



Ongetoetst LCA-rapport damwand Europees naaldhout en tropisch hardhout

In opdracht van Unie van Waterschappen



Committed to the Environment

Ongetoetst LCA-rapport damwand Europees naaldhout en tropisch hardhout

In opdracht van Unie van Waterschappen

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

Interne review door: Marijn Bijleveld, CE Delft

Delft, CE Delft, april 2021

Publicatienummer: 20.190163.095g

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	info@uvw.nl

Uitvoerende organisatie

Organisatie	CE Delft
Contactpersoon	Ingrid Odegard
Adres	Oude Delft 180, 2611 HH Delft
Telefoonnummer	015-2150 150
E-mail	ce@ce.nl



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	22
3	LCA-resultaten	23
	3.1 MKI-scores (gewogen milieuprofiel)	23
	Bronvermelding	24



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 DuboCalc¹ 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 naaldhout en tropisch hardhout heeft als hoofdfunctie grondkering. Het bestaat uit grenen damwandplanken met aan de bovenzijde een horizontale hardhouten gording eraan 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) 3.1² en Ecoinvent 3.5³. Voor de milieueffectbepaling is de selectie van milieueffectcategorieën en karakterisatiefactoren gemaakt 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-database⁴. Weging vindt plaats op

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

² <https://milieudatabase.nl/>

³ <https://www.ecoinvent.org/>

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

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 verrekenend 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 CO₂-equivalenten (waarin alle broeikasgassen vertaald zijn naar hun relatieve sterkte ten opzichte van CO₂). 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.

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 naaldhout en tropisch hardhout 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 naaldhout en tropisch hardhout (branche gemiddeld), met een levensduur van 15 jaar.

De damwand van naaldhout en tropisch hardhout 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 naaldhout en tropisch hardhout 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 naaldhout en tropisch hardhout. De in- en outputs van deze processtappen zijn in detail beschreven bij de inventarisatie productgegevens (Paragraaf 2.2).

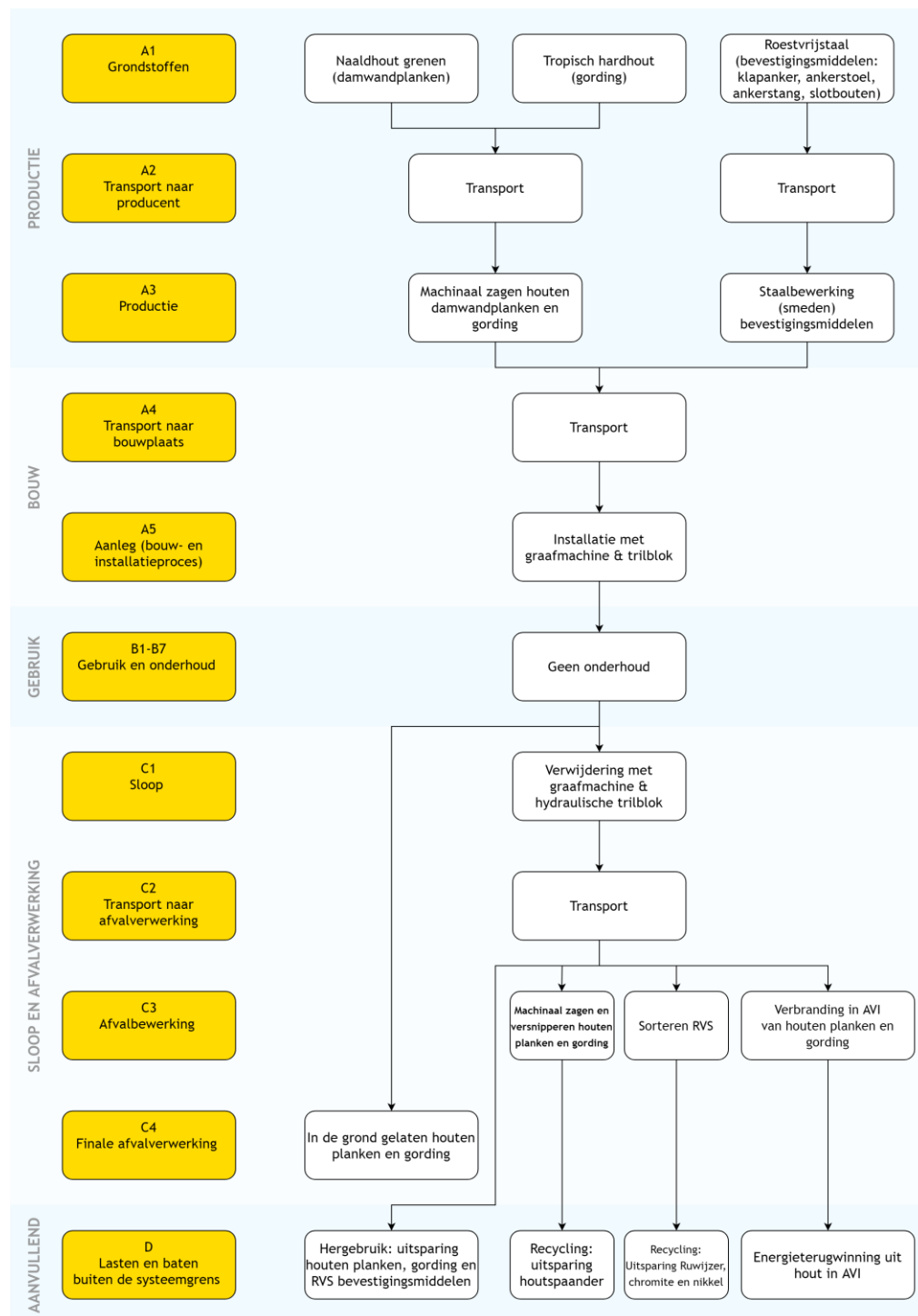
Systeemgrenzen en cut-offs

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 naaldhout en tropisch hardhout is weergegeven in Figuur 1.

Figuur 1 - Levenscyclusfasen en belangrijkste processtappen van de damwand van naaldhout en tropisch hardhout



2 Inventarisatie en modellering

2.1 Productomschrijving

Een damwand (Figuur 2) is een wand met als hoofd-functie grondkering. Daarnaast kan het dienen als kademuur, oeverbescherming of ter immobilisatie van bodemvervuiling.

Figuur 2 - Damwand van naaldhout en tropisch hardhout



Bron: <http://www.fastwood-accoya.com/>

De damwandplanken van naaldhout worden samen met een horizontale gording van tropisch hardhout 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 Fryslân⁵ en Waternet⁶. 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.

De bevestigingsmiddelen gebruikt zijn voor elke 2,4 meter één ankerstang (M20, 6 m lengte, 24,8 kg per stuk), één ankerstoel (bevestiging met M20⁷, 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 naaldhout en een gording van tropisch hardhout

Type materiaal/ onderdeel	Hoeveelheid per FU (1 vierkante meter)	Eenheid	Toelichting
Damwandplank van naaldhout	36	kg	Dik 60 mm, lang 1 m, per vierkante m. Gewicht berekend op basis van naaldhout (460 kg/m ³).
Gording van tropisch hardhout	33,75	kg	150 mm x 150 mm, gewicht hardhout (1.150 kg/m ³)
slotbouten RVS	5	st/m	21,35 kg per 100 stuks ⁸ .
Klapankers RVS	0,42	st/m	18,6 kg per stuk, RVS S355 ⁹ .
Ankerstoel RVS	0,42	st/m	Uitgaande van GSV1.2 ¹⁰ . 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 ¹¹ .

⁵ Aangeleverd via e-mail op 01-10-2019.

⁶ Aangeleverd in persoon op 08-01-2020.

⁷ Uitgegaan van standaard ankerstoel met bevestiging d.m.v. M20 draadeind:

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

⁸ <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>

⁹ <https://www.infratrading.nl/wp-content/uploads/2015/01/ITK04.pdf>

¹⁰ https://www.google.com/search?q=GSV+1.2+ankerstoel&rlz=1C1GCEU_nlNL838NL838&oq=GSV+1.2+ankerstoel&aqs=chrome..69i57j33.2415j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8#

¹¹ <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 naaldhout en tropisch hardhout zijn weergegeven in Tabel 3.

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 methode 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).

Tabel 3 - LCA-modelgegevens voor een damwand van naaldhout en tropisch hardhout (Fase A1: Grondstoffen)

Onderdeel/activiteit	Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Damwandplanken	Naaldhout (grenen)	36,00	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 ³ = 460 kg)	NMD 3.1	
Gording	Tropisch hardhout	33,75	kg	0182-fab&Hout, tropisch hardhout, gezaagd (o.b.v. Sawntwood, azobe from sustainable forest management, planed, air dried {GLO} market for Cut-off, U + 7000 km ocean transport en 650 kg/m ³)	NMD 3.1	
Bevestigingsmiddelen	RVS	20,60	kg	0202-fab&Staal, hooggeleerd, RVS (o.b.v. Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {RER} production Cut-off, U; 72% primair, 28% secundair)	NMD 3.1	Klapanker, ankerstoel, ankerstang en slotbouten. Dichtheid RVS 7.930 kg/m ³ .

A2: Transport naar producent

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

Tabel 4 - LCA-modelgegevens voor een damwand van naaldhout en tropisch hardhout (Fase A2: Transport naar producent)

Onderdeel/activiteit	Modus	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Transport damwand-planken	Weg	5,40	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	5,06	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 naaldhout en tropisch hardhout zijn weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5 - LCA-modelgegevens voor een damwand van naaldhout en tropisch hardhout (Fase A3: Productie)

Onderdeel/activiteit	Techniek	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Zagen damwandplanken	Machinaal zagen	0,03	uur	Power sawing, with catalytic converter {RER} processing Cut-off, U	Ecoinvent 3.5 cut-off	Twee minuten aangenomen.
Zagen gording	Machinaal zagen	0,07	uur	Power sawing, with catalytic converter {RER} processing Cut-off, S	Ecoinvent 3.5 cut-off	Vier minuten aangenomen.
Bewerking metalen onderdelen	Allerlei	20,60	kg	Forging, steel {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent 3.5 cut-off	Bewerkingsproces voor het smeden/ gieten van staal, aangezien het grootste deel van RVS gegoten is (klpanker).

A4: Transport naar bouwplaats

Het benodigde transport naar de bouwplaats van één vierkante meter damwand van naaldhout en tropisch hardhout is weergegeven in Tabel 6.

Tabel 6 - LCA-modelgegevens voor een damwand van naaldhout en tropisch hardhout (Fase A4: Transport naar bouwplaats)

Onderdeel/activiteit	Modus	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Transport damwand-planken	Weg	5,40	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	5,06	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 naaldhout en tropisch hardhout 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 naaldhout en tropisch hardhout (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)	Ecoinvent 3.5 cut-off	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)	Ecoinvent 3.5 cut-off	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 naaldhout en tropisch hardhout 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 naaldhout en tropisch hardhout zijn weergegeven in Tabel 8.

Tabel 8 - LCA-modelgegevens voor een damwand van naaldhout en tropisch hardhout (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)	Ecoinvent 3.5 cut-off	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)	Ecoinvent 3.5 cut-off	Idem.

C2: Transport naar afvalverwerker

Het benodigde transport naar de afvalverwerker van één vierkante meter damwand van naaldhout en tropisch hardhout is weergegeven in Tabel 9.

Tabel 9 - LCA-modelgegevens voor een damwand van naaldhout en tropisch hardhout (Fase C2: Transport naar afvalverwerker)

Onderdeel/activiteit	Modus	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Transport damwand-planken	Weg	2,16	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market for Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitair vervoer voor hout uit waterbouw (10% laten zitten, 30% AVI, 60% recycling en hergebruik. AVI 100 km transport, rest 50 km).
Transport gording	Weg	2,03	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market for Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitair vervoer voor hout uit waterbouw (10% laten zitten, 30% AVI, 60% recycling en hergebruik. AVI 100 km transport, rest 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 naaldhout en tropisch hardhout zijn weergegeven in Tabel 10.

Tabel 10 - LCA-modelgegevens voor een damwand van naaldhout en tropisch hardhout (Fase C3: Afvalbewerking)

Onderdeel/activiteit	Techniek	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Verbranden hout (Damwandplanken)	AVI	10,80	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	Power sawing, with catalytic converter {RER} processing Cut-off, U	Ecoinvent 3.5 cut-off	2 minuten aangenomen. Verlies aan hout tijdens zagen is buiten beschouwing gelaten, aangezien wordt aangenomen dat dit verwaarloosbaar is.
Recycling hout (Damwandplanken)	Houtversnipperen	3,60	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	x	Forfaitaire afvalbewerking schoon hout uit waterbouw (10% laten zitten, 30% AVI, 10% recycling en 50% hergebruik).
Verbranden hout (Gording)	AVI	10,13	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 (Gording)	Machinaal zagen	6,67E-02	uur	Power sawing, with catalytic converter {RER} processing Cut-off, U	Ecoinvent 3.5 cut-off	4 minuten aangenomen. Verlies aan hout tijdens zagen is buiten beschouwing gelaten, aangezien wordt aangenomen dat dit verwaarloosbaar is.
Recycling hout (Gording)	Houtversnipperen	3,38	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).

Onderdeel/activiteit	Techniek	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Hergebruik hout (Gording)	geen impact	x	x	x	x	Forfaitaire afvalbewerking schoon hout uit waterbouw (10% laten zitten, 30% AVI, 10% recycling en 50% hergebruik). Worst-case zachthout in alle gevallen.
Recycling roestvrijstaal (Bevestigingsmiddelen)	Sorteren	18,54	kg	Sorteren metaal, exclusief input metaal (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER} sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)	Ecoinvent 3.5 cut-off	Forfaitaire afvalbewerking voor metalen bevestigingsmiddelen (5% stort, 5% AVI, 90% recycling). Roestvrij staal is na sorteren direct toepasbaar in staal-productieprocessen. Gemodelleerd door het opgegeven Ecoinvent-proces voor staal sorteren exclusief materiaalinput te modelleren.
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)	Ecoinvent 3.5 cut-off	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 naaldhout en tropisch hardhout zijn weergegeven in Tabel 11.

Tabel 11 - LCA-modelgegevens voor een damwand van naaldhout en tropisch hardhout (Fase C4: Finale afvalverwerking)

Onderdeel/activiteit	Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
In de grond gelaten hout (Damwandplanken)	Hout (grenen)	3,60	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.
In de grond gelaten hout (Gording)	Hout (hardhout)	3,38	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 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 naaldhout en tropisch hardhout zijn weergegeven in Tabel 12.

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

Onderdeel/activiteit	Vermeden materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Verbranden hout (Damwandplanken)	Energie van biogene afkomst	151,09	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	3,60	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	18,00	kg	0067-fab&Hout, zachthout, vuren, grenen, lariks, douglas (o.b.v. Sawnwood, softwood, dried (u=10%), planed {RER} production Cut-off, U en 1 m ³ = 460 kg)	Ecoinvent 3.5 cut-off	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.
Verbranden hout (Gording)	Energie van biogene afkomst	141,65	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

Onderdeel/activiteit	Vermeden materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
						13,99 MJ/kg volgens de SBK-Bepalingsmethode.
Recycling hout (Gording)	Houtspaander	3,38	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 (Gording)	Hardhouten plank	16,88	kg	0182-fab&Hout, tropisch hardhout, gezaagd (o.b.v. Sawnwood, azobe from sustainable forest management, planed, air dried {GLO} market for Cut-off, U + 7000 km ocean transport en 650 kg/m ³)	Ecoinvent 3.5 cut-off	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 hardhouten object wordt 1-op-1 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.
Recycling ferronikkel (Bevestigingsmiddelen)	Ferronikkel	5,34	kg	Ferronikkel, 25% Ni {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent 3.5 cut-off	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	Ferrochromium, high-carbon, 68% Cr {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent 3.5 cut-off	Secundair ferrochroom spaart virgin chromiet uit. In 0202-fab&Staal, hooggelegeerd, RVS zit 27,5% secundair

Onderdeel/activiteit	Vermeden materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
						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 naaldhout en tropisch hardhout. De waarden zijn niet representatief voor een damwand van naaldhout en tropisch hardhout 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 (1m²) en per onderdeel (van toepassing op 1m² 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 (1m² damwand)

Levenscyclusfase		Damwand, alle onderdelen	Damwand-plank, Europees naaldhout	Gording, tropisch hardhout + aanleg en sloop van de damwand	Bevestigingsmiddelen, rvs
Totale MKI-score		53,5	0,75	14,4	38,3
Productie	A1: Grondstoffen	336%	164%	16%	487%
	A2: Transport naar producent	0%	13%	1%	0%
	A3: Productie	11%	5%	1%	16%
Bouw	A4: Transport naar bouwplaats	0%	13%	1%	0%
	A5: Aanleg (bouw- en installatieproces)	25%	6%	78%	0%
Gebruik	B1-B7: Gebruik en onderhoud	0%	0%	0%	0%
Sloop en afvalverwerking	C1: Sloop	4%	0%	13%	0%
	C2: Transport naar afvalverwerking	0%	5%	0%	0%
	C3: Afvalbewerking	1%	13%	1%	0%
	C4: Finale afvalverwerking	0%	3%	0%	0%
Aanvullend	D: Lasten en baten buiten de systeemgrens	-278%	-122%	-10%	-403%
Totaal		100%	100%	100%	100%

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: schaduwprijzen voor (eco-)toxiciteit en uitputting van abiotische grondstoffen binnen DuboCalc. 9036955688, RWS DWW, Delft

