

LCA Rapportage categorie 3 data Nationale Milieudatabase

Geluidbeperkende constructies langs spoorwegen

Datum rapportage:	1 oktober 2020
Datum upload in de NMD:	2 december 2021
Versie Bepalingsmethode:	3.0 met wijzigingsblad 1 juli 2019 en wijzigingsblad d.d. januari 2020
Versie Ecoinvent database:	3.5
Opdrachtgever:	ProRail
Opdrachtnemer(s):	TAUW
Auteur(s):	Sabine de Haes en Rianne van der Veen (TAUW)
Versie	
1	7 oktober 2020
2	10 december 2021 na doorvoeren aanpassingen na invoer NMD

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
1 Inleiding	3
1.1 Aanleiding.....	3
1.2 Achtergrond.....	3
1.3 Doelstelling en doelgroep.....	4
1.4 Verantwoording.....	4
1.5 Leeswijzer.....	5
2 Methode	6
2.1 Aanpak.....	6
2.2 Scope en functionele eenheid.....	6
2.2.1 Productomschrijving.....	6
2.2.2 Schaling.....	7
2.2.3 Systeemgrenzen.....	8
3 Levenscyclusinventarisatie (LCI)	9
3.1 Dataverzameling.....	9
3.2 Decompositie in materialen en processen.....	9
3.2.1 Productiefase (A1-3).....	9
3.2.2 Transportfase (A4).....	11
3.2.3 Bouwfase (A5).....	11
3.2.4 Gebruiksfase (B1-5).....	12
3.2.5 Sloopfase (C1).....	12
3.2.6 Transport naar verwerker (C2).....	13
3.2.7 Afvalverwerking (C3 en C4).....	13
3.2.8 D lasten en baten buiten de milieugrens.....	15
4 Resultaten	17
4.1 Berekening milieuprofiel.....	17
4.2 Gewogen resultaten.....	17
4.3 Zwaartepuntanalyse.....	19
5 Referenties	20
5.1.....	21

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Naar aanleiding van het Meer Jaren Programma Geluidbeperkende constructies van ProRail (MJPG), heeft ProRail adviesbureau TAUW verzocht categorie 3 productkaarten te maken van standaard geluidschermen langs spoorwegen. De productkaarten zullen dienen als referentie MKI-waardes bij aanbestedingen binnen het kader van het MJPG. Deze LCA¹-rapportage beschrijft de uitgangspunten en resultaten voor de categorie 3 data in Hoofdstuk 36 in de Nationale Milieudatabase².

1.2 Achtergrond

Rijkswaterstaat, ProRail en de Stichting Nationale Milieudatabase (Stichting NMD) zijn in 2020 gestart met het actualiseren van de categorie 3 data voor de Spoor-, Grond-, Weg- en Waterbouw (GWW) in de Nationale Milieudatabase (NMD). Per RAW-hoofdstuk of thematisch onderwerp wordt de categorie 3 data voor de GWW geactualiseerd.

De GWW-data in de Nationale Milieudatabase wordt gebruikt voor het berekenen van de MKI-waarde van materialen, producten en processen voor de realisatie van een GWW-werk. Deze MKI-waarde wordt berekend door middel van de bepalingen in de 'Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken'³. Met software-instrumenten zoals DuboCalc⁴ kan met behulp van de Nationale Milieudatabase de MKI-waarde voor een product, object en een compleet project berekend worden.

Oprachtgevers in de GWW-sector gebruiken deze MKI-berekeningen om in de ontwerpfase van het project afwegingen te kunnen maken tussen verschillende materialen of ontwerpopties. Ze vergelijken dan de MKI-waarde van de verschillende oplossingen en kunnen vervolgens voor het duurzaamste materiaal (het product met de laagste MKI-waarde) kiezen. Ook kan in de aanbesteding van een project een gunningscriterium toegepast worden waarbij de inschrijver met de laagste MKI-waarde de hoogste fictieve korting krijgt⁵.

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

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

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

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

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

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

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

1.3 Doelstelling en doelgroep

In deze studie zijn milieuprofielen opgesteld van Geluidbeperkende constructies op basis van hoofdstuk 36 van de RAW Bepalingen 2020 en specifieke ontwerpisen van geluidbeperkende constructies van ProRail. Het doel van de studie is het aanvullen en verbeteren van de categorie 3 productkaarten in de Nationale Milieudatabase (NMD).

De onderhavige rapportage heeft tot doel om de gemaakte keuzes in materialen en milieudata te documenteren als verantwoording. De rapportage zal, naast de ingevoerde productkaarten, worden aangeboden aan de NMD en via de rekeninstrumenten en de website beschikbaar worden gemaakt aan de sector.

De studie is opgesteld voor de volgende doelgroepen:

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

1.4 Verantwoording

De LCA is uitgevoerd conform de eisen en richtlijnen uit de *Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken versie 3.0 (januari 2019) inclusief het wijzigingsblad d.d. 1 juli 2019 en het wijzigingsblad dd. januari 2020*, en het *NMD-toetsingsprotocol (versie 3.0, januari 2019 + Amendement 002, juli 2019)*. De Bepalingsmethode is gebaseerd op de *ISO 14040 - ISO14044* en de *NEN-EN 15804:2012 + A1 (2013)*⁶.

De LCA is uitgevoerd door TAUW. De gegevensverzameling heeft plaatsgevonden in de periode juli tot en met augustus 2020 waarna aansluitend de berekeningen zijn uitgevoerd en het LCA-dossier is opgesteld.

Het LCA-dossier dat in het kader van deze studie is opgesteld is getoetst conform het NMD-toetsingsprotocol door een externe derde partij. In deze pre toets is gekeken naar o.a. de uitgangspunten van productsamenstelling en materiaalgebruik op basis van ontwerp- en praktijkkennis. Ook is de rekenwijze gecontroleerd. Deze toets is gedaan door Harry van Ewijk van SGS.

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

⁶ Alleen het optellen van milieu-impactscores tot een totaalscore (de MKI, zie hoofdstuk 4.6) valt buiten de ISO14044.

1.5 Leeswijzer

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

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

In hoofdstuk 4 zijn de resultaten en de gevoeligheidsanalyse beschreven.

2 Methode

2.1 Aanpak

Dit rapport beschrijft één hoofdproduct en de verschillende deelproducten die onderdeel zijn van dit hoofdproduct. Voor deze deelproducten wordt de volledige levenscyclus geanalyseerd en beschreven conform de bepalingsmethode (zie paragraaf 1.4).

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

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

2.2 Scope en functionele eenheid

De scope van deze studie omvat het geheel van absorberende of reflecterende elementen ten behoeve van het weren van geluid van railverkeer exclusief bevestigings- en afdichtingsmiddelen, deuren en afdekprofielen.

Voor de deelproducten geldt dat niet alle componenten tot in detail beschreven zijn. Zo zijn bijvoorbeeld bepaalde verbindingen niet meegenomen. Voor ieder product zijn de belangrijkste componenten geïnventariseerd. Een standaard uitgangspunt voor categorie 3 LCA's is om de producten te inventariseren die samen tenminste 80% van de milieu-impact bepalen.

Tenslotte, niet alle mogelijke afwijkingen zijn meegenomen in de berekeningen. Zo kan het zijn dat een scherm extra belast zal worden, omdat het bodemtype dit vereist of omdat er zonnepanelen op worden gemonteerd. Doordat dit zeer variabel is, afhankelijk van de projectlocatie, is uitgegaan van een standaard situatie ten behoeve van een branchegemiddelde LCA.

De functionele eenheid betreft:

- 1 m² aluminium geluidscherm (spoorweg), met een levensduur van 50 jaar

2.2.1 Productomschrijving

De studie is gebaseerd op hoofdstuk 36 van de Standaard RAW Bepalingen 2020 (CROW, 2020) met aanvullingen van ProRail. De volgende onderdelen zijn meegenomen in deze studie:

- Stalen stijlen met ankerplaten;
- Panelen / aluminium paneel met steenwol schermvulling;
- Fundering, bestaande uit stalen buispalen, een betonprop en wapening en ankerplaten
- Een plint, bestaande uit gewapend beton
- Een anti-graffiti rooster
- Schanskorf behang

De decompositie met gewichten en materiaalsamenstellingen is te zien in tabel 1.

De hoeveelheden zijn zodanig opgesteld dat de hoogte een variabele is (zie paragraaf 2.2.2).

Voor vluchtdeuren in geluidschermen is ingeschat dat deze slechts 1 keer op de 400 meter voorkomen. De bijdrage aan de MKI is hierdoor <1% waardoor in deze analyse de vluchtdeuren niet worden meegerekend.

Tabel 1: hoofdproduct, deelproducten, materiaalsamenstellingen en gewichten

Productkaart	Geluidscherm (rails)		
Deelproduct	Materiaal	Gemiddeld gewicht (kg) per m ² scherm h=3	Eenheid
Fundering	Stalen buispaal	25,28	kg
	Betonprop	16,49	kg
	Wapeningstaal	1,17	kg
Stijlen	Constructiestaal	8,64	kg
	Stalen platen	1,62	kg
Plint	Betonmortel	57,64	kg
	Wapeningsstaal	2,36	kg
Paneel	Aluminium frame	8,10	kg
	Aluminium omhulsel	5,00	kg
	Steenwol	30,00	kg
Anti-graffiti rooster	Draadstaal	7,00	kg
Schanskorf	Verzinkt staal	21,29	kg
	Breksteen	170,00	kg

De stijlen, de buispalen en de betonprop hebben een h.o.h. afstand van 6 meter.

ProRail past een schanskorf toe die 'hangt' aan de scherm-constructie, en slechts 10cm dik is.

De levensduur van alle onderdelen is 50 jaar (conform RAW hoofdstuk 36).

Deze LCA is deels gebaseerd op een eerdere LCA studie voor modulaire geluidschermen van RWS7. De overeenkomende onderdelen zijn de aluminium panelen. De overige onderdelen zijn nieuw of wijken af.

2.2.2 Schaling

De hoogte van het geluidscherm beïnvloedt de massa van de fundering, de stijlen, de plint en de bouw- en slooptijd. De oorzaak daarvan is dat een hoger scherm meer windbelasting krijgt. Het rooster, de schanskorf en de panelen schalen 1 op 1 mee met de hoeveelheid m² en veranderen niet per m² scherm als de hoogte verandert. De schalingsformules per m² scherm voor de onderdelen die veranderen als de hoogte verandert zijn te zien in de tabel 2:

Tabel 2: Schalingsformules van het gemiddeld gewicht per functionele eenheid, met hoogte (h) als variabele

deelproduct	Schalingsformule per m ² geluidscherm (g=gewicht in kg, h=hoogte in meters)
Stalen buispalen	$g = -0,0972h + 28,438$
Betonprop	$g = 0,0592h + 1,2011$
Wapening en ankerplaten	$g = 0,0592h + 1,2011$
Stijl	$g = 0,8221h + 8,3659$
Betonnen plint	$G = -33,3h + 182,1$

De schalingsformules zijn geldig voor schermen tussen 1 tot 5 meter hoogte, en op reguliere afstand van het spoor. De formules bevatten hogere ordes (tot 3^e graad) omdat de typische maten van elementen van de hoofdconstructie niet rechthoekig (1^e graad) groeit met de hoogte.

2.2.3 Systeemgrenzen

De processen die binnen de LCA worden bekeken zijn afgebakend met systeemgrenzen. De systeemgrenzen bepalen welke fasen en processen van de levenscyclus worden meegenomen in de LCA. In tabel 3, volgend uit de *EN 15804* en de *Bepalingsmethode*, staat vastgelegd welke informatie er per levenscyclusfase beschouwd moet worden. In deze LCA is de milieu-impact over de gehele levenscyclus meegenomen. Er wordt volgens ProRail onderhoud gepleegd bestaande uit inspectierondes, eventuele schoonmaak, en eventuele reparatie/vervanging; dit wordt echter vanwege de kleine bijdrage aan de MKI als nul gedeclareerd in deze LCA.

		Productiefase			Bouwfase		Gebruiksfase					Sloop- en verwerkingsfase				Volgende productiesysteem
		A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	D
		Winning van grondstoffen	Transport	Productie	Transport	Bouw- en installatie	Gebruik	Onderhoud	Reparatie	Vervangingen	Verbouwingen	Sloop	Transport	Afvalverwerking	Finaleafvalverwerking	Mogelijkheden voor hergebruik, terugwinning en recycling
EPD	Cradle-to-gate met opties	x	x	x	x	x	0	0	0	0	nvt	x	x	x	x	x

Tabel 2: Systeemgrenzen (X: waarde meegenomen in lca studie, 0: 0 gedeclareerd, nvt: niet gedeclareerd)

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

- emissies naar de lucht bij het gebruik van thermische energie van CO₂, CO, NO_x (N₂), SO₂, C_xH_x en fijnstof (PM₁₀ deeltjes < 10U_m);
- emissies naar water van CVZ, BZV, P-totaal, N-totaal en vaste stoffen (PM₁₀: deeltjes < 10um);
- emissies naar bodem van PAK en zware metalen.

3 Levenscyclusinventarisatie (LCI)

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

3.1 Dataverzameling

Voor het bepalen van de productsamenstelling, het materiaalgebruik en de bijbehorende processen is gebruik gemaakt van ontwerp- en praktijkkennis van deskundigen van Movares, ProRail en IV Infra.

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

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

3.2 Decompositie in materialen en processen

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

3.2.1 Productiefase (A1-3)

Omdat 3 meter hoge geluidschermen de meest voorkomende variant zal zijn is in Simapro gerekend met de gewichten behorende bij deze hoogte. Als met een andere hoogte wordt gewerkt dienen de schaling formules te worden toegepast om de bijpassende gewichten te berekenen. 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. Dit gebeurt wel op basis van de LCI van de complete geluidschermen, zoals opgenomen in bijlage 1.
- De betonprop wordt in het werk gestort, de overige onderdelen worden fabrieksmatig samengesteld.
- Er zijn twee eigen gemaakte profielen gebruikt voor de stalen buispaal en voor het constructiestaal in de stijlen.
- De herkomst van het constructiestaal voor de stijlen is een mix van Europees staal (RER) (30%) en staal afkomstig uit andere regio's wereldwijd (RoW) (70%). De onderbouwing van de keuze van deze processen is opgenomen in de LPB|SIGHT notitie 'Staal in geluidschermen, sluisdeuren en wegportalen' (LBPSIGHT, 2019).
- De massa van de fundering en de plint is (per m² geluidsscherm) afhankelijk van de hoogte van de stijlen: de schalingsformules staan in tabel 2.1.

In tabel 3.1 is de decompositie van de verschillende onderdelen weergegeven voor fase A1-A3.

Tabel 4 Decompositie en gewicht van onderdelen per m² (exclusief bouwafval)

Deelproduct	Type materiaal/proces	Gewicht per m ² (hoogte = 3)	Eenheid	Referentie NMD/ecoinvent
fundering	stalen buispaal (SBP) (273 mm)	25,28	kg	0318-fab&Staal, warmgewalst, buis- en kokerprofielen {GLO} (86,6% primair, 13,4% secundair)
fundering	betonprop	16,49	kg	0164-fab&Betonmortel C35/45 (o.b.v. CEM III), 2440 kg/m3
fundering	wapeningstaal	1,17	kg	0167-fab&Staal, wapening (betonstaal, wapeningsnet, vezels, voorspanstaal) (o.b.v. Reinforcing steel {GLO}) market for Cut-off, U; 84% primair, 16% secundair)
stijl type HEA160	Stijl, constructiestaal	8,64	kg	0316-fab&Staal, warmgewalst, constructieprofielen {GLO} (4,2% primair, 95,8% secundair)
stijl type HEA161	Staalplaat	1,62	kg	0317-fab&Staal, warmgewalst, plaat- en bandstaal {GLO} (82,7% primair, 17,3% secundair)
stijl type HEA162	natlaksysteem	0,10	kg	0029-fab&Alkydharsverf, gemodificeerd, voor buiten INCLUSIEF EMSISSIE OPLOSMIDDEL (voldoet aan Verrichtlijn 2004/42/EC) - onderhoud 1 maal per 10 jaar [VVVF]
stijl type HEA164	zink-coat	0,61	m ²	0445-pro&Verzinken, stuks, per m2, incl. zink (o.b.v. 1 m2 Zinc coat, pieces {GLO}) market for Cut-off, U) ("zinc coating layer is 65 µm thick")
betonnen plint	productie betonmortel	57,64	kg	0162-fab&Betonmortel C20/25 (o.b.v. CEM I), 2407 kg/m3
betonnen plint	transport naar assemblage	2,88	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market for Cut-off, U)
betonnen plint	wapeningstaal	2,36	kg	0167-fab&Staal, wapening (betonstaal, wapeningsnet, vezels, voorspanstaal) (o.b.v. Reinforcing steel {GLO}) market for Cut-off, U; 84% primair, 16% secundair)
paneel	Aluminium frame	8,10	kg	0151-fab&Aluminium (o.b.v. Aluminium, cast alloy {GLO}) market for Cut-off, U; 20% primair, 80% scrap)
paneel	Aluminium omhulsel	5,00	kg	0151-fab&Aluminium (o.b.v. Aluminium, cast alloy {GLO}) market for Cut-off, U; 20% primair, 80% scrap)
paneel	Steenwol	30,00	kg	0013-fab&Steenwol (o.b.v. Stone wool {GLO}) market for stone wool Cut-off, U)
antigraffiti rooster	draadstaal > wapeningstaal	7,00	kg	0167-fab&Staal, wapening (betonstaal, wapeningsnet, vezels, voorspanstaal) (o.b.v. Reinforcing steel {GLO}) market for Cut-off, U; 84% primair, 16% secundair)
schanskorf behang	rooster (verzinkt staal)	21,29	kg	0233-fab&Staal, staalplaat, verzinkt (o.b.v. 98,6% Steel, unalloyed {GLO}) market for Cut-off, U + Sheet rolling; 1,4% Zinc {GLO}) market for Cut-off, U + Zinc coat, coils)
schanskorf behang	gebroken steen	170,00	kg	0171-fab&Breuksteen, waterbouwsteen (NVLB: A1)

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).
- 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:

- Als uit wordt gegaan van een schermhoogte van 3 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).
- Betonprop wordt in situ gestort met een betonpomp en een trilplaat
- Het monteren van de stijlen duurt, onafhankelijk van de hoogte, 0,11 uur per m² scherm.
- Het monteren van de panelen duurt bij een hoog geluidschermen 0,165 uur per m² scherm. Het monteren van de panelen duurt bij een laag geluidschermen 0,055 uur per m² scherm. Hier hoort een schalingsformule bij van $u = 0,055h$
- Er wordt in het LCA model rekening gehouden met verliezen in de vorm van bouwafval tijdens de installatiefase. Dit zijn voornamelijk prefab producten wat een verlies van 3% betekent. Voor de fundering (in situ) is dit 5%.
- De volgende forfaitaire processen uit de NMD 3.1 worden gehanteerd:
 - o *Telekraan*
 - 0121-pro&Kraan hydr.tele. band, per uur (o.b.v. 263 kWh Diesel, burned in building machine {GLO}| market for | Cut-off, U)
 - o *Heien*
 - 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)
 - o *In situ beton*
 - 0134-pro&Verdichten beton, trilplaat, 250-700 kg, per uur (o.b.v. 6 kWh Diesel, burned in building machine {GLO}| market for | Cut-off, U)
 - 0099-pro&Betonpomp, incl. voertuig, per m³ (o.b.v. data uit 1995; gemiddelde van giekpomp, leidingpomp en mixerpomp)

In tabel 3.2 zijn de processen opgenomen waarmee het milieuprofiel van de bouwfase is berekend:

Tabel 5 Bouwfase (A5): 1 m² geluidscherm (h=hoogte)

Proces	Hoeveelheid per m ²	Eenheid	Bron
Heien buispaal	0,005h+0,18	uur	Memo IV-Infra
Betonpomp	hoeveelheid m ³ beton	m ³	SGS Search
Verdichten beton	hoeveelheid kg beton	kg	SGS Search

Aanleggen plint	0,028	uur	ProRail
Monteren van panelen	0,055h	uur	Memo IV-Infra
Monteren van stijlen	0,11	uur	Memo IV-Infra
Monteren van rooster	0,055*0,5*h	uur	ProRail
Monteren schanskorf	0,055h	uur	ProRail

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 0 gedeclareerd. De conserveringssystemen verwerpen weliswaar (als emissies in lucht en grondwater), maar er zijn geen milieueffecten als gevolg hiervan berekend. Er is in deze LCA uitgegaan van dat het conserveringssysteem binnen 50 jaar niet zal worden vervangen.
- Volgens ProRail vindt onderhoud (B2 en B3) van de geluidschermen eens per 5 jaar plaats. De impact van het onderhoud is verwaarloosbaar, aangezien zeer weinig materiaal en energie verbruikt wordt tijdens het onderhoud en de schoonmaak van de geluidschermen. Ook hier wordt 0 gedeclareerd
- Incidenteel wordt een schermdeel vervangen (B4) vanwege vernieling, dit is tevens te verwaarlozen.
- Verbouwingen (B5) worden niet gedeclareerd.

3.2.5 Sloopfase (C1)

Module C1 betreft het slopen op de bouwplaats. De uitgangspunten:

- Voor module C1 gelden grotendeels dezelfde werktijden als bij module A5. Er is alleen geen sprake van een betonpomp, trilplaat of heistelling.
- Van de stalen buispalen blijft in de praktijk vaak 90% na de sloop achter in de grond vanwege risico op grondverzakking bij het compleet verwijderen. 90% van de stalen buispalen wordt dus niet verwijderd.

Tabel 6 Module C1 Sloopfase: 1 m² geluidscherm (h=hoogte)

Deelproduct	Proces	Hoeveelheid per m ² geluidscherm	Eenheid	NMD
fundering	verwijderen betonprop en 10% buispaal	0,10	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)
panelen	Demonteren panelen	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)
stijlen	Verwijderen stijlen	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)
schanskorven	Demonteren schanskorven	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)
plint	Verwijderen plint	0,03	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)
anti-graffiti rooster	Demonteren rooster	0,08	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)

3.2.6 Transport naar verwerker (C2)

Voor module C2 geldt een transport afstand naar de afvalverwerker van 50 km en een transport afstand naar afval verbranding centrale (AVI) van 100 km (forfaitaire waarden).

3.2.7 Afvalverwerking (C3 en C4)

Per deelproduct is er een verwerkingsscenario opgesteld gebaseerd op de forfaitaire waarden uit bijlage 1 van de Bepalingsmethode.

- Voor staal en beton is er sprake van recyclingprocessen in module C3. Voor staal is deze uit Ecoinvent gehaald bij gebrek aan processen in de NMD.

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

- Betonprop en ankerplaat: 100% verwijderen en verwerken (breekinstallatie) volgens onderstaande forfaitaire scenario's.
 - o Beton: 99% recycling, 1% stort
 - o Wapeningsstaal: 95% recycling, 5% stort
- Stalen buispaal: 90% laten zitten (behandelen als stort), 10% verwijderen (bovenste stuk, ca. 1 meter) en verwerken volgens onderstaande scenario's:
 - o Staal: 5% recycling, 95% stort
- Voor de *Stijlen* wordt voor de einde levensduur het forfaitaire scenario gehanteerd:
 - o 100% verbranding verf (natlaksysteem op stijlen)
 - o 5% stort verzinkt stalen stijlen en ankers
 - o 95% recycling verzinkt staal
- Voor de *betonnen plint* wordt voor de einde levensduur het forfaitaire scenario gehanteerd
 - o 99% recyclen beton
 - o 1% storten beton
 - o 95 % recyclen wapeningsstaal
 - o 5 % storten wapeningstaal
- Voor de *paneel met aluminium* wordt voor de einde levensduur het forfaitaire scenario gehanteerd:
 - o 3% AVI aluminium
 - o 5% AVI steenwol
 - o 97% recyclen aluminium
 - o 15% recyclen steenwol
 - o 80% storten steenwol
- Voor het *rooster* wordt voor de einde levensduur het forfaitaire scenario gehanteerd:
 - o 95% recyclen staal
 - o 5 % storten staal
- Voor de *schanskorf* wordt voor de einde levensduur het forfaitaire scenario gehanteerd:
 - o 95% recyclen staal
 - o 5 % storten staal
 - o 99% recyclen stenen
 - o 1% storten stenen

Tabel 7 Module C3 Afvalbewerking: 1 m² geluidscherm (h=3)

Deelproduct	Type proces	Gewicht per m ² (hoogte = 3)	Eenheid	Referentie NMD/ecoinvent
paneel	verbranden aluminium (3%)	0,39	kg	0255-avC&Verbranden aluminium (o.b.v. Scrap aluminium {Europe without Switzerland}) treatment of scrap aluminium, municipal incineration Cut-off, U)
paneel	verbranden steenwol (5%)	1,50	kg	
paneel	Recyclen steenwol (15%)	4,50	kg	C3 Waste mineral wool {Europe without Switzerland} treatment of waste mineral wool, recycling Cut-off, U
stijl	sorteren staal voor recycling (95%)	9,74	kg	Iron scrap, sorted, pressed {RER} sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U
stijl	verbranding verflaag stalen stijlen (100% van natlaksysteem)	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)
plint	breken plint: scheiden beton en wapeningsstaal (99%)	59,40	kg	0270-reC&Breken, per kg steenachtig (o.b.v. SBK Breken steenachtig MRPI)
anti-graffiti rooster	sorteren staal voor recycling (95%)	6,65	kg	Iron scrap, sorted, pressed {RER} sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U
schanskorf	sorteren staal voor recycling (95%)	20,23	kg	Iron scrap, sorted, pressed {RER} sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U
fundering	sorteren en persen stalen buispaal (10%)	2,53	kg	Iron scrap, sorted, pressed {RER} sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U
fundering	sorteren en persen wapeningsstaal (95%)	1,11	kg	Iron scrap, sorted, pressed {RER} sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U
fundering	breken betonprop (99%)	16,32	kg	0270-reC&Breken, per kg steenachtig (o.b.v. SBK Breken steenachtig MRPI)

Tabel 8 Module C4 Afvalbewerking: 1 m² geluidscherm (h=3)

Deelproduct	Type proces	Gewicht per m ² (hoogte = 3)	Eenheid	Referentie NMD/ecoinvent
paneel	storten steenwol (85%)	25,50	kg	0250-sto&Stort minerale wol (o.b.v. Waste mineral wool, for final disposal {Europe without Switzerland}) treatment of waste mineral wool, inert material landfill Cut-off, U)
stijl	stort verzinkt stalen stijlen (5%)	0,43	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)
stijl	stort staalplaat (1%)	0,02	kg	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)
plint	storten beton (1%)	0,58	kg	0240-sto&Stort beton, cellenbeton (o.b.v. Waste concrete {Europe without Switzerland}) treatment of waste concrete, inert material landfill Cut-off, U)
plint	storten wapeningsstaal (5%)	0,12	kg	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)

rooster	storten wapeningstaal (5%)	0,35	kg	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)
schanskorf	storten verzinkt staal (5%)	1,06	kg	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)
schanskorf	storten breuksteen (1%)	1,70	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
fundering	storten beton (1%)	0,16	kg	0240-sto&Stort beton, cellenbeton (o.b.v. Waste concrete {Europe without Switzerland}) treatment of waste concrete, inert material landfill Cut-off, U)
fundering	storten stalen buispaal (95%)	24,01	kg	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)
fundering	storten wapeningsstaal (5%)	0,06	kg	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)

3.2.8 D lasten en baten buiten de milieugrens

Module D betreft uitgespaarde materialen door het recyclingproces en uitgespaarde energie door energiewinning uit de afvalverbrandingscentrale.

De uitgespaarde materialen gelden alleen voor het aandeel primaire materiaal dat in module A in de producten is verwerkt. Zo worden alleen de materialen meegenomen die netto worden doorgegeven in de volgende toepassing.

- Bij module D worden de secundaire fracties uit fase A1-3 afgetrokken van de uitgespaarde fracties uit fase D om dubbele telling te voorkomen.

Tabel 9 Module D Lasten en baten buiten de milieugrens: 1 m² geluidscherm (h=3)

Deelproduct	Type proces	Gewicht per m ² (hoogte = 3)	Eenheid	Referentie NMD/ecoinvent
proces - paneel	Recyclen aluminium platen (97% - 80% secundair)	2,54	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)
proces - paneel	Recyclen steenwol (15% - 0% secundair)	4,50	kg	Module Dxxx, steenwol, per kg NETTO geleverd
proces - stijl	recyclen verzinkt staal (95% - 95,8% secundair)	0,34	kg	0xxx Module D Stalen constructieprofielen - categorie 3 {GLO} 4,2% primair, 95,8% secundair
proces - stijl	recycling staalplaat (87% - 17,3% secundair)	1,27	kg	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Pig iron {GLO}) production Cut-off, U)
proces - stijl	recycling zink (95% - 0%secundair)	0,14	kg	0283-reD&Module D, zink, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Zinc {RoW}) primary production from concentrate Cut-off, U)
proces - plint	recyclen beton (99% - 0% secundair)	57,07	kg	0271-reD&Module D, grind, per kg NETTO geleverd granulaat/grind (vermeden: Gravel, round {RoW}) gravel and sand quarry operation Cut-off, U)
proces - plint	recyclen wapeningsstaal (95% - 16% secundair)	0,4	kg	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Pig iron {GLO}) production Cut-off, U)

proces - anti-graffiti rooster	recyclen wapeningsstaal (95% - 16% secundair)	1,18	kg	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Pig iron {GLO}) production Cut-off, U)
proces - schanskorf	recyclen natuursteen (99% - 0% secundair)	168,30	kg	0439-reD&Module D, Spoorballast, winning t/m aanleg (A1-A5), per kg (o.b.v. 0205-fab&Steenslag, groeve; Transport; 0095-pro&Diesel, gasolie, gebruik, liter)
proces - schanskorf	recyclen zink (1,3% * X kg verzinkt staal * 95% - 0% secundair)	0,28	Kg	0283-reD&Module D, zink, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Zinc {RoW}) primary production from concentrate Cut-off, U)
proces - schanskorf	recyclen staal (95% - 17,3% secundair)	16,99	kg	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Pig iron {GLO}) production Cut-off, U)
proces - fundering	recyclen stalen buispaal (95% - 13,4% secundair)	1,09	kg	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Pig iron {GLO}) production Cut-off, U)
proces - fundering	recyclen betonprop (99% - 0% secundair)	16,32	kg	0271-reD&Module D, grind, per kg NETTO geleverd granulaat/grind (vermeden: Gravel, round {RoW}) gravel and sand quarry operation Cut-off, U)
proces - fundering	recyclen wapeningsstaal (95% - 16% secundair)	0,95	kg	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Pig iron {GLO}) production Cut-off, U)

4 Resultaten

4.1 Berekening milieuprofiel

In deze LCA zijn de volgende rekenprocedures toegepast:

- De berekeningen in deze LCA zijn gemaakt volgens de eisen en richtlijnen van NEN-EN 15804 en de Bepalingsmethode Milieuprestaties Gebouwen en GWW-werken.
- De milieu-ingrepen zijn berekend met de methoden die zijn omschreven in NEN-EN 15804 aangevuld met karakterisatiefactoren uit de CML-VLCA-rekenmethode (versie 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.
 - Ecoinvent processen zijn doorgerekend inclusief infrastructuurprocessen en kapitaalgoederen.
 - Ecoinvent processen zijn doorgerekend exclusief lange termijn (>100 jaar) emissies.
- Conform paragraaf 3.5 van de Bepalingsmethode zijn deze effectcategorieën omgerekend naar een milieukosten indicator (MKI) in euro's.

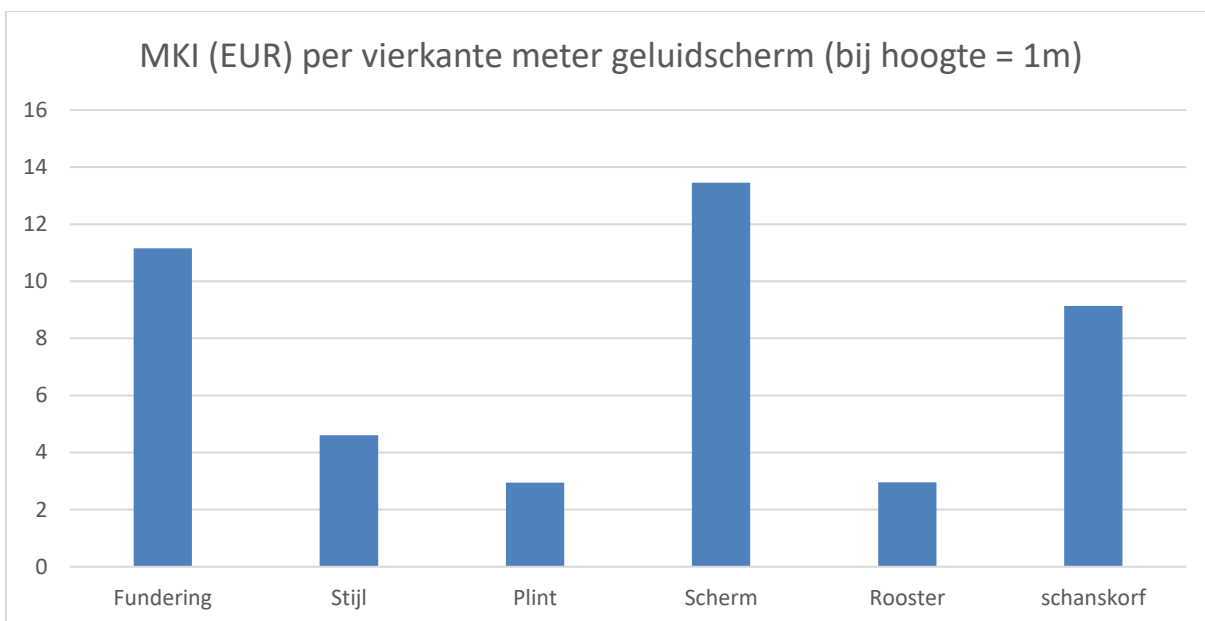
4.2 Gewogen resultaten

De uitgebreide gekarakteriseerde resultaten per deelproduct zijn opgenomen in bijlage 3. In tabel 10 is de impact te zien in MKI (euro's). De totale MKI van één vierkante meter geluidscherm met een hoogte van 3 meter bedraagt EUR 44,50. In figuur 1 is de MKI van de deelproducten goed te vergelijken. Het aluminium paneel draagt het meest bij met EUR 13,80. Deze impact wordt voornamelijk bepaald door de productieprocessen van aluminium en die van steenwol.

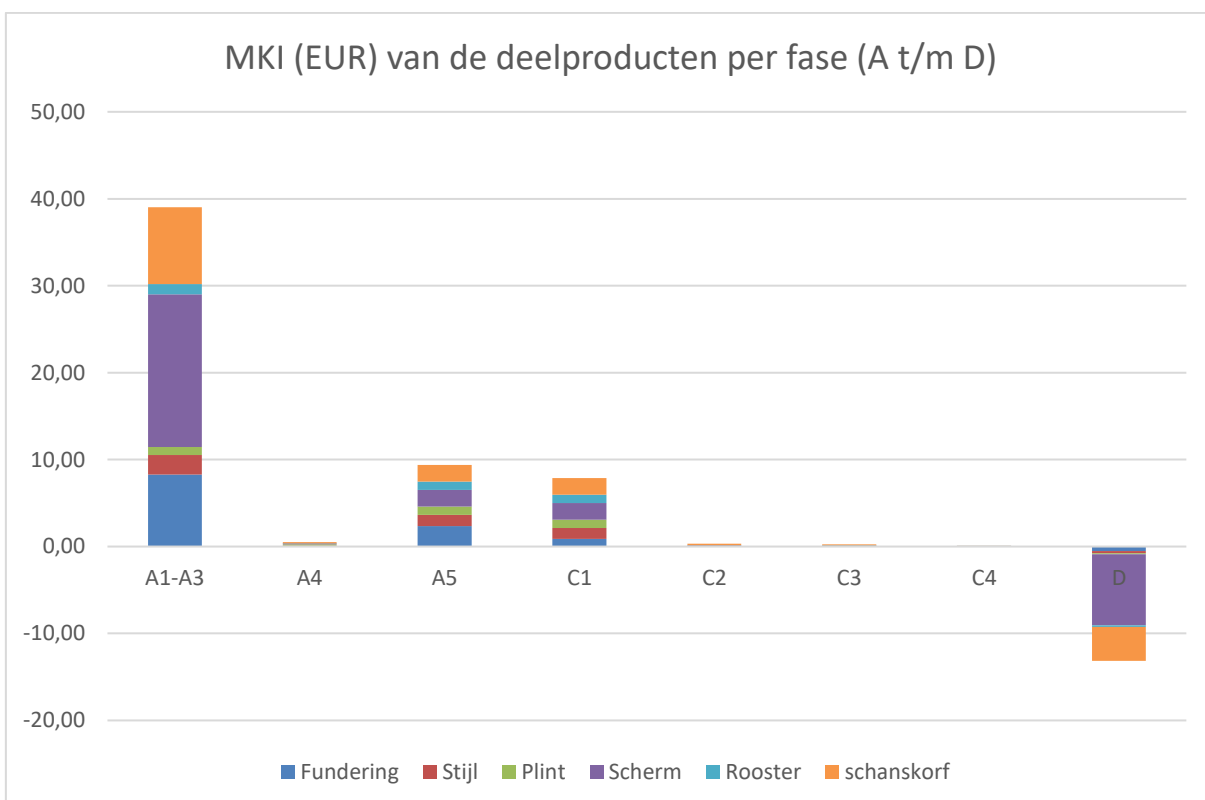
De daarop volgende belangrijkste bijdrage aan de MKI is die van de fundering (EUR 11,52). Deze impact wordt voornamelijk bepaald door de productieprocessen van staal voor de stalen buispalen en het laten zitten van de palen in de grond na het einde van de levensduur, waardoor er bij module D weinig milieu baten zijn door recycling van materialen (te zien in figuur 2). In bijlage II zijn de totale MKI's weergegeven van verschillende projecten van het MJPG van ProRail. Deze zullen dienen als referentie MKI (dit is exclusief 30% opslag).

Tabel 10 de MKI van de deelproducten per m² geluidscherm met een hoogte van 3 meter (in euro's)

Effectcategorie	Totaal	Fundering	Paneel, aluminium	Plint	Rooster, anti graffiti	Schanskorf	Stijl
Totaal	44,28	11,14	13,50	2,94	2,96	9,13	4,60
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2 abiotic depletion, fuel (AD)	0,35	0,09	0,10	0,02	0,03	0,07	0,04
4 global warming (GWP)	15,81	4,24	4,61	1,20	1,11	2,95	1,70
5 ozone layer depletion (ODP)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6 photochemical oxidation (POCP)	0,66	0,22	0,18	0,04	0,04	0,10	0,07
7 acidification (AP)	8,60	1,70	2,58	0,58	0,57	2,25	0,92
8 eutrophication (EP)	3,50	0,65	0,84	0,28	0,27	1,05	0,41
9 human toxicity (HT)	14,22	4,02	4,90	0,74	0,85	2,43	1,28
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	0,11	0,04	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	0,82	0,16	0,25	0,05	0,06	0,18	0,11
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	0,21	0,03	0,01	0,01	0,03	0,08	0,05



Figuur 1: MKI per m² geluidscherm met een hoogte van 3 meter



Figuur 2. MKI (EUR) per m² geluidscherm, deelproducten per fase bij een schermhoogte van 3 meter

4.3 Zwaartepuntanalyse

Op basis van de zwaartepuntanalyse worden een aantal processen per fase verder uitgelicht die bepalend zijn voor de MKI. In figuur 2 en tabel 10 is te zien dat de productiefase (A1-A3) de grootste bijdrage levert aan de MKI per m². Dit is ook een bundeling van verschillende significante processen en lange transportafstanden. Het aluminium paneel levert de belangrijkste bijdrage aan de MKI per m² (31%), daarop volgt de fundering (26%) en de schanskorf (18%). De hoogste winst bij module D wordt gehaald door het recyclen van het aluminium van het paneel.

Tabel 11 MKI (per m² geluidscherm) per deelproduct per fase

	A1-A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D	Totale MKI
Fundering	8,28	0,08	2,37	0,87	0,02	0,02	0,02	-0,50	11,16
Stijl	2,23	0,03	1,27	1,27	0,01	0,06	0,00	-0,26	4,61
Plint	0,92	0,15	0,96	0,96	0,05	0,02	0,00	-0,13	2,94
Scherm	17,59	0,10	1,91	1,91	0,07	0,01	0,02	-8,15	13,46
Rooster	1,17	0,02	0,96	0,96	0,02	0,03	0,00	-0,19	2,96
schanskorf	8,82	0,15	1,91	1,91	0,15	0,10	0,00	-3,91	9,14
totaal	39,01	0,52	9,38	7,88	0,31	0,26	0,04	-13,14	44,27

5 Referenties

Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken versie 3.0 (januari 2019) inclusief het wijzigingsblad d.d. 1 juli 2019 en het wijzigingsblad dd. januari 2020. De Bepalingsmethode is gebaseerd op de ISO 14040 - ISO14044 en de NEN-EN 15804:2012 + A1 (2013)

LCA Rapportage categorie 3 data modulaire geluidschermen RWS (TAUW, 2019)

LCA Rapportage fundering geluidbeperkende constructies (SGS, 2020)

Memo ten behoeve van LCA Modulaire geluidschermen (IV Infra, 2019)

NMD-toetsingsprotocol (versie 3.0, januari 2019 + Amendement 002, juli 2019).

RAW hoofdstuk 36

Bijlage I

LCI

Module	Fase	Type product	Type materiaal/proces	Gewicht per m2 (hoogte = 3) (referentie)	Eenheid	Referentie NMD/econvent
A1-3	Productie	fundering	stalen buispaal (SBP) (273 mm)	25,28	kg	Warmgewalste stalen buis- en kokerprofielen {RER} 86,6% primair, 13,4% secundair
		fundering	betonprop	16,49	kg	0164-fab&Betonmortel C35/45 (o.b.v. CEM III), 2440 kg/m3
		fundering	wapeningstaal	1,17	kg	0167-fab&Staal, wapening (betonstaal, wapeningsnet, vezels, voorspanstaal) (o.b.v. Reinforcing steel {GLO} market for Cut-off, U; 84% primair, 16% secundair)
		stijl type HEA160	Stijl, constructiestaal	8,64	kg	Stalen constructieprofielen (A1-3) - categorie 3 {GLO} 4,2% primair, 95,8% secundair
		stijl type HEA161	Staalplaat	1,62	kg	Warmgewalst plaat- en bandstaal (A1-3) - category 3 {RER} 82,7% primair, 17,3% secundair • 1 kg - Steel, unalloyed {RER} steel production, converter, unalloyed Cut-off, U • 1 kg - Hot rolling, steel {RER} processing Cut-off, U
		stijl type HEA162	natlaksysteem	0,10	kg	0029-fab&Alkydharsverf, gemodificeerd, voor buiten INCLUSIEF EMSISSIE OPLOSMIDDEL (voldoet aan Verplichtlijn 2004/42/EC) - onderhoud 1 maal per 10 jaar [VVVF]
		stijl type HEA163	zink	0,14	kg	Zinc {GLO} market for Cut-off, U
		stijl type HEA164	zink-coat	0,61	m2	Zinc coat, coils {GLO} market for Cut-off, U
A1		betonnen plint	productie betonmortel	57,64	kg	0162-fab&Betonmortel C20/25 (o.b.v. CEM I), 2407 kg/m3
A2		betonnen plint	transport naar assemblage	2,88	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market for Cut-off, U)
A1-A3		betonnen plint	wapeningstaal	2,36	kg	0167-fab&Staal, wapening (betonstaal, wapeningsnet, vezels, voorspanstaal) (o.b.v. Reinforcing steel {GLO} market for Cut-off, U; 84% primair, 16% secundair)
		paneel	Aluminium frame	8,10	kg	0151-fab&Aluminium (o.b.v. Aluminium, cast alloy {GLO} market for Cut-off, U; 20% primair, 80% scrap)
		paneel	Aluminium omhulsel	5,00	kg	0151-fab&Aluminium (o.b.v. Aluminium, cast alloy {GLO} market for Cut-off, U; 20% primair, 80% scrap)
		paneel	Steenwol	30,00	kg	0013-fab&Steenwol (o.b.v. Stone wool {GLO} market for stone wool Cut-off, U)
		antigraffiti rooster	draadstaal > wapeningstaal	7,00	kg	0167-fab&Staal, wapening (betonstaal, wapeningsnet, vezels, voorspanstaal) (o.b.v. Reinforcing steel {GLO} market for Cut-off, U; 84% primair, 16% secundair)
		schanskorf behang	rooster (verzinkt staal)	21,29	kg	0233-fab&Staal, staalplaat, verzinkt (o.b.v. 98,6% Steel, unalloyed {GLO} market for Cut-off, U + Sheet rolling; 1,4% Zinc {GLO} market for Cut-off, U + Zinc coat, coils)
		schanskorf behang	gebroken steen	170,00	kg	0171-fab&Breuksteen, waterbouwsteen (NVLB: A1)
		Deelproduct	Totaal fundering per m2	42,93	kg	
Deelproduct	Totaal stijl per m2	10,50	kg			
Deelproduct	Totaal plint per m2	60,00	kg			
Deelproduct	Totaal scherm per m2	43,10	kg			

		Deelproduct	Totaal rooster per m2	7,00	kg	
		Deelproduct	Totaal schanskorf per m2	191,29	kg	
			Totaal:	354,82	kg	
A4	Transport	proces - betonprop	transport fundering	2,147	tk m	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market for Cut-off, U)
		proces - stijlen	transport stijl	1,575		
		proces - plint	transport betonnen plint	9		
		proces - panelen	transport paneel	6,465		
		proces - rooster	transport rooster	1,05		
		proces - schanskorven	transport schanskorf	9,5645		
A5	Bouw, installatie, aanleg	proces - fundering	heien buispaal	0,27	hr	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)
		proces - betonprop	aanbrengen betonprop	0,01	m3	0099-pro&Betonpomp, incl. voertuig, per m3 (o.b.v. data uit 1995; gemiddelde van giekpomp, leidingpomp en mixerpomp)
		proces - betonprop	verdichten beton	16,49	kg	0134-pro&Verdichten beton, trilplaat, 250-700 kg, per uur (o.b.v. 6 kWh Diesel, burned in building machine {GLO}) market for Cut-off, U)
		proces - panelen	monteren van panelen	0,165	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)
		proces - stijlen	heistelling	0,110	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)
		proces - schanskorven	heistelling	0,165	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)
		proces - plint	heistelling	0,110	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)
		proces - anti-graffiti rooster	heistelling	0,083	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)
			bouwafval	in simapro	kg	
B	Gebruik en onderhoud	proces	<i>onderhoud verwaarloosbaar</i>		-	
C1	Sloopfase	proces - fundering	verwijderen betonprop en 10% buispaal	0,10	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)
		proces - panelen	demonteren panelen	0,17	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)

		proces - stijlen	heistelling	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)
		proces - schanskorven	heistelling	0,17	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)
		proces - plint	heistelling	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)
		proces - anti-graffiti rooster	heistelling	0,08	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 naar verwerking	proces - fundering	Transport fundering	1,009	tk m	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market for Cut-off, U)
		proces - panelen	Transport panelen	2,155	tk m	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market for Cut-off, U)
		proces - stijlen	Transport stijlen	0,525	tk m	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market for Cut-off, U)
		proces - schanskorven	Transport schanskorven	9,565	tk m	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market for Cut-off, U)
		proces - plint	Transport plint	3,000	tk m	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market for Cut-off, U)
		proces - anti-graffiti rooster	Transport rooster	0,350	tk m	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market for Cut-off, U)
C3	Afval bewerking	proces - paneel	verbranden aluminium (3%)	0,39	kg	0255-avC&Verbranden aluminium (o.b.v. Scrap aluminium {Europe without Switzerland}) treatment of scrap aluminium, municipal incineration Cut-off, U)
		proces - paneel	verbranden steenwol (5%)	1,50	kg	
		proces - paneel	Recyclen steenwol (15%)	4,50	kg	C3 Waste mineral wool {Europe without Switzerland} treatment of waste mineral wool, recycling Cut-off, U)
		proces - stijl	sorteren staal voor recycling (95%)	9,74	kg	Iron scrap, sorted, pressed {RER} sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)
		proces - stijl	verbranding verflaag stalen stijlen (100% van natlaksysteem)	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)
		proces - plint	breken plint: scheiden beton en wapeningsstaal (99%)	59,40	kg	0270-reC&Breken, per kg steenachtig (o.b.v. SBK Breken steenachtig MRPI)
		proces - anti-graffiti rooster	sorteren staal voor recycling (95%)	6,65	kg	Iron scrap, sorted, pressed {RER} sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)
		proces - schanskorf	sorteren staal voor recycling (95%)	20,23	kg	Iron scrap, sorted, pressed {RER} sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)
		proces - fundering	sorteren en persen stalen buispaal (10%)	2,53	kg	Iron scrap, sorted, pressed {RER} sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)

		proces - fundering	sorteren en persen wapeningsstaal (95%)	1,11	kg	Iron scrap, sorted, pressed {RER} sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U
		proces - fundering	breken betonprop (99%)	16,32	kg	0270-reC&Breken, per kg steenachtig (o.b.v. SBK Breken steenachtig MRPI)
C4	Finale afvalbewerking	proces - paneel	storten steenwol (85%)	25,50	kg	0250-sto&Stort minerale wol (o.b.v. Waste mineral wool, for final disposal {Europe without Switzerland} treatment of waste mineral wool, inert material landfill Cut-off, U)
		proces - stijl	stort verzinkt stalen stijlen (5%)	0,43	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)
		proces - stijl	stort staalplaat (1%)	0,02	kg	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)
		proces - plint	storten beton (1%)	0,58	kg	0240-sto&Stort beton, cellenbeton (o.b.v. Waste concrete {Europe without Switzerland} treatment of waste concrete, inert material landfill Cut-off, U)
		proces - plint	storten wapeningstaal (5%)	0,12	kg	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel{Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)
		proces - rooster	storten wapeningstaal (5%)	0,35	kg	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel{Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)
		proces - schanskorf	storten verzinkt staal (5%)	1,06	kg	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel{Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)
		proces - schanskorf	storten breuksteen (1%)	1,70	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
		proces - fundering	storten beton (1%)	0,16	kg	0240-sto&Stort beton, cellenbeton (o.b.v. Waste concrete {Europe without Switzerland} treatment of waste concrete, inert material landfill Cut-off, U)
		proces - fundering	storten stalen buispaal (95%)	24,01	kg	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel{Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)
		proces - fundering	storten wapeningsstaal (5%)	0,06	kg	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel{Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)
D	Milieulasten en -voordelen van recycling en productgebruik	proces - paneel	Recyclen aluminium platen (97% - 80% secundair)	2,54	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)
		proces - paneel	Recyclen steenwol (15% - 0% secundair)	4,50	kg	Module Dxxx, steenwol, per kg NETTO geleverd
		proces - stijl	recyclen verzinkt staal (95% - 95,8% secundair)	0,34	kg	0xxx Module D Stalen constructieprofielen - categorie 3 {GLO} 4,2% primair, 95,8% secundair
		proces - stijl	recycling staalplaat (87% -17,3% secundair)	1,17	kg	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Pig iron {GLO} production Cut-off, U)

		proces - stijl	hergebruik staalplaat (12% - 17,3% secundair)	0,16		0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Pig iron {GLO} production Cut-off, U)
		proces - stijl	recycling zink (95% - 0%secundair)	0,14	kg	0283-reD&Module D, zink, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Zinc {RoW} primary production from concentrate Cut-off, U)
		proces - plint	recyclen beton (99% - 0% secundair)	57,07	kg	0271-reD&Module D, grind, per kg NETTO geleverd granulaat/grind (vermeden: Gravel, round {RoW} gravel and sand quarry operation Cut-off, U)
		proces - plint	recyclen wapeningsstaal (95% - 16% secundair)	1,88	kg	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Pig iron {GLO} production Cut-off, U)
		proces - anti-graffiti rooster	recyclen wapeningsstaal (95% - 16% secundair)	5,59	kg	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Pig iron {GLO} production Cut-off, U)
		proces - schanskorf	recyclen natuursteen (99% - 0% secundair)	168,30		0283-reD&Module D, zink, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Zinc {RoW} primary production from concentrate Cut-off, U)
		proces - schanskorf	recyclen zink (1,5% * kg verzinkt staal * 95% - 0% secundair)	0,28		0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Pig iron {GLO} production Cut-off, U)
		proces - schanskorf	recyclen staal (95% - 17,3% secundair)	16,54	kg	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Pig iron {GLO} production Cut-off, U)
		proces - fundering	recyclen stalen buispaal (95% - 13,4% secundair)	1,06	kg	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Pig iron {GLO} production Cut-off, U)
		proces - fundering	recyclen betonprop (99% - 0% secundair)	16,32	kg	0271-reD&Module D, grind, per kg NETTO geleverd granulaat/grind (vermeden: Gravel, round {RoW} gravel and sand quarry operation Cut-off, U)
		proces - fundering	recyclen wapeningstaal (95% - 16% secundair)	0,93		0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Pig iron {GLO} production Cut-off, U)

Bijlage II

Referentie MKI van MJPG projecten in 2020/2021

LOCATIES:	oppervlakte scherm (h=1m)	MKI scherm laag (h=1m)	oppervlakte scherm (h=3m)	MKI scherm (h=3m)	oppervlakte scherm (h=4m)	MKI scherm (h=4m)
HORSTM_Zwarte Plakweg	16	€ 989	669	€ 29.785		
HORSTM_Pastoor Jeukenstraat	20	€ 1.236	1071	€ 47.682		
ROERMD_Venloseweg A	110	€ 6.800				
ROERMD_Spoorlaan Zuid	135	€ 8.346				
ROERMD_Parallelweg B	175	€ 10.819				
ROERMD_Kapellerlaan	100	€ 6.182				
ROERMD_Broekhin Zuid			570	€ 25.377		
ECHTST_Bosstraat	11	€ 680			92	€ 4.227

Met h = hoogte van het scherm



Bijlage III

Gekarakteriseerde resultaten

Calculation:	Analyse								
Results:	Effectbeoordeling								
Product:	492 kg Geluidsscherm proraail (m2) laag (of project Proraail MIPG MKI berekeningen - fundering per 6m)								
Methode:	SBK Bepalingsmethode, dec 2019 (NMD 3.1) V3.04 / MKI-SBK single-score								
Indicator:	Karakterisatie								
Skip categories:	Nooit								
Sluit infrastructuurprocessen uit:	Nee								
Sluit lange termijnemissies uit:	Ja								
Sorted on item:	Effectcategorie								
Sort order:	Oplopend								
Effectcategorie	Eenheid	Totaal	Fundering per m2, hoogte = 1	Paneel, aluminium	Plint gemiddeld per m2, hoogte = 1	Rooster, anti graffiti	Schanskorf	Stijl gemiddeld per m2, hoogte = 1	
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,38	1,05	0,54	0,13	0,09	0,36	0,20	
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	359,20	158,56	80,92	24,49	13,99	52,82	28,43	
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	0,38	0,19	0,07	0,01	0,01	0,05	0,03	
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	2,47	0,90	0,55	0,11	0,09	0,54	0,29	
8 eutrophication (EP)	kg PO4-- eq	0,46	0,17	0,07	0,02	0,02	0,11	0,06	
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	199,25	77,47	50,07	19,28	18,76	22,05	11,62	
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	3,95	2,04	0,63	0,19	0,14	0,51	0,44	
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	8664,12	2740,23	2444,19	670,82	412,98	1635,48	760,43	
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	1,83	0,66	0,18	0,12	0,10	0,21	0,56	
PERE (empty; =PERT-PERM)	MJ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
PERM (empty)	MJ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
PERT	MJ	161,05	47,70	54,69	8,95	8,19	27,50	14,02	
PENRE (empty; =PENRT-PENRM)	MJ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
PENRM (empty)	MJ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
PENRT	MJ	4709,87	2077,34	1029,33	233,64	203,44	732,33	433,80	
SM (empty)	kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
RSF (empty)	MJ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
NRSF (empty)	MJ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Water consumption (FW)	m3	2,35	1,17	0,50	0,11	0,14	0,23	0,20	
Hazardous waste (HWD)	kg	0,07	0,01	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	
Non hazardous waste (NHWD)	kg	116,18	45,76	34,97	10,06	3,99	17,95	3,45	
Radioactive waste (RWD)	kg	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
CRU (empty)	kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
MFR (empty)	kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
MER (empty)	kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
EEE (empty)	MJ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
EET (empty)	MJ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	