



# Ongetoetst LCA- rapport voor beschoeiings- element van hout

In opdracht van Unie van  
Waterschappen



*Committed to the Environment*

# Ongetoetst LCA-rapport voor beschoeiings-element van hout

In opdracht van Unie van Waterschappen

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

Interne review door: Marijn Bijleveld, CE Delft

Delft, CE Delft, april 2021

Publicatienummer: 20.190163.095a

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	3
1	Inleiding	5
	1.1 Project	5
	1.2 Korte productomschrijving	5
	1.3 Methodologie en materialen	5
	1.4 Doel en reikwijdte	7
2	Inventarisatie en modellering	10
	2.1 Productomschrijving	10
	2.2 Inventarisatie productgegevens	10
	A1: Grondstoffen	12
	A2: Transport naar producent	13
	A3: Productie	13
	2.3 Datakwaliteit en representativiteit	23
3	LCA-resultaten	24
	3.1 MKI-scores (gewogen milieuprofiel)	24
	Bronvermelding	26



# 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

Het beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout heeft als hoofdfunctie grondkering en oeverbescherming. Het bestaat uit opgeklampte naaldhouten schotten van 0,60 meter hoog met aan de bovenzijde en hardhouten element van 0,40 meter hoogte. De schotten zijn aan elkaar bevestigd door midden van hardhouten palen met een hoogte van 3,0 meter. Een kunststof weefsel is aan de buitenkant van de beschoeiingselementen aanwezig. De hardhouten palen zijn als apart product gemodelleerd in Dubocalc. De hart op hart afstand van de hardhouten palen is 0,5 m.

De RAW-code van dit product is 522103.

## 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 om de norm NEN-EN 15804 (NEN 2013), welke 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).

---

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

## 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 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

---

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

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

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

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 een beschoeiingselement 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 één vierkante meter beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout (branchegemiddeld), met een levensduur van 15 jaar. De functionele eenheid van de hardhouten palen is één set van 2 palen van ieder drie meter lang, met een levensduur van 15 jaar.

De beschoeiing van hout 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 één vierkante meter beschoeiing volgens de CUAS-systematiek

CUAS-categorie	Element	Eenheid
C (constructie)	Naaldhouten schot	m
C (constructie)	Hardhouten bovenste deel	m
C (constructie)	Hardhouten palen	m

Tabel 2 - Productonderdelen van één set palen (2 palen) volgens de CUAS-systematiek

CUAS-categorie	Element	Eenheid
C (constructie)	Hardhouten palen	Set (2 stuks)

### Productsysteem

Alle levenscyclusfasen uit de SBK-Bepalingsmethode zijn van toepassing op deze LCA. Figuur 1 toont de fasen en belangrijkste processtappen van de levenscyclus van het beschoeiingselement 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**

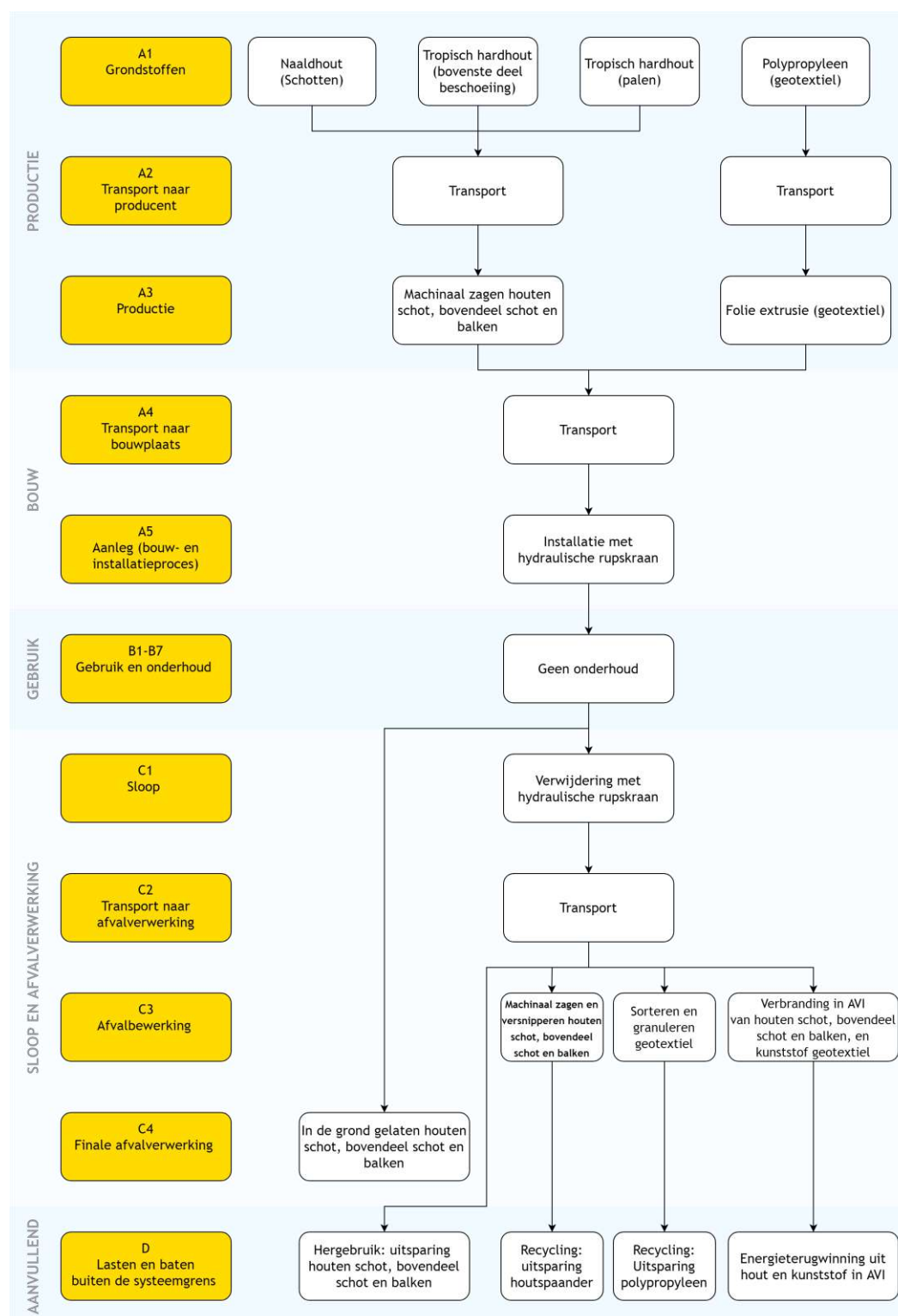
Selectie van processen en bepaling van cut-offs vindt plaats op basis van de beschrijving van systeemgrenzen (Paragraaf 2.6.3.4. en Bijlage III) en cut-off criteria (Paragraaf 2.6.3.5.) in de SBK-Bepalingsmethode. Er is geen vermoeden dat relevante in- en outputs zijn weggelaten.

De vereiste emissies zoals gesteld in Paragraaf 2.6.4.1. van de SBK-bepalingsmethode zijn meegenomen, aangezien deze LCA gebruikmaakt 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 beschoeiing van hout is weergegeven in Figuur 1.



**Figuur 1 - Levenscyclusfasen en belangrijkste processtappen van een beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout (inclusief hardhouten paal)**



## 2 Inventarisatie en modellering

### 2.1 Productomschrijving

Een beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout (Figuur 2) is een constructie die toegepast wordt om de stabiliteit van een oever of waterkant te vergroten. Een beschoeiing beschermt tegen invloeden zoals afkalven en golfkrachten. Beschoeiingen worden ook in de bouwsector gebruikt langs wanden van bouwputten om droog te kunnen werken.

Figuur 2 - Beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout



Bron: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Beschoeiing>

Deze houten beschoeiing is samengesteld uit opgeklampte schotten, die met houten palen vast worden gezet. Bovenop de schotten zit een hardhouten element en tegen de schotten is een grondkerende doek (geotextiel) aangebracht. Eventuele bevestigingselementen in de vorm van spijkers, schroeven of lijm zijn buiten beschouwing gelaten.

### 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 Waternet<sup>5</sup>. Aanvullende gegevens over afmetingen, materialen en zijn verkregen op basis van gemiddelde waarden van verschillende websites van de gespecificeerde producten en materialen, waarbij de producten van Lankhorst Recycling door Waternet zijn aangegeven als referentie. Transportafstanden en afvalscenario's zijn gebaseerd op forfaitaire waarden uit de SBK-Bepalingsmethode.

Het naaldhouten schot, de hardhouten palen en het geotextiel zijn schaalbaar in hoogte. Het hardhouten bovenste deel is niet schaalbaar. De resultaten (MKI-scores en gekarakteriseerde waarden) in dit rapport zijn gebaseerd op de uitgangswaarden (Tabel 3).

Tabel 3 - Uitgangswaarden materiaalgebruik voor één vierkante meter beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout

Type materiaal/onderdeel	Hoeveelheid per FU	Eenheid	Toelichting
Naaldhouten schot	11	kg	Hoogte 0,60 m
Hardhouten bovenste deel	14	kg	0,40 m
Geotextiel	0,19	kg	Kunststof PP weefsel

Tabel 4 - Uitgangswaarden materiaalgebruik voor hardhouten palen, van toepassing op de functionele eenheid

Type materiaal/onderdeel	Hoeveelheid per FU	Eenheid	Toelichting
Hardhouten palen	32,6	kg	80 x 80, lengte 3,0 m, h.o.h. 0,5 m.

<sup>5</sup> Aangeleverd in persoon door Waternet op 08-01-2020.

## A1: Grondstoffen

De benodigde grondstoffen voor de productie en aanleg (exclusief kapitaalgoederen omdat die per proces worden meegenomen) van één vierkante meter beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout zijn weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5 - LCA-modelgegevens voor één vierkante meter beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout (Fase A1: Grondstoffen)

Onderdeel/activiteit	Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Naaldhouten schot	Naaldhout	11	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	Niet gelamineerd zachthout komt overeen met de aangeleverde informatie.
Hardhouten bovenste deel	Hardhout	14	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 + 7.000 km ocean transport en 650 kg/m <sup>3</sup> )	NMD 3.1	Tropisch hardhout komt overeen met de aangeleverde informatie voor hardhout in waterwerken.
Hardhouten palen	Hardhout	32,6	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 + 7.000 km ocean transport en 650 kg/m <sup>3</sup> )	NMD 3.1	Tropisch hardhout komt overeen met de aangeleverde informatie voor hardhout in waterwerken. De hart op hart afstand van de hardhouten palen is 0,5 m. De lengte (diepte) is 3 meter.
Geotextiel	Polypropyleen weefsel	0,19	kg	Polyester resin, unsaturated {RER}  market for polyester resin, unsaturated   Cut-off, U	NMD 3.1	Op basis van materiaalinput van het NMD-proces 0216-fab&Polypropeen, PP, folie, weefsel.

## A2: Transport naar producent

Het benodigde transport van materialen naar de producent van één vierkante meter beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout is weergegeven in Tabel 6.

Tabel 6 - LCA-modelgegevens voor één vierkante meter beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout (Fase A2: Transport naar producent)

Onderdeel/activiteit	Modus	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Transport (Naaldhouten schot)	Weg	1,65	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 (Hardhouten bovenste deel)	Weg	2,10	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 (Hardhouten palen)	Weg	4,89	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 (Geotextiel)	Weg	0,03	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 beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout zijn weergegeven in Tabel 7.

Het naaldhouten schot moet voor toepassing in water behandeld worden. Houtproducent Van Swaay<sup>6</sup> is door Waternet aangegeven als referentiekader voor hout dat binnen beschoeiing gebruikt wordt. Hier wordt aangegeven dat naaldhout met een vacuüm- en drukmethode wordt behandeld<sup>7</sup>. De exacte behandeling wordt in deze cat.3-LCA niet gemodelleerd. In plaats daarvan wordt een referentie voor een vacuüm- en drukmethode uit Ecoinvent toegepast (Tabel 7).

Tropisch hardhout hoeft niet verder behandeld te worden.

<sup>6</sup> Referentie voor houten beschoeiing, zoals opgegeven door Waternet: <https://www.vanswaay.nl/gww-hout/beschoeiing/>

<sup>7</sup> Referentie voor behandeling beschoeiingshout: <https://www.vanswaay.nl/loonwerk/creo-luc/>

Tabel 7 - LCA-modelgegevens voor één vierkante meter beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout (Fase A3: Productie)

Onderdeel/activiteit	Techniek	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Naaldhouten schot	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. Verlies aan hout tijdens zagen is buiten beschouwing gelaten, aangezien wordt aangenomen dat dit verwaarloosbaar is.
Naaldhouten schot	Houtbehandeling	11	kg	0288-pro&Houtverduurzaming, vacuïmmethode zonder chroom (o.b.v. Wood preservation, vacuum pressure method, organic salts, Cr-free, outdoor use, ground contact {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD 3.1	Naaldhout in water moet behandeld worden. Houtbehandeling met een vacuüm-drukmethode komt het beste overeen met de aangeleverde informatie voor hout in waterwerken.
Hardhouten bovenste deel	Machinaal zagen	0,07	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	Vier minuten aangenomen. Verlies aan hout tijdens zagen is buiten beschouwing gelaten, aangezien wordt aangenomen dat dit verwaarloosbaar is.
Hardhouten palen	Machinaal zagen	0,07	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	Voer minuten aangenomen. Verlies aan hout tijdens zagen is buiten beschouwing gelaten, aangezien wordt aangenomen dat dit verwaarloosbaar is.
Geotextiel	Foil extrusion	1,02	kg	Extrusion, plastic film {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.5 cut-off	Op basis van materiaalinvoer van het NMD-proces 0216-fab&Polypropeen, PP, folie, weefsel. 1 kg foil extrusion staat gelijk aan 0,976 kg extruded plastic film (Ecoinvent-beschrijving).

#### A4: Transport naar bouwplaats

Het benodigde transport naar de bouwplaats van één vierkante meter beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout is weergegeven in Tabel 8.

Tabel 8 - LCA-modelgegevens voor één vierkante meter beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout (Fase A4: Transport naar bouwplaats)

Onderdeel/activiteit	Modus	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Transport (Naaldhouten schot)	Weg	1,65	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 (Hardhouten bovenste deel)	Weg	2,10	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 (Hardhouten palen)	Weg	4,89	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 (Geotextiel)	Weg	0,03	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 beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout zijn weergegeven in Tabel 9. Aangezien het gebruikte materieel niet (lineair) meeschaalt met de lengte van de houten schotten (informatie op basis van toelichting Waterschappen), hebben we dat gemodelleerd bij het hardhouten bovenste deel (in SimaPro). 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%.

Tabel 9 - LCA-modelgegevens voor één vierkante meter beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout (Fase A5: Aanleg (bouw- en installatieproces))

Onderdeel/activiteit	Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Plaatsen beschoeiing	Hydraulische rupskraan	0,33	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	Een hydraulische rupskraan is een graafmachine. Deze wordt 20 minuten gebruikt.
Toeslagpercentage extra productie en transport bouwafval prefabproducten (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 beschoeiingselement 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 beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout zijn weergegeven in Tabel 10. Net als binnen Module A5 is deze module alleen gekoppeld aan het bovenste deel van hardhout, zodat deze niet meeschaalt als de schotten langer wordt uitgevoerd. Hierbij is de aanname gedaan dat de sloop niet lineair meeschaalt met de lengte van de schotten, en dat de extra sloop voor langere schotten verwaarloosbaar is.



Tabel 10 - LCA-modelgegevens voor één vierkante meter beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout (Fase C1: Sloop)

Onderdeel/activiteit	Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Verwijderen beschoeiing	Hydraulische rupskraan	0,1	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	Een hydraulische rupskraan is een graafmachine. Deze wordt vijf minuten gebruikt.

## C2: Transport naar afvalverwerker

Het benodigde transport naar de afvalverwerker van één vierkante meter beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout is weergegeven in Tabel 11.

Tabel 11 - LCA-modelgegevens voor één vierkante meter beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout (Fase C2: Transport naar afvalverwerker)

Onderdeel/activiteit	Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Transport (Naaldhouten schot)	Weg	0,66	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitair vervoer voor schoon hout uit waterbouw (10% laten zitten, 30% AVI, 60% recycling en hergebruik).
Transport (Hardhouten bovenste deel)	Weg	0,84	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitair vervoer voor schoon hout uit waterbouw (10% laten zitten, 30% AVI, 60% recycling en hergebruik).
Transport (Hardhouten palen)	Weg	1,96	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitair vervoer voor schoon hout uit waterbouw (10% laten zitten, 30% AVI, 60% recycling en hergebruik).
Transport (Geotextiel)	Weg	0,02	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitair vervoer voor kunststoffen, overig (textiel niet beschikbaar) (90% AVI, 10% recycling).

## C3: Afvalbewerking

De benodigde activiteiten voor de afvalbewerking van één vierkante meter beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout zijn weergegeven in Tabel 12.

Tabel 12 - LCA-modelgegevens voor één vierkante meter beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout (Fase C3: Afvalbewerking)

Onderdeel/activiteit	Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Verbranden hout (Naaldhouten schot)	AVI	3	kg	0263-avC&Verbranden hout, verontreinigd (13,99 MJ/kg) (o.b.v. Waste building wood, chrome preserved {CH}  treatment of, municipal incineration   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking verontreinigd hout uit waterbouw (10% laten zitten, 30% AVI, 10% recycling en 50% hergebruik).
Zagen van houten planken (Naaldhouten schot)	Machinaal zagen	0,03	uur	Power sawing, with catalytic converter {RER}  processing   Alloc Rec, S	Ecoinvent 3.5 cut-off	Eén 1 minuut aangenomen. Verlies aan hout tijdens zagen is buiten beschouwing gelaten, aangezien wordt aangenomen dat dit verwaarloosbaar is.
Recycling hout (Naaldhouten schot)	Houtversnipperen	1	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 verontreinigd hout uit waterbouw (10% laten zitten, 30% AVI, 10% recycling en 50% hergebruik).
Hergebruik hout (Naaldhouten schot)	Geen impact	x	x	x	x	Forfaitaire afvalbewerking verontreinigd hout uit waterbouw (10% laten zitten, 30% AVI, 10% recycling en 50% hergebruik). Worst-case zachthout in alle gevallen.
Verbranden hout (Hardhouten bovenste deel)	AVI	4	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 houten balken (Hardhouten bovenste deel)	Machinaal zagen	0,03	uur	Power sawing, with catalytic converter {RER}  processing   Alloc Rec, S	Ecoinvent 3.5 cut-off	Vier minuten aangenomen. Verlies aan hout tijdens zagen is buiten beschouwing gelaten, aangezien wordt aangenomen dat dit verwaarloosbaar is.
Recycling hout (Hardhouten bovenste deel)	Houtversnipperen	1	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 (Hardhouten bovenste deel)	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.

Onderdeel/activiteit	Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Verbranden hout (Hardhouten palen)	AVI	10	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 houten balken (Hardhouten palen)	Machinaal zagen	0,03	uur	Power sawing, with catalytic converter {RER}  processing   Alloc Rec, S	Ecoinvent 3.5 cut-off	Vier minuten aangenomen. Verlies aan hout tijdens zagen is buiten beschouwing gelaten, aangezien wordt aangenomen dat dit verwaarloosbaar is.
Recycling hout (Hardhouten palen)	Houtversnipperen	3	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 (Hardhouten palen)	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.
Verbranden geotextiel	AVI	0,171	kg	0264-avC&Verbranden kunststoffen (28,67 MJ/kg) (o.b.v. o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 20% PVC, 17% PS en 21% mixture)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking voor kunststoffen, overig (textiel niet beschikbaar) (90% AVI, 10% recycling).
Recycling geotextiel	Sorteren	0,019	kg	0286-reC&verwerking kunststof voor recycling (o.b.v. Waste polyethylene, for recycling, sorted {Europe without Switzerland}  treatment of waste polyethylene, for recycling, unsorted, sorting   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking voor kunststoffen, overig (textiel niet beschikbaar) (90% AVI, 10% recycling).

#### C4: Finale afvalverwerking

De benodigde activiteiten voor de finale afvalverwerking van één vierkante meter beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout zijn weergegeven in Tabel 13.

Tabel 13 - LCA-modelgegevens voor één vierkante meter beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout (Fase C4: Finale afvalverwerking)

Onderdeel/activiteit	Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
In grond gelaten naaldhouten schot	Hout	1,10	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 verontreinigd hout uit waterbouw (10% laten zitten, 30% AVI, 10% recycling en 50% hergebruik).
In grond gelaten hardhouten bovenste deel	Hout	1,40	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).
In grond gelaten hardhouten palen	Hout	3,26	kg	0245-sto&Stort hout, 'schoon' (o.b.v. Waste wood, untreated {Europe without Switzerland}  treatment of waste wood, untreated, sanitary landfill   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking schoon hout uit waterbouw (10% laten zitten, 30% AVI, 10% recycling en 50% hergebruik).

## D: Lasten en baten buiten de systeemgrens

De lasten en baten buiten de systeemgrens van één vierkante meter beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout zijn weergegeven in Tabel 14.

Tabel 14 - LCA-modelgegevens voor één vierkante meter beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout (Fase D: Lasten en baten buiten de systeemgrens)

Onderdeel/activiteit	Vermeden materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Verbranden hout (Naaldhouten schot)	Energie van biogene afkomst	46,2	MJ	0268-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. HERNIEUWBARE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking verontreinigd 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.

Onderdeel/activiteit	Vermeden materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Recycling hout (Naaldhouten schot)	Houtspaander	1,1	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 verontreinigd 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 (Naaldhouten schot)	Zachthouten plank	5,50	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)	Ecoinvent 3.5 cut-off	Forfaitaire afvalbewerking verontreinigd hout uit waterbouw (10% laten zitten, 30% AVI, 10% recycling en 50% hergebruik). Er is geen secundair materiaal in Module A. Het naaldhouten object wordt 1-op-1 uitgespaard.
Verbranden hout (Hardhouten bovenste deel)	Energie van biogene afkomst	58,8	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 13,99MJ/kg volgens de SBK-Bepalingsmethode.
Recycling hout (Hardhouten bovenste deel)	Houtspaander	1,4	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 (Hardhouten bovenste deel)	Hardhouten plank	7,00	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 + 7.000 km ocean transport en 650 kg/m <sup>3</sup> )	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.

Onderdeel/activiteit	Vermeden materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Verbranden hout (Hardhouten palen)	Energie van biogene afkomst	136,8	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 (Hardhouten palen)	Houtspaander	3,26	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 (Hardhouten palen)	Hardhouten paal	16,30	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 <sup>3</sup> )	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.
Verbranden geotextiel	Energie van fossiele afkomst	6,20	MJ	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking afwerkingen, verkleefd aan hout (100% AVI). Forfaitair vermeden energieproductie voor fossiele materialen. LHV van 32,78 MJ/kg (PP)
Toeslagpercentage extra productie en transport bouwafval prefabproducten (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 beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout. De waarden zijn niet representatief voor een één vierkante meter beschoeiingselement van een specifiek merk of type.

## 3 LCA-resultaten

### 3.1 MKI-scores (gewogen milieuprofiel)

De totale MKI-score van één vierkante meter beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout (exclusief palen) is € 18,7. De totale MKI-score van de hardhouten palen behorende bij 1m<sup>2</sup> beschoeiing is € 0,87. De opgetelde MKI-scores per levenscyclusfase zijn weergegeven in Tabel 15, Tabel 16 en Figuur 3.

Tabel 15 - MKI-scores voor één vierkante meter beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout: schot, bovendeel en geotextiel (exclusief palen)

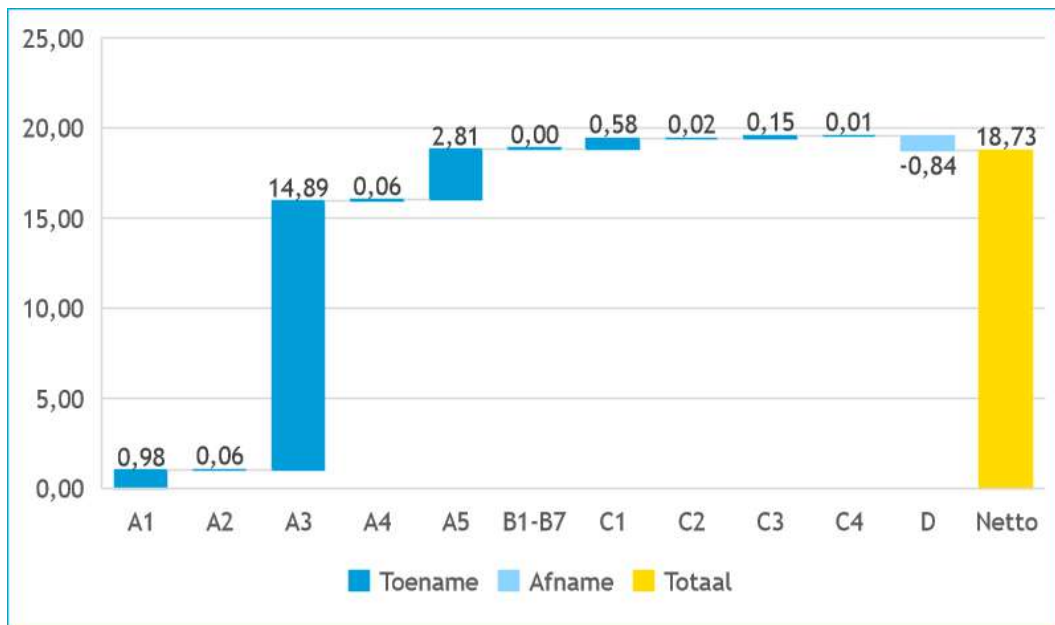
Levenscyclusfase		MKI-score (€)	Relatief aandeel (%)
Productie	A1: Grondstoffen	0,98	5%
	A2: Transport naar producent	0,06	0%
	A3: Productie	14,89	79%
Bouw	A4: Transport naar bouwplaats	0,06	0%
	A5: Aanleg (bouw- en installatieproces)	2,81	15%
Gebruik	B1-B7: Gebruik en onderhoud		
Sloop en afvalverwerking	C1: Sloop	0,58	3%
	C2: Transport naar afvalverwerking	0,02	0%
	C3: Afvalbewerking	0,15	1%
	C4: Finale afvalverwerking	0,01	0%
Aanvullend	D: Lasten en baten buiten de systeemgrens	-0,84	-4%
<b>Totaal</b>		<b>18,7</b>	<b>100%</b>

Tabel 16 - MKI-score voor de hardhouten palen behorende bij 1m<sup>2</sup> beschoeiing

Levenscyclusfase		Relatief aandeel (%)
Productie	A1: Grondstoffen	173%
	A2: Transport naar producent	6%
	A3: Productie	6%
Bouw	A4: Transport naar bouwplaats	6%
	A5: Aanleg (bouw- en installatieproces)	6%
Gebruik	B1-B7: Gebruik en onderhoud	0%
Sloop en afvalverwerking	C1: Sloop	0%
	C2: Transport naar afvalverwerking	2%
	C3: Afvalbewerking	6%
	C4: Finale afvalverwerking	1%
Aanvullend	D: Lasten en baten buiten de systeemgrens	-107%
<b>Totaal</b>		<b>100%</b>



Figuur 3 - MKI-scores voor één vierkante meter beschoeiingselement van naaldhout en tropisch hardhout: schot, bovendeel en geotextiel (exclusief palen)



# 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

