



Life Cycle Analysis of Concrete Products

HPC – (Glass Fiber Reinforced) High Performance Concrete

GRC – Glass Fiber Reinforced Concrete

Report SGS INTRON B.V.

Status: Report
Date: May 20 2024
Document number: A145060/R20231251-EN

WHEN YOU NEED TO BE SURE



Colophon

Client:

mbX attn. Mr. B. van Overveld
Lelyweg 234612 PS BERGEN OP ZOOM

Offer:

A145060/O20231179

Purchase order:

Signed quotation

Contractor:

SGS INTRON B.V.

Telephone number:

+31612315610

Mobile number:

Email address:

bjorn@mbx.nl

Date:

March 10, 2023

Date:

March 20, 2023

Contact:

Ing. Mathijs de Vaan

Email address:

Mathijs.devaan@sgs.com

Author:

Ing. M. de Vaan

Signature:



Authorizer:

Dr. U. Hofstra

Signature:



Date:

June 20, 2023

March 22, 2024

May 20, 2024

Reason for change:

Adjustments due to the first review

Version 1.0

Summary

Product	ECI [euro]*	ECI (A1 to A3) [euro]	Contribution to climate change [kg CO2-eq]**
HPC	3.22 (2.85)	1.86	34.5
GRC	3.02 (2.65)	1.78	31.7

* In brackets is the ECI value in the case of the use of an electrically powered crane during the installation of the panels.

** This data is from set 1

Product description

The products are glass fibre reinforced high-performance concrete (cast) or glass fibre reinforced (sprayed) concrete façade elements (HPC and GRC). The façade elements are often used for architectural façades. The product has a very closed structure. This is due to a very fine build-up of the mix. The material has a very long lifespan of at least 100 years. The field of application is very wide. As are the possibilities in terms of colour and structure.

Application

Architectural/aesthetic façade panels.

Technical Specifications

The technical specifications depend on the project.

Physical Properties

The physical properties depend on the project.

The environmental profiles are displayed per 1 m².

The thickness and density of HPC are 30 mm and 2350 kg/m³, respectively.

The thickness and density of GRC are 15 mm and 1800-1900 kg/m³ respectively.

Other technical information

Other information can be found on the mbX website.

Product Raw Material Composition

HPC

Material categories	Quantity [kg]	Primary/Secondary [%]
Metal	-	-
Minerals	72	97.4 / 2.6
Fossil materials	-	-
Bio-based materials	-	-

GRC

Material categories	Quantity [kg]	Primary/Secondary [%]
Metal	-	-
Minerals	41	100 / 0
Fossil materials	1.8	100 / 0
Bio-based materials	-	-

SVHC statement

There are no substances in the product that exceed the registration limit included in the latest "Candidate List of Substances of Very High Concern for Authorisation".

Table of contents

Colophon	2
Summary	3
1. Introduction.....	5
1.1. Background.....	5
1.2. The client	5
1.3. Purpose and target group	5
1.4. Procedure	5
1.5. Execution and supervision of the study	6
1.6. Structure of this report	6
2. Subject of the study	7
2.1. Reference Unit.....	7
2.2. Product description	7
2.3. Lifecycle Phases and System Boundaries	8
2.3.1. Raw materials and processes (A1 & A3).....	10
2.3.2. Operation Phase / Maintenance (B)	11
2.3.3. Demolition (C1).....	11
2.3.4. Transport (C2).....	12
2.3.5. Waste treatment (C3)	12
2.3.6. Landfill (C4).....	12
2.3.7. Environmental burdens and benefits beyond the system boundaries of the application (D)	12
2.4. Collection of input and output data	13
2.5. Data quality and validation of economic flows.....	13
2.6. Calculation procedures	13
2.7. Allocation	14
2.8. Project file	14
3. Results.....	15
3.1. Calculation of environmental profile and environmental parameters	16
3.2. Major contribution analysis	20
4. Sensitivity analysis	22
5. Sources	23
Appendix A. Information to the LCA	24
Appendix B. Assessment statement Eco-Intelligence	28
Appendix C. Characterized results	29
Appendix D. LCA method	29
Appendix E. LCI.....	29
Appendix F. Non-characterized substances.....	29

1. Introduction

1.1. Background

mbX has asked SGS INTRON to prepare validated environmental information for the HPC and GRC products. These are façade panels (usually with both a technical and an aesthetic function) from high-strength concrete and glass fibre reinforced concrete respectively.

SGS INTRON has carried out an Environmental Life Cycle Assessment (LCA). The requirements and guidelines set by the Dutch National Environmental Database Foundation (NMD) for such environmental information have been taken into account so that the results can be used for inclusion in the National Environmental Database. This report describes the results and background of the LCA and thus forms the assessment file for the products.

1.2. The client

The initiator of this study is mbX.

1.3. Purpose and target group

The aim of this study is to prepare validated environmental information of HPC and GRC façade elements in order to present reliable and accurate quantitative environmental data of building materials, construction products and building elements to the National Environmental Database (NMD). Product cards and basic profiles have been created for the communication of the results with the NMD. These serve as a basis for making calculations on buildings and for generating solutions that cause less environmental impact.

The product cards and basic profiles have the following applications:

1. The transmission of environmental data in the chain so that subsequent links are also able to draw up an environmental statement for their product.
2. The application of environmental data in LCA calculations of construction works. For this application, the methodological comparability (summation) of the environmental data is particularly important.

1.4. Procedure

The LCA in this report complies with the requirements and guidelines of the NMD Environmental Performance Assessment Method for Buildings version 1.1 (2022) and the NMD assessment protocol. As a result, the LCA also complies with the requirements and guidelines of EN 15804, including amendments A1:2013 and A2:2019, ISO 14040 and ISO 14044. In addition, the requirements and guidelines of ISO/DIS 21930 and ISO/TR 14025 have been followed.

1.5. Execution and supervision of the study

The LCA was carried out by SGS INTRON by Igor Konovalov and Mathijs de Vaan. The report was authorized by Ulbert Hofstra. Berthold Valk (mbX) supervised the project by providing and assessing data.

The LCA and the associated product cards have been reviewed by Gert-Jan Vroege (Eco Intelligence). The conclusion of the reviewer 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.”

The full response of the reviewer in the form of the completed assessment tables is included as Appendix B.

1.6. Structure of this report

Chapter 2 describes the model, assumptions, product and reference unit. Chapter 3 then presents the results of the model and the environmental profile of the functional unit. Finally, Chapter 4 provides a sensitivity analysis for the relevant variables in the model.

Additional information on the LCA is provided in Appendix A. Appendix C-F contains the results of the LCA, the LCA method used, the LCI and the non-characterized substances. Appendix C-F are included in an attached Excel attachment file.

2. Subject of the study

2.1. Reference Unit

A functional unit has been used in which production, transport to the application, construction, use phase, demolition and final waste processing are included. The lifespan is based on the fixed value for non-residential construction as described in the Assessment Method.

The reference unit is fixed on a façade panel of 1 m² with a lifespan of 100 years.

1 m² HPC façade panel weighs 71.67 kg

1 m² GRC façade panel weighs 42.86 kg.

2.2. Product description

The products are glass fibre reinforced high-performance concrete (cast) or glass fibre reinforced (sprayed) concrete façade elements (HPC and GRC). The façade elements are often used for architectural façades. The product has a very closed structure. This is due to a very fine build-up of the mix. The material has a very long lifespan of at least 100 years. The field of application is very wide. As are the possibilities in terms of colour and structure.

2.3. Lifecycle Phases and System Boundaries

The processes that have been examined within the LCA are delimited by so-called system boundaries. The system boundaries determine which phases and processes of the life cycle are included in the LCA. Figure 1 shows the processes included in the LCA in the form of a process tree. Below the figure, these processes and the distribution over the life cycle phases are explained in more detail. The processes are divided into the following life cycle stages (A1 to D) in accordance with the Assessment Method.

Table 1. Description LCA phases

Module	Description
A1	Extraction and production of raw materials
A2	Transport to the production sites
A3	Production processes
A4	Transport to the construction site
A5	Construction processes
B1	Use phase & emissions
C1	Demolition processes
C2	Transport to waste disposal sites
C3	Waste treatment processes – recycling
C4	Waste treatment processes – landfill
D	Environmental burdens and benefits beyond the system boundaries of the application

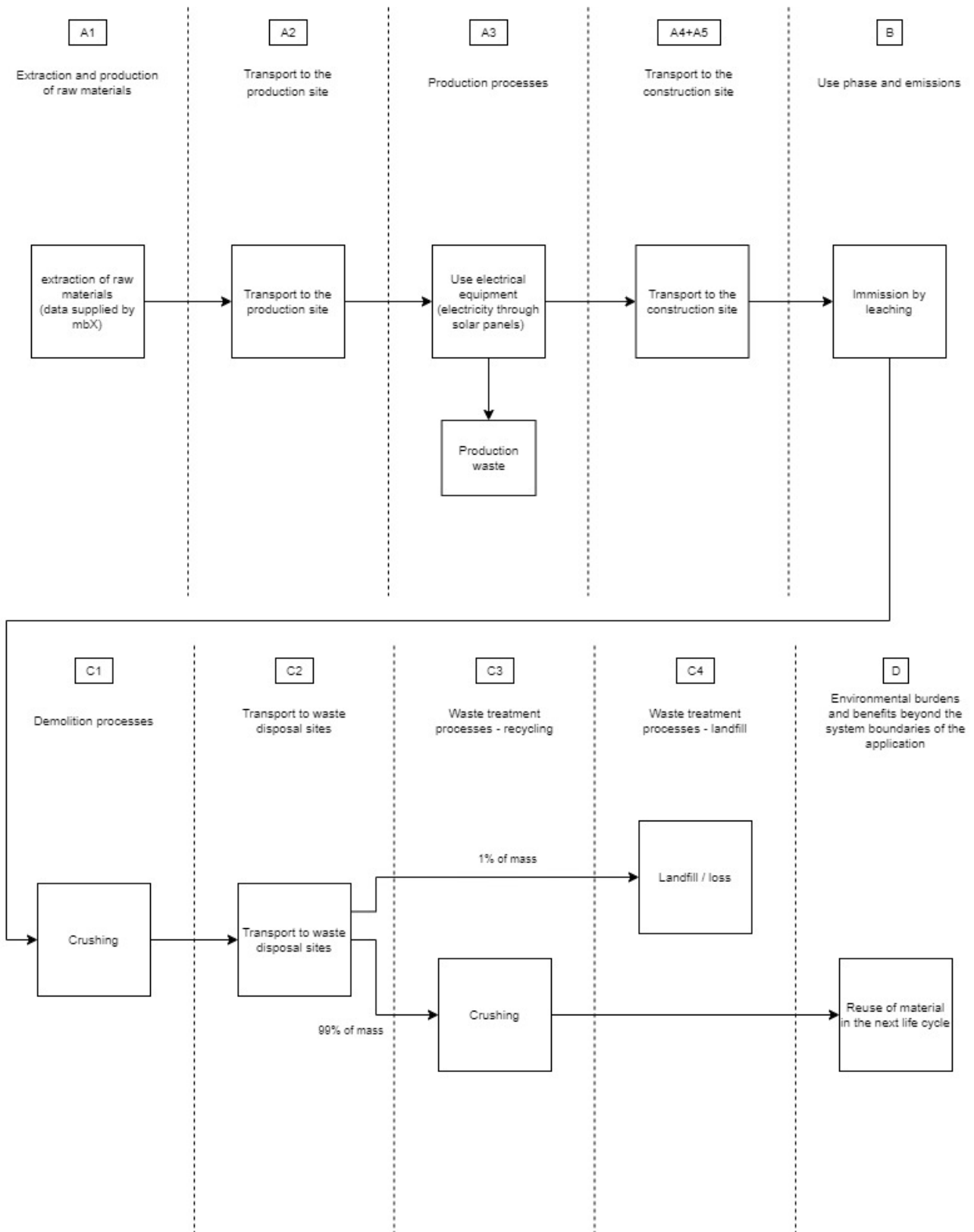


Figure 1. Process Tree

2.3.1. Raw materials and processes (A1 & A3)

Table 2a shows the database processes (Ecoinvent or NMD basic process), the transport distances and quantities of the raw materials in module A1.

There has been contact with raw material suppliers. However, they only had LCAs available that were not in compliance with the Dutch Assessment Method.

Capital goods within the production process, including steel moulds, mixing installations and internal transport equipment, are not included because they are only replaced after years of use.

As an example, at least 165 elements per mould of 300 kg of steel are produced per year. Experience shows that these types of moulds last more than 20 years, which means that the allocation per element is less than 90 grams of steel per m².

This is much smaller than 1% of the mass balance and has therefore been omitted.

Table 2a. Module A1 – Raw materials per functional unit

Product	Raw material	Distance A2 [km]	Supplier	Database process	Quantity [kg]
HPC	Sand	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%) Tap water {Europe without Switzerland} market for Cut-off (60%)	0.75
	Fibreglass	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
	Sand	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
	Fiberglass AR2500H103	570	Fibre Technologies	Glass fibre {RER} production Cut-off, U	2.13

Table 2b shows the database processes (Ecoinvent or NMD basic process) for the transport processes in module A2. The transport distances are given in Table 2a.

Table 2b. Module A2 – transport processes by raw material

Lawsuit	Database process
Lorry	Transport, freight, lorry, unspecified {RER} market for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U

Table 2c shows the database processes (Ecoinvent or NMD basic process) for the production processes in module A3.

The company has enough solar panels to cover its entire electricity consumption. This consumption also includes electric forklifts.

Table 2c. Module A3 – Production processes per functional unit

Production process	Database process	Quantity per functional unit
Electricity consumption (PV generation)	Electricity, low voltage {NL} electricity production, photovoltaic, 3kWp slanted-roof installation, single-Si, panel, mounted Cut-off, U	10 kWh
Production waste	Percentage van de in tabel 2a benoemde grondstof hoeveelheden	3%

For the transport in module A4, the transport process under module A2 (see table 2b) was also used in combination with a transport distance of 150 km.

The packaging material used consists of pallets and steel trestles that are reused.

In module A5 (construction site processes) the crane process <0121-pro&Kraan hydr.tele. band, per uur (o.b.v. 263 kWh Diesel, burned in building machine {GLO}| market for | Cut-off, U)>. The operating time of the crane is set at 5 minutes per functional unit, according to mbX.

The crane process can also be carried out with an electric model if desired. This would take into account 40% of the energy consumption of a diesel crane because the diesel cranes have an energy efficiency of about 40%. The electricity consumption for this would then be 40% of 263 kWh, or 105 kWh.

2.3.2. Operation Phase / Maintenance (B)

Due to the outdoor application of the products, it was decided to include the leaching in the calculations. For this purpose, the relevant immission data for concrete products were used, as indicated in report “MONITORING KWALITEIT BOUWSTOFFEN 2006” by RIVM.

Table 2d. Module B – Immission data per functional unit over the entire lifetime

Component	Immissie [mg/m ³]
Barium	493.50
Chromium	23.10
Vanadium	35.70
Fluoride	746
Chloride	402
Sulfate	5492

Maintenance or replacements are only necessary as a result of incidents such as storm damage. Modules B2 to B5 have therefore not been taken into account.

2.3.3. Demolition (C1)

At the end of the use phase, the walls are demolished and demolished. Table 3a shows the demolition processes used per product, which are taken from the category reports for concrete.

Table 3a. Module C1 – demolition processes per functional unit

Demolition process	Amount of material [kg]	Database process
Break	Per m3 of product (depending on the product thickness)	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 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)

The waste materials must be handled by approved recycling companies. Table 3b shows the corresponding transport processes per waste material in module C2. Transport distances are 50 km for recycling and 150 km for landfill.

Table 3b. Module C2 – transport processes by waste material

Transport process	Amount of material [kg]	Database process
Lorry	HPC: 71,67 GRC: 42,86	Transport, freight, lorry, unspecified {RER} market for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U

2.3.5. Waste treatment (C3)

The material is processed in crushers. Part of the waste material released is recycled. The recycling percentages are either in accordance with the Assessment Method (1) or by specifying the client (2). The recycling processes and percentages are shown in Table 3c.

Table 3c. Module C3 – recycling processes by waste material

Lawsuit	Percentage	Database process
Break	99% (1)	SBK Breken steenachtig MRPI

2.3.6. Landfill (C4)

Part of the waste material released is landfilled. The deposit percentages are either in accordance with the Determination Method (1) or by specifying the client (2). The landfill processes and percentages are shown in Table 3d.

Table 3d. Module C4 – landfill processes by waste material

Lawsuit	Percentage	Database process
Deposit	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. Environmental burdens and benefits beyond the system boundaries of the application (D)

The recycled material is used as the equivalent of a primary raw material. The landfill of secondary material, on the other hand, ensures that an equivalent of new primary material has to be extracted. Both are shown in Table 4.

Table 4. Module D – raw material equivalents beyond system boundaries

Material	Recycling [kg]	Landfill [kg]	Database process
Gravel	HPC: 70,95 GRC: 42,43	HPC: 0,72 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. Collection of input and output data

Process data was collected by mbX. The data was collected using the 2023 base year questionnaire prepared by SGS INTRON. Input and output data were collected for the following data categories:

- Raw materials and processes;
- Energy;
- Production waste.

A description of the representativeness of the data collection is given in Appendix A. Appendix A also includes an overview of the use of background data and literature data from the basic processes database of the National Environmental Database and the Ecoinvent database.

2.5. Data quality and validation of economic flows

The data made available by mbX have been validated at process and company level. SGS INTRON considers the mass and energy balance to be comprehensive. mbX has also made data available on production downtime and the generation of waste. These data were used to derive the gross consumption figures.

The collected data and the LCA calculations were discussed in the project team and assessed for reliability, completeness and representativeness. A full description of data quality based on the method available for this purpose from the NMD Assessment Method is included in Appendix A.

For basic processes, the SimaPro file of the National Environmental Database 3.5 and Ecoinvent 3.6 was used.

The list of interventions is available in Appendix D. The naming of interventions is in line with the nomenclature from SimaPro 8. Due to the use of CAS numbers, there is little possible misunderstanding about the interventions. For the interventions from the standard list from EN 15804 that are not listed in appendix E of this report, it is unknown whether the procedure will take place. SGS INTRON does not expect interventions to have been omitted that could reasonably occur in an amount that would affect the outcomes of the LCA. This meets the requirements for the completeness of individual interventions.

The substances that are included in the LCA inventory but are not defined in the LCIA method (CML-2) used, are listed in Appendix E. SGS INTRON does not expect that there are substances that have not been characterized because only data from the process database, Ecoinvent or LCA data that have already been tested have been used.

LCA data has been requested from the raw material suppliers. They only had non-compliant LCA data available that are not suitable for the calculations for the Dutch market.

2.6. Calculation procedures

- The environmental interventions are determined using the methods described in the Assessment Method. The LCA calculations have been carried out in accordance with EN 15804+A1:2013 and EN 15804+A2:2019.
- The calculation of energy flows takes into account the fuels and electricity sources used, the extraction and transport of the fuels, the efficiency of the conversion and the distribution of the energy flow. The net calorific value (LHV) has also been taken into account.

- The rules for allocation in multi-input, output, recycling and reuse processes from the Determination Method have been followed for all materials.
- For Ecoinvent processes, calculations have been made including the infrastructure processes (capital goods).
- Ecoinvent landfill processes do not include long-term emissions.

2.7. Allocation

Within the LCA, there are a number of environmental interventions that must be divided across multiple processes or product systems. This applies to multi-import, multi-export, reuse and recycling processes. For landfill processes, the chemical compositions in accordance with the Ecoinvent method were used.

2.8. Project file

The project file consists of the present report (including the Excel file with appendices), a file folder at SGS INTRON and the SimaPro database of this project. The full substantiation of the LCA can be deduced from these sources.

3. Results

3.1. Calculation of environmental profile and environmental parameters

Table 5. Environmental profile of HPC associated with the functional unit

Effect Category	Unit	Total	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	mole 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	mole 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
SADOMASOCHISM	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
CRUDE	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

Table 6. Environmental profile of GRC associated with the functional unit

Effect Category	Unit	Total	A1	A2	A3	A4	A5	B1	C1	C2	C3	C4	D
ECI - Set 1	[€]	3.04E+00	1.53E+00	7.02E-02	1.79E-01	9.90E-02	9.58E-01	1.43E-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	5.19TH-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	5.13TH-04	2.40E-04	6.93E-05	3.05E-06	-1.57E-04
HTP	kg 1,4-DB eq	6.88E+00	2.12E+00	2.49E-01	8.90E-01	3.51E-01	2.65E+00	4.55E-01	1.11E-01	1.19E-01	1.60E-02	9.78E-04	-7.87E-02
FAETP	kg 1,4-DB eq	7.76E-01	7.84E-02	7.29TH-03	1.85E-02	1.03E-02	3.68E-02	6.20E-01	1.54E-03	3.49E-03	2.76E-04	2.32E-05	-1.22E-03
MAETP	kg 1,4-DB eq	1.29E+03	1.69E+02	2.60E+01	8.77E+01	3.67E+01	1.28E+02	8.32E+02	5.37E+00	1.25E+01	1.04E+00	8.30E-02	-5.07E+00
TETP	kg 1,4-DB eq	3.08E-02	2.06E-02	8.81E-04	3.29E-03	1.24E-03	4.36E-03	4.65E-05	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	6.14TH-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	mole 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	2.09TH-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	mole 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	5.13TH-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	6.16TH-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	1.12E+00	2.51E+00	3.50E+00	7.42E-01	4.00E-02	-3.50E+00
HTP-C	CTUe	9.38E-09	3.53E-09	2.60E-10	1.22E-09	3.67E-10	2.09E-09	1.81E-09	8.78E-11	1.25E-10	1.76E-11	9.00E-13	-1.29E-10
htp-nc	CTUe	3.74E-07	2.32E-07	8.71E-09	5.80E-08	1.23E-08	5.15TH-08	8.80E-09	2.16E-09	4.17TH-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
SADOMASOCHISM	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	8.09TH-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	4.11TH-06	4.05E-07	-9.49E-06
CRUDE	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. Major contribution analysis

A major contribution analysis has been carried out to clarify the environmental profiles. The total score for each environmental effect is set at 100%. The coloured parts show what part of the total environmental impact is caused by a certain life cycle phase or underlying processes. The environmental profile is divided into the individual modules of the life cycle and the most important raw materials (cement and steel).

Figures 2 and 3 show the focal points in the environmental profile of the two products.

The production of raw materials makes an important contribution to many environmental effects and the MKI (ECI Set 1), especially the production of cement. The leaching makes a contribution to the MKI through the ecotoxicity indicators. In addition, the placement of the elements (A5) also makes an important contribution.

The negative effects in module D are caused by recycling (the avoided primary production of the raw material equivalent for the recycled steel) and to a lesser extent the saved gravel due to the recycling of concrete (granulate).

Major contribution analysis

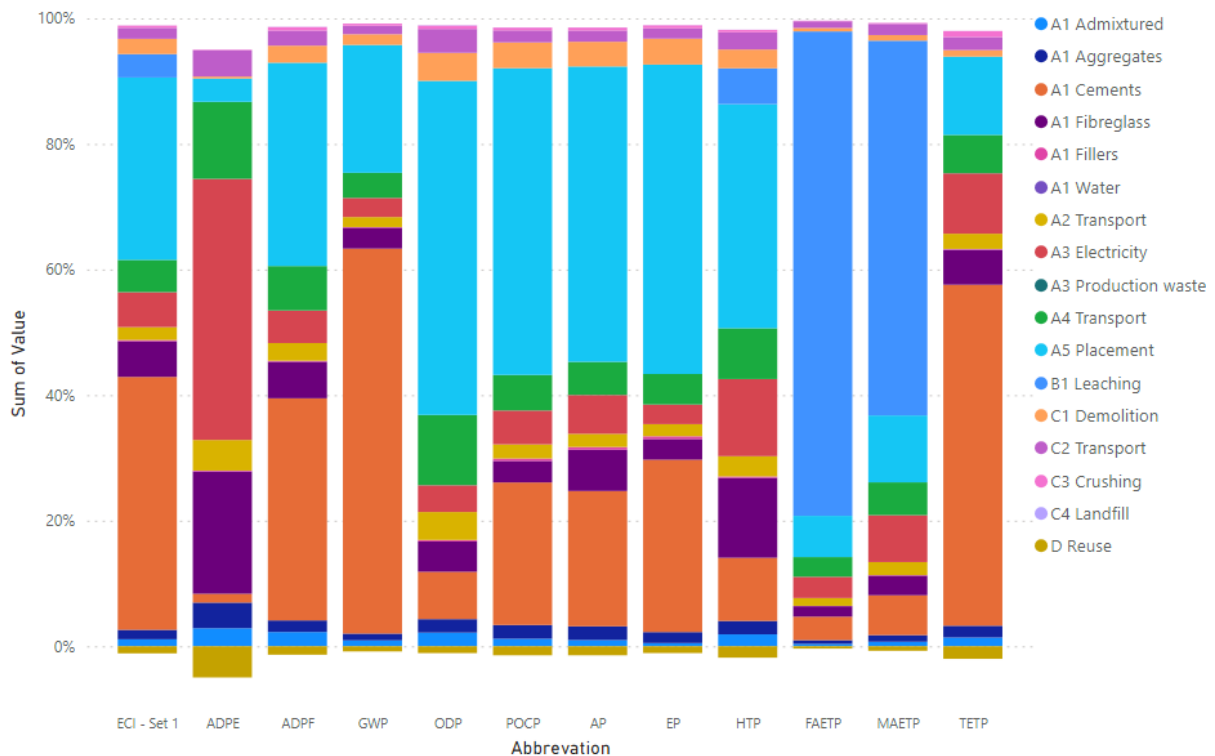


Figure 2. Contribution of the different impact categories to the ECI of HPC. Graph attached to Table 5.

Major contribution analysis

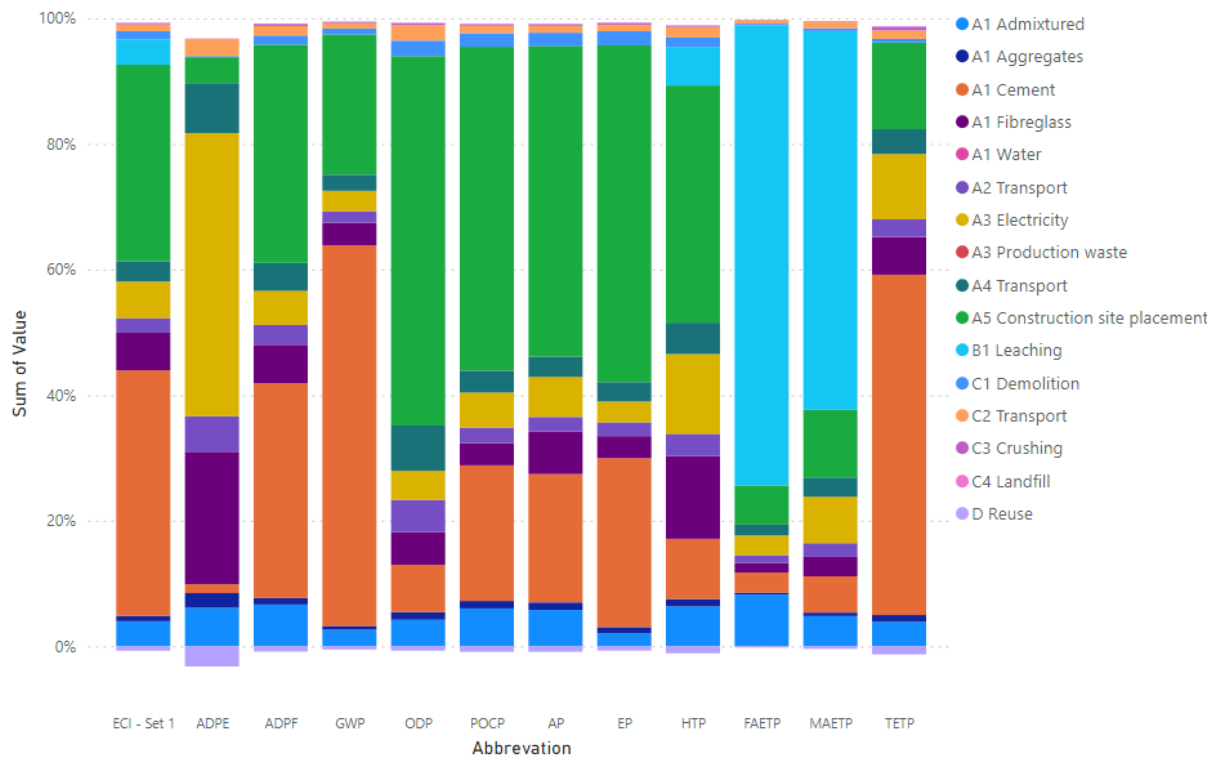


Figure 3. Contribution of the different impact categories to the ECI of GRC. Graph attached to Table 6.

4. Sensitivity analysis

Because the crane can be either diesel or electrically powered when installing the panels, a sensitivity analysis was carried out.

The environmental profiles of HPC and GRC have been calculated for a scenario in which a diesel-powered crane is used (profiles in chapter 3) and two scenarios with an electrically driven crane. These last two scenarios make the distinction between grey and green electricity. The grey electricity is modelled as the Dutch energy mix <Electricity, low voltage {NL}| market for | Cut-off, U> and the green electricity as the same card with the underlying profile <Electricity, high voltage {EN}| market for | Cut-off, U> has been adapted to an energy mix of 32.4% wind onshore, 32.4% wind offshore, 4.9% biogas and 30.3% PV.

The ECI values for each scenario are shown in the table below.

Table 7. Sensitivity analysis

Product	Type →	Diesel	Electric (grey)	Electric (green)
HPC		3.22	2.85	2.37
GRC		3.02	2.65	2.16

The use of an electrically driven crane can reduce the ECI value of the products by about 20%. When guaranteed green electricity is used for this, this can even rise to 25 - 40%.

5. Sources

National Environmental Database, "Environmental Performance Assessment Method for Buildings", March 2022

National Environmental Database, "NMD Assessment Protocol for the inclusion of data in the national environmental database", May 2022

EN 15804 (incl. A1:2013 and 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.

Appendix A. Information to the LCA

HORIZONTALLY AGGREGATED PROCESSES					
To be reviewed	The totality of the inputs and outputs (economic flows, excluding the product, and environmental interventions) of a group process; or the characterization of a group process in relation to the LCA in which it is used				
Apply to	A process that has been presented as an 'average' of a similar process from different production locations; or assessment of process data of a group when used in an LCA				
Indicator Pedigree score	1	2	3	4	5
COMPLETENESS					
Completeness of environmental interventions	All environmental interventions from the LCA-2 list* have a value	All environmental interventions that can reasonably be expected have a value	There are no interventions that can reasonably be expected, but that are expected to be less relevant to the environmental profile of the process	There are no interventions that can reasonably be expected, that are expected to be relevant to the environmental profile of the process or of which it is not possible to assess in advance whether they are relevant	Missing interventions unknown
Example	Value can also be zero. The value may be set to zero in a reasoned manner.				
Completeness of economic flows	All flows are qualified and quantified	All flows are qualified. The flows that are expected to be relevant to the environmental profile of the process have been quantified and Funded	All flows are qualified. The largest of the material and energy flows have been quantified	The economic flows for which data were available have been quantified	The completeness of economic flows is unclear / unknown
Example	Flows = raw materials, energy, emissions, waste. E.g.: Each additive is named and the quantity used is stated.	E.g. additives which are similar in production and composition to the main material have not been quantified. E.g. water emissions not quantified			
Mass balance at process level	Closure >95%	Closure 90-95%	Closure 80-90%	Closure 70-80%	Closure <70% or unknown
	Mass balance = total mass of input raw materials relative to total				

Example	products+emissions+waste				
Mass balance at company level	Of the companies that together account for more than 80% of the production volume , the mass balance per company is >95% balanced	Of the companies that together account for more than 80% of the production volume , the mass balance per company is >90% balanced	Of the companies that together account for more than 80% of the production volume, the mass balance per company is expected to be balanced for >80%	Of the companies that together determine more than 80% of the production volume , the mass balance per company is >70% balanced	Of the companies that together account for more than 80% of the production volume , the mass balance per company is <70% balanced or unknown
Example	Mass balance = total amount of raw materials used compared to total production+waste+emissions (purchasing/selling, adjusted for inventories)				
Enterprise-level energy balance	Of the companies that together determine more than 80% of the production volume, the energy balance per company is >95% balanced	Of the companies that together account for more than 80% of the production volume, the energy balance per company is >90% balanced	Of the companies that together account for more than 80% of the production volume, the energy balance per company is expected to be balanced for >80%	Of the companies that together account for more than 80% of the production volume, the energy balance per company is expected to be >70% closing	Of the companies that together account for more than 80% of the production volume, the energy balance per company is <70% conclusive or unknown
Example	Sum of energy consumption of individual processes in relation to the energy bill				
REPRESENTATIVENESS					
Time-bound representativeness of process Compared to year of assessment	<2 years difference; or (choose the best option): All underlying processes are common for the period studied in the LCA	2-5 years difference; or (choose the best option): One of the underlying processes has been changed in detail. This is estimated to lead to changes of less than 5% in the average dust flows	5-10 years difference; or (choose the best option): Some of the underlying processes have changed. This is estimated to lead to changes between 5-20% in the average dust flows	10-15 years difference; Or (choose the best option): The underlying processes have largely changed. This can lead to changes of >20% in some of the common dust streams	>15 years difference or unknown; or (choose the best option): The process is no longer used in the period under investigation Or: The underlying processes have largely changed. This can lead to changes of >20% for all dust streams
Example	Data are from 1999 and are issued in 2000 as valid for the period 1999 – 2001	Data are from 1999 and are issued in 2003			

Completeness of the number of locations / geographical representativeness	All companies in the group have provided data	Representative cross-section of the group in terms of geographical differences in flows (e.g. transport distance, temperature dependence, regulations). Differences are represented evenly in average.	Cross-section of the group of geographical differences in the situation.	Random cross-section of the group	Geographical differences not taken into account
Geographical representativeness	The area covered by the group is in direct relation to the desired area	The area covered by the group, covers a larger area within the desired area Western European data, which is used in the Netherlands	The area covered by the group has production conditions similar to those of the desired area Data of products produced in the Netherlands, for which German data is used	The area covered by the group has partly equivalent production conditions.	The area covered by the group has completely different production conditions / geographical representativeness unknown
Example					
Completeness of the number of locations / technological representativeness	All companies in the group have provided data	Representative cross-section of the group in terms of technological differences. Differences are balanced and averaged.	Cross-section of the group representing technological differences	Random cross-section of the group	Technological differences not taken into account
Technological representativeness	Data from companies, process and product of study.	Data of process/product of study, but from a company other than the group represents. German gravel for which Dutch data are used	Data of process/product of study, but a different technology For a PVC product, data from another PVC processing process is used	Data from similar processes/products, but the same technology	Data from similar processes and materials, but different technology
Example					

CONSISTENCY AND REPRODUCIBILITY

Uniformity and consistency	The data that together account for >80% of the environmental impacts) shall be determined in the same way, with the same accuracy	The data that together determine >80% of the environmental impacts are determined in the same way	The data that together account for >80% of environmental impacts have been collected using the same approach and are based on best available and validated data	The data that together determine >80% of the environmental impact are based on available data, collected according to the same procedure	The data that together determine >80% of the environmental impact are based on different sources with varying degrees of accuracy without validation of mutual deviations
----------------------------	---	---	---	--	---

	collected.				
Uniformity and consistency	The data collected together >80% of environmental impacts are equally and with the same Accuracy Collected	The data that together account for >80% of the environmental impacts are determined in the same way	The data that together account for >80% of the environmental impacts) have been collected using the same approach and based on best available and validated data	The data that together determine >80% of the environmental impact are based on available data, collected according to the same procedure	The data that together determine >80% of environmental impacts are based on different sources with varying accuracy without validation divergences
Example	Energy and emissions data according to the same recording systems.	Energy and emissions data based on measurements	Combination of measured and estimated values with explainable deviations from each other, collected according to the same procedure	Companies have completed the same questionnaire. Differences not further investigated	Combination of literature data from different companies from different years, with different data
Third-party reproducibility	Fully reproducible	Process description fully quantitatively reproducible with the environmental interventions used for the processes that determine >80% of the environmental impacts.	Process description can be fully and quantitatively reproduced	Process description can be reproduced qualitatively and in general	Completely non-reproducible

Appendix B. Assessment statement Eco-Intelligence

Verification according to NMD protocol 1.1 May 2022

Commissioner	mbX , B. van Overveld
LCA practitioner	SGS INTRON, Mathijs de Vaan
Reviewer	Eco-Intelligence, Gert-Jan Vroege
Final report	A145060-R20231251-MVa-mbX-EN.docx
Date final report	April 18th 2024
Date review 1ste round	August 18th 2023
Date review 2nd round	April 8th 2024
Date final round	May 1st 2024
Method	Bepalingsmethode 1.1 maart 2022
Reviewed products	Glass fibre reinforced high-performance concrete (cast) façade elements Glass fibre reinforced (sprayed) concrete façade elements

The LCA-backgroundreport A145060-R20231251-MVa-mbX-EN.docx, produced by SGS INTRON, Mathijs de Vaan 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 underlaying standards ISO 14040/44, ISO 14025, EN15804.

Gert-Jan Vroege
Edam
1 mei 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 1 mei 2024 A145060-R20231251-MVa-mbX-EN.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 hand liggend zijn die toegepast. In de grondstoffentabel worden nu ook de toeleveranciers genoemd.
				Checked and approved	
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 elektrisch? (dat wordt met de gevoeligheidsanalyse wel duidelijk, maar ook hier duidelijk beschreven)	Er is met diesel gerekend
				Checked and approved	
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: "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." Dit zijn ca. 1650 elementen tot nu toe. dat komt uit op ongeveer 180 gram staal die per m ² 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 ² wordt. Dit is veel kleiner dan 1% van de massabalans en is daarom achterwege gelaten.
				Checked and approved	

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.
				Checked and approved	
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.
				Checked and approved	
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.
				Checked and approved	
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.
				Checked and approved	
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
				Checked and approved	
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.
				Checked and approved	
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.
				Checked and approved	
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
				Checked and approved	
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

				Checked and approved	
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
				Checked and approved	
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.
				Checked and approved	
15	15	Tabel 2. Milieuprofiel van HPC behorende bij de functionele eenheid		Tabelnummering niet consistent (geldt ook voor tabellen hierna)	Aangepast
				Checked and approved	
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.
				Checked and approved	
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
				Checked and approved	
18	22	5.Bronnen	Nationale Milieudatabase, "NMD-Toetsingsprotocol opname data in de nationale milieudatabase", juli 2020	Er is een nieuwere versie mei 2022	Aangepast
				Checked and approved	
19	27	Bijlagen		Bijlagen en dossier zijn niet meegeleverd, graag nog toesturen	Zal emt de volgende verzending meegestuurd worden
				Checked and approved	

Onderwerp	Criterium	Voldaan?	Opmerking
Methodische eisen (paragraaf 2.1 en 2.2 Bepalingsmethode; hoofdstuk 1 en 2 en paragraaf 8.2 EN 15804)			
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	
Doel (paragraaf 2.5.1 Bepalingsmethode; paragraaf 5.1 EN 15804)			
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: 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.	ja	
Doelgroep	De doelgroep van de EPD (afnemers van de producten, NMD) is omschreven.	ja	
Type epd en bijbehorende levenscyclusfasen (paragraaf 2.5.2 Bepalingsmethode; paragraaf 5.2 EN 15804)			
Type EPD	Er is duidelijk aangegeven of er sprake is van een: 1. uitsluitend de productiefase als basisprofiel of van 2. de gehele levenscyclus	ja	
Levenscyclus fasen	De levenscyclusfasen zijn opgenomen conform Bepalingsmethode: 1. Bij uitsluitend de productiefase als basisprofiel modules A1-3. 2. Bij de gehele levenscyclus, A t/m D	ja	
Communicatieformat en format voor aanleveren data aan SBK ten behoeve van NMD (paragraaf 2.5.6 Bepalingsmethode; paragraaf 5.6 EN 15804)			
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	
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)			
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 www.milieudatabase.nl . 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	
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			

Onderwerp	Criterium	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"> - productiefase (A1-A3); - transportfase (A4); - bouw- en installatieproces / aanleg (A5); - gebruiks- en onderhoudsfase (B1 -B5); - sloop- en afvalfase (C1-C4); - milieulasten en baten recycling / hergebruik (D). 	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>LET OP AFWIJKENDE PROCEDURE, MOET WORDEN GOEDGEKEURD DOOR DE TIC</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"> - B1 - Het gebruik van het bouwproduct (levenscyclusfase B1) betreft de toepassing in Nederland. - B2 - Het onderhoud (levenscyclusfase B2) betreft alleen materiaalgebonden onderhoud, en niet bouwwerkgebonden of locatiegebonden onderhoud. Reinigend onderhoud alleen indien functioneel van belang. - B3 - Herstel (levenscyclusfase B3) - 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. - Vervanging van onderdelen die de levensduur van het gehele product niet halen, wordt hier wel opgenomen - B5 – Renovatie (levenscyclusfase B5) is geen onderdeel van deze Bepalingsmethode. 	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. 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. 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. 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 www.milieudatabase.nl. 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"> • Schattingen voor ontbrekende data zijn conservatief ('worst case') gedaan. • Procesgegevens zijn inclusief infrastructuur en kapitaalgoederen (zoals de forfaitaire Ecoinvent data). <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: • Rekenregels voor de vorming van de gemiddelden • Representativiteit van gemiddelden Indien verschillende locaties / producten: presentatie van het modelleren van alle locaties en producten, alsmede de weging daarvan.	nvt	
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)			
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. Individuele productielocaties moeten hun gegevens ontlenen aan die locatie. 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: - 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. - locatie om transportafstand van materialen uit het buitenland naar en van de bouwplaats of afnemer te bepalen: Utrecht; - verwerkingsscenario's einde leven zoals gepubliceerd op https://milieudatabase.nl ; - transportafstand enkele reis van slooplocatie naar sorteer- en/of breekinstallatie: 50 km; - transportafstand enkele reis afvoer grond: 50 km; - transportafstand enkele reis van sloop- of sorteer- locatie naar stortlocatie: 50 km; - 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: - Prefab producten; Aangenomen is dat 3% van de materialen verloren gaat (op de bouwplaats of tijdens transport). - In-situ producten: Aangenomen is dat 5% van de materialen verloren gaat. - Hulp- en afwerkingsmaterialen: Aangenomen is dat 15% van de materialen verloren gaat. 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: — product wordt ook daadwerkelijk geschikt geleverd voor de toepassing; — additionele (hulp)middelen en/of stoffen worden gedeclareerd in de betreffende module D; — specifieke ontwerpvoorwaarden voor toepassing zijn duidelijk omschreven; — afdankscenario's zijn actueel, dezelfde uitzonde- ring als eerder omschreven is van toepassing.	nvt	
INVENTARISATIE: DATAVERZAMELING (paragraaf 2.6.4.1 Bepalingsmethode: paragraaf 6.4.1 EN 15804)			
Datacategorieën	Er moeten milieuingrepen van de processen uit het productsysteem worden verzameld binnen de volgende datacategorieën: onttrekking van grondstoffen, emissies naar lucht, emissies naar water en emissies naar bodem.	ja	

Onderwerp	Criterion	Voldaan?	Opmerking
Dataverzameling Ingrepen	Van elke ingreep moet de naam, de eenheid en de hoeveelheid worden benoemd. De naam moet aangeven wat daadwerkelijk is gemeten.	ja	
	De voorkeursvolgorde voor het vaststellen van de emissies is: 1. Methodes aangewezen in wetten, besluiten of ministeriële regelingen; 2. Methodes uit normbladen; 3. Methodes die zijn beschreven in (eventueel sectorspecifieke) privaatrechtelijke afspraken	ja	
	Alle milieu-ingrepen uit de meest recente CML-NMD methode die verkrijgbaar is via www.milieudatabase.nl en die van het International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook ("identified by the name EN_15804"), moeten worden beschouwd. De volgende ingrepen moeten minimaal een waarde hebben: — emissies naar lucht bij het gebruik van thermische energie van CO ₂ , CO, NO _x (NO ₂ en N ₂ O), SO ₂ , C _x H _y en fijn stof (PM ₁₀ : deeltjes < 10 µm); — emissies naar water van CZV, BZV, P-totaal, N-totaal en vaste stof (PM ₁₀ : deeltjes < 10 µm); — emissies naar bodem van PAK en zware metalen; — overige emissies waaraan vanuit de milieuregeling eisen worden gesteld aan de producent van het bouwproduct.	ja	
Dataverzameling Biogeen koolstof (CO ₂ , CH ₄ , 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? Is de end-of-waste status gecontroleerd? 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): • <10 jaar voor achtergrondgegevens • <5 jaar voor de gegevens van de fabrikant • Gegevens fabrikant op basis van 1 jaar gemiddeld • Tijd periode van 100 jaar in het geval van een stortscenario - langer indien relevant • Technische achtergrond voldoet aan de fysieke werkelijkheid • 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: 1) het desbetreffende land; 2) een vergelijkbaar buurland; 3) de betreffende regio (bijv. Noordwest Europa); 4) het desbetreffende (deel)continent; 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: 1) Een positieve of negatieve waarde; 2) De waarde 0 (voor alle ingrepen waarvan de waarde onder de detectiegrens ligt); 3) Een vraagteken (indien onbekend of de ingreep plaatsvindt).	ja	

Onderwerp	Criterium	Voldaan?	Opmerking
Somparameters	<p>Waar beschikbaar moeten somparameters (zoals NOx, 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.</p> <p>De ingreepwaarde van de somparameters kan op twee manieren worden ingevuld:</p> <p>a) De ingreepwaarde van de somparameter is bekend. Deze wordt ingevuld;</p> <p>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 sompara- meter berekend en worden de uitkomsten gemiddeld.</p>	ja	
Datakwaliteit van de overige processen	<p>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.</p> <p>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).</p>	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 ³ 95 %.	ja	
	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 ³ 95 %.	ja	
	De validiteit van de overige processen moet worden nagegaan door bepaling van de massabalans per proces en correctie van afwijkingen tot een nauwkeurigheid van ³ 95 %.	ja	
Vastlegging van de datakwaliteit per eenheidsproces	<p>De betrouwbaarheid van de milieu-ingrepen moet, voor zover er gegevens over bekend zijn, worden vastgelegd in de documentatie van de procesgegevens:</p> <ul style="list-style-type: none"> · tijdsgebonden representativiteit · geografische en technologische representativiteit van de processen · compleetheit van de economische stromen, door een verantwoording van afgekapte processen · 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.	ja	
	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	
LEVENSZYCLUSINVENTARISATIE: REKENPROCEDURES EN ALLOCATIE (paragraaf 2.6.4.2 & 2.6.4.3 Bepalingsmethode; paragraaf 6.4.2 & 6.4.3 EN 15804)			
Controle rekenprocedure module D	<p>De rekenprocedure voor netto output stromen van secundaire materialen of brandstof is conform de Bepalingsmethode uitgevoerd.</p> <p>De stappen van de rekenprocedure zijn helder omschreven en stap voor stap uitgeschreven.</p>	ja	
Controle declaratie module D	<p>De module D-credits zijn op een correctie wijze gedeclareerd. De volgende aspecten zijn hierin onderbouwd:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Een massabalans waarin alle individuele inputstromen van secundaire grondstoffen en alle outputstromen van materialen voor recycling zijn opgenomen. - Voor de materialen voor recycling, die als secundaire materialen worden toegepast moet de kwaliteit en de kwantiteit worden vastgesteld. - Eventuele afvalstromen vanuit het recyclingproces worden meegenomen. - Module D wordt berekend op basis van de som van de netto output van de individuele stromen van secundaire grondstoffen. 	ja	
LEVENSZYCLUSEFFECTBEOORDELING (paragraaf 2.6.5. Bepalingsmethode; paragraaf 6.5 EN 15804)			
Impactcategorieën	Het milieuprofiel van set 1 (EN 15804/A1:2013, karakterisatiefactoren betrokken uit de 'NMD bepalingsmethode') 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: www.milieudatabase.nl .	ja	
Effectcategorieën	<p>Het milieuprofiel bestaat uit de elf effectcategorieën die zijn genoemd in paragraaf 2.6.5 van de Bepalingsmethode.</p> <p>Ze zijn berekend volgens CML-VLCA.</p>	ja	
Berekening milieuprofiel	<p>De waarden van de effectcategorieën zijn berekend door:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) De milieu-ingrepen uit de inventarisatie toe te wijzen aan de effectcategorieën; 2) De ingrepen per categorie te vermenigvuldigen met de karakterisatiefactoren uit CML-VLCA; 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.	ja	
	<p>Emissies van stofgroepen.</p> <p>De emissies van stofgroepen zijn meegenomen conform de Bepalingsmethode.</p>		
Niet-gekaracteriseerde ingrepen	<p>Indien niet alle milieu-ingrepen zijn gekarakteriseerd:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indien de oorzaak een afwijkende naamgeving betreft: correctie van de naamgeving, zodat de stof alsnog wordt gekarakteriseerd; 	nvt	

Onderwerp	Criterion	Voldaan?	Opmerking
	- Indien de oorzaak een ontbrekende karakterisatiefactor is: karakterisatie volgens een chemisch en fysieke gelijksoortige stof. - Indien die niet aanwezig is, dan opname in een lijst van niet-gekarakteriseerde ingrepen, met daarbij de vermelding wanneer wel een milieueffect kan worden verwacht.		
Aggregatie van milieuprofielen	Bij aggregatie van milieuprofielen wordt een 'gemiddeld' milieuprofiel van een proces verkregen. 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	
LEVENSZYCLUSINTERPRETATIE (paragraaf 2.6.6 Bepalingsmethode)			
Gevoelighedsanalyse	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 gevoelighedsanalyse.	ja	
	Bevat de spreiding als gevolg van spreiding in een gemiddelde samenstelling. Hanteer de hoogste en laagste waarden in de gevoelighedsanalyse.	ja	
	Bevat de spreiding als gevolg van middeling bij het opstellen van een groepsgemiddelde. Hanteer de hoogste en laagste waarden in de gevoelighedsanalyse.	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 gevoelighedsanalyse.	ja	
	Indien methode 3) is toegepast, voer dan een gevoelighedsanalyse 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 gevoelighedsanalyse 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.		
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)			
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	
PROJECTRAPPORT (het projectrapport is geen onderdeel van publieke communicatie) (paragraaf 2.8 Bepalingsmethode; hoofdstuk 8 EN 15804)			
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	
VERIFICATIE DOOR EEN DERDE PARTIJ EN GELDIGHEID VAN EEN EPD (paragraaf 2.9 Bepalingsmethode; hoofdstuk 9 EN 15804)			
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	

Appendix C. Characterized results

Included in the Excel attachment file.

Appendix D. LCA method

Included in the Excel attachment file.

Appendix E. LCI

Included in the Excel attachment file.

Appendix F. Non-characterized substances

Included in the Excel attachment file.



WWW.SGS.COM/INTRON

ABOUT SGS

We are SGS – the world's largest testing, inspection and certification company. We are recognized as the global benchmark for sustainability, quality and integrity. Our 97,000 employees operate in a network of 2,650 offices and laboratories, working together to create a better, safer and more connected world.

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 UNITED States

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

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

SGS BELGIUM

**SGS House
Noorderlaan 87**

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