

LCA Rapportage categorie 3 data Nationale Milieudatabase

Hoofdstuk 52.4 Kust en Oeverwerken, Kademuren

Datum rapportage: 6 december 2021
Versie rapportage: 1.0
Datum publicatie in de NMD: 14 februari 2022

Versie Bepalingsmethode: NMD Bepalingsmethode 1.0, incl. drie wijzigingsbladen
Versie Ecoinvent database: 3.6

Opdrachtgever: Stichting Nationale Milieudatabase en Rijkswaterstaat
Opdrachtnemer(s): SGS Search

Auteur(s): 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
2.3 Productbeschrijving	5
2.4 Functionele eenheid	6
2.5 Systeemgrenzen	6
3 Levenscyclusinventarisatie (LCI)	7
3.1 Dataverzameling	7
3.2 Decompositie in materialen en processen	7
3.2.1 Deelproduct, Afwerking van kademuren met bakstenen (210x50x100) inclusief metsel- en voegmortel	8
3.2.2 Deelproduct, Afwerking van kademuren met bakstenen (210x50x80) inclusief metsel- en voegmortel	11
3.2.3 Schaling	14
4 Resultaten	16
4.1 Berekening milieuprofiel	16
4.2 Gekarakteriseerde resultaten	16
4.3 Gewogen resultaten	16
4.4 Zwaartepuntanalyse	18
4.5 Gevoeligheidsanalyse	18
5 Referenties	19
6 Bijlagen	20
6.1 Bijlage Gekarakteriseerde resultaten per product	20

1 Inleiding

Deze LCA¹-rapportage beschrijft de uitgangspunten en resultaten voor de categorie 3 data in Hoofdstuk 52.4 in de Nationale Milieudatabase². Rijkswaterstaat en de Stichting Nationale Milieudatabase (Stichting NMD) zijn in 2020 gestart met het actualiseren van de categorie 3 data voor de Spoor-, Grond-, Weg- en Waterbouw (GWW) in de Nationale Milieudatabase (NMD). Per RAW-hoofdstuk of thematisch onderwerp wordt de categorie 3 data voor de GWW geactualiseerd. 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 *afwerking van kademuren* op basis van 52.4 Kunst en Oeverwerken van de RAW Bepalingen 2020. 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 Gebouwen en GWW-werken versie 3.0 (januari 2019) inclusief het wijzigingsblad d.d. 1 juli 2019 en het wijzigingsblad dd. januari 2020*, en het *NMD-toetsingsprotocol (versie 3.0, januari 2019 + Amendement 002, juli 2019)*. De Bepalingsmethode is gebaseerd op de *ISO 14040 - ISO14044* en de *NEN-EN 15804:2012 + A1 (2013)*⁶.

De LCA is uitgevoerd in samenwerking met Rijkswaterstaat, Stichting Nationale Milieudatabase en SGS Search. De gegevensverzameling heeft plaatsgevonden in de periode november en december 2021 waarna aansluitende de berekeningen zijn uitgevoerd en het LCA-dossier is opgesteld. 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

Dit rapport beschrijft één hoofdproduct en de verschillende deelproducten die onderdeel zijn van dit hoofdproduct. Voor deze deelproducten wordt de volledige levenscyclus beschreven. Daarnaast zijn er alternatieve deelproducten vermeld. De alternatieve deelproducten worden minder toegepast en van deze producten zijn in sommige gevallen alleen de fases A1-3 beschreven.

Voor alle deelproducten geldt dat niet alle componenten tot in detail beschreven zijn. Voor ieder product zijn de belangrijkste componenten geïnventariseerd. Het doel hierbij is om de producten te inventariseren die samen tenminste 80% van de milieu-impact bepalen.

Tenslotte, niet alle alternatieve deelproducten zijn meegenomen in de berekeningen. Ook hier is het doel dat de meegenomen deelproducten bij elkaar in 80% van de gevallen (projecten) worden toegepast.

De LCA-berekening is opgesteld met SimaPro v9.2 software. De toegepaste referentiedatabases zijn:

- Processendatabase Nationale Milieudatabase (NMD) versie 3.3
- Ecolnvent database versie 3.6

2.2 Scope

De studie is gericht op Kademuren (uit Hoofdstuk 52.4 Kust en Oeverwerken) van de Standaard RAW Bepalingen 2020 (CROW, 2020). Op basis van de prioritering van RAW-hoofdstukken en thema's die verdere uitwerking behoeven, zoals vastgesteld bij aanvang van dit project, zijn de volgende onderdelen meegenomen in deze studie:

- Afwerking van kademuren met bakstenen (210x50x100) inclusief metsel- en voegmortel
- Afwerking van kademuren met bakstenen (210x50x80) inclusief metsel- en voegmortel

2.3 Productbeschrijving

Productomschrijvingen

RAW-hoofdstuk 52.4 Kust en Oeverwerken

Bakstenen als afwerking voor kademuren

RAW 52.4 Kust en Oeverwerken

Verzameling van materialen die worden aangebracht als onderdeel van een waterkering ten behoeve van het voorkomen van wateroverlast.

Het geheel van constructies ten behoeve van de aanleg van kust- en oeverwerken zoals onder andere steenasfaltmatten, vlakke en trapvormige betonblokkenmatten, kabelmatten, pennenmatten en verlijmde matten inclusief kunststof dragers, kabels, pennen en lijmverbindingen en bevestigings- en verankeringsmiddelen.

In de onderstaande tabel is de decompositie van 1 vierkante meter (1 m²) van afwerking van kademuren met bakstenen opgenomen.

Tabel 1 Deelproducten

<i>Afwerking Kademuren</i>		
<i>Deelproducten</i>	<i>Hoeveelheden</i>	<i>Eenheid</i>
<i>Bakstenen met metsel en voegmortel (210x50x100 mm, schaalbaar op hoogte)</i>	1	m ² (vierkantemeter)
<i>Bakstenen met metsel en voegmortel (210x50x80 mm, schaalbaar op hoogte)</i>	1	m ² (vierkantemeter)

2.4 Functionele eenheid

Eén vierkantemeter afwerking van kademuren met bakstenen (inclusief metsel- en voegmortel) met een levensduur van 100 jaar.

2.5 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 3, 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.

Tabel 2 Systeemgrenzen (X: Module meegenomen in LCA-studie, M.N.D: module niet gedeclareerd)

		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
EPD	Cradle-to-gate met opties	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

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 (N₂), SO₂, C_xH_x en fijnstof (PM10 deeltjes <10 µm);
- emissies naar water van CVZ, BZV, P-totaal, N-totaal en vaste stoffen (PM10: deeltjes < 10 µm);
- 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 bakstenen voor afwerking van kademuren (uit hoofdstuk 52.4 Kust en oeverwerken)

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 SGS Search.

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 tabellen 3 en 4 wordt per deelproduct aangegeven welke materialen, processen en referenties gehanteerd zijn.

3.2.1 Deelproduct, Afwerking van kademuren met bakstenen (210x50x100) inclusief metsel- en voegmortel

Afwerking van kademuren met bakstenen (210x50x100) inclusief metsel- en voegmortel. Voor de productie van de bakstenen is uitgegaan van generieke data. Het aantal bakstenen dat per vierkante meter gebruikt wordt is berekend volgens:

*$1000 \text{ mm} * 1000 \text{ mm} / ((\text{lengte in mm} + 11 \text{ mm voeg}) * (\text{hoogte in mm} + 11 \text{ mm voeg}))$.*

Voor het berekenen van het gewicht is vervolgens uitgegaan van een dichtheid van 1,8 kg per liter steen.

*De metsel- en voegmortel is gebaseerd op een gemiddelde verhouding cement (CEM I), zand, kalk en water. Het volume metselmortel is bepaald door $(1 \text{ m}^2 - \text{oppervlak stenen}) * 0,1 \text{ meter diepte}$. Om het gewicht te bepalen is uitgegaan van een dichtheid van 1,6 kg/ liter mortel. Voor het voegen is op basis van beschikbare gegevens 5 kg voegmortel per vierkante meter aangenomen.*

De bakstenen worden als schaalbaar product ingevoegd. Hierbij is de hoogte van de steen variabel (range is 50 tot 85mm). Voor grotere stenen is in verhouding minder metsel- en voegmortel nodig. Variatie in dikte van de stenen wordt ondervangen door een aparte productkaart te maken voor stenen met een dikte van 80mm.

Productiefase (A1-3) Productie van bakstenen, metsel- en voegmortel.

Aanlegfase (A4-A5) Transport naar werk is 150 km volgens de forfaitaire afstanden uit de bepalingsmethode.

Gebruiksfase (B1-B5) Aangenomen is dat na 50 jaar de muur opnieuw gevoegd wordt.

Sloop- en verwerkingsfase (C1-C4) In de eindeleven fase is uitgegaan van het scenario 32. Grof keramisch uit de NMD Bepalingsmethode (99% recycling en 1% stort).

Baten en lasten buiten systeemgrenzen (D) Van de 99% materiaal dat gerecycled wordt is aangenomen dat dit als gebroken puin als grind vervanger kan dienen.

Tabel 3 Afwerking van kademuren met bakstenen (210x50x100)

Afwerking van kademuren met bakstenen (210x50x100)						
Materiaal/ proces	Fase	Milieuprofiel	Database/ Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Productie baksteen	A1-3	0008-fab&Baksteen, metselbaksteen, straatbaksteen, klinker (o.b.v. Clay brick {GLO} market for Cut-off, U)	NMD 3.3	140,2	kg	Generiek proces voor de productie van bakstenen. Gewicht is bepaald aan de hand van afmetingen en een dichtheid van 1,8 kg/ liter.

Afwerking van kademuren met bakstenen (210x50x100)						
Materiaal/ proces	Fase	Milieu-profiel	Database/ Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Productie metsel- en voegmortel	A1-3	<p>0,15 kg - 0172-fab&Cement, CEM I (o.b.v. CEM I 52.5 R)</p> <p>0,775 kg - 0168-fab&Zand, industriezand, ophoogzand, betonzand, drainagezand (o.b.v. Sand {RoW} market for sand Cut-off, U)</p> <p>0,075 kg - 0215-fab&Kalksteen, kalksteenmeel (o.b.v. Limestone, crushed, washed {RoW} market for limestone, crushed, washed Cut-off, U)</p> <p>0,125 kg - 0289-fab&Water, drinkwater (o.b.v. Tap water {RER} market group for Cut-off, U)</p> <p>22, 5 kgkm - 0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)</p> <p>116 kgkm - 0103-tra&Transport, vrachtschip, binnenvaart (o.b.v. Transport, freight, inland waterways, barge {GLO} market group for transport, freight, inland waterways, barge Cut-off, U)</p>	NMD 3.3	40,5	kg	<p>35,4 kg metselmortel en 5,1 kg voegmortel.</p> <p>Voor metsel- en voegmortel wordt de zelfde samenstelling verondersteld. In praktijk kunnen samenstellingen verschillen.</p> <p>Uitgegaan is van: 15% CEM I cement 77,5% zand 7,5% kalksteenmeel</p> <p>Voor het cement is 150 km transport per vrachtwagen aangenomen en voor zand en kalksteenmeel 150 km per (binnenvaart) schip.</p> <p>Gewicht is bepaald aan de hand van afmetingen en een dichtheid van 1,6 kg/ liter.</p> <p>Verder wordt eruit gegaan van traditioneel metselen zonder doorstrijkvoegen en met stootvoegen.</p>
Transport naar projectlocatie	A4	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD 3.3	150 km * (140,2 +40,5)	kg*km	Transportafstand is 150 km, gebaseerd op forfaitaire afstanden uit de NMD Bepalingsmethode.
Machine inzet	A5	0335-pro&Dieselverbruik, graafmachine cat. IIIB, per l (o.b.v.	NMD 3.3	0,18	liter	Metselen en voegen gebeurt handmatig, er is enkel inzet van machines gerekend voor het (ver)plaatsen

Afwerking van kademuren met bakstenen (210x50x100)						
Materiaal/ proces	Fase	Milieu-profiel	Database/ Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
		TNO/RWS Graafmachine, categorie IIIB, diesel, per liter, c2) (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)				van stenen. Er zijn geen gegevens beschikbaar en daarom is A5 overgenomen uit categorie 3 data van straatstenen.
Installatieverlies	A5	A1-3, A4, C2, C3 en C4		5% voor stenen 15% voor metsel- en voegmortel		De bepalingmethode schijft voor in situ producten 5% installatieverlies voor. Voor de metsel- en voegmortel geldt 15% installatieverlies conform de Bepalingmethode omdat dit onder "Hulp- en afwerkingsmaterialen" valt.
Opnieuw voegen	B	Mortel zoals beschreven in A1-3. Aan en afvoer volgens beschrijving onder A4 en C2-4.		5,1	kg	Na 50 jaar wordt er opnieuw gevoegd.
Slopen	C1	0335-pro&Dieselverbruik, graafmachine cat. IIIB, per l (o.b.v. TNO/RWS Graafmachine, categorie IIIB, diesel, per liter, c2) (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)	NMD 3.3	0,18	liter	Er zijn geen gegevens beschikbaar en daarom is A5 overgenomen uit categorie 3 data van straatstenen.
Transport naar afvalverwerking	C2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD 3.3	50 km * 0,99 * (140,2 +40,5) + 100 km * 0,01 * (140,2 +40,5)	kg*km	Transportafstand is gebaseerd op forfaitaire afstanden uit de NMD Bepalingmethode, 50 km naar recycle/ sorteerlocatie en 100 km naar stort.
Afvalbewerking	C3	0270-reC&Breken, per kg steenachtig (o.b.v. SBK Breken steenachtig MRPI)	NMD 3.3	179	kg	99% recycling, breken van puin.
Afvalverwerking	C4	0240-sto&Stort beton, cellenbeton (o.b.v. Waste concrete {Europe without Switzerland} treatment of waste concrete, inert material landfill Cut-off, U)	NMD 3.3	1,8	kg	1% stort.
Baten en lasten buiten systeemgrenzen	D	0271-reD&Module D, grind, per kg NETTO geleverd granulaat/grind (vermeden: Gravel, round {RoW} gravel and sand quarry operation Cut-off, U)	NMD	192	kg	Vermeden productie door recycling, inclusief materiaal dat in A5 het systeemverlaat.

3.2.2 Deelproduct, Afwerking van kademuren met bakstenen (210x50x80) inclusief metsel- en voegmortel

Afwerking van kademuren met bakstenen (210x50x80) inclusief metsel- en voegmortel. Voor de productie van de bakstenen is uitgegaan van generieke data. Het aantal bakstenen dat per vierkante meter gebruikt wordt is berekend volgens:

$1000 \text{ mm} * 1000 \text{ mm} / ((\text{lengte in mm} + 11 \text{ mm voeg}) * (\text{hoogte in mm} + 11 \text{ mm voeg}))$.

Voor het berekenen van het gewicht is vervolgens uitgegaan van een dichtheid van 1,8 kg per liter steen.

De metsel- en voegmortel is gebaseerd op een gemiddelde verhouding cement (CEM I), zand, kalk en water. Het volume metselmortel is bepaald door $(1 \text{ m}^2 - \text{oppervlak stenen}) * 0,1 \text{ meter diepte}$. Om het gewicht te bepalen is uitgegaan van een dichtheid van 1,6 kg/ liter mortel. Voor het voegen is op basis van beschikbare gegevens 5 kg voegmortel per vierkante meter aangenomen.

De bakstenen worden als schaalbaar product ingevoegd. Hierbij is de hoogte van de steen variabel (range is 50 tot 85mm). Voor grotere stenen is in verhouding minder metsel- en voegmortel nodig. Variatie in dikte van de stenen wordt ondervangen door een aparte productkaart te maken voor stenen met verschillende diktes.

Productiefase (A1-3) Productie van bakstenen, metsel- en voegmortel.

Aanlegfase (A4-A5) Transport naar werk is 150 km volgens de forfaitaire afstanden uit de bepalingmethode.

Gebruiksfase (B1-B5) Aangenomen is dat na 50 jaar de muur opnieuw gevoegd wordt.

Sloop- en verwerkingsfase (C1-C4) In de eindeleven fase is uitgegaan van het scenario 32. Grof keramisch uit de NMD Bepalingsmethode (99% recycling en 1% stort).

Baten en lasten buiten systeemgrenzen (D) Van de 99% materiaal dat gerecycled wordt is aangenomen dat dit als gebroken puin als grind vervanger kan dienen.

Tabel 4 Afwerking van kademuren met bakstenen (210x50x80)

Afwerking van kademuren met bakstenen (210x50x100)						
Materiaal/ proces	Fase	Milieuprofiel	Database/ Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Productie baksteen	A1-3	0008-fab&Baksteen, metselbaksteen, straatbaksteen, klinker (o.b.v. Clay brick {GLO} market for Cut-off, U)	NMD 3.3	112,2	kg	Generiek proces voor de productie van bakstenen. Gewicht is bepaald aan de hand van afmetingen en een dichtheid van 1,8 kg/ liter.

Afwerking van kademuren met bakstenen (210x50x100)						
Materiaal/ proces	Fase	Milieuprofiel	Database/ Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Productie metsel- en voegmortel	A1-3	<p>0,15 kg - 0172-fab&Cement, CEM I (o.b.v. CEM I 52.5 R)</p> <p>0,775 kg - 0168-fab&Zand, industriezand, ophoogzand, betonzand, drainagezand (o.b.v. Sand {RoW} market for sand Cut-off, U)</p> <p>0,075 kg - 0215-fab&Kalksteen, kalksteenmeel (o.b.v. Limestone, crushed, washed {RoW} market for limestone, crushed, washed Cut-off, U)</p> <p>0,125 kg - 0289-fab&Water, drinkwater (o.b.v. Tap water {RER} market group for Cut-off, U)</p> <p>22, 5 kgkm - 0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)</p> <p>116 kgkm - 0103-tra&Transport, vrachtschip, binnenvaart (o.b.v. Transport, freight, inland waterways, barge {GLO} market group for transport, freight, inland waterways, barge Cut-off, U)</p>	NMD 3.3	33,4	kg	<p>28,3 kg metselmortel en 5,1 kg voegmortel.</p> <p>Voor metsel- en voegmortel wordt de zelfde samenstelling verondersteld. In praktijk kunnen samenstellingen verschillen.</p> <p>Uitgegaan is van: 15% CEM I cement 77,5% zand 12,5% kalksteenmeel</p> <p>Voor het cement is 150 km transport per vrachtwagen aangenomen en voor zand en kalksteenmeel 150 km per (binnenvaart) schip.</p> <p>Gewicht is bepaald aan de hand van afmetingen en een dichtheid van 1,6 kg/ liter.</p> <p>Verder wordt eruit gegaan van traditioneel metselen zonder doorstrijkvoegen en met stootvoegen.</p>
Transport naar projectlocatie	A4	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD 3.3	150 km * (112,2+33,4)	kg*km	Transportafstand is 150 km, gebaseerd op forfaitaire afstanden uit de NMD Bepalingsmethode.
Machine inzet	A5	0335-pro&Dieselverbruik, graafmachine cat. IIIB, per l (o.b.v. TNO/RWS Graafmachine, categorie IIIB, diesel, per liter, c2) (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)	NMD 3.3	0,18	liter	Metselen en voegen gebeurt handmatig, er is enkel inzet van machines gerekend voor het (ver)plaatsen van stenen. Er zijn geen gegevens beschikbaar en daarom is A5 overgenomen uit categorie 3 data van straatstenen.

Afwerking van kademuren met bakstenen (210x50x100)						
Materiaal/ proces	Fase	Milieuprofiel	Database/ Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Installatieverlies	A5	A1-3, A4, C2, C3 en C4		5% voor stenen 15% voor metsel- en voegmortel		De bepalingmethode schijft voor in situ producten 5% installatieverlies voor. Voor de metsel- en voegmortel geldt 15% installatieverlies conform de Bepalingmethode omdat dit onder "Hulp- en afwerkingsmaterialen" valt.
Opnieuw voegen	B	Mortel zoals beschreven in A1-3. Aan en afvoer volgens beschrijving onder A4 en C2-4.		5,1	kg	Na 50 jaar wordt er opnieuw gevoegd.
Slopen	C1	0335-pro&Dieselverbruik, graafmachine cat. IIIB, per l (o.b.v. TNO/RWS Graafmachine, categorie IIIB, diesel, per liter, c2) (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)	NMD 3.3	0,18	liter	Er zijn geen gegevens beschikbaar en daarom is A5 overgenomen uit categorie 3 data van straatstenen.
Transport naar afvalverwerking	C2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD 3.3	50 km * 0,99 * (112,2 +33,4) + 100 km * 0,01 * (112,2 +33,4)	kg*km	Transportafstand is gebaseerd op forfaitaire afstanden uit de NMD Bepalingmethode, 50 km naar recycle/ sorteerlocatie en 100 km naar stort.
Afvalbewerking	C3	0270-reC&Breken, per kg steenachtig (o.b.v. SBK Breken steenachtig MRPI)	NMD 3.3	144	kg	99% recycling, breken van puin.
Afvalverwerking	C4	0240-sto&Stort beton, cellenbeton (o.b.v. Waste concrete {Europe without Switzerland} treatment of waste concrete, inert material landfill Cut-off, U)	NMD 3.3	1,5	kg	1% stort.
Baten en lasten buiten systeemgrenzen	D	0271-reD&Module D, grind, per kg NETTO geleverd granulaat/grind (vermeden: Gravel, round {RoW} gravel and sand quarry operation Cut-off, U)	NMD	155	kg	Vermeden productie door recycling, inclusief materiaal dat in A5 het systeemverlaat.

3.2.3 Schaling

De hoogte van de steel wordt schaalbaar in de NMD. Er wordt uitgegaan van een standaard hoogte van 50mm, welke te schalen is tot een hoogte van 85mm. Breedte en dikte van de stenen blijven gelijk. Voor dikte wordt een extra kaart toegevoegd en voor breedte wordt aangenomen dat dit nauwelijks voor verschillen zorgt.

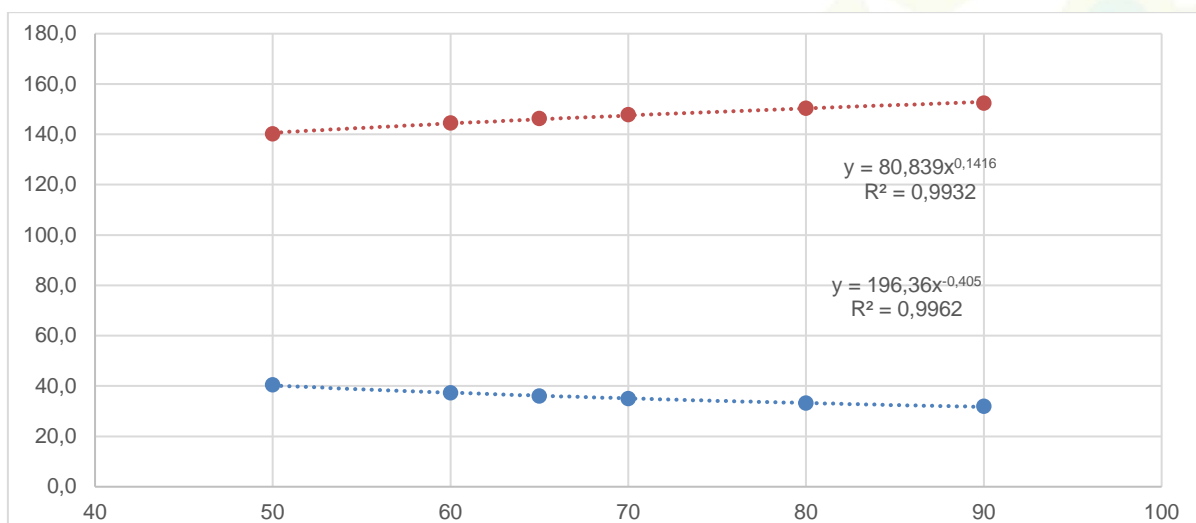
De afmetingen en gewichten zijn weergegeven in de onderstaande tabellen en figuren. Het gewicht van de bakstenen en mortel schalen onafhankelijk van elkaar. Bij grotere stenen wordt verhoudingsgewijs minder mortel gebruikt per vierkantemeter. Naarmate de stenen groter worden, wordt het gewicht van de stenen dus hoger en die van de mortel lager.

Voor de processen van aanleg en sloop is aangenomen dat deze niet mee schalen.

Schaling is het nauwkeurigst met een machtsfunctie (R^2 is $>0,99$). Bij de bakstenen met een diepte van 100mm schaalt het gewicht van de stenen volgens $gewicht = 80,84 * hoogte^{0,142}$ en de mortel volgens $gewicht = 196,4 * hoogte^{-0,405}$.

Tabel 5 Overzicht afmetingen en gewichten bakstenen met een diepte van 100mm, tbv. schaling

Hoogte in mm	Aantal stenen/ m ²	kg stenen	m ² steen/ m ² muur	m ² voeg	l voeg	kg metsel-mortel	kg voeg-mortel	kg mortel totaal
50	74,2	140,2	0,78	0,22	22,1	35,4	5,1	40,5
60	63,7	144,5	0,80	0,20	19,7	31,5	5,8	37,3
65	59,5	146,3	0,81	0,19	18,7	30,0	6,0	36,0
70	55,9	147,8	0,82	0,18	17,9	28,6	6,3	34,9
80	49,7	150,4	0,84	0,16	16,5	26,3	6,9	33,2
90	44,8	152,4	0,85	0,15	15,3	24,5	7,4	31,9

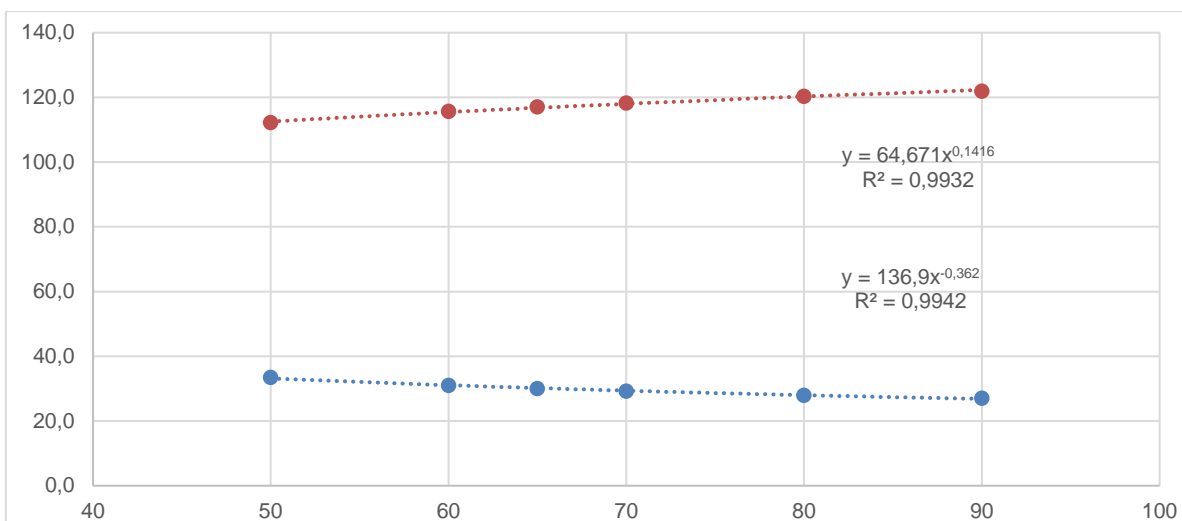


Figuur 1 Overzicht afmetingen en gewichten bakstenen met een diepte van 100mm, tbv. Schaling

Bij de bakstenen met een diepte van 80mm schaalt het gewicht van de stenen volgens $gewicht = 64,67 * hoogte^{0,142}$ en de mortel volgens $gewicht = 136,9 * hoogte^{-0,362}$.

Tabel 6 Overzicht afmetingen en gewichten bakstenen met een diepte van 80mm, tbv. schaling

Hoogte in mm	Aantal stenen/ m ²	kg stenen	m ² steen/ m ² muur	m ² voeg	l voeg	kg metsel-mortel	kg voeg-mortel	kg mortel totaal
50	74,2	112,2	0,78	0,22	17,7	28,3	5,1	33,4
60	63,7	115,6	0,80	0,20	15,8	25,2	5,8	31,0
65	59,5	117,0	0,81	0,19	15,0	24,0	6,0	30,0
70	55,9	118,3	0,82	0,18	14,3	22,9	6,3	29,2
80	49,7	120,3	0,84	0,16	13,2	21,1	6,9	28,0
90	44,8	121,9	0,85	0,15	12,3	19,6	7,4	27,0



Figuur 2 Overzicht afmetingen en gewichten bakstenen met een diepte van 80mm, tbv. schaling

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 25-05-2018, NMD 2.2).
- 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 9.2.
 - 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 Gekarakteriseerde resultaten

De uitgebreide gekarakteriseerde resultaten per levensfase zijn opgenomen in bijlage 1 en bevatten:

- *Tabellen met gekarakteriseerde resultaten, inclusief 'somkolommen' en 'somregels' waarin de MKI-waarden worden weergegeven voor dat onderdeel, inclusief een tekstuele toelichting met duiding van de tabel/ grafiek en een uitleg welke materialen of processen het meeste impact hebben op de scores.*
- *Tabellen en/of grafieken waarin geduid is hoe de MKI-waarden van de deelproducten zich verhouden tot het totale product, inclusief een tekstuele toelichting op de resultaten.*
- *Tabellen en/of grafieken met de MKI-waarden per fase, per deelproduct en voor het hoofdproduct. Zie onderstaand voorbeeld. En een tekstuele toelichting.*

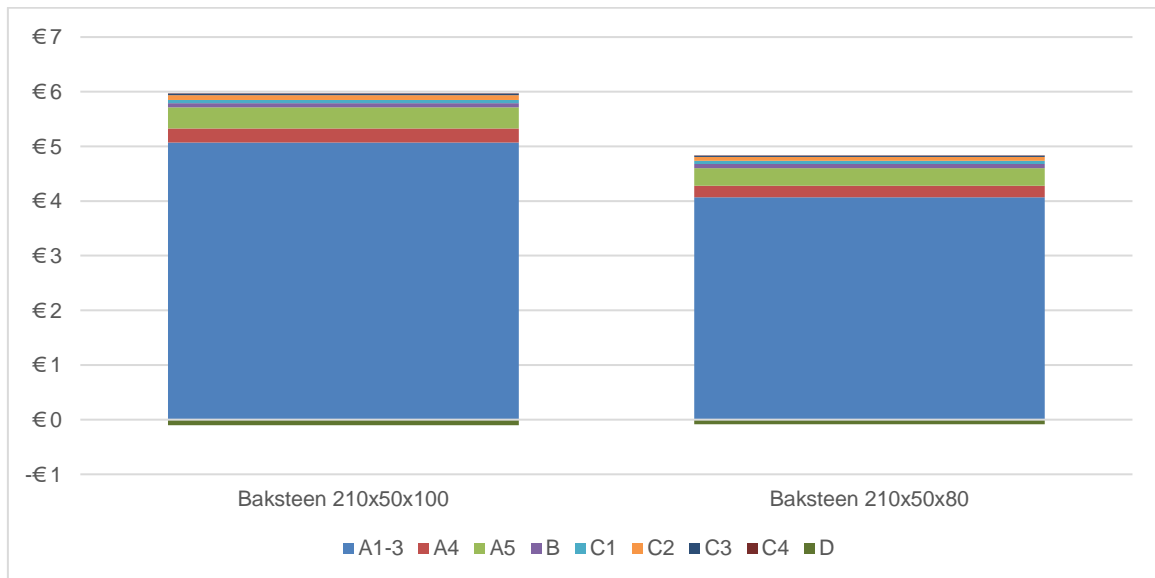
4.3 Gewogen resultaten

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 [xx] staan de uitkomsten als MKI-waarde voor het onderwerp van de analyse weergegeven.

Tabel 7 en Figuur 3 geven de resultaten weer van de afwerking van kademuren met bakstenen, waarbij onderscheid gemaakt is tussen de bakstenen met een diepte van 100 mm en 80 mm.

Tabel 7 Gewogen resultaten per levenscyclusfase

Product	Hoeveelheid	Eenheid	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	Totaal
Baksteen 210x50x100	1	m2	€5,07	€0,26	€0,39	€0,07	€0,06	€0,09	€0,03	€0,00	-€0,10	€5,86
Baksteen 210x50x80	1	m2	€4,07	€0,21	€0,32	€0,07	€0,06	€0,07	€0,02	€0,00	-€0,08	€4,75



Figuur 3 Gewogen resultaten per levenscyclusfase

Op basis van schaling zoals beschreven in paragraaf 3.2.3. zijn resultaten berekend voor stenen met verschillende hoogtes. In dit voorbeeld zijn alleen de stenen met een dikte van 100 mm opgenomen. Verschillen tussen stenen met andere hoogtes zijn beperkt. Aangezien de bakstenen een grotere milieu-impact hebben dan de mortel en er bij hogere stenen relatief meer ruimte gevuld wordt met baksteen, is de milieu-impact dus ook iets hoger.

Tabel 8 Gewogen resultaten van stenen met verschillende hoogtes

	50 mm	60 mm	70 mm	80 mm	90 mm
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2 abiotic depletion, fuel (AD)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
4 global warming (GWP)	3,00	3,03	3,05	3,08	3,10
5 ozone layer depletion (ODP)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6 photochemical oxidation (POCP)	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
7 acidification (AP)	0,66	0,67	0,68	0,68	0,69
8 eutrophication (EP)	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26
9 human toxicity (HT)	1,60	1,63	1,66	1,69	1,71
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	0,24	0,24	0,25	0,25	0,26
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Totaal	5,86	5,94	6,02	6,08	6,15

4.4 Zwaartepuntanalyse

De uitgebreide gekarakteriseerde resultaten per levensfase zijn opgenomen in bijlage A. Hierbij is per product een beknopte zwaartepuntanalyse toegevoegd.

4.5 Gevoeligheidsanalyse

Er is geen gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Het betreft categorie 3 data waarbij in de inventarisatie de nodige onzekerheden zijn. Bij het opstellen van deze LCA geen specifieke afwegingen of aannames gevonden waarvan de gevoeligheid getest dient te worden. Bij twijfel is uitgegaan van een 'worst-case scenario'

In de rekentools waarin deze data beschikbaar zal zijn, kan gevarieerd worden met materialen en processen om de gevoeligheid hiervan te beoordelen. Dit zal echter op het niveau van productkaarten zijn, onderliggende processen kunnen niet aangepast worden in de rekentools.

5 Referenties

Bronnen zijn vermeld in voetnoten en wanneer van toepassing in de inventarisatietabellen.

6 Bijlagen

6.1 Bijlage Gekarakteriseerde resultaten per product

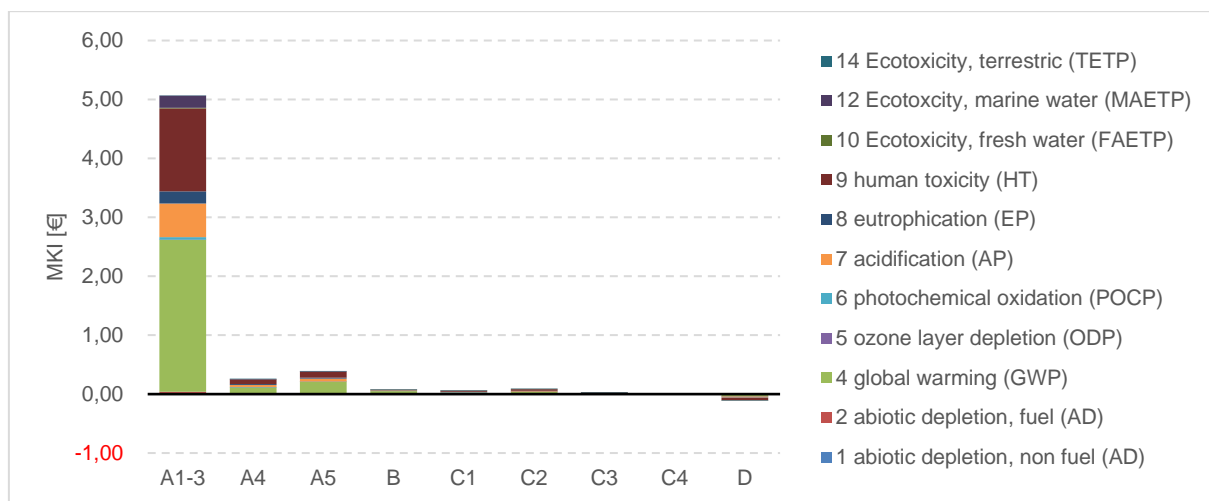
- *Tabellen met gekarakteriseerde resultaten, inclusief 'somkolommen' en 'somregels' waarin bijv. de MKI-waarden worden weergegeven voor dat onderdeel, inclusief een tekstuele toelichting met duiding van de tabel/ grafiek en een uitleg welke materialen of processen het meeste impact hebben op de scores.*
- *Tabellen en/of grafieken waarin geduid is hoe de MKI-waarden van de deelproducten zich verhouden tot het totale product, inclusief een tekstuele toelichting op de resultaten.*
- *Tabellen en/of grafieken met de MKI-waarden per fase, per deelproduct en voor het hoofdproduct. Zie onderstaand voorbeeld. En een tekstuele toelichting.*

Afwerking van kademuren met bakstenen (210x50x100) inclusief metsel- en voegmortel

De productiefase (A1-3) heeft duidelijk een grote bijdrage aan de totale gewogen impact. In de productiefase zijn de productie van bakstenen en de metsel- en voegmortel opgenomen. De productie van de bakstenen is duidelijk dominant in deze fase. Met name het bakken van de stenen heeft een grote bijdrage in de categorieën GWP en HT. In de laatste heeft ook de kleiproductie een grote bijdrage. De bijdrage van de andere fases is beperkt.

Tabel 9 Gekarakteriseerde resultaten kademuren met bakstenen (210x50x100)

Impact category	Unit	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	1,35E-03	1,32E-03	4,44E-06	6,81E-05	2,05E-06	2,90E-07	1,49E-06	8,21E-07	8,71E-08	-4,01E-05	€ 0,00
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	3,05E-01	2,57E-01	1,75E-02	2,09E-02	3,18E-03	4,23E-03	5,89E-03	2,04E-03	1,27E-04	-5,31E-03	€ 0,05
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	6,00E+01	5,15E+01	2,31E+00	4,19E+00	1,03E+00	6,19E-01	7,78E-01	2,88E-01	9,34E-03	-7,86E-01	€ 3,00
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	4,94E-06	3,85E-06	4,60E-07	3,63E-07	3,76E-08	1,08E-07	1,55E-07	3,15E-08	3,11E-09	-6,86E-08	€ 0,00
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	2,76E-02	2,39E-02	1,46E-03	1,70E-03	2,50E-04	2,04E-04	4,91E-04	1,64E-04	9,95E-06	-5,81E-04	€ 0,06
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	1,65E-01	1,42E-01	8,43E-03	1,11E-02	1,96E-03	1,82E-03	2,84E-03	1,33E-03	6,83E-05	-4,47E-03	€ 0,66
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	2,76E-02	2,29E-02	1,72E-03	1,99E-03	4,66E-04	3,47E-04	5,78E-04	2,96E-04	1,32E-05	-7,28E-04	€ 0,25
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	1,77E+01	1,56E+01	8,14E-01	1,07E+00	9,25E-02	1,53E-01	2,74E-01	6,84E-02	4,22E-03	-3,64E-01	€ 1,60
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	4,90E-01	3,88E-01	5,25E-02	2,90E-02	3,69E-03	3,04E-03	1,77E-02	1,18E-03	1,00E-04	-5,65E-03	€ 0,01
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	2,39E+03	2,07E+03	1,37E+02	1,32E+02	1,09E+01	1,02E+01	4,63E+01	4,44E+00	3,58E-01	-2,35E+01	€ 0,24
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	6,49E-02	5,34E-02	4,83E-03	4,45E-03	1,10E-03	5,45E-04	1,62E-03	8,40E-04	1,06E-05	-1,89E-03	€ 0,00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	3,03E+01	2,78E+01	6,25E-01	1,72E+00	2,63E-01	6,89E-02	2,10E-01	2,22E-01	2,15E-03	-6,96E-01	
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	6,40E+02	5,33E+02	4,00E+01	4,39E+01	6,18E+00	9,44E+00	1,35E+01	4,17E+00	2,83E-01	-1,07E+01	
104. Water, fresh water use (m3)	m3	-9,62E-02	1,40E-01	8,11E-03	1,39E-02	6,75E-03	8,92E-04	2,73E-03	1,31E-03	2,84E-04	-2,71E-01	
106 Waste, hazardous (kg)	kg	2,27E-03	1,61E-03	2,83E-04	1,93E-04	3,48E-05	6,52E-05	9,53E-05	6,81E-06	3,98E-07	-2,03E-05	
105 Waste, non hazardous (kg)	kg	1,73E+01	9,34E+00	3,30E+00	1,02E+00	2,50E-01	1,58E-02	1,11E+00	5,45E-01	1,81E+00	-1,09E-01	
107 Waste, radioactive (kg)	kg	9,42E-03	7,69E-03	0,00E+00	9,92E-04	7,64E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,76E-05	1,75E-06	-4,39E-05	
MKI	Euro	€ 5,86	€ 5,07	€ 0,26	€ 0,39	€ 0,07	€ 0,06	€ 0,09	€ 0,03	€ 0,00	-€ 0,10	€ 5,86



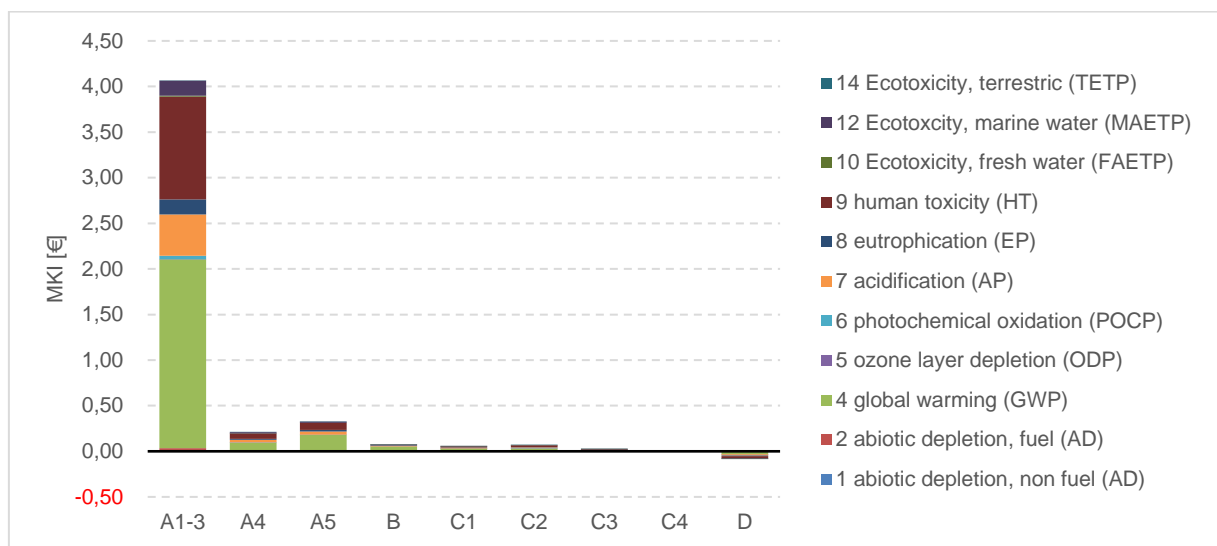
Figuur 4 Gewogen resultaten kademuren met bakstenen (210x50x100)

Afwerking van kademuren met bakstenen (210x50x80) inclusief metsel- en voegmortel

Alleen de dikte van de muur verschilt ten opzichte van de afwerking van kademuren met bakstenen (210x50x100). De interpretatie van resultaten is daarmee vergelijkbaar en niet opnieuw beschreven hier.

Tabel 10 Gekarakteriseerde resultaten kademuren met bakstenen (210x50x80)

Impact category	Unit	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	1,08E-03	1,05E-03	3,58E-06	5,46E-05	2,05E-06	2,90E-07	1,20E-06	6,61E-07	7,02E-08	-3,23E-05	€ 0,00
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,47E-01	2,06E-01	1,41E-02	1,76E-02	3,18E-03	4,23E-03	4,75E-03	1,64E-03	1,02E-04	-4,28E-03	€ 0,04
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	4,87E+01	4,14E+01	1,86E+00	3,50E+00	1,03E+00	6,19E-01	6,27E-01	2,32E-01	7,52E-03	-6,34E-01	€ 2,43
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	4,01E-06	3,09E-06	3,70E-07	3,13E-07	3,76E-08	1,08E-07	1,25E-07	2,54E-08	2,51E-09	-5,53E-08	€ 0,00
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	2,22E-02	1,91E-02	1,18E-03	1,41E-03	2,50E-04	2,04E-04	3,96E-04	1,32E-04	8,02E-06	-4,69E-04	€ 0,04
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	1,33E-01	1,14E-01	6,79E-03	9,29E-03	1,96E-03	1,82E-03	2,29E-03	1,07E-03	5,50E-05	-3,60E-03	€ 0,53
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	2,24E-02	1,84E-02	1,38E-03	1,68E-03	4,66E-04	3,47E-04	4,66E-04	2,39E-04	1,06E-05	-5,87E-04	€ 0,20
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	1,43E+01	1,25E+01	6,56E-01	8,87E-01	9,25E-02	1,53E-01	2,21E-01	5,51E-02	3,40E-03	-2,94E-01	€ 1,29
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	3,95E-01	3,11E-01	4,23E-02	2,39E-02	3,69E-03	3,04E-03	1,42E-02	9,50E-04	8,07E-05	-4,55E-03	€ 0,01
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	1,92E+03	1,66E+03	1,11E+02	1,08E+02	1,09E+01	1,02E+01	3,73E+01	3,58E+00	2,89E-01	-1,89E+01	€ 0,19
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	5,26E-02	4,29E-02	3,89E-03	3,70E-03	1,10E-03	5,45E-04	1,31E-03	6,76E-04	8,54E-06	-1,53E-03	€ 0,00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	2,44E+01	2,23E+01	5,04E-01	1,40E+00	2,63E-01	6,89E-02	1,70E-01	1,79E-01	1,73E-03	-5,61E-01	
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	5,18E+02	4,28E+02	3,22E+01	3,72E+01	6,18E+00	9,44E+00	1,08E+01	3,36E+00	2,28E-01	-8,59E+00	
104. Water, fresh water use (m3)	m3	-7,54E-02	1,14E-01	6,54E-03	1,15E-02	6,75E-03	8,92E-04	2,20E-03	1,05E-03	2,29E-04	-2,18E-01	
106 Waste, hazardous (kg)	kg	1,85E-03	1,29E-03	2,28E-04	1,68E-04	3,48E-05	6,52E-05	7,68E-05	5,48E-06	3,20E-07	-1,64E-05	
105 Waste, non hazardous (kg)	kg	1,39E+01	7,49E+00	2,66E+00	8,27E-01	2,50E-01	1,58E-02	8,95E-01	4,39E-01	1,46E+00	-8,78E-02	
107 Waste, radioactive (kg)	kg	7,86E-03	6,30E-03	0,00E+00	8,16E-04	7,64E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,41E-05	1,41E-06	-3,54E-05	
MKI	Euro	€ 4,75	€ 4,07	€ 0,21	€ 0,32	€ 0,07	€ 0,06	€ 0,07	€ 0,02	€ 0,00	-€ 0,08	€ 4,75



Figuur 5 Gewogen resultaten kademuren met bakstenen (210x50x80)