

LCA Rapportage categorie 3 data Nationale Milieudatabase

Waterglasinjectie

Datum/versie rapportage:
Versie 1: 4 juli 2022

Datum publicatie in de NMD: **n.t.b.**

Versie Bepalingsmethode: 1.0 met wijzigingsblad d.d. oktober 2020
Versie Ecoinvent database: 3.5

Opdrachtgever: ProRail
Opdrachtnemer(s): SGS Search

Auteur(s): Branco Schipper, SGS Search

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
1 Inleiding	3
1.1 Doelstelling en doelgroep	3
1.2 Verantwoording	4
1.3 Leeswijzer	4
2 Methode	5
2.1 Aanpak	5
2.2 Scope	5
2.2.1 Functionele eenheid	5
2.3 Productbeschrijving	5
2.4 Systeemgrenzen	6
3 Levenscyclusinventarisatie (LCI)	7
3.1 Dataverzameling	7
3.2 Decompositie in materialen en processen	7
3.2.1 Waterglasinjectie	8
4 Resultaten	12
4.1 Berekening milieuprofiel	12
4.2 Gewogen resultaten	12
5 Referenties	14
6 Bijlage A Gekarakteriseerde resultaten per product	15

1 Inleiding

Deze LCA¹-rapportage beschrijft de uitgangspunten en resultaten voor de categorie 3 data van geluiddempende constructies in de Nationale Milieudatabase². De actualisering van een voorgaande versie van deze LCA volgt op het initiatief van Rijkswaterstaat en de Stichting Nationale Milieudatabase (Stichting NMD), welke in 2020 zijn gestart met het actualiseren van de categorie 3 data voor de Spoor-, Grond-, Weg- en Waterbouw (GWW) in de Nationale Milieudatabase (NMD). Deze rapportage beschrijft de uitkomsten daarvan.

De GWW-data in de Nationale Milieudatabase wordt gebruikt voor het berekenen van de MKI-waarde van materialen, producten en processen voor de realisatie van een GWW-werk. Deze MKI-waarde wordt berekend door middel van de bepalingen in de 'Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken'³. Met software-instrumenten zoals DuboCalc⁴ kan met behulp van de Nationale Milieudatabase de MKI-waarde voor een product, object en een compleet project berekend worden.

Oprachtgevers in de GWW-sector gebruiken deze MKI-berekeningen om in de ontwerpfase van het project afwegingen te kunnen maken tussen verschillende materialen of ontwerpopties. Ze vergelijken dan de MKI-waarde van de verschillende oplossingen en kunnen vervolgens voor het duurzaamste materiaal (het product met de laagste MKI-waarde) kiezen. Ook kan in de aanbesteding van een project een gunningscriterium toegepast worden waarbij de inschrijver met de laagste MKI-waarde de hoogste fictieve korting krijgt⁵.

Stichting NMD wil regelmatig de categorie 3 data in de Nationale Milieudatabase actualiseren en verbeteren. Hierop kan iedereen inspraak geven. In paragraaf 1.2 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 Achtergrondprocessendatabase actualiseert, als gevolg van een update van de EcoInvent database. Dit kan betekenen dat de waarden die in deze rapportage zijn beschreven, zullen verouderen. In dit rapport staat beschreven welke versies van de EcoInvent database 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 DuboCalc.

1.1 Doelstelling en doelgroep

In deze studie zijn milieuprofielen opgesteld van geluiddempende constructies. 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.

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

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

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

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

⁵ Meer informatie over het gebruik van de MKI-waarde als gunningscriterium: <https://www.dubocalc.nl/hoer-dubocalc-toepassen/>

De studie is opgesteld voor de volgende doelgroepen:

- Stichting NMD als beheerder van de NMD.
- Opdrachtgevers in de GWW-sector als basis voor referentieontwerpen, verkennende (ontwerp)studies en voor gebruik in aanbestedingen.
- Marktpartijen zoals ingenieurs- en adviesbureaus en aannemers actief in de GWW-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.

1.2 Verantwoording

De LCA is uitgevoerd conform de eisen en richtlijnen uit de *Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken versie 1.0 (juli 2019) inclusief het wijzigingsblad d.d. oktober 2020*, en het *SBK-toetsingsprotocol (versie 1.0, juli 2020)*. De Bepalingsmethode is gebaseerd op de *ISO 14040 - ISO14044* en de *NEN-EN 15804:2012 + A2:2019*⁶.

De LCA is uitgevoerd in samenwerking met ProRail. Deze LCA is uitgevoerd door SGS Search.

Het LCA-dossier dat in het kader van deze studie is opgesteld is niet getoetst door een externe derde partij. Echter de studie is wel intern getoetst door een tweede team van deskundigen. 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 met de nodige zorgvuldigheid 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.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 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 gevoeligheidsanalyse beschreven.

⁶ Alleen het optellen van milieu-impactscores tot een totaalscore (de MKI, zie hoofdstuk 4.6) valt buiten de ISO14044.

2 Methode

2.1 Aanpak

De LCA-berekening is opgesteld met SimaPro v9.1 software. De toegepaste referentiedatabases zijn:

- Processendatabase Nationale Milieudatabase (NMD) versie 3.2
- Ecoinvent database versie 3.5

2.2 Scope

Dit LCA-rapport omvat de volgende objecten:

- Waterglasinjecties

Uitgangspunten voor de objecten:

- Waterglasinjecties: Het uitgangspunt is waterglasinjecties op een diepte van 10 meter, bij een h.o.h.-afstand van 0,9m.

2.2.1 Functionele eenheid

De functionele eenheid van:

- De waterglasinjectie betreft één m² waterremmende laag op een diepte van 10m.

2.3 Productbeschrijving

Waterglasinjectie

Waterglas wordt toegepast om een (tijdelijke) waterremmende laag te creëren. Dat komt bijvoorbeeld van pas bij het aanleggen van een bouwput. Bij het bouwen van een bouwput worden in eerste instantie damwanden aangebracht, waarna waterglasinjectie wordt toegepast om zo een waterdichte bouwput te verkrijgen. Na uitharden van het waterglas en draineren van de bouwput kan de grond worden afgegraven voor de desgewenste werkzaamheden.

Waterglas is een oplossing van silica (SiO₂) en natronloog, verdund met water. Het silica lost goed op in water door een hoge pH. Samen met een harder wordt het mengsel geïnjecteerd in de bodem, waar het voor binding tussen zanddeeltjes creëert en zo een waterremmende laag vormt.

2.4 Systeemgrenzen

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 1, 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.

	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 grondstoffen	Transport	Productie	Transport	Bouw- en installatie	Gebruik	Onderhoud	Reparatie	Vervangingen	Verbouwingen	Sloop	Transport	Afvalverwerking	Finaleafvalverwerking	Mogelijkheden voor hergebruik, terugwinning en recycling
Cradle-to-cradle	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabel 1: Systeemgrenzen (X: Module meegenomen in LCA-studie, ND: module 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 CO₂, CO, NO_x (NO en NO₂), SO₂, C_xH_y en fijnstof (PM10 deeltjes < 10µm);
- emissies naar water van CZV, 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 die horen bij geluiddempende constructies en hekwerken langs het spoor.

3.1 Dataverzameling

Voor het bepalen van de productsamenstelling, het materiaalgebruik en de bijbehorende processen is gebruik gemaakt van ontwerp- en praktijkkennis van deskundigen van ProRail.

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*, *completeheid*, *representativiteit*, *consistentie* en *reproduceerbaarheid* van de gegevens.

Vanuit deze processendatabase geeft de Bepalingsmethode ook forfaitaire waarden voor de meest belangrijke achtergrondprocessen waarmee gerekend moet worden als specifieke gegevens niet beschikbaar zijn. Het betreft hierbij voornamelijk de processen voor energieopwekking en transport.

3.2 Decompositie in materialen en processen

Voor de beschouwde deelproducten zijn de input- en output stromen per levensfase/module geïnventariseerd. De berekende LCI is opgenomen in deze paragraaf waarbij is beschreven welke uitgangspunten hiertoe zijn gehanteerd. In Tabel 2 wordt per deelproduct aangegeven welke materialen, processen en referenties gehanteerd zijn.

3.2.1 Waterglasinjectie

Waterglas injectie wordt toegepast voor stabiliseren en grondwaterdicht maken van grond. Dat komt bijvoorbeeld van pas bij het aanleggen van een bouwput. Bij het bouwen van een bouwput worden in eerste instantie damwanden aangebracht, waarna waterglasinjectie wordt toegepast om zo een waterdichte bouwput te verkrijgen. Na uitharden van het waterglas en draineren van de bouwput kan de grond worden afgegraven voor de desgewenste werkzaamheden. Waterglas is niet volledig waterdicht, maar wel sterk waterremmend.

Productiefase (A1-A3)

Een waterglasinjectie bevat drie ingrediënten die als mengsel worden geïnjecteerd: waterglas, water en een harder. Het mengsel dat wordt geïnjecteerd voor het realiseren van een waterremmende laag wordt ook wel een 'softgel' genoemd. De softgel bestaat uit een verhouding 83 v% water, 15 v% waterglas (natrium metasilicaat) en 2 v% harder (natrium aluminaat) [7].

Waterglas wordt met behulp van kunststof buizen of lansen geïnjecteerd. Per injectiepunt wordt er waterglas in de grond gepompt, waardoor bolvormige injectielichamen vormen. De lichamen sluiten aan om zo één waterremmende laag te vormen. Hoeveel waterglas nodig is, hangt af van de afstand tussen de injectielansen. Het uitgangspunt van deze LCA is een hart-op-hart afstand van 0,9m.

Bij een h.o.h. afstand van 1 m en een poriëngehalte van 40% is 322 liter softgel per injectiepunt nodig [8]. Bij een h.o.h.-afstand van 0,9m zou dit minder moeten zijn, maar de precieze hoeveelheid is niet bekend. Er wordt aangenomen dat 300 liter nodig is; dat is een conservatieve schatting voor deze h.o.h. afstand.

Het aantal injectiepunten nodig is ook afhankelijk van de h.o.h. afstand. Over een afstand van 10, zou bij een h.o.h. afstand van 0,9m ($(10/0,9) + 1 =$) 13 injectiepunten nodig zijn. Er wordt hiervoor naar boven afgerond. Voor een oppervlak van 10 x 10 zijn dan totaal 169 lansen nodig; oftewel 1,69 lansen per m².

Transportfase (A4, C2)

Forfaitaire transport afstanden volgens de bepalingsmethode zijn toegepast:

- 150 km transport naar werk
- 50 km transport voor einde-leven naar sorteerlocatie
- 100 km transport totaal voor einde-leven naar stort
- 150 km transport totaal voor einde-leven naar AVI

Bij A4 transport is alleen het transport van natrium metasilicaat, natrium aluminaat en de lansen opgenomen. Het waterglas wordt ter plekke gemengd tot de softgel met schoon drinkwater. Transport van damwand wordt geacht verwaarloosbaar te zijn. De damwand wordt hergebruikt. De impact van het transport hangt dus af van het oppervlak van de bouwput.

Constructiefase (A5)

De injectielansen worden per twee stuks bevestigd aan een damwandplank die met behulp van een heistelling wordt ingetrild om de injectielansen op de gewenste diepte te brengen. Vervolgens wordt de damwandplank eruit getrokken, de lansen blijven zitten door metalen plaatjes. Een heistelling kan 24 lansen aanbrengen per uur. Vervolgens wordt via de injectielansen softgel ingepompt met elektrische pompen. Voor het elektraverbruik nemen we aan dat een 2 kW pomp met een debiet van 10 l/min waterglas injecteert. De pomp is per lans dus een half uur bezig (300L / 10L/min = 30 min). We nemen aan dat de pomp een efficiëntie van 80% heeft.

Gebruik en Onderhoudsfase (B1, B2-B5)

Geen onderhoud. Het waterglas blijft in de grond achter maar veroorzaakt geen milieu-impact.

Einde levensduur, afvalscenario en baten en lasten buiten systeemgrenzen (C1, C3, C4 en D)

Bij het uitgraven van de bouwput worden ook de injectielansen uitgegraven. Dit uitgraven valt echter niet toe te delen aan de injectielansen (ook om dubbelrekening met uitgraven te voorkomen). Het verwerken van de injectielansen is wel opgenomen in de scope van de berekening. De lansen worden uit de grond gezeefd en er is aangenomen dat deze verwerkt worden volgens het forfaitaire scenario van kunststoffen via restmateriaal; 20% stort en 80% AVI. De lansen kunnen niet worden hergebruikt.

Tabel 2 Hoeveelheden en referentieprofielen waterglasinjectie per m² bij een diepte van 10 meter en h.o.h. afstand van 0,9m

Materiaal c.q. proces	Fase	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Water	A1-A3	0289-fab&Water, drinkwater (o.b.v. Tap water {RER} market group for Cut-off, U)	NMD	830 * 0,3 * 1,69	kg	83% v%, soortelijk gewicht 1000 kg/m ³ . Dit is gelijk aan 77,7% m%. Per lans wordt 300L waterglasgel geïnjecteerd. Bij een h.o.h afstand van 0,9m zijn 1,69 lansen per m ² nodig.
Natrium metasilicaat (waterglas)	A1-A3	Sodium metasilicate pentahydrate, 58% active substance, powder {RER} market for sodium metasilicate pentahydrate, 58% active substance, powder Cut-off, U	ecoinvent	210 * 0,3 * 1,69	kg	15% v%, soortelijk gewicht 1400 kg/m ³ . Dit is gelijk aan 19,7% m%.

Materiaal c.q. proces	Fase	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Natrium aluminaat (harder)	A1-A3	Sodium aluminate, powder {GLO} market for Cut-off, U	ecoinvent	28 * 0,3* 1,69	kg	2% v%, soortelijk gewicht 1400 kg/m3. Dit is gelijk aan 2,6% m%.
Injectielansen	A1-A3	0185-fab&Polyetheen, HDPE, geëxtrudeerd (o.b.v. Polyethylene, high density, granulate {GLO} market for Cut-off, U & Extrusion, plastic pipes {GLO} market for Cut-off, U)	NMD	2,207	kg	Uitgaande van lansen met een diameter van 20mm en 5mm wanddikte, en een lengte van 10m. Bij een h.o.h. afstand van 0,9m zijn 1,69 lansen per m2 nodig. Het soortelijk gewicht van HDPE is 950 kg/m3
Transport naar werk	A4	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	NMD	18,43	tkm	Transport van natrium metasilicaat, natrium aluminaat en HDPE lansen. Het waterglas mengsel wordt op het werk gemixt met water.
Heistelling voor aanbrengen	A5	0118-pro&Heistelling, mob.rups. 300-500kN, palentrilset, per uur (o.b.v. 199 kWh Diesel, burned in building machine {GLO} market for Cut-off, U)	NMD	0,07042	uur	Inzet van heistelling voor aanbrengen injectielansen. Er kunnen 24 lansen per uur worden gezet. Per m2 zijn 1,69 lansen nodig
Pomp	A5	0124-pro&1 kWh, uit stopcontact (o.b.v. Electricity, low voltage {NL} market for Cut-off, U)	NMD	2,1125	kWh	Inzet van pomp om waterglasgel te injecteren. Het uitgangspunt is een pomp van 2 kW, die een debiet van 10 l/min behaalt. Per lans wordt 300 L geïnjecteerd. Inzet is 0,5 uur per lans, 1,69 lansen per m2. We nemen een efficiency van 80% aan voor de elektrische pomp.
Constructieverlies	A5	A1-A4, C2-C4, D	-	5%		Constructieverlies. Het betreft een in-situ constructie, zodoende wordt uitgegaan van een forfaitaire waarde van 5%
Afvoer lansen naar verwerking	C2	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	NMD	0,3088	tkm	Transport naar verwerking lansen.
Verbranden lansen	C3	0311-avC&Verbranden PE (42,47 MJ/kg) (o.b.v. Waste polyethylene {RoW} treatment of waste polyethylene, municipal incineration Cut-off, U)	NMD	2,207 * 80%	kg	80% AVI

Materiaal c.q. proces	Fase	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Stort lansen	C4	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	2,207 * 20%	kg	20% stort
Baten en lasten buiten de systeemgrens - AVI lansen	D	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD	2,207 * 80% * 42,47 MJ/kg	MJ	Baten als gevolg van AVI. 80% AVI, LHV HDPE 42,47 MJ/kg

4 Resultaten

4.1 Berekening milieuprofiel

In deze LCA zijn de volgende rekenprocedures toegepast:

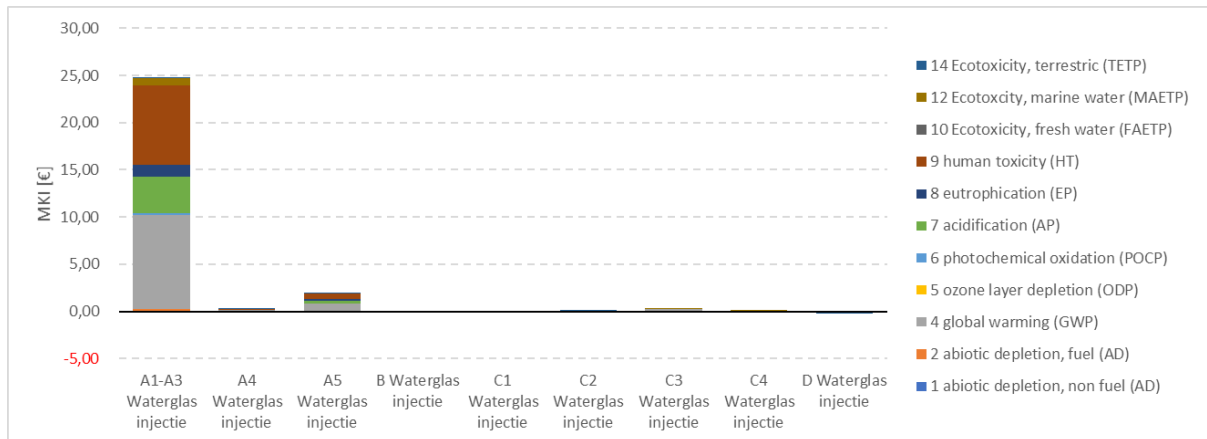
- De berekeningen in deze LCA zijn gemaakt volgens de eisen en richtlijnen van NEN-EN 15804 en de Bepalingsmethode Milieuprestaties Gebouwen en GWW-werken.
- De milieu-ingrepen zijn berekend met de methoden die zijn omschreven in NEN-EN 15804 aangevuld met karakterisatiefactoren uit de CML-VLCA-rekenmethode (versie juli 2020, NMD 3.2).
- 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 9.1.
 - 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.

4.2 Gewogen resultaten

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. In Tabel 3 staan de uitkomsten als MKI-waarde voor het onderwerp van de analyse weergegeven. De uitgebreide gekarakteriseerde resultaten per levensfase zijn opgenomen in bijlage A. Waar mogelijk is ook een tweede set milieucategorieën berekend om ook te voldoen aan Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken versie 1.0, juli 2020.

Tabel 3 Gewogen resultaat

	WATERGLAS- injectie per m ²
Totaal (MKI-waarde)	€ 27,08
A1 Grondstoffen	€ 24,78
A2 Transport naar producent	€ 0,29
A3 Productie	€ 1,90
A4 Transport naar werk	€ 0,00
A5 Constructie	€ 0,00
B1-7 Gebruiksfase	€ 0,00
C1 Sloop	€ 0,29
C2 Transport naar verwerking	€ 0,00
C3 Afvalbewerking	-€ 0,19
C4 Finale afvalverwerking	€ 27,08
D Baten- en lasten buiten de systeemgrens	€ 24,78



Figuur 1 Gewogen resultaten waterglas injectie per m²

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+A2:2019 Duurzaamheid van bouwwerken – Milieuverklaringen van producten – Basisregels voor de productgroep bouwproducten, november 2013
- [4] Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwwerken versie 1.0, juli 2020 met wijzigingsblad d.d. oktober 2020
- [5] Processendatabase Nationale Milieudatabase (NMD) versie 3.2
- [6] Ecoinvent Database versie 3.5
- [7] Geochemie van waterglasinjecties, Geotechniek, jaargang 23, nummer 2, juni 2019, via https://issuu.com/uitgeverijeducom/docs/geotechniek.nr.2_juni2019
- [8] Waterremmende bodeminjectie: Volwassen techniek met gebruiksaanwijzing. Geotechniek, jaargang 14, nummer 4, oktober 2013, via https://issuu.com/uitgeverijeducom/docs/geotechniek_oktober2013_klein

6 Bijlage A Gekarakteriseerde resultaten per product

Waterglasinjectie

Tabel 4 Milieuprofiel set 1 waterglasinjectie per m²

Impact category	Eenheid	Totaal	A1 – A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	1,51E-03	1,43E-03	6,85E-06	7,38E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,15E-07	6,09E-08	6,17E-09	-2,00E-07
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	1,55E+00	1,46E+00	1,80E-02	1,07E-01	0,00E+00	0,00E+00	3,02E-04	2,76E-04	5,79E-05	-2,83E-02
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	2,20E+02	2,00E+02	2,41E+00	1,52E+01	0,00E+00	0,00E+00	4,03E-02	5,33E+00	5,60E-02	-3,09E+00
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	7,59E-05	7,14E-05	4,49E-07	4,43E-06	0,00E+00	0,00E+00	7,53E-09	4,48E-09	1,27E-09	-3,58E-07
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	7,95E-02	7,01E-02	1,43E-03	8,31E-03	0,00E+00	0,00E+00	2,39E-05	1,66E-05	1,29E-05	-4,36E-04
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	1,07E+00	9,80E-01	1,04E-02	8,55E-02	0,00E+00	0,00E+00	1,75E-04	4,89E-04	3,24E-05	-2,02E-03
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	1,54E-01	1,37E-01	2,10E-03	1,51E-02	0,00E+00	0,00E+00	3,52E-05	1,99E-04	1,27E-05	-2,98E-04
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	1,01E+02	9,34E+01	9,87E-01	6,43E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,65E-02	1,44E-01	4,52E-03	-1,61E-01
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,95E+00	1,74E+00	2,87E-02	1,16E-01	0,00E+00	0,00E+00	4,80E-04	6,05E-02	4,76E-03	-1,62E-03
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	8,30E+03	7,63E+03	1,02E+02	4,74E+02	0,00E+00	0,00E+00	1,71E+00	8,80E+01	4,76E+00	-7,30E+00
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	5,40E-01	5,07E-01	3,40E-03	3,02E-02	0,00E+00	0,00E+00	5,70E-05	1,43E-04	7,42E-06	-5,01E-04
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	2,33E+02	2,20E+02	3,94E-01	1,20E+01	0,00E+00	0,00E+00	6,60E-03	9,54E-03	1,99E-03	-1,07E-01
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	3,16E+03	2,96E+03	4,00E+01	2,24E+02	0,00E+00	0,00E+00	6,70E-01	5,60E-01	1,28E-01	-5,80E+01
104. Water, fresh water use (m3)	m3	-2,60E+00	-2,49E+00	7,10E-03	-1,11E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,19E-04	4,73E-04	1,23E-04	-2,75E-03
106 Waste, hazardous (kg)	kg	5,08E-03	4,84E-03	2,39E-05	2,85E-04	0,00E+00	0,00E+00	4,00E-07	5,37E-06	9,36E-08	-6,62E-05
105 Waste, non hazardous (kg)	kg	4,70E+01	4,19E+01	2,29E+00	2,32E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,84E-02	4,81E-02	4,42E-01	-1,65E-02
107 Waste, radioactive (kg)	kg	1,03E-02	9,09E-03	2,53E-04	9,49E-04	0,00E+00	0,00E+00	4,24E-06	1,07E-06	7,24E-07	-2,53E-05

Tabel 5 Milieuprofiel set 2 waterglasinjectie per m²

Impact category	Eenheid	Totaal	A1 – A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
Climate change	kg CO2 eq	2,23E+02	2,03E+02	2,43E+00	1,54E+01	0,00E+00	0,00E+00	4,07E-02	5,34E+00	6,55E-02	-3,13E+00
Climate change - Fossil	kg CO2 eq	2,23E+02	2,03E+02	2,43E+00	1,55E+01	0,00E+00	0,00E+00	4,07E-02	5,34E+00	6,55E-02	-3,13E+00
Climate change - Biogenic	kg CO2 eq	-6,86E-01	-6,60E-01	7,05E-04	-2,57E-02	0,00E+00	0,00E+00	1,18E-05	1,05E-04	4,90E-05	-7,55E-04
Climate change - Land use and LU change	kg CO2 eq	2,24E-01	2,12E-01	7,22E-04	1,12E-02	0,00E+00	0,00E+00	1,21E-05	8,32E-06	2,14E-06	-8,66E-05
Ozone depletion	kg CFC11 eq	7,66E-05	7,18E-05	5,65E-07	4,67E-06	0,00E+00	0,00E+00	9,46E-09	5,16E-09	1,59E-09	-4,07E-07
Acidification	mol H+ eq	1,31E+00	1,19E+00	1,39E-02	1,11E-01	0,00E+00	0,00E+00	2,32E-04	6,98E-04	4,23E-05	-2,60E-03
Eutrophication, freshwater	kg P eq	1,99E-02	1,89E-02	3,64E-05	1,01E-03	0,00E+00	0,00E+00	6,10E-07	9,52E-07	1,23E-07	-5,63E-06
Eutrophication, marine	kg N eq	2,27E-01	1,91E-01	4,87E-03	3,12E-02	0,00E+00	0,00E+00	8,15E-05	3,27E-04	2,46E-05	-7,67E-04
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	2,73E+00	2,33E+00	5,39E-02	3,57E-01	0,00E+00	0,00E+00	9,03E-04	3,55E-03	1,50E-04	-8,57E-03
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	7,06E-01	5,97E-01	1,53E-02	9,53E-02	0,00E+00	0,00E+00	2,57E-04	8,54E-04	5,75E-05	-2,79E-03
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	1,51E-03	1,43E-03	6,85E-06	7,38E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,15E-07	6,10E-08	6,17E-09	-2,00E-07
Resource use, fossils	MJ	2,97E+03	2,77E+03	3,76E+01	2,11E+02	0,00E+00	0,00E+00	6,31E-01	5,13E-01	1,20E-01	-5,23E+01
Water use	m3 depriv.	-1,32E+02	-1,26E+02	2,68E-01	-5,88E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,49E-03	1,99E-02	5,14E-03	-2,17E-01
Particulate matter	disease inc.	1,68E-04	1,59E-04	2,20E-07	9,23E-06	0,00E+00	0,00E+00	3,68E-09	2,96E-09	7,78E-10	-7,53E-09
Ionising radiation	kBq U-235 eq	1,09E+01	9,98E+00	1,60E-01	8,10E-01	0,00E+00	0,00E+00	2,68E-03	7,81E-04	4,74E-04	-1,70E-02
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	4,97E+03	4,67E+03	2,70E+01	2,77E+02	0,00E+00	0,00E+00	4,52E-01	1,17E+00	1,14E-01	-2,92E+00
Human toxicity, cancer	CTUh	1,81E-07	1,70E-07	1,02E-09	9,94E-09	0,00E+00	0,00E+00	1,72E-11	1,82E-10	3,07E-12	-1,97E-10
Human toxicity, non-cancer	CTUh	4,55E-06	4,26E-06	3,44E-08	2,51E-07	0,00E+00	0,00E+00	5,76E-10	7,31E-09	7,56E-11	-2,67E-09
Land use	Pt	8,55E+02	7,73E+02	2,43E+00	1,54E+01	0,00E+00	0,00E+00	4,07E-02	5,34E+00	6,55E-02	-3,13E+00