



Ongetoetst LCA-rapport voor plankenhekwerk

In opdracht van Unie van Waterschappen



CE Delft

Committed to the Environment

Ongetoetst LCA-rapport voor plankenhekwerk

In opdracht van Unie van Waterschappen

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

Interne review door: Marijn Bijleveld, CE Delft

Delft, CE Delft, juli 2020

Publicatienummer: 20.190163.095m

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	1.0
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 - maart 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	5
2	Inventarisatie en modellering	8
	2.1 Productomschrijving	8
	2.2 Inventarisatie productgegevens	8
	2.3 Datakwaliteit en representativiteit	20
3	LCA-resultaten	21
	3.1 MKI-scores (gewogen milieuprofiel)	21
	3.2 Gekarakteriseerde waarden (ongewogen milieuprofiel)	22
	Bronvermelding	23
A	Milieuprofielen	24
	A.1 MKI	24
	A.2 Milieueffectcategorieën	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 DuboCalc¹ toe te voegen aan de database.

Het gaat hier om Categorie 3 (CATIII) LCA's. Een CATIII-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 plankenhekwerk heeft als hoofdfunctie afrastering. Het bestaat uit verticale palen en horizontale planken, beide van onbehandeld hardhout.

De RAW-code van dit product is 610305.

1.3 Methodologie en materialen

Methodologie

Deze CATIII 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), 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 achtergrondatabases 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 basis van de ‘MKI-SBK single-score’ set, ook geïntegreerd in SimaPro.

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>

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 verrekend 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 CATIII data zoals die gesteld zijn in de SBK-Bepalingsmethode, teneinde de MKI-scores en

gekaracteriseerde waarden van een beschoeiingselement van hout 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 een strekkende meter afrastering. Deze wordt ingevuld door een hardhouten plankenhekwerk (branche-gemiddeld), met een levensduur van 25 jaar.

Het plankenhekwerk 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 een strekkende meter afrastering van hardhouten plankenhekwerk volgens de CUAS-systematiek

CUAS-categorie	Element	Eenheid
C (constructie)	Palen	m
C (constructie)	Planken	m

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 een hardhouten plankenhekwerk. De in- en outputs van deze processtappen zijn in detail beschreven bij de inventarisatie productgegevens (Hoofdstuk 2.2).

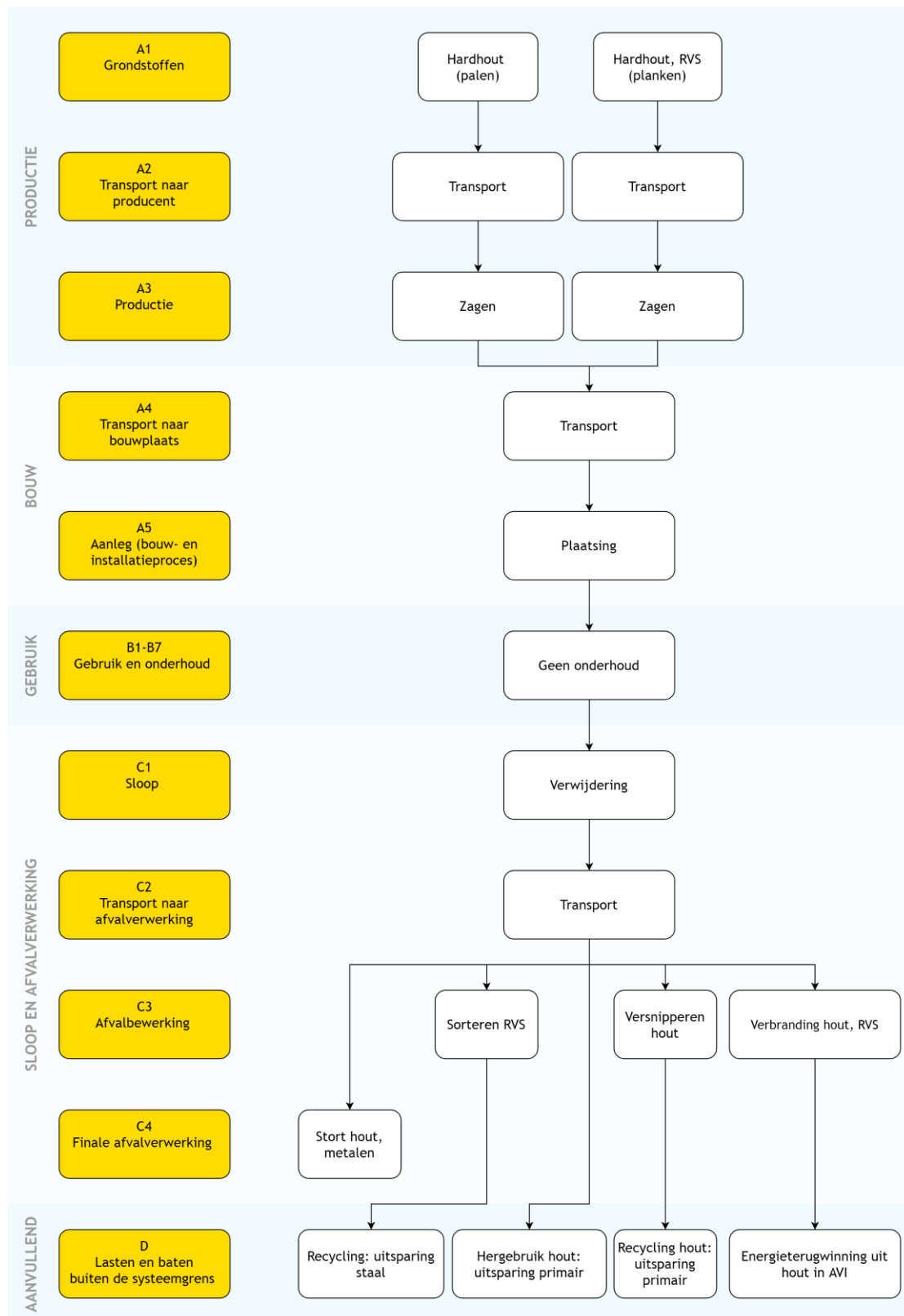
Systeembegrenzen en cut-offs

Selectie van processen en bepaling van cut-offs vindt plaats op basis van de beschrijving van systeembegrenzen (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 3.1 en Ecoinvent 3.5 cut-off. 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 verankerde damwand van naaldhout is weergegeven in Figuur 1.

Figuur 1 - Levenscyclusfases en belangrijkste processtappen van hardhouten plankenhekwerk



2 Inventarisatie en modellering

2.1 Productomschrijving

Een hardhouten plankenhekwerk (Figuur 2) is een hek voor afrastering.

Figuur 2 - Plankenhekwerk



Bron: <https://www.vanswaay.nl/agrarisch-hout/agrarisch-hout/>

Het plankenhekwerk is samengesteld uit hardhouten palen en horizontale hardhouten planken. De planken zijn bevestigd met roestvrijstalen (RSV) houtdraadbouten.

2.2 Inventarisatie productgegevens

Hieronder 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 Waternet⁵. 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 Van Swaay door Waternet zijn aangegeven als referentie. Transportafstanden en afvalscenario's zijn gebaseerd op forfaitaire waarden uit de SBK-Bepalingsmethode.

Met het oog op toekomstige versies van DuboCalc waarin het de bedoeling is dat afzonderlijke elementen binnen itemkaarten schaalbaar zijn, hebben we het model in SimaPro opgebouwd in twee losse onderdelen: de palen en horizontale planken (incl. houtdraadbouten). De resultaten (MKI-scores en gekarakteriseerde waarden) in dit rapport zijn gebaseerd op de uitgangswaarden (Tabel 1).

⁵ Aangeleverd in persoon door Waternet op 08-01-2020.

Tabel 2 - Uitgangswaarden materiaalgebruik voor een plankenhekwerk

Type materiaal/onderdeel	Hoeveelheid per FU (1 m)	Eenheid	Toelichting
Hardhouten palen	25	kg	120 x 120mm, lang 2,40 m, h.o.h. 1,5m
Hardhouten planken	16,50	kg	25 x 150mm, 4 stuks
RVS Houtdraadbout	6	stuks	M8 x 80mm

A1: Grondstoffen

De benodigde grondstoffen voor de productie en aanleg (exclusief kapitaalgoederen omdat die per proces worden meegenomen) van een strekkende meter afrastering van hardhouten plankenhekwerk zijn weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3 - LCA-modelgegevens voor hardhouten plankenhekwerk (Fase A1: Grondstoffen)

Onderdeel/activiteit	Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Palen	Hardhout	25,00	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 ³)	NMD 3.1	Hardhout, afkomst onbekend. Voor worst-case tropisch hardhout gekozen
Planken	Hardhout	16,50	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 ³)	NMD 3.1	Hardhout, afkomst onbekend. Voor worst-case tropisch hardhout gekozen
Houtdraadbout	RVS	0,19	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	Roestvrij staal. Dichtheid van RVS is aangenomen op 7930 kg/m ³ . Cilinder met 8mm doorsnede en 80 mm lengte. 6 stuks per m1.

A2: Transport naar producent

Het benodigde transport van materialen naar de producent van een strekkende meter afrastering van hardhouten plankenhekwerk is weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4 - LCA-modelgegevens voor hardhouten plankenhekwerk (Fase A2: Transport naar producent)

Onderdeel/activiteit	Modus	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Transport (Hardhouten palen)	Weg	3,75	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 planken)	Weg	2,48	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 (RVS Houtdraadbouten)	Weg	2,87E-02	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 een strekkende meter afrastering van hardhouten plankenhekwerk zijn weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5 - LCA-modelgegevens voor hardhouten plankenhekwerk (Fase A3: Productie)

Onderdeel/activiteit	Techniek	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Zagen van houten planken	Machinaal zagen	0,07	uur	Power sawing, with catalytic converter {RER} processing Cut-off, U	Ecoinvent 3.5 cut-off	Vier minuten aangenomen. Verlies aan hout tijdens zagen is buiten beschouwing gelaten, aangezien wordt aangenomen dat dit verwaarloosbaar is
Zagen van houten palen	Machinaal zagen	0,07	uur	Power sawing, with catalytic converter {RER} processing Cut-off, U	Ecoinvent 3.5 cut-off	Vier minuten aangenomen. Verlies aan hout tijdens zagen is buiten

Onderdeel/activiteit	Techniek	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
						beschouwing gelaten, aangezien wordt aangenomen dat dit verwaarloosbaar is
Bewerking RVS houtdraadbouten	Allerlei	0,19	kg	Casting, steel, lost-wax {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent 3.5 cut-off	Bewerkingsproces voor het produceren van stalen houtdraadbouten, aanname

A4: Transport naar bouwplaats

Het benodigde transport naar de bouwplaats van een strekkende meter afrastering van hardhouten plankenhekwerk is weergegeven in Tabel 6.

Tabel 6 - LCA-modelgegevens voor hardhouten plankenhekwerk (Fase A4: Transport naar bouwplaats)

Onderdeel/activiteit	Modus	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Transport (Hardhouten palen)	Weg	3,75	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 planken)	Weg	2,48	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 (RVS houtdraadbouten)	Weg	2,87E-02	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 een strekkende meter afrastering van hardhouten plankenhekwerk zijn weergegeven in Tabel 7.

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:

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

Tabel 7 - LCA-modelgegevens voor hardhouten plankenhekwerk (Fase A5: Aanleg (bouw- en installatieproces))

Onderdeel/activiteit	Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Installatie hekwerk	Handgereedschap					De impact van handgereedschap is verwaarloosbaar
Toeslagpercentage extra productie en transport bouwafval prefab producten		3%		A1-A4 en C2-C4		Forfaitaire waarde

B1-B7: Gebruik en onderhoud

Tijdens de levenscyclus van een hardhouten plankenhekwerk is er geen sprake van onderhoud of vervanging van onderdelen.

C1: Sloop

De benodigde activiteiten voor de demontage en sloop van een strekkende meter afrastering van hardhouten plankenhekwerk zijn weergegeven in Tabel 8.

Tabel 8 - LCA-modelgegevens voor een strekkende meter afrastering van hardhouten plankenhekwerk (Fase C1: Sloop)

Onderdeel/activiteit	Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Sloop hekwerk	Handgereedschap					De impact van handgereedschap is verwaarloosbaar

C2: Transport naar afvalverwerker

Het benodigde transport naar de afvalverwerker van een strekkende meter afrastering van hardhouten plankenhekwerk is weergegeven in Tabel 9.

Tabel 9 - LCA-modelgegevens voor een strekkende meter afrastering van hardhouten plankenhekwerk(Fase C2: Transport naar afvalverwerker)

Onderdeel/activiteit	Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Transport (hardhouten palen)	Weg	2,25	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 (80% AVI, 10% recycling, 5% stort, 5% hergebruik; AVI 100 km, stort/recycling/hergebruik 50 km)
Transport (hardhouten planken)	Weg	1,49	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 (80% AVI, 10% recycling, 5% stort, 5% hergebruik; AVI 100 km, stort/recycling/hergebruik 50 km)
Transport (RVS houtdraadbouten)	Weg	0,01	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 een strekkende meter afrastering van hardhouten plankenhekwerk zijn weergegeven in Tabel 10.

Tabel 10 - LCA-modelgegevens voor een strekkende meter afrastering van hardhouten plankenhekwerk (Fase C3: Afvalbewerking)

Onderdeel/activiteit	Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Zagen van hout (Palen)	Machinaal zagen	6,67E-02	uur	Power sawing, with catalytic converter {RER} processing Cut-off, U	Ecoinvent 3.5 cut-off	Vier minuten aangenomen. Verlies aan hout tijdens zagen is buiten beschouwing gelaten, aangezien wordt aangenomen dat dit verwaarloosbaar is
Recyclen hout (Palen)	Houtversnipperen	2,50	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 voor houten planken en balken (5% stort, 80% AVI, 10% recycling en 5% hergebruik)
Verbranding hout (Palen)	AVI	20	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 voor houten planken en balken (5% stort, 80% AVI, 10% recycling en 5% hergebruik)
Zagen van hout (Planken)	Machinaal zagen	6,67E-02	uur	Power sawing, with catalytic converter {RER} processing Cut-off, U	Ecoinvent 3.5 cut-off	Vier minuten aangenomen. Verlies aan hout tijdens zagen is buiten beschouwing gelaten, aangezien wordt aangenomen dat dit verwaarloosbaar is
Recyclen hout (Planken)	Houtversnipperen	1,65	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 voor houten planken en balken (5% stort, 80% AVI, 10% recycling en 5% hergebruik)
Verbranding hout (Planken)	AVI	13,20	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 voor houten planken en balken (5% stort, 80% AVI, 10% recycling en 5% hergebruik)
Recyclen RVS (Houtdraadbouten)	Sorteren	0,17	kg	Sorteren metaal, exclusief input metaal (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER}	Ecoinvent 3.5 cut-off	Forfaitaire afvalbewerking voor metalen bevestigingsmiddelen (5% stort, 5% AVI,

Onderdeel/activiteit	Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
				sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)		90% recycling). Roestvrij staal is na sorteren direct toepasbaar in staalproductieprocessen. Gemodelleerd door het opgeven Ecoinvent proces voor staal sorteren exclusief materiaalinput te modelleren
Verbranden RVS (Houtdraadbouten)	AVI	0,01	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 een strekkende meter afrastering van hardhouten plankenhekwerk zijn weergegeven in Tabel 11.

Tabel 11 - LCA-modelgegevens voor een strekkende meter afrastering van hardhouten plankenhekwerk(Fase C4: Finale afvalverwerking)

Onderdeel/activiteit	Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Stort hout (palen)	Hout	1,25	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 voor houten planken en balken (5% stort, 80% AVI, 10% recycling en 5% hergebruik)
Stort hout (planken)	Hout	0,83	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 voor houten planken en balken (5% stort, 80% AVI, 10% recycling en 5% hergebruik)
Stort RVS (houtdraadbouten)	RVS	0,01	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 staal als benadering

D: Lasten en baten buiten de systeemgrens

De lasten en baten buiten de systeemgrens van een strekkende meter afrastering van hardhouten plankenhekwerk zijn weergegeven in Tabel 12.

Tabel 12 - LCA-modelgegevens voor een strekkende meter afrastering van hardhouten plankenhekwerk (Fase D: Lasten en baten buiten de systeemgrens)

Onderdeel/activiteit	Vermeden materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Verbranding hout (Palen)	Energie van biogene afkomst	279,80	MJ	0268-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. HERNIEUWBARE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking voor houten planken en balken (5% stort, 80% AVI, 10% recycling en 5% 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 (Palen)	Houtspaander	2,50	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 voor houten planken en balken (5% stort, 80% AVI, 10% recycling en 5% hergebruik) Er is geen secundair materiaal in Module A. houtspaander wordt uitgespaard
Hergebruik hout (Palen)	Hardhouten plank	1,25	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)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking voor houten planken en balken (5% stort, 80% AVI, 10% recycling en 5% hergebruik) Er is geen secundair materiaal in Module A. Het hardhouten object wordt 1-op-1 uitgespaard
Verbranding hout (Planken)	Energie van biogene afkomst	184,67	MJ	0268-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. HERNIEUWBARE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking voor houten planken en balken (5% stort, 80% AVI, 10% recycling en 5% 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 (planken)	Houtspaander	1,65	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 voor houten planken en balken (5% stort, 80% AVI, 10% recycling en 5% hergebruik) Er is geen secundair materiaal in Module A. houtspaander wordt uitgespaard
Hergebruik hout (planken)	Hardhouten plank	0,83	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)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking voor houten planken en balken (5% stort, 80% AVI, 10% recycling en 5% hergebruik) Er is geen secundair materiaal in Module A. Het hardhouten object wordt 1-op-1 uitgespaard
Recyclen staal (houtdraadbouten)	Pig iron	5,67E-02	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 (houtdraadbouten)	Ferronikkel	4,96E-02	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% gerecycling
Recycling ferrochroom (houtdraadbouten)	Ferrochromium	4,10E-02	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 RVS en 72,5% virgin RVS. Van het secundaire RVS is 24% ferrochroom, van

Onderdeel/activiteit	Vermeden materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
						het virgin RVS is 24% ferrochroom. Het forfaitaire afvalscenario voor licht staal wordt gebruikt, in lijn met het staal: 90% gerecycling
Toeslagpercentage lasten en baten bouwafval prefab producten		3%		D (alle bovenstaande lasten en baten)		Forfaitaire waarde voor bouwafval van prefab producten

2.3 Datakwaliteit en representativiteit

De gegevens zijn gebaseerd op regels voor CATIII LCA zoals beschreven in de SBK-Bepalingsmethode (SBK 2019). Het gaat hier om branchegemiddelde waarden die alleen representatief zijn voor een strekkende meter afrastering van hardhouten plankenhekwerk . De waarden zijn niet representatief voor een plankenhekwerk van een specifiek merk of type.



3 LCA-resultaten

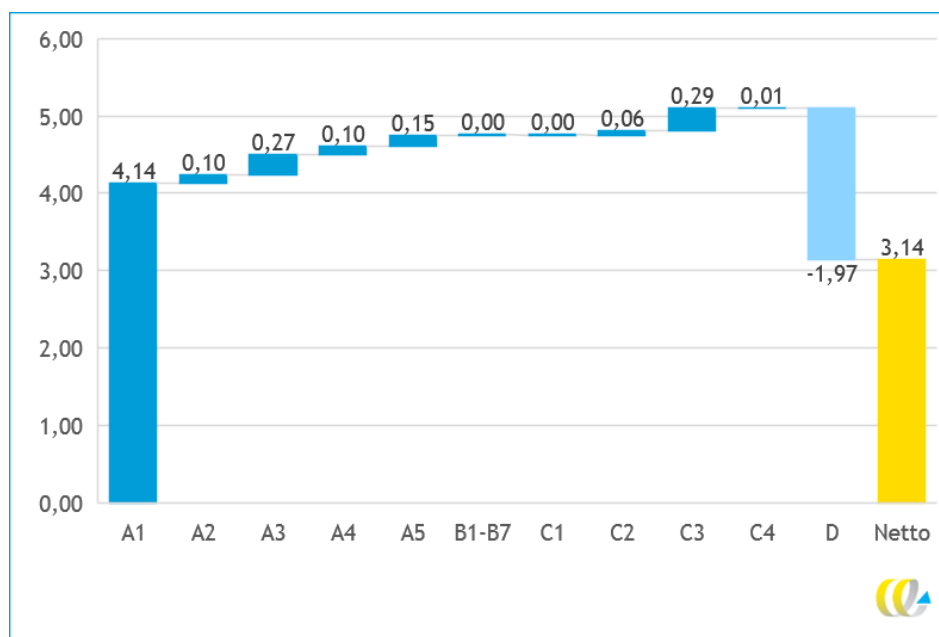
3.1 MKI-scores (gewogen milieuprofiel)

De totale MKI-score van een strekkende meter afrastering van hardhouten plankenhekwerk is € 3,14. De opgetelde MKI-scores per levenscyclusfase zijn weergegeven in Tabel 13 en Figuur 3. De uitgebreide resultaten (met onderscheid tussen de relatieve bijdrage van verschillende milieueffectcategorieën aan het totaal) zijn te vinden in Bijlage A.1.

Tabel 13 - MKI-scores voor een strekkende meter afrastering van hardhouten plankenhekwerk, opgedeeld in levensfasen (exclusief 30% categorie-opslag)

Levenscyclusfase		MKI -score (€)	Relatief aandeel (%)
Productie	A1: Grondstoffen	4,14	132%
	A2: Transport naar producent	0,10	3%
	A3: Productie	0,27	9%
Bouw	A4: Transport naar bouwplaats	0,10	3%
	A5: Aanleg (bouw- en installatieproces)	0,15	5%
Gebruik	B1-B7: Gebruik en onderhoud	-	0%
Sloop en afvalverwerking	C1: Sloop	-	0%
	C2: Transport naar afvalverwerking	0,06	2%
	C3: Afvalbewerking	0,29	9%
	C4: Finale afvalverwerking	0,01	0%
Aanvullend	D: Lasten en baten buiten de systeemgrens	-1,97	-63%
Totaal		3,14	100%

Figuur 3 - MKI-scores voor een strekkende meter afrastering van hardhouten plankenhekwerk, opgedeeld in levensfasen (exclusief 30% categorie-opslag)



3.2 Gekarakteriseerde waarden (ongewogen milieuprofiel)

De gekarakteriseerde waarden van een strekkende meter afrastering van hardhouten plankenhekwerk voor alle milieueffectcategorieën en alle levenscyclusfasen zijn te vinden in Bijlage A.2.

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

A Milieuprofielen

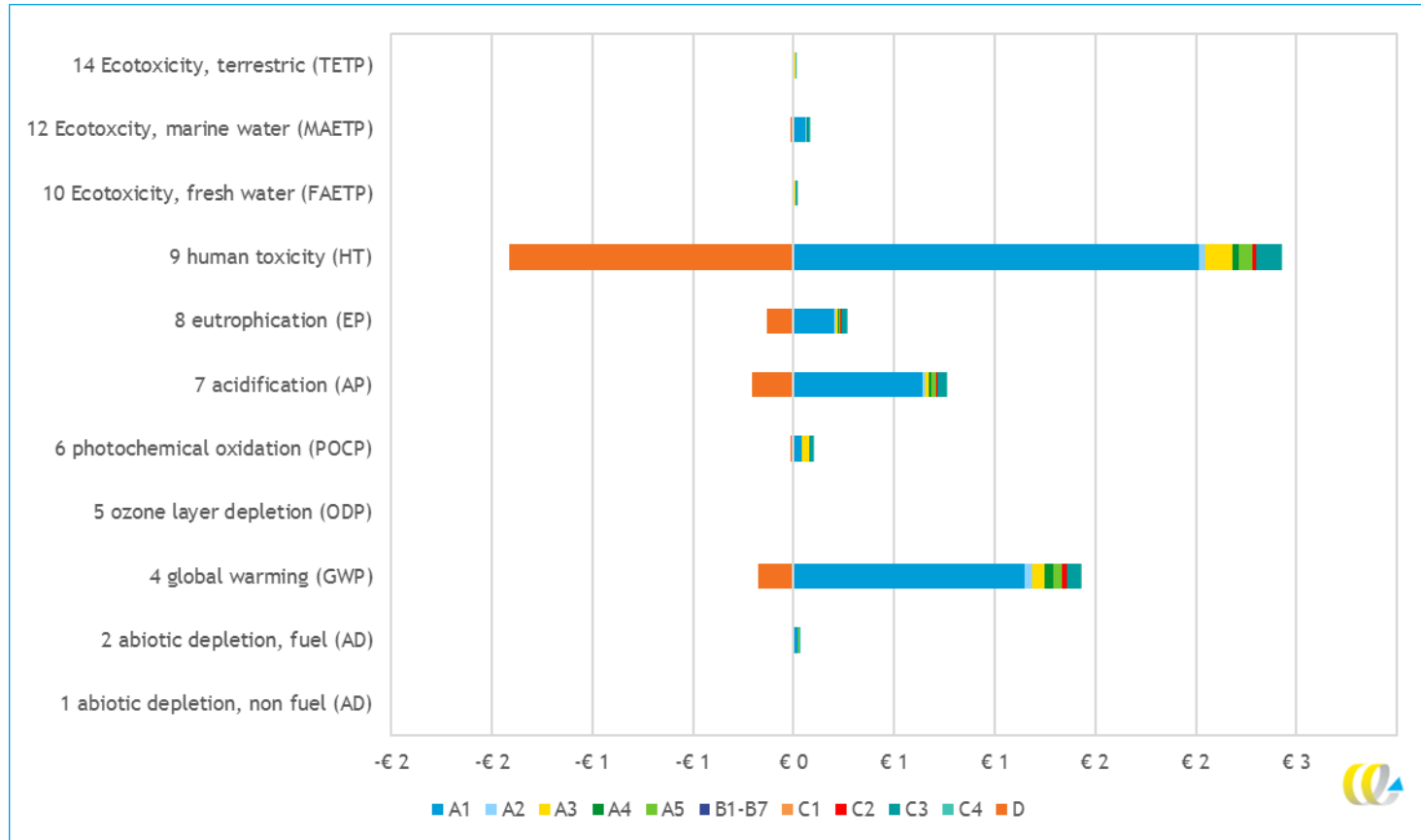
A.1 MKI

Tabel 14 toont het gewogen milieuresultaat, de milieukostenindicator (MKI) in Euro's voor een strekkende meter afrastering van hardhouten plankenhekwerk .

Tabel 14 - Gewogen milieuprofiel (MKI, in €) van een strekkende meter afrastering van hardhouten plankenhekwerk, opgedeeld in levensfasen (exclusief 30% categorie-opslag)

Impactcategorie	Eenheid	Totaal	A1	A2	A3	A4	A5	B1-B7	C1	C2	C3	C4	D
MKI, totaal	€	3,14E+00	4,14E+00	9,74E-02	2,71E-01	9,74E-02	1,49E-01	0,00E+00	0,00E+00	5,84E-02	2,87E-01	1,04E-02	-1,97E+00
1 Abiotic depletion, non-fuel (AD)	€	5,69E-06	7,85E-06	3,72E-07	2,88E-07	3,72E-07	2,80E-07	0,00E+00	0,00E+00	2,23E-07	2,41E-07	4,65E-09	-3,94E-06
2 Abiotic depletion, fuel (AD)	€	2,38E-02	2,15E-02	9,79E-04	1,15E-03	9,79E-04	7,90E-04	0,00E+00	0,00E+00	5,86E-04	1,12E-03	4,36E-05	-3,33E-03
4 Global warming (GWP)	€	1,26E+00	1,15E+00	4,09E-02	6,08E-02	4,09E-02	4,18E-02	0,00E+00	0,00E+00	2,45E-02	7,00E-02	7,84E-03	-1,74E-01
5 Ozone layer depletion (ODP)	€	8,19E-05	7,76E-05	4,58E-06	4,74E-06	4,58E-06	2,98E-06	0,00E+00	0,00E+00	2,74E-06	4,88E-06	1,79E-07	-2,03E-05
6 Photochemical oxidation (POCP)	€	7,82E-02	3,77E-02	9,70E-04	3,60E-02	9,70E-04	2,73E-03	0,00E+00	0,00E+00	5,81E-04	1,47E-02	1,00E-04	-1,55E-02
7 Acidification (AP)	€	5,48E-01	6,41E-01	1,42E-02	1,44E-02	1,42E-02	2,20E-02	0,00E+00	0,00E+00	8,49E-03	4,17E-02	6,06E-04	-2,09E-01
8 Eutrophication (EP)	€	1,35E-01	2,04E-01	6,43E-03	1,07E-02	6,43E-03	7,75E-03	0,00E+00	0,00E+00	3,85E-03	2,66E-02	5,46E-04	-1,31E-01
9 Human toxicity (HT)	€	1,01E+00	2,02E+00	3,02E-02	1,36E-01	3,02E-02	7,06E-02	0,00E+00	0,00E+00	1,81E-02	1,22E-01	1,20E-03	-1,41E+00
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	€	1,37E-02	5,12E-03	2,92E-04	6,01E-03	2,92E-04	4,83E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,75E-04	4,19E-03	6,42E-06	-2,86E-03
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	€	6,23E-02	6,09E-02	3,47E-03	2,04E-03	3,47E-03	2,25E-03	0,00E+00	0,00E+00	2,08E-03	3,08E-03	8,80E-05	-1,51E-02
14 Ecotoxicity, terrestic (TETP)	€	8,38E-03	3,10E-03	6,93E-05	3,88E-03	6,93E-05	3,09E-04	0,00E+00	0,00E+00	4,15E-05	3,13E-03	2,51E-06	-2,23E-03

Figuur 4 - Gewogen milieuprofiel (MKI, in €) van een strekkende meter afrastering van hardhouten plankenhekwerk, opgedeeld in levensfasen (exclusief 30% categorie-opslag)



A.2 Milieueffectcategorieën

Tabel 15 toont het ongewogen milieuresultaat, in gekarakteriseerde waarden per impact categorie voor een strekkende meter afrastering van hardhouten plankenhekwerk .

Tabel 15 - Ongewogen milieuprofiel (gekaracteriseerde waarden) van een strekkende meter afrastering van hardhouten plankenhekwerk, opgedeeld in levensfasen (exclusief 30% categorie-opslag)

Impactcategorie	Eenheid	Totaal	A1	A2	A3	A4	A5	B1-B7	C1	C2	C3	C4	D
1 Abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb-eq.	3,56E-05	4,90E-05	2,33E-06	1,80E-06	2,33E-06	1,75E-06	0,00E+00	0,00E+00	1,39E-06	1,51E-06	2,91E-08	-2,46E-05
2 Abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb-eq.	1,49E-01	1,34E-01	6,12E-03	7,18E-03	6,12E-03	4,94E-03	0,00E+00	0,00E+00	3,66E-03	6,97E-03	2,73E-04	-2,08E-02
4 Global warming (GWP)	kg CO ₂ -eq.	2,52E+01	2,29E+01	8,17E-01	1,22E+00	8,17E-01	8,35E-01	0,00E+00	0,00E+00	4,90E-01	1,40E+00	1,57E-01	-3,49E+00
5 Ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11-eq.	2,73E-06	2,59E-06	1,53E-07	1,58E-07	1,53E-07	9,93E-08	0,00E+00	0,00E+00	9,14E-08	1,63E-07	5,98E-09	-6,77E-07
6 Photochemical oxidation (POCP)	kg C ₂ H ₄ -eq.	3,91E-02	1,88E-02	4,85E-04	1,80E-02	4,85E-04	1,37E-03	0,00E+00	0,00E+00	2,91E-04	7,34E-03	5,00E-05	-7,76E-03
7 Acidification (AP)	kg SO ₂ -eq.	1,37E-01	1,60E-01	3,54E-03	3,60E-03	3,54E-03	5,51E-03	0,00E+00	0,00E+00	2,12E-03	1,04E-02	1,52E-04	-5,23E-02
8 Eutrophication (EP)	kg PO ₄ -eq.	1,50E-02	2,26E-02	7,14E-04	1,18E-03	7,14E-04	8,61E-04	0,00E+00	0,00E+00	4,28E-04	2,96E-03	6,07E-05	-1,46E-02
9 Human toxicity (HT)	kg 1,4-DB-eq.	1,12E+01	2,24E+01	3,35E-01	1,51E+00	3,35E-01	7,84E-01	0,00E+00	0,00E+00	2,01E-01	1,36E+00	1,33E-02	-1,57E+01
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB-eq.	4,57E-01	1,71E-01	9,73E-03	2,00E-01	9,73E-03	1,61E-02	0,00E+00	0,00E+00	5,83E-03	1,40E-01	2,14E-04	-9,54E-02
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB-eq.	6,23E+02	6,09E+02	3,47E+01	2,04E+01	3,47E+01	2,25E+01	0,00E+00	0,00E+00	2,08E+01	3,08E+01	8,80E-01	-1,51E+02
14 Ecotoxicity, terrestic (TETP)	kg 1,4-DB-eq.	1,40E-01	5,17E-02	1,16E-03	6,47E-02	1,16E-03	5,15E-03	0,00E+00	0,00E+00	6,92E-04	5,21E-02	4,18E-05	-3,71E-02
PERT	MJ	3,64E+03	4,28E+03	1,34E-01	3,79E+00	1,34E-01	1,29E+02	0,00E+00	0,00E+00	8,01E-02	4,82E+00	9,29E-03	-7,75E+02
PENRT	MJ	3,26E+02	2,90E+02	1,36E+01	1,66E+01	1,36E+01	1,08E+01	0,00E+00	0,00E+00	8,13E+00	1,64E+01	6,02E-01	-4,41E+01
Water consumption (FW)	m ³	9,18E-02	7,62E-02	2,17E-03	3,75E-03	2,17E-03	3,05E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,30E-03	1,55E-02	5,66E-04	-1,29E-02
Hazardous waste (HWD)	kg	-4,15E-04	5,71E-04	8,12E-06	1,31E-05	8,12E-06	1,86E-05	0,00E+00	0,00E+00	4,86E-06	1,46E-05	4,50E-07	-1,05E-03
Non hazardous waste (NHWD)	kg	8,43E+00	5,27E+00	7,77E-01	8,94E-02	7,77E-01	2,91E-01	0,00E+00	0,00E+00	4,66E-01	2,28E-01	2,09E+00	-1,56E+00
Radioactive waste (RWD)	kg	1,82E-03	1,59E-03	8,59E-05	8,34E-05	8,59E-05	5,95E-05	0,00E+00	0,00E+00	5,15E-05	8,20E-05	3,42E-06	-2,25E-04