



# Ongetoetst LCA-rapport damwand Europees naaldhout en gerecycled kunststof

In opdracht van Unie van Waterschappen



**CE Delft**

*Committed to the Environment*

# Ongetoetst LCA-rapport damwand Europees naaldhout en gerecycled kunststof

In opdracht van Unie van Waterschappen

De analyse is opgesteld en rapport geschreven door: Maarten Bruinsma en Pelle Sinke

Interne review door: Marijn Bijleveld

Delft, CE Delft, april 2021

Publicatienummer: 20.190163.095i

Levenscyclusanalyse / Waterschappen / Bouwelementen / Nationale Milieudatabase / Dubocalc / Categorie 3

Opdrachtgever: Unie van Waterschappen

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Ingrid Odegard (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

## **CE Delft**

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



# Colofon LCA-rapport

## Onderzoeksgegevens

Naam onderzoek	(Ongetoetst) LCA-rapport voor Unie van Waterschappen
Versie	1.1
Project	DuboCalc bij Waterschappen
Projectnummer	190163
SimaPro-versie	9.0.0.49
NMD-versie	3.1
Ecoinvent-versie	3.5
Impactanalysemethode	MKI-SBK single-score-set (SBK-Bepalingsmethode, december 2019 (na NMD 3.1) v3.04)
Looptijd project	April 2019 - juli 2020

## Opdrachtgever

Organisatie	Unie van Waterschappen
Contactpersoon	Meinke Schouten
Adres	Koningskade 40 2596 AA Den Haag
Telefoonnummer	070-3519 751
E-mail	<a href="mailto:info@uvw.nl">info@uvw.nl</a>

## Uitvoerende organisatie

Organisatie	CE Delft
Contactpersoon	Ingrid Odegard
Adres	Oude Delft 180, 2611 HH Delft
Telefoonnummer	015-2150 150
E-mail	<a href="mailto:ce@ce.nl">ce@ce.nl</a>



# Inhoud

	Colofon LCA-rapport	2
1	Inleiding	4
	1.1 Project	4
	1.2 Korte productomschrijving	4
	1.3 Methodologie en materialen	4
	1.4 Doel en reikwijdte	6
2	Inventarisatie en modellering	8
	2.1 Productomschrijving	8
	2.2 Inventarisatie productgegevens	8
	2.3 Datakwaliteit en representativiteit	25
3	LCA-resultaten	26
	3.1 MKI-scores (gewogen milieuprofiel)	26
	Bronvermelding	27



# 1 Inleiding

## 1.1 Project

In het kader van het project 'DuboCalc bij waterschappen - Duurzame stappen met MVI' (projectnummer 190163) voert CE Delft een aantal levenscyclusanalyses (LCA) uit voor de Unie van Waterschappen. Het doel is om waterschap-specifieke items die niet - of incompleet - aanwezig zijn in DuboCalc<sup>1</sup> toe te voegen aan de database.

Het gaat hier om categorie 3 (cat.3) LCA's. Een cat.3-LCA wordt opgesteld op basis van generieke milieukundige (achtergrond)informatie en op basis van representatieve samenstelling van het product, zoals in gebruik door Waterschappen. Deze zijn niet getoetst volgens het SBK-Toetsingsprotocol en daarom is bij de toepassing van deze data een ophoging van 30% van toepassing op de milieueffectresultaten, die door SBK in de rekenregels wordt doorgevoerd (SBK, 2019).

## 1.2 Korte productomschrijving

De damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof heeft als hoofdfunctie grondkering. Het bestaat uit vurenhouten damwandplanken met aan de bovenzijde een kunststof paalhuls zie over het hout heen geschoven is. Boven het oppervlak is zich een horizontale kunststof gording tegen de damwand aan bevestigd.

De RAW-code van dit product is 410441.

## 1.3 Methodologie en materialen

### Methodologie

Deze cat.3-LCA is opgesteld volgens de regels van de 'Bepalingsmethode milieuprestatie gebouwen en GWW-werken' (SBK, 2019). Deze methode is gebaseerd op de norm NEN-EN 15804 (NEN 2013), die op haar beurt weer gebaseerd is op NEN-EN-ISO 14044:2006 (NEN 2006), NEN-EN-ISO 14025:2010 (NEN 2010) en NEN-EN 15978:2011 (NEN 2011).

### Software, databases en milieueffectbepaling

De gebruikte software voor het LCA-model is SimaPro 9.0.0.49. De gebruikte achtergrond-databases zijn de Nationale Milieudatabase (NMD) 3.1<sup>2</sup> en Ecoinvent 3.5<sup>3</sup>. Voor de milieueffectbepaling is de selectie van milieueffectcategorieën en karakterisatiefactoren gemaakt

<sup>1</sup> <https://www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/zakendoen-met-rijkswaterstaat/inkoopbeleid/duurzaam-inkopen/duurzaamheid-bij-contracten-en-aanbestedingen/dubocalc/index.aspx>

<sup>2</sup> <https://milieudatabase.nl/>

<sup>3</sup> <https://www.ecoinvent.org/>

op basis van de 'SBK-Bepalingsmethode, december 2019 (na NMD 3.1) v3.04', geïntegreerd in SimaPro. Deze methode is gebaseerd op de CML-IA-database<sup>4</sup>.

Weging vindt plaats op basis van de 'MKI-SBK single-score'-set, ook geïntegreerd in SimaPro. Deze weging is gebaseerd op een rapportage over de schaduwprijsmethode (van Harmelen et al., 2004).

## **Lasten en baten van hergebruik, recycling en verbranding in AVI**

De lasten en baten van hergebruik, recycling en energierugwinning (thermisch en elektrisch) na verbranding in een afvalenergiecentrale (AVI) zijn gemodelleerd volgens de methodologie beschreven in de SBK-Bepalingsmethode (Paragraaf 2.6.4.3. voor hergebruik en recycling en Paragraaf 2.6.3.6. voor verbranding). De verwerkingsrichtingen worden per materiaal bepaald op basis van forfaitaire waarden (Bijlage V van de bepalingmethode).

De productie van secundair materiaal levert milieubaten op die verreken worden in de eindresultaten. De baten komen voort uit de vermeden (primaire) productie van datzelfde materiaal. Lasten komen voort uit het verlies van secundair materiaal dat in Module A gebruikt is, maar in Module C niet gerecycled of hergebruikt wordt. In het geval van recycling schrijft SBK voor dat deze baten gecorrigeerd worden voor het aandeel secundair materiaal dat al in het product aanwezig was. In het geval van hergebruik mag worden aangenomen dat het secundaire materiaal of product de (primaire) productie van dat materiaal of product voor 100% uitspaart.

Verbranding in een AVI levert zowel milieubaten als -lasten op. De lasten (emissies van verbranding) vallen onder Fase C3, de baten (vermeden productie van elektriciteit en warmte) vallen onder Fase D.

## **MKI-scores (gewogen milieuprofiel)**

Om alle milieueffecten bij elkaar op te kunnen tellen is het nodig deze te vertalen naar een waarde met één enkele eenheid, in dit geval de Milieu Kosten Indicator (MKI)-score met eenheid Euro (€). In deze vertaalslag wordt een economische waarde toegekend aan een fysiek milieueffect. Daarmee worden de effecten onderling impliciet gewogen, omdat het ene milieueffect economisch schadelijker wordt geacht dan het andere. Om deze reden spreken we bij MKI-scores van een gewogen milieuprofiel.

## **Gekarakteriseerde waarden (ongewogen milieuprofiel)**

Gekarakteriseerde waarden zijn de resultaten van de milieueffectcategorieën in de oorspronkelijke eenheid, op emissieniveau en zonder weging door middel van MKI-waarden. Voor de milieueffectcategorie klimaatverandering is deze eenheid bijvoorbeeld kilogram CO<sub>2</sub>-equivalenten (waarin alle broeikasgassen vertaald zijn naar hun relatieve sterkte ten opzichte van CO<sub>2</sub>). Aangezien de verschillende milieueffecten op deze manier niet met elkaar vergeleken kunnen worden (en ook niet opgeteld kunnen worden), spreken we van een ongewogen milieuprofiel.

---

<sup>4</sup> <https://www.universiteitleiden.nl/en/research/research-output/science/cml-ia-characterisation-factors>

## 1.4 Doel en reikwijdte

### Doel en doelgroep

Het doel van deze studie is om een LCA op te stellen die voldoet aan de eisen voor cat.3-data zoals die gesteld zijn in de SBK-Bepalingsmethode, teneinde de MKI-scores en gekarakteriseerde waarden van damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof toe te kunnen voegen aan de Nationale Milieudatabase (en uiteindelijk in DuboCalc kunnen worden gebruikt).

De doelgroepen voor deze LCA zijn SBK, de beheerders van DuboCalc, medewerkers van de Waterschappen die met DuboCalc werken, aannemers en producenten.

### Functionele eenheid

De functionele eenheid is 1 vierkante meter damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof (branche-gemiddeld), met een levensduur van 15 jaar.

De damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof betreft een verzameling van technische productonderdelen. Volgens de CUAS-systematiek (Constructie, Uitwerking, Afwerking, Schilderwerk) omvat de functionele eenheid de elementen zoals beschreven in Tabel 1.

Tabel 1 - Productonderdelen van 1 vierkante meter damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof volgens de CUAS-systematiek

CUAS-categorie	Element	Eenheid
C (constructie)	Damwandplanken	m
C (constructie)	Gording	m
U (uitrusting)	Bevestigingsmiddelen	Set (per m damwandplank)

In Dubocalc zijn deze onderdelen allen als apart product toegevoegd, voor maximale flexibiliteit. Dit sluit aan op de bestaande damwandplanken in Dubocalc.

### Productstelsel

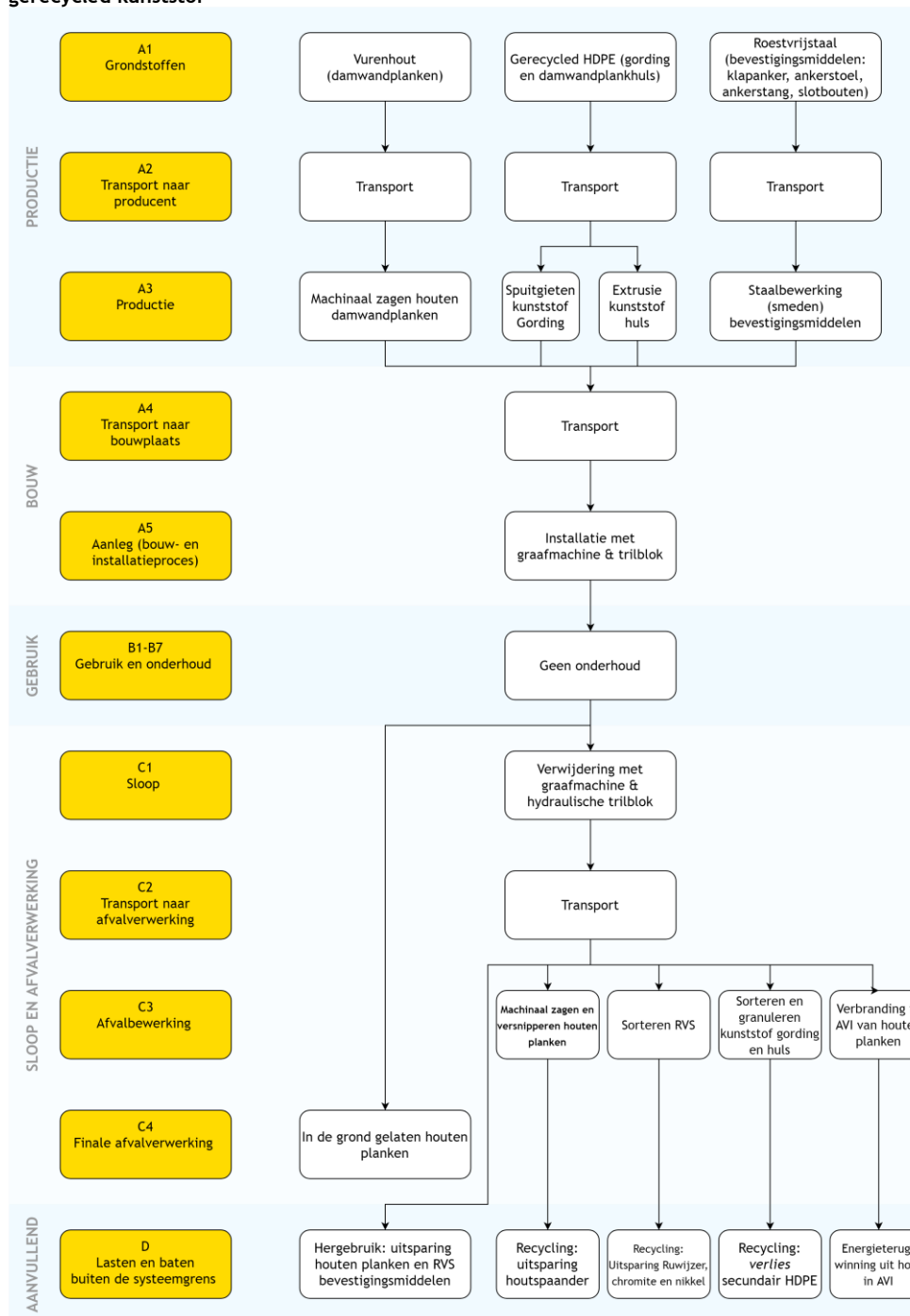
Alle levenscyclusfasen uit de SBK-Bepalingsmethode zijn van toepassing op deze LCA. Figuur 1 toont de Fases en belangrijkste processtappen van de levenscyclus van de damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof. De in- en outputs van deze processtappen zijn in detail beschreven bij de inventarisatie productgegevens (Paragraaf 2.2).

### Systeemgrenzen en cut-offs

Selectie van processen en bepaling van cut-offs vindt plaats op basis van de beschrijving van systeemgrenzen (Paragraaf 2.6.3.4. en Bijlage III) en cut-off-criteria (Paragraaf 2.6.3.5.) in de SBK-Bepalingsmethode. Er is geen vermoeden dat relevante in- en outputs zijn weggelaten.

De vereiste emissies zoals gesteld in Paragraaf 2.6.4.1. van de SBK-Bepalingsmethode zijn meegenomen, aangezien deze LCA gebruik maakt van basisprocessen uit de NMD en Ecoinvent. Wanneer tijdelijke opslag van biogene koolstof in biomassa is gemodelleerd, dan is tevens de emissie hiervan aan het eind van de levenscyclus gemodelleerd. Een schematisch overzicht van de levensfasen en processen van de damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof is weergegeven in Figuur 1.

**Figuur 1 - Levenscyclusfasen en belangrijkste processtappen van de damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof**





## 2 Inventarisatie en modellering

### 2.1 Productomschrijving

Een damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof (Figuur 2) is een wand met als hoofdfunctie grondkering. Daarnaast kan het dienen als kademuur, oeverbescherming of ter immobilisatie van bodemvervuiling.

Figuur 2 - Damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof



Bron: <https://www.lankhorst-recycling.com/nl/damwand-plaatsen>

De damwandplanken van vurenhout zijn bovenaan omsloten door een kunststof huls, zodat er geen rot van het hout plaatsvindt op en boven de watergrens. De damwandplanken worden samen met een horizontale gording geplaatst en bevestigd met bevestigingsmiddelen van roestvrij staal (RVS), waaronder klapankers en ankerstoelen.

### 2.2 Inventarisatie productgegevens

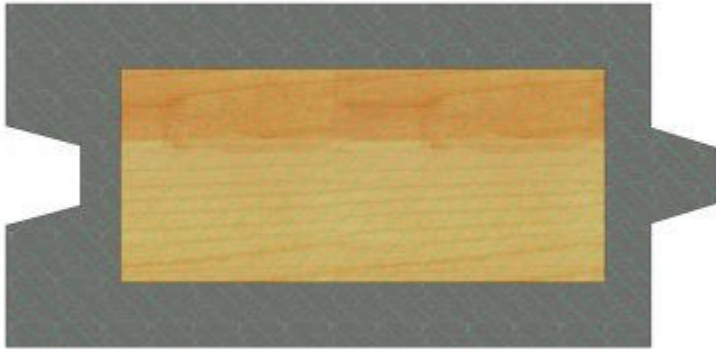
Hierna volgt een kwalitatieve en kwantitatieve beschrijving van de in- en outputs per levenscyclusfase. Daarbij wordt beschreven welke berekeningen zijn gemaakt en welke referentieprocessen zijn gebruikt voor het LCA-model.

De data over productsamenstelling, aanleg en sloop zijn afkomstig van Wetterskip Fryslân<sup>5</sup> en Waternet<sup>6</sup>. Aanvullende gegevens over afmetingen, materialen en gewicht zijn verkregen op basis van gemiddelde waarden van verschillende websites van de gespecificeerde producten en materialen. Transportafstanden en afvalscenario's zijn gebaseerd op forfaitaire waarden uit de SBK-Bepalingsmethode.

<sup>5</sup> Aangeleverd via e-mail op 01-10-2019.

<sup>6</sup> Aangeleverd in persoon op 08-01-2020.

**Figuur 3 - Doorsnede van damwandplank met huls**



De damwandplanken zijn een combinatie van vurenhouten planken met bovenaan een kunststof huls. De afmetingen van de plank en paalhuls zijn ingeschat op basis van de beschrijving van deze damwanden<sup>7</sup>, zoals weergegeven in Figuur 3. De vurenhouten damwandplank is 22,5 cm breed, 7,5 cm dik en één meter lang. De kunststof huls is 22,5 cm breed, 12 cm dik en één meter lang. Er zijn 4,44 damwandplanken per vierkante meter aanwezig.

**Figuur 4 - Doorsnede staalversterkte gording**



Bron: <https://www.lankhorst-recycling.com/nl/kunststof-damwand>

De kunststof gording is gemaakt van kunststof met een wapening van staal (Figuur 4). Het gerecyclede plastic is gemaakt van oude flessendoppen, kratten en landbouwplastic<sup>8</sup>. Deze producten zijn over het algemeen gemaakt van hogedichtheidpolyetheen (HDPE). Deze gording heeft een afmeting van 150 bij 150 mm en is één meter lang. De bovenkant van de gording bevat een inkeping, maar de zijkanten van deze inkeping zijn iets langer waardoor er in totaal ongeveer even veel materiaal is als bij een perfect blok van 150 mm bij 150 mm. Hiermee heeft deze gording een volume van  $2,25E-02 \text{ m}^3$ . Op basis van de

<sup>7</sup> <https://www.lankhorst-recycling.com/files/7/1/3/8/KLP%C2%AE%20Combi%20Damwand.pdf>

<sup>8</sup> Referentie voor kunststof beschoeiingspaneel, beschrijving kunststof: <https://www.lankhorst-recycling.com/nl/duurzaam-kunststof>

dimensies in Figuur 4 is vastgesteld dat voor een gording van 150 mm breed vier stalen wapeningsijzers met een diameter van ~15,50 mm bevat. Eén wapeningsijzer bevat zodoende (lengte \*  $\pi$  \*  $r^2$ ) 1,88E-04 m<sup>3</sup> staal, wat met een soortelijke dichtheid van 7.850 kg/m<sup>3</sup> 1,47 kg weegt. Aangezien er 4 wapeningsijzers aanwezig zijn in de gording is het totale gewicht van het staal 5,90 kg per vierkante meter (7,51E-4 m<sup>3</sup>). Het overige volume van de liggers (2,25E-2 - 7,51E-4 = 2,17E-2 m<sup>3</sup>) komt met een dichtheid van 950 kg voor HDPE uit op 20,66 kg. Het totale gewicht van de ligger is daarom 26,56 kg.

De bevestigingsmiddelen gebruikt zijn voor elke 2,4 meter één ankerstang (M20, 6 m lengte, 24,8 kg per stuk), één ankerstoel (bevestiging met M20<sup>9</sup>, 3,1 kg per stuk) en één klapanker (type ITK04, 18,6 kg per stuk). Per vierkante meter wordt dus 0,42 stuks van elk gebruikt. Daarnaast zijn per vierkante meter vijf slotbouten (M12-240, 1,07 kg per vijf stuks) nodig. Het totale gewicht van de bevestigingsmiddelen per vierkante meter komt daarmee op 20,6 kg.

De planken zijn schaalbaar in lengte. De gording en bevestigingsmiddelen zijn niet schaalbaar, daarvan blijft per functionele eenheid (1 vierkante meter) even veel nodig. De resultaten (MKI-scores en gekarakteriseerde waarden) in dit rapport zijn gebaseerd op de uitgangswaarden (Tabel 2).

Tabel 2 - Uitgangswaarden materiaalgebruik voor een damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof

Type materiaal/ onderdeel	Hoeveelheid per FU (1 vierkante meter)	Toelichting	Toelichting
Damwandplank	33,83	kg	Hout is 1 meter lang in totaal.
Gording	26,56	kg	150 mm x 150 mm, per vierkante meter. 4 wapeningsijzers met een diameter van 15,50 mm. HDPE 950 kg/m <sup>3</sup> en staal 7.850 kg/m <sup>3</sup> .
Slotbouten RVS	5	st/m	21,35 kg per 100 stuks <sup>10</sup> .
Klapankers RVS	0,42	st/m	18,6 kg per stuk, RVS S355 <sup>11</sup> .
Ankerstoel RVS	0,42	st/m	Uitgaande van GSV1.2 <sup>12</sup> . Deze moet bevestigd worden met 2 M20 bouten, dus gewicht (3,1 kg) van ankerstoel genomen.
Ankerstang RVS	0,42	st/m	12,4 kg per ankerstang M20 * 3 m, dus 6 m is 24,8 kg <sup>13</sup> .

<sup>9</sup> Uitgegaan van standaard ankerstoel met bevestiging d.m.v. M20 draadeind:

<https://industrialbouw.be/product/ankers-met-ankerplaat-2x-m20/>

<sup>10</sup> <https://www.techniekwebshop.nl/slotbout-therm-verz-m12x240-60312240tv-m12x1-75-240-mm-30-65-mm-49-mm-8-75-mm-6-95-mm-thermisch-verzinkt-21-35-kg-100-din-603-metrisch.html>

<sup>11</sup> <https://www.infratrading.nl/wp-content/uploads/2015/01/ITK04.pdf>

<sup>12</sup> [https://www.google.com/search?q=GSV+1.2+ankerstoel&rlz=1C1GCEU\\_nLN838NL838&oeq=GSV+1.2+ankerstoel&aqs=chrome..69i57j33.2415j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8#](https://www.google.com/search?q=GSV+1.2+ankerstoel&rlz=1C1GCEU_nLN838NL838&oeq=GSV+1.2+ankerstoel&aqs=chrome..69i57j33.2415j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8#)

<sup>13</sup> <https://www.gereedschapcentrum.nl/friulsider-fm-49042072-bfk-ankerstang-staal-verzinkt-m20-x-100-x-300mm-5st.html>



## A1: Grondstoffen

De benodigde grondstoffen voor de productie en aanleg (exclusief kapitaalgoederen omdat die per proces worden meegenomen) van één vierkante meter damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof zijn weergegeven in Tabel 3.

Voor het gerecycled kunststof wordt uitgegaan van gerecycled kunststof geproduceerd door Lankhorst Recycling. Dit bedrijf is geselecteerd als representatieve producent op aanwijzing van Waternet<sup>14</sup>. De gerecycled kunststof panelen zijn gemaakt van oude flessendoppen, kratten en landbouwplastic. Deze producten zijn over het algemeen gemaakt van hogedichtheidpolyetheen (HDPE). Het polytheen van secundaire afkomst is toepasbaar voor specifieke doeleinden nadat het gesorteerd en gegraneerd is. Volgens het stappenplan bepaling einde afval in Bijlage IV van de SBK-Bepalingsmethode (SBK, 2019), is dit granulaat daarom vrij van impact toe te passen in Module A1.

De proceskaart voor RVS is geassocieerd met een impact die mogelijk te hoog is. Deze impact wordt gedomineerd door één factor: de uitstoot van chroom 6 naar de lucht, voortkomend bij productie van ferrochromium. Zonder deze uitstoot zou de impact van deze proceskaart ongeveer 80 keer lager uitvallen. De oorzaak: de impactanalyse van de SBK-Bepalingsmethode levert een extreem resultaat op voor toxiciteit van chroom 6 naar lucht. Die score is 133 keer hoger dan met de toxiciteitsberekening van de methode 'ReCiPe' (gangbare methode buiten de SBK-Bepalingsmethode).

---

<sup>14</sup> Beschrijving gerecycled kunststof: <https://www.lankhorst-recycling.com/nl/duurzaam-gerecycledkunststof>

Tabel 3 - LCA-modelgegevens voor een damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof (Fase A1: Grondstoffen)

Onderdeel/activiteit	Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Damwandplanken	Vurenhout	33,65	kg	0067-fab&Hout, zachthout, vuren, grenen, lariks, douglas (o.b.v. Sawntwood, softwood, dried (u=10%), planed {RER}  production   Cut-off, U en 1 m <sup>3</sup> = 460 kg)	NMD 3.1	4,44 planken per vierkante meter. 1 meter lang in totaal. Dichtheid van 460 kg/m <sup>3</sup> o.b.v. NMD-referentie.
Damwandplanken	Secundair HDPE	0,19	kg	0403-fab&Kunststof, gemengd, gerecycled (= 0-waarden want 'vrij van milieulast')	NMD 3.1	Secundair HDPE is na sorteren en granuleren toepasbaar voor specifieke doelen. Dit granulaat is daarmee vrij van impact toe te passen in Module A1.
Gording	Secundair HDPE	20,66	kg	0403-fab&Kunststof, gemengd, gerecycled (= 0-waarden want 'vrij van milieulast')	NMD 3.1	Secundair HDPE is na sorteren en granuleren toepasbaar voor specifieke doelen. Dit granulaat is daarmee vrij van impact toe te passen in Module A1.
Gording	Staal	5,90	kg	0167-fab&Staal, wapening (betonstaal, wapeningsnet, vezels, voorspanstaal) (o.b.v. Reinforcing steel {GLO}  market for   Cut-off, U; 84% primair, 16% secundair)	NMD 3.1	Wapeningsstaal. Hierin is omwerking tot de juiste vorm al meegenomen binnen de NMD. Dichtheid van staal is aangenomen op 7.850 kg/m <sup>3</sup> .
Bevestigingsmiddelen	RVS	20,60	kg	0202-fab&Staal, hooggelegeerd, RVS (o.b.v. Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {RER}  production   Cut-off, U; 72% primair, 28% secundair)	NMD 3.1	Klpanker, ankerstoel, ankerstang en slotbouten. Dichtheid RVS 7.930 kg/m <sup>3</sup> .

## A2: Transport naar producent

Het benodigde transport van materialen naar de producent van één vierkante meter damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof is weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4 - LCA-modelgegevens voor een damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof (Fase A2: Transport naar producent)

Onderdeel/activiteit	Modus	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Transport damwand-planken	Weg	5,08	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitaire waarde transport materialen (150 km) gebruikt.
Transport gording	Weg	3,98	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitaire waarde transport materialen (150 km) gebruikt.
Transport bevestigings-middelen	Weg	3,09	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitaire waarde transport materialen (150 km) gebruikt.

### A3: Productie

De benodigde processen voor de productie van één vierkante meter damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof zijn weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5 - LCA-modelgegevens voor een damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof (Fase A3: Productie)

Onderdeel/activiteit	Techniek	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Zagen damwandplanken	Machinaal zagen	0,03	uur	0362-pro&Zagen, hout, benzinemotor, per uur (o.b.v. Power sawing, with catalytic converter {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD 3.1	Twee minuten aangenomen.
Productie (damwandplanken)	Extrusion	0,19	kg	0357-pro&Extruderen, kunststof, buizen (exclusief kunststof) (o.b.v. Extrusion, plastic pipes {GLO}  market for   Cut-off, U; "1 kg of this process equals 0.996 kg of extruded plastic pipes.")	NMD 3.1	Extrusie is het meest geschikte proces voor kunststof hulzen. Best beschikbare referentie. 1 kg extrusie staat gelijk aan 0,996 kg plastic product (Ecoinvent-beschrijving). Dichtheid is aangenomen op 950 kg/m <sup>3</sup> .
Productie (gording, kunststof)	Spuitsieten	20,79	kg	0359-pro&Spuitsieten, kunststof (exclusief kunststof) (o.b.v. Injection moulding {GLO}  market for   Cut-off, U; "1 kg of this process equals 0.994 kg of injection moulded plastics")	NMD 3.1	Extrusie is het meest geschikte proces voor massieve kunststof producten. Best beschikbare referentie. 1 kg injection moulding staat gelijk aan 0,994 kg plastic product (Ecoinvent-beschrijving). Dichtheid is aangenomen op 950 kg/m <sup>3</sup> .
Productie (gording, staal)	x	x	x	x	NMD 3.1	Al bewerkt in A1.
Bewerking metalen onderdelen	Allerlei	20,60	kg	0361-pro&Smeden (o.b.v. Forging, steel {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD 3.1	Bewerkingsproces voor het smeden/gieten van staal, aangezien het grootste deel van RVS gegoten is (klapanker).

#### A4: Transport naar bouwplaats

Het benodigde transport naar de bouwplaats van één vierkante meter damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof is weergegeven in Tabel 6.

Tabel 6 - LCA-modelgegevens voor een damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof (Fase A4: Transport naar bouwplaats)

Onderdeel/activiteit	Modus	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Transport damwand-planken	Weg	5,08	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitaire waarde transport materialen (150 km) gebruikt.
Transport gording	Weg	3,98	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitaire waarde transport materialen (150 km) gebruikt.
Transport bevestigings-middelen	Weg	3,09	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitaire waarde transport materialen (150 km) gebruikt.

#### A5: Aanleg (bouw- en installatieproces)

De benodigde activiteiten voor het plaatsen van één vierkante meter damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof zijn weergegeven in Tabel 7. Aangezien het gebruikte materieel niet (lineair) meeschaalt met de lengte van de damwandplanken (informatie o.b.v. toelichting Waterschappen), hebben we dat gemodelleerd bij de gording (in SimaPro). De gording schaalt namelijk ook niet mee met de lengte van de damwandplanken. Op deze manier kan de gebruiker aangeven langere damwandplanken te willen gebruiken, zonder dat dit invloed heeft op de hoeveelheid materieelgebruik. Eventueel elektronisch ondersteund handmatig bevestigingswerk wordt verwaarloosbaar geacht.

Om de gemiddelde materiaalverliezen tijdens transport, bouw en installatie mee te nemen in de resultaten wordt er een forfaitair toeslagpercentage gerekend voor de hoeveelheid verbruikt materiaal over alle inputs uit Fases A1-A4 en C2-C4. Het toeslagpercentage verschilt per type product:

- Prefabproducten: 3%.
- In-situ-producten: 5%.
- Hulp- en afwerkingsmaterialen: 15%.



Tabel 7 - LCA-modelgegevens voor een damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof (Fase A5: Aanleg (bouw- en installatieproces))

Onderdeel/activiteit	Techniek	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Grondverzet	Graafmachine	1,5	uur	0115-pro&Graafmachine, per uur (o.b.v. 572 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD 3.1	Schaalt niet (lineair) mee met de lengte van de damwandplanken, daarom in SimaPro gemodelleerd bij de gording (die ook niet meeschaalt). Waarde opgegeven door waterschap.
Intrillen	Trilblok	1,5	uur	0125-pro&Hydraulisch trilblok, per vermogen, per uur (o.b.v. 2,2 kWh Diesel, burned in building machine {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD 3.1	Idem.
Toeslagpercentage extra productie en transport bouwafval prefab-producten (damwandplanken, gording en bevestigingsmiddelen)		3%		A1-A4 en C2-C4		Forfaitaire waarde voor bouwafval van prefabproducten.

### B1-B7: Gebruik en onderhoud

Tijdens de levenscyclus van een damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof is er geen sprake van onderhoud of vervanging van onderdelen.

## C1: Sloop

De benodigde activiteiten voor de demontage en sloop van één vierkante meter damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof zijn weergegeven in Tabel 8.

Tabel 8 - LCA-modelgegevens voor een damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof (Fase C1: Sloop)

Onderdeel/activiteit	Techniek	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Grondverzet	Graafmachine	0,3	uur	0115-pro&Graafmachine, per uur (o.b.v. 572 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD 3.1	Schaalt niet (lineair) mee met de lengte van de damwandplanken, daarom in SimaPro gemodelleerd bij de gording (die ook niet meeschaalt). Waarde opgegeven door waterschap.
Gebruik trilblok	Trilblok	0,3	uur	0125-pro&Hydraulisch trilblok, per vermogen, per uur (o.b.v. 2,2 kWh Diesel, burned in building machine {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD 3.1	Idem.

## C2: Transport naar afvalverwerker

Het benodigde transport naar de afvalverwerker van één vierkante meter damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof is weergegeven in Tabel 9.

Tabel 9 - LCA-modelgegevens voor een damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof (Fase C2: Transport naar afvalverwerker)

Onderdeel/activiteit	Modus	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Transport damwand-planken	Weg	2,04	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitair vervoer voor kunststof profielen en platen (90% AVI, 10% recycling) en forfaitair vervoer voor kunststof profielen en platen (90% AVI, 10% recycling). AVI 100 km transport, recycling 50 km.
Transport gording	Weg	2,26	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitair vervoer voor kunststof profielen en platen (90% AVI, 10% recycling) en forfaitaire afvalbewerking voor wapeningsstaal (95% recycling, 5% stort). AVI 100 km transport, recycling 50 km.
Transport bevestigingsmiddelen	Weg	1,08	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitair vervoer voor metalen bevestigingsmiddelen (5% stort, 5% AVI, 90% recycling. AVI 100 km transport, rest 50 km).

### C3: Afvalbewerking

De benodigde activiteiten voor de afvalbewerking van één vierkante meter damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof zijn weergegeven in Tabel 10.

Tabel 10 - LCA-modelgegevens voor een damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof (Fase C3: Afvalbewerking)

Onderdeel/activiteit	Techniek	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Verbranden hout (damwandplanken)	AVI	10,09	kg	0262-avC&Verbranden hout, 'schoon' (13,99 MJ/kg) (o.b.v. Waste wood, untreated {CH}  treatment of, municipal incineration   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking schoon hout uit waterbouw (10% laten zitten, 30% AVI, 10% recycling en 50% hergebruik).
Zagen van hout (damwandplanken)	Machinaal zagen	3,33E-02	uur	0362-pro&Zagen, hout, benzinemotor, per uur (o.b.v. Power sawing, with catalytic converter {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD 3.1	Twee minuten aangenomen. Verlies aan hout tijdens zagen is buiten beschouwing gelaten, aangezien wordt aangenomen dat dit verwaarloosbaar is.
Recycling hout (damwandplanken)	Houtversnipperen	3,36	kg	0284-reC&Verspanen hout (o.b.v. Wood chipping, industrial residual wood, stationary electric chipper {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking schoon hout uit waterbouw (10% laten zitten, 30% AVI, 10% recycling en 50% hergebruik).
Hergebruik hout (damwandplanken)	geen impact	x	x	x	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking schoon hout uit waterbouw (10% laten zitten, 30% AVI, 10% recycling en 50% hergebruik).
Verbranden polyetheen (damwandplanken)	AVI	0,17	kg	0311-avC&Verbranden PE (42,47 MJ/kg) (o.b.v. Waste polyethylene {RoW}  treatment of waste polyethylene, municipal incineration   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking voor kunststof profielen en platen (90% AVI, 10% recycling). Meest geschikte Ecoinvent-referentie voor verbranding van HDPE.
Recyclen polyetheen (damwandplanken)	Sorteren	0,02	kg	0354-fab&Polyetheen, HDPE, granulaat, secundaire afkomst (o.b.v. Polyethylene, high density, granulate, recycled {Europe without Switzerland}  polyethylene production, high density, granulate, recycled   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking voor kunststof profielen en platen (90% AVI, 10% recycling). Het polyetheen van secundaire afkomst is toepasbaar voor specifieke doeleinden nadat het gesorteerd en gegranuleerd is. Volgens het stappenplan bepaling einde afval in Bijlage IV van de SBK-Bepalingsmethode (SBK, 2019), valt

Onderdeel/activiteit	Techniek	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
						sorteren en granuleren daarmee onder afvalbewerking.
Verbranden polyetheen (gording)	AVI	18,60	kg	0251-sto&Stort PE (o.b.v. Waste polyethylene {Europe without Switzerland}  treatment of waste polyethylene, sanitary landfill   Cut-off, U), ook elastomeren als epdm	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking voor kunststof profielen en platen (90% AVI, 10% recycling). Meest geschikte Ecoinvent-referentie voor verbranding van HDPE.
Recyclen polyetheen (gording)	Sorteren	2,07	kg	0354-fab&Polyetheen, HDPE, granulaat, secundaire afkomst (o.b.v. Polyethylene, high density, granulate, recycled {Europe without Switzerland}  polyethylene production, high density, granulate, recycled   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking voor kunststof profielen en platen (90% AVI, 10% recycling). Het polyetheen van secundaire afkomst is toepasbaar voor specifieke doeleinden nadat het gesorteerd en gegranuleerd is. Volgens het stappenplan bepaling einde afval in Bijlage IV van de SBK-Bepalingsmethode (SBK, 2019), valt sorteren en granuleren daarmee onder afvalbewerking.
Recyclen staal (gording)	Sorteren metaal	5,60	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)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking voor wapeningsstaal (95% recycling, 5% stort). Staal is na sorteren direct toepasbaar in staalproductieprocessen. Gemodelleerd door het opgegeven Ecoinvent-proces voor staal sorteren exclusief materiaal-input te modelleren.
Recycling roestvrijstaal (bevestigingsmiddelen)	Sorteren	18,54	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)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking voor metalen bevestigingsmiddelen (5% stort, 5% AVI, 90% recycling). Roestvrij staal is na sorteren direct toepasbaar in staalproductieprocessen. Gemodelleerd door het opgegeven Ecoinvent-proces voor staal sorteren exclusief materiaalinput te modelleren.

Onderdeel/activiteit	Techniek	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Verbranden staan (bevestigingsmiddelen)	AVI	1,03	kg	0257-avC&Verbranden staalschroot (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}  treatment of scrap steel, municipal incineration   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking voor metalen bevestigingsmiddelen (5% stort, 5% AVI, 90% recycling). Verbranding staal als benadering.

#### C4: Finale afvalverwerking

De benodigde activiteiten voor de finale afvalverwerking van één vierkante meter damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof zijn weergegeven in Tabel 11.

Tabel 11 - LCA-modelgegevens voor een damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof (Fase C4: Finale afvalverwerking)

Onderdeel/activiteit	Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
In de grond gelaten hout (damwandplanken)	Hout (vuren)	3,36	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)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking schoon hout uit waterbouw (10% laten zitten, 30% AVI, 10% recycling en 50% hergebruik). Laten zitten gemodelleerd als stort.
Stort staal (gording)	Staal	0,29	kg	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}  treatment of scrap steel, inert material landfill   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking voor wapeningsstaal (95% recycling, 5% stort).
Stort roestvrijstaal (bevestigingsmiddelen)	Roestvrij staal	1,03	kg	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}  treatment of scrap steel, inert material landfill   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking voor metalen bevestigingsmiddelen (5% stort, 5% AVI, 90% recycling). Stort van staal als benadering.

## D: Lasten en baten buiten de systeemgrens

De lasten en baten buiten de systeemgrens van één vierkante meter damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof zijn weergegeven in Tabel 12.

Van het toegepaste secundaire HDPE in Module A, gaat 90% in Module C verloren, volgens het forfaitaire scenario voor kunststoffen van de SBK-Bepalingsmethode. De impact van het verloren materiaal in Module D is gebaseerd op het originele virgin materiaal: HDPE granulaat

Tabel 12 - LCA-modelgegevens voor een damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof (Fase D: Lasten en baten buiten de systeemgrens)

Onderdeel/activiteit	Vermeden materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Verbranden hout (damwandplanken)	Energie van biogene afkomst	141,22	MJ	0268-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. HERNIEUWBARE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking schoon hout uit waterbouw (10% laten zitten, 30% AVI, 10% recycling en 50% hergebruik). Er is geen secundair materiaal in Module A. Forfaitair vermeden energieproductie voor biogene materialen. LHV van 13,99 MJ/kg volgens de SBK-Bepalingsmethode.
Recycling hout (damwandplanken)	Houtspaander	3,36	kg	0276-reD&Module D, houtspaanders, per kg NETTO geleverd (o.b.v. Wood chips, dry, measured as dry mass {RER}  three layered laminated board production   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking schoon hout uit waterbouw (10% laten zitten, 30% AVI, 10% recycling en 50% hergebruik). Er is geen secundair materiaal in Module A. houtspaander wordt uitgespaard.
Hergebruik hout (damwandplanken)	Zachthouten plank	16,82	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 <sup>3</sup> = 460 kg)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking schoon hout uit waterbouw (10% laten zitten, 30% AVI, 10% recycling en 50% hergebruik). Er is geen secundair materiaal in Module A. Het zachthouten object wordt 1-op-1 uitgespaard.

Onderdeel/activiteit	Vermeden materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Verbranden kunststof (damwandplanken)	Energie van fossiele afkomst	7,1	MJ	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD 3.1	Forfaitaire energie-uitsparing voor HDPE volgens de SBK-Bepalingsmethode. LHV van 42,47 MJ/kg volgens de SBK-Bepalingsmethode.
Recycling kunststof (damwandplanken)	HDPE secundair granulaat	-0,17	kg	0353-fab&Polyetheen, HDPE, granulaat (o.b.v. Polyethylene, high density, granulate {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking kunststof (90% AVI, 10% recycling). Er gaat meer secundair materiaal verloren dan vrij komt. De impact van het verloren materiaal is gebaseerd op het originele virgin materiaal: HDPE granulaat.
Verbranden kunststof (Gording)	Energie van fossiele afkomst	789,74	MJ	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD 3.1	Forfaitaire energieuitsparing voor HDPE volgens de SBK-Bepalingsmethode. LHV van 42,47 MJ/kg volgens de SBK-Bepalingsmethode.
Recycling kunststof (Gording)	HDPE secundair granulaat	-18,60	kg	0353-fab&Polyetheen, HDPE, granulaat (o.b.v. Polyethylene, high density, granulate {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking kunststof (90% AVI, 10% recycling). Er gaat meer secundair materiaal verloren dan vrij komt. De impact van het verloren materiaal is gebaseerd op het originele virgin materiaal: HDPE granulaat.
Recycling staal (Gording)	Pig iron	4,66	kg	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Pig iron {GLO}  production   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking voor wapeningsstaal (95% recycling, 5% stort). Staal is na sorteren direct toepasbaar in staalproductieprocessen, dus wordt pig iron uitgespaard.
Recyclen staal (bevestigingsmiddelen)	Pig iron	6,10	kg	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Pig iron {GLO}  production   Cut-off, U)	NMD 3.1	Secundair staal spaart pig iron uit. In 0202-fab&Staal, hooggelegeerd, RVS zit 27,5% secundair RVS. Van dit secundaire RVS is 47% secundair staal (de rest is nieuw ferrochroom en ferronikkel). Daarvan wordt volgens de SBK-Bepalingsmethode 90% gerecycled.



Onderdeel/activiteit	Vermeden materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Recycling ferronikkel (bevestigingsmiddelen)	Ferronikkel	5,34	kg	0352-fab&Ferronikkel (o.b.v. Ferronickel, 25% Ni {GLO}  production   Cut-off, U)	NMD 3.1	Secundair ferronikkel spaart virgin nikkel uit. In 0202-fab&Staal, hooggelegeerd, RVS zit 27,5% secundair RVS en 72,5% virgin RVS. Van het secundaire RVS is 29% ferronikkel, van het virgin RVS is 29% ferronikkel. Het forfaitaire afvalscenario voor licht staal wordt gebruikt, in lijn met het staal: 90% gerecycled.
Recycling ferrochroom (bevestigingsmiddelen)	Ferrochromium	4,42	kg	0351-fab&Ferrochroom (o.b.v. Ferrochromium, high-carbon, 68% Cr {GLO}  production   Cut-off, U)	NMD 3.1	Secundair ferrochroom spaart virgin chromiet uit. In 0202-fab&Staal, hooggelegeerd, RVS zit 27,5% secundair RVS en 72,5% virgin RVS. Van het secundaire RVS is 24% ferrochroom, van het virgin RVS is 24% ferrochroom. Het forfaitaire afvalscenario voor licht staal wordt gebruikt, in lijn met het staal: 90% gerecycled.
Toeslagpercentage extra productie en transport bouwafval prefab-producten (damwandplanken, gording en bevestigingsmiddelen)		3%		Alles in Module D		Forfaitaire waarde voor bouwafval van prefabproducten.

## 2.3 Datakwaliteit en representativiteit

De gegevens zijn gebaseerd op regels voor cat.3-LCA zoals beschreven in de SBK-Bepalingsmethode (SBK, 2019). Het gaat hier om branchegemiddelde waarden die alleen representatief zijn voor één vierkante meter damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof. De waarden zijn niet representatief voor een damwand van Europees naaldhout en gerecycled kunststof van een specifiek merk of type.



## 3 LCA-resultaten

### 3.1 MKI-scores (gewogen milieuprofiel)

Tabel 13 toont de resultaten voor een totale samengestelde damwand (1m<sup>2</sup>) en per onderdeel (van toepassing op 1m<sup>2</sup> damwand). Te zien is dat de materialen (module A1) en vermeden materialen/energie (module D) dominant zijn. Ook de voorbereidende werkzaamheden voor aanleg (A5), die onder gording zijn geschaard, draagt aanzienlijk bij.

Tabel 13 - MKI-scores en bijdrage per levenscyclusfase voor één vierkante meter damwand (totaal) en de onderdelen afzonderlijk, per functionele eenheid (1m<sup>2</sup> damwand)

Levenscyclusfase		Damwand, alle onderdelen	Damwand-plank, combi naaldhout en gerecycled kunststof	Gording, gerecycled kunststof gewapend, + aanleg en sloop van de damwand	Bevestigingsmiddelen, rvs
<b>Totale MKI-score</b>		<b>61,2</b>	<b>0,8</b>	<b>22,1</b>	<b>38,3</b>
Productie	A1: Grondstoffen	292%	149%	12%	487%
	A2: Transport naar producent	0%	12%	0%	0%
	A3: Productie	15%	7%	14%	16%
Bouw	A4: Transport naar bouwplaats	0%	12%	0%	0%
	A5: Aanleg (bouw- en installatieproces)	22%	6%	51%	0%
Gebruik	B1-B7: Gebruik en onderhoud	0%	0%	0%	0%
Sloop en afvalverwerking	C1: Sloop	3%	0%	8%	0%
	C2: Transport naar afvalverwerking	0%	5%	0%	0%
	C3: Afvalbewerking	7%	17%	16%	0%
	C4: Finale afvalverwerking	0%	3%	0%	0%
Aanvullend	D: Lasten en baten buiten de systeemgrens	-240%	-109%	-2%	-403%
<b>Totaal</b>		<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

# Bronvermelding

NEN (2006): NEN-EN-ISO 14044:2006 en - Milieumanagement - Levenscyclusanalyse - Eisen en richtlijnen. NEN, Delft

NEN (2010): NEN-EN-ISO 14025:2010 en - Milieu-etiketteringen en -verklaringen - Type III milieuverklaringen - Principes en procedures. NEN, Delft

NEN (2011): NEN-EN 15978:2011 en - Duurzaamheid van constructies - Beoordeling van milieuprestaties van gebouwen - Rekenmethode. NEN, Delft

NEN (2013): NEN-EN 15804:2012+A1:2013 en - Duurzaamheid van bouwwerken - Milieuverklaringen van producten - Basisregels voor de productgroep bouwproducten. NEN, Delft

SBK 2019: Bepalingsmethode 'Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken' versie 3.0, januari 2019, met wijzigingsblad d.d. 1 juli 2019, Stichting Bouwkwiteit, Rijswijk

van Harmelen AK, Broers JW, Duijsens LJE, Korentromp RHJ, Ligthart TN 2004: Toxiciteit heeft z'n prijs: schaduwrijzen voor (eco-)toxiciteit en uitputting van abiotische grondstoffen binnen DuboCalc. 9036955688, RWS DWW, Delft



