

## LCA Rapportage categorie 3 productkaarten

### Hoofdstuk 53.1 Water;drinkwater en hoofdstuk 53.2 Water;verwarmd tapwater

Geïsoleerde waterleiding (Polyethyleen leiding met isolatie, 16mm)

Datum rapportage:	31 Maart 2023
Versie rapportage:	2.0
Opdrachtgever:	Stichting Nationale Milieudatabase
Opdrachtnemer(s):	Dispersed & Arcadis Nederland B.V.
Auteur(s):	Edwin van Leth, Dispersed Vince Evers, Dispersed Marie Ernst, Arcadis Nederland B.V.
Peer reviewer(s):	Gert-Jan Vroege, Eco-Intelligence



<b>(Deel)producten / Productkaarten onderdeel LCA-rapportage</b>
--

Geïsoleerde waterleiding PE
-----------------------------

## Wijzigingenregister

Versie rapport	Datum	Opsteller	Peer Reviewer	Gewijzigde productkaarten	Toelichting
1.0	14-03-2023	<i>Edwin van Leth</i>	Gert-Jan Vroege		
2.0	31-03-2023	Edwin van Leth	Gert-Jan vroege		
3.0	8-12-2023		Gert-Jan Vroege		laatste wijzigingen nav invoer in NMD

*Toelichting: Wanneer er verschillende versies zijn gehanteerd voor de (deel)producten / productkaarten in het rapport (bijv. als er (deel)producten / productkaarten op een later moment zijn toegevoegd), dient dit hier duidelijk te zijn aangegeven welke (deel)producten / productkaarten zijn opgesteld met de desbetreffende versie van het rapport*

## Inhoudsopgave

<b>Inhoudsopgave</b> .....	<b>4</b>
<b>1. Inleiding</b> .....	<b>5</b>
Doelstelling en doelgroep .....	6
Verantwoording .....	6
Leeswijzer .....	7
<b>2. Methode</b> .....	<b>8</b>
Aanpak .....	8
Scope .....	8
Systeemgrenzen .....	10
<b>3. Levenscyclusinventarisatie (LCI)</b> .....	<b>11</b>
Dataverzameling .....	11
Specificatie en decompositie deelproducten in materialen en processen .....	11
Deelproduct Geïsoleerde waterleidingen .....	12
<b>4. Resultaten</b> .....	<b>17</b>
Berekening milieuprofiel .....	17
Gekarakteriseerde resultaten en gewogen resultaat .....	18
Duiding van de resultaten (Zwaartepuntanalyse) .....	20
Gevoeligheidsanalyse .....	21
<b>5. Referenties</b> .....	<b>23</b>
<b>6. Bijlagen</b> .....	<b>24</b>
Bijlage I: Gekarakteriseerde resultaten en gewogen resultaat per module per deelproduct .....	24

## 1. Inleiding

Deze LCA<sup>1</sup>-rapportage beschrijft de uitgangspunten en resultaten voor de categorie 3 data in Hoofdstuk 53.1 en 53.2 in de Nationale Milieudatabase<sup>2</sup>.

De B&U-data in de Nationale Milieudatabase wordt gebruikt voor het berekenen van de materiaalgebondenmilieuprestatie van bouwwerken (MPG-berekening). De milieuprestatie wordt berekend door middel van de bepalingen in de 'Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken'<sup>3</sup>. Met rekeninstrumenten zoals GPR Materiaal<sup>4</sup> kan met behulp van de Nationale Milieudatabase de MPG-berekening voor een bouwwerk berekend worden.

De milieuprestatieberekening is een objectief hulpmiddel in het ontwerpproces en het kan gebruikt worden in een Programma van Eisen om het resultaat van een ontwerpproces vast te leggen.

Stichting NMD wil regelmatig de categorie 3 data in de Nationale Milieudatabase actualiseren en verbeteren. Hierop kan iedereen inspraak geven. In de paragraaf "Verantwoording" wordt toegelicht hoe verbeterpunten voor de categorie 3 data bij Stichting NMD kunnen worden aangedragen.

Categorie 3 data wordt automatisch geactualiseerd als Stichting NMD de NMD-basisprocessendatabase actualiseert, bijvoorbeeld als gevolg van een update van de EcoInvent database of wijziging in verwerking-scenario's einde leven. Dit kan betekenen dat de waarden die in deze rapportage zijn beschreven, zullen verouderen. In dit rapport staat beschreven welke versies van de NMD-Basisprocessendatabase en van de Bepalingsmethode zijn gebruikt voor het opstellen van de data en deze rapportage. De meest actuele categorie 3 data kan altijd ingezien worden in de gevalideerde rekeninstrumenten, zoals GPR Materiaal.

---

<sup>1</sup> LCA = Levenscyclusanalyse. Meer informatie, zie bijvoorbeeld <https://www.rivm.nl/life-cycle-assessment-lca/wat-is-lca>

<sup>2</sup> Meer informatie over de Nationale Milieudatabase: <https://milieudatabase.nl/>

<sup>3</sup> Meer informatie over de Bepalingsmethode: <https://milieudatabase.nl/milieuprestatie/bepalingsmethode/>

<sup>4</sup> Meer informatie over DuboCalc: <https://www.dubocalc.nl/>

## Doelstelling en doelgroep

In deze studie zijn milieuprofielen opgesteld van water;drinkwater en water;verwarmd tapwater op basis van hoofdstuk 531 en 53.2 van de functionele beschrijvingen B&U. Het gaat hierbij specifiek over geïsoleerde waterleidingen bestaande uit Polyethyleen leiding met polyethyleen schuim isolatie, voor toepassing in woningen. Het doel van de studie is het aanvullen en verbeteren van de categorie 3 productkaarten in de Nationale Milieudatabase (NMD). De onderhavige rapportage heeft tot doel om de gemaakte keuzes in materialen en milieudata te documenteren als verantwoording. De rapportage zal, naast de ingevoerde productkaarten, worden aangeboden aan de NMD en via de rekeninstrumenten en de website beschikbaar worden gemaakt aan de sector.

De studie is opgesteld voor de volgende doelgroepen:

- Stichting NMD als beheerder van de NMD.
- Opdrachtgevers in de B&U-sector als basis voor referentieontwerpen, verkennende (ontwerp)studies en voor gebruik in aanbestedingen.
- Marktpartijen zoals ingenieurs- en adviesbureaus en aannemers actief in de B&U-sector als informatiebron voor het gebruik van de NMD-data via rekeninstrumenten.
- Opstellers van LCA's om inzicht te krijgen in de uitgangspunten van de categorie 3 data.

## Verantwoording

De LCA is uitgevoerd conform de eisen en richtlijnen uit het "Protocol Opstellen en Peer Reviewen categorie 3 productkaarten B&U", welke in lijn is met de Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken. De Bepalingsmethode is gebaseerd op de laatste versies van de *ISO 14040 - ISO14044* en de *NEN-EN 15804-A2*)<sup>5</sup>. Bij het uitvoeren is gebruik gemaakt van de databronnen conform Tabel 1.

De LCA is in samenwerking met Stichting Nationale Milieudatabase, uitgevoerd door Dispersed en Arcadis Nederland B.V. De gegevensverzameling heeft plaatsgevonden in de periode Januari 2023 tot Maart 2023 waarna aansluitende de berekeningen zijn uitgevoerd en het LCA-dossier is opgesteld.

Het LCA-dossier dat in het kader van deze studie is opgesteld, is niet volledig getoetst conform het toetsingsprotocol door een erkend LCA deskundige. Echter de studie is wel intern getoetst door Gert-Jan Vroege van Eco-Intelligence met behulp van de "peer review" conform "Protocol Opstellen en Peer Reviewen categorie 3 productkaarten B&U". In deze crosscheck is gekeken naar o.a. de uitgangspunten van productsamenstelling en materiaalgebruik op basis van ontwerp- en praktijkkennis. Ook is de rekenwijze gecontroleerd.

De productkaarten zoals deze op basis van deze studie zijn ingevoerd, zijn in beheer bij Stichting NMD. De studie is zorgvuldig uitgevoerd. Indien echter een derde van mening is dat de ingevoerde productkaarten en/of de onderhavige rapportage fouten bevatten, dan kan er een verzoek tot rectificatie worden ingediend bij Stichting NMD. Deze zal een dergelijk verzoek conform haar procedures afwikkelen. Hiervoor kan een e-mail gestuurd worden aan [info@milieudatabase.nl](mailto:info@milieudatabase.nl).

---

<sup>5</sup> Alleen het optellen van milieu-impactscores tot een totaalscore (de MKI, zie hoofdstuk 4.6) valt buiten de ISO14044.

### Leeswijzer

In hoofdstuk 2 **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** wordt de methode voor de LCA beschreven. Hierin zijn onder andere de scope, systeemgrenzen en de functionele eenheid vastgelegd.

In hoofdstuk 3 staat de levenscyclusinventarisatie. De productbeschrijving, productsamenstelling en de inventarisatie van de levenscyclusanalyse komen hierin aan bod.

In hoofdstuk 4 zijn de resultaten en de zwaartepuntanalyse beschreven.

## 2. Methode

### Aanpak

Dit rapport beschrijft alle (deel)producten binnen dit B&U-hoofdstuk, welke binnen hetzelfde hoofdstuk als een productkaart in de NMD staan.

Voor alle deelproducten geldt dat de voorgrond -en achtergronddata is geïnventariseerd conform eisen en richtlijnen uit het “Protocol Opstellen en Peer Reviewen categorie 3 productkaarten B&U”, waarbij alle componenten en bijbehorende onderbouwingen beschreven zijn.

### Scope

De studie is gericht op hoofdstuk 53.1 en 53.2 van de functionele beschrijvingen B&U, waarbij de scope volledig heeft gelegen op geïsoleerde leidingen inclusief verbindingselementen, overige element-onderdelen zijn buiten beschouwing gelaten. De geïsoleerde leidingen hebben een levensduur van 50 jaar, afhankelijk van de waterkwaliteit kunnen zelfs langer meegaan, maar in deze LCA is uitgegaan van 50 jaar. De volgende onderdelen meegenomen in deze studie:

- 53.1 Leidingen
- 53.2 Leidingen
- 53.11 verbindingselementen



## Productbeschrijving

### Productomschrijvingen

53.01 water;drinkwater & 53.02 water; verwarmd tapwater

Functionele eenheid; per strekkende meter (m1)

In de onderstaande Tabel 1 zijn de verschillende deelproducten opgenomen met daarbij de gebruikte versie van de Bepalingsmethode, NMD, Ecolnvent, de rekenmethode en de gebruikte software.

water;drinkwater & water; verwarmd tapwater						
Deelproducten	Eenheid	Versie Bepalingsmethode	NMD-processendatabase versie	Ecolnvent versie <sup>6</sup>	Rekenmethode	Software incl. versie
Geïsoleerde waterleidingen PE	m	1.1	3.6	3.6	3.4	Simapro 9.3.0.3

**Tabel 1: Deelproducten**

<sup>6</sup> Wanneer er verschillende versies zijn gehanteerd, bijvoorbeeld als er productkaarten op een later moment zijn toegevoegd, dan dient dit hier duidelijk te zijn aangegeven welke productkaarten zijn opgesteld met de desbetreffende versie.

## Systemegrenzen

De processen die binnen de LCA worden bekeken zijn afgebakend met zogenaamde systeemgrenzen. De systeemgrenzen bepalen welke fasen en processen van de levenscyclus worden meegenomen in de LCA. In Tabel 2, volgend uit de *EN 15804* en de *Bepalingsmethode*, staat vastgelegd welke informatie er per levenscyclusfase beschouwd moet worden. In deze LCA is de milieu-impact over de gehele levenscyclus meegenomen, waarbij in Tabel 2: Systeemgrenzen (X: Module meegenomen in LCA-studie, ND: niet gedeclareerd) Tabel 2 tevens de productkaarten zijn opgenomen die afwijkende systeemgrenzen hebben.

	Productiefase			Bouwfase		Gebruiksfase					Sloop- en verwerkingsfase				Volgende productiesysteem
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	D
	Winning van	Transport	Productie	Transport	Bouw- en installatie	Gebruik	Onderhoud	Reparatie	Vervanging	Verbouwen	Sloop	Transport	Afvalverwerking	Finale afvalverwerking	Mogelijkheid voor hergebruik, terugwinn
Geïsoleerde leidingen PE	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabel 2: Systeemgrenzen (X: Module meegenomen in LCA-studie, ND: niet gedeclareerd)

In de gebruikte achtergrondprocessen zijn ten minste de volgende ingrepen meegenomen in de analyse:

- emissies naar de lucht bij het gebruik van thermische energie van CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub> (N<sub>2</sub>), SO<sub>2</sub>, C<sub>x</sub>H<sub>x</sub> en fijnstof (PM10 deeltjes < 10µm);
- emissies naar water van CVZ, BZV, P-totaal, N-totaal en vaste stoffen (PM10: deeltjes < 10µm);
- emissies naar bodem van PAK en zware metalen.

### 3. Levenscyclusinventarisatie (LCI)

In dit hoofdstuk worden de productbeschrijving, productsamenstelling en de decompositie besproken van de onderdelen, zoals beschreven in de scope van hoofdstuk 2.

#### **Dataverzameling**

Voor het bepalen van de productsamenstelling, het materiaalgebruik en de bijbehorende processen is van generieke / gemiddelde producten en processen, welke representatief zijn voor het (deel)product inclusief onderbouwing. Per (deel)product zijn per module de uitgangspunten en bronnen beschreven en gebaseerd op:

- Forfaitaire achtergrondprocessen, transportafstanden en scenario's conform de NMD Bepalingsmethode
- Deskresearch, minimaal 2 verschillende gedocumenteerde en vastgelegde bronnen indien beschikbaar
- Expert judgement: praktijkinformatie (B&U-kennis) vanuit een ingenieursbureau, aannemer, opdrachtgever en/of producent met daarbij een korte onderbouwing van de achtergrond van de expert. Minimaal 2 verschillende bronnen indien beschikbaar.
- Vergelijkbare categorie 3 productkaarten in vergelijkbare toepassingen

Voor het berekenen van de levenscyclusanalyse zijn gegevens verzameld van de verschillende productieprocessen die binnen de systeemgrenzen van deze LCA-studie vallen. Hierbij is in de uitwerking aandacht besteed aan de *precisie*, *completeid*, *representativiteit*, *consistentie* en *reproduceerbaarheid* van de gegevens conform eisen en richtlijnen uit het "Protocol Opstellen en Peer Reviewen categorie 3 productkaarten B&U".

Vanuit de NMD processendatabase geeft de Bepalingsmethode ook forfaitaire waarden voor de meest belangrijke achtergrondprocessen waarmee gerekend moet worden.

#### **Specificatie en decompositie deelproducten in materialen en processen**

Voor de beschouwde deelproducten zijn de input- en output stromen per levensfase/module geïnventariseerd. De gehanteerde decompositie is opgenomen in deze paragraaf waarbij is beschreven welke uitgangspunten hiertoe zijn gehanteerd. In tabel 3 wordt per (deel)product aangegeven welke materialen, processen en referenties gehanteerd zijn.

### Deelproduct Geïsoleerde waterleidingen

- Korte omschrijving: “Geïsoleerde PE waterleiding voor warm en/of koud water, diameter 16mm”;
- Toepassing in het bouwwerk: De waterleiding wordt binnenshuis toegepast voor het transport van koud en/of warm water;
- (Functionele) Eenheid<sup>7</sup>: *De functionele eenheid conform het hoofdstuk ‘Functionele Beschrijvingen’*
- Levensduur (jaar): 50, een waterleiding kan 50 jaar meegaan, afhankelijk van de waterkwaliteit zelfs langer.
- Schaling (indien van toepassing):
  - De standaardschalingsmaat inclusief eenheden; n.v.t.;
  - De minimale en maximale schalingsmaat inclusief eenheden; n.v.t.;
  - Het productonderdeel waarop de schaling van toepassing is inclusief eenheden: n.v.t.;
- Gewicht (kg) van product per Functionele Eenheid (FE) : 0.151kg bij een PE waterleiding met doorsnede 16mm en een wanddikte van 2mm en een isolatiedikte van 10mm.
- Dichtheden (kg/m<sup>3</sup>) : voor de buis 951 kg/m<sup>3</sup>, voor het isolatiemateriaal bestaande uit polyethyleen schuim 46,5 kg/m<sup>3</sup>;
- Lengte (m) : 1
- Breedte (m) : n.v.t
- Hoogte (m) : n.v.t
- Diameter (m): binnendiameter PE waterleiding 12mm, buitendiameter PE waterleiding 16mm, binnendiameter isolatie 16mm, buitendiameter isolatie 36mm
- Wanddikte (m); wanddikte buis 2mm

#### Productiefase (A1-3)

De waterleiding bestaat uit een koopdeel welke kant -en klaar wordt geleverd vanuit fabriek/leverancier. De waterleiding heeft een PE binnenbuis met een doorsnede van 16mm, wat gemiddeld is voor toepassing in de woningbouw, en een wanddikte van 2mm. Daaromheen zit PE-schuim isolatiemateriaal met een dikte van 10mm. In de praktijk varieert deze dikte tussen de 4mm en 10mm, we gaan hier dus uit van het hoogste cijfer. Dit is gebaseerd op expert judgement en onderbouwd op basis van in de markt verkrijgbare waterleiding van Uponor, de Uni pipe plus wit voor geïsoleerd S10 WLS 034 (Uponor, 2023). In de gemodelleerde hoeveelheid PE is rekening gehouden met verbindingselementen. In deze leiding zit ook nog een kleine hoeveelheid lijm. De dichtheid van Polyethyleen leidingen en de hoeveelheid lijm per functionele eenheid is gebaseerd op een EPD van LK Systems AB (LK Systems AB, 2022). De dichtheid van het polyethyleen schuim is gebaseerd op een EPD van K-Flex (K-Flex, 2020).

#### Transportfase (A4, C2)

*Forfaitaire transport afstanden volgens de bepalingsmethode zijn toegepast:*

- 150 km transport naar bouwwerk
- 50 km transport voor einde-leven naar sorteerlocatie (is ook totale afstand voor gedeelte recycling)
- 100 km transport totaal voor einde-leven naar stort
- 150 km transport totaal naar AVI

<sup>7</sup> Conform stappenplan Protocol Opstellen en Peer Reviewen categorie 3 productkaarten

#### Constructiefase (A5)

Voor het aanbrengen van de waterleidingen in de constructiefase is geen stroomverbruik nodig, deze kunnen handmatig worden aangebracht in het gebouw met standaard gereedschap. In deze fase zijn wel verliezen gerekend en meegenomen in-situ producten, in lijn met de bepalingmethode. (Zeventer, 2023)

#### Gebruiksfase (B1-B5)

Binnen de functionele eenheid vinden er geen milieu-ingrepen plaats in de gebruiksfase. Inspecties en schoonmaak hebben geen noemenswaardige impact die binnen de scope valt en daarom als 0 gedeclareerd.

#### Sloopfase (C1)

Voor het verwijderen van de geïsoleerde waterleidingen uit het gebouw is gerekend dat dit per functionele eenheid 10 seconden duurt met een sloophamer. Waarbij is uitgegaan van 600W maal 10 seconden per functionele eenheid.

#### Einde levensduur, afvalscenario en baten en lasten buiten systeemgrenzen (C3, C4 en D)

De verwijderde geïsoleerde waterleidingen worden verwerkt volgens het forfaitaire scenario van polyolefinen, in lijn met de bepalingmethode (10% stort, 85% AVI, 5% recycling). Voorkomen PE-productie door recycling is meegenomen onder module D. Ook energie terugwinning bij de AVI is onder module D meegenomen. Hierbij is gerekend met de Lower Heating Value (LHV) van PE, te weten 42,47 MJ/kg zoals vermeld in de NMD-processendatabase.

**Tabel 3 Decompositie Geïsoleerde waterleiding per strekkende meter.**

Geïsoleerde waterleiding, PE-buis en PE-schuim isolatie, diameter 16mm, wanddikte 2mm, isolatiedikte 10mm.					
Fase	Materiaal / proces / productonderdeel	Milieuprofiel	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
A1 – A3	Polyethyleen leiding	0353-fab&Polyethleen, HDPE, granulaat (o.b.v. Polyethylene, high density, granulate {GLO} market for   Cut-off, U)	0,084	kg	Diameter 16mm, wanddikte 2mm.  Dichtheid 951 kg/m3 (LK Systems AB, 2022).
A1-A3	Extruderen van Polyethyleen leiding	0357-pro&Extruderen, kunststof, buizen (exclusief kunststof) (o.b.v. Extrusion, plastic pipes {GLO} market for   Cut-off, U; "1 kg of this process equals 0.996 kg of extruded plastic pipes.")	0,0843	Kg	
A1 – A3	Polyethyleenschuim (isolatie)	0353-fab&Polyethleen,	0,465	kg	10mm isolatielaag om de Polyethyleen

		HDPE, granulaat (o.b.v. Polyethylene, high density, granulate {GLO}) market for   Cut-off, U)			leiding, dichtheid schuim 46,5 kg/m <sup>3</sup> (K-Flex, 2020).
A1-A3	Extruderen tbv de productie van Polyethyleen schuim (isolatie)	0357-pro&Extruderen, kunststof, buizen (exclusief kunststof) (o.b.v. Extrusion, plastic pipes {GLO}) market for   Cut-off, U; "1 kg of this process equals 0.996 kg of extruded plastic pipes.")	0,476	Kg	
A1-A3	Lijm	0064-fab&Lijm, epoxy 2 componenten [VLK]	0,02	Kg	
A4	Transport naar bouwplaats	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market group for transport, freight, lorry, unspecified   Cut-off, U)	85,35	kgkm	gebaseerd op forfaitaire waarde individueel transport
A5	Installatieverliezen	A1-A3; productie	A1-A3 * 0.05		5% verliezen voor in-situ producten in lijn met de bepalingsmethode
A5	Transport van verliezen naar bouwplaats	A4; Transport	A4 * 0.05		
A5	Transport van bouwplaats naar verwerking	C2; Transport	C2 * 0.05		
A5	Verwerken van bouwafval	C3; Verwerking	C3 * 0.05		
A5	Storten/verbranden van bouwafval	C4; storten/verwerken	C4 * 0.05		
C1	Sloop	0494-pro&Elektriciteit, Grijs, bij consument, per kWh	0,001666667	kWh	600 W * 10 seconden per functionele eenheid
C2	Transport naar verwerker (100%)	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market group for	27,45	Kgkm	gebaseerd op forfaitaire waarde Polyolefinen

		transport, freight, lorry, unspecified   Cut-off, U)			
C2	Transport PE naar stort (10%)	0001- tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market group for transport, freight, lorry, unspecified   Cut-off, U)	2,475	Kgkm	gebaseerd op forfaitaire waarde Polyolefinen
C2	Transport PE naar AVI (85%)	0001- tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market group for transport, freight, lorry, unspecified   Cut-off, U)	46,665	Kgkm	gebaseerd op forfaitaire waarde Polyolefinen
C3	Verwerken van PE (100%)	0286- reC&verwerking kunststof voor recycling (o.b.v. Waste polyethylene, for recycling, sorted {Europe without Switzerland}) market for waste polyethylene, for recycling, sorted   Cut-off, U)	0,549	Kg	gebaseerd op forfaitaire waarde Polyolefinen
C3	AVI van PE (85%)	0311- avC&Verbranden PE (42,47 MJ/kg) (o.b.v. Waste polyethylene {RoW}) treatment of waste polyethylene, municipal incineration   Cut-off, U)	0,467	Kg	gebaseerd op forfaitaire waarde Polyolefinen
C4	Storten van PE (10%)	0251- sto&Stort PE (o.b.v. Waste polyethylene {Europe without Switzerland}) treatment of waste polyethylene, sanitary landfill   Cut-off, U), ook	0,0549	Kg	gebaseerd op forfaitaire waarde Polyolefinen

		elastomeren als epdm			
D	Voorkomen PE-productie door recyclen van PE en de PE verliezen (5%)	0278-reD&Module D, PE, per kg NETTO geleverd (o.b.v. vermeden Polyethylene, high density, granulate {RER} production   Cut-off, U en kwaliteitsfactor 0,67)	0,0275	Kg	gebaseerd op forfaitaire waarde Polyolefinen
D	Energie terugwinning	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	20,8096	MJ	LHV PE * kg PE (LHV PE = 42,47 MJ/kg)



## 4. Resultaten

### Berekening milieuprofiel

In deze LCA zijn de volgende rekenprocedures toegepast:

- De berekeningen in deze LCA zijn gemaakt volgens de eisen en richtlijnen van NEN-EN 15804+A2 (set 1 en set 2) en het "*Protocol Opstellen en Peer Reviewen categorie 3 productkaarten B&U*".
- De milieu-ingrepen zijn berekend met de methoden die zijn omschreven in NEN-EN 15804+A2 aangevuld met karakterisatiefactoren uit de CML-VLCA-rekenmethode. De gebruikte methode en Software versie per (deel)product is vastgelegd in Tabel 1.
- Indien van toepassing zijn de regels voor allocatie bij multi-input, -output, recycling- en hergebruikprocessen uit NEN-EN 15804 gevolgd, overeenkomstig de NEN-EN-ISO 14044.
- De LCA-berekeningen zijn uitgevoerd met SimaPro:
  - Ecoinvent processen zijn doorgerekend inclusief infrastructuurprocessen en kapitaalgoederen.
  - Ecoinvent processen zijn doorgerekend exclusief lange termijn (>100 jaar) emissies.
- Conform paragraaf 3.5 van de Bepalingsmethode zijn deze effectcategorieën omgerekend naar een milieukosten indicator (MKI) in euro's.

### Gekarakteriseerde resultaten en gewogen resultaat

Gekarakteriseerde resultaten en het gewogen resultaat zijn in Tabel 4 t/m Tabel 5 weergegeven, per deelproduct en per functionele eenheid voor zowel Set 1 en Set 2. De uitgebreide resultaten per module zijn opgenomen in bijlage 6.1.

Het wegen van resultaten is een proces waarbij de resultaten van verschillende milieueffectcategorieën worden omgezet naar een 1 punt' score zodat ze integraal beschouwd kunnen worden. In deze studie wordt, conform de Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW werken, gebruikgemaakt van de Milieu Kosten Indicator (MKI) om de verschillende effectcategorieën te wegen tot één eindpunt.

**Tabel 4 Resultaten deelproducten per functionele eenheid Set 1**

Impact category	Unit	Total	MKI (€)
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	2,08E-05	€ 0,00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	0,017149	€ 0,00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	2,565293	€ 0,13
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	-2,1E-08	€ 0,00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	0,001303	€ 0,00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	0,006433	€ 0,03
008. eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	0,00076	€ 0,01
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	0,682261	€ 0,06
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	0,044233	€ 0,00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	63,00401	€ 0,01
014. Ecotoxicity, terrestic (TETP)	kg 1,4-DB eq	0,002386	€ 0,00
<b>MKI (€)</b>			<b>€ 0,23</b>

**Tabel 5 Resultaten deelproducten per functionele eenheid Set 2**

<b>Impact category</b>	<b>Unit</b>	<b>Total</b>
051. Climate change	kg CO2 eq	2,571206
052. Climate change - Fossil	kg CO2 eq	2,615519
053. Climate change - Biogenic	kg CO2 eq	-0,04552
054. Climate change - Land use and LU ch	kg CO2 eq	0,001202
055. Ozone depletion	kg CFC11 eq	-2,7E-08
056. Acidification	mol H+ eq	0,007804
057. Eutrophication, freshwater	kg P eq	5,16E-05
058. Eutrophication, marine	kg N eq	0,001467
059. Eutrophication, terrestrial	mol N eq	0,01628
060. Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	0,006145
061. Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	2,08E-05
062. Resource use, fossils	MJ	35,6485
063. Water use	m3 depriv.	1,064166
064. Particulate matter	disease inc.	7,54E-08
065. Ionising radiation	kBq U-235 eq	0,04453
066. Ecotoxicity, freshwater	CTUe	26,33653
067. Human toxicity, cancer	CTUh	8,85E-10
068. Human toxicity, non-cancer	CTUh	1,88E-08
069. Land use	Pt	9,105453
111. Energy, primary, renewable, exclusi	MJ	4,81E-05
113. Energy, primary, renewable, materia	MJ	0
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	1,8113
112. Energy, primary, non-renewable, exc	MJ	0,015879
114. Energy, primary, non-renewable, mat	MJ	1,57E-06
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	37,65369
108. Secondary material (kg)	kg	2,84E-07
109. Secondary fuel, renewable (kg)	MJ	0
110. Secondary fuel, non-renewable (kg)	MJ	0
104. Water, fresh water use (m3)	m3	0,026495
106. Waste, hazardous (kg)	kg	-2,4E-06
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	0,318971
107. Waste, radioactive (kg)	kg	3,98E-05
120. Components for re-use (kg)	kg	0
121. Materials for recycling (kg)	kg	0
122. Materials for energy recovery (kg)	kg	0
123. Exported energy, electric (MJ)	MJ	0
124. Exported energy, thermal (MJ)	MJ	0

### Duiding van de resultaten (Zwaartepuntanalyse)

Voor 1 strekkende meter geïsoleerde waterleidingen geldt dat de meeste MKI-waarde wordt veroorzaakt in de productiefase (modules A1-A3). Ook module C3 levert een significante bijdrage aan de MKI-waarde, dit heeft met name te maken met het forfaitaire scenario van polyolefinen, aangezien 85% van het polyethyleen bij een AVI terecht komt en daar wordt verbrand. Een deel van de milieu impact bij productie wordt in module D gecompenseerd door het recyclen van polyethyleen (5%) en energierugwinning bij de AVI.

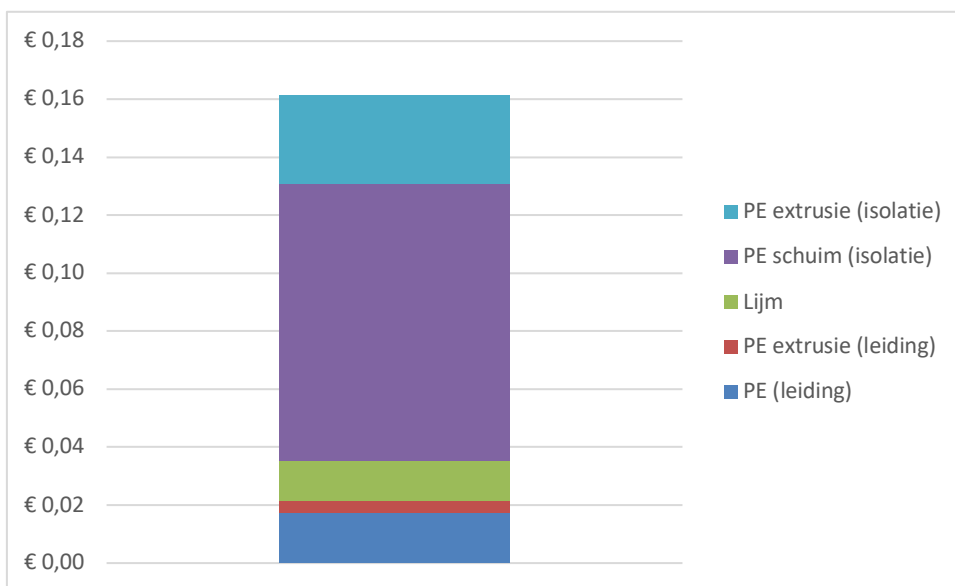
In de navolgende figuren zijn per product eenheid de zwaartepunt analyse weergegeven. De zwaartepunt analyse laat respectievelijk zien;

- welke levensfase het met meeste bijdraagt aan de gewogen rekenresultaten
- welke processen het meest bijdragen aan de gewogen rekenresultaten (in de productiefase)
- welke processen het meest bijdragen aan de gewogen rekenresultaten in Module D



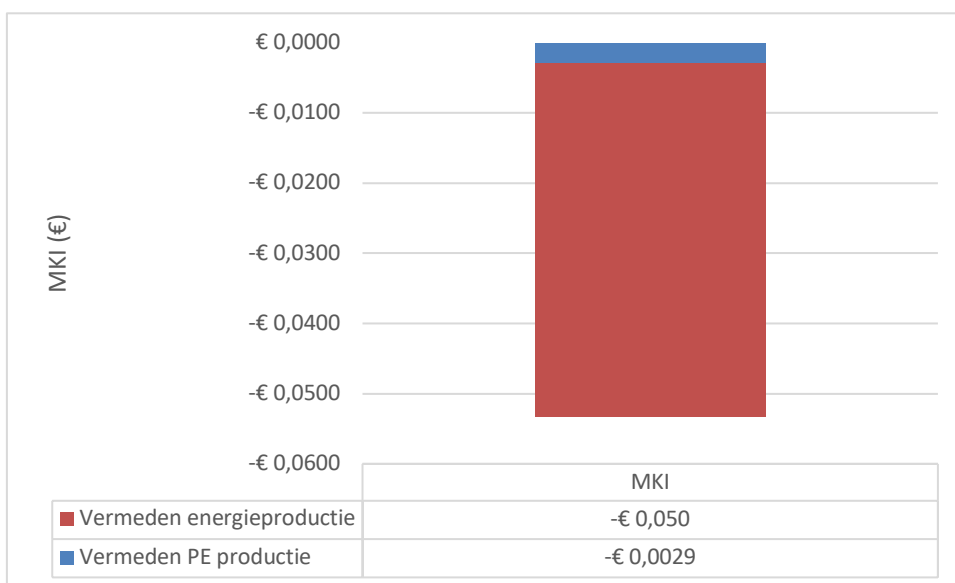
Figuur 1 zwaartepuntanalyse in levensfasen

Uit figuur 1 blijkt dat de productiefase (A1-A3) de grootste bijdrage levert aan de MKI waarde van geïsoleerde waterleidingen. Daarom is in figuur 2 een zwaartepuntsanalyse van module A1-A3 weergegeven, opgesplitst per proces.



Figuur 2 Zwaartepuntanalyse in productiefase (A1-A3), opgesplitst per proces

Uit figuur 2 blijkt dat de productie van polyethyleen schuim verantwoordelijk is voor de grootste bijdrage aan de MKI-waarde. Het polyethyleen schuim vertegenwoordigt ook de grootste hoeveelheid materiaal per functionele eenheid. Hierbij is het wel belangrijk om te vermelden dat deze waarde gebaseerd is op het milieuprofiel van polystyreen schuim, zoals vermeld in tabel 3. Dit omdat er geen proces voor polyethyleen schuim in de database aanwezig is. Figuur 3 hierbeneden laat zien de bijdrage van energieretrieving aan module D het grootst is.



Figuur 3 zwaartepuntanalyse van module D, opgesplitst per proces

## Gevoeligheidsanalyse

Er is geen gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Bij het opstellen van deze LCA zijn er geen specifieke afwegingen of aannames gevonden, waarvan de gevoeligheid getest dient te worden. Bij twijfel is uitgegaan van een 'worst-case scenario'.

## 5. Referenties

[1] NEN-EN-ISO 14040 Environmental management -Life cycle assessment -Principles and framework (ISO 14040:2006,IDT), juli 2006

[2] NEN-EN-ISO 14044 Environmental management -Life cycle assessment -Requirements and guidelines (ISO 14044:2006,IDT), juli 2006

[3] NEN-EN 15804+A1:2013 Duurzaamheid van bouwwerken –Milieuverklaringen van producten – Basisregels voor de productgroep bouwproducten, november 2013

[4] Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken / versie 1.1, maart 2022

[5] Processendatabase (Nationale Milieu Database): NMD versie 3.6

[6] EcolInvent Database versie 3.6

[7] Uponor. (2023). Uponor Uni Pipe PLUS wit voorgeïsoleerd S10 WLS 035. Opgehaald van Uponor: <https://www.uponor.com/nl-nl/catalogue/uponor-meerlagenleidingsystemen/leidingen/uponor-uni-pipe-plus/uponor-uni-pipe-plus-wit-voorgeïsoleerd-s10-wls-035>

[8] K-Flex. (2020, 03 13). Thermal insulation products. Opgehaald van Environdec: <https://www.environdec.com/library/epd1947>

[9] LK Systems AB. (2022, 06 08). LK Universal & Heating Pipe, PE-Xa/PE-RT/PE-X/RiR. Opgehaald van Environdec: <https://www.environdec.com/library/epd6048>

## 6. Bijlagen

### Bijlage I: Gekarakteriseerde resultaten en gewogen resultaat per module per deelproduct

- Tabellen met gekarakteriseerde resultaten van milieu impact-categorieën set 1 & set 2, inclusief 'somkolommen' en 'somregels' waarin de MKI-waarden worden weergegeven voor de verschillende modules

Tabel 9 Gekarakteriseerde en gewogen resultaten geïsoleerde waterleidingen per functionele eenheid (m1) per module, Set 1

Impact category	Unit	Total	A1-A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D	MKI (€)
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	2,08E-05	1,7E-05	2,92E-07	1,02E-06	1,12E-09	2,63E-07	2,7E-06	6,23E-09	-5,6E-07	€ 0,00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	0,017149	0,023186	8,4E-05	0,001219	7,72E-06	7,56E-05	0,001036	6,7E-06	-0,00847	€ 0,00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	2,565293	1,652433	0,011422	0,164623	0,000866	0,010286	1,61136	0,006962	-0,89266	€ 0,13
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11	-2,1E-08	5,83E-08	2,03E-09	3,79E-09	7,79E-11	1,82E-09	1,35E-08	1,44E-10	-1E-07	€ 0,00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	0,001303	0,001279	6,89E-06	6,94E-05	1,25E-07	6,21E-06	9,4E-05	1,58E-06	-0,00015	€ 0,00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	0,006433	0,006072	5,02E-05	0,000338	1,08E-06	4,52E-05	0,000585	3,86E-06	-0,00066	€ 0,03
008. eutrophication (EP)	kg PO4---	0,00076	0,00066	9,87E-06	4,05E-05	1,84E-07	8,89E-06	0,00013	1,55E-06	-9E-05	€ 0,01
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB	0,682261	0,462933	0,004809	0,034869	7,12E-05	0,004331	0,224732	0,00057	-0,05005	€ 0,06
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB	0,044233	0,023576	0,00014	0,002133	1,79E-06	0,000126	0,018218	0,000593	-0,00056	€ 0,00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB	63,00401	31,86122	0,504989	3,111758	0,007061	0,454786	28,82133	0,592839	-2,34997	€ 0,01
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB	0,002386	0,001743	1,7E-05	0,000121	3,8E-06	1,53E-05	0,000647	9,84E-07	-0,00016	€ 0,00
<b>MKI (€)</b>			€ 0,16	€ 0,00	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,11	€ 0,00	-€ 0,05	<b>€ 0,23</b>



Tabel 10 Gekarakteriseerde en gewogen resultaten geïsoleerde waterleidingen per functionele eenheid (m1) per module, Set 2

Impact category	Unit	Total	A1-A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D
051. Climate change	kg CO2 e	2,57121	1,66582	0,01153	0,16549	0,00088	0,01038	1,61395	0,00815	-0,905
052. Climate change - Fossil	kg CO2 e	2,61552	1,7069	0,01152	0,16758	0,00088	0,01037	1,61465	0,00814	-0,9045
053. Climate change - Biogenic	kg CO2 e	-0,0455	-0,0421	5,3E-06	-0,0021	-9E-07	4,8E-06	-0,0008	6,3E-06	-0,0004
054. Climate change - Land use and	kg CO2 e	0,0012	0,00105	4,2E-06	5,9E-05	4,4E-08	3,8E-06	0,00012	2,9E-07	-4E-05
055. Ozone depletion	kg CFC11	-3E-08	6,1E-08	2,5E-09	4,1E-09	8,4E-11	2,3E-09	1,6E-08	1,8E-10	-1E-07
056. Acidification	mol H+ e	0,0078	0,00734	6,7E-05	0,00041	1,4E-06	6E-05	0,00077	5,1E-06	-0,0008
057. Eutrophication, freshwater	kg P eq	5,2E-05	4,7E-05	1,2E-07	2,5E-06	1,6E-08	1E-07	3,4E-06	1E-08	-2E-06
058. Eutrophication, marine	kg N eq	0,00147	0,00133	2,4E-05	8,1E-05	3,5E-07	2,1E-05	0,00025	3,1E-06	-0,0002
059. Eutrophication, terrestrial	mol N ec	0,01628	0,01476	0,00026	0,0009	3,9E-06	0,00023	0,0027	1,9E-05	-0,0026
060. Photochemical ozone formation	kg NMVOC	0,00615	0,00576	7,4E-05	0,00034	1,1E-06	6,7E-05	0,0008	7,1E-06	-0,0009
061. Resource use, minerals and met	kg Sb ec	2,1E-05	1,7E-05	2,9E-07	1E-06	1,1E-09	2,6E-07	2,7E-06	6,2E-09	-6E-07
062. Resource use, fossils	MJ	35,6485	46,5276	0,17372	2,44953	0,01456	0,15645	2,11904	0,01378	-15,806
063. Water use	m3 depri	1,06417	1,05874	0,00062	0,05508	0,00012	0,00056	0,04117	0,00059	-0,0927
064. Particulate matter	disease i	7,5E-08	6,2E-08	1E-09	3,7E-09	3,8E-12	9,3E-10	1,1E-08	9,6E-11	-3E-09
065. Ionising radiation	kBq U-235	0,04453	0,04003	0,00073	0,00238	2,1E-05	0,00066	0,00619	5,4E-05	-0,0055
066. Ecotoxicity, freshwater	CTUe	26,3365	23,2728	0,15491	1,30367	0,00626	0,13951	2,49155	0,01466	-1,0468
067. Human toxicity, cancer	CTUh	8,9E-10	6,3E-10	5E-12	4,5E-11	1,2E-13	4,5E-12	2,6E-10	3,8E-13	-6E-11
068. Human toxicity, non-cancer	CTUh	1,9E-08	1,4E-08	1,7E-10	9,4E-10	3,8E-12	1,5E-10	4,9E-09	9,5E-12	-1E-09
069. Land use	Pt	9,10545	6,95471	0,15066	0,44553	0,00061	0,13568	1,63691	0,03257	-0,2512
111. Energy, primary, renewable, excl	MJ	4,8E-05	0	0	0	4,8E-05	0	0	0	0
113. Energy, primary, renewable, mat	MJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	1,8113	1,67003	0,00217	0,08876	4,8E-05	0,00196	0,10076	0,00024	-0,0527
112. Energy, primary, non-renewable	MJ	0,01588	0	0	0	0,01588	0	0	0	0
114. Energy, primary, non-renewable	MJ	1,6E-06	0	0	0	1,6E-06	0	0	0	0
102. Energy, primary, non-renewable	MJ	37,6537	49,8733	0,18444	2,62496	0,01588	0,1661	2,26071	0,01465	-17,486
108. Secondary material (kg)	kg	2,8E-07	0	0	0	2,8E-07	0	0	0	0
109. Secondary fuel, renewable (kg)	MJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
110. Secondary fuel, non-renewable (	MJ)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
104. Water, fresh water use (m3)	m3	0,02649	0,02519	2,1E-05	0,00132	4E-06	1,9E-05	0,00121	1,4E-05	-0,0013
106. Waste, hazardous (kg)	kg	-2E-06	9,9E-06	4,4E-07	7,7E-07	1,4E-08	4E-07	4,6E-06	2,1E-08	-2E-05
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	0,31897	0,12493	0,01102	0,01552	1,6E-05	0,00992	0,10953	0,05503	-0,007
107. Waste, radioactive (kg)	kg	4E-05	3,5E-05	1,1E-06	2,3E-06	2E-08	1E-06	7,9E-06	8,2E-08	-8E-06
120. Components for re-use (kg)	kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0
121. Materials for recycling (kg)	kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0
122. Materials for energy recovery (kg	kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
123. Exported energy, electric (MJ)	MJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
124. Exported energy, thermal (MJ)	MJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0