-02	1,48E+00
Ozonlaagaantasting	Kg CFC11-eq.	1,33E-06	9,16E-07	2,91E-06	1,45E-06	2,35E-07	2,44E-06	1,82E-06	1,68E-06	2,59E-06	2,70E-06
Verzuring	Mol H+-eq.	6,59E-01	9,48E-01	9,25E-01	7,27E-01	1,73E+00	1,05E+00	9,53E-01	8,22E-01	9,69E-01	9,64E-01
Vermesting zoetwater	Kg P-eq.	2,47E-03	4,69E-03	2,87E-03	3,30E-03	6,53E-03	1,67E-03	3,82E-03	4,42E-03	1,54E-03	1,61E-02
Vermesting zeewater	Kg N-eq.	2,36E-01	1,43E-01	2,46E-01	2,69E-01	3,87E-01	2,94E-01	2,80E-01	3,00E-01	3,66E-01	3,45E-01
Vermesting land	Mol N-eq.	2,70E+00	3,99E+00	2,91E+00	3,04E+00	3,79E+00	3,28E+00	3,15E+00	3,41E+00	3,91E+00	3,65E+00
Smogvorming	Kg NMVOC-eq.	7,93E-01	5,29E-01	9,52E-01	9,51E-01	1,53E+00	1,04E+00	1,00E+00	1,07E+00	1,22E+00	1,27E+00
Uitputting van abiotisch grondstoffen mineralen en metalen	Kg Sb-eq.	1,90E-04	1,60E-03	1,29E-03	2,02E-04	8,58E-04	1,22E-03	2,50E-04	2,42E-04	1,18E-03	2,47E-03
Uitputting van abiotisch grondstoffen fossiele brandstoffen	MJ, net cal. Val.	1,11E+03	6,52E+02	1,54E+03	1,21E+03	3,80E+03	1,56E+03	1,33E+03	1,40E+03	1,66E+03	1,70E+03
Watergebruik	M3 world eq. Deprived	1,49E+01	1,94E+01	3,29E+01	1,87E+01	4,88E+01	2,74E+01	3,09E+01	2,12E+01	2,84E+01	3,50E+01
Fijnstof emissie	Ziekte-indicentie	1,33E-05	1,30E-05	1,44E-05	1,56E-05	2,36E-05	1,78E-05	1,65E-05	1,81E-05	2,06E-05	2,18E-05
Ioniserende straling	Kbq U235-eq.	1,06E+00	1,05E+00	1,99E+00	1,17E+00	1,08E+00	1,31E+00	1,48E+00	1,58E+00	2,01E+00	2,34E+00
Ecotoxiciteit zoetwater	Ctue	7,06E+02	9,44E+02	8,59E+02	7,27E+02	1,57E+03	1,01E+03	8,77E+02	8,25E+02	1,00E+03	1,27E+03
Humane toxiciteit, carcinogeen	Ctuh	3,36E-07	3,86E-07	2,22E-07	4,92E-07	9,06E-08	6,89E-08	5,00E-07	5,16E-07	8,86E-08	4,01E-07
Humane toxiciteit, non carcinogeen	Ctuh	1,65E-06	2,10E-06	1,11E-06	2,12E-06	8,76E-07	9,42E-07	2,25E-06	2,37E-06	8,04E-07	1,75E-06
Landgebruik gerelateerde impact / bodemkwaliteit	Dimensie-loos	4,72E+02	1,43E+02	3,84E+02	3,75E+02	1,87E+02	3,71E+02	4,40E+02	3,84E+03	1,07E+04	3,35E+03
Parameters											

Gebruik van hernieuwbare primaire energie exclusief hernieuwbare primaire energie gebruikt als materialen	MJ, net cal. Val.	2,20E-02	0,00E+00	0,00E+00	1,45E-02	0,00E+00	0,00E+00	1,44E-02	1,77E-02	0,00E+00	0,00E+00
Gebruik van hernieuwbare primaire energie gebruikt als materialen	MJ, net cal. Val.	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Totaal gebruik van hernieuwbare primaire energie (hernieuwbare primaire energie en hernieuwbare primaire energie gebruikt als materialen)	MJ, net cal. Val.	3,55E+01	3,05E+01	1,36E+02	3,85E+01	1,14E+02	1,10E+02	5,05E+01	9,65E+02	2,23E+03	1,31E+03
Gebruik van niet-hernieuwbare primaire energie exclusief niet hernieuwbare energie gebruikt als materialen	MJ, net cal. Val.	8,16E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,38E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,35E+00	6,60E+00	0,00E+00	0,00E+00
Gebruik van niet-hernieuwbare primaire energie gebruikt als materialen	MJ, net cal. Val.	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Totaal gebruik van niet-hernieuwbare primaire energie (niet-hernieuwbare primaire energie en niet-hernieuwbare primaire energie gebruikt als materialen)	MJ, net cal. Val.	1,13E+03	7,76E+02	2,14E+03	1,24E+03	4,70E+03	2,05E+03	1,36E+03	1,43E+03	2,35E+03	2,39E+03
Gebruik van secundaire materialen	Kg	1,88E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,24E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,23E-04	1,52E-04	0,00E+00	0,00E+00
Gebruik van hernieuwbare secundaire brandstoffen	MJ, net cal. Val.	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Gebruik van niet-hernieuwbare secundaire brandstoffen	MJ, net cal. Val.	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Netto gebruik van zoet water	M³	1,01E+00	4,99E-01	1,25E+00	9,40E-01	1,73E+00	1,19E+00	1,25E+00	1,11E+00	1,22E+00	1,43E+00
Gevaarlijk afval	Kg	6,45E-03	1,64E-02	4,31E-02	7,14E-03	2,78E-02	3,06E-02	7,55E-03	8,07E-03	4,60E-02	4,60E-02
Niet-gevaarlijk afval	Kg	2,38E+02	9,90E+00	4,96E+01	2,90E+01	2,03E+01	3,77E+01	3,76E+01	1,34E+02	2,79E+01	3,12E+01
Radioactief afval	Kg	7,33E-04	5,67E-04	1,68E-03	7,98E-04	1,10E-03	1,30E-03	1,04E-03	1,10E-03	1,81E-03	2,02E-03
Materialen voor hergebruik	Kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Materialen voor recycling	Kg	5,81E-04	0,00E+00	0,00E+00	3,83E-04	0,00E+00	0,00E+00	3,80E-04	4,69E-04	0,00E+00	0,00E+00
Materialen voor energie	Kg	2,47E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,63E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,62E-05	1,99E-05	0,00E+00	0,00E+00
Geëxporteerde energie, elektrisch	MJ	1,67E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,09E-03	1,35E-03	0,00E+00	0,00E+00
Geëxporteerde energie, thermisch	MJ	2,88E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,90E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,89E-03	2,33E-03	0,00E+00	0,00E+00

Bijlage 3 MKI rekenresultaten per levensfase en productonderdeel

NB:

- Resultaten bij levensduur 50 jaar; de resultaten voor de cassettes met hardhout en geïmpregneerd en geleverd hout zijn x1,6 gedaan.
- De resultaten kunnen afwijken van de resultaten in de viewer en in DuboCalc. Bij twijfel moet uitgegaan worden van de online resultaten. In de invoermodule wordt bij een vervanging van een onderliggend onderdeel (houten cassettes), de baten van deze vervangingen in module D (nog) niet berekend. Dit is bekend bij de NMD maar wordt nog aan gewerkt. Vandaar dat het resultaat bij die varianten in de invoermodule fors kan afwijken.

	Productie	Transport -> bouwplaats	Bouwfase	Gebruik van product	Onderhoud	Reparatie	Vervangen	Opknappen	Deconstructie / sloop	Transport -> afval	Afvalverwerking	Afvalverwijdering	Baten en lasten voorbij de systeemgrenzen	Totale MKI
	A1+A2+A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	D	
Fundering - Voorgespannen buispalen	€ 3,15	€ 0,62	€ 0,12	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,04	€ 0,01	€ 0,15	-€ 0,03	€ 4,06
Fundering - Montage voorgespannen buispalen	€ 0,00	€ 0,00	€ 1,74	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 1,74
Fundering - Beton incl montage en demontage	€ 1,54	€ 0,16	€ 0,20	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,18	€ 0,16	€ 0,03	€ 0,00	-€ 0,11	€ 4,18
Fundering - Wapeningsstaal	€ 1,48	€ 0,02	€ 0,05	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,01	€ 0,05	€ < 0,001	-€ 0,22	€ 1,39
Stijl - materiaal	€ 7,70	€ 0,04	€ 0,24	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,02	€ 0,14	€ < 0,001	-€ 2,77	€ 5,37
Stijl - Montage en demontage	€ 0,00	€ 0,00	€ 1,26	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 1,26	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,53
Paneel, gewapend beton - Paneel	€ 6,33	€ 0,77	€ 0,23	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,26	€ 0,14	€ 0,00	-€ 0,53	€ 7,20
Paneel, gewapend beton - Montage en demontage	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,53	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,53	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 5,06
Paneel, gepigmenteerd gewapend beton - Paneel	€ 8,45	€ 0,77	€ 0,29	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,26	€ 0,14	€ 0,00	-€ 0,53	€ 9,38
Paneel, gepigmenteerd gewapend beton - Montage en demontage	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,53	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,53	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 5,06
Paneel, houtvezelbeton - Paneel	€ 7,97	€ 1,00	€ 0,29	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,41	€ 0,14	€ 0,19	-€ 0,53	€ 9,47

Paneel, houtvezelbeton - Montage en demontage	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,53	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,53	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 5,06
Cassette, kunststof - Cassette	€ 26,84	€ 0,08	€ 0,92	€ 0,00	€ 0,22	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,06	€ 3,63	€ < 0,001	-€ 8,41	€ 23,34
Cassette, kunststof - Montage en demontage	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,53	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,53	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 5,06
Cassette, glas - Cassette	€ 17,14	€ 0,13	€ 0,53	€ 0,00	€ 0,22	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,06	€ 0,36	€ 0,01	-€ 7,73	€ 10,71
Cassette glas - Montage en demontage	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,53	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,53	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 5,06
Cassette hardhout - Cassette	€ 10,00	€ 0,07	€ 0,31	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,46	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,05	€ 0,22	€ 0,01	-€ 6,97	€ 6,15
Cassette hardhout - Montage en demontage	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,53	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 3,37	€ 0,00	€ 2,53	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 8,43
Cassette geïmpregneerd hout - Cassette	€ 11,36	€ 0,08	€ 0,36	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 3,48	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,06	€ 0,32	€ 0,01	-€ 6,95	€ 8,71
Cassette geïmpregneerd hout - Montage en demontage	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,53	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 3,37	€ 0,00	€ 2,53	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 8,43
Cassette aluminium - Cassette	€ 19,86	€ 0,11	€ 0,61	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,06	€ 0,11	€ 0,02	-€ 10,05	€ 10,71
Cassette aluminium - Montage en demontage	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,53	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,53	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 5,06