

# Bepalingsmethode Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouwelementen (MMG)

SAMEN MAKEN WE  
MORGEN MOOIER










# Bepalingsmethode Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouwelementen (MMG)

Voor

Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij (OVAM)

November 2011

Dit rapport werd opgesteld door:

	<p><b>Laetitia Delem</b>, Projectleider, Labo Duurzame Ontwikkeling</p> <p><b>Johan Van Dessel</b>, Afdelingshoofd, Afdeling Duurzame Ontwikkeling &amp; Renovatie</p> <p><b>An Janssen</b>, Onderzoeker, Labo Duurzame Ontwikkeling</p>
	<p><b>Wim Debacker</b>, Onderzoeker, Unit Transitie energie en milieu</p> <p><b>Carolyn Spirinckx</b>, Projectverantwoordelijke, Unit Transitie energie en milieu</p>
	<p><b>Karen Allacker</b>, Onderzoeker, Departement ASRO, Ontwerp- en Bouwmethodiek</p> <p><b>Frank De Troyer</b>, Professor, Departement ASRO, Ontwerp- en Bouwmethodiek</p>



## Inhoudstafel

0	Inhoudstafel .....	3
1	Inleiding .....	5
2	Doel en reikwijdte.....	5
2.1	Functionele eenheid (prEN 15978:2011 §7.2, prEN 15804:2011 §6.3.1).....	5
2.2	Beschouwde levensduur (prEN 15978:2011 §7.2).....	6
2.3	Systeemgrenzen (prEN 15978:2011 §7.4, prEN 15804:2011 §6.3.4).....	6
2.3.1	Productfase (modules A1-3) .....	7
2.3.2	Bouwfase (modules A4-5).....	7
2.3.3	Gebruiksfase (modules B1-7).....	7
2.3.4	End-of-life (modules C1 tot C4) .....	8
3	Scenario's voor het definiëren van de gebouwlevenscyclus (prEN 15978:2011 §8) .....	8
3.1	Scenario's aangaande de productfase (prEN 15978:2011 §8.4) .....	8
3.2	Scenario's aangaande de bouwfase (prEN 15978:2011 §8.5).....	10
3.2.1	Scenario voor het transport van bouwmaterialen van de fabriek naar de werf.....	10
3.2.2	Scenario aangaande het materiaalverlies (bouwafval tijdens de bouwfase (prEN 15978:2011 §9.3.1).....	13
3.3	Scenario voor het energieverbruik tijdens de gebruiksfase (prEN 15978:2011 §8.6.5) .....	13
3.4	Scenario aangaande de einde-levensduur-fase van bouwmaterialen (prEN 15978:2011 §8.7).....	13
3.4.1	Scenario voor ontmanteling en afbraak .....	13
3.4.2	Uitgangspunt voor het transport en eindverwerking van bouw- en sloopafval .....	14
3.4.3	Transport van bouwafval en sloopafval.....	15
3.4.4	Eindverwerking van bouw- en sloopafval.....	16
4	Levenscyclusinventarisatie (prEN 15978:2011 §9.3).....	18
4.1	Vervangingen (prEN 15978:2011 §9.3.3) .....	18
4.2	Dataverzameling (prEN 15978:2011 §9.4) .....	18
4.2.1	Datakwaliteit en databronnen (prEN 15978:2011 §9.4.2 , prEN 15804: 2011§6.3.7, TR 15941).....	18
5	Levenscycluseffectbeoordeling (prEN 15978:2011 §9.5) .....	19
5.1	Selectieprocedure.....	19
5.2	Bepaling van individuele milieu-impactscores .....	20
5.2.1	CEN set van milieu-indicatoren.....	20
5.2.2	CEN + set: bijkomende milieu-indicatoren .....	22
5.3	Bepaling van de geaggregeerde milieuscore.....	24

6	Referenties.....	27
---	------------------	----

Bijlage 1 – Informatie modules gebruikt voor de evaluatie van de milieuprestatie van gebouwen voor zijn verschillende levenscyclusfasen

Bijlage 2 – Modelleren afvalverwerking van steenachtige fractie, cellenbeton en metalen

Bijlage 3 – Monetarisatie van impactcategorieën – in het kader van de studie naar Milieugerelateerde Materiaalprofielen van Gebouwelementen (MMG)

## 1 Inleiding

Het onderzoeksteam (VITO, WTCB, ASRO) kreeg de opdracht van de OVAM om een Vlaams/Belgisch expertrekenmodel te ontwikkelen voor de evaluatie van de milieugerelateerde materiaalprestatie van gebouwelementen.

Doel van dit rapport is een transparant methodologisch kader op te stellen voor dit expertrekenmodel, geheel gebaseerd op de Europese normen voor de milieuevaluatie van gebouwen, die momenteel ontwikkeld worden binnen CEN TC350<sup>1</sup>:

- prEN 15804 Sustainability of construction works – Environmental product declaration – Core rules for the product category of construction products
- prEN 15978 Sustainability assessment of construction works – Assessment of environmental performance of buildings – Calculation method, januari 2011
- EN 15643-2, Sustainability of construction works - Assessment of buildings - Part 2: Framework for the assessment of environmental performance, 2011
- TR 15941 Sustainability of construction works - Environmental product declaration – Methodology for selection and use of generic data, mei 2001

Bijgevolg zijn **enkel** de aanvullingen, afwijkingen en verduidelijkingen op deze normen en aangenomen waardes en scenario's, die specifiek zijn voor het hier ontwikkelde model in de bepalingmethode weergegeven.

## 2 Doel en reikwijdte

Doel van het ontwikkelde expertrekenmodel is voor een aantal gebouwelementen de milieu-impact, op milieu-impactcategorie- en op geaggregeerd niveau, te kunnen berekenen en zo een beter inzicht te verwerven in de milieugerelateerde materiaalprestatie van gebouw(element)en binnen een Vlaams/Belgische context en rekening houdend met de volledige levenscyclus van het gebouw(element). Aspecten, die van belang zijn voor de levenscyclusanalyse, worden hieronder weergegeven.

### 2.1 Functionele eenheid (prEN 15978:2011 §7.2, prEN 15804:2011 §6.3.1)

Het hierbij ontwikkelde expertenmodel en de bijhorende tool zijn in eerste instantie bedoeld voor een evaluatie op **elementniveau**<sup>2</sup>. De functionele eenheid is dus 1m<sup>2</sup> van een element (bv. 1m<sup>2</sup> buiten- of binnenwand, 1m<sup>2</sup> vloer,...) dat in de praktijk gebouwd wordt en dat niet op alle mogelijke prestaties hetzelfde scoort. Het voordeel hiervan is dat dit toelaat zich te concentreren op één of meerdere elementen zonder een volledig gebouw te moeten ontwerpen. Een nadeel van enkel op elementniveau te werken is dat bepaalde keuzes voor één element soms invloed hebben op andere elementen (bv. bredere fundering indien dikkere isolatie in de spouw) en dit enkel op gebouwniveau geanalyseerd kan worden. Daarenboven komt, afhankelijk van de bouwlay-out, een element

---

<sup>1</sup> prEN 15804 en 15978 zijn momenteel naar finale stemming en TR 15941 en EN 15643-2 zijn reeds gepubliceerd.

<sup>2</sup> Element = onderdeel van een gebouw, bv. wand, dak of buitenmuur. Er wordt rekening gehouden met de volledige levenscyclus van dit element in zijn toepassing in het gebouw.

meer of minder voor per m<sup>2</sup> vloer (bijvoorbeeld m<sup>2</sup> dak voor appartement of bungalow). De elementmethode moet echter als een eerste stap gezien worden naar een mogelijk latere uitbreiding op gebouwniveau.

De uiteindelijke vergelijking per functionele eenheid moet ook gebaseerd zijn op de technische prestaties van het gebouw(element) en moet dus o.a. de energetische en akoestische prestaties bevatten. Hoofddoel van deze studie is echter de materiaalgerelateerde milieu-impact van verschillende gangbare technische oplossingen te kunnen vergelijken. Bijgevolg zijn dergelijke prestaties niet opgenomen in de definitie van de functionele eenheid. Om aangaande de energetische prestaties de varianten toch op een gelijkwaardige voet te kunnen vergelijken (en dus te voorkomen dat de minder geïsoleerde varianten een gunstiger materiaalgebonden milieuprofiel zouden hebben), wordt de invloed op het energieverbruik voor verwarming wel apart begroot aan de hand van de equivalente graaddagen methode (zie §3.3).

## 2.2 Beschouwde levensduur (prEN 15978:2011 §7.2)

Specifieke vereisten voor de levensduur van het gebouw worden meestal door de opdrachtgever vastgelegd. Bij gebrek aan zulke vereisten wordt voor de algemene bepalingmethode gewerkt met een standaard **evaluatieperiode** van **60 jaar** voor zowel woningen, kantoren, scholen als winkels<sup>3</sup>.

De gemiddelde **levensverwachting** van gebouwen is doorgaans langer dan 60 jaar, maar men gaat ervan uit dat na 60 jaar het gebouw heel waarschijnlijk zo grondig gerenoveerd zal worden dat op de structuur na, relatief weinig van de originele materialen zullen aanwezig zijn<sup>4</sup>. Kantoren en winkels zijn nog vlugger onderhevig aan grondige renovatie dan woningen, maar de dragende elementen gaan in principe ook wel minimum 60 jaar mee, vandaar dat er voor eenzelfde evaluatieperiode geopteerd wordt. Het feit dat kantoren en winkels vlugger aan renovatie toe zijn wordt echter in acht genomen door voor de niet-dragende elementen (bv. niet-dragende binnenwanden) en alle afwerkingen (bv. valse plafonds, vloerbekledingen) een (veel) kortere levensduur toe te kennen.

## 2.3 Systeemgrenzen (prEN 15978:2011 §7.4, prEN 15804:2011 §6.3.4)

In de Europese normen [1][2] wordt de levenscyclus van een gebouw onderverdeeld in een aantal fasen of modules (zie **bijlage 1**) met telkens welbepaalde grenzen. Als basisregel geldt hierbij dat een impact wordt toegekend aan de fase waarin hij plaatsvindt.

Binnen de bepalingmethode wordt omwille van praktische redenen soms van deze grenzen afgeweken of wordt omwille van onduidelijkheden of tegenstellingen in de normen een eigen interpretatie gegeven. Alle aanvullingen, verduidelijkingen en afwijkingen op deze normen worden hieronder weergegeven.

---

<sup>3</sup> O.a. gebaseerd op gehanteerde levensduur in gangbare LCA tools

<sup>4</sup> In het model wordt voor vervangingen aangenomen dat de materialen steeds vervangen worden door eenzelfde materiaal. Hoe langer de evaluatieperiode, hoe meer deze aanname en dus de resultaten zullen afwijken van de realiteit. De kans is immers groot dat in de toekomst materialen op het einde van hun levensduur niet vervangen zullen worden door identieke materialen (o.a. omwille van de verandering in energetische, akoestische of esthetische eisen en technische evolutie).



### 2.3.1 Productfase (modules A1-3)

In principe hoort enkel de impact van de productie van verpakkingen thuis in de productfase en de afvalverwerking van de verpakking in de bouwfase (daar waar de impact plaatsvindt). In de gebruikte generieke LCI databank (i.e. ecoinvent v2.2) wordt de afvalverwerking van verpakkingen echter binnen de productiefase van het materiaal dat ze verpakken opgenomen.

### 2.3.2 Bouwfase (modules A4-5)

De prEN 15978 § 7.4.3.1 stelt dat de impact gerelateerd aan het **produceren van kapitaalgoederen** (bv. vrachtwagens) buiten beschouwing moet gelaten worden voor de **bouwfase** [2]. Deze bepaling komt echter niet terug in de norm op productniveau (prEN 15804 § 6.3.4.3 [1]), bovendien stelt deze laatste uitdrukkelijk dat alle input- en outputprocessen waarvoor data beschikbaar is moeten beschouwd worden (§ 6.3.5 Criteria for the exclusion of inputs and outputs) [1].

Bijgevolg zal de impact van de kapitaalgoederen in deze fase wel in acht genomen worden<sup>5</sup>.

#### 2.3.2.1 Transport van bouwmaterialen (A4)

Alhoewel een zeker aandeel materialen verloren gaat tijdens het transport van de fabriek naar de werf (module A4), worden omwille van praktische redenen alle materiaalverliezen volledig toegekend aan het bouwproces zelf (module A5).

Bij gebrek aan data wordt het **transport** van het bouwmaterieel (kranen, betonmolens, ...) verwaarloosd.

#### 2.3.2.2 Bouwactiviteiten (A5)

Binnen module A5 wordt voornamelijk het bouwafval op de bouwplaats beschouwd (productie, transport en afvalverwerking van afval van materialen als overschot, snijresten, breuk, ...) en slechts in beperkte mate (indien relevant) ook de impact van de bouwactiviteiten (bv. water en elektriciteitsverbruik voor het blazen van cellulose).

Zoals eerder vermeld wordt om praktische redenen de impact gerelateerd aan de afvalverwerking van materiaalverpakkingen niet binnen de bouwactiviteiten beschouwd, maar wel binnen de productiefase.

### 2.3.3 Gebruiksfase (modules B1-7)

Periodieke herstellingen worden omwille van praktische redenen samen met onderhoudsactiviteiten gemodelleerd. Gezien de analyse hier op elementniveau gebeurt en renovatieactiviteiten per definitie<sup>6</sup> betrekking hebben op een significant deel van het gebouw, worden geen renovatieactiviteiten berekend.

---

<sup>5</sup> Voor de andere fasen wordt in de normen niet expliciet vermeld of de impact van de kapitaalgoederen wel of niet moet beschouwd worden. Binnen het ontwikkelde model zal daarom steeds de impact van de kapitaalgoederen meegenomen worden.

<sup>6</sup> Zie §6.3.4.4.2 prEN 15804 ; B5 refurbishment : these activities cover a concerted programme of maintenance, repair and/or replacement activity, across a **significant** part or **whole** section of the building

Wat betreft de modules aangaande de normale functioneringsactiviteiten van het gebouw (B6-B7: energie- en waterverbruik) wordt voor de analyse op elementniveau enkel het energieverbruik voor verwarming in beperkte mate beschouwd (zie 3.3) en steeds ook afzonderlijk weergegeven.

### 2.3.4 End-of-life (modules C1 tot C4)

In geval van afvalverbranding met energierecuperatie zijn er twee mogelijkheden:

- A. De afvalverbranding voldoet **niet** aan de criteria voor valorisatie [17]<sup>7</sup> ⇒ de **impact** van het verbrandingsproces (+verwerking en transport van afval naar de verbrandingsoven) wordt volledig aan het gebouw(element) of verwerkt materiaal toegekend (**module C**). De energie die geproduceerd wordt door de afvalverbrandingsovens is dus gratis in termen van milieu-impact (want alle impacten worden door het gebouw gedragen).
- B. De afvalverbranding voldoet aan de criteria voor valorisatie [17]<sup>8</sup> ⇒ de **impact** van het verbrandingsproces valt buiten de systeemgrenzen. In dit geval wordt de impact aan de geproduceerde energie toegekend en wordt deze dus verrekend in de energiemix.

In beide gevallen worden alle **voordelen** van de energierecuperatie (vermeden impact van bv. Belgische elektriciteitsmix of productie van warmte op basis van gas) in module D begroot (deze valt echter buiten de systeemgrenzen en wordt dus niet meegenomen in de evaluatie).

Module D wordt omwille van zijn facultatief karakter en het feit dat het buiten de systeemgrenzen van het gebouw ligt buiten beschouwing gelaten [1][2].

## 3 Scenario's voor het definiëren van de gebouwlevenscyclus (prEN 15978:2011 §8)

Binnen de milieuevaluatie van gebouw(element)en dienen een aantal scenario's (bv. transport) en eventueel forfaitaire waarden (bv. levensduur van materialen) te worden vastgelegd. Scenario's die specifiek zijn voor deze bepalingmethode worden hieronder weergegeven.

De concrete waarden van levensduur, frequenties en activiteiten van schoonmaak, onderhoud en vervangingen van de materialen en bouwelementen zijn technische gegevens, die per gebouwelement worden vastgelegd, voornamelijk gebaseerd op een aantal referentiewerken. [21][22][23][24][25][26][27][32]

### 3.1 Scenario's aangaande de productfase (prEN 15978:2011 §8.4)

Bij gebrek aan specifiek Belgische EPD's wordt de gebruikte generieke LCI-data als volgt aangepast aan de Belgische context:

Om de geografische representativiteit te waarborgen wordt voor de productie van **materialen** steeds geopteerd voor processen die representatief zijn voor **West-Europa**. Wanneer geen West-Europese processen in de databank beschikbaar zijn, wordt voor de beschikbare processen de

---

<sup>7</sup> Verbranding met energierecuperatie waarbij de efficiëntie van de energierecuperatie

- ≥0,60 voor installaties met een vergunning van voor 1 januari 2009,
- ≥0,65 voor installaties met een vergunning na 31 december 2008

<sup>8</sup> Verschillende interpretaties zijn mogelijk in geval van afvalverbranding met energierecuperatie.

**elektriciteitsmix voor de productie** vervangen door de Europese mix<sup>9</sup> en wordt voor het transport van de grondstoffen naar de fabriek ook steeds geopteerd voor **transportprocessen** (bv. impact van transport met een vrachtwagen van 16ton) die representatief zijn voor West-Europa<sup>10</sup>. Met productie bedoelt men enkel de productie van het betreffende product, de elektriciteitsmix in de onderliggende processen (bv. productie van grondstoffen die gebruikt worden in het productieproces) worden niet gemodificeerd naar de West-Europese versie. Een gevoeligheidsanalyse toont immers aan dat het veranderen van de elektriciteitsmix in de onderliggende processen geen significante invloed heeft op de resultaten.[18]

Voor bepaalde grondstoffen waarbij het deel import heel belangrijk is, worden specifieke transportsenario's opgesteld voor het transport van de grondstoffen naar België. Op basis van deze scenario's kunnen dan specifieke processen aangemaakt worden voor de geïmporteerde versie van deze goederen (welke dan vergeleken kunnen worden met de "lokale" versie). Dit geldt voor de volgende producten:

- blauwe hardsteen uit Azië [13]:
  - 580 km transport per zware vrachtwagen van ontginningsplaats naar haven in Azië
  - 19500 km transport per boot (tot haven van Antwerpen)
- hout: hierbij wordt een gemiddeld transportsenario opgesteld voor verschillende grote groepen (zie Tabel 1.). Deze scenario's zijn opgesteld op basis van de gemiddelde transportafstanden vanuit de belangrijkste herkomstlanden en hun aandeel op de Belgische markt (gewogen gemiddelde). Merk op dat het aantal kilometers berekend is per m<sup>3</sup> gezaagd hout. Voor het aandeel tropisch hout dat in rondhout vervoerd wordt, werden de nodige conversiefactoren toegepast (2.5 m<sup>3</sup> rondhout voor 1 m<sup>3</sup> gezaagd hout). [13]

Tenslotte werd voor een beperkt aantal producten, die doorgaans een aandeel secundaire grondstoffen bevatten (zoals staal, glaswol, cellulair glas, cellulose, MDF, OSB en beton), nagegaan of het percentage secundaire grondstoffen, dat standaard in de ecoinventprocessen aangenomen wordt, eventueel verschilt van de Belgische praktijk. Hierbij werd ook nagegaan of de gehanteerde **systemgrenzen en allocatieregels** voor recycling en coproducten binnen de ecoinvent LCI-data overeenstemmen met de principes van de prEN 15804:2011 en de in dit document vastgelegde bepalingsmethode.

---

<sup>9</sup> voor het **energiegebruik** tijdens de **bouwfase** (bv. blazen van cellulose) wordt echter wel geopteerd voor specifiek Belgische processen, bv. Belgische elektriciteitsmix.

<sup>10</sup> Er wordt voor West-Europese processen gekozen omdat voor de meeste productgroepen geen Belgische data beschikbaar is en omdat een bepaald (onbekend) aandeel van de producten op de Belgische markt geïmporteerd wordt.

	Zware vrachtwagen (km)	Zeeboot (km)	Rivierboot (km)	Trein (km)
<b>Hardhout:</b>				
• Lokale productie <sup>11</sup> :	125			
• Import tropisch hout:	350 <sup>12</sup>	9900 <sup>13</sup>	22512	20012
• Import niet tropisch hout <sup>14</sup>	1280	1010	/	/
• Belgische mix <sup>15</sup>	360	2100	45	40
<b>Zachthout:</b>		○		
• Lokale productie	50			
• Geïmporteerd zachthout <sup>16</sup> :	740	1400	/	130
• Belgische mix	450	830		75

Tabel 1 Transportscenario's voor verschillende groepen hout

Op basis hiervan werd besloten dat de productdata van beton moest aangepast worden aan de Belgische praktijk. Beton wordt in de ecoinventdatabank immers standaard vervaardigd op basis van CEM I cement. In België wordt voor stortbeton echter courant hoogovencement gebruikt (CEM III A). Daarom zal voor stortbeton in het standaard ecoinventproces de CEM I voor 10% vervangen worden door CEM III B en voor 55% door CEM III A.<sup>17</sup> Voor prefab betonproducten wordt het standaard ecoinventproces gebruikt (beton op basis van CEM I), omdat voor deze toepassing zelden hoogovencement gebruikt wordt (gezien prefab-producten snel ontkist moeten worden).

## 3.2 Scenario's aangaande de bouwfase (prEN 15978:2011 §8.5)

De bouwfase beperkt zich hier tot het transport van bouwmaterialen van de fabriek naar de werf en het inrekenen van een forfaitair % bouwafval op de bouwplaats.

### 3.2.1 Scenario voor het transport van bouwmaterialen van de fabriek naar de werf

#### 3.2.1.1 Transportafstanden en -middel

Voor het transport van bouwmaterialen naar de werf wordt een transportscenario opgesteld per grote productgroep (zie Tabel 3). Hierbij worden **gemiddelde** transportafstanden en -middelen bepaald naargelang het product rechtstreeks van de fabriek naar de werf vervoerd wordt of van de fabriek eerst naar een tussenhandelaar gaat en dan van daaruit naar de werf. De cijfers zijn voornamelijk gebaseerd op een enquête uitgevoerd in het kader van het SuFiQuaD project [16] en aangepast op basis van expertbeoordeling en beperkte bijkomende enquêtering<sup>18</sup>. De gemiddelde

<sup>11</sup> Transport van bos naar zagerij

<sup>12</sup> Transport van bos naar haven in het buitenland

<sup>13</sup> Gewogen gemiddelde transportafstand van buitenlandse havens naar haven van Antwerpen

<sup>14</sup> Komt deels volledig met de vrachtwagen en deels per vrachtwagen en boot (incl. vrachtwagentransport naar de haven).

<sup>15</sup> gemiddeld transport op basis van aandeel van verschillende landen van herkomst (incl. lokale productie) op de Belgische markt

<sup>16</sup> Transport van bos in buitenland tot verdeler in België

<sup>17</sup> Afzet van hoogovencement in België=2302kton, leveringen voor stortklaar beton+leveringen op de bouwplaats+in de handel=3522 kton.  $2302/3522=0.65$  [6]

<sup>18</sup> Federaties hebben de gelegenheid gekregen om feedback te geven over de voorgestelde scenario's.

transportafstanden werden arbitrair gekozen op basis van het aantal productiepunten en hun ligging t.o.v. Brussel (bv. indien de productieplaats zich in het buitenland bevindt, wordt de afstand van de fabriek tot de handelaar begroot op basis van de rijafstand van het buitenland tot Brussel).

### 3.2.1.2 Beladingsgraad

Voor de berekening van de milieu-impact gerelateerd aan het transport van materialen of afval wordt gebruik gemaakt van de standaard LCI-data uit ecoinvent. De LCI-data zijn in ecoinvent weergegeven per type voertuig per tonkm (LCI-data voor het vervoeren van 1 ton over een afstand van 1km met behulp van een bepaald voertuig) en werden berekend op basis van onderstaande gemiddelde Europese beladingsgraden (zie Tabel 2).

Type vrachtwagen	Gemiddelde belading (ton)
<3.5 ton	0.19
3.5-7.5 ton	5
7.5-16 ton	7.5
16-32 ton	10
>32 ton	18
3.5-16 ton	6.41
>16 ton	15.07

Tabel 2 aangenomen beladingsgraad voor de berekening van de milieu-impact per tonkm voor verschillende transportmiddelen [11]

productgroep	Organisatie van transport		Vervoermiddel voor transport van							gemiddelde transportafstand voor transport van		
	%rechtstreeks van fabriek naar werf	% via een tussenhändler	fabriek naar werf			fabriek naar handelaar	handelaar naar werf			fabriek naar werf	fabriek naar handelaar	handelaar naar werf
			zware vrachtwagen (> 16 ton)	lichte vrachtwagen (3,5 - 16 ton)	bestelwagens (< 3,5 ton)	zware vrachtwagen (> 16 ton)	zware vrachtwagen (> 16 ton)	lichte vrachtwagen (3,5 - 16 ton)	Bestelwagens (< 3,5 ton)	km	km	km
bulkmaterialen voor ruwbouw (cement, zand, grind,...)	75%	25%	100%	0%	0%	100%	90%	10%	0%	100	100	35
stortbeton	100%	0%	100%	0%	0%	nvt	nvt	nvt	nvt	35	nvt	nvt
prefab-producten voor ruwbouw (bv. welfsels, spanten)	100%	0%	100%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	100	100	35
losse producten voor ruwbouw: snelbouwstenen, cellenbeton, dakbedekkingen (dakpannen, epdm,...)	40%	60%	100%	0%	0%	100%	85%	15%	0%	100	100	35
kalkzandsteen	40%	60%	100%	0%	0%	100%	85%	15%	0%	200	200	35
isolatie	40%	60%	100%	0%	0%	100%	85%	15%	0%	125	125	35
afwerkingsproducten: vloerbekledingen (bv. tapijt, linoleum, laminaat)	10%	90%	90%	10%	0%	100%	90%	10%	0%	150	150	35
keramische tegels	100%		nvt	nvt	nvt	100%	90%	10%	0%	1500	1500 <sup>19</sup>	35
afwerkingsproducten: pleister (bv. Gipspleister, buitenpleisters, gipsplaten)	40%	60%	50%	50%	0%	100%	50%	50%	0%	100	100	35
afwerkingsproducten: schrijnwerk (bv. raamkozijnen, trappen)	90%	10%	50%	45%	5%	100%	40%	50%	10%	100	100	35
afwerkingsproducten: verf en vernis	10%	90%	0%	100%	0%	100%	0%	80%	20%	100	100	35
Installaties (bv. Verwarmingsetel, radiatoren, ventilatie)	0%	100%	nvt	nvt	nvt	100%	0%	80%	20%	nvt	100	35

Tabel 3 Algemeen transportscenario voor transport van bouwmaterialen naar de werf

<sup>19</sup> Keramische tegels zijn voornamelijk afkomstig uit Italië en Spanje [15]

### 3.2.2 Scenario aangaande het materiaalverlies (bouwafval tijdens de bouwfase (prEN 15978:2011 §9.3.1))

Tijdens de bouwfase gaat altijd een deel van de materialen verloren (bv. door opslag of het op maat snijden). De omvang van het verlies is echter sterk afhankelijk van de aard van het bouwwerk (bv. omvang, type of in welke mate bij het ontwerp rekening gehouden werd met standaardmaten), de productgroep (bv. materialen met beperkte levensduur, materialen op maat vervaardigd of die op de bouwplaats op maat moeten gebracht worden), de zorgvuldigheid van handelen, en andere. Bij gebrek aan gedetailleerde data per materiaal en per toepassing, maar ook omwille van praktische redenen wordt in het model ongeacht de productgroep met een globale toeslag van 5% gewerkt.<sup>20</sup>

### 3.3 Scenario voor het energieverbruik tijdens de gebruiksfase (prEN 15978:2011 §8.6.5)

Voor de analyse op elementniveau wordt enkel het energieverbruik voor verwarming tengevolge van transmissieverliezen in acht genomen worden. Deze wordt berekend met de equivalente graaddagen methode gebruik makend van volgende aannames:

- 1200 equivalente graaddagen.<sup>21</sup>[7]
- condenserende gasketel met een globaal rendement van 67% [7]

Voor het elektriciteitsverbruik van de condenserende gasketel wordt de Belgische elektriciteitsmix gebruikt (ecoinvent proces: electricity, low voltage, at grid/BE).

Ecoinvent biedt geen Belgisch proces voor aardgas bij de consument, maar deze wordt geconstrueerd door in het beschikbare Zwitserse proces “natural gas, low pressure, at consumer”, het onderliggend proces “natural gas, high pressure, at consumer, CH” te vervangen door “natural gas, high pressure, at consumer, BE.”<sup>22</sup>

### 3.4 Scenario aangaande de einde-levensduur-fase van bouwmaterialen (prEN 15978:2011 §8.7)

#### 3.4.1 Scenario voor ontmanteling en afbraak

Gezien ontmanteling vaak uitsluitend bestaat uit manuele handelingen, worden er geen milieu-impacten toegekend aan het niet-destructief verwijderen van bouwmaterialen. Afbraakprocessen gaan echter gepaard met het verbruik van energie en de uitstoot van fijn stof. Ongeacht de materiaalsamenstelling, worden de volgende aannames gemaakt<sup>23</sup>:

- dieselconsumptie voor mechanische handelingen: 0,0437 MJ/kg

---

<sup>20</sup> Naargelang het type gebouw en bouw materiaal varieert het gewichtspercentage van de ingekochte hoeveelheden per project doorgaans tussen 1 en 10%. [14]

<sup>21</sup> Hoe lager de K-waarde van een gebouw, hoe lager het aantal equivalente graaddagen. 1200 equivalente graaddagen komt overeen met een goed geïsoleerde woning en een gemiddelde binnentemperatuur van 18°C.

<sup>22</sup> CH staat voor processen representatief voor Zwitserland, BE voor processen die representatief zijn voor België

<sup>23</sup> op basis van econinvent v2.2

- uitstoot van fijn stof:
  - PM < 2,5um:  $1,66 \times 10^{-5}$  kg/kg materiaal
  - PM > 2,5um en < 10um:  $6,34 \times 10^{-5}$  kg/kg materiaal
  - PM > 10um:  $8,35 \times 10^{-5}$  kg/kg materiaal

### 3.4.2 Uitgangspunt voor het transport en eindverwerking van bouw-en sloopafval

Er wordt verondersteld dat, met uitzondering van grond, alle bouw- en sloopafval, ongeacht of het wel of niet op de werf gesorteerd wordt, van de werf eerst naar een inzamelpunt (bv. metaalhandelaar, breker) of sorteerb企业 gaat<sup>24</sup>. De verschillende fracties worden dan van hieruit afgevoerd naar een stortplaats, verbrandingsoven of recyclage/hergebruik faciliteit volgens de scenario's weergegeven in Tabel 4 . Voor grond wordt aangenomen dat 90% direct van de bouwplaats naar de eindbestemming vervoerd wordt.

Voor materialen die **gerecycleerd** worden, valt de grens tussen het huidige materiaal en de volgende levenscyclus (materiaal die de secundaire grondstoffen gebruikt) samen met het punt waar het afval niet meer als afval maar als secundaire grondstof beschouwd wordt (waar de end-of-waste status bereikt is – zie prEN 15804 §6.3.4.5 [1]). Voor alle materialen die gerecycleerd of hergebruikt worden, wordt bij ontstentenis aangenomen dat de **“end-of-waste” status aan de uitgangspunt van het sorteerb企业 of inzamelpunt** bereikt wordt. Het precieze omslagpunt van afval naar secundaire grondstoffen is op basis van de beschikbare informatie en binnen de beschikbare tijd immers moeilijk voor elk product afzonderlijk te bepalen. Het gevolg van deze aanname is dat de impacten tot en met het sorteerb企业 (of voor de steenachtige fractie tot en met de breker) aan het afvalproducerend product worden toegekend maar dat alle daaropvolgende impacten (transport van sorteerb企业 naar recyclagefaciliteit en impact van het recyclageproces zelf ) voor deze fracties buiten de systeemgrenzen vallen en dus toegekend worden aan het materiaal waar de secundaire grondstoffen voor aangewend worden.<sup>25</sup>. De impact van het sorteren op de werf wordt verwaarloosd. De volgende processen worden in acht genomen bij de modellering van de sortering van materialen in een sorteerb企业 (dus voor de fractie die niet op de werf gesorteerd wordt):

- elektriciteit voor mechanische sorteringprocessen: 0,0022 kWh/kg materiaal
- warmte-emissie afkomstig van mechanische sorteringprocessen: 0,00792 MJ/kg materiaal
- diesel voor in- en uitladen (afhankelijk van de densiteit van het materiaal)
- infrastructuur voor sorteren met inbegrip van landbezetting en –omvorming, en energie voor administratieve faciliteiten:  $1 \times 10^{-10}$  plant/kg materiaal

Gezien de brandstofconsumptie voor het in- en uitladen afhankelijk is van de densiteit van het materiaal, wordt per afvaltype een ander sorteringproces opgemaakt.

<sup>24</sup> Op basis van overzicht copro gecertificeerde producten 2009 [19] wordt ongeveer 20% van de totale hoeveelheid gecertificeerde granulaten op bouw- en sloopwerven gebroken, maar we nemen aan dat  $\frac{3}{4}$  hiervan wegenwerken betreft en dat dit enkel van toepassing is voor zeer grote sloopwerven. Bijgevolg wordt voor de steenachtige fractie aangenomen dat alle afval eerst naar een sorteerb企业 of breker gaat.

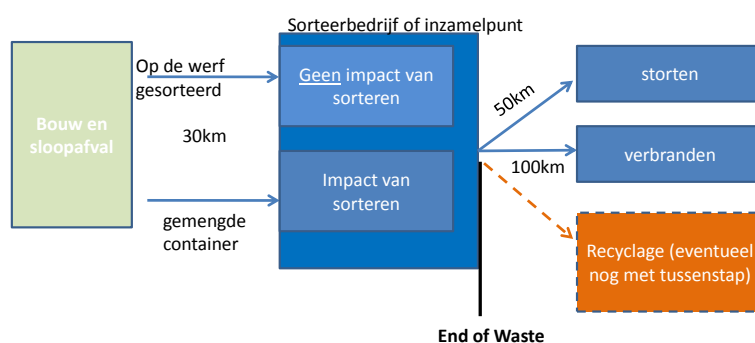
<sup>25</sup> Een voordeel hiervan is dat de gekozen systeemgrenzen zo overeenstemmen met de systeemgrenzen die gehanteerd werden voor de opstelling van de Ecoinvent databank. Het risico op dubbel telling of het niet in acht nemen van bepaalde impacten wordt hierdoor dus vermeden.



Voor de fractie van inerte materialen die gebroken wordt vooraleer het de End-of-waste status bereikt ( 85% zie schema in bijlage) worden de volgende aannames gedaan:

- elektriciteit voor mechanische breekprocessen: 0,0015 kWh/kg materiaal
- warmte-emissie afkomstig van mechanische breekprocessen: 0,00054 MJ/kg materiaal

De algemene modellering van de afvalverwerkingfase (na sloop of ontmanteling voor vervanging) wordt schematisch weergegeven in Figuur 1. In bijlage worden ter illustratie specifieke schema's weergegeven voor de inerte fractie, cellenbeton en metalen.



**Figuur 1** Modellering van afvalverwerking na ontmanteling of afbraak. Impacten die binnen de systeemgrenzen liggen worden in het blauw weergegeven en impacten die buiten de systeemgrenzen liggen in het oranje.

Bij gebrek aan duidelijke gegevens over de efficiëntie van de Belgische verbrandingsinstallaties, en in de geest van de principebeginselen van de Kaderrichtlijn afval wordt per conventie aangenomen dat de impact van het verbrandingsproces van bouw- en sloopafval binnen de beschouwde systeemgrenzen valt. Bijgevolg wordt de milieuschade volledig toegekend aan het materiaal dat verbrand wordt en niet aan de geproduceerde energie.

### 3.4.3 Transport van bouwafval en sloopafval

Voor het transport van bouw- en sloopafval worden volgende gemiddelde waarden gebruikt (bepaald op basis van [8] en consultatie van betrokken partijen):

- Transportafstanden:
  - Van sloop naar sorteerbedrijf of inzamelpunt: 30 km [32]
  - Van inzamelpunt of sorteerlocatie naar stortplaats: 50 km
  - Van inzamelpunt of sorteerlocatie naar verbrandingsoven: 100 km
- Transportmiddel:
  - Transport van afval van de werf naar het sorteerbedrijf of inzamelpunt:
    - fractie dat **op de werf gesorteerd** wordt (zie Tabel 4 voor % per afvaltype):
      - container met **inert afval** of **grond**:
        - 100% met zware vrachtwagen >16t
      - Andere te sorteren fracties:

- 90% met zware vrachtwagen (>16t)
- 5% met een vrachtwagen van 7.5 tot 16 ton
- 5% met lichte vrachtwagen van 3.5 tot 7.5 ton
- **niet** gesorteerd afval (afgevoerd in **gemengde container**)
  - 90% met zware vrachtwagen >16t
  - 10% met een vrachtwagen 7.5 tot 16 ton
- Van sorteerbe­drijf of inzamel­punt naar eindbestemming (verbrandingsoven, stort of recyclage)
  - 100% met een zware vrachtwagen >16t
- Gemiddelde beladingsgraad (op basis van gewicht): standaard beladingsgraad aangenomen binnen ecoinvent (zie Tabel 2)

### 3.4.4 Eindverwerking van bouw- en sloopafval

Tabel 4 geeft de veronderstelde bestemming van de verschillende afvalfracties weer en welk aandeel van het afval direct op de werf gesorteerd wordt (**% op basis van gewicht**). Deze percentages zijn opgesteld op basis van de resultaten van een enquête uitgevoerd in het kader van het SuFiQuaD project [16], de scenario's opgenomen in de NEN 8006 [8], eigen inzichten en overleg met vertegenwoordigers van federaties, OVAM en andere vertegenwoordigers uit de sector (bv. sorteerbe­drijf, recyclagebedrijf).

productgroep	beschrijving	% stort <sup>26</sup>	% Verbranding <sup>26</sup>	% recyclage/hergebruik <sup>26</sup>	% op de werf gesorteerd <sup>27</sup>
Inert afval	o.a. beton (bv. structurelementen in beton, dakpannen,...), keramische producten (bv. tegels, bakstenen, dakpannen) en losse materialen (bv. zand, grind)	5	0	95	75
Cellenbeton	o.a. elementen, blokken	70	0	30	30
Polyolefinen (PP, PE)	o.a. leidingen, folies (bv. waterdichtings-, en luchtdichtheidsmembranen) <b>exclusief verpakkingen</b>	10	85	5	0
PVC-profielen	raamkozijnen	10	45	45	0
PVC-bekabeling	Elektrische kabels en draadisolatie	10	40	50	0
PVC-folies	Membranen: bv. dakwerk en waterbestendige membranen (o.a. zwembaden), vloerbekleding,....	15	65	20	0

<sup>26</sup> Bestemming van het afval per productgroep (% op basis van gewicht berekend op de totale hoeveelheid afval per productgroep: bv. 5% van inert afval wordt gestort en 95% wordt gerecycleerd).

<sup>27</sup> Dit vertegenwoordigt het aandeel (op basis van massa) van het afval dat rechtstreeks op de werf gesorteerd wordt. Het overblijvend aandeel wordt in een gemengde container van de bouw/sloopplaats afgevoerd en later machinaal gesorteerd (in sorteerbe­drijf). Bv. 30% van cellenbeton wordt rechtstreeks op de werf gesorteerd en 70% wordt gemengd met ander afval afgevoerd.

productgroep	beschrijving	% stort <sup>26</sup>	% Verbranding <sup>26</sup>	% recyclage/hergebruik <sup>26</sup>	% op de werf gesorteerd <sup>27</sup>
PVC-buizen	o.a. voor riolering <sup>28</sup>	10	30	50	0
Elastomeren	o.a. dakbedekkingen (EPDM)	100	0	0	0
Bitumen	bedekkingen voor plat dak	100	0	0	0
Metalen	Aluminium Metalen bevestigingen (bv. nagels, schroeven) Staal Koper (platen en leidingen) Zink (bv. dakbedekking)	5	0	95	85
Gips	Blokken, platen (gipskarton)	95	0	5	5
Pleisters	Binnen- en buitenbepleistering	100	0	0	0
Glas	o.a. vlak glas voor ramen	30	0	70	70
Chemisch verduurzaamd hout	Bv. dakgebinte, verduurzaamde gevelbekleding	5	95	0	40
Niet verduurzaamd hout	Niet chemisch verduurzaamd hout (kan wel geveerd zijn), bv. massief parket, ceder houten gevelbekleding, geveerde raamkozijnen	5	20	75	40
Composiet houtproducten	OSB, MDF, spaanplaten, fineerhout, laminaat,...	5	75	20	40
Isolatie brandbaar	o.a. PUR, EPS, houtwol, cellulose, XPS	0	100	0	0
Isolatie niet-brandbaar	o.a. glaswol, rotswol	100	0	0	0
Afwerkingslaag verkleefd aan hout, kunstof of metaal	o.a. verf, coatings, lijmen	0	100	0	0
afwerkingslaag verkleefd aan puin	o.a. verf, coatings, lijmen	100	0	0	0
verpakkingen <sup>29</sup>	Papier en karton [12]	3	3	94	50
verpakkingen <sup>29</sup>	Plastiek folies [12]	30	10	60	50
verpakkingen <sup>29</sup>	Hout (bv. paletten) [12]	20	20	60	50
grond <sup>30</sup>		0	0	100	90
Klein gevaarlijk afval	Verfresten, white spirit, ontkistingsoliën,...	0	75	25	100
Brandbaar restafval	Andere afvalfracties (bv. tapijt, linoleum, zonneweringen,...)	0	100	0	0

Tabel 4 Afvalscenario's

<sup>28</sup> 10% blijft gewoon in de grond zitten, vandaar dat de som niet 100% is

<sup>29</sup> Afvalverwerking van verpakkingen zit zoals eerder vermeld reeds binnen de "cradle to gate" ecoinvent processen vervat (zie 2.3.1). Om praktische redenen zal het standaard ecoinvent afvalscenario voor verpakking dus gebruikt worden, nl. 100% verbranding.

<sup>30</sup> Het model veronderstelt geen bodemverontreiniging.

## 4 Levenscyclusinventarisatie (prEN 15978:2011 §9.3)

### 4.1 Vervangingen (prEN 15978:2011 §9.3.3)

Wanneer de levensduur van materialen/producten korter is dan die van het gebouw waarin ze worden toegepast, zullen vervangingen noodzakelijk zijn om de technische en functionele prestaties van het gebouw te kunnen garanderen. Het aantal vervangingen van een bouw materiaal/-product gedurende de levensduur van het gebouw bekomt men door de levensduur van het gebouw te delen door de levensduur van het product en dit resultaat te verminderen met 1 (de oorspronkelijke installatie). Is de uitkomst een geheel getal, dan is dit het aantal vervangingen van het product. Bijvoorbeeld, voor een raam met een levensduur van 20 jaar en een gebouw met een levensduur van 80 jaar is het aantal vervangingen gelijk aan  $80/20-1$ , wat overeenkomt met 3 vervangingen.

Het kan echter ook zijn dat het resultaat van deze berekening geen geheel getal is. Bijvoorbeeld wanneer de levensduur van het raam 25 jaar is in plaats van 20 jaar. Het aantal vervangingen is dan  $80/25 - 1 = 2,2$ . In dit geval zijn er 2 benaderingen mogelijk: ofwel worden de ramen vervangen na 25 jaar, na 50 jaar en opnieuw na 75 jaar, ofwel kan men ervan uitgaan dat de eigenaar de ramen niet meer zal vervangen na 75 jaar omdat het gebouw te oud is voor een dergelijke (grote) investering.

Om hier eenduidig mee om te gaan worden volgende principes gehanteerd:

- Er wordt van uitgegaan dat een materiaal altijd vervangen zal worden, indien het **noodzakelijk is voor de leefbaarheid en bewoonbaarheid van het gebouw** ongeacht de nog resterende levensduur van het gebouw (bv. installaties)→in dit geval wordt de breuk altijd **naar boven afgerond**.
- Wat betreft vervangingen, welke enkel omwille van **esthetische redenen** nodig zijn (vnl. afwerkingen), gaat men ervan uit dat het materiaal niet meer vervangen wordt, indien de resterende levensduur van het gebouw op het ogenblik van vervanging kleiner is dan de helft van de levensduur van het beschouwde element. Bijvoorbeeld, bij een levensduur van een binnenpleister van 40 jaar en een levensduur van de woning van 90 jaar, zal de pleister vervangen worden op 40 jaar, maar niet meer op 80 jaar, aangezien de resterende 10 jaar ( $90 - 80$  jaar = 10 jaar) van de woning kleiner is dan de helft van de levensduur van de pleister, namelijk 20 jaar ( $40/2$ ).

### 4.2 Dataverzameling (prEN 15978:2011 §9.4)

#### 4.2.1 Datakwaliteit en databronnen (prEN 15978:2011 §9.4.2 , prEN 15804:2011§6.3.7, TR 15941)

Bij gebrek aan specifieke productdata (Belgische EPD's) wordt voornamelijk **generieke data** uit de **Zwitserse ecoinvent database v2.2** gebruikt. Deze keuze werd gebaseerd op volgende criteria:

- **Compleetheid:** ongeveer 4100 processen beschikbaar waaronder verschillende bouwmaterialen
- **Transparantie:** voor alle in de databank beschikbare data is een gedetailleerd rapport beschikbaar met alle nodige achtergrondinformatie.
- **Aanpasbaarheid/modulariteit:** onderliggende processen zijn bijna altijd zichtbaar (bv. elektriciteitsverbruik voor de productie) en kunnen naar wens aangepast worden. Bovendien

komen de LCI -data voor productie (wieg tot poort), transport en afvalverwerking allemaal afzonderlijk in de databank voor, zodat processen gecombineerd kunnen worden volgens scenario's die representatief zijn voor de Belgische context.

- **Betrouwbaarheid:** data worden alleen na controle in de databank opgenomen.
- Beschikbaarheid van informatie m.b.t. de **onzekerheid** van de gegevens.
- Regelmatig **geactualiseerd** (v2.2 dateert van mei 2010).
- Beschikbaarheid van data **representatief voor West-Europa en België:** de ecoinvent databank bevat voornamelijk data representatief voor West-Europa of Zwitserland, alsook enkele specifiek Belgische processen (bv. elektriciteitsmix). Waar enkel Zwitserse data beschikbaar zijn, kunnen de niet geaggregeerde gegevens relatief gemakkelijk aangepast worden aan de Belgische context (zie §3.1).

## 5 Levenscycluseffectbeoordeling (prEN 15978:2011 §9.5)

Tijdens de impactanalysefase van een LCA wordt het belang van potentiële milieu-impacten geëvalueerd op basis van de resultaten van de levenscyclusinventarisatie (LCI). Hiervoor worden de inventarisatiegegevens geassocieerd met specifieke milieu-impacten. De globale milieu-impacten van een gebouw(element) worden dus weergegeven aan de hand van een milieuprofiel.

### 5.1 Selectieprocedure

Voor de bepaling van het milieuprofiel is een onderbouwde selectie van enerzijds de milieu-indicatoren en anderzijds de bijhorende impactmethodes noodzakelijk. De keuze van de milieu-indicatoren gebeurt op basis van de aanbevelingen binnen de CEN TC350 normen [1] [2], de aanwezigheid binnen het International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook [10] en consultatie van Vlaamse en federale milieu-instansies.

Conform ISO 14040 normen [28] [29] wordt er per milieu-indicator een bepalingsmethode toegewezen. De selectie hiervan gebeurt eveneens op basis van de CEN TC350 normen [1] [2] en het ILCD Handbook [10]. Voor sommige categorieën (zie §5.2.1) bevelen de CEN TC350 normen een bepaalde indicator aan. Hierdoor kan niet altijd gestoeld worden op de ILCD aanbevelingen.

Naast enkelvoudige milieu-impactscores wordt op vraag van de OVAM de milieubelasting ook via een geaggregeerde score gecommuniceerd. Zoals in §**Error! Reference source not found.** uitgelegd wordt, wordt de weging op basis van monetarisatie uitgevoerd. Gezien het toekennen van een schaduwprijs aan milieu-impacten afhangt van de gebruikte indicator, beïnvloedt dit de keuze van de impactmethode voor een gekozen impactcategorie. Bijgevolg is de selectie van impactmethodes verschillend voor de enkelvoudige milieuscores en de geaggregeerde score. Om een log rekeninstrument te vermijden wordt er geopteerd voor een maximale overlapping tussen de methodes voor de enkelvoudige milieuscores en de geaggregeerde score. In de volgende paragrafen wordt dieper ingegaan op het selectieproces op beide scoreniveaus.

## 5.2 Bepaling van individuele milieu-impactscores

De **milieu-indicatoren**, die binnen de **CEN TC350 normen** op product- en gebouwniveau weerhouden worden [1][2], vormen de uitgangsbasis voor de keuze van milieu-indicatoren binnen deze opdracht. Het gaat hier meer specifiek om de volgende categorieën:

- klimaatsverandering (EN: global warming);
- ozonlaagaantasting (EN: depletion of stratospheric ozone layer );
- verzuring van land en waterbronnen (EN: acidification potential of land and water sources);
- vermessing (EN: eutrophication potential);
- fotochemische oxidantvorming (EN: photochemical ozone creation); uitputting van abiotische grondstoffen: zowel fossiele als niet-fossiele grondstoffen (EN: abiotic resource depletion: fossil and non-fossil resources).

Binnen de CEN TC350 normen worden nog andere indicatoren voorgesteld, maar deze worden binnen deze bepalingmethode niet weerhouden, omdat ze geen milieu-**impact** weergeven maar eerder **inventarisatie**gegevens (bv. kg gevaarlijk afval). Anderzijds zijn, wat betreft de milieu-impactcategorieën, in deze normen enkel categorieën opgenomen, waarvoor voldoende consensus bestaat voor standaardisatie [3]. Op basis van de beschikbaarheid van wetenschappelijk onderbouwde impactmethodes volgens het ILCD Handbook [10] en het belang voor het Vlaams milieubeleid, rekeninghoudend met de lopende initiatieven in het kader van het Federaal Programma aangaande Environmental Product Declarations (EPDs), wordt er voor de volgende **bijkomende milieu-indicatoren** geopteerd:

- menselijke toxiciteit: zowel kanker- als niet-kankereffecten (EN: human toxicity, cancer and non-cancer effects)
- ademhalingseffecten door anorganische stoffen - zwevend stof (EN: respiratory inorganics - particulate matter)
- ioniserende stralingseffecten op mens (EN: ionising radiation, human health)
- ecotoxiciteit: zowel landelijke, zoetwater- als mariene (EN: Ecotoxicity: terrestrial, freshwater and marine)
- landgebruik: zowel bezetting als omvorming (EN: land use: occupation and transformation)
- waterschaarste (EN: water depletion)

### 5.2.1 CEN set van milieu-indicatoren

Op basis van de hoger beschreven selectieprocedure (zie §5.1) werd er beslist om alle milieu-impactcategorieën weerhouden door de werkgroep CEN TC 350 mee te nemen in de MMG-bepalingmethode. Enerzijds is er de nodige wetenschappelijke onderbouw aanwezig om tot betrouwbare LCIA resultaten te komen, anderzijds worden alle impactcategorieën als belangrijk geacht door de betrokken beleidsinstanties. Een overzicht van de geselecteerde CEN milieu-indicatoren, de bijhorende eenheden en milieu-impactmethodes worden gegeven in Tabel 5.

milieu-indicator (CEN)	eenheid	geselecteerde impactmethode
1. Klimaatsverandering (EN: <i>global warming</i> )	kg CO <sub>2</sub> eqv.	ReCiPe midpoint <sup>31</sup>
2. Ozonaantasting (EN: <i>depletion of the stratospheric ozone layer</i> )	kg CFC-11 eqv.	ReCiPe midpoint <sup>32</sup>
3. Verzuring van land en waterbronnen (EN: <i>acidification of land and water sources</i> )	kg SO <sub>2</sub> eqv.	ReCiPe midpoint <sup>33</sup>
4. Vermesting (EN: <i>eutrophication potential</i> )	kg (PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup> eqv.	CML 2002 <sup>34</sup>
5. fotochemische oxidantvorming (EN: <i>formation of tropospheric ozone photochemical oxidants</i> );	kg etheen eqv.	CML 2002 <sup>35</sup>
6. Uitputting van niet-fossiele grondstoffen (EN: <i>abiotic depletion of non fossil resources</i> )	kg Sb* eqv.	CML 2002 <sup>36</sup>
7. Uitputtingspotentieel van fossiele grondstoffen (–EN: <i>abiotic depletion of fossil resources</i> )	MJ, netto calorische waarde	Cumulated energy demand <sup>37</sup>

\*Sb: antimoon

**Tabel 5: geselecteerde CEN milieu-indicatoren met inbegrip van de eenheden en milieu-impactmethoden voor de individuele milieuscores**

<sup>31</sup>De ReCiPe midpoint-methode is gebaseerd op IPCC 2007(100y) methode voor de bepaling van impacten te wijten aan klimaatsverandering en wordt toegelaten door ILCD

<sup>32</sup> De ReCiPe midpoint-methode verwijst naar de methode van World Meteorological Organisation (WMO) voor de bepaling van impacten te wijten aan ozonaantasting. WMO wordt aanbevolen door ILCD

<sup>33</sup> ILCD raadt het gebruik van de “accumulated exceedence”-methode aan voor de bepaling van impacten te wijten aan verzuring, waarbij lokale effecten meegenomen worden. Deze data zijn echter weinig of niet beschikbaar voor de Belgische bouwcontext. De wetenschappelijke onderbouw van de ReCiPe midpoint voor de bepaling van impacten te wijten aan verzuring wordt positief onthaald door ILCD en is hier als alternatief genomen

<sup>34</sup> ILCD raadt aan om ReCiPe midpoint of ReCiPe endpoint te gebruiken voor de bepaling van impacten te wijten aan vermesting. Gezien de CEN TC350 normen echter kg (PO<sub>4</sub>)<sup>3-</sup> eqv. als eenheid voorschrijven, wordt geopteerd voor de CML 2002-methode als beste alternatief.

<sup>35</sup> ILCD raadt aan om ReCiPe midpoint te gebruiken voor de bepaling van impacten te wijten aan fotochemische oxidantvorming. Gezien de CEN TC350 normen echter kg etheen eqv. als eenheid voorschrijven, wordt geopteerd voor de CML 2002-methode als beste alternatief.

<sup>36</sup>De CML-methode omvat zowel fossiele als niet-fossiele abiotische grondstoffen. Fossiele grondstoffen worden hier niet opgenomen.

<sup>37</sup> Gezien de CEN TC350 normen MJ, netto calorische waarde als eenheid voorschrijven, wordt geopteerd voor deze LCI-gebaseerde methode. Deze methode is rechtstreeks gerelateerd met de LCI-data van ecoinvent. Voor fossiele grondstoffen geeft ecoinvent enkel de bovenste verbrandingswaarde mee.

### 5.2.2 CEN + set: bijkomende milieu-indicatoren

Naast de zeven CEN impactcategorieën werd, op vraag van de OVAM, nog een aantal bijkomende milieu-indicatoren geanalyseerd binnen het MMG project. Indien aangeraden door het ILCD handboek, wordt hierbij geopteerd voor een “endpointmethode”. Dit type LCIA-methode vertaalt milieu-impacten naar schadeprofielen (zoals schade aan de menselijke gezondheid en de kwaliteit van ecosystemen) en laat monetarisatie (als optionele wegingstap - zie §5.2) op een eenvoudige wijze toe.

Op basis van de hoger beschreven selectieprocedure werden zo goed als alle milieu-indicatoren geselecteerd. Uit de consultatie met voornamelijk Vlaamse beleidsmakers werd waargenomen dat milieuaspecten met betrekking tot ioniserende stralingseffecten (zowel op mens als op ecosystemen) als minder belangrijk geacht werden (maar niet nihil). Daarenboven blijkt dat voor de categorie “ioniserende stralingseffecten op ecosystemen” het ILCD handboek geen impactmethoden aanraadt. Deze laatste categorie werd dan ook niet geselecteerd binnen de bepalingsmethode. Waterschaarste werd wel als belangrijk geacht voor het Vlaams/Belgisch milieubeleid. Daarentegen is er geen data aanwezig voor de Belgische bouwcontext, die ook rekening houdt met de impact op lokale waterbronnen. Vandaar dat dit aspect louter kwantitatief becijferd wordt (in m<sup>3</sup> waterverbruik) op basis van LCI-data. Een overzicht van de geselecteerde bijkomende milieu-impactcategorieën (CEN+) en de bijhorende indicatoren en bepalingsmethode worden gegeven in Tabel 6.

Samengevat worden alle mogelijke milieu-impactcategorieën (zowel op basis van CEN TC 350 als aanvullende) waarvan de impactmethode steunt op een gegronde wetenschappelijke achtergrond en die als belangrijk geacht worden door de Vlaamse en federale milieubeleidsinstanties opgenomen in de MMG-bepalingsmethode.



milieu-indicator (CEN+)	eenheid	geselecteerde impactmethode
8. menselijke toxiciteit: kanker en niet-kankereffecten (EN: <i>human toxicity, cancer and non-cancer effects</i> )	DALY *	ReCiPe endpoint <sup>38</sup>
9. ademhalingseffecten door anorganische stoffen - zwevend stof (EN: <i>respiratory inorganics - particulate matter</i> )	DALY*	ReCiPe endpoint <sup>39</sup>
10. ioniserende stralingseffecten op mens (EN: <i>ionising radiation, human health</i> )	DALY*	ReCiPe endpoint <sup>40</sup>
11. ecotoxiciteit: zowel aardse, zoetwater- als mariene (EN: <i>Ecotoxicity: terrestrial, freshwater and marine</i> )	kg 1,4 DB** eqv.	ReCiPe midpoint <sup>41</sup>
12. landgebruik: bezetting (EN: <i>land use: occupation</i> )	species x year	ReCiPe endpoint <sup>42</sup>
13. landgebruik: omvorming (EN: <i>land use: transformation</i> )	species x year	ReCiPe endpoint <sup>43</sup>
14. waterschaarste (EN: <i>water depletion</i> )	m <sup>3</sup> waterverbruik	ReCiPe midpoint <sup>44</sup>

\* DALY: disability-adjusted life year

\*\* DB: dichloorbenzeen

**Tabel 6: geselecteerde CEN+ milieu-indicatoren met inbegrip van de eenheden en milieu-impactmethoden voor de individuele milieuscores**

<sup>38</sup> ILCD geeft de USEtox-methode op als beste optie. De ReCiPe-methode (zowel midpoint als endpoint) geniet eveneens van een zeer goede evaluatie en wordt als beste alternatief beschouwd. In kader van een maximale overlapping tussen impactmethodes voor de geaggregeerde score wordt hier geopteerd voor de ReCiPe endpoint-methode.

<sup>39</sup> De ReCiPe endpointmethode geniet volgens ILCD de voorkeur voor de bepaling

<sup>40</sup> Het onderliggend model van de ReCiPe-methode (zowel midpoint als endpoint) beschreven in [30] geniet volgens ILCD de voorkeur voor de bepaling; In kader van een maximale overlapping tussen impactmethodes voor de geaggregeerde score wordt hier geopteerd voor de ReCiPe endpoint-methode.

<sup>41</sup> ILCD geeft de USEtox-methode op als beste optie. De ReCiPe midpointmethode geniet eveneens van een zeer goede evaluatie en wordt als beste alternatief beschouwd. In kader van een maximale overlapping tussen impactmethodes voor de geaggregeerde score wordt hier geopteerd voor de ReCiPe midpoint-methode.

<sup>42</sup> ILCD raadt het gebruik van de "Soil Organic Matter"-methode aan voor de bepaling van impacten te wijten aan landgebruik, waarbij lokale effecten van landgebruik meegenomen worden. Deze data zijn echter weinig of niet beschikbaar voor de Belgische bouwcontext. De ReCiPe endpointmethode wordt als beste alternatief aanbevolen door ILCD

<sup>43</sup> idem

<sup>44</sup> ILCD raadt het gebruik van de Swiss EcoScarcity midpointmethode aan, waarbij lokale effecten van waterschaarste meegenomen worden. Deze data zijn echter weinig of niet beschikbaar voor de Belgische bouwcontext. De ReCiPe midpointmethode biedt op basis van LCI de mogelijkheid om m<sup>3</sup> waterverbruik uit te drukken.

### 5.3 Bepaling van de geaggregeerde milieuscore

Gezien de evaluatie van milieugerelateerde materiaal prestaties van gebouwelementen de identificatie en keuze van milieuvriendelijke (verwerkte) materialen moet vergemakkelijken, is een eenduidig beslissingsmodel noodzakelijk. Een veelheid van individuele impactscores vormen zelden een goede basis om beslissingen te nemen. Op vraag van de OVAM wordt daarom de mogelijkheid geboden om het milieuprofiel van een gebouw(element) te bekijken via een geaggregeerde score. Gezien de Europese normen geen aggregatiemethode aanbevelen, wordt er een weging voorgesteld via monetariseren: de indicator wordt vermenigvuldigd met het monetariseringsgetal (bv: X kg CO<sub>2</sub> eqv. maal Y€/kg CO<sub>2</sub> eqv.). Deze euro's drukken de milieuschade uit die niet in de prijs verrekend zit, maar die afgewenteld wordt naar de maatschappij door bijvoorbeeld ziekte en schade aan biodiversiteit. Deze milieukost kan vervolgens vergeleken worden met de respectievelijke financiële kost. Dit is een belangrijke meerwaarde ten opzichte van andere wegingmethodes zoals de panelmethode, de distance-to-targetmethode en schadefunctiemethodes. [7] [31]

Zoals reeds vernoemd in de selectieprocedure (zie §5.1) is het monetariseren afhankelijk van de keuze van de eenheid en zal het dus de selectie van de onderliggende impactmethode beïnvloeden. Bovendien wordt er aangeraden om bij aggregatie overeenstemmende impactmethodes te nemen voor de verschillende impactcategorieën, zodanig dat hiaten en dubbelstellingen vermeden worden. Binnen deze opdracht wordt er voor de bepaling van de geaggregeerde score geopteerd voor de recente ReCiPe methodes. Bovendien blijken de compatibele ReCiPe endpoint- en/of midpointmethodes voor alle geselecteerde impactcategorieën een solide wetenschappelijke onderbouw te hebben. Hieronder wordt een overzicht gegeven van de bepaling van de impactmethode en de overeenkomstige eenheid voor de CEN en CEN+ milieu-indicatoren.

milieu-indicator (CEN)	eenheid	geselecteerde impactmethode
1. Klimaatsverandering (EN: <i>global warming</i> )	kg CO <sub>2</sub> eqv.	ReCiPe midpoint
2. Ozonaantasting (EN: <i>depletion of the stratospheric ozone layer</i> )	kg CFC-11 eqv.	ReCiPe midpoint
3. Verzuring van land en waterbronnen (EN: <i>acidification of land and water sources</i> )	kg SO <sub>2</sub> eqv.	ReCiPe midpoint
4. Vermesting (EN: <i>eutrophication potential</i> )	kg P eqv.	ReCiPe midpoint
5. fotochemische oxidantvorming (EN: <i>formation of tropospheric ozone photochemical oxidants</i> );	kg NMVOS * eqv.	ReCiPe midpoint
6. Uitputting van niet-fossiele grondstoffen (EN: <i>abiotic depletion of non fossil resources</i> )	kg Fe eqv.	ReCiPe midpoint
7. Uitputtingspotentieel van fossiele grondstoffen (–EN: <i>abiotic depletion of fossil resources</i> )		nvt <sup>45</sup>

\*NMVOS: Vluchtige organische stoffen, exclusief methaan

**Tabel 7: geselecteerde CEN milieu-indicatoren met inbegrip van de eenheden en milieu-impactmethoden voor de geaggregeerde milieuscore.**

milieu-indicator (CEN+)	eenheid	geselecteerde impactmethode
8. menselijke toxiciteit: kanker- en niet kankereffecten (EN: <i>human toxicity, cancer and non-cancer effects</i> )	DALY*	ReCiPe endpoint
9. ademhalingseffecten door anorganische stoffen - zwevend stof (EN: <i>respiratory inorganics - particulate matter</i> )	DALY*	ReCiPe endpoint
10. ioniserende stralingseffecten op mens (EN: <i>ionising radiation, human health</i> )	DALY*	ReCiPe endpoint
11. Ecotoxiciteit: zowel aardse, zoetwater- als mariene (EN: <i>Ecotoxicity: terrestrial, freshwater and marine</i> )	kg 1,4 DB** eqv.	ReCiPe midpoint
12. Landgebruik: bezetting (EN: <i>land use: occupation</i> )	m <sup>2</sup> a	ReCiPe midpoint
13. Landgebruik: omvorming (EN: <i>land use: transformation</i> )	m <sup>2</sup>	ReCiPe midpoint
14. waterschaarste (EN: <i>water depletion</i> )		nvt <sup>46</sup>

\* DALY: disability-adjusted life year

\*\* DB: dichloorbenzeen

**Tabel 8: geselecteerde CEN milieu-indicatoren met inbegrip van de eenheden en milieu-impactmethoden voor de geaggregeerde milieuscore.**

<sup>45</sup> de monetaisatiewaarde is 0€/ MJ, netto calorische waarde (zie Tabel 9 en bijlage 3)

<sup>46</sup> de monetaisatiewaarde is nihil (zie Tabel 9 en bijlage 3)

Het gedetailleerd achtergronddocument met betrekking tot monetariseren in Bijlage 3 biedt de nodige wetenschappelijke fundering voor de bepaling van de monetaire waardes per impactcategorie. Gezien de complexiteit van achterliggende mechanismen, schuilt voor sommige waardebeoordelingen een grote onzekerheid. Binnen deze opdracht wordt daarom onderscheid gemaakt tussen een centrale waarde en een statistisch bepaalde onder- en bovengrens. Tabel 9 geeft een overzicht van de centrale waarde per impactcategorie. De schatting van de boven- en ondergrens en de interpretatie ervan worden toegelicht in het achtergronddocument (Bijlage 3).

milieu-indicator	Waarde	eenheid
1. Klimaatsverandering	0,060	euro/ kg CO2 eqv.
2. Ozonaantasting	39,1	euro/ kg CF11 eqv.
3. Verzuring	0.80	euro/kg SO2 eqv.
4. Vermesting	800	euro/ kg P eqv.
5. fotochemische oxidantvorming	7,4	euro/kg NMVOS eqv.
6. uitputting van niet-fossiele grondstoffen	0,052	euro/kg FE eqv.
7. uitputting van fossiele grondstoffen	0	
8. menselijke toxiciteit: kanker- en niet kankereffecten	60000	euro/DALY
9. ademhalingseffecten door anorganische stoffen - zwevend stof	60000	euro/ DALY
10. ioniserende stralingseffecten op mens	60000	euro/ DALY
11. Ecotoxiciteit		
- <i>terrestrisch</i>	4.31	euro/kg 1.4 DB eqv.
- <i>zoetwater</i>	0.019	euro/kg 1.4 DB eqv.
- <i>mariene</i>	1.4 E-06	euro/kg 1.4 DB eqv.
12. Landgebruik: bezetting		
- <i>agrarisch gebrui</i>	0,165	euro/m <sup>2</sup> .jaar
- <i>urbaan gebruik</i>	0,330	euro/m <sup>2</sup> .jaar
13. Landgebruik: omvorming		
- <i>omzetting van natuur</i>	0	euro/m <sup>2</sup>
- <i>omzetting regenwoud</i>	0,8	euro/m <sup>2</sup>
14. watergebruik (waterschaarste)	/	

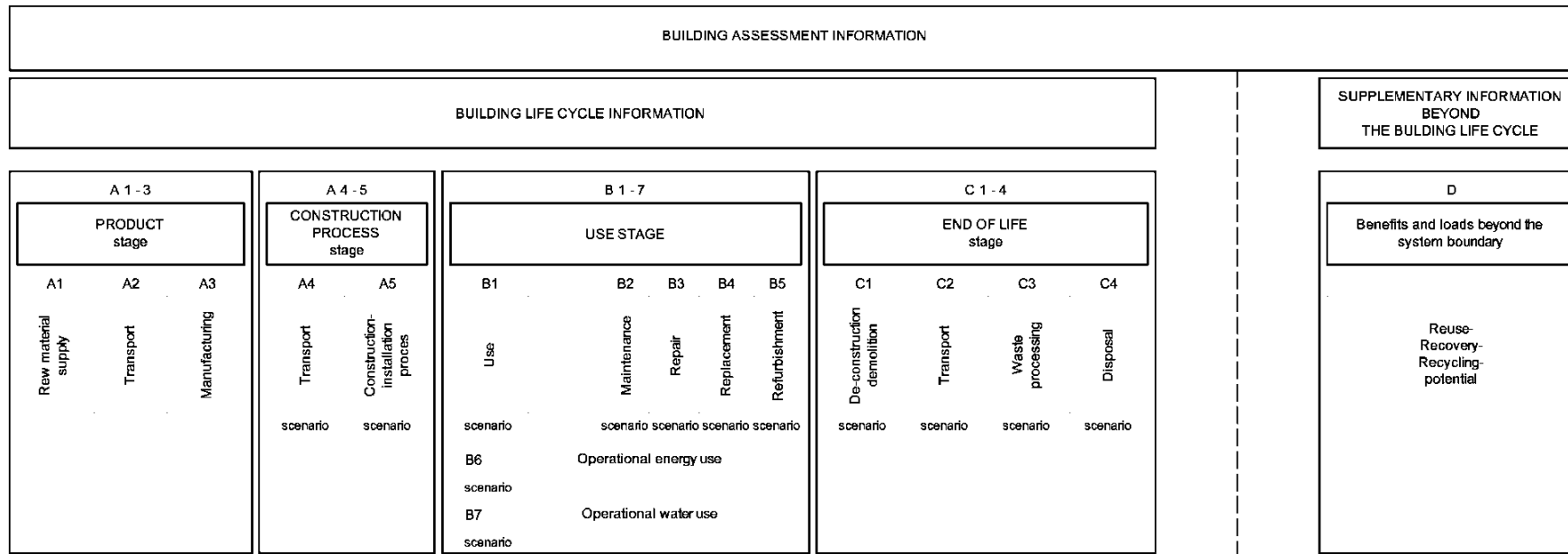
Tabel 9: overzicht van de centrale monetaire waardes voor de geselecteerde impactcategorieën.

## Referenties

- [1] prEN 15804 Sustainability of construction works-Environmental product declaration – Core rules for the product category of construction products
- [2] prEN 15978 Sustainability assessment of construction works – assessment of environmental performance of buildings-calculation method, januari 2011
- [3] EN 15643-2, Sustainability of construction works-assessment of buildings-part 2: Framework for the assessment of environmental performance, 2011
- [4] TR 15941 Sustainability of construction works-Environmental product declaration – Methodology for selection and use of generic data, mei 2001
- [5] Bepalingsmethode Milieuprestatie gebouwen en GWW werken v1.2, 2010
- [6] Febelcem, Standpunten, de Belgische cementindustrie, 2008
- [7] K. Allacker, Sustainable building The development of an evaluation method, september 2010
- [8] NEN 8006, Environmental data of building materials, building products and building elements for application in environmental product declaration-Assesment according to the Life Cycle Assessment (LCA) methodology, 2004.
- [9] NF P01-010, Qualité environnementale des produits de construction, declaration environnementale et sanitaire des produits de construction, decembre 2004
- [10] European Commission - Joint Research Centre (JRC) - Institute for Environment and Sustainability (IES), International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance. First edition March 2010
- [11] Spielman M., Bauer C., et al., Transport services, ecoinvent report no.14, 2007
- [12] Val-i-pack, jaarverslag 2009
- [13] Delem, L., Spirinckx, C., Note on elaboration of refined methodology and workinstrument, chapter 1, §2.3 Methodology impact of building materials, SuFiQuaD, June 2009
- [14] Milieuhandleiding voor de algemene bouwaannemer op de werf - PRESTI-project, FVSB, 1997.
- [15] The ceramic tile market in Europe, Graziano Sezzi, Cersaie, September 2009
- [16] Putzeys, K., Spirinckx, C., et al., Final note on extreme cases, chapter 2: Data collection for extreme types, SuFiQuaD, Sustainability, Financial and Quality evaluation of dwelling types.
- [17] EU waste framework directive 2008/98/EC
- [18] Spirinckx, C., Note on elaboration of refined methodology and workinstrument, chapter 3, §1 Harmonisation process of the life cycle inventory data, SuFiQuaD, June 2009
- [19] Copro, jaarverslag 2009
- [20] BCIS, 2006, Life Expectancy of Building Components - Surveyors' experiences of buildings in use - A practical guide, Connelly-Manton Ltd, London, 353 pages.
- [21] den Hollander Th.G.M., Kuhlmann W.H., Steenhuis J.D. & Veldkamp I.H.J.T., 1993, *Woningbouwkosten - Groot onderhoud en renovatie*, nr. 3/1993, een uitgave van Misset bouw, een onderdeel van Uitgeversmaatschappij C.Misset bv., Doetinchem, Nederland, 305 blz.
- [22] *Guide Pratique pour l'Entretien des Bâtiments*, Edition 1991, Collaboration entre le Conseil National de l'Ordre des Architectes, le Collège des Experts Architectes de Belgique, la Confédération Nationale de la Construction (C.N.C.), la Fédération Royale des Sociétés d'Architectes de Belgique (F.A.B.), le Bureau du Contrôle pour la Sécurité de la Construction (SECO) et le Centre Scientifique et Technique de la Construction (C.S.T.C.), D/1991/0611/3, 60 pages.

- [23] Pasmaan W.P.M., Scholten J.A., van Groningen C. & Veldkamp I.H.J.T., 1993, *Burgerwerk en kleine aannemingen - onderhoud en herstel*, nr. 1/1993, een uitgave van Misset Bouw, een onderdeel van Uitgeversmaatschappij C.Misset bv., Doetinchem, Nederland, 467 blz.
- [24] Perret, J. , 1995, *Guide de la maintenance des bâtiments, Diagnostic d'un patrimoine bâti existant, prévention des désordres et actions pour y remédier*, 308 fiches techniques de suivi des ouvrages, Le Moniteur, Paris, France
- [25] SBR, 1998, *Levensduur van bouwproducten, praktijkwaarden*, Stichting Bouwresearch (SBR), 1985, herzien in 1998, Rotterdam, Nederland
- [26] Ten Hagen & Stam bv, 2000, *Bouwkosten - Burgerwerk - Groot Onderhoud – update 2000*, Ten Hagen & Stam uitgevers, Den Haag, Nederland, ISBN 90.70011.76.X.
- [27] Ten Hagen & Stam bv, 2000, *Bouwkosten - Burgerwerk - Klein Onderhoud – update 2000*, Ten Hagen & Stam uitgevers, Den Haag, Nederland, ISBN 90.70011.86.7.
- [28] ISO 14040, 2006, *Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework*.
- [29] ISO 14044 (2006) *Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines*.
- [30] Frischknecht, R., Braunschweig, A., Hofstetter P., Suter P., 2000, *Modelling human health effects of radioactive releases* in Life Cycle Impact Assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 20 (2) pp. 159-189.
- [31] van den Dobbelen A., 2004, *The Sustainable Office – an exploration of the potential for factor 20 environmental improvement of office accommodation*, PhD thesis, TU Delft, Delft, The Netherlands, 2004, 520p.
- [32] Jacobs, A., et al., 2005, *Best Beschikbare technieken voor recyclage van bouw- en slooppuin, eindrapport*, 140p. "Life Expectancy of Building Components - Surveyors' Experiences of Buildings in Use - A practical Guide", second (revised) edition, BCIS, London, UK, 2006, pp. 354

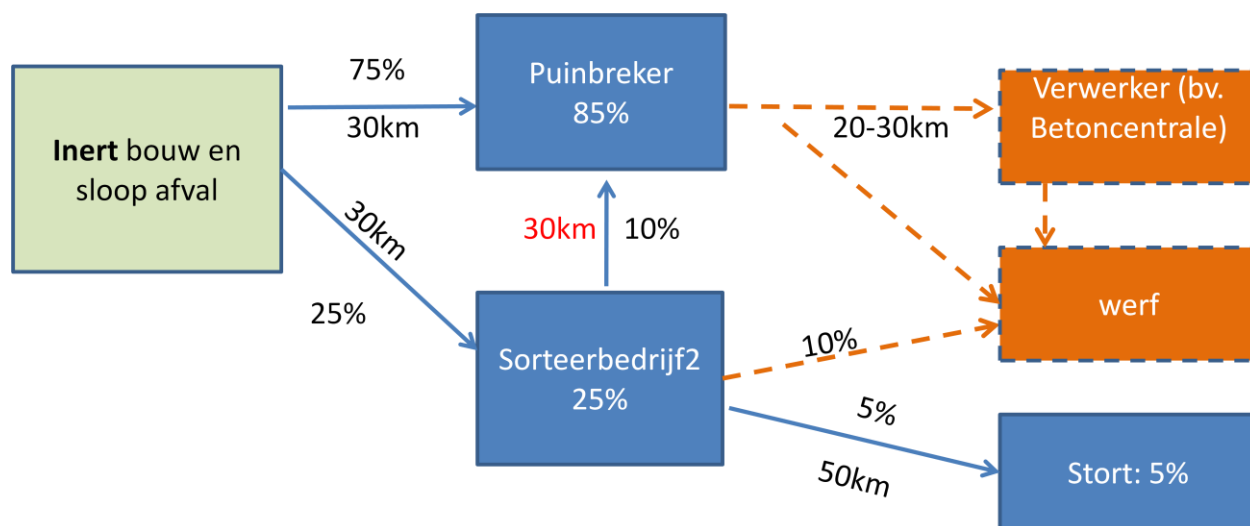
**Bijlage 1: Informatie modules gebruikt voor de evaluatie van de milieuprestatie van gebouwen voor zijn verschillende levenscyclusfasen**



Bron: prEN 15978:2011 [2]

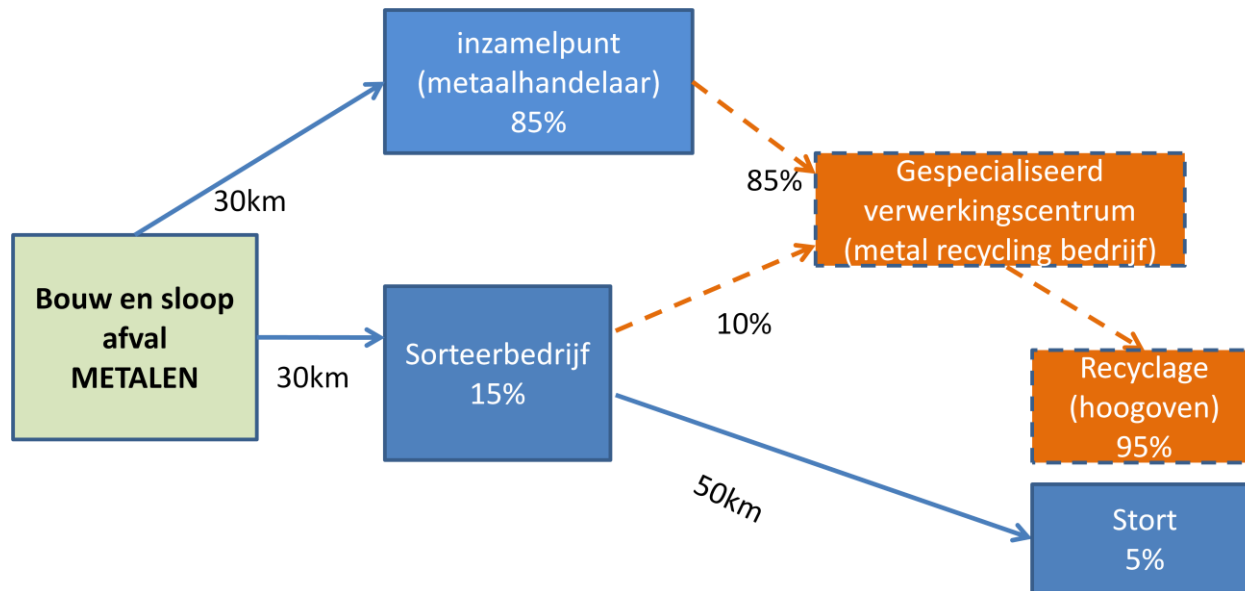
## Bijlage 2: Modelleren afvalverwerking van steenachtige fractie, cellenbeton en metalen

Onderstaande figuren geven schematisch weer hoe de verwerking van bouw en sloopafval van steenachtige materialen, cellenbeton en metalen binnen de MMG bepalingsmethode gemodelleerd wordt. Processen binnen de systeemgrenzen worden met een volle blauwe lijn weergegeven, processen buiten de systeemgrenzen met een oranje stippellijn.

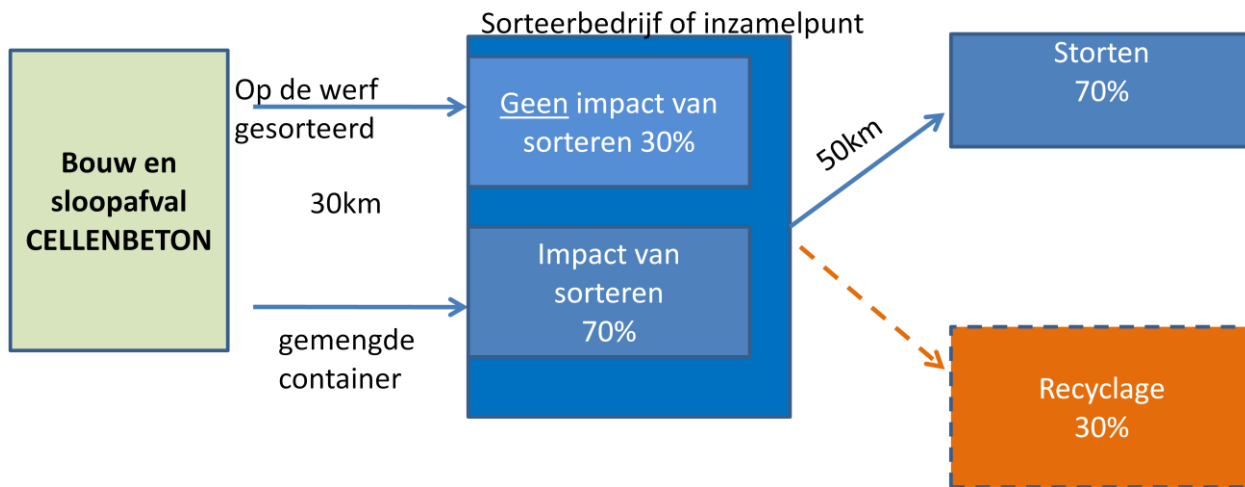


**Figuur 23 Inert bouwafval:** 75% van het afval wordt op de werf gesorteerd en gaat dus rechtstreeks naar een puinbreker, de resterende 25% gaat naar een sorteerbedrijf. 10% van het afval dat via een sorteerbedrijf passeert gaat na sorteren rechtstreeks naar een werf of verwerker (zeefzand), maar 10% moet na het sorteerproces nog gebroken worden om als secundaire grondstof gebruikt te kunnen worden. Transport tussen puinbreker en sorteerbedrijf (30km) valt in principe binnen de systeemgrenzen, maar wordt echter verwaarloosd. In de praktijk gaat een deel van de sorteerbedrijven immers zelf het puin breken (via eigen of mobiele breker), zodat het transport tussen puinbreker en sorteerbedrijf relatief beperkt is (ook in afstand). [32]





**Figuur 4 Metalen:** 85% wordt op de werf gesorteerd en 15% wordt mechanisch gesorteerd in een sorteerbeidrijf. In werkelijkheid zit de end-of-waste statuswaarschijnlijk eerder na het gespecialiseerde verwerkingscentrum, maar per conventie wordt het hier aan de poort van het inzamelpunt of sorteerbeidrijf gezet. Merk op dat een deel van de 85% dat op de werf gesorteerd wordt eventueel ook via een sorteerbeidrijf gaat, maar aangezien in dat geval niet meer mechanisch gesorteerd moet worden, wordt het voor de duidelijkheid onder "inzamelpunt" gezet.



**Figuur 5 Cellenbeton:** 30% wordt rechtstreeks op de werf gesorteerd, de rest wordt mechanisch gesorteerd in sorteerbedrijf. Voor het deel dat op de werf gesorteerd wordt, kan het inzamelpunt een sorteerbedrijf zijn of een opslagplaats waar de aannemer zijn afval groepeert om het dan vervolgens rechtstreeks naar de recyclagefaciliteit brengt. In werkelijkheid zal de End-of-waste status eerder bij de laatstgenoemde bereikt worden, maar per conventie wordt de End-of-waste status aan de poort van het sorteerbedrijf (of inzamelpunt) vastgelegd.

**Bijlage 3: Monetarisatie van impactcategorieën – in het kader van de studie naar Milieugerelateerde Materiaalprofielen van Gebouwelementen (MMG)**

Zie aparte PDF