



# Ongetoetst LCA-rapport voor Duiker van PE

In opdracht van Unie van Waterschappen



**CE Delft**

*Committed to the Environment*

# Ongetoetst LCA-rapport voor Duiker van PE

In opdracht van Unie van Waterschappen

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

Interne review door: Marijn Bijleveld

Delft, CE Delft, april 2021

Publicatienummer: 20.190163.095j

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

Opdrachtgever: Unie van Waterschappen

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

© copyright, CE Delft, Delft

## **CE Delft**

Committed to the Environment

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



# Colofon LCA-rapport

## Onderzoeksgegevens

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

## Opdrachtgever

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

## Uitvoerende organisatie

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



# Inhoud

	Colofon LCA-rapport	2
1	Inleiding	4
	1.1 Project	4
	1.2 Korte productomschrijving	4
	1.3 Methodologie en materialen	4
	1.4 Doel en reikwijdte	6
2	Inventarisatie en modellering	8
	2.1 Productomschrijving	8
	2.2 Inventarisatie productgegevens	8
	2.3 Datakwaliteit en representativiteit	18
3	LCA-resultaten	19
	3.1 MKI-scores (gewogen milieuprofiel)	19
	3.2 Gekarakteriseerde waarden (ongewogen milieuprofiel)	20
	Bronvermelding	21
A	Milieuprofielen	22
	A.1 MKI	22
	A.2 Milieueffectcategorieën	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 DuboCalc<sup>1</sup> toe te voegen aan de database.

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

## 1.2 Korte productomschrijving

De duiker van PE heeft als hoofdfunctie het verbinden van twee wateren. Het bestaat uit een PE-buis die onder een laag grond is bedekt. Aan beide uiteinden bevindt zich een opvallend gekleurde buisverklikker van kunststof palen.

Het product is in de database ingevoerd in RAW GWW hoofdstuk 47 'kleine kunstwerken'.

## 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).

### 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 cut-off<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 is op de CML-IA-database<sup>4</sup>. Weging vindt plaats op basis van de 'MKI-SBK single-score'-set, ook geïntegreerd in SimaPro.

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

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

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

<sup>4</sup> <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 verreken worden in de eindresultaten. De baten komen voort uit de vermeden (primaire) productie van datzelfde materiaal. Lasten komen voort uit het verlies van secundair materiaal dat in Module A gebruikt is, maar in Module C niet gerecycled of hergebruikt wordt. In het geval van recycling schrijft SBK voor dat deze baten gecorrigeerd worden voor het aandeel secundair materiaal dat al in het product aanwezig was. In het geval van hergebruik mag worden aangenomen dat het secundaire materiaal of product de (primaire) productie van dat materiaal of product voor 100% uitspaart.

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

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

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

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

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

## 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 duiker van PE 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 stuk duiker van PE (branchegemiddeld), met een levensduur van 50 jaar.

De duiker van PE 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 stuk duiker van PE volgens de CUAS-systematiek

CUAS-categorie	Element	Eenheid
C (constructie)	Duikerbuis	m
C (constructie)	Buisverklikkers	stuk(s)

### 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 duiker van PE. De in- en outputs van deze processtappen zijn in detail beschreven bij de inventarisatie productgegevens (Paragraaf 2.2).

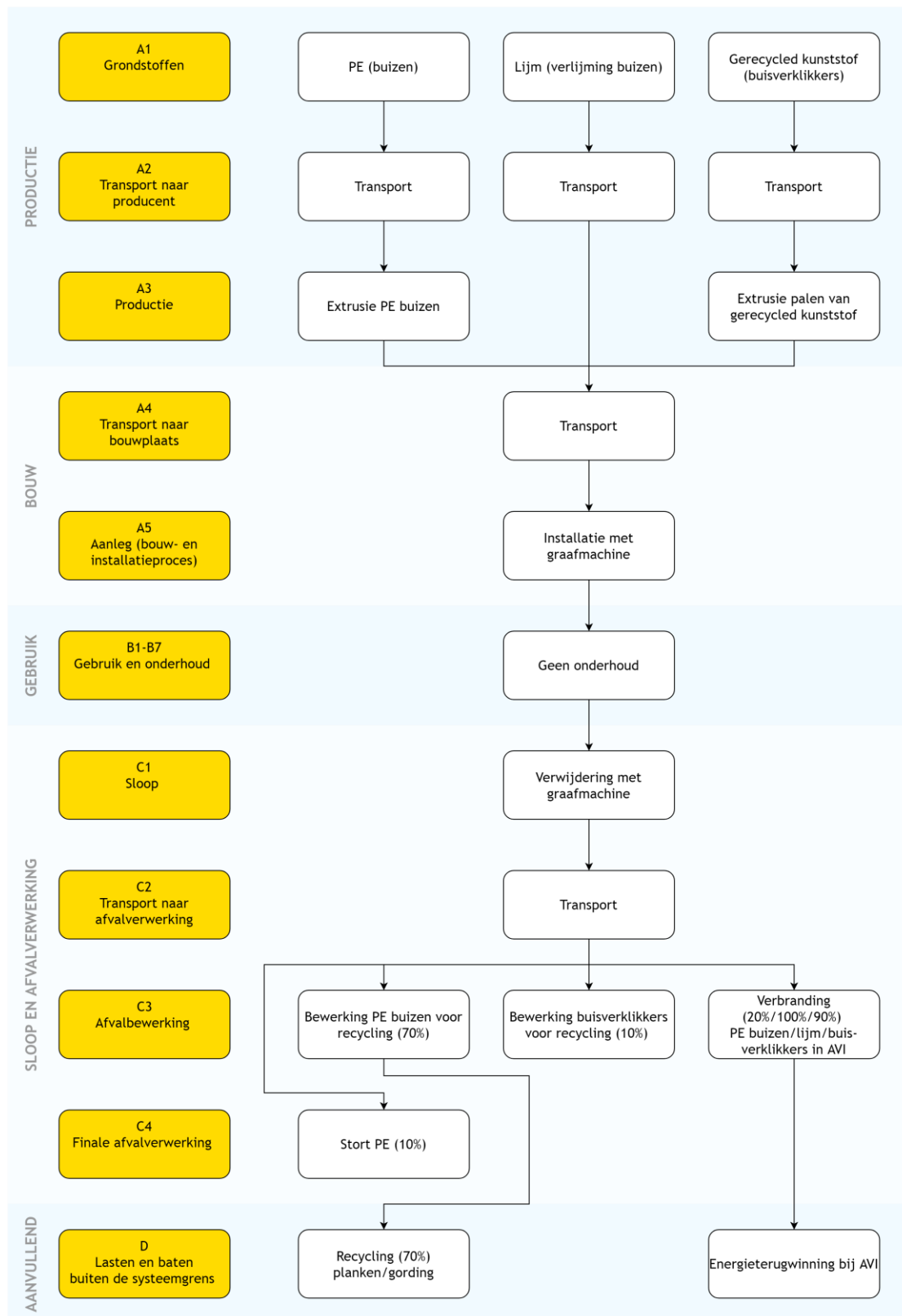
### Systeemgrenzen en cut-offs

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 hebben 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 - Levenscyclusfasen en belangrijkste processtappen van een duiker van PE





## 2 Inventarisatie en modellering

### 2.1 Productomschrijving

Een duiker van PE (Figuur 2) is een kokervormige constructie met als hoofdfunctie het verbinden van twee wateren.

Figuur 2 - Duiker van PE



Bron: Bergschenhoek.

Aan de uiteinden van de duiker worden buisverklikkers van kunststof geplaatst, zodat deze uiteinden opvallen boven water of tussen riet. Een buisverklikker bestaat uit twee palen die in de grond zitten, met een balk er op. De buisverklikker heeft een opvallende kleur. Dit is functioneel bij bijvoorbeeld maai- of baggerwerkzaamheden.

### 2.2 Inventarisatie productgegevens

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

De data over productsamenstelling, aanleg en sloop zijn afkomstig van Wetterskip Fryslân<sup>5</sup> en Waternet<sup>6</sup>. Aanvullende gegevens over afmetingen, materialen en gewicht zijn verkregen op basis van gemiddelde waarden van verschillende websites van de gespecificeerde

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

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

producten en materialen. Transportafstanden en afvalscenario's zijn gebaseerd op forfaitaire waarden uit de SBK-Bepalingsmethode.

Het duikerelement is schaalbaar in lengte. Dit betekent dat één stuk duiker verschillende lengtes kan zijn, afhankelijk van wat de gebruiker in Dubocalc nodig heeft. De verklikkers zijn niet schaalbaar. Onafhankelijk van hoe lang de duikerbuis is, zijn er namelijk altijd slechts twee buisverklikkers nodig. De resultaten (MKI-scores en gekarakteriseerde waarden) in dit rapport zijn gebaseerd op de uitgangswaarden (Tabel 2).

Tabel 2 - Uitgangswaarden materiaalgebruik voor een duiker van PE (o.b.v. inventarisatie PVC duiker)

Type materiaal/ onderdeel	Hoeveelheid per FU (1 m)	Toelichting
Duikerbuis: Rechte geribde PE-buis	15 kg	Stijfheidsklasse SN8. Standaard één meter lang, dit is schaalbaar in Dubocalc (aangenomen dat een PE-buis per strekkende meter evenveel weegt als een PVC-buis, aangezien PE lichter is van PVC, maar door de ribben mogelijk meer materiaal nodig is).
Verklikker: Kunststof palen	12 kg/m <sup>a</sup> (4 st/duiker)	100 x 100 mm, lengte 2,50 m.
Verklikker: Kunststof liggers	1 kg/m <sup>a</sup> (2 st/duiker)	50 x 150 mm, lengte (aanname) 0,60 m, kleur wit.
Verklikker: Verf (wit)		Ligger van verklikker geveerd met alkydverf (aanname).
Bevestigingsmiddelen		Neopreenlijm (aanname).

<sup>a</sup> Uitgaande van een gemiddelde duikerlengte van 8 m.

## A1: Grondstoffen

De benodigde grondstoffen voor de productie en aanleg (exclusief kapitaalgoederen omdat die per proces worden meegenomen) van één stuk duiker van PE zijn weergegeven in Tabel 3. De verf gebruikt op de ligger is berekend op 3 gram (aannahme dikte verflaag: 0,09 mm) en daarom verwaarloosbaar geacht.

Tabel 3 - LCA-modelgegevens voor een duiker van PE (Fase A1: Grondstoffen)

Onderdeel/activiteit	Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Buizen	PE	15,00	kg	Polyethylene, high density, granulate {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.5 cut-off	Doorsnede 400 mm
Bevestigingsmiddelen	Lijm	0,06	kg	XXXX Lijm, neopreen [VLK]	NMD 3.1	Aangenomen dat per strekkende meter een strook rondom van 5 cm breed verlijmd (aannahme: neopreenlijm) moet worden.
Buisverklidders	Mixed recycled kunststof	11,58	kg	NVT	NMD 3.1	De palen en liggers bestaan uit gerecycled kunststof. Voor gerecycled kunststof geen milieulasten voor de grondstof, maar wel voor het transport en verwerken van deze grondstof tot eindproduct. Er zijn twee buisverklidders per duiker. Eén buisverklidder bestaat uit twee palen (doorsnede vierkant 100 mm, lang 2,5 m) en een ligger (doorsnede 50 mm x 150 mm, lang 600 mm). Gebruikte dichtheid voor gerecycled kunststof is 850 kg/m <sup>3</sup> , waardoor totaalgewicht op 93 kg komt. Deze LCA gaat uit van een standaard duikerlengte van 8 m, waardoor het gewicht per m 12 kg is.

## A2: Transport naar producent

Het benodigde transport van materialen naar de producent van één stuk duiker van PE is weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4 - LCA-modelgegevens voor een duiker van PE (Fase A2: Transport naar producent)

Onderdeel/activiteit	Modus	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Transport PE voor buizen en lijm	Weg	2,26	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 gerecycled kunststof voor buisverklidders	Weg	1,74	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 stuk duiker van PE zijn weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5 - LCA-modelgegevens voor een duiker van PE (Fase A3: Productie)

Onderdeel/activiteit	Techniek	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Productie PE duiker	Extrusie	15,06	kg	Extrusion, plastic pipes {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.5 cut-off	Extrusie aangenomen. 1 kg extrusie staat gelijk aan 0,996 kg plastic product (Ecoinvent 3.5 cut-off beschrijving).
Productie buisverklidders (palen en liggers) uit gerecycled kunststof	Extrusie	11,63	kg	Extrusion, plastic pipes {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.5 cut-off	Extrusie aangenomen. 1 kg extrusie staat gelijk aan 0,996 kg plastic product (Ecoinvent 3.5 cut-off beschrijving).

## A4: Transport naar bouwplaats

Het benodigde transport naar de bouwplaats van één stuk duiker van PE is weergegeven in Tabel 6.

Tabel 6 - LCA-modelgegevens voor een duiker van PE (Fase A4: Transport naar bouwplaats)

Onderdeel/activiteit	Modus	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Transport buizen en lijm	Weg	2,26	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 buisverklidders	Weg	1,74	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 stuk duiker van PE zijn weergegeven in Tabel 7. Aangezien het gebruikte materieel lineair mee schaal met de lengte van de duikerbuis, hebben we dat gemodelleerd bij de duikerbuis (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%
- Hulp- en afwerkingsmaterialen: 15%

Tabel 7 - LCA-modelgegevens voor een duiker van PE (Fase A5: Aanleg (bouw- en installatieproces))

Onderdeel/activiteit	Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Grondverzet	Graafmachine met sleufbak	0,33	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	20 minuten. Gemodelleerd bij de duiker-buizen, aangezien het materieelgebruik lineair meeschaalt met de lengte van de buis. Buisverklidders schalen niet mee (er zijn altijd maar 2 sets buis-verklidders).
Toeslagpercentage extra productie en transport bouwafval prefab-producten (bevestigings-materialen)		3%		A1-A4 en C2-C4		Forfaitaire waarde voor bouwafval van prefabproducten.

## B1-B7: Gebruik en onderhoud

Tijdens de levenscyclus van een duiker van PE is er geen sprake van onderhoud of vervanging van onderdelen.

## C1: Sloop

De benodigde activiteiten voor de demontage en sloop van één stuk duiker van PE zijn weergegeven in Tabel 8.

Tabel 8 - LCA-modelgegevens voor een duiker van PE (Fase C1: Sloop)

Onderdeel/activiteit	Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Grondverzet	Graafmachine met sleufbak	0,17	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	10 minuten. Gemodelleerd bij de duiker-buizen, aangezien het materieelgebruik lineair meeschaalt met de lengte van de buis. Buisverklidders schalen niet mee (er zijn altijd maar 2 sets buis-verklidders).

## C2: Transport naar afvalverwerker

Het benodigde transport naar de afvalverwerker van één stuk duiker van PE is weergegeven in Tabel 9.

Tabel 9 - LCA-modelgegevens voor een duiker van PE (Fase C2: Transport naar afvalverwerker)

Onderdeel/activiteit	Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Transport buizen met lijm	Weg	0,90	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitair vervoer voor PVC-buis, in lijn met PVC duiker (10% stort, 20% AVI, 70% recycling. AVI 100 km transport, recycling 50 km).
Transport buisverklidders	Weg	1,10	tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}  market for   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitair vervoer voor kunststof profielen en platen (90% AVI, 10% recycling. AVI 100 km transport, recycling 50 km).

## C3: Afvalbewerking

De benodigde activiteiten voor de afvalbewerking van één stuk duiker van PE zijn weergegeven in Tabel 10.

Tabel 10 - LCA-modelgegevens voor een duiker van PE (Fase C3: Afvalbewerking)

Onderdeel/activiteit	Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Verbranding PE-buis	AVI	3,01	kg	Waste polyethylene {RoW}  treatment of waste polyethylene, municipal incineration   Cut-off, U	Ecoinvent 3.5 cut-off	Forfaitaire afvalbewerking voor PVC-buis, in lijn met PVC duiker (10% stort, 20% AVI, 70% recycling).
Verbranding lijm	AVI	0,06	kg	0260-avC&Verbranden rubber/EPDM (27,2 MJ/kg) (o.b.v. Waste rubber, unspecified {Europe without Switzerland}  treatment of waste rubber, unspecified, municipal incineration   Cut-off, U)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking voor lijm (100% AVI).

Onderdeel/activiteit	Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Verbranding buis-verklikkers (gerecycled kunststof)	AVI	10,42	kg	Waste polyethylene {RoW}  treatment of waste polyethylene, municipal incineration   Cut-off, U	Ecoinvent 3.5 cut-off	Forfaitaire afvalbewerking voor PVC-buis, in lijn met PVC duiker (10% stort, 20% AVI, 70% recycling).
Recycling PE buis	Sorteerinstallatie	10,50	kg	Polyethylene, high density, granulate, recycled {Europe without Switzerland}  polyethylene production, high density, granulate, recycled   Cut-off, U	Ecoinvent 3.5 cut-off	Forfaitaire afvalbewerking voor kunststof profielen en platen (90% AVI, 10% recycling).
Recycling buisverklikkers	Sorteerinstallatie	1,16	kg	Polyethylene, high density, granulate, recycled {Europe without Switzerland}  polyethylene production, high density, granulate, recycled   Cut-off, U	Ecoinvent 3.5 cut-off	Forfaitaire afvalbewerking voor kunststof profielen en platen (90% AVI, 10% recycling). PVC niet beschikbaar, PE als benadering.

#### C4: Finale afvalverwerking

De benodigde activiteiten voor de finale afvalverwerking van één stuk duiker van PE zijn weergegeven in Tabel 11.

Tabel 11 - LCA-modelgegevens voor een duiker van PE (Fase C4: Finale afvalverwerking)

Onderdeel/activiteit	Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Stort PE	PE	1,50	kg	0251-sto&Stort PE (o.b.v. Waste polyethylene {Europe without Switzerland}  treatment of waste polyethylene, sanitary landfill   Cut-off, U), ook elastomeren als epdm	NMD 3.1	Forfaitaire waarde (10%) voor leidingen gebruikt.



## D: Lasten en baten buiten de systeemgrens

De lasten en baten buiten de systeemgrens van één stuk duiker van PE zijn weergegeven in Tabel 12.

Tabel 12 - LCA-modelgegevens voor een duiker van PE (Fase D: Lasten en baten buiten de systeemgrens)

Onderdeel/activiteit	Vermeden materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Verbranding PE-buizen	Energie	127,41	MJ	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD 3.1	Forfaitaire energie-uitsparing voor kunststof volgens de SBK-Bepalingsmethode. LHV van 42,47 MJ/kg volgens de SBK-Bepalingsmethode.
Verbranding lijm	Energie	1,80	MJ	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking voor lijm (100% AVI). LHV mixed plastics van 28,7 MJ/kg volgens de SBK-Bepalingsmethode.
Recyclen PE-buizen	PE	10,50	kg	0278-reD&Module D, PE, per kg NETTO geleverd (o.b.v. vermeden Polyethyleen, high density, granulate {RER}  production   Cut-off, U en kwaliteitsfactor 0,67)	NMD 3.1	Forfaitaire afvalbewerking voor PVC-buis, in lijn met PVC duiker (10% stort, 20% AVI, 70% recycling).
Verbranding palen en liggers (gerecycled kunststof)	Energie	442,67	MJ	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD 3.1	Forfaitaire energie-uitsparing voor kunststof volgens de SBK-Bepalingsmethode. LHV van 42,47 MJ/kg volgens de SBK-Bepalingsmethode.
Recyclen buisverklikkers	Gerecycled kunststof	-4,68	kg	Polyethyleen, high density, granulate {RER}  production   Cut-off, U	Ecoinvent 3.5 cut-off	Er gaat meer secundair materiaal verloren dan vrij komt. De impact van het verloren materiaal is gebaseerd op het originele virgin materiaal: HDPE granulaat. Hier wordt twee keer een kwaliteitsfactor van 0,67 op toegepast, oftewel een kwaliteitsfactor van 0,45. Zo is het kwaliteitsverlies van twee maal recyclen meegenomen.

Onderdeel/activiteit	Vermeden materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	Toelichting
Toeslagpercentage lasten en baten bouwafval prefab-producten		3%		D (alle bovenstaande lasten en baten)		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 stuk duiker van PE. De waarden zijn niet representatief voor een duiker van PE van een specifiek merk of type.



# 3 LCA-resultaten

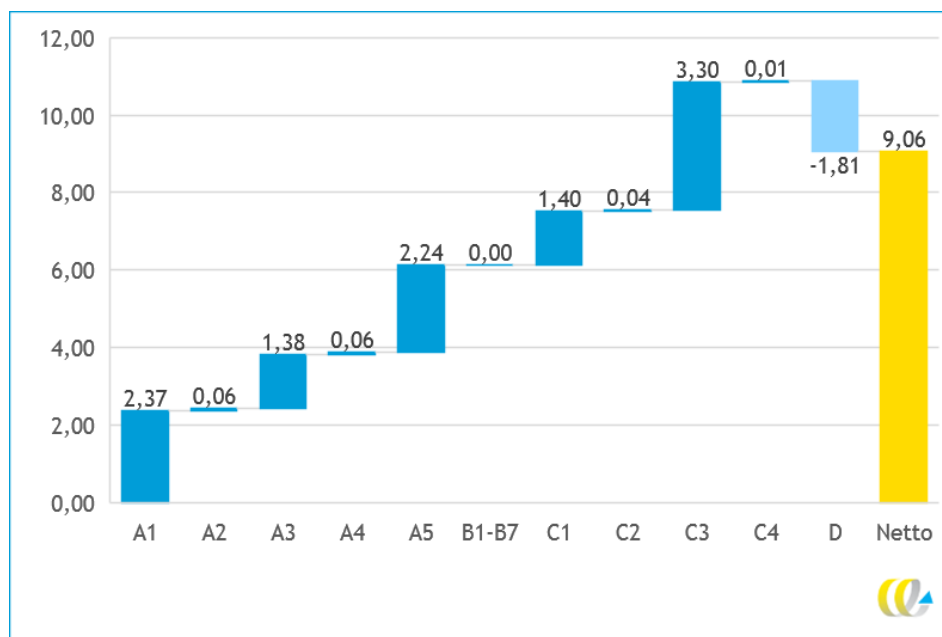
## 3.1 MKI-scores (gewogen milieuprofiel)

De totale MKI-score van één stuk duiker van PE is € 9,06. 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 één stuk duiker van PE, opgedeeld in levensfasen (exclusief 30% categorie-opslag)

Levenscyclusfase		MKI-score (€)	Relatief aandeel (%)
Productie	A1: Grondstoffen	2,37	26%
	A2: Transport naar producent	0,06	1%
	A3: Productie	1,38	15%
Bouw	A4: Transport naar bouwplaats	0,06	1%
	A5: Aanleg (bouw- en installatieproces)	2,24	25%
Gebruik	B1-B7: Gebruik en onderhoud	-	0%
Sloop en afvalverwerking	C1: Sloop	1,40	15%
	C2: Transport naar afvalverwerking	0,04	0%
	C3: Afvalbewerking	3,30	36%
	C4: Finale afvalverwerking	0,01	0%
Aanvullend	D: Lasten en baten buiten de systeemgrens	-1,81	-20%
<b>Totaal</b>		<b>9,06</b>	<b>100%</b>

Figuur 3 - MKI-scores voor één stuk duiker van PE, opgedeeld in levensfasen (exclusief 30% categorie-opslag)



### 3.2 Gekarakteriseerde waarden (ongewogen milieuprofiel)

De gekarakteriseerde waarden van één stuk duiker van PE 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: schaduwprizen voor (eco-)toxiciteit en uitputting van abiotische grondstoffen binnen DuboCalc. 9036955688, RWS DWW, Delft

# A Milieuprofielen

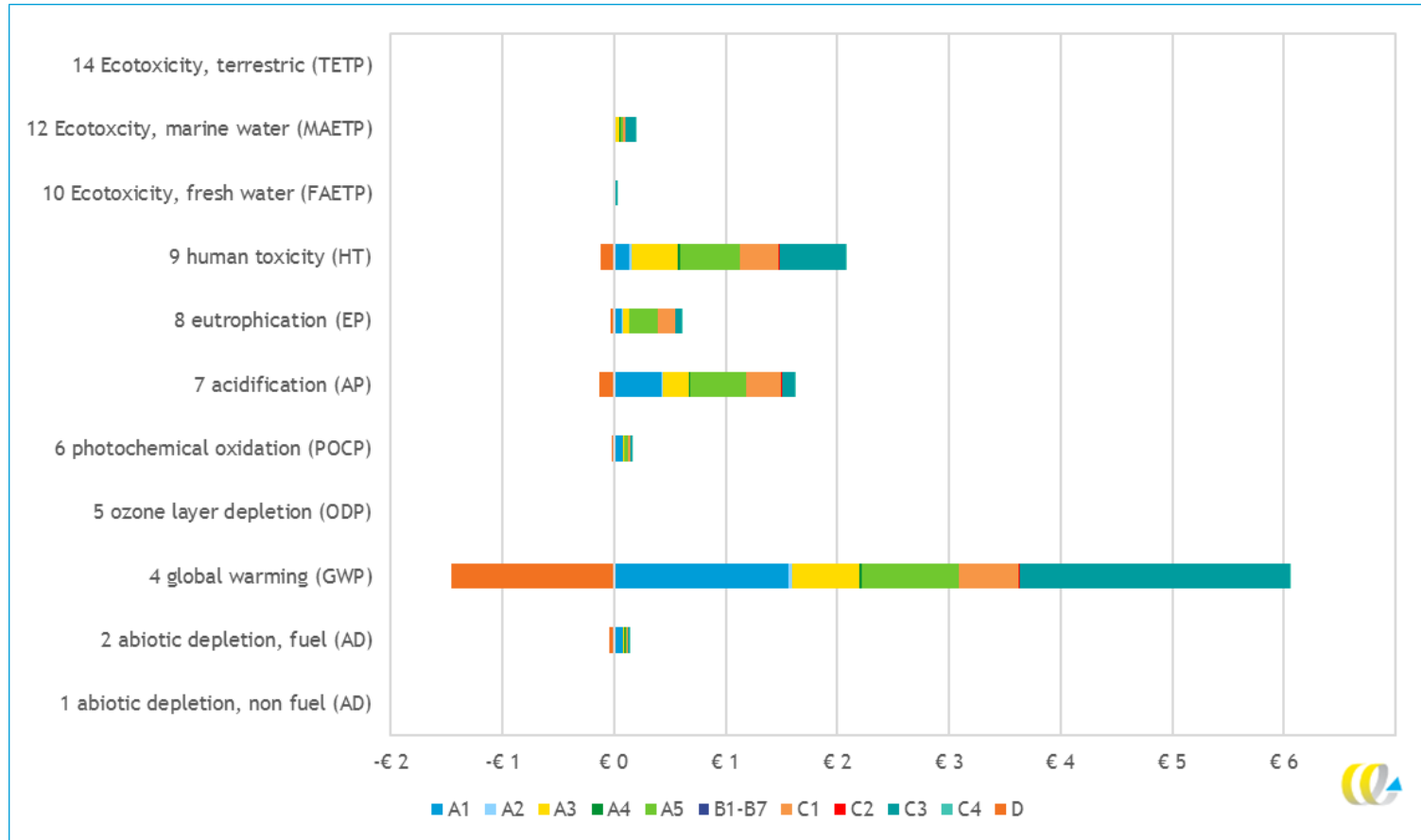
## A.1 MKI

Tabel 14 toont het gewogen milieuresultaat, de milieukostenindicator (MKI) in Euro's voor één stuk duiker van PE.

Tabel 14 - Gewogen milieuprofiel (MKI, in €) van één stuk duiker van PE, opgedeeld in levensfasen (exclusief 30% categorie-opslag)

Impactcategorie	Eenheid	Totaal	A1	A2	A3	A4	A5	B1-B7	C1	C2	C3	C4	D
<b>MKI, totaal</b>	€	<b>9,06E+00</b>	<b>2,37E+00</b>	<b>6,22E-02</b>	<b>1,38E+00</b>	<b>6,22E-02</b>	<b>2,24E+00</b>	<b>0,00E+00</b>	<b>1,40E+00</b>	<b>3,94E-02</b>	<b>3,30E+00</b>	<b>1,40E-02</b>	<b>-1,81E+00</b>
1 Abiotic depletion, non-fuel (AD)	€	8,21E-06	6,38E-07	2,38E-07	2,93E-06	2,38E-07	1,01E-06	0,00E+00	5,66E-07	1,50E-07	2,70E-06	3,36E-09	-2,64E-07
2 Abiotic depletion, fuel (AD)	€	8,71E-02	8,16E-02	6,25E-04	1,36E-02	6,25E-04	2,03E-02	0,00E+00	1,16E-02	3,96E-04	6,78E-03	3,15E-05	-4,85E-02
4 Global warming (GWP)	€	4,60E+00	1,57E+00	2,61E-02	6,02E-01	2,61E-02	8,72E-01	0,00E+00	5,25E-01	1,65E-02	2,42E+00	9,52E-03	-1,46E+00
5 Ozone layer depletion (ODP)	€	1,10E-04	7,36E-06	2,93E-06	1,80E-05	2,93E-06	8,68E-05	0,00E+00	5,71E-05	1,85E-06	1,77E-05	1,29E-07	-8,46E-05
6 Photochemical oxidation (POCP)	€	1,33E-01	8,22E-02	6,20E-04	7,63E-03	6,20E-04	3,47E-02	0,00E+00	2,13E-02	3,92E-04	5,73E-03	8,76E-05	-1,98E-02
7 Acidification (AP)	€	1,49E+00	4,24E-01	9,05E-03	2,39E-01	9,05E-03	4,98E-01	0,00E+00	3,19E-01	5,73E-03	1,17E-01	4,40E-04	-1,27E-01
8 Eutrophication (EP)	€	5,75E-01	7,08E-02	4,11E-03	6,16E-02	4,11E-03	2,47E-01	0,00E+00	1,61E-01	2,60E-03	5,37E-02	3,88E-04	-3,06E-02
9 Human toxicity (HT)	€	1,95E+00	1,34E-01	1,93E-02	4,19E-01	1,93E-02	5,37E-01	0,00E+00	3,40E-01	1,22E-02	5,94E-01	1,38E-03	-1,23E-01
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	€	2,52E-02	2,00E-03	1,87E-04	2,30E-03	1,87E-04	2,67E-03	0,00E+00	1,58E-03	1,18E-04	1,62E-02	4,86E-04	-5,98E-04
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	€	1,88E-01	1,30E-02	2,22E-03	3,55E-02	2,22E-03	2,90E-02	0,00E+00	1,78E-02	1,40E-03	9,19E-02	1,62E-03	-7,02E-03
14 Ecotoxicity, terrestric (TETP)	€	4,74E-03	3,25E-04	4,43E-05	1,45E-03	4,43E-05	6,58E-04	0,00E+00	3,75E-04	2,80E-05	2,06E-03	1,51E-06	-2,49E-04

Figuur 4 - Gewogen milieuprofiel (MKI, in €) van één stuk duiker van PE, opgedeeld in levensfasen (exclusief 30% categorie-opslag)





## A.2 Milieueffectcategorieën

Tabel 15 toont het ongewogen milieuresultaat, in gekarakteriseerde waarden per impactcategorie voor één stuk duiker van PE.

Tabel 15 - Ongewogen milieuprofiel (gekaracteriseerde waarden) van één stuk duiker van PE, 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.	5,13E-05	3,99E-06	1,49E-06	1,83E-05	1,49E-06	6,28E-06	0,00E+00	3,54E-06	9,41E-07	1,69E-05	2,10E-08	-1,65E-06
2 Abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb-eq.	5,45E-01	5,10E-01	3,91E-03	8,52E-02	3,91E-03	1,27E-01	0,00E+00	7,27E-02	2,47E-03	4,24E-02	1,97E-04	-3,03E-01
4 Global warming (GWP)	kg CO <sub>2</sub> -eq.	9,20E+01	3,13E+01	5,22E-01	1,20E+01	5,22E-01	1,74E+01	0,00E+00	1,05E+01	3,30E-01	4,83E+01	1,90E-01	-2,91E+01
5 Ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11-eq.	3,67E-06	2,45E-07	9,75E-08	6,00E-07	9,75E-08	2,89E-06	0,00E+00	1,90E-06	6,17E-08	5,89E-07	4,31E-09	-2,82E-06
6 Photochemical oxidation (POCP)	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> -eq.	6,67E-02	4,11E-02	3,10E-04	3,82E-03	3,10E-04	1,73E-02	0,00E+00	1,06E-02	1,96E-04	2,87E-03	4,38E-05	-9,92E-03
7 Acidification (AP)	kg SO <sub>2</sub> -eq.	3,73E-01	1,06E-01	2,26E-03	5,99E-02	2,26E-03	1,25E-01	0,00E+00	7,96E-02	1,43E-03	2,92E-02	1,10E-04	-3,17E-02
8 Eutrophication (EP)	kg PO <sub>4</sub> -eq.	6,38E-02	7,87E-03	4,56E-04	6,85E-03	4,56E-04	2,74E-02	0,00E+00	1,79E-02	2,89E-04	5,96E-03	4,31E-05	-3,39E-03
9 Human toxicity (HT)	kg 1,4-DB-eq.	2,17E+01	1,49E+00	2,14E-01	4,65E+00	2,14E-01	5,97E+00	0,00E+00	3,78E+00	1,35E-01	6,60E+00	1,54E-02	-1,36E+00
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB-eq.	8,38E-01	6,66E-02	6,22E-03	7,66E-02	6,22E-03	8,89E-02	0,00E+00	5,27E-02	3,93E-03	5,41E-01	1,62E-02	-1,99E-02
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB-eq.	1,88E+03	1,30E+02	2,22E+01	3,55E+02	2,22E+01	2,90E+02	0,00E+00	1,78E+02	1,40E+01	9,19E+02	1,62E+01	-7,02E+01
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB-eq.	7,91E-02	5,42E-03	7,38E-04	2,42E-02	7,38E-04	1,10E-02	0,00E+00	6,26E-03	4,67E-04	3,44E-02	2,52E-05	-4,15E-03
PERT	MJ	6,08E+01	1,39E+01	8,55E-02	3,55E+01	8,55E-02	2,68E+00	0,00E+00	8,89E-01	5,41E-02	1,06E+01	6,75E-03	-3,03E+00
PENRT	MJ	1,28E+03	1,17E+03	8,67E+00	1,72E+02	8,67E+00	2,86E+02	0,00E+00	1,63E+02	5,49E+00	1,07E+02	4,34E-01	-6,41E+02
Water consumption (FW)	m <sup>3</sup>	5,41E-01	1,89E-01	1,38E-03	2,76E-01	1,38E-03	4,24E-02	0,00E+00	2,01E-02	8,76E-04	6,24E-02	4,08E-04	-5,38E-02
Hazardous waste (HWD)	kg	5,59E-05	1,76E-05	5,19E-06	2,15E-04	5,19E-06	1,11E-04	0,00E+00	6,84E-05	3,28E-06	1,51E-04	3,18E-07	-5,20E-04
Non hazardous waste (NHWD)	kg	8,37E+00	1,24E+00	4,97E-01	9,75E-01	4,97E-01	4,41E-01	0,00E+00	1,63E-01	3,14E-01	2,93E+00	1,50E+00	-1,87E-01
Radioactive waste (RWD)	kg	3,89E-03	1,33E-04	5,49E-05	5,80E-04	5,49E-05	1,63E-03	0,00E+00	1,07E-03	3,47E-05	5,31E-04	2,46E-06	-2,00E-04