



# Levenscyclus analyse betonproducten

HPC – (Glasvezelversterkt) Hogesterktebeton

GRC – Glasvezelversterkt beton

Rapport SGS INTRON B.V.

Status: Rapport  
Datum: 2 mei 2024  
Documentnummer: A145060/R20231251-NL

WHEN YOU NEED TO BE SURE



## Colofon

Opdrachtgever:

mbX

t.a.v. de heer B. van Overveld

Lelyweg 23

4612 PS BERGEN OP ZOOM

Offerte:

A145060/O20231179

Inkooporder:

Getekende offerte

Email adres:

bjorn@mbx.nl

Datum:

10 maart 2023

Datum:

20 maart 2023

Opdrachtnemer:

SGS INTRON B.V.

Telefoonnummer:

+31612315610

Mobiel nummer:

Contactpersoon:

Ing. Mathijs de Vaan

Email adres:

Mathijs.devaan@sgs.com

Auteur:

Ing. M. de Vaan

Handtekening:



Autorisator:

dr. U. Hofstra

Handtekening:



Datum:

20 juni 2023

22 maart 2024

2 mei 2024

Reden van wijziging:

Aanpassingen t.g.v. eerste review

Versie 1.0

## Samenvatting

| Product | MKI [euro]* | MKI (A1 t/m A3) [euro] | Bijdrage aan klimaatverandering [kg CO <sub>2</sub> -eq]** |
|---------|-------------|------------------------|--|
| HPC     | 3,22 (2,85) | 1,86                   | 34,5   |
| GRC     | 3,02 (2,65) | 1,78                   | 31,7   |

\* Tussen haakjes staat weergegeven de MKI waarde in het geval van gebruik van een elektrisch aangedreven hijskraan bij de installatie van de panelen.

\*\* deze data is uit set 1

## Productbeschrijving

Het betreft glasvezelversterkt hogesterktebeton (gegoten) dan wel glasvezelversterkte (gespoten) betonnen gevelelementen (HPC en GRC). De gevelelementen worden veelal toegepast voor architectonische gevels. Het product is zeer gesloten qua structuur. Dit door een zeer fijne opbouw van de mix. Het materiaal heeft een zeer lange levensduur van minimaal 100 jaar. Het toepassingsgebied is zeer breed. Zo ook de mogelijkheden qua kleur en structuur.

## Toepassing

Architectonische/esthetische gevelpanelen.

## Technische specificaties

De technische specificaties zijn afhankelijk van het project.

## Fysieke eigenschappen

De fysieke eigenschappen zijn afhankelijk van het project.

De milieuprofielen zijn weergegeven per 1 m<sup>2</sup>.

De dikte en dichtheid van HPC zijn respectievelijk 30 mm en 2350 kg/m<sup>3</sup>. De dikte en dichtheid van GRC zijn respectievelijk 15 mm en 1800-1900 kg/m<sup>3</sup>.

## Overige technische informatie

Overige informatie is te vinden op de website van mbX.

## Product grondstoffen samenstelling

### HPC

| Materiaal categorie  | Hoeveelheid [kg] | Primair / secundair [%] |
|----------------------|------------------|-------------------------|
| Metalen              | -                | -                       |
| Mineralen            | 72               | 97,4 / 2,6              |
| Fossiele materialen  | -                | -                       |
| Bio-based materialen | -                | -                       |

### GRC

| Materiaal categorie  | Hoeveelheid [kg] | Primair / secundair [%] |
|----------------------|------------------|-------------------------|
| Metalen              | -                | -                       |
| Mineralen            | 41               | 100 / 0                 |
| Fossiele materialen  | 1,8              | 100 / 0                 |
| Bio-based materialen | -                | -                       |

## SVHC statement

Er zijn geen stoffen in het product die de limiet voor registratie overschrijden die zijn opgenomen in de meest recente "Kandidaatlijst van zeer zorgwekkende stoffen voor autorisatie".

## Inhoudsopgave

|   |    |
|---|----|
| Colofon.....  | 2  |
| Samenvatting.....   | 3  |
| 1. Inleiding .....  | 5  |
| 1.1. Achtergrond .....  | 5  |
| 1.2. De opdrachtgever .....   | 5  |
| 1.3. Doel en doelgroep .....  | 5  |
| 1.4. Procedure .....  | 5  |
| 1.5. Uitvoering en begeleiding van de studie.....                                 | 6  |
| 1.6. Opbouw van dit rapport .....   | 6  |
| 2. Onderwerp van de studie .....  | 7  |
| 2.1. Referentie-eenheid .....   | 7  |
| 2.2. Productbeschrijving .....  | 7  |
| 2.3. Fasen uit de levenscyclus en systeemgrenzen .....                            | 8  |
| 2.3.1. Grondstoffen en processen (A1 & A3).....                                   | 10 |
| 2.3.2. Gebruiksfase / onderhoud (B).....  | 11 |
| 2.3.3. Sloop (C1).....  | 11 |
| 2.3.4. Transport (C2).....  | 12 |
| 2.3.5. Afvalbewerking (C3) .....  | 12 |
| 2.3.6. Stort (C4) .....   | 12 |
| 2.3.7. Milieulasten en -baten buiten de systeemgrenzen van de toepassing (D)..... | 12 |
| 2.4. Verzameling van input en output gegevens .....                               | 13 |
| 2.5. Datakwaliteit en validatie van economische stromen .....                     | 13 |
| 2.6. Berekeningsprocedures.....   | 13 |
| 2.7. Allocatie .....  | 14 |
| 2.8. Projectdossier .....   | 14 |
| 3. Resultaten .....   | 15 |
| 3.1. Berekening milieuprofiel en milieuparameters.....                            | 16 |
| 3.2. Zwaartepuntenanalyse .....   | 20 |
| 4. Gevoeligheidsanalyse .....   | 22 |
| 5. Bronnen .....  | 23 |
| Bijlage A. Informatie bij de LCA.....   | 24 |
| Bijlage B. Toetsingsstatement Eco-Intelligence .....                              | 28 |
| Bijlage C. Gekarakteriseerde resultaten .....                                     | 29 |
| Bijlage D. LCA methode .....  | 29 |
| Bijlage E. LCI .....  | 29 |
| Bijlage F. Niet-gekaracteriseerde stoffen .....                                   | 29 |

## 1. Inleiding

### 1.1. Achtergrond

mbX heeft aan SGS INTRON gevraagd om gevalideerde milieu-informatie op te stellen voor de producten HPC en GRC. Dit zijn gevelpanelen (doorgaans met zowel een technische als een esthetische functie) van respectievelijk hogesterktebeton en glasvezelversterkt beton.

Om dit te bewerkstelligen heeft SGS INTRON een milieugerichte levenscyclusanalyse (LCA) uitgevoerd. Hierbij zijn de eisen en richtlijnen in acht genomen die Stichting Nationale Milieudatabase (NMD) aan dergelijke milieu-informatie stelt zodat de resultaten te gebruiken zijn voor opname in de Nationale Milieudatabase. Deze rapportage beschrijft de resultaten en achtergronden van de LCA en vormt hiermee het toetsingsdossier voor de producten.

### 1.2. De opdrachtgever

De initiatiefnemer van deze studie is mbX.

### 1.3. Doel en doelgroep

Het doel van deze studie is het opstellen van gevalideerde milieu-informatie van HPC- en GRC-gevelelementen om betrouwbare en nauwkeurige kwantitatieve milieugegevens van bouwmaterialen, bouwproducten en bouwelementen over te dragen aan de Nationale Milieudatabase (NMD). Voor de communicatie van de resultaten met de NMD zijn productkaarten en basisprofielen aangemaakt. Deze dienen als basis om berekeningen te kunnen maken aan bouwwerken en om oplossingen te genereren die minder milieu-impact veroorzaken.

De productkaarten en basisprofielen hebben onderstaande toepassingen:

1. Het doorgeven van milieugegevens in de keten zodat ook volgende schakels in staat zijn een milieuverklaring van hun product op te stellen.
2. De toepassing van de milieugegevens in LCA-berekeningen van bouwwerken. Voor deze toepassing is vooral de methodische vergelijkbaarheid (optelbaarheid) van de milieugegevens van belang.

### 1.4. Procedure

De LCA in dit rapport voldoet aan de eisen en richtlijnen uit de NMD-bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken versie 1.1 (2022) en het NMD toetsingsprotocol. Daarmee voldoet de LCA ook aan de eisen en richtlijnen uit de EN 15804, inclusief wijzigingsbladen A1:2013 en A2:2019, ISO 14040 en ISO 14044. Aanvullend hierop zijn de eisen en richtlijnen uit ISO/DIS 21930 en ISO/TR 14025 gevolgd.



## 1.5. Uitvoering en begeleiding van de studie

De LCA is door SGS INTRON uitgevoerd door Igor Konovalov en Mathijs de Vaan. Het rapport is geautoriseerd door Ulbert Hofstra. Berthold Valk (mbX) heeft het project begeleid door het aanleveren en beoordelen van gegevens.

De LCA en de bijbehorende productkaarten zijn getoetst door Gert-Jan Vroege (Eco Intelligence). De conclusie van de toetsers is:

*“the methodology, data collection and report meet the requirements of the “NMD Assessment Method for construction Works”, and the underlying standards ISO 14040/44, ISO 14025, EN15804.”*

De volledige reactie van de toetsers in de vorm van de ingevulde toetsingstabellen is opgenomen als bijlage B.

## 1.6. Opbouw van dit rapport

Hoofdstuk 2 beschrijft het model, de aannames, het product en de referentie eenheid. Hoofdstuk 3 geeft vervolgens de resultaten van het model en het milieuprofiel van de functionele eenheid. Ten slotte geeft hoofdstuk 4 een gevoeligheidsanalyse voor de relevante variabelen in het model.

In bijlage A is aanvullende informatie over de LCA opgenomen. Bijlage C-F bevatten de resultaten van de LCA, de LCA-methode die is gehanteerd, de LCI en de niet-gekaracteriseerde stoffen. Bijlage C-F zijn opgenomen in een bijgevoegd Excel bijlagenbestand.

## 2. Onderwerp van de studie

### 2.1. Referentie-eenheid

Er is een functionele eenheid gehanteerd waarin de productie, het transport naar de toepassing, constructie, de gebruiksfase, sloop en finale afvalverwerking zijn meegenomen. De levensduur is gebaseerd op de forfaitaire waarde voor de utiliteitsbouw zoals beschreven in de Bepalingsmethode.

De referentie eenheid is vastgesteld op een gevelpaneel van 1 m<sup>2</sup> met een levensduur van 100 jaar.

1 m<sup>2</sup> gevelpaneel HPC weegt 71,67 kg

1 m<sup>2</sup> gevelpaneel GRC weegt 42,86 kg.

### 2.2. Productbeschrijving

Het betreft glasvezelversterkt hogesterktebeton (gegoten) dan wel GRC (gespoten) betonnen gevelelementen. De gevelelementen worden veelal toegepast voor architectonische gevels. Het product is zeer gesloten qua structuur. Dit door een zeer fijne opbouw van de mix. Het materiaal heeft een zeer lange levensduur van minimaal 100 jaar. Het toepassingsgebied is zeer breed. Zo ook de mogelijkheden qua kleur en structuur.

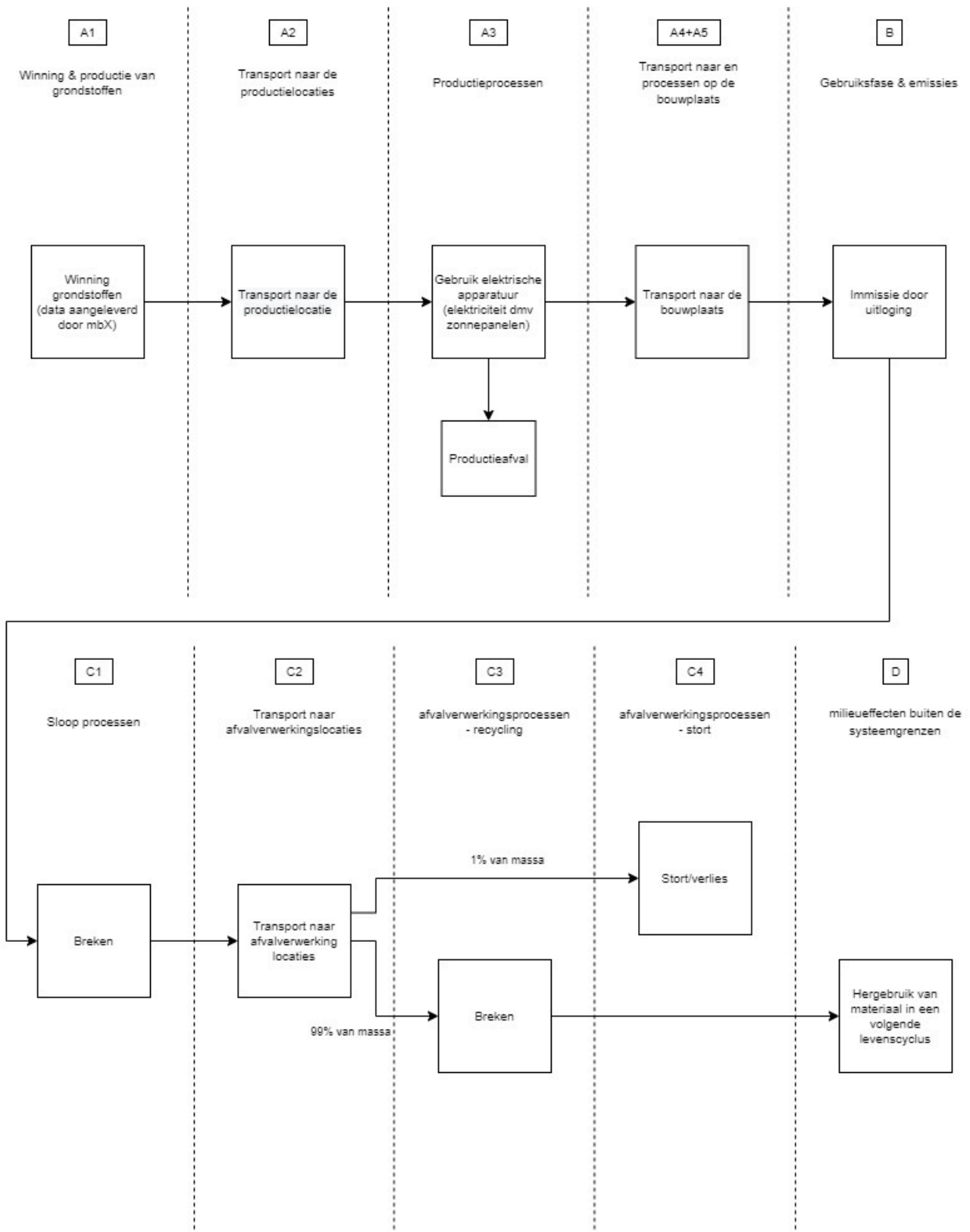
### 2.3. Fasen uit de levenscyclus en systeemgrenzen

De processen die binnen de LCA zijn bekeken zijn afgebakend met zogenaamde systeemgrenzen. De systeemgrenzen bepalen welke fasen en processen van de levenscyclus worden meegenomen in de LCA. In figuur 1 zijn de processen die binnen de LCA zijn meegenomen afgebeeld in de vorm van een procesboom. Onder de figuur worden deze processen- en de verdeling over de levenscyclusfasen nader toegelicht. De processen zijn ingedeeld in de volgende levenscyclusfasen (A1 tot D) conform de Bepalingsmethode.

Tabel 1. Omschrijving LCA fasen

| Module | Beschrijving  |
|--------|---|
| A1     | Winning & productie van grondstoffen                              |
| A2     | Transport naar de productielocaties                               |
| A3     | Productieprocessen  |
| A4     | Transport naar de bouwplaats                                      |
| A5     | Bouwprocessen   |
| B1     | Gebruiksfase & emissies   |
| C1     | Sloop processen   |
| C2     | Transport naar afvalverwerkingslocaties                           |
| C3     | Afvalverwerkingsprocessen – recycling                             |
| C4     | Afvalverwerkingsprocessen – stort                                 |
| D      | Milieulasten en -baten buiten de systeemgrenzen van de toepassing |





Figuur 1. Procesboom

### 2.3.1. Grondstoffen en processen (A1 & A3)

Tabel 2a geeft de database processen (Ecoinvent of NMD basisproces), de transportafstanden en hoeveelheden van de grondstoffen in module A1.

Er is contact geweest met grondstofleveranciers. Deze hadden echter alleen voor Nederland ongeschikte LCA's beschikbaar.

Kapitaalgoederen binnen het productieproces, waaronder stalen mallen, menginstallaties en interne transportmiddelen, zijn niet meegenomen omdat deze pas na jaren gebruik vervangen worden.

Als voorbeeld: per jaar worden minimaal 165 elementen per mal van 300 kg staal geproduceerd. Ervaring leert dat dit soort mallen meer dan 20 jaar meegaan, waardoor de toekenning per element minder dan 90 gram staal per m<sup>2</sup> wordt.

Dit is veel kleiner dan 1% van de massabalans en is daarom achterwege gelaten.

Tabel 2a. Module A1 - Grondstoffen per functionele eenheid

| Product | Grondstof                  | Afstand A2 [km] | Toeleverancier       | Database proces  | Hoeveelheid [kg] |
|---------|----------------------------|-----------------|----------------------|--|------------------|
| HPC     | Zand                       | 66              | Van Nieuwpoort Groep | Zand 0-4, in en nabij Nederland geproduceerd door Cascade-leden (A1-A3), c2 - NMDv3.7  | 32,49            |
|         | Calcitec CB90              | 78              | De Hoop              | Lime {Europe without Switzerland}  lime production, milled, loose   Cut-off, U   | 12               |
|         | Microsilica                | 31              | Elkem                | Silica fume, densified {GLO}  market for   Cut-off, U  | 1,89             |
|         | Aalborg white CEM I 52,5 R | 31              | Aalborg              | 0172-fab&Cement, CEM I (o.b.v. CEM I 52.5 R) - NMDv3.7   | 18,6             |
|         | Water                      | n/a             | n/a                  | Tap water {Europe without Switzerland}  market for   Cut-off, U  | 5,4              |
|         | ONS-S 2000 C39             | 170             | Tilman               | Polycarboxylates, 40% active substance {RER}  market for polycarboxylates, 40% active substance   Cut-off, U (40%)<br>Tap water {Europe without Switzerland}  market for   Cut-off (60%) | 0,75             |
|         | Glasvezel                  | 570             | Fibre Technologies   | Glass fibre {RER}  production   Cut-off, U   | 0,54             |
| GRC     | Aalborg white CEM I 52,5 R | 31              | Aalborg              | 0172-fab&Cement, CEM I (o.b.v. CEM I 52.5 R) - NMDv3.7   | 17,16            |
|         | Zand                       | 149             | Van Nieuwpoort Groep | Zand 0-4, in en nabij Nederland geproduceerd door Cascade-leden (A1-A3), c2 - NMDv3.7  | 17,16            |
|         | Polymer Polycure FT        | 570             | Fibre Technologies   | Acrylic filler {RER}  production   Cut-off, U  | 1,72             |
|         | Plasticiser Flowaid FT     | 570             | Fibre Technologies   | Polycarboxylates, 40% active substance {RER}  market for polycarboxylates, 40% active substance   Cut-off, U   | 0,09             |
|         | Water                      | n/a             | n/a                  | Tap water {Europe without Switzerland}  market for   Cut-off, U  | 4,6              |
|         | Glasvezel AR2500H103       | 570             | Fibre Technologies   | Glass fibre {RER}  production   Cut-off, U   | 2,13             |

Tabel 2b geeft de database processen (Ecoinvent of NMD basisproces) voor de transport processen in module A2. De transportafstanden staan vermeld in tabel 2a.

Tabel 2b. Module A2 – transportprocessen per grondstof

| Proces | Database proces |
|--------|-----------------|
|--------|-----------------|

|             |  |
|-------------|--|
| Vrachtwagen | Transport, freight, lorry, unspecified {RER}  market for transport, freight, lorry, unspecified   Cut-off, U |
|-------------|--|

Tabel 2c geeft de database processen (Ecoinvent of NMD basisproces) voor de productieprocessen in module A3.

Het bedrijf beschikt over voldoende zonnepanelen om in zijn gehele elektriciteitsverbruik te voorzien. In dit verbruik zitten ook de elektrische heftrucks verwerkt.

Tabel 2c. Module A3 - productieprocessen per functionele eenheid

| Productie proces                      | Database proces   | Hoeveelheid per functionele eenheid |
|---------------------------------------|---|-------------------------------------|
| Elektriciteitsverbruik (PV opwekking) | Electricity, low voltage {NL}  electricity production, photovoltaic, 3kWp slanted-roof installation, single-Si, panel, mounted   Cut-off, U | 10 kWh                              |
| Productieafval                        | Percentage van de in tabel 2a benoemde grondstof hoeveelheden   | 3%                                  |

Voor het transport in module A4 is eveneens gebruik gemaakt van het transportproces onder module A2 (zie tabel 2b) i.c.m. 150 km transportafstand.

Het gebruikte verpakkingsmateriaal bestaat uit pallets en stalen bokken die hergebruikt worden.

In module A5 (bouwplaatsprocessen) is er gerekend met het hijskraanproces <0121-pro&Kraan hydr.tele. band, per uur (o.b.v. 263 kWh Diesel, burned in building machine {GLO}| market for | Cut-off, U)>. Hierbij is de gebruikstijd van de kraan vastgesteld op 5 minuten per functionele eenheid, op aangeven van mbX.

Het hijskraanproces kan indien gewenst ook met een elektrisch model worden uitgevoerd. Hierbij zou 40% van het energieverbruik van een dieselkraan gerekend moeten worden omdat de dieselkranen een energie efficiëntie van ca. 40% hebben. Het elektriciteitsverbruik hiervoor zou dan 40% van 263 kWh, ofwel 105 kWh zijn.

### 2.3.2. Gebruiksfase / onderhoud (B)

Vanwege de buiten toepassing van de producten is er besloten om de uitlogging mee te nemen in de berekeningen. Hiervoor zijn de relevante immissiegegevens voor betonproducten van 2006 uit het rapport "MONITORING KWALITEIT BOUWSTOFFEN 2006" van RIVM gebruikt.

Tabel 2d. Module B – immissiegegevens per functionele eenheid over de gehele levensduur

| Component | Immissie [mg/m <sup>3</sup> ] |
|-----------|-------------------------------|
| Barium    | 493,50                        |
| Chroom    | 23,10                         |
| Vanadium  | 35,70                         |
| Fluoride  | 746                           |
| Chloride  | 402                           |
| Sulfaat   | 5492                          |

Onderhoud of vervangingen zijn alleen noodzakelijk als gevolg van incidenten zoals stormschade. Modules B2 tot en met B5 zijn hierom buiten beschouwing gelaten.

### 2.3.3. Sloop (C1)

Aan het eind van de gebruiksfase worden de wanden gesloopt en gebroken. Tabel 3a geeft de gehanteerde sloopprocessen per product welke zijn overgenomen uit de categorie rapporten voor beton.

Tabel 3a. Module C1 – sloop processen per functionele eenheid

| Sloop proces | Hoeveelheid materiaal [kg]                       | Database proces   |
|--------------|--|---|
| Breken       | Per m3 product (afhankelijk van de productdikte) | 0095-pro&Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) processing   Cut-off, U) 5,2 l<br>0115-pro&Graafmachine, per uur (o.b.v. 572 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) market for   Cut-off, U) 0,06 hr |

#### 2.3.4. Transport (C2)

De afvalmaterialen dienen te worden afgevoerd naar erkende verwerkers. Tabel 3b geeft de bijbehorende transport processen per afvalmateriaal in module C2. De transportafstanden bedragen 50 km voor recycling en 150 km voor stort.

Tabel 3b. Module C2 – transport processen per afvalmateriaal

| Transport proces | Hoeveelheid materiaal [kg] | Database proces   |
|------------------|----------------------------|---|
| Vrachtwagen      | HPC: 71,67<br>GRC: 42,86   | Transport, freight, lorry, unspecified {RER}   market for transport, freight, lorry, unspecified   Cut-off, U |

#### 2.3.5. Afvalbewerking (C3)

Het materiaal wordt verwerkt bij brekers. Een gedeelte van het vrijgekomen afvalmateriaal wordt gerecycled. De recycling percentages zijn ofwel conform de Bepalingsmethode (1) of door opgave van de opdrachtgever (2). De recyclingprocessen en percentages staan weergegeven in tabel 3c.

Tabel 3c. Module C3 – recycling processen per afvalmateriaal

| Proces | Percentage | Database proces             |
|--------|------------|-----------------------------|
| Breken | 99% (1)    | SBK Breken steenachtig MRPI |

#### 2.3.6. Stort (C4)

Een gedeelte van het vrijgekomen afvalmateriaal wordt gestort. De stort percentages zijn ofwel conform de Bepalingsmethode (1) of door opgave van de opdrachtgever (2). De stortprocessen en percentages staan weergegeven in tabel 3d.

Tabel 3d. Module C4 – stort processen per afvalmateriaal

| Proces | Percentage | Database proces   |
|--------|------------|---|
| Stort  | 1 % (1)    | 0240-sto&Stort beton, cellenbeton (o.b.v. Waste concrete {Europe without Switzerland}) treatment of waste concrete, inert material landfill   Cut-off, U) |

#### 2.3.7. Milieulasten en -baten buiten de systeemgrenzen van de toepassing (D)

Het gerecyclede wordt toegepast als equivalent van een primaire grondstof. De stort van secundair materiaal zorgt er juist voor dat er een equivalent aan nieuw primair materiaal gewonnen dient te worden. Beide staan weergegeven in tabel 4.

Tabel 4. Module D – grondstof equivalenten buiten de systeemgrenzen

| Materiaal | Recycling [kg]           | Stort [kg]             | Database proces  |
|-----------|--------------------------|------------------------|--|
| Grind     | HPC: 70,95<br>GRC: 42,43 | HPC: 0,72<br>GRC: 0,43 | 0271-reD&Module D, grind, per kg NETTO geleverd granulaat/grind (vermeden: Gravel, round {RoW}) gravel and sand quarry operation   Cut-off, U) |

## 2.4. Verzameling van input en output gegevens

Door mbX zijn procesgegevens verzameld. De gegevens zijn verzameld met de door SGS INTRON opgestelde vragenlijst over het basisjaar 2023. Input- en outputgegevens zijn verzameld voor de volgende datacategorieën:

- Grondstoffen en processen;
- Energiegebruik;
- Productieafval.

In bijlage A is een beschrijving gegeven van de representativiteit van de gegevensverzameling. Ook is in bijlage A een overzicht opgenomen van het gebruik van achtergrondgegevens en literatuurdata uit de basisprocessendatabase van de Nationale Milieudatabase en de Ecoinvent database.

## 2.5. Datakwaliteit en validatie van economische stromen

De validatie van gegevens die door mbX beschikbaar zijn gesteld zijn gevalideerd op proces- en bedrijfsniveau. SGS INTRON acht de massa- en energiebalans dekkend. Tevens heeft mbX gegevens beschikbaar gesteld over productie uitval en het ontstaan van afval. Deze gegevens zijn gebruikt om de bruto verbruikscijfers af te leiden.

De verzamelde gegevens en de LCA berekeningen zijn besproken in het projectteam en beoordeeld op betrouwbaarheid, compleetheid en representativiteit. Een volledige beschrijving van datakwaliteit op basis van de daarvoor beschikbare methode uit de SBK bepalingmethode is opgenomen in bijlage A.

Voor basisprocessen is gebruik gemaakt van het SimaPro bestand van de Nationale Milieudatabase 3.5 en Ecoinvent 3.6.

De lijst met ingrepen is beschikbaar in bijlage D. De naamgeving van ingrepen sluit aan bij de naamgeving uit SimaPro 8. Door het gebruik van CAS-nummers is een mogelijk misverstand over de ingrepen klein. Voor de ingrepen uit de standaardlijst uit de EN 15804 die niet in bijlage E van dit rapport staan is onbekend of de ingreep plaatsvindt. SGS INTRON verwacht niet dat ingrepen zijn weggelaten die redelijkerwijs kunnen voorkomen in een hoeveelheid die de uitkomsten van de LCA beïnvloeden. Hiermee is aan de eisen voor de compleetheid van individuele ingrepen voldaan.

De stoffen die wel in de LCA inventarisatie voorkomen, maar niet zijn gedefinieerd in de gebruikte LCIA methode (CML-2), zijn opgenomen in bijlage E. SGS INTRON verwacht niet dat er stoffen zijn die ten onrechte niet zijn gekarakteriseerd omdat uitsluitend is gerekend met gegevens uit de processendatabase, Ecoinvent of LCA gegevens die eerder al zijn getoetst.

Er zijn LCA gegevens bij de grondstoffen leveranciers opgevraagd. Deze hadden alleen buitenlandse LCA gegevens beschikbaar die niet geschikt zijn voor de berekeningen voor de Nederlandse markt.

## 2.6. Berekeningsprocedures

- De milieu-ingrepen zijn bepaald met de methoden die zijn omschreven in de Bepalingmethode. De LCA berekeningen zijn uitgevoerd conform EN 15804+A1:2013 en EN 15804+A2:2019;
- Bij berekening van de energiestromen is rekening gehouden met de gebruikte brandstoffen en elektriciteitsbronnen, winning en transport van de brandstoffen, rendement van de omzetting en de distributie van de energiestroom. Tevens is gerekend met de calorische onderwaarde (LHV).

- De regels voor allocatie bij multi-input, -output, recycling- en hergebruikprocessen uit de Bepalingsmethode zijn gevolgd voor alle materialen.
- Voor Ecoinvent processen is gerekend inclusief de infrastructuurprocessen (kapitaalgoederen)
- Voor Ecoinvent processen voor stort is gerekend exclusief lange termijn emissies.

## 2.7. Allocatie

Binnen de LCA zijn een aantal milieu-ingrepen die moeten worden verdeeld over meerdere processen of productsystemen. Dit geldt voor multi-invoer, multi-uitvoer, hergebruik- en recyclingprocessen. Voor stortprocessen is uitgegaan van de chemische samenstellingen conform de Ecoinvent methode.

## 2.8. Projectdossier

Het projectdossier bestaat uit het u voorliggende rapport (inclusief het Excelbestand met bijlagen), een dossiermap bij SGS INTRON en de SimaPro-database van dit project. Uit deze bronnen is de volledige onderbouwing van de LCA te herleiden.



### 3. Resultaten

### 3.1. Berekening milieuprofiel en milieuparameters

Tabel 5. Milieuprofiel van HPC behorende bij de functionele eenheid

| Effectcategorie     | Eenheid      | Totaal   | A1       | A2       | A3       | A4       | A5       | B1       | C1       | C2       | C3       | C4       | D         |
|---------------------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| ECI - Set 1         | [€]          | 3,22E+00 | 1,61E+00 | 6,74E-02 | 1,84E-01 | 1,70E-01 | 9,58E-01 | 1,23E-01 | 8,03E-02 | 5,76E-02 | 1,19E-02 | 5,23E-04 | -3,74E-02 |
| ADPE                | kg Sb eq     | 2,69E-04 | 8,35E-05 | 1,46E-05 | 1,24E-04 | 3,66E-05 | 1,11E-05 | 0,00E+00 | 9,29E-07 | 1,24E-05 | 3,29E-07 | 3,45E-08 | -1,48E-05 |
| ADPF                | kg Sb eq     | 1,42E-01 | 6,62E-02 | 4,10E-03 | 7,56E-03 | 1,03E-02 | 4,72E-02 | 0,00E+00 | 3,95E-03 | 3,50E-03 | 8,15E-04 | 5,05E-05 | -1,96E-03 |
| GWP                 | kg CO2 eq    | 3,45E+01 | 2,34E+01 | 5,58E-01 | 1,07E+00 | 1,40E+00 | 7,15E+00 | 0,00E+00 | 5,99E-01 | 4,77E-01 | 1,15E-01 | 3,70E-03 | -2,91E-01 |
| ODP                 | kg CFC-11 eq | 2,28E-06 | 3,94E-07 | 1,04E-07 | 9,95E-08 | 2,60E-07 | 1,24E-06 | 0,00E+00 | 1,04E-07 | 8,85E-08 | 1,26E-08 | 1,23E-09 | -2,54E-08 |
| POCP                | kg C2H4      | 1,45E-02 | 4,46E-03 | 3,35E-04 | 8,06E-04 | 8,42E-04 | 7,28E-03 | 0,00E+00 | 6,10E-04 | 2,86E-04 | 6,58E-05 | 3,95E-06 | -2,15E-04 |
| AP                  | kg SO2 eq    | 1,11E-01 | 3,64E-02 | 2,40E-03 | 7,10E-03 | 6,04E-03 | 5,39E-02 | 0,00E+00 | 4,52E-03 | 2,05E-03 | 5,33E-04 | 2,71E-05 | -1,65E-03 |
| EP                  | kg PO4-- eq  | 2,43E-02 | 8,31E-03 | 4,80E-04 | 7,78E-04 | 1,21E-03 | 1,22E-02 | 0,00E+00 | 1,03E-03 | 4,10E-04 | 1,19E-04 | 5,23E-06 | -2,69E-04 |
| HTP                 | kg 1,4-DB eq | 7,15E+00 | 2,01E+00 | 2,39E-01 | 9,12E-01 | 6,00E-01 | 2,65E+00 | 4,24E-01 | 2,22E-01 | 2,04E-01 | 2,74E-02 | 1,67E-03 | -1,35E-01 |
| FAETP               | kg 1,4-DB eq | 5,57E-01 | 3,61E-02 | 6,99E-03 | 1,90E-02 | 1,76E-02 | 3,68E-02 | 4,33E-01 | 3,09E-03 | 5,98E-03 | 4,72E-04 | 3,97E-05 | -2,09E-03 |
| MAETP               | kg 1,4-DB eq | 1,18E+03 | 1,36E+02 | 2,50E+01 | 8,98E+01 | 6,28E+01 | 1,28E+02 | 7,17E+02 | 1,07E+01 | 2,14E+01 | 1,78E+00 | 1,42E-01 | -8,67E+00 |
| TETP                | kg 1,4-DB eq | 3,35E-02 | 2,21E-02 | 8,46E-04 | 3,37E-03 | 2,13E-03 | 4,36E-03 | 0,00E+00 | 3,65E-04 | 7,23E-04 | 3,36E-04 | 4,20E-06 | -7,00E-04 |
| GWP-total           | kg CO2 eq    | 3,52E+01 | 2,40E+01 | 5,63E-01 | 1,10E+00 | 1,42E+00 | 7,23E+00 | 0,00E+00 | 6,06E-01 | 4,81E-01 | 1,17E-01 | 3,78E-03 | -2,99E-01 |
| GWP-fossil          | kg CO2 eq    | 3,49E+01 | 2,37E+01 | 5,63E-01 | 1,09E+00 | 1,41E+00 | 7,22E+00 | 0,00E+00 | 6,06E-01 | 4,81E-01 | 1,17E-01 | 3,77E-03 | -2,98E-01 |
| GWP-biogenic        | kg CO2 eq    | 2,57E-01 | 2,49E-01 | 3,42E-04 | 4,26E-03 | 8,59E-04 | 2,01E-03 | 0,00E+00 | 1,68E-04 | 2,92E-04 | 6,75E-04 | 7,48E-06 | -1,37E-03 |
| GWP-luluc           | kg CO2 eq    | 1,03E-02 | 7,22E-03 | 1,99E-04 | 1,94E-03 | 5,01E-04 | 5,69E-04 | 0,00E+00 | 4,77E-05 | 1,70E-04 | 2,22E-05 | 1,05E-06 | -3,20E-04 |
| ODP_A2              | kg CFC11 eq  | 2,73E-06 | 3,92E-07 | 1,30E-07 | 9,67E-08 | 3,26E-07 | 1,56E-06 | 0,00E+00 | 1,31E-07 | 1,11E-07 | 1,51E-08 | 1,55E-09 | -2,97E-08 |
| AP_A2               | mol H+ eq    | 1,52E-01 | 4,92E-02 | 3,21E-03 | 8,44E-03 | 8,06E-03 | 7,56E-02 | 0,00E+00 | 6,34E-03 | 2,74E-03 | 7,32E-04 | 3,58E-05 | -2,15E-03 |
| EP-freshwater       | kg P eq      | 4,30E-03 | 4,17E-03 | 4,63E-06 | 8,55E-05 | 1,16E-05 | 2,63E-05 | 0,00E+00 | 2,21E-06 | 3,96E-06 | 3,63E-06 | 4,23E-08 | -1,10E-05 |
| EP-marine           | kg N eq      | 5,41E-02 | 1,20E-02 | 1,15E-03 | 1,21E-03 | 2,88E-03 | 3,34E-02 | 0,00E+00 | 2,80E-03 | 9,81E-04 | 2,91E-04 | 1,23E-05 | -6,16E-04 |
| EP-terrestrial      | mol N eq     | 6,24E-01 | 1,63E-01 | 1,26E-02 | 1,34E-02 | 3,18E-02 | 3,66E-01 | 0,00E+00 | 3,07E-02 | 1,08E-02 | 3,23E-03 | 1,36E-04 | -7,14E-03 |
| POCP_A2             | kg NMVOC eq  | 1,63E-01 | 3,49E-02 | 3,61E-03 | 4,35E-03 | 9,09E-03 | 1,01E-01 | 0,00E+00 | 8,44E-03 | 3,09E-03 | 8,79E-04 | 3,95E-05 | -1,97E-03 |
| ADP-minerals&metals | kg Sb eq     | 2,69E-04 | 8,35E-05 | 1,46E-05 | 1,24E-04 | 3,66E-05 | 1,11E-05 | 0,00E+00 | 9,29E-07 | 1,24E-05 | 3,29E-07 | 3,45E-08 | -1,48E-05 |
| ADP-fossil          | MJ           | 2,83E+02 | 1,26E+02 | 8,64E+00 | 1,36E+01 | 2,17E+01 | 9,94E+01 | 0,00E+00 | 8,34E+00 | 7,38E+00 | 1,57E+00 | 1,06E-01 | -3,71E+00 |

|        |              |           |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |
|--------|--------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| WDP    | m3 depriv.   | -1,88E-01 | 3,05E+00 | 2,65E-02 | 7,65E-01 | 6,67E-02 | 1,33E-01 | 0,00E+00 | 1,12E-02 | 2,27E-02 | 7,10E-03 | 4,73E-03 | -4,27E+00 |
| PM     | disease inc. | 2,80E-06  | 3,66E-07 | 5,08E-08 | 6,73E-08 | 1,28E-07 | 2,00E-06 | 0,00E+00 | 1,68E-07 | 4,34E-08 | 1,61E-08 | 6,95E-10 | -3,70E-08 |
| IRP    | kBq U-235 eq | 1,16E+00  | 4,98E-01 | 3,78E-02 | 4,33E-02 | 9,49E-02 | 4,26E-01 | 0,00E+00 | 3,57E-02 | 3,23E-02 | 4,96E-03 | 4,33E-04 | -1,50E-02 |
| ETP-fw | CTUe         | 5,57E+02  | 4,09E+02 | 7,01E+00 | 5,65E+01 | 1,76E+01 | 5,99E+01 | 8,75E-01 | 5,03E+00 | 6,00E+00 | 1,27E+00 | 6,84E-02 | -5,99E+00 |
| HTP-c  | CTUe         | 8,65E-09  | 3,00E-09 | 2,50E-10 | 1,25E-09 | 6,28E-10 | 2,09E-09 | 1,22E-09 | 1,76E-10 | 2,14E-10 | 3,01E-11 | 1,60E-12 | -2,22E-10 |
| HTP-nc | CTUe         | 3,93E-07  | 2,42E-07 | 8,36E-09 | 5,94E-08 | 2,10E-08 | 5,15E-08 | 4,51E-09 | 4,31E-09 | 7,15E-09 | 8,51E-10 | 4,87E-11 | -6,26E-09 |
| SQP    | Pt           | 9,18E+01  | 4,61E+01 | 7,39E+00 | 4,02E+00 | 1,86E+01 | 1,27E+01 | 0,00E+00 | 1,06E+00 | 6,32E+00 | 2,61E-01 | 2,21E-01 | -4,79E+00 |
| PERE   | MJ           | 4,87E+01  | 7,06E+00 | 1,24E-01 | 4,07E+01 | 3,12E-01 | 5,38E-01 | 0,00E+00 | 4,51E-02 | 1,06E-01 | 8,91E-02 | 8,53E-04 | -2,57E-01 |
| PERM   | MJ           | 4,25E-01  | 4,25E-01 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00  |
| PERT   | MJ           | 4,91E+01  | 7,48E+00 | 1,24E-01 | 4,07E+01 | 3,12E-01 | 5,38E-01 | 0,00E+00 | 4,51E-02 | 1,06E-01 | 8,91E-02 | 8,53E-04 | -2,57E-01 |
| PENRE  | MJ           | 2,89E+02  | 1,22E+02 | 9,17E+00 | 1,45E+01 | 2,31E+01 | 1,06E+02 | 0,00E+00 | 8,85E+00 | 7,84E+00 | 1,67E+00 | 1,12E-01 | -3,94E+00 |
| PENRM  | MJ           | 0,00E+00  | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00  |
| PENRT  | MJ           | 2,89E+02  | 1,22E+02 | 9,17E+00 | 1,45E+01 | 2,31E+01 | 1,06E+02 | 0,00E+00 | 8,85E+00 | 7,84E+00 | 1,67E+00 | 1,12E-01 | -3,94E+00 |
| SM     | kg           | 6,40E-01  | 6,40E-01 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00  |
| RSF    | MJ           | 1,21E+01  | 1,21E+01 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00  |
| NRSF   | MJ           | 1,98E+01  | 1,98E+01 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00  |
| FW     | m3           | 3,45E-02  | 9,74E-02 | 9,78E-04 | 2,66E-02 | 2,46E-03 | 5,12E-03 | 0,00E+00 | 4,29E-04 | 8,36E-04 | 5,23E-04 | 1,13E-04 | -1,00E-01 |
| HWD    | kg           | 1,47E-03  | 6,02E-04 | 2,21E-05 | 4,84E-04 | 5,55E-05 | 2,71E-04 | 0,00E+00 | 2,27E-05 | 1,89E-05 | 2,73E-06 | 1,58E-07 | -7,51E-06 |
| NHWD   | kg           | 4,31E+00  | 7,87E-01 | 5,35E-01 | 1,65E-01 | 1,35E+00 | 1,18E-01 | 0,00E+00 | 9,87E-03 | 4,58E-01 | 2,18E-01 | 7,16E-01 | -4,03E-02 |
| RWD    | kg           | 2,96E-02  | 2,86E-02 | 5,87E-05 | 3,59E-05 | 1,48E-04 | 6,90E-04 | 0,00E+00 | 5,79E-05 | 5,02E-05 | 7,03E-06 | 6,93E-07 | -1,63E-05 |
| CRU    | kg           | 0,00E+00  | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00  |
| MFR    | kg           | 0,00E+00  | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00  |
| MER    | kg           | 0,00E+00  | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00  |
| EEE    | MJ           | 0,00E+00  | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00  |
| ETE    | MJ           | 0,00E+00  | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00  |

Tabel 6. Milieuprofiel van GRC behorende bij de functionele eenheid

| Effectcategorie     | Eenheid      | Totaal   | A1       | A2       | A3       | A4       | A5       | B1       | C1       | C2       | C3       | C4       | D         |
|---------------------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| ECI - Set 1         | [€]          | 3,02E+00 | 1,53E+00 | 7,02E-02 | 1,79E-01 | 9,90E-02 | 9,58E-01 | 1,23E-01 | 4,02E-02 | 3,37E-02 | 6,95E-03 | 3,05E-04 | -2,18E-02 |
| ADPE                | kg Sb eq     | 2,51E-04 | 8,33E-05 | 1,52E-05 | 1,21E-04 | 2,14E-05 | 1,11E-05 | 0,00E+00 | 4,64E-07 | 7,27E-06 | 1,92E-07 | 2,02E-08 | -8,67E-06 |
| ADPF                | kg Sb eq     | 1,33E-01 | 6,51E-02 | 4,27E-03 | 7,37E-03 | 6,02E-03 | 4,72E-02 | 0,00E+00 | 1,98E-03 | 2,05E-03 | 4,76E-04 | 2,95E-05 | -1,15E-03 |
| GWP                 | kg CO2 eq    | 3,17E+01 | 2,16E+01 | 5,82E-01 | 1,05E+00 | 8,20E-01 | 7,15E+00 | 0,00E+00 | 3,00E-01 | 2,79E-01 | 6,73E-02 | 2,16E-03 | -1,70E-01 |
| ODP                 | kg CFC-11 eq | 2,07E-06 | 3,83E-07 | 1,08E-07 | 9,70E-08 | 1,52E-07 | 1,24E-06 | 0,00E+00 | 5,19E-08 | 5,17E-08 | 7,37E-09 | 7,21E-10 | -1,48E-08 |
| POCP                | kg C2H4      | 1,39E-02 | 4,57E-03 | 3,49E-04 | 7,86E-04 | 4,92E-04 | 7,28E-03 | 0,00E+00 | 3,05E-04 | 1,67E-04 | 3,84E-05 | 2,30E-06 | -1,26E-04 |
| AP                  | kg SO2 eq    | 1,07E-01 | 3,72E-02 | 2,50E-03 | 6,93E-03 | 3,53E-03 | 5,39E-02 | 0,00E+00 | 2,26E-03 | 1,20E-03 | 3,11E-04 | 1,58E-05 | -9,65E-04 |
| EP                  | kg PO4--- eq | 2,25E-02 | 7,65E-03 | 5,00E-04 | 7,58E-04 | 7,05E-04 | 1,22E-02 | 0,00E+00 | 5,13E-04 | 2,40E-04 | 6,93E-05 | 3,05E-06 | -1,57E-04 |
| HTP                 | kg 1,4-DB eq | 6,85E+00 | 2,12E+00 | 2,49E-01 | 8,90E-01 | 3,51E-01 | 2,65E+00 | 4,24E-01 | 1,11E-01 | 1,19E-01 | 1,60E-02 | 9,78E-04 | -7,87E-02 |
| FAETP               | kg 1,4-DB eq | 5,88E-01 | 7,84E-02 | 7,29E-03 | 1,85E-02 | 1,03E-02 | 3,68E-02 | 4,33E-01 | 1,54E-03 | 3,49E-03 | 2,76E-04 | 2,32E-05 | -1,22E-03 |
| MAETP               | kg 1,4-DB eq | 1,18E+03 | 1,69E+02 | 2,60E+01 | 8,77E+01 | 3,67E+01 | 1,28E+02 | 7,17E+02 | 5,37E+00 | 1,25E+01 | 1,04E+00 | 8,30E-02 | -5,07E+00 |
| TETP                | kg 1,4-DB eq | 3,07E-02 | 2,06E-02 | 8,81E-04 | 3,29E-03 | 1,24E-03 | 4,36E-03 | 0,00E+00 | 1,83E-04 | 4,22E-04 | 1,96E-04 | 2,46E-06 | -4,09E-04 |
| GWP-total           | kg CO2 eq    | 3,23E+01 | 2,21E+01 | 5,87E-01 | 1,07E+00 | 8,27E-01 | 7,23E+00 | 0,00E+00 | 3,03E-01 | 2,81E-01 | 6,85E-02 | 2,21E-03 | -1,75E-01 |
| GWP-fossil          | kg CO2 eq    | 3,20E+01 | 2,18E+01 | 5,86E-01 | 1,07E+00 | 8,26E-01 | 7,22E+00 | 0,00E+00 | 3,03E-01 | 2,81E-01 | 6,81E-02 | 2,20E-03 | -1,74E-01 |
| GWP-biogenic        | kg CO2 eq    | 2,34E-01 | 2,28E-01 | 3,56E-04 | 4,15E-03 | 5,02E-04 | 2,01E-03 | 0,00E+00 | 8,42E-05 | 1,71E-04 | 3,94E-04 | 4,37E-06 | -8,01E-04 |
| GWP-luluc           | kg CO2 eq    | 9,74E-03 | 6,83E-03 | 2,08E-04 | 1,89E-03 | 2,92E-04 | 5,69E-04 | 0,00E+00 | 2,39E-05 | 9,94E-05 | 1,30E-05 | 6,14E-07 | -1,87E-04 |
| ODP_A2              | kg CFC11 eq  | 2,48E-06 | 3,82E-07 | 1,35E-07 | 9,42E-08 | 1,90E-07 | 1,56E-06 | 0,00E+00 | 6,54E-08 | 6,48E-08 | 8,83E-09 | 9,08E-10 | -1,74E-08 |
| AP_A2               | mol H+ eq    | 1,45E-01 | 4,93E-02 | 3,34E-03 | 8,23E-03 | 4,71E-03 | 7,56E-02 | 0,00E+00 | 3,17E-03 | 1,60E-03 | 4,27E-04 | 2,09E-05 | -1,26E-03 |
| EP-freshwater       | kg P eq      | 3,90E-03 | 3,78E-03 | 4,82E-06 | 8,34E-05 | 6,80E-06 | 2,63E-05 | 0,00E+00 | 1,10E-06 | 2,31E-06 | 2,12E-06 | 2,47E-08 | -6,42E-06 |
| EP-marine           | kg N eq      | 5,01E-02 | 1,09E-02 | 1,19E-03 | 1,18E-03 | 1,68E-03 | 3,34E-02 | 0,00E+00 | 1,40E-03 | 5,73E-04 | 1,70E-04 | 7,20E-06 | -3,60E-04 |
| EP-terrestrial      | mol N eq     | 5,77E-01 | 1,47E-01 | 1,32E-02 | 1,31E-02 | 1,86E-02 | 3,66E-01 | 0,00E+00 | 1,53E-02 | 6,31E-03 | 1,89E-03 | 7,93E-05 | -4,17E-03 |
| POCP_A2             | kg NMVOC eq  | 1,52E-01 | 3,25E-02 | 3,76E-03 | 4,24E-03 | 5,31E-03 | 1,01E-01 | 0,00E+00 | 4,22E-03 | 1,80E-03 | 5,13E-04 | 2,30E-05 | -1,15E-03 |
| ADP-minerals&metals | kg Sb eq     | 2,51E-04 | 8,33E-05 | 1,52E-05 | 1,21E-04 | 2,14E-05 | 1,11E-05 | 0,00E+00 | 4,64E-07 | 7,27E-06 | 1,92E-07 | 2,02E-08 | -8,67E-06 |
| ADP-fossil          | MJ           | 2,66E+02 | 1,24E+02 | 9,00E+00 | 1,32E+01 | 1,27E+01 | 9,94E+01 | 0,00E+00 | 4,17E+00 | 4,31E+00 | 9,15E-01 | 6,16E-02 | -2,17E+00 |
| WDP                 | m3 depriv.   | 1,18E+00 | 2,71E+00 | 2,76E-02 | 7,47E-01 | 3,89E-02 | 1,33E-01 | 0,00E+00 | 5,58E-03 | 1,32E-02 | 4,15E-03 | 2,76E-03 | -2,49E+00 |
| PM                  | disease inc. | 2,63E-06 | 3,43E-07 | 5,29E-08 | 6,56E-08 | 7,46E-08 | 2,00E-06 | 0,00E+00 | 8,38E-08 | 2,54E-08 | 9,41E-09 | 4,06E-10 | -2,16E-08 |

|        |              |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |
|--------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| IRP    | kBq U-235 eq | 1,06E+00 | 4,70E-01 | 3,93E-02 | 4,23E-02 | 5,54E-02 | 4,26E-01 | 0,00E+00 | 1,79E-02 | 1,89E-02 | 2,90E-03 | 2,53E-04 | -8,75E-03 |
| ETP-fw | CTUe         | 4,92E+02 | 3,55E+02 | 7,31E+00 | 5,52E+01 | 1,03E+01 | 5,99E+01 | 8,75E-01 | 2,51E+00 | 3,50E+00 | 7,42E-01 | 4,00E-02 | -3,50E+00 |
| HTP-c  | CTUe         | 8,79E-09 | 3,53E-09 | 2,60E-10 | 1,22E-09 | 3,67E-10 | 2,09E-09 | 1,22E-09 | 8,78E-11 | 1,25E-10 | 1,76E-11 | 9,00E-13 | -1,29E-10 |
| HTP-nc | CTUe         | 3,70E-07 | 2,32E-07 | 8,71E-09 | 5,80E-08 | 1,23E-08 | 5,15E-08 | 4,51E-09 | 2,16E-09 | 4,17E-09 | 4,97E-10 | 2,84E-11 | -3,65E-09 |
| SQP    | Pt           | 7,26E+01 | 3,57E+01 | 7,70E+00 | 3,92E+00 | 1,08E+01 | 1,27E+01 | 0,00E+00 | 5,32E-01 | 3,69E+00 | 1,53E-01 | 1,29E-01 | -2,80E+00 |
| PERE   | MJ           | 4,76E+01 | 7,02E+00 | 1,29E-01 | 3,97E+01 | 1,82E-01 | 5,38E-01 | 0,00E+00 | 2,25E-02 | 6,19E-02 | 5,21E-02 | 4,98E-04 | -1,50E-01 |
| PERM   | MJ           | 3,83E-01 | 3,83E-01 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00  |
| PERT   | MJ           | 4,80E+01 | 7,41E+00 | 1,29E-01 | 3,97E+01 | 1,82E-01 | 5,38E-01 | 0,00E+00 | 2,25E-02 | 6,19E-02 | 5,21E-02 | 4,98E-04 | -1,50E-01 |
| PENRE  | MJ           | 2,73E+02 | 1,22E+02 | 9,55E+00 | 1,41E+01 | 1,35E+01 | 1,06E+02 | 0,00E+00 | 4,43E+00 | 4,58E+00 | 9,75E-01 | 6,55E-02 | -2,30E+00 |
| PENRM  | MJ           | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00  |
| PENRT  | MJ           | 2,73E+02 | 1,22E+02 | 9,55E+00 | 1,41E+01 | 1,35E+01 | 1,06E+02 | 0,00E+00 | 4,43E+00 | 4,58E+00 | 9,75E-01 | 6,55E-02 | -2,30E+00 |
| SM     | kg           | 5,76E-01 | 5,76E-01 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00  |
| RSF    | MJ           | 1,09E+01 | 1,09E+01 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00  |
| NRSF   | MJ           | 1,78E+01 | 1,78E+01 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00  |
| FW     | m3           | 6,40E-02 | 8,78E-02 | 1,02E-03 | 2,60E-02 | 1,44E-03 | 5,12E-03 | 0,00E+00 | 2,15E-04 | 4,88E-04 | 3,06E-04 | 6,58E-05 | -5,84E-02 |
| HWD    | kg           | 1,36E-03 | 5,41E-04 | 2,30E-05 | 4,72E-04 | 3,24E-05 | 2,71E-04 | 0,00E+00 | 1,14E-05 | 1,10E-05 | 1,59E-06 | 9,21E-08 | -4,39E-06 |
| NHWD   | kg           | 3,22E+00 | 8,09E-01 | 5,58E-01 | 1,59E-01 | 7,86E-01 | 1,18E-01 | 0,00E+00 | 4,94E-03 | 2,67E-01 | 1,27E-01 | 4,18E-01 | -2,35E-02 |
| RWD    | kg           | 2,67E-02 | 2,58E-02 | 6,12E-05 | 3,50E-05 | 8,63E-05 | 6,90E-04 | 0,00E+00 | 2,89E-05 | 2,93E-05 | 4,11E-06 | 4,05E-07 | -9,49E-06 |
| CRU    | kg           | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00  |
| MFR    | kg           | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00  |
| MER    | kg           | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00  |
| EEE    | MJ           | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00  |
| ETE    | MJ           | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00  |

### 3.2. Zwaartepuntenanalyse

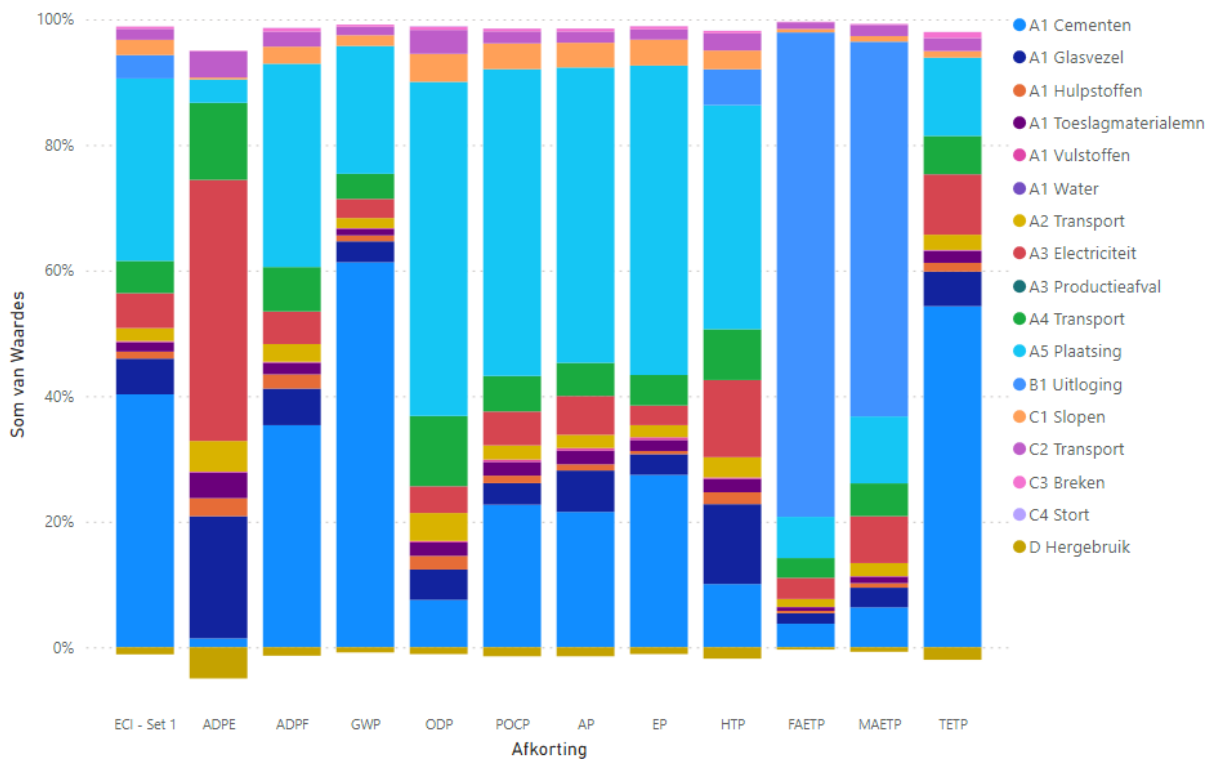
Om de milieuprofielen te duiden is een zwaartepuntenanalyse uitgevoerd. Van elk milieueffect is de totale score op 100% gesteld. De gekleurde delen geven weer welk deel van de totale milieubelasting wordt veroorzaakt door een bepaalde levenscyclusfase of onderliggende processen. Het milieuprofiel is uitgesplitst over de individuele modules uit de levenscyclus en de belangrijkste grondstoffen (cement en staal).

In figuren 2 en 3 zijn de zwaartepunten weergegeven in het milieuprofiel van de twee producten.

Voor veel milieueffecten en de MKI vormt de productie van grondstoffen een belangrijke bijdrage met name de productie van cement. Uitloging draagt enigszins bij aan de MKI via de ecotoxiciteitsindicatoren. Daarnaast levert de plaatsing van de elementen (A5) ook een belangrijke bijdrage

De negatieve effecten in module D worden veroorzaakt door de recycling (de vermeden primaire productie van het grondstoffenequivalent voor het gerecyclede staal) en in mindere mate het uitgespaarde grind door de recycling van beton(granulaat).

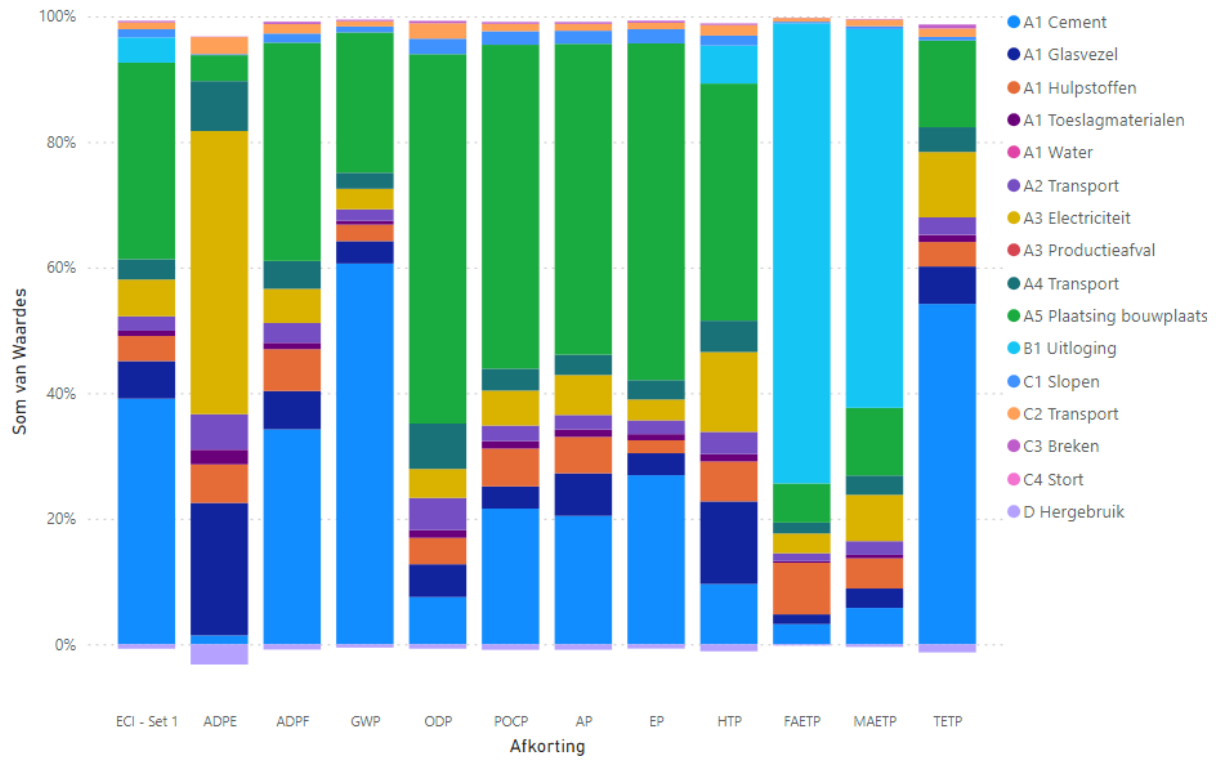
Zwaartepunt Analyse



Figuur 2. Bijdrage van de verschillende effect categorieën aan de MKI van HPC. Grafiek bijbehorend aan tabel 5.



## Zwaartepunt Analyse



Figuur 3. Bijdrage van de verschillende effect categorieën aan de MKI van GRC. Grafiek bijbehorend aan tabel 6.

## 4. Gevoeligheidsanalyse

Omdat de kraan bij het installeren van de panelen zowel met diesel als elektrisch aangedreven kan zijn, is er hiervoor een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd.

De milieuprofielen van HPC en GRC zijn doorgerekend voor een scenario waarbij een kraan aangedreven op diesel wordt gebruikt (profielen in hoofdstuk 3) en twee scenario's met een elektrisch aangedreven kraan. Deze laatste twee scenario's maken het onderscheid tussen grijze en groene stroom. Hierbij is de grijze stroom gemodelleerd als de Nederlandse energiemix <Electricity, low voltage {NL}| market for | Cut-off, U> en de groene stroom als dezelfde kaart waarbij het onderliggend profiel <Electricity, high voltage {NL}| market for | Cut-off, U> is aangepast naar een energiemix van 32,4% wind onshore, 32,4% wind offshore, 4,9% biogas en 30,3% PV.

De MKI-waarden per scenario staan in onderstaande tabel.

Tabel 7. Gevoeligheidsanalyse

| Product | Type → | Diesel | Elektrisch (grijs) | Elektrisch (groen) |
|---------|--------|--------|--------------------|--------------------|
| HPC     |        | 3,22   | 2,85               | 2,37               |
| GRC     |        | 3,02   | 2,65               | 2,16               |

Het gebruik van een elektrisch aangedreven kraan kan de MKI waarde van de producten laten met ongeveer 20%. Wanneer hier gegarandeerde groene stroom voor wordt gebruikt, kan dit zelfs oplopen naar 25 - 40%.

## 5. Bronnen

Nationale Milieudatabase, “Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken”, maart 2022

Nationale Milieudatabase, “NMD-Toetsingsprotocol opname data in de nationale milieudatabase”, mei 2022

EN 15804 (incl. A1:2013 en A2:2019), “Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products”

ISO 14040, “Environmental management - Environmental management -- Life cycle assessment - Principles and framework”, ISO14040:2006

ISO 14044, “Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines”, ISO14044:2006

International Organization for Standardization, ISO/DIS 21930, “Sustainability in building construction – Environmental declaration of building products”, ISO/DIS 21930:2007

International Organization for Standardization, ISO/TR 14025, “Environmental labels and declarations – Type III environmental declarations”, ISO/TR 14025:2000

De Wijs, J. W. M., & Cleven, R. F. M. J. (2007). Monitoring kwaliteit bouwstoffen 2006 - Een vergelijking met de monitoringdata 2003/2004 en 2005.

## Bijlage A. Informatie bij de LCA

| HORIZONTALAAL GEAGGREGEERDE PROCESSEN |  |   |  |   |   |
|---------------------------------------|--|---|--|---|---|
| <b>Te beoordelen</b>                  | Het geheel van de inputs en outputs (economische stromen, met uitzondering van het product, en milieu-ingrepen) van een groepsproces; of de typering van een groepsproces in relatie tot deLCA waarin het wordt gebruikt |   |  |   |   |
| <b>Toepassen bij</b>                  | Een proces dat is gepresenteerd als 'gemiddelde' van een gelijksoortig proces van verschillende productielocaties; of beoordeling van procesgegevens van een groep bij gebruik in een LCA                                |   |  |   |   |
| Indicator<br>Pedigree score           | <b>1</b>   | <b>2</b>  | <b>3</b>   | <b>4</b>  | <b>5</b>  |
| <b>COMPLEETHEID</b>                   |  |   |  |   |   |
| Compleetheid milieu-ingrepen          | Alle milieu-ingrepen uit deLCA-2 lijst* hebben een waarde  | Alle milieu-ingrepen die redelijkerwijs verwacht kunnen worden, hebben een waarde   | Er ontbreken ingrepen die redelijkerwijs wel verwacht kunnen worden, maar dienaar verwachting minder relevant zijn voor het milieuprofiel van het proces | Er ontbreken ingrepen die redelijkerwijs wel verwacht kunnen worden, die naar verwachting relevant zijn voor het milieuprofiel van het proces of waarvan op voorhand niet kan worden beoordeeld of ze relevant zijn | Ontbrekende ingrepen onbekend                                     |
| Voorbeeld                             | Waarde kan ook nul zijn. De waarde mag beredeneerd op nul zijn gezet.  |   |  |   |   |
| Compleetheid economische stromen      | Alle stromen zijn gekwalificeerd en gekwantificeerd  | Alle stromen zijn gekwalificeerd. De stromen die naar verwachting relevant zijn voor het milieuprofiel van het proces, zijn gekwantificeerd   | Alle stromen zijn gekwalificeerd. De grootste van de materiaal- en energiestromen zijn gekwantificeerd   | De economische stromen waarvoor gegevens beschikbaar waren, zijn gekwantificeerd  | De compleetheid van economische stromen is onduidelijk / onbekend |
| Voorbeeld                             | Stromen = grondstoffen, energie, emissies, afval. Bv: Elk additief is benoemd en de hoeveelheid die wordt gebruikt is vermeld  | Bv. Additieven die qua productie samenstelling lijken op het hoofdmateriaal, zijn niet gekwantificeerd Bv. wateremissie niet gekwantificeerd. |  |   |   |
| Massabalans op                        | Sluiting >95%  | Sluiting 90-95%   | Sluiting 80-90%  | Sluiting 70-80%   | Sluiting <70% of onbekend   |

|  |  |   |   |   |  |
|--|--|---|---|---|--|
| procesniveau<br>Voorbeeld  | Massabalans = totale massa ingaande grondstoffen t.o.v. het totaal van producten+emissies+afval  |   |   |   |  |
| Massabalans op bedrijfsniveau<br><br>Voorbeeld   | Van de bedrijven die samen meer dan 80% van het productievolume bepalen, is de massa balans per bedrijf >95% sluitend                        | Van de bedrijven die samen meer dan 80% van het productievolume bepalen, is de massabalans per bedrijf >90% sluitend  | Van de bedrijven die samen meer dan 80% van het productievolume bepalen, is de massabalans per bedrijf naar verwachting sluitend voor >80%  | Van de bedrijven die samen meer dan 80% het productievolume bepalen, is de massabalans per bedrijf >70% sluitend  | Van de bedrijven die samen meer dan 80% van het productievolume bepalen, is de massabalans per bedrijf <70% sluitend of onbekend   |
|  | Massabalans = totale hoeveelheid gebruikte grondstoffen t.o.v. totale productie+afval+emissies (inkoop/verkoop, gecorrigeerd voor voorraden) |   |   |   |  |
| Energiebalans op bedrijfsniveau<br><br>Voorbeeld   | Van de bedrijven die samen meer dan 80% van het productievolume bepalen, is de energiebalans per bedrijf >95% sluitend                       | Van de bedrijven die samen meer dan 80% van het productievolume bepalen, is de energiebalans per bedrijf >90% sluitend  | Van de bedrijven die samen meer dan 80% van het productievolume bepalen, is de energiebalans per bedrijf naar verwachting sluitend voor >80%  | Van de bedrijven die samen meer dan 80% van het productievolume bepalen, is de energiebalans per bedrijf naar verwachting >70% sluitend   | Van de bedrijven die samen meer dan 80% van het productievolume bepalen, is de energiebalans per bedrijf <70% sluitend of onbekend   |
|  | Som van energiegebruik van afzonderlijke processen t.o.v. de energierekening   |   |   |   |  |
| <b>REPRESENTATIVITEIT</b>  |  |   |   |   |  |
| Tijdsgebonden representativiteit van proces t.o.v. jaar van beoordeling<br><br>Voorbeeld | <2 jaar verschil; of (kies de beste optie):<br>Alle onderliggende processen zijn gangbaar voor de periode die in de LCA wordt bestudeerd     | 2-5 jaar verschil; of (kies de beste optie):<br>Een van de onderliggende processen is op details veranderd. Dit leidt naar schatting tot veranderingen van minder dan 5% in de gemiddelde stofstromen | 5-10 jaar verschil; of (kies de beste optie):<br>Een deel van de onderliggende processen is veranderd. Dit leidt naar schatting tot veranderingen tussen 5-20% in de gemiddelde stofstromen | 10-15 jaar verschil; Of (kies de beste optie):<br>De onderliggende processen zijn grotendeels veranderd. Dit kan leiden tot veranderingen van >20% in enkele van de voorkomende stofstromen | >15 jaar verschil of onbekend; of (kies de beste optie):<br>Het proces wordt niet meer toegepast in de onderzochte periode<br>Of: De onderliggende processen zijn grotendeels veranderd. Dit kan voor alle stofstromen leiden tot veranderingen van >20% |
|  | Gegevens zijn uit 1999 en worden in 2000 verstrekt als geldig voor de periode 1999 – 2001  | Gegevens zijn uit 1999 en worden verstrekt in 2003  |   |   |  |

|  |   |  |  |  |   |
|--|---|--|--|--|---|
| Compleetheid aantal locaties / geografische representativiteit   | Alle bedrijven in de groep hebben gegevens aangeleverd                            | Representatieve doorsnede uit de groep wat betreft geografische verschillen in stromen (bijv transportafstand, temperatuursafhankelijkheid, regelgeving).<br>Verschillen evenwichtig vertegenwoordigd in gemiddelde. | Doorsnede uit de groep die geografische verschillen representeert.   | Willekeurige doorsnede uit de groep  | Geografische verschillen niet meegenomen  |
| Geografische representativiteit                                  | Het gebied dat de groep beslaat, staat in directe relatie met het gewenste gebied | Het gebied dat de groep beslaat, beslaat een groter gebied waarbinnen het gewenste gebied valt<br><br>West-Europese gegevens, die worden gebruikt in Nederland   | Het gebied dat de groep beslaat kent gelijkwaardige productieomstandigheden als het gewenste gebied<br><br>Gegevens van producten die in Nederland worden geproduceerd, waarvoor Duitse gegevens worden gebruikt | Het gebied dat de groep beslaat kent gedeeltelijk gelijkwaardige productieomstandigheden | Het gebied dat de groep beslaat kent geheel andere productieomstandigheden / geografische representativiteit onbekend |
| Voorbeeld  |   |  |  |  |   |
| Compleetheid aantal locaties / technologische representativiteit | Alle bedrijven in de groep hebben gegevens aangeleverd                            | Representatieve doorsnede uit de groep wat betreft technologische verschillen.<br>Verschillen evenwichtig vertegenwoordigd in gemiddelde.  | Doorsnede uit de groep die technologische verschillen representeert  | Willekeurige doorsnede uit de groep  | Technologische verschillen niet meegenomen  |
| Technologische representativiteit                                | Gegevens van bedrijven, proces en product van studie.                             | Gegevens van proces / product van studie, maar van een ander bedrijf dan de groep vertegenwoordigt<br><br>Duits grind waarvoor Nederlandse gegevens worden gebruikt  | Gegevens van proces / product van studie, maar een andere technologie<br><br>Voor een PVC product worden gegevens van een ander PVC-bewerkingsproces gebruikt  | Gegevens van vergelijkbare processen / producten, maar dezelfde technologie              | Data van vergelijkbare processen en materialen, maar andere technologie   |
| Voorbeeld  |   |  |  |  |   |
| <b>CONSISTENTIE EN REPRODUCEERBAARHEID</b>                       |   |  |  |  |   |



|   |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|
| Uniformiteit en consistentie                  | De gegevens diesamen >80% van de milieueffecten bepalen, zijn op gelijke wijze, met eenzelfde nauwkeurigheid verzameld.  | De gegevens die samen >80% van de milieueffecten bepalen, zijn op gelijke wijze bepaald.   | De gegevens die samen >80% van de milieueffecten bepalen, zijn volgens dezelfde aanpak verzameld en gebaseerd op best beschikbare en gevalideerde gegevens.  | De gegevens die samen >80% van de milieueffecten bepalen, zijn gebaseerd op beschikbare gegevens, verzameld volgens eenzelfde procedure.   | De gegevens die samen >80% van de milieueffecten bepalen, zijn gebaseerd op verschillende bronnen met verschillende nauwkeurigheid zonder validatie van onderlinge afwijkingen.  |
| Uniformiteit en consistentie<br><br>Voorbeeld | De gegevens die samen >80% van de milieueffecten bepalen, zijn op gelijke wijze, met eenzelfde nauwkeurigheid verzameld<br><br>Energie- en emissiegegevens volgens dezelfde registratiesystemen. | De gegevens die samen >80% van de milieueffecten bepalen, zijn op gelijke wijze bepaald<br><br>Energie- en emissiegegevens op basis van metingen   | De gegevens die samen >80% van de milieueffecten bepalen, zijn volgens dezelfde aanpak verzameld en gebaseerd op bestbeschikbare en gevalideerde gegevens.<br><br>Combinatie van gemeten en geschatte waardes met verklaarbare onderlinge afwijkingen, verzameld volgens eenzelfde procedure | De gegevens die samen >80% van de milieueffecten bepalen, zijn gebaseerd op beschikbare gegevens, verzameld volgens eenzelfde procedure<br><br>Bedrijven hebben eenzelfde vragenlijst ingevuld. Onderlinge verschillen niet nader uitgezocht | De gegevens die samen >80% van de milieueffecten bepalen, zijn gebaseerd op verschillende bronnen met verschillende nauwkeurigheid zonder validatie van onderlinge afwijkingen.<br><br>Combinatie van literatuurgegevens van verschillende bedrijven uit verschillende jaren, met verschillende gegevens |
| Reproduceerbaarheid door derden               | volledig reproduceerbaar   | Procesbeschrijving volledig kwantitatief reproduceerbaar met de gebruikte milieuingrepen voor de processen die >80% van de milieueffecten bepalen. | Procesbeschrijving volledig en kwantitatief reproduceerbaar  | Procesbeschrijving kwalitatief en op hoofdlijnen reproduceerbaar   | Geheel niet reproduceerbaar  |

## Bijlage B. Toetsingsstatement Eco-Intelligence

## Verification according to NMD protocol 1.1 May 2022

|                        |  |
|------------------------|--|
| Commissioner           | mbX , B. van Overveld  |
| LCA practitioner       | SGS INTRON, Igor Konovalov   |
| Reviewer               | Eco-Intelligence, Gert-Jan Vroege  |
| Final report           | A145060-R20231251-IKn-mbX-MVa.docx   |
| Date final report      | 0 januari 1900   |
| Date review 1ste round | 18 augustus 2023   |
| Date review 2nd round  | 2 april 2024 en 8 april 2024   |
| Date final round       | 11 april 2024  |
| Method                 | Bepalingsmethode 1.1 maart 2022  |
| Reviewed products      | Gevelement Glasvezelversterkt hoge sterkte beton (gegoten),<br>Gevelement GRC (gespoten beton) |

The LCA-backgroundreport A145060-R20231251-IKn-mbX-MVa.docx, produced by SGS INTRON, Igor Konovalov has been sent to me for review.

As NMD accredited reviewer, I have reviewed the report and dossier according to the Environmental Performance Assessment Method for construction Works version 1.1, march 2022. I have commented the former reports in two rounds, the remarks are processed in correct manner.

My conclusion: the methodology, data collection and report meet the requirements of the "NMD Assessment Method for construction Works", and the underlying standards ISO 14040/44, ISO 14025, EN15804.

Gert-Jan Vroege  
Edam  
11 april 2024



# Review report

Date review 1ste round 18 augustus 2023 A145060-R20231251-IKn-mbX.docx  
 Date review 2nd round 2 april 2024 en 8 april 2024 A145060-R20231251-IKn-mbX-MVa.docx  
 Date final round 11 april 2024 A145060-R20231251-IKn-mbX-MVa.docx

| Nr | Page | Paragraph  | Text  | Question / comment  | Response  |
|----|------|--|---|---|---|
| 1  | 10   | Tabel 2a. Module A1 - Grondstoffen per functionele eenheid |   | Indien transport wordt gemodelleerd, dan kunnen ook de transformatie processen gemodelleerd worden ipv de market for processen                      | Daar waar transportmatie processen meer voor de hamfd liggen zijn die toegepast. In de grondstoffentabel worden nu ook de toeleveranciers genoemd.  |
|    |      |  |   | <b>Checked and approved</b>   |   |
| 2  | 10   | 2.3.1.Grondstoffen en processen (A1 & A3)                  | De kraan kan eventueel ook elektrisch worden aangedreven. | Waar is nu in de basis mee gerekend diesel of electrisch? (dat wordt met de gevoeligheidsanalyse wel duidelijk, maar ook hier duidelijk beschreven) | Er is met diesel gerekend   |
|    |      |  |   | <b>Checked and approved</b>   |   |
| 3  | 10   | Tabel 2a. Module A1 - Grondstoffen per functionele eenheid |   | Is er nog sprake van kapitaalgoederen voor de productie? Productielocatie, mallen, etc.   | Stalen mallen die vele malen worden hergebruikt. Stalen bodems met flexibele wanden.... Tekst MBX.  |
|    |      |  |   | Is nagegaan of dit een LCI oplevert die nog toegepast moet worden of kan de cut-off worden onderbouwd?  | mbX schrijft over de mallen:<br>"Een stalen mal weegt ongeveer 300 kg. Deze zijn in principe onbeperkt te gebruiken. De stalen mallen die we 10 jaar geleden voor het CS Arnhem hebben aangeschaft gebruiken we nu nog steeds. Bij langlopende projecten kunnen we ongeveer 165 gietingen per jaar in een mal doen. Het kan bij kleinere elementen zelfs zo zijn dat we dan meerdere elementen per gieting maken."<br><br>Dit zijn ca. 1650 elementen tot nu toe. dat komt uit op ongeveer 180 gram staal die per m <sup>2</sup> toegekend zou moeten worden als de mal nu vervangen zou worden. Ervaring leert dat dit soort mallen meer dan 20 jaar mee gaan, waardoor de toekenning minder dan 90 gram staal per m <sup>2</sup> wordt.<br><br>Dit is veel kleiner dan 1% van de massabalans en is daarom achterwege gelaten. |
|    |      |  |   | <b>Checked and approved</b>   |   |

|    |    |  |  |  |   |
|----|----|--|--|--|---|
| 4  | 10 | Tabel 2a. Module A1 - Grondstoffen per functionele eenheid       | Productie afval Zie tabel 2a   | Productieafval is niet opgenomen in tabel 2a   | Zie afvalpercentages vragenlijst.   |
|    |    |  |  | Zo ver ik kan nagaan heb ik de vragenlijst niet ontvangen  | Deze worden nu mee gestuurd.  |
|    |    |  |  | <b>Checked and approved</b>  |   |
| 5  | 10 | Tabel 2a. Module A1 - Grondstoffen per functionele eenheid       |  | De elementen kunnen in verschillende kleuren gemaakt worden, hoe wordt dat gedaan? Is daar nog een grondstof voor nodig? | Wordt op kleur gebracht via zand en grind.  |
|    |    |  |  | <b>Checked and approved</b>  |   |
| 6  | 10 | Tabel 2a. Module A1 - Grondstoffen per functionele eenheid       |  | Zijn de leveranciers van de grondstoffen uitgevraagd voor milieurelevante gegevens?                                      | Er is contact geweest met grondstofleveranciers (cement). Zij hadden alleen buitenlandse LCA's beschikbaar die niet geschikt zijn voor de Nederlandse markt. Daarom met cat 3 profiel gerekend. |
|    |    |  |  | <b>Checked and approved</b>  |   |
| 7  | 10 | Tabel 2c. Module A3 - productieprocessen per functionele eenheid | Electricity, low voltage {NL}   electricity production, photovoltaic, 3kWp slanted-roof installation, single-Si, panel, mounted   Cut-off, U | Is er een certificaat aanwezig voor de groene stroom?  | De groene stroom is afkomstig van eigen zonnepanelen en dekken het verbruik volledig af.  |
|    |    |  |  | <b>Checked and approved</b>  |   |
| 8  | 10 | niet vermeld   | Voor het transport in module A4 is eveneens gebruik gemaakt van het transportproces onder module A2 (zie tabel 2b).                          | Met welke afstand is gerekend?   | 150 km  |
|    |    |  |  | <b>Checked and approved</b>  |   |
| 9  | 10 | niet vermeld   | Voor het transport in module A4 is eveneens gebruik gemaakt van het transportproces onder module A2 (zie tabel 2b).                          | Is er nog sprake van verpakkingsmateriaal?   | Er wordt gebruik gemaakt van pallets en stalen bokken die retour komen en hergebruikt worden.   |
|    |    |  |  | <b>Checked and approved</b>  |   |
| 10 | 10 | niet vermeld   | Voor het transport in module A4 is eveneens gebruik gemaakt van het transportproces onder module A2 (zie tabel 2b).                          | Zijn er nog processen voor op opladen en afladen van de vrachtwagen?   | Opladen. Elektrische heftruck op productielocatie. Meegenomen via elektriciteitsgebruik.  |
|    |    |  |  | <b>Checked and approved</b>  |   |
| 11 | 11 | niet vermeld   | kan een elektromotor met slechts 40% van de energie overweg.   | Wordt elektrisch met accu bedoeld? Dan is de efficiëntie niet 100%.  | Wat wordt bedoeld is dat de elektrische kraan 60% minder energie verbruikt in vergelijking tot een diesel aangedreven variant. Dus 40% van de energie is slechts nodig                          |
|    |    |  |  | <b>Checked and approved</b>  |   |
| 12 | 11 | Tabel 3b. Module C2 – transport processen per afvalmateriaal     | Tabel 3b geeft de bijbehorende transport processen per afvalmateriaal in module C2.  | De afstanden zijn niet vermeld   | 50 km voor recycling, 150 km voor stort   |

|    |    |   |   |  |  |
|----|----|---|---|--|--|
|    |    |   |   | <b>Checked and approved</b>  |  |
| 13 | 12 | Tabel 4. Module D – grondstof equivalenten buiten de systeemgrenzen | "x"   | Hoeveelheden zijn niet vermeld   | 99% (42,4 kg?) en 1% (0,429 kg?) van de grondstofmassa's                               |
|    |    |   |   | <b>Checked and approved</b>  |  |
| 14 | 15 | Tabel 2. Milieuprofiel van HPC behorende bij de functionele eenheid | GWP versus Climate Change Fossil  | GWP is 2,66e+01 en Climate Change Fossil 1,23E+01, te verwachten valt dat dat meer gelijk is. Hebben de cement c1 profielen een A2 set waarden?          | Destijds zat in het gekozen profiel voor het cement geen set 2 dit is nu gecorrigeerd. |
|    |    |   |   | <b>Checked and approved</b>  |  |
| 15 | 15 | Tabel 2. Milieuprofiel van HPC behorende bij de functionele eenheid |   | Tabelnummering niet consistent (geldt ook voor tabellen hierna)  | Aangepast  |
|    |    |   |   | <b>Checked and approved</b>  |  |
| 16 | 18 | Tabel 3. Milieuprofiel van GRC behorende bij de functionele eenheid | GWP versus Climate Change Fossil  | GWP is 3,10e+01 en Climate Change Fossil 1,61 E+01, te verwachten valt dat dat meer gelijk is. Hebben de cement c1 profielen een A2 set waarden?         | Destijds zat in het gekozen profiel voor het cement geen set 2 dit is nu gecorrigeerd. |
|    |    |   |   | <b>Checked and approved</b>  |  |
| 17 | 21 | 4.Gevoeligheidsanalyse  |   | Wellicht is het ook relevant om te kijken of het A2 en A4 transport een verbetering kan opleveren (euro6, electrisch, hvo) ten aanzien van de MKI waarde | Transport niet onder verantwoording van de klant, dus forfaitaire waarden              |
|    |    |   |   | <b>Checked and approved</b>  |  |
| 18 | 22 | 5.Bronnen   | Nationale Milieudatabase, "NMD-Toetsingsprotocol opname data in de nationale milieudatabase", juli 2020 | Er is een nieuwere versie mei 2022   | Aangepast  |
|    |    |   |   | <b>Checked and approved</b>  |  |
| 19 | 27 | Bijlagen  |   | Bijlagen en dossier zijn niet meegeleverd, graag nog toesturen   | Zal emt de volgende verzending meegestuurd worden                                      |
|    |    |   |   | <b>Checked and approved</b>  |  |
|    |    |   |   |  |  |
|    |    |   |   |  |  |
|    |    |   |   |  |  |
|    |    |   |   |  |  |

| Onderwerp  | Criterium   | Voldaan? | Opmerking |
|--|---|----------|-----------|
| <b>Methodische eisen (paragraaf 2.1 en 2.2 Bepalingsmethode; hoofdstuk 1 en 2 en paragraaf 8.2 EN 15804)</b>   |   |          |           |
| Methodische eisen  | In het LCA dossier staat een verklaring dat de gevolgde methodiek in overeenstemming is met de normen: ISO 14040 en 14044, EN 15804 en ISO 14025 voor EPD   | ja       |           |
|  | In het LCA-dossier staat een verklaring dat de gevolgde methodiek in overeenstemming is met de aanvullingen uit de meest recente versie van de Bepalingsmethode.  | ja       |           |
|  | Relevante PCR's zijn gebruikt en zijn ook onderdeel van de verklaring. Afwijkingen zijn gemotiveerd.  | ja       |           |
|  | De in de bovenstaande verklaringen genoemde EN-normen en versies van de Bepalingsmethode betreffen de meest recente versies, of voorlaatste versie waarvoor de overgangstermijn nog geldt.  | ja       |           |
| Algemene aspecten  | In het rapport moeten zijn opgenomen:   |          |           |
|  | de opdrachtgever van de LCA studie;   | ja       |           |
|  | de LCA-uitvoerder; en   | ja       |           |
|  | de datum van publicatie van het LCA rapport   | ja       |           |
| <b>Doel (paragraaf 2.5.1 Bepalingsmethode; paragraaf 5.1 EN 15804)</b>   |   |          |           |
| Doel   | Het doel van de product-/itemkaart en/of basisprofiel(en) is om betrouwbare en nauwkeurige kwantitatieve milieugegevens van bouwmaterialen, bouwproducten en bouwelementen over te dragen aan de NMD. Deze dienen als basis om bouwwerkberekeningen te kunnen maken en om oplossingen te genereren die minder milieupact veroorzaken. De product-/itemkaart en/of basisprofiel(en) heeft één of beide onderstaande toepassingen:<br>1. Het doorgeven van milieugegevens in de keten zodat ook volgende schakels in staat zijn een milieuverklaring van hun product op te stellen;<br>2. De toepassing van de milieugegevens in LCA-berekeningen van bouwwerken. Voor deze toepassing is vooral de methodische vergelijkbaarheid (optelbaarheid) van de milieugegevens van belang. | ja       |           |
| Doelgroep  | De doelgroep van de EPD (afnemers van de producten, NMD) is omschreven.   | ja       |           |
| <b>Type epd en bijbehorende levenscyclusfasen (paragraaf 2.5.2 Bepalingsmethode; paragraaf 5.2 EN 15804)</b>   |   |          |           |
| Type EPD   | Er is duidelijk aangegeven of er sprake is van een:<br>1. uitsluitend de productiefase als basisprofiel of van<br>2. de gehele levenscyclus   | ja       |           |
| Levenscyclus fasen   | De levenscyclusfasen zijn opgenomen conform Bepalingsmethode:<br>1. Bij uitsluitend de productiefase als basisprofiel modules A1-3.<br>2. Bij de gehele levenscyclus, A t/m D   | ja       |           |
| <b>Communicatieformat en format voor aanleveren data aan SBK ten behoeve van NMD (paragraaf 2.5.6 Bepalingsmethode; paragraaf 5.6 EN 15804)</b>                                    |   |          |           |
| Communicatieformat EN 15804  | Het communicatieformat hoeft niet in overeenstemming te zijn met de EN 15804 eisen, indien uitsluitend opname in de NMD is beoogd.  | Ja       |           |
| Bepalingsmethode   | Het meest recente Stichting-NMD-format voor het aanleveren van productkaarten zijn gehanteerd.  | Ja       |           |
|  | Het dossier bevat een verklaring dat het gevolgde communicatieformat in overeenstemming is met de Bepalingsmethode (2.8.2.2).   | Ja       |           |
| <b>Functionele eenheid, Producteenheid en referentielevensduur (paragraaf 2.6.3.1 t/m 2.6.3.3 Bepalingsmethode; paragraaf 6.3.1 t/m 6.3.3 EN 15804)</b>                            |   |          |           |
| Functionele eenheid (paragraaf 2.6.3.1 Bepalingsmethode)   | Bevat omschrijving van de functie(s) die moet(en) worden vervuld en van de context van de toepassing, zoals type bouwwerk.  | ja       |           |
|  | Bevat de prestatie-eisen die voor de functie(s) gelden, inclusief de benodigde functieduur (RSL).   | ja       |           |
|  | Bevat de omstandigheden en de regio waarbinnen de functie(s) moet(en) worden vervuld, voor zover relevant voor de functie.  | ja       |           |
|  | Bevat een hoeveelheid van de functie(s), uitgedrukt in een SI-eenheid of een combinatie van SI-eenheden.  | ja       |           |
|  | De functionele eenheid sluit aan bij de functionele omschrijvingen van Stichting NMD, de meest recente lijst is opgenomen op <a href="http://www.milieudatabase.nl">www.milieudatabase.nl</a> . De juiste verwijzing naar de functionele beschrijving is opgenomen. Het is duidelijk of het een totaalproduct betreft, in dat geval is getoetst dat alle verplichte onderdelen ook daadwerkelijk binnen de studie zijn meegenomen. Indien het een deelproduct betreft is duidelijk omschreven binnen welke totaal- producten en welk onderdeel (CUAS) dit valt.   | ja       |           |
| Levensduur (paragraaf 2.6.3.3 Bepalingsmethode)  | Bevat een productbeschrijving van het bouwproduct dat onderwerp is van de milieuverklaring.   | ja       |           |
|  | Indien de gehele levenscyclus A1-C4 wordt verklaard, is voor de referentielevensduur (RSL) uitgegaan van de referentielevensduur per type bouwproduct uit de SBR-publicatie Levensduur van bouwproducten [SBR, 2011]. Mits onderbouwd kan hiervan worden afgeweken. Dan is documentatie nodig voor de berekening van de RSL. De RSL moet representatief zijn voor het aangegeven product in de aangegeven toepassing(en).   | ja       |           |
|  | Bevat een omschrijving van het bouwproductgebouw- of GWW-werkonderdeel;   | ja       |           |
| Producteenheid (paragraaf 2.6.3.2 Bepalingsmethode)  | Bevat een specificatie van het bouwproduct of bouwwerkonderdeel   | ja       |           |
|  | Bevat indien van toepassing, de mogelijke toepassingsgebieden, zonodig uitgedrukt in klassen of kwaliteitsaanduidingen, met, indien relevant, de empirische levensduur van het bouwproduct of bouw- werkonderdeel per toepassingsgebied   | ja       |           |
|  | Bevat de hoeveelheid van het bouwproduct, uitgedrukt in een SI-eenheid of een combinatie van SI-eenheden  | ja       |           |
|  | Bevat het gewicht van het bouwproduct   | ja       |           |
|  | Bevat de materialisatie van het bouwproduct in materiaal- omschrijving en gewicht   | ja       |           |
| <b>SYSTEEMGRENZEN EN CRITERIA VOOR HET BUITENBESCHOUWING LATEN VAN INPUT EN OUTPUT (paragraaf 2.6.3.4, 2.6.3.5 en 2.6.4.3 Bepalingsmethode; paragraaf 6.3.4, 6.3.5, 6.4.3.3 en</b> |   |          |           |

| Onderwerp   | Criterion   | Voldaan? | Opmerking |
|---|---|----------|-----------|
| Procesboom  | <p>De levenscyclus van het bouwproduct moet worden gemodelleerd in de vorm van een procesboom. De procesboom omvat alle economische stromen (zowel goederen (materialen, producten) als diensten), zowel kwalitatief (namen van de processen) als kwantitatief (hoeveelheden), die nodig zijn voor de producteenheid of om de functie(s) uit de functionele eenheid te kunnen vervullen.</p> <p>Wanneer de procesboom onduidelijk wordt omdat deze uit veel onderdelen bestaat mag worden volstaan met een procesboom met de belangrijkste onderdelen. De overige zaken kunnen in tabelvorm per informatiemodule worden opgenomen.</p> <p>Incidenten, zoals niet te voorziene schades, worden niet opgenomen in de procesboom.</p>  | ja       |           |
| Fasen in de levenscyclus van het bouwproduct.                 | <p>De procesboom moet ten minste onderscheid maken naar de volgende fasen in de levenscyclus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- productiefase (A1-A3);</li> <li>- transportfase (A4);</li> <li>- bouw- en installatieproces / aanleg (A5);</li> <li>- gebruiks- en onderhoudsfase (B1 -B5);</li> <li>- sloop- en afvalfase (C1-C4);</li> <li>- milieulasten en baten recycling / hergebruik (D).</li> </ul>  | ja       |           |
| Controle systeemgrenzen productiefase (A1-A3)                 | <p>Controleer de systeemgrenzen van de onderdelen uit de productiefase.</p> <p>Stromen die hun afvalstatus verliezen en de productiefase (A1-A3) verlaten moeten worden gealloceerd als bijproducten (zie EN 15804 6.4.3.2). Milieuimpact en vermeden milieuimpact van gealloceerde bijproducten wordt niet opgenomen in module D (zie EN 15804 6.3.4.6). Als een dergelijke allocatie van bijproducten niet mogelijk is, kunnen onderbouwd andere methoden worden gekozen.</p> <p><b>LET OP AFWIJKENDE PROCEDURE, MOET WORDEN GOEDGEKEURD DOOR DE TIC</b></p>  | ja       |           |
| Controle systeemgrenzen Transportfase (A4)                    | <p>De transportfase (A4) start op het moment dat het bouwproduct of element bij de producent gereed is voor transport naar de afnemer, en eindigt op het moment dat het op de bouwplaats is afgeleverd naast het transportmiddel.</p>   | Ja       |           |
| Controle systeemgrenzen bouw- en installatieproces (A5)       | <p>Deze processen (A5) worden opgenomen in de vorm van een of meer scenario's. Forfaitaire waarden voor 'verlies in de vorm van bouwafval' zijn opgenomen in paragraaf 2.6.3.6.</p>   | Ja       |           |
| Controle systeemgrenzen gebruiksfase (B1 – B5)                | <p>Controleer de systeemgrenzen van de gebruiksfase onderdelen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- B1 - Het gebruik van het bouwproduct (levenscyclusfase B1) betreft de toepassing in Nederland.</li> <li>- B2 - Het onderhoud (levenscyclusfase B2) betreft alleen materiaalgebonden onderhoud, en niet bouwwerkgebonden of locatiegebonden onderhoud. Reinigend onderhoud alleen indien functioneel van belang.</li> <li>- B3 - Herstel (levenscyclusfase B3)</li> <li>- B4 – Vervanging van het gehele product is in de rekenregels op gebouwniveau vastgelegd door middel van een vermenig- vuldiging van de productkaarten. Vervanging van het gehele product wordt dus niet apart gerapporteerd in de gebruiksfase.</li> <li>- Vervanging van onderdelen die de levensduur van het gehele product niet halen, wordt hier wel opgenomen</li> <li>- B5 – Renovatie (levenscyclusfase B5) is geen onderdeel van deze Bepalingsmethode.</li> </ul> | Ja       |           |
| Controle systeemgrenzen sloop- en verwerkingsfase (C1 - C4)   | <p>C1 - De sloopfase, die start op het moment dat het bouwwerk buiten gebruik wordt gesteld en eindigt op het moment dat het bouwwerk is gesloopt of ontmanteld. Deze fase omvat dus de werkzaamheden op de slooplocatie.</p> <p>C2 EN 15804 is van toepassing.<br/>Forfaitaire waarden voor de transportafstanden naar sorteerlocaties, stortlocaties en afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) zijn opgenomen in paragraaf 2.6.3.6.</p> <p>C3 EN 15804 is van toepassing</p> <p>C4 EN 15804 is van toepassing.<br/>Voor stortprocessen wordt als eindpunt uitgegaan van een periode van 100 jaar na stort (zie ook 2.6.3.6 onder generieke gegevens).</p>  | Ja       |           |
| Controle systeemgrenzen module D                              | <p>EN 15804 is van toepassing.<br/>Grondstofequivalenten zijn duidelijk beschreven conform de vereisten uit de bepalingmethode (2.6.3.4) en aannemelijk.</p> <p>In paragraaf 2.6.4.3 is beschreven hoe de netto impact van module D berekend moet worden. De berekening is duidelijk gedocumenteerd en aannemelijk.</p>   | Ja       |           |
| Controle systeemgrenzen Algemeen                              | <p>Eisen aan de systeemgrenzen zijn gevolgd, goed gedocumenteerd en aannemelijk. Afwijkingen zijn, voor zover toegestaan binnen de bepalingmethode, voldoende beargumenteerd.</p>   | ja       |           |
| Bepaling systeemgrens bij einde-afval-status / end-of-waste   | <p>Voor de einde-afval fase is de systeemgrens bepaald volgens bijlage IV van de bepalingmethode. Indien een materiaal, product of element blijft zitten zonder dat het een verdere functie gaat vervullen ('laten zitten zonder functie'), wordt dit verder behandeld als stort.</p>   | ja       |           |
| Bepaling milieueffecten in modules C3, C4 en module D         | <p>De milieueffecten worden berekend middels de 'verwerkings- scenario's einde leven' zoals gepubliceerd op <a href="http://www.milieudatabase.nl">www.milieudatabase.nl</a>. In module D worden alle afgetrokken milieu-ingrepen opgenomen.</p>  | ja       |           |
| Criteria voor het buitenbeschouwing laten van input en output | <p>Uitgangspunt is dat alle inputs en outputs waarvoor data beschikbaar is worden meegenomen in de berekening.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schattingen voor ontbrekende data zijn conservatief ('worst case') gedaan.</li> <li>• Procesgegevens zijn inclusief infrastructuur en kapitaalgoederen (zoals de forfaitaire Ecoinvent data).</li> </ul> <p>Eventuele afwijkingen op het bovenstaande zijn onderbouwd / gerapporteerd.</p>  | ja       |           |



| Onderwerp  | Criterion  | Voldaan? | Opmerking |
|--|--|----------|-----------|
| Gemiddeld product  | De gemiddelde samenstelling is gebaseerd op: jaarcijfers of meerjarige cijfers van de gehele productie, gewogen op basis van productie; of op een samenstelling die meer dan 80% van de productiehoeveelheid in dat jaar van studie dekt.  | nvt      |           |
| Gemiddelde productie (EN 15804 paragraaf 8.2)  | Als productgroepen (soortgelijke producten van de ene fabrikant en / of van verschillende productie-installaties) worden gepresenteerd als gemiddelden:<br>• Rekenregels voor de vorming van de gemiddelden<br>• Representativiteit van gemiddelden<br><br>Indien verschillende locaties / producten:<br>presentatie van het modelleren van alle locaties en producten, alsmede de weging daarvan.   | nvt      |           |
| <b>SELECTIE VAN DATA EN DATAKWALITEIT VEREISTEN (paragraaf 2.6.3.6 en 2.6.3.7 Bepalingsmethode: paragraaf 6.3.6 en 6.3.7 EN 15804)</b> |  |          |           |
| Representativiteit van de processen  | De processen in het productsysteem die plaatsvinden bij de producent van het bouwproduct moeten een actueel (voor de periode of het tijdstip van de milieuverklaring) geografisch en technologisch representatief beeld geven.<br><br>Individuele productielocaties moeten hun gegevens ontlenen aan die locatie.<br><br>Indien bij horizontale aggregatie in het productsysteem alle productielocaties gegevens leveren, is het resultaat automatisch representatief voor de desbetreffende groep. Indien niet alle productielocaties uit de groep gegevens leveren, moet een representatieve doorsnede worden gemaakt uit de groep van productielocaties, voor zover zij produceren voor de Nederlandse markt, wat betreft geografische en technische verschillen die kunnen leiden tot verschillen in milieueffecten.   | ja       |           |
| Representativiteit van de overige gegevens   | De overige processen in het productsysteem moeten een representatief of typerend beeld geven van de actuele geografische en technologische situatie. Het toepassingsgebied waarop deze norm betrekking heeft, is Nederland. Onder 'representatief' wordt verstaan dat de gegevens de echte populatie goed weergeven. Onder 'typerend' wordt verstaan dat de gegevens een bepaalde, veel voorkomende situatie beschrijven (ook wel modaal genoemd).   | ja       |           |
| Verbijzonderingen  | Als uitzondering op de regel van actualiteit, mag voor het afdankscenario worden uitgegaan van een toekomstscenario indien aan de hardheidsclausule wordt voldaan dat er een aantoonbaar werkend (retour)systeem zal zijn op het moment van afdanking. Indien wordt afgeweken van de actualiteitseis, moet dit transparant zijn. De aannemelijk hiervan is expliciet getoetst  | nvt      |           |
| Forfaitaire waarden  | De volgende forfaitaire waarden zijn van toepassing:<br>- transportafstand enkele reis naar de bouwplaats indien het bouwproduct in Nederland wordt geproduceerd: voor bulkmateriaal 50 km, voor overige materialen, producten en elementen 150 km; bij GWW-werken wordt de - transportafstand per werk verrekend in het rekeninstrument.<br>- locatie om transportafstand van materialen uit het buitenland naar en van de bouwplaats of afnemer te bepalen: Utrecht;<br>- verwerkingsscenario's einde leven zoals gepubliceerd op <a href="https://milieudatabase.nl">https://milieudatabase.nl</a> ;<br>- transportafstand enkele reis van slooplocatie naar sorteer- en/of breekinstallatie: 50 km;<br>- transportafstand enkele reis afvoer grond: 50 km; - transportafstand enkele reis van sloop- of sorteer- locatie naar stortlocatie: 50 km;<br>- transportafstand enkele reis brandbaar materiaal van sloop- of sorteerlocatie naar afvalverbrandings- installatie (AVI): 100 km. | Ja       |           |
| Forfaitaire waarden bij verlies in vorm van bouwafval  | Voor het vrijkomen van bouwafval zijn de forfaitaire waarden uit de Bepalingsmethode gehanteerd voor:<br>- Prefab producten: Aangenomen is dat 3% van de materialen verloren gaat (op de bouwplaats of tijdens transport).<br>- In-situ producten: Aangenomen is dat 5% van de materialen verloren gaat.<br>- Hulp- en afwerkingsmaterialen: Aangenomen is dat 15% van de materialen verloren gaat.<br>Indien afwijking van deze forfaitaire waarden gewenst is, kan dat mits dit getalsmatig onderbouwd wordt met onderzoeksresultaten.   | Ja       |           |
| Forfaitaire waarden bij verbranding in een afvalverbrandingsinstallatie  | Bij verbranding in een afvalverbrandingsinstallatie (AVI) kan in module D de vermeden energieproductie verrekend worden vanuit de hoeveelheid netto geëxporteerde energie (MJ per energiedrager).  | Ja       |           |
| ILCD format en nomenclatuur (indien beschikbaar; zie Bepalingsmethode)   | Het documentatieformat en de datasets voor de levens- cyclus-inventarisatiedata die in de LCA-modellering worden gebruikt, gebruiken het huidige ILCD-formaat en de nomenclatuur zoals gedefinieerd in het document "Internationaal Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - Nomenclature and other conventions", te downloaden via de centrale website van de Europese Commissie.   | nvt      |           |
| Datakwaliteit  | De datakwaliteit is gebaseerd op het principe dat de datakwaliteit van de gegevens van de processen die bij de /producent van het bouwproduct plaatsvinden, hoger moet zijn dan die van de overige processen. Voorts wordt het principe gehanteerd dat de economische stromen de werkelijkheid zo goed mogelijk moeten benaderen binnen praktisch haalbare grenzen voor de uitvoerder van de LCA. Indien het hiervoor genoemde ILCD-format (nog) niet is gevolgd, dan moet de datakwaliteit worden beoordeeld met een datakwaliteitssysteem volgens bijlage D van dit Toetsingsprotocol en eventuele aanvullende vastgelegde instructies van Stichting NMD.  | ja       |           |
| Product scenario's   | Indien er voor een product (of functionele eenheid) meerdere installatiemogelijkheden zijn die impact hebben op de einde levensfase en/of de mogelijkheden voor hergebruik, teruggewinning of recycling kunnen hiervoor meerdere milieuprofielen (C1-C4, D) worden aangeleverd. Hierbij gelden de volgende randvoorwaarden:<br>— product wordt ook daadwerkelijk geschikt geleverd voor de toepassing;<br>— additionele (hulp)middelen en/of stoffen worden gedeclareerd in de betreffende module D;<br>— specifieke ontwerpvoorwaarden voor toepassing zijn duidelijk omschreven;<br>— afdankscenario's zijn actueel, dezelfde uitzondering als eerder omschreven is van toepassing.  | nvt      |           |
| <b>INVENTARISATIE: DATAVERZAMELING (paragraaf 2.6.4.1 Bepalingsmethode: paragraaf 6.4.1 EN 15804)</b>                                  |  |          |           |
| Datacategorieën  | Er moeten milieu-ingrepen van de processen uit het productsysteem worden verzameld binnen de volgende datacategorieën:<br>onttrekking van grondstoffen, emissies naar lucht, emissies naar water en emissies naar bodem.   | ja       |           |
| Dataverzameling Ingrepen   | Van elke ingreep moet de naam, de eenheid en de hoeveelheid worden benoemd.<br>De naam moet aangeven wat daadwerkelijk is gemeten.   | ja       |           |

| Onderwerp   | Criterion   | Voldaan? | Opmerking |
|---|---|----------|-----------|
|   | De voorkeursvolgorde voor het vaststellen van de emissies is:<br>1. Methoden aangewezen in wetten, besluiten of ministeriële regelingen;<br>2. Methoden uit normbladen;<br>3. Methoden die zijn beschreven in (eventueel sectorspecifieke) privaatrechtelijke afspraken   | ja       |           |
|   | Alle milieu-ingrepen uit de meest recente CML-NMD methode die verkrijgbaar is via <a href="http://www.milieudatabase.nl">www.milieudatabase.nl</a> en die van het International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook ("identified by the name EN_15804"), moeten worden beschouwd.<br>De volgende ingrepen moeten minimaal een waarde hebben:<br>— emissies naar lucht bij het gebruik van thermische energie van CO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> (NO <sub>2</sub> en N <sub>2</sub> O), SO <sub>2</sub> , CxHy en fijn stof (PM <sub>10</sub> : deeltjes < 10 µm);<br>— emissies naar water van CZV, BZV, P-totaal, N-totaal en vaste stof (PM <sub>10</sub> : deeltjes < 10 µm);<br>— emissies naar bodem van PAK en zware metalen;<br>— overige emissies waaraan vanuit de milieuregeling eisen worden gesteld aan de producent van het bouwproduct.   | ja       |           |
| Dataverzameling Biogeen koolstof (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , etc.) | Zowel opname van biogeen koolstof als emissie is gemodelleerd in de modules waar het optreedt.  | ja       |           |
| Dataverzameling Afval   | Is van vrijkomende stoffen bepaald of het afval is?<br>Is de end-of-waste status gecontroleerd?<br>Is van het afval bepaald of het gevaarlijk afval is?   | ja       |           |
| Gegevensbronnen   | De gegevens van de producent van het bouwproduct moeten uit primaire bronnen afkomstig zijn en geldig (representatief) voor de periode die in de milieuverklaring staat vermeld.  | ja       |           |
|   | De gegevens van de overige processen moeten geldig (representatief) zijn voor de periode die in de milieuverklaring staat vermeld.  | ja       |           |
|   | De toeleveranciers en afnemers van de betrokken productielocaties van het bouwproduct moet worden gevraagd om gegevens van het productieproces conform de eisen die deze norm stelt aan deze processen.   | ja       |           |
|   | Indien een toeleverancier of afnemer geen of onvoldoende gegevens verstrekt, wordt gebruik gemaakt van publieke bronnen, branchecijfers en literatuurgegevens. In dat geval zal gecontroleerd worden of er afwijkingen zijn ten opzichte van de NMD. Eventuele afwijkingen dienen in het toetsingsrapport te worden vermeld. Daarbij dient de toetsers aan te geven of de afwijking zodanig significant is, dat de afwijking op de SBK product-/itemkaart moet worden vermeld.  | ja       |           |
|   | Er moeten gangbare publieke bronnen en literatuurbronnen worden gebruikt. Als richtlijn kan worden gehanteerd (EN 15804 6.3.7):<br>• <10 jaar voor achtergrondgegevens<br>• <5 jaar voor de gegevens van de fabrikant<br>• Gegevens fabrikant op basis van 1 jaar gemiddeld<br>• Tijd periode van 100 jaar in het geval van een stortscenario - langer indien relevant<br>• Technische achtergrond voldoet aan de fysieke werkelijkheid<br>• Integriteit van generieke data, geldigheid van systeemgrenzen en cut-off criteria voor generieke data aangetoond   | ja       |           |
|   | Indien een toeleverancier gebruik maakt van branche- gemiddelde data (cat. 2) moet aangetoond worden dat de toeleverancier onderdeel is van dit betreffende branchegemiddelde.  |          |           |
|   | Indien er processen of forfaitaire waarden uit verschillende regio's beschikbaar zijn, wordt de volgende prioriteitsvolgorde aangehouden:<br>1) het desbetreffende land;<br>2) een vergelijkbaar buurland;<br>3) de betreffende regio (bijv. Noordwest Europa);<br>4) het desbetreffende (deel)continent;<br>5) de wereld.  | ja       |           |
| Betrouwbaarheid   | De waarde van een milieu-ingreep moet een gemiddelde zijn van metingen of berekeningen over een tijdsperiode waarbinnen voorkomende fluctuaties als gevolg van seizoensinvloeden, meetmethode en dergelijke worden uitgemiddeld.  | ja       |           |
| Representativiteit  | De waarden van de milieu-ingrepen moeten representatief zijn voor het proces waarvoor de milieugegevens worden verzameld. De aannemelijkheid hiervan is getoetst  | ja       |           |
| Compleetheid  | Alle ingrepen uit de meest recente CML-NMD-methode moeten worden beschouwd. De ingrepen krijgen vervolgens een waarde toegekend, tenzij de waarde niet bekend is. Zo ontstaat een driedeling:<br>1) Een positieve of negatieve waarde;<br>2) De waarde 0 (voor alle ingrepen waarvan de waarde onder de detectiegrens ligt);<br>3) Een vraagteken (indien onbekend of de ingreep plaatsvindt).  | ja       |           |
| Somparameters   | Waar beschikbaar moeten somparameters (zoals NO <sub>x</sub> , CxHy, CZV, BZV, P-totaal, N-totaal, PAK10 en zware metalen) worden uitgesplitst in de individuele componenten ten behoeve van de karakterisatie. De standaard- lijst bevat een aantal somparameters, waarvoor ook karakterisatiefactoren beschikbaar zijn.<br><br>De ingreepwaarde van de somparameters kan op twee manieren worden ingevuld:<br>a) De ingreepwaarde van de somparameter is bekend. Deze wordt ingevuld;<br><br>b) Een of meer individuele stoffen zijn bekend, maar er is alleen een karakterisatiefactor voor de somparameter beschikbaar. Een somparameter is een representatieve karakterisatiewaarde voor de som van een groep stoffen voor een bepaald milieueffect, bijvoorbeeld PAK's. Dan worden met de ingreepwaarden via de verhoudings- getallen de overige stoffen in de somparameter ingevuld. Wanneer voor een aantal stoffen uit de somparameter gegevens beschikbaar zijn, wordt voor elk de somparameter berekend en worden de uitkomsten gemiddeld. | ja       |           |

| Onderwerp  | Criterion  | Volstaan? | Opmerking |
|--|--|-----------|-----------|
| Datakwaliteit van de overige processen   | Bij het vragen van gegevens aan toeleveranciers en afnemers door de producent van een bouwproduct moet worden gevraagd om eenzelfde datakwaliteit van de milieu-ingrepen als vereist voor de processen van de producent.<br><br>Indien een toeleverancier of afnemer niet aan deze datakwaliteit kan voldoen, moet dit duidelijk blijken uit de datakwaliteitsbeschrijving (zie Bepalingsmethode paragraaf 2.6.3.7).   | ja        |           |
| Validatie van gegevens (door de opsteller van het EPD)   | Voor de processen die plaatsvinden bij de producent van het bouwproduct moet bepaling plaats vinden van de energiebalans op bedrijfsniveau en correctie van afwijkingen tot een nauwkeurigheid van <sup>3</sup> 95 %.<br><br>Voor de processen die plaatsvinden bij de producent van het bouwproduct (indien afwijkend van de gegevens op bedrijfsniveau) moet bepaling plaats vinden van de massabalans per gehanteerd proces (indien afwijkend van de gegevens op bedrijfsniveau) en correctie van afwijkingen tot een nauwkeurigheid van <sup>3</sup> 95 %.   | ja        |           |
| Vastlegging van de datakwaliteit per eenheidsproces  | De validiteit van de overige processen moet worden nagegaan door bepaling van de massabalans per proces en correctie van afwijkingen tot een nauwkeurigheid van <sup>3</sup> 95 %.<br><br>De betrouwbaarheid van de milieu-ingrepen moet, voor zover er gegevens over bekend zijn, worden vastgelegd in de documentatie van de procesgegevens:<br>· tijdsgebonden representativiteit<br>· geografische en technologische representativiteit van de processen<br>· compleetheit van de economische stromen, door een verantwoording van afgekapte processen<br>· compleetheit van de milieu-ingrepen, door een verantwoording van geschatte milieu-ingrepen | ja        |           |
| Reproduceerbaarheid  | Een referentie van alle bronnen, zowel primaire als publieke bronnen en literatuur is vastgelegd. Hierin zijn ten minste opgenomen: titel, auteur/opsteller en jaartal.<br><br>In het kader van reproduceerbaarheid moet een projectdossier, zoals genoemd in paragraaf 2.8.4 van de Bepalingsmethode, zijn vastgelegd.  | ja        |           |
| Consistentie   | Er moet een verantwoording van de consistentie worden gegeven door een toelichting van gebruikte bronnen en bewerkingen die zijn gedaan om de LCA consistent te krijgen.   | ja        |           |
| <b>LEVENSZYCLUSINVENTARISATIE: REKENPROCEDURES EN ALLOCATIE (paragraaf 2.6.4.2 &amp; 2.6.4.3 Bepalingsmethode; paragraaf 6.4.2 &amp; 6.4.3 EN 15804)</b> |  |           |           |
| Controle rekenprocedure module D   | De rekenprocedure voor netto output stromen van secundaire materialen of brandstof is conform de Bepalingsmethode uitgevoerd.<br><br>De stappen van de rekenprocedure zijn helder omschreven en stap voor stap uitgeschreven.  | ja        |           |
| Controle declaratie module D   | De module D-credits zijn op een correctie wijze gedeclareerd. De volgende aspecten zijn hierin onderbouwd:<br>- Een massabalans waarin alle individuele inputstromen van secundaire grondstoffen en alle outputstromen van materialen voor recycling zijn opgenomen.<br>- Voor de materialen voor recycling, die als secundaire materialen worden toegepast moet de kwaliteit en de kwantiteit worden vastgesteld.<br>- Eventuele afvalstromen vanuit het recyclingproces worden meegenomen.<br>- Module D wordt berekend op basis van de som van de netto output van de individuele stromen van secundaire grondstoffen.                                  | ja        |           |
| <b>LEVENSZYCLUSEFFECTBEOORDELING (paragraaf 2.6.5. Bepalingsmethode; paragraaf 6.5 EN 15804)</b>   |  |           |           |
| Impactcategorieën  | Het milieuprofiel van set 1 (EN 15804/A1:2013, karakterisatiefactoren betrokken uit de 'NMD bepalingmethode') bestaat uit de elf milieu-impact-indicatoren die zijn genoemd in paragraaf 2.6.5 van de Bepalingsmethode.  | ja        |           |
|  | Het milieuprofiel van set 2 (EN 15804/A2:2019) bestaat uit de 19 kern- en additionele milieu-impact indicatoren die zijn genoemd in paragraaf 2.6.5 van de Bepalingsmethode.   | ja        |           |
| Actuele set karakterisatiefactoren   | Controleer of de meeste recente volledige set karakterisatiefactoren ten behoeve van milieu-indicatoren en milieu-impact-indicatoren is gebruikt. Verificatie via: <a href="http://www.milieudatabase.nl">www.milieudatabase.nl</a> .  | ja        |           |
| Effectcategorieën  | Het milieuprofiel bestaat uit de elf effectcategorieën die zijn genoemd in paragraaf 2.6.5 van de Bepalingsmethode.<br><br>Ze zijn berekend volgens CML-VLCA.  | ja        |           |
| Berekening milieuprofiel   | De waarden van de effectcategorieën zijn berekend door:<br>1) De milieu-ingrepen uit de inventarisatie toe te wijzen aan de effectcategorieën;<br>2) De ingrepen per categorie te vermenigvuldigen met de karakterisatiefactoren uit CML-VLCA;<br>3) De verkregen waarden te sommeren per effectcategorie.   | ja        |           |
|  | De berekeningsstappen moeten in het LCA rapport zijn opgenomen, of de LCA uitvoerder moet verklaren dat de berekeningswijze zoals hier vermeld is gevolgd.<br><br>Emissies van stofgroepen.<br>De emissies van stofgroepen zijn meegenomen conform de Bepalingsmethode.  | ja        |           |
| Niet-gekaracteriseerde ingrepen  | Indien niet alle milieu-ingrepen zijn gekarakteriseerd:<br>- Indien de oorzaak een afwijkende naamgeving betreft: correctie van de naamgeving, zodat de stof alsnog wordt gekarakteriseerd;<br>- Indien de oorzaak een ontbrekende karakterisatiefactor is: karakterisatie volgens een chemisch en fysische gelijksoortige stof.<br>- Indien die niet aanwezig is, dan opname in een lijst van niet-gekaracteriseerde ingrepen, met daarbij de vermelding wanneer wel een milieueffect kan worden verwacht.  | nvt       |           |
| Aggregatie van milieuprofielen   | Bij aggregatie van milieuprofielen wordt een 'gemiddeld' milieuprofiel van een proces verkregen.<br><br>De gemiddelde profielen worden berekend op basis van een naar productiehoeveelheid gewogen gemiddelde van de geselecteerde productielocaties. De productiehoeveelheden mogen geschat zijn wat betreft orde van grootte.  | ja        |           |
| <b>LEVENSZYCLUSINTERPRETATIE (paragraaf 2.6.6 Bepalingsmethode)</b>  |  |           |           |
| Gevoeligheidsanalyse   | Bevat de invloed van de belangrijkste keuzes en aannames die in de LCA zijn gemaakt en gedaan.   | ja        |           |
|  | Bevat de invloed van geografische en technologische spreiding binnen een groep van productielocaties. Hanteer de hoogste en laagste waarden in de gevoeligheidsanalyse.  | ja        |           |
|  | Bevat de spreiding als gevolg van spreiding in een gemiddelde samenstelling. Hanteer de hoogste en laagste waarden in de gevoeligheidsanalyse.   | ja        |           |

| Onderwerp   | Criterion   | Voldaan? | Opmerking |
|---|---|----------|-----------|
|   | Bevat de spreiding als gevolg van middeling bij het opstellen van een groepsgemiddelde. Hanteer de hoogste en laagste waarden in de gevoeligheidsanalyse.   | nvt      |           |
|   | Bevat de spreiding als gevolg van onzekerheid in uitgangspunten binnen de allocatie bij recycling. Indien methode 1) of 2) uit 2.6.4.3 van de Bepalingsmethode is toegepast, gebruik dan methode 3) in een gevoeligheidsanalyse.  | ja       |           |
|   | Indien methode 3) is toegepast, voer dan een gevoeligheidsanalyse uit voor de spreiding in waarden.   | ja       |           |
|   | De verschillen bedragen niet meer dan 20% op één van de milieueffecten ten opzichte van de gemiddelde waarde. Als uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat de verschillen meer dan 20 % bedragen, moet er worden opgesplitst in aparte milieuverklaringen om binnen de 20%-grens blijven. | ja       |           |
|   | Er mag ook worden gekozen om de worst case milieu- profielen weer te geven. Op deze wijze kan worden omgegaan met de variaties bij milieueffecten met zeer lage waarden.  |          |           |
| <b>VERKLARING VAN DE ALGEMENE INFORMATIE, EISEN AAN DE EXTERNE PRESENTATIE VIA EEN PRODUCT-/ITEMKAART EN/OF BASISPROFIEL (EN) (paragraaf 2.7.1 t/m 2.7.5)</b> |   |          |           |
| Algemeen (paragraaf 2.7.1)  | Het volgende moet in een EPD worden verklaard.  |          |           |
|   | a) De naam en het adres van de fabrikant (en);  | ja       |           |
|   | b) de beschrijving van het gebruik waarop de gegevens betrekking hebben;  | ja       |           |
|   | c) identificatie bouwproduct op naam (inclusief eventuele product code);  | ja       |           |
|   | d) een beschrijving van het product   | ja       |           |
|   | e) de naam van de programma operator;   | ja       |           |
|   | f) de datum waarop de verklaring is afgegeven en de geldigheidsduur van 5 jaar;   | ja       |           |
|   | g) informatie over welke fasen niet worden beschouwd, indien de verklaring niet is gebaseerd op een LCA van alle fasen van de levenscyclus;   | ja       |           |
|   | h) een verklaring dat EPDs van bouwproducten niet vergelijkbaar kunnen zijn als ze niet aan de Bepalingsmethode voldoen;  | ja       |           |
|   | i) in het geval dat een EPD een gemiddelde van een aantal producten beschrijft, een verklaring dat dat niet leidt tot een afwijking van meer dan 20% van het gemiddelde per milieuparameter.  | ja       |           |
|   | j) de site (s), fabrikant of een groep fabrikanten of degenen die hen vertegenwoordigen, voor wie het EPD representatief is;  | ja       |           |
|   | k) informatie over waar nadere informatie kan worden verkregen.   | ja       |           |
|   | Daarnaast is aangegeven welke derde partij de onafhankelijke toets heeft verricht.  | ja       |           |
| Regels voor declaratie van LCA informatie per module (paragraaf 2.7.2 + 2.7.2.3)  | De milieu-impactcategorieën (tabel 2 bepalingmethode), het gebruik van grondstoffen (tabel 3), afvalcategorieën (tabel 4) en outputstromen (tabel 5) zijn aangehouden.  | ja       |           |
| Scenario's en additionele technische informatie (paragraaf 2.7.3)   | Voldoet aan de EN 15804.  | ja       |           |
| Additionele informatie gebruiksfase (paragraaf 2.7.4)   | Informatie over de emissie van gevaarlijke stoffen naar binnenlucht, bodem en water in de gebruiksfase is verstrekt.  | ja       |           |
| Aggregatie van informatie modules (paragraaf 2.7.5)   | Het invoer format voor product-/itemkaart en basisprofiel is gebruikt.  | ja       |           |
| <b>PROJECTRAPPORT (het projectrapport is geen onderdeel van publieke communicatie) (paragraaf 2.8 Bepalingsmethode; hoofdstuk 8 EN 15804)</b>                 |   |          |           |
| Projectdossier  | Het projectdossier en LCA rapport bevat de volgende informatie zoals beschreven in paragraaf 2.8 van de Bepalingsmethode:   | ja       |           |
| LCA-rapport   | Het LCA-rapport bevat tenminste de informatie zoals beschreven in paragraaf 2.8 van de Bepalingsmethode.  | ja       |           |
| Schaling  | Indien van toepassing voldoet de schaling op de productkaart aan het gestelde in paragraaf 2.8.2.2. van de Bepalingsmethode.  | nvt      |           |
| <b>VERIFICATIE DOOR EEN DERDE PARTIJ EN GELDIGHEID VAN EEN EPD (paragraaf 2.9 Bepalingsmethode; hoofdstuk 9 EN 15804)</b>                                     |   |          |           |
| Rapportage toetsend bureau  | Bevat de bevindingen van de toetsers.   | ja       |           |
|   | Bevat het eindoordeel of aan deze norm wordt voldaan of niet.   | ja       |           |
| Kwaliteitsverklaring  | Toetsers verklaart erkend expert en toetsers te zijn bij de Stichting NMD   | ja       |           |

## **Bijlage C. Gekarakteriseerde resultaten**

Opgenomen in het Excel bijlagenbestand.

## **Bijlage D. LCA methode**

Opgenomen in het Excel bijlagenbestand.

## **Bijlage E. LCI**

Opgenomen in het Excel bijlagenbestand.

## **Bijlage F. Niet-gekaracteriseerde stoffen**

Opgenomen in het Excel bijlagenbestand.



[WWW.SGS.COM/INTRON](http://WWW.SGS.COM/INTRON)

## OVER SGS

Wij zijn SGS - 's werelds grootste test-, inspectie- en certificeringsbedrijf. Wij worden erkend als de wereldwijde benchmark voor duurzaamheid, kwaliteit en integriteit. Onze 97.000 medewerkers opereren in een netwerk van 2.650 kantoren en laboratoria en werken samen aan een betere, veiligere en meer verbonden wereld.

### **SGS INTRON B.V.**

**Dr. Nolenslaan 126  
P.O. Box 5187**

NL-6130 PD Sittard  
+31 (0)88 214 52 04

### **SGS INTRON B.V.**

**Venusstraat 2  
P.O. Box 267**

NL-4100 AG Culemborg  
+31 (0)88 214 51 00

### **SGS NETHERLANDS**

**Malledijk 18  
P.O. Box 200**

NL-3200 AE Spijkenisse  
+31 (0)88 214 33 33

### **SGS BELGIUM**

**SGS House  
Noorderlaan 87**

B-2030 Antwerpen  
+32 (0)3 545 44 00