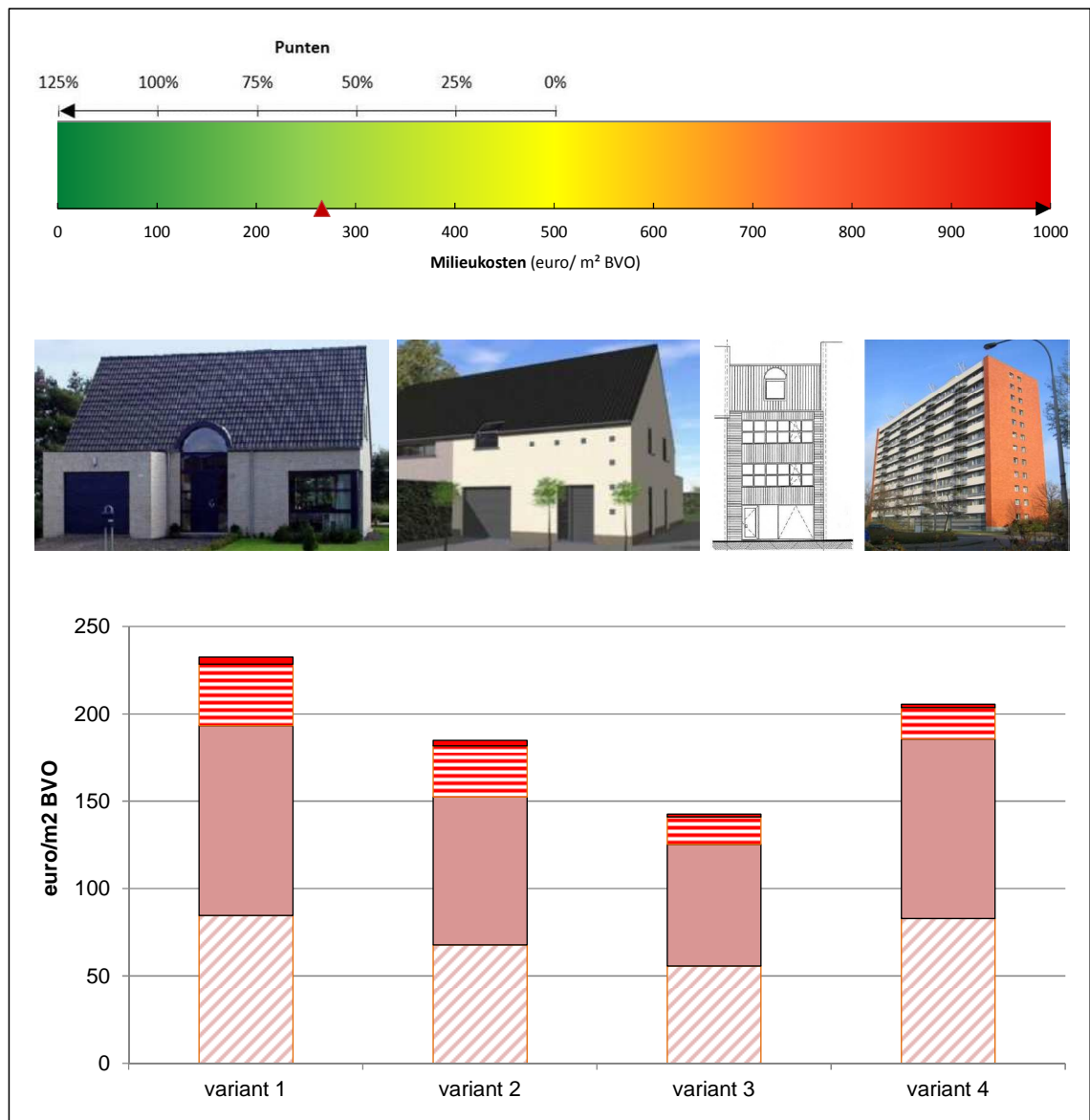
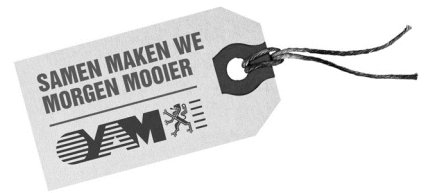


# Vertaling van de MMG-Output naar beleidstoepassingen ikv specifieke gebruikersdoelgroepen







# Documentbeschrijving

1. *Titel publicatie*  
Vertaling van de MMG-Output naar beleidstoepassingen in het kader van specifieke gebruikersdoelgroepen
2. *Verantwoordelijke Uitgever*  
Danny Wille, OVAM, Stationsstraat 110, 2800 Mechelen
3. *Wettelijk Depot nummer*  
D/2013/5024/33
4. *Aantal bladzijden*  
125
5. *Aantal tabellen en figuren*  
10 tabellen en 49 figuren
6. *Prijs\**  
/
7. *Datum Publicatie*  
September 2013
8. *Trefwoorden*  
Gebruikerstool; waarderingssysteem, materiaalprestatie, gebouw(element)en
9. *Samenvatting*  
De OVAM-studie "Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouw(element)en" (MMG) vormt een belangrijke bron van milieu-informatie voor de Vlaamse-Belgische bouwsector. Om de resultaten van deze studie te vertalen naar de gebruikerspraktijk en beleidstoepassingen, wordt in het kader van dit onderzoeksproject, een model voor een gebruikerstool uitgewerkt, gericht naar verschillende doelgroepen. Daarnaast worden de principes van een waarderingssysteem beschreven met het oog op het opstellen van criteria voor de opname in duurzaamheidsmaatstaven, bestekken en wedstrijdreglementen. De gevolgde aanpak wordt dan tenslotte geïllustreerd op basis van een voorbeeldtool.
10. *Begeleidingsgroep en/of auteur*  
Auteurs: Damien Trigaux (KU Leuven), Frank De Troyer (KU Leuven), Wim Debacker (VITO), Laetitia Delem (WTCB), An Janssen (WTCB), Johan Van Dessel (WTCB)
11. *Contactperso(ou)nen(en)*  
Frank De Troyer, KU Leuven, Frank.DeTroyer@asro.kuleuven.be, +32 (0)16 32 13 72  
Roos Servaes, OVAM, rservaes@ovam.be
12. *Andere titels over dit onderwerp*  
Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouw(element)en (MMG),  
[www.ovam.be/bouwmaterialenmethodiek](http://www.ovam.be/bouwmaterialenmethodiek)

Gegevens uit dit document mag u overnemen mits duidelijke bronvermelding.

De meeste OVAM-publicaties kunt u raadplegen en/of downloaden op de OVAM-website: <http://www.ovam.be>



# Inhoudstafel

<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>Executive Summary</b>	<b>13</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>19</b>
1.1 Aanleiding en doelstellingen	19
1.2 Plan van aanpak	19
1.3 Opbouw van het rapport	19
<b>2 Studie van bestaande gebruikerstoos</b>	<b>20</b>
2.1 Inleiding	20
2.2 Situering van de opdracht en kritische analyse van huidige beleidsinstrumenten	20
2.2.1 Meetinstrumenten duurzaam bouwen	20
2.2.2 Bestekken en wedstrijdaanvragen	22
2.3 Methodologie voor de screening van bestaande gebruikerstoos	22
2.3.1 Achtergrond en basisprincipes voor een evaluatiekader	23
2.3.2 Evaluatiekader	25
2.4 Screening en inventarisatie van bestaande gebruikerstoos	27
2.4.1 Doelstelling en aanpak	27
2.4.2 Overzicht van de geselecteerde representatieve gebruikerstoos	27
2.4.3 Screening van de geselecteerde gebruikerstoos	28
2.4.4 Besluit	54
2.5 SWOT-analyse van bestaande gebruikerstoos	54
2.5.1 Inleiding	54
2.5.2 SWOT-analyse	54
2.6 Aanbevelingen voor de vertaling van de MMG-output	57
2.6.1 Inleiding	57
2.6.2 Algemene gegevens	57
2.6.3 Evaluatiemethodiek	63
2.6.4 Implementatie en structuur	65
2.6.5 Integrale duurzaamheidsevaluatie	68
2.6.6 Besluit	71
<b>3 Structuur en inhoud gebruikerstoos</b>	<b>72</b>
3.1 Inleiding	72
3.2 Model voor de gebruikerstoos	73
3.2.1 Vorm van de tool	73
3.2.2 Structuur van de tool	74
3.3 Voorbeeldtool	76
3.3.1 Tabblad "Algemeen"	77
3.3.2 Tabblad "Gebouw"	78
3.3.3 Tabblad "(21)+_all"	84
3.3.4 Tabblad "(21)+_1 variant"	87
<b>4 Waarderingsysteem in functie van beleids- en praktijktoepassingen</b>	<b>91</b>
4.1 Inleiding	91
4.2 Definiëren van een principiële waarderingskader	91
4.2.1 Principes	91
4.2.2 Typologisch onderzoek	92
4.2.3 Vertaling van milieukosten naar een waarderingschaal op gebouwniveau	94
4.2.4 Bepaling van indicatieve streefwaardes op elementniveau	96
4.3 Voorstel van integratie in enkele beleids- en praktijkinstrumenten	97
4.3.1 Nationaal referentiekader "duurzame gebouwen" of "Referentie(e)l B"	97
4.3.2 Bestekken en reglementen voor architectuurwedstrijden	98
4.4 Besluit en aandachtspunten	99
<b>5 Stakeholderconsultaties</b>	<b>100</b>
5.1 Opmerkingen Stakeholderconsultatie 1	100
5.1.1 Belang van een evaluatie op gebouwniveau	100

5.1.2	Integratie met de energieprestatieberekening	101
5.1.3	Samenwerking met beGlobal	101
5.1.4	Verhouding t.o.v. bestaande referentiën	101
5.1.5	Kosten en tijdsinspanning evaluatie	102
5.1.6	Duurzaamheidspeil versus M-peil	103
5.1.7	Koppeling met meetstaat	103
5.1.8	Specifieke opmerkingen	104
5.2	Opmerkingen Stakeholderconsultatie 2	106
5.2.1	Gebouwelementenaanpak	106
5.2.2	Afstemming, samenwerking op regionaal en Europees niveau	106
5.2.3	Integratie van specifieke EPD data	107
5.2.4	Afweging tussen materialen en energie	107
5.2.5	Het kostenplaatje	107
5.2.6	Specifieke opmerkingen	108
<b>6</b>	<b>Besluit en verdere stappen</b>	<b>110</b>
6.1	Algemene conclusies	110
6.2	Verdere onderzoeks-, beleids- en ontwikkelingsstappen	110
<b>Bijlage 1.</b>	<b>Gedetailleerde SWOT-analyse van bestaande gebruikerstoos</b>	<b>113</b>
<b>Bijlage 2.</b>	<b>Lijst van tabellen</b>	<b>119</b>
<b>Bijlage 3.</b>	<b>Lijst van figuren</b>	<b>121</b>
<b>Bijlage 4.</b>	<b>Bibliografie</b>	<b>123</b>

# Samenvatting

## Aanleiding en doelstellingen

De OVAM startte in 2010 de studie “**Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouw(element)en**” (MMG)<sup>1</sup> met als voornaamste doelstelling het opzetten van een evaluatiekader om de milieuprestatie van gebouw(element)en te berekenen.

Dankzij dit initiatief resulteerde deze eerste MMG-studie in de ontwikkeling van een **expert-rekenmodel** voor het bepalen van het milieuprofiel van gebouwelementen. Dit model steunt op de nieuwe MMG **bepalingsmethode** en diende als basis voor het opstellen van een beperkte **milieuprofielendatabank van 115 gebouwelementvarianten**<sup>2</sup> die representatief zijn voor de Vlaams-Belgische bouwcontext. De OVAM wenst deze bron van milieu-informatie, die momenteel voornamelijk voor interne doeleinden wordt gebruikt, te communiceren naar verschillende publieke doelgroepen in de bouwsector. Daarnaast wil zij de MMG-methodiek laten opnemen in bestaande beleids- en praktijkinstrumenten.

In deze context heeft deze studie, uitgevoerd door KU Leuven, VITO en WTCB, als algemene doelstelling om de **MMG-output te vertalen naar de gebruikerspraktijk** (in functie van 3 specifieke doelgroepen, met name architecten, bouwheren en lokale besturen alsook bouwmaterialproducenten) **en naar beleidstoepassingen** (definitie van aftoetsbare criteria voor de opname in duurzaamheidsmaatstaven, bestekken en wedstrijdreglementen).

## Studie van bestaande gebruikerstools

Bij de start van het onderzoek werd een **kritische analyse** uitgevoerd van **bestaande gebruikerstools** voor de communicatie en rating van milieugegevens van gebouwelementen. Deze analyse identificeerde tekortkomingen in de huidige Vlaamse/ Belgische meetinstrumenten voor de duurzaamheidsevaluatie en in de huidige implementatie van milieuaspecten in bestekken en wedstrijdaanvragen. Daarna werden negen representatieve tools voor de milieu-evaluatie van gebouwelementen uit binnen- en buitenland gescreend volgens een breed evaluatiekader. Deze screening maakte een onderscheid tussen twee types LCA gebaseerde instrumenten: enerzijds de milieuclassificatietools, die gebruik maken van (geaggregeerde) milieuinventarisatie en -impactdata om bouwoplossingen onder te delen in verscheidene klassen; en LCA-simulatietools anderzijds, waarbij (rechtstreeks) milieuinventarisatie en -impactdata gecommuniceerd worden en waarbij het mogelijk is om zelf gebouwelementen samen te stellen en te simuleren.

Uit deze studie blijkt dat er in België en de buurlanden verschillende gebruikerstools beschikbaar zijn, die een milieuanalyse op gebouwelementniveau toelaten. Bijkomend, is er binnen sommige tools ook een analyse op product-, verwerkt materiaal- en/of gebouwniveau mogelijk. De manier waarop de analyse gebeurt en de resultaten weergegeven worden, alsook de mogelijkheden om elementvarianten samen te stellen, variëren echter van tool tot tool.

Naast de screening van een aantal bestaande tools voerde het onderzoeksteam een **SWOT-analyse** uit op de twee verschillende types van LCA-gebaseerde tools. Als representatieve tools werden de Green Guide to Specification (milieuclassificatietool) en het Baubook (LCA-simulatietool) weerhouden. Hieruit volgt dat een LCA simulatietool de beste basis vormt voor de vertaling van de bestaande (en toekomstige) MMG-output naar een gebruiksvriendelijke evaluatietool. Een dergelijk instrument bezit de nodige flexibiliteit om bouwoplossingen in al hun verscheidenheid te modelleren (zowel generiek als specifiek; nieuwbouw als renovatie), bewaart de relatie met het gebouw- en (verwerkt) materiaalniveau, laat over het algemeen het gebruik van productspecifieke data toe, en kan gelinkt worden aan een energieberekeningsinstrument.

<sup>1</sup> Debacker, W., Allacker, K., De Troyer, F., Janssen, A., Delem, L., Peeters, K., De Nocker, L., Spirinckx, C., Van Dessel J. (2012), Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouwelementen - finaal rapport, OVAM, [www.ovam.be/bouwmaterialenmethodiek](http://www.ovam.be/bouwmaterialenmethodiek)

<sup>2</sup> Allacker, K., Debacker, W., Delem, L., De Nocker, L., De Troyer, F., Janssen A., Peeters, K., Servaes R., Spirinckx, C., Van Dessel, J. (2013), Milieuprofiel van gebouwelementen – Op weg naar een geïntegreerde milieubeoordeling van materiaalgebruik in gebouwen, OVAM, [www.ovam.be/bouwmaterialenmethodiek](http://www.ovam.be/bouwmaterialenmethodiek)

De studie van de bestaande gebruikerstoos resulteerde in een aantal **aanbevelingen op korte, middellange en lange termijn** voor de vertaling van de MMG-output. Deze aanbevelingen geven aan hoe men stapsgewijs kan evolueren naar een integrale duurzaamheidsevaluatietool, gebaseerd op een levenscyclusbenadering. Hoewel deze opdracht zich aanvankelijk beperkte tot de uitwerking van een model op elementniveau, lijkt er, op basis van de tijdens het onderzoekstraject georganiseerde stakeholderconsultaties, een groot draagvlak te zijn binnen de bouwsector voor een evaluatie op gebouwniveau. Mogelijke interesse was er ook voor een opname van nog andere duurzaamheidsaspecten (zoals energie of gebruikerstransport) naast de milieu-efficiëntie van bouwmaterialen. Om deze evolutie mogelijk te maken, is het belangrijk om een toekomstgericht rekenmodel te ontwikkelen, dat stapsgewijs kan ingevuld en uitgebreid worden.

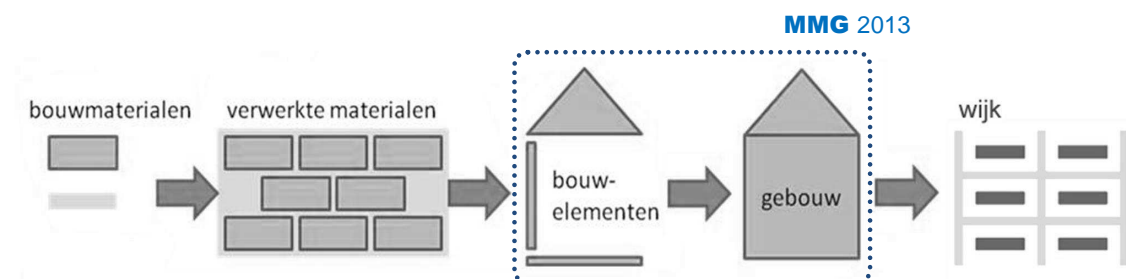
## Ontwikkeling van een voorbeeldtool

Op basis van de aanbevelingen werd een model voor een gebruiksvriendelijke evaluatietool uitgewerkt. In plaats van verschillende naast elkaar liggende tools wordt er gekozen om slechts één gebruikerstool te ontwikkelen die de functies van simulatietool en milieuprestatietool combineert en die hetzelfde is voor de verschillende gebruikersgroepen. De gebruiker kan echter zelf beslissen over het detailniveau van input-, output- en simulatiemogelijkheden.

De keuze van inputparameters veranderen naargelang het ontwerpstadium. Voor eenvoudige berekeningen kunnen louter voorafgedefinieerde varianten gebruikt worden – en dit op elk schaalniveau. Voor een meer gedetailleerde analyse kan de gebruiker ook zelf varianten implementeren.

De opbouw van het rekenmodel is gebaseerd op de hiërarchische structuur van de elementenmethode (zie *Figuur 1*), gecodeerd volgens het Belgische coderingssysteem BB/SfB<sup>3</sup>.<sup>4</sup> Er wordt een onderscheid gemaakt tussen vijf schaalniveaus: bouwmaterialen, verwerkte materialen, bouwelementen, gebouwen en wijken. Op korte termijn zijn twee schaalniveaus uitgewerkt in een voorbeeldtool:

- de bouwelementen (rechtstreeks afgeleid uit de MMG-resultaten) en
- de gebouwen (op basis van een eenvoudige gebouwanalyse).



*Figuur 1: elementmethode en overzicht van de beschouwde schaalniveaus*

Op langere termijn raadt het onderzoeksteam aan om andere schaalniveaus toe te voegen aan het rekenmodel: i.e. de verwerkte materialen en het wijkniveau. De verschillende schaalniveaus zijn onderling verbonden, maar tegelijkertijd is het mogelijk om een analyse per niveau uit te voeren, in functie van de belangstelling en expertise van de assessor.

Op elk schaalniveau zijn zowel algemene resultaten (i.e. totale impact op basis van de milieukosten) als deelresultaten (i.e. gedetailleerd beeld van de individuele milieu-impactindicatoren, de bijdrage van de levenscyclusfasen en de samenstellende onderdelen) weergegeven. Op elk schaalniveau kan je verschillende varianten selecteren en met elkaar vergelijken, zowel in tabelvorm als in grafische vorm.

Een voorbeeldtool uitgewerkt in een rekenblad illustreert die principes. De voorbeeldtool is geen eindproduct. Een verdere ontwikkeling is nodig voor de interface, alsook voor het

<sup>3</sup> DE TROYER, F., BB/SfB-plus. Een functionele hiërarchie voor bouw-elementen, Leuven, ACCO, 2008, (96 p)

<sup>4</sup> DE TROYER, F., NEUCKERMANS, H., HAVENNE, D., SIMON, F., BB/SfB Tabellen 1990, Brussel, Regie der Gebouwen, 1990 (135 p.)



aanbieden van alle op langere termijn gewenste functionaliteiten<sup>5</sup>. Op korte termijn worden de volgende schaalniveaus beschouwd:

- het gebouwniveau: invulling van de geometrische eigenschappen van het gebouw (volume, bruikbare vloeroppervlakte en oppervlaktes van de gebouwelementen) en keuze van de gebouwelementvarianten.
- de gebouwelementen: geparametriseerde invoer van gebouwelementen. Als voorbeeld wordt het element “buitenwand” in detail uitgewerkt. De voorbeeldtool laat toe om een beperkt aantal parameters te wijzigen zoals de primaire laag (bv. keuze uit verschillende types van blokken), het isolatiemateriaal en de isolatiedikte.

Met het oog op de gebruiksvriendelijkheid wordt de voorbeeldtool opgedeeld in een gebruikersinterface (“gebruikerstabbladen”) en gedetailleerde rekenbladen (“achtergrondtabbladen”). De “gebruikerstabbladen” bevatten alle inputparameters en het overzicht van de hoofdresultaten. De gebruiker kan alle simulaties met deze tabbladen uitvoeren, tenzij hij echt een gedetailleerd beeld wenst te krijgen. In dat laatste geval kan hij/zij de “achtergrondtabbladen” raadplegen voor het gebouw of elk gebouwelement.

## Principes vastgelegd voor het ontwikkelen van het waarderingsysteem

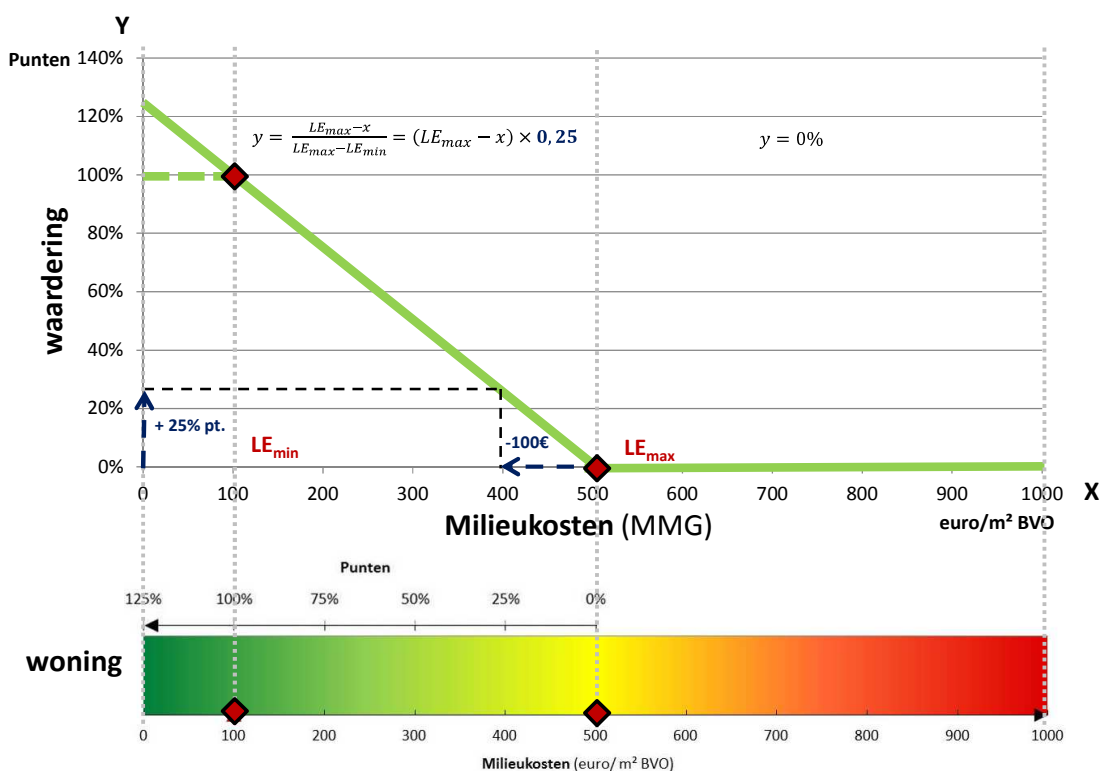
Voor de opname van de **MMG-output in bestaande beleids- en praktijkinstrumenten**, zoals brede duurzaamheidsinstrumenten (vb. de “Vlaamse Maatstaf” en het “Referentieel B”), bouwbestekken en milieucriteria binnen wedstrijdreglementen, is er nood om de gebruikerstool aan een waarderingsysteem te koppelen. Het onderzoeksteam legde de volgende **principes** vast voor de ontwikkeling van dit **waarderingssysteem**:

1. De waardering dient te gebeuren op basis van **geaggregeerde MMG-milieu-indicatoren** (cf. milieukosten), gezien het moeilijk is om beslissingen te nemen op basis van individuele milieu-indicatoren.
2. De vertaling van milieukosten naar een rating wordt gedefinieerd op basis van een **continue waarderingschaal**. Een classificatie (bijvoorbeeld door de opmaak van categorieën A, B, C, ...) op basis van een getrapte waarderingschaal wordt uitgesloten om de problemen met het “juist niet” behoren tot een categorie te vermijden. Verder wordt er uitgegaan van een lineaire verhouding tussen de milieukosten en de waardering (zodat eenzelfde reductie van de milieukosten altijd resulteert in dezelfde puntenstijging; zie *Figuur ii*).
3. De prestatiewaardering wordt enkel gedefinieerd **op gebouwniveau** op basis van typologisch onderzoek (zie *Figuur ii*).
4. Op **elementniveau** worden indicatieve streefwaarden meegegeven om de ontwerper reeds richtwaarden en inzichten mee te geven. Deze waarden dienen niet als dwingend beschouwd te worden, gezien het milieuprofiel van een gebouw eveneens door de bouwlay-out en de onderlinge verhoudingen van de elementen bepaald wordt.
5. Het **nulpunt van de waarderingschaal** (i.e. 0% punten) komt overeen met de gebouwoplossing - bepaald aan de hand van typologisch onderzoek- die gekenmerkt wordt door de hoogste milieukosten, maar die nog voldoet aan de huidige normen (bv: energieprestatieregelgeving).
6. **Een score van 100% punten** wordt gegeven aan een representatieve gebouwoplossing – op basis van typologisch onderzoek - met de laagste milieukosten.
7. Indien de bestudeerde gebouwoplossing een lagere milieu-impact heeft, dan dient dit beloond te worden door het uitreiken van ‘**bonuspunten**’. Het onderzoeksteam stelt voor om dezelfde lineaire verhouding te nemen als de oplossingen, die zich bevinden tussen de 0% en 100% punten (zie *Figuur ii*).
8. Het waarderingsysteem moet **zoveel mogelijk onafhankelijk zijn van normwijziging**. Meer bepaald zal bij het verstrengen van de energieprestatie van gebouwen (bijvoorbeeld door het dalen van het maximum E-peil, K-peil en/of U-

<sup>5</sup> bv: uitwerking van alle schaalniveaus, simulaties met meerdere elementenvarianten per type...

waardes) dezelfde helling gebruikt worden, met een verplaatsing van het 0%- en 100%-punt tot gevolg.

9. Tenslotte dient men er bij de waardering van de milieu-impact en -winsten rekening mee te houden dat **milieugerelateerde materiaal- en energieprestaties onlosmakelijk met elkaar verbonden** zijn. Zo brengt het verstrengen van de isolatiegraad weliswaar energiewinsten tijdens de gebruiksfase van het gebouw met zich mee, maar zullen het produceren, installeren, vervangen en verwerken bij eindeleven van het isolatiemateriaal tevens extra milieu-impacts veroorzaakt worden, die men moet afwegen ten opzichte van de bespaarde energiewinst.
10. **Dezelfde waardering** dient gebruikt te worden voor **nieuwbouw- en renovatieoplossingen**, zodanig dat er een objectieve en transparante vergelijking tussen enerzijds afbraak van een bestaand pand en nieuwbouw en anderzijds gedeeltelijk slopen/ontmantelen en vervolgens renoveren mogelijk wordt.



**Figuur ii: grafische voorstelling van het MMG-waarderingsstelsel op gebouwniveau voor woningen.**

Deze principes werden geïllustreerd aan de hand van 4 representatieve nieuwbouwwoningen (op basis van een beperkt typologisch onderzoek). Verder werd de integratie in het duurzaamheidsevaluatie-instrument "Referentie(e) B", bestekken en architectuurwedstrijdreglementen toegelicht.

### Verdere onderzoeks-, beleids- en ontwikkelingsstappen

Verdere stappen op het vlak van onderzoek en beleidsontwikkeling worden opgedeeld in de volgende punten:

- vertaling van de principiële voorbeeldtool **naar een geïntegreerde gebruikerstool**: deze studie bevat al veel inhoudelijke pistes om een gebruiksvriendelijke evaluatietool mogelijk te maken. Echter een functionele analyse, waarbij gefocust wordt op de ICT-vereisten, is nog noodzakelijk.
- het **uitbreiden van de methodiek tot op wijkniveau** is wenselijk: zo bleek in de huidige analyse een deel van de toegangsconstructies bij het appartementsgebouw

reeds ingerekend te zijn, terwijl de straatinfrastructuur bij ééngezinswoningen helemaal niet ingerekend wordt. Om een objectieve vergelijking mogelijk te maken, moeten beide infrastructuurtypes in beschouwing genomen worden.

- het **gebouwtypologisch onderzoek** moet **uitgebreid** worden zowel op het vlak van renovatievoorstellen als op het vlak van het analyseren van meerdere gebouwtoepassingen (kantoren, winkels, scholen, woonzorg, etc.).
- verdere bepaling van een **gecombineerde materiaal- en energieprestatiemethodiek** (ter bepaling van een gewenst “ME-peil”): eenmaal een goed inzicht is verworven in het representatieve (gemiddeld, maximum en haalbaar minimum) milieuprofiel van het huidige gebouwenpatrimonium, zal men samen met de verschillende gewestelijke overheden moeten bepalen welke gebouwtechnische paden (via ME-prestaties op gebouwniveau en eventueel indicatieve streefwaarden op elementniveau) en tijdspanne nodig zullen zijn om het gebouwenpatrimonium te verduurzamen.
- bestaande en toekomstige evaluatie-instrumenten dienen zich zoveel mogelijk te richten op een gelijkaardige geïntegreerde aanpak, waarbij typische **duurzaamheidsthema’s**, zoals “materialen”, “energie”, “water” en “gebruikerstransport”, niet meer apart bekeken worden, maar wel **via een integrale levenscyclusbenadering**. De opname van dergelijke integrale levenscyclusbenadering in duurzaamheidsinstrumenten – bijvoorbeeld Referentieel-B en de Vlaamse Maatstaf – zal gepaard moeten gaan met de nodige overgangsstappen.
- een versnelde **uitbreiding van MMG-milieuprofielen op elementniveau** is wenselijk om een evaluatie op gebouwniveau mogelijk te maken: zowel andere elementtypes (zoals technische installaties en funderingen), alsook renovatievoorstellen (op elementniveau) en dynamisch (ver)bouwen dienen in beschouwing genomen te worden.
- voor het verfijnen van de MMG-bepalingsmethode en de hierop gebaseerde beleids- en praktijkinstrumenten (inclusief het MMG-waarderingsstelsel) is het **toetsen** ervan **aan representatieve en extreme cases** noodzakelijk.



# Executive Summary

## Goal and Scope

The Public Waste Agency of Flanders (OVAM) initiated in 2010 the study “**Environmental profile of building elements**” (“Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouw(element)en” - MMG)<sup>6</sup> with as primary goal to set up a framework to define the environmental performance of building (elements).

Thanks to this initiative, this first MMG study resulted in the creation of an **expert calculation model** for determining the environmental profile of building elements. This model is based on the newly developed **MMG determination method** and served as basis for a **limited database of 115 building elements** that is representative for the Flemish-Belgian construction sector<sup>7</sup>. The OVAM wishes to communicate this valuable information to the broad public within the building sector and to integrate the MMG determination method in existing policy and practice tools.

Based on the given scope, the general aim of this second MMG study – commissioned to KU Leuven, VITO and BBRI – is **to translate the MMG output to the building practice** (in function of three specific target groups, i.e. architects, building owners & local governments and building material producers) **and to policy applications** (by defining measurable criteria for inclusion in sustainability assessment tools, building specifications and competition regulations).

## Analysis of existing user tools

At the start of the research study a **critical analysis of existing user tools** was performed to examine the way of communicating and rating of environmental characteristics of building elements. This analysis identified shortcomings in the existing Belgian and Flemish building sustainability assessment tools and in the current way of implementing environmental aspects in building specifications and competition regulations. Afterwards, nine representative tools for environmental assessment of building elements – local ones as well as from abroad – were screened according to a broad evaluation framework. A distinction was made between two types of LCA based tools: i.e. environmental classification tools – rating (aggregated) life cycle inventory and impact data and accordingly classifying building solutions into different families – and LCA simulation tools – (directly) communicating inventory and impact data and providing users the possibility to compose building elements and simulate their environmental profile.

Based on this study, it seems that in Belgium and neighbouring countries different user tools are available that make an assessment of building elements possible. Additionally, some instruments allow an analysis on product, work sections and building level. Each tool is different in the way of assessing, communicating the results and/or assembling element variants.

Next to the screening of existing tools, a **SWOT analysis** of two LCA based tools was performed. The Green Guide to Specification and Baubook were discerned as representative examples for classification and LCA simulation tools respectively. This SWOT analysis provides arguments that LCA simulation tools have the best basis to translate the existing (and future) MMG output to a user friendly assessment tool. Simulation tools offer more flexibility to model building solutions (generic as well as specific; newly built as well as for refurbishment), ensure the relation with the building and (processed) material level, generally allow the use of product specific data and can be linked to an energy calculation tool.

The screening and SWOT analysis resulted in a series of **recommendations on short, medium and long term** to translate the MMG output towards the building practice and policy instruments. These recommendations illustrate a stepwise evolution towards an integral

<sup>6</sup> Debacker, W., Allacker, K., De Troyer, F., Janssen, A., Delem, L., Peeters, K., De Nocker, L., Spirinckx, C., Van Dessel J. (2012), Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouwelementen - finaal rapport (Environmental Material Performance of Building elements – final report), Public Waste Agency of Flanders (OVAM), [www.ovam.be/bouwmateriaalmethodiek](http://www.ovam.be/bouwmateriaalmethodiek)

<sup>7</sup> Allacker, K., Debacker, W., Delem, L., De Nocker, L., De Troyer, F., Janssen A., Peeters, K., Servaes R., Spirinckx, C., Van Dessel, J. (2013), Environmental profile of building elements – Towards an integrated environmental assessment of the use of materials in buildings, Public Waste Agency of Flanders (OVAM), [www.ovam.be/bouwmateriaalmethodiek](http://www.ovam.be/bouwmateriaalmethodiek)

sustainability assessment tool, based on life cycle thinking. Stakeholder consultations – performed during this study – learned that there is an important support from the building sector to include evaluation on the building level and include other sustainability aspects (such as operational energy and commuter transport), in addition to the environmental performance of building materials. To support this vision, the development of a future-oriented calculation model that can be updated and extended step by step is found to be important.

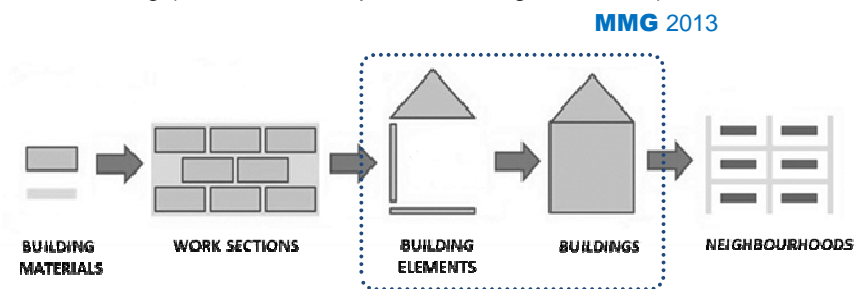
## Development of a preview tool

Based on the recommendations a model for a user friendly tool was developed. Instead of establishing different unrelated tools, the decision was taken to develop a single tool for the different user groups. Based on his/her expertise and the design scale level (product design, building or neighbourhood layout), the user has the possibility to choose the detail level of the in- and output interface and simulation possibilities.

Input parameters may change according to the design stage. For simple calculations predefined variants on each level can be used. For a more detailed analysis user specific variants can be implemented.

The structure of the calculation model is based on the hierarchical framework of the element method (see Figure i: element method and overview of the studied scale levels. *Figure i*), codified according to the Belgian coding system BB/SfB<sup>8,9</sup>. This framework makes a distinction between five scale levels: building materials, work sections, building elements, buildings and neighbourhoods. On short term two levels are integrated in a preview tool:

- building element (directly retrieved from the first MMG study)
- building (based on a simplified building evaluation)



*Figure i: element method and overview of the studied scale levels.*

On long(er) term the research team recommends to implement other levels in the calculation model: i.e. work sections and neighbourhoods. These different levels are all linked to each other, but at the same time it is possible to assess each level separately – in function of the user expertise and the design scale level.

On each level general results (i.e. the single scores based on environmental costs) as well as detailed results (i.e. insight in the environmental profile for each environmental indicator, each life cycle stage and each constituting component) are displayed. Each variant can be analysed separately or compared with others – in a numerical or graphical way.

All these principles are illustrated in a preview tool, based on a spreadsheet. This preview tool is not an end product. Further development is still needed for the input and output interface, as well as for the integration of other functionalities, desired on long term<sup>10</sup>. On short term only two scale levels are implemented:

- The building level: the building input is defined based on the geometrical characteristics of the building (volume, useful floor area and area of the building elements) and choice of building element variants.

<sup>8</sup> DE TROYER, F., BB/SfB-plus. Een functionele hiërarchie voor gebouwelementen, Leuven, ACCO, 2008, (96 p)

<sup>9</sup> RAY-JONES, A., CLEGG, D., CI/SfB – Construction Indexing manual, London, RIBA Publications, 1976 (119 p.)

<sup>10</sup> e.g. integration of all scale levels, simulations with different element variants per type...

- The building elements: the building element input is parameterised. For the element “external wall” this is developed into detail. The following characteristics are parameterised: choice of primary layer (e.g. different types of masonry), choice of insulation material and the insulation thickness.

To improve the usability the preview tool is divided in a user interface (“user sheets”) and detailed calculation sheets (“background sheets”). In the “user sheets” all input parameters and an overview of the general results are given. Using this limited number of sheets, all simulations can be performed. However if the user wants to have a more detailed insight, he/she will have to consult the “background sheets” for the building or each building element.

## Principles for the development of a rating system

To support the **use of the MMG output in existing policy and building practice instruments**, such as sustainability assessment tools (e.g. for Belgium “Vlaamse Maatstaf” and “Referentieel B”), building specifications and environmental criteria in competition regulations, it is necessary to link the user tool with a rating system. The research team determined the following **principles** for the development of this **rating system**:

1. Rating shall be done on basis of the **aggregated MMG indicators** (cf. environmental costs), due to the difficulty to take decisions based on individual environmental indicators
2. Translating environmental costs to a score need to be done on basis of a **continuous rating scale**. A classification (e.g. by defining solution families A, B, C...) based on a stepwise rating scale is excluded to avoid classification of solutions that just failed to belong to a better category. A linear relation between the calculated environmental costs and the scoring is assumed – meaning that a same reduction in environmental costs corresponds to the same increase in points (see *Figure ii*).
3. Calculation of environmental performance (in points or %) will only be done **on building level** based on typological research (see *Figure ii*).
4. **On element level** indicative target values will be given to guide the designer and give him/her some insights. These values may not be compulsory, since the environmental profile of a building is also influenced by the layout of the building and the ratios between the elements.
5. A **zero level of the rating system** (i.e. 0% points) corresponds to a building solution – based on typological research – that is characterised by the highest environmental costs, but still fulfilling contemporary normative requirements (e.g. energy performance of buildings regulations)
6. **A score of 100% points** will be attributed to a representative building solution – based on typological research – with the lowest environmental costs.
7. If the studied building solution has a lower environmental impact, this should be rewarded by **‘bonus points’**. The research team advises to take the same linear relation as solutions located between the 0% and 100% level (see *Figure ii*).
8. The rating system needs to be **independent – as much as possible – from any change of standards** and similar. More specifically, if energy performance regulations become more stringent (e.g. by decreasing the maximum E value, K value and/or U values) the same slope shall be used. Accordingly the 0% and 100% levels will change.
9. Finally, the rating system shall take into account that **environmental performances related to material and energy characteristics of buildings are always linked to each other**. Increasing the insulation level of the building skin will result in energy gains during the use phase of the building, but the production, installation, replacement and (final) disposal of the additional insulation material will also result in supplementary environmental impact. Accordingly, the rating system shall include both types of environmental aspects.
10. The **same rating** shall be used **for new building solutions as for renovation solutions** to compare in an objective and transparent way the environmental impacts of the demolition of an existing building and subsequently (re-) construction on the one

hand and the partly demolition/disassembly and subsequently renovation of the building on the other hand.

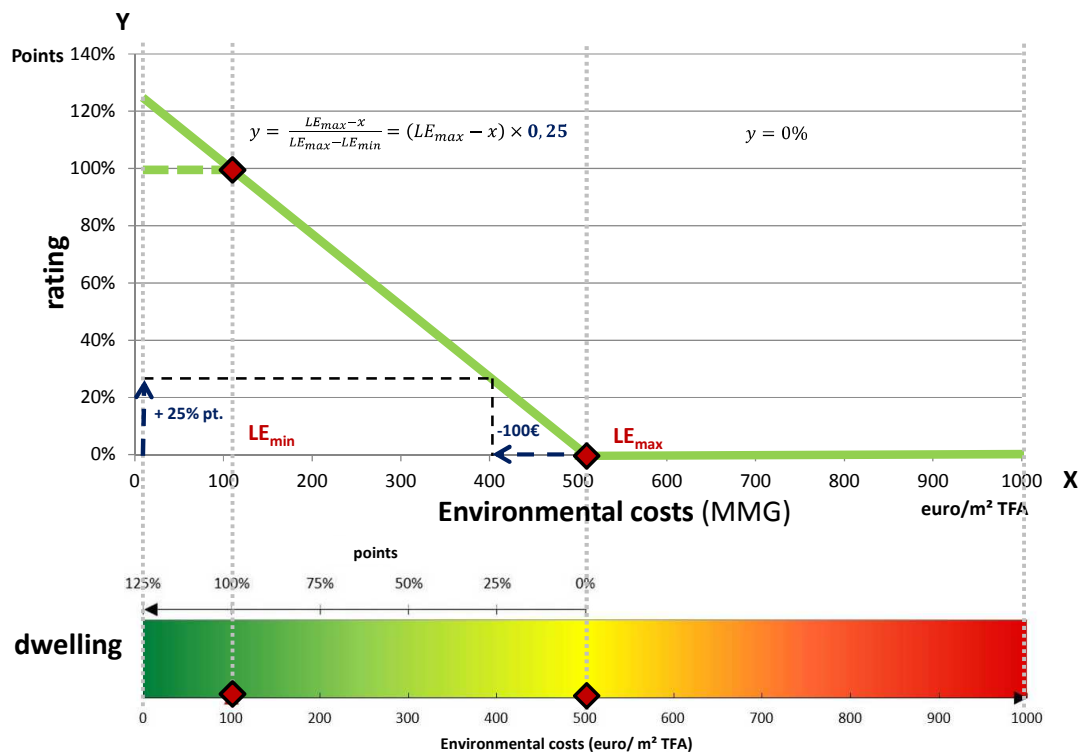


Figure ii: graphical representation of the MMG rating system on building level for dwellings.

These principles were illustrated based on 4 representative dwellings (based on a simplified typological research). Also, several propositions were done for the integration of the rating system in the Belgian sustainability assessment tool “Referentieel B”, building specifications and architectural competition regulations.

### Further research, policy and development steps

Further steps related to research and policy development are grouped into the following steps:

- from a principal preview tool **towards an integrated user tool**: a functional analysis focussing on the ICT constraints will need to be added to this scientific research study
- **expanding the methodology to the district level** is necessary: although internal circulation in the analysed apartment building was included (stairs, corridors...), street infrastructure for single family houses was not. To make an objective comparison between dwellingtypes, both types of infrastructure should be included.
- the **building typological research needs to be extended**, as well on the level of refurbishment projects as on the level of other building functions (e.g. offices, stores, schools and healthcare facilities).
- further methodological development of the **combined calculation of the material and energy performance of buildings** – to determine the “ME level of buildings” – is necessary: once a sufficient knowledge is reached concerning the representative environmental profile of the contemporary building heritage (average, maximum and feasible minimum), several technological and policy paths have to be determined - in accordance with the designated policy administrations from the different regional governments.



- Existing and future assessment tools need to be based on a similar integrated assessment approach, wherein **sustainability themes** such as “materials”, “energy”, “water” and “commuter transport” are examined through **an integral life cycle approach**, instead of doing this for each theme/aspect separately. The implementation of such an integral life cycle approach needs to be implemented with the necessary transition steps in sustainability tools such as the “Referentieel B” and “Vlaamse Maatstaf”.
- There is an urgent need to **extend the MMG element database** to improve the assessment possibilities on building level: this is the case for other element types (such as technical services and foundations), but also for building element variants for refurbishment projects and dynamic building design solutions.
- To be able to refine the MMG determination method and the policy and practice tools based on it (including the MMG rating system), regular **testing through representative and extreme cases** is necessary



# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding en doelstellingen

In de context van duurzaam bouwen wordt naast de beperking van het energieverbruik steeds meer aandacht besteed aan het gebruik van milieuverantwoorde materialen. In 2010 werd door OVAM de studie “Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouw(element)en” (MMG) (Debacker et al. 2012) opgestart met als doel om een afwegingsmethode voor gebouwelementen te ontwikkelen. De bedoeling was om inzicht te krijgen in de milieueffecten van het materiaalgebruik in de bouw en op lange termijn om prestatie-eisen voor het materiaalgebruik te kunnen vastleggen.

De MMG-studie, die door KU Leuven, VITO en WTCB werd uitgevoerd, resulteerde in een bepalingsmethode voor de beoordeling van de milieuprestaties van gebouwelementen en werd vertaald naar een expert-rekentool en een milieuprofielendatabank van 115 gebouwelementvarianten. De OVAM wenst deze bron van milieu-informatie, die momenteel enkel voor interne doeleinden wordt gebruikt, te communiceren naar verschillende externe doelgroepen in de bouwsector. Daarnaast wordt er ook gestreefd naar de opname van de MMG-methodiek in bestaande beleidsinstrumenten.

In deze context heeft deze studie als algemene doelstelling om de MMG-output te vertalen naar de gebruikerspraktijk (in functie van 3 specifieke doelgroepen, met name architecten, bouwheren & lokale besturen en bouw materiaalproducenten) en naar beleidstoepassingen (definitie van aftoetsbare criteria voor de opname in duurzaamheidsmaatstaven, bestekken en wedstrijdreglementen).

## 1.2 Plan van aanpak

Het onderzoeksproject wordt uitgewerkt in meerdere werkpakketten. In een eerste werkpakket wordt een kritische analyse uitgevoerd van bestaande gebruikerstools en handleidingen voor de communicatie en rating van milieugegevens van gebouwelementen. Deze analyse zal toelaten om basisinzichten te verkrijgen en aanbevelingen te formuleren voor de vertaling van de MMG-output naar de gebruikerspraktijk en naar beleidstoepassingen. Op basis van deze screening wordt in werkpakket 2 een model beschreven voor een gebruikerstool, bruikbaar door de verschillende doelgroepen. Daarna wordt in een derde werkpakket een waarderingssysteem ontwikkeld voor de toepassing van de gebruikerstool in beleidsinstrumenten (duurzaamheidsmaatstaven, bestekken en wedstrijdformules). Tot slot worden de resultaten van het onderzoek gebundeld in een eindrapport (werkpakket 4).

Voor de opvolging van deze opdracht en om input te krijgen vanuit de verschillende actoren uit de bouwsector worden in de loop van het project verschillende overlegmomenten georganiseerd, zoals stakeholderconsultaties en stuurgroepvergaderingen (werkpakketten 5 en 6).

## 1.3 Opbouw van het rapport

Het rapport wordt opgebouwd rond de 3 hoofdtaken van dit onderzoeksproject: de studie van de bestaande gebruikerstools (Hoofdstuk 2), het opstellen van een model voor de MMG-gebruikerstool (Hoofdstuk 3) en de uitwerking van het waarderingssysteem (Hoofdstuk 4). In Hoofdstuk 5 wordt verslag gedaan van veel gestelde vragen en bemerkingen van verscheidene belanghebbenden, verzameld via stakeholderconsultaties. Hierop worden antwoorden geformuleerd door het onderzoeksconsortium. Tenslotte worden een aantal conclusies en aanbevelingen voor verder onderzoek geformuleerd.

## 2 Studie van bestaande gebruikerstools

### 2.1 Inleiding

Om het onderzoeksproject in een bredere context te kaderen, wordt eerst een kritische analyse uitgevoerd van de bestaande (internationale) gebruikerstools / handleidingen voor de communicatie en rating van milieugegevens van gebouwelementen. Op basis van deze verkenning zullen aanbevelingen geformuleerd worden voor de vertaling van de MMG-output naar de gebruikerspraktijk.

Gezien de MMG expert-rekentool opgebouwd is op basis van een LCA-benadering, zal de studie zich eveneens beperken tot LCA-gebaseerde tools. Binnen dit kader zal de sreening focussen op twee categorieën van instrumenten:

- Milieuclassificatietools : tools die gebruik maken van een rating als communicatiemiddel. Voorbeelden zijn de “Green Guide to Specification” (BRE Group 2013) en de “NIBE Milieuclassificaties” (NIBE 2013)
- LCA-simulatietools: tools die gebruik maken van LCA-gegevens als communicatiemiddel. Bij deze tools is het voor de gebruiker mogelijk om zelf gebouwelementen samen te stellen en uit te rekenen. Voorbeelden zijn de Zwitserse “Bauteilkatalog.ch” (BFE, Verein eco-bau 2013) en het Oostenrijkse “Baubook” (IBO, Energieinstitut Vorarlberg 2013).

### 2.2 Situering van de opdracht en kritische analyse van huidige beleidsinstrumenten

Hoewel er tot nu toe nog geen publieke LCA-gebaseerde tool bestaat op Belgisch / Vlaams niveau, werden de laatste jaren een aantal initiatieven genomen om materiaalgerelateerde aspecten in gebouwen te evalueren. De huidige beleidsinstrumenten vertonen echter een aantal tekorten. In dit onderdeel wordt een kritische analyse gemaakt met de focus op meetinstrumenten voor de duurzaamheidsevaluatie van gebouwen en de huidige aanpak in bestekken en wedstrijd aanvragen.

#### 2.2.1 Meetinstrumenten duurzaam bouwen

Op Vlaams en Belgisch niveau werden een aantal instrumenten ontwikkeld voor de duurzaamheidsevaluatie van gebouwen, zoals de “Vlaamse Maatstaf voor Duurzaam Wonen en Bouwen” (LNE 2012) en het “Referentieel-B”<sup>11</sup>. Deze instrumenten zijn gebaseerd op een multi-criteria-analyse, waarbij scores voor verschillende duurzaamheidsaspecten toegekend worden. Naast thema's, zoals energie, transport, water en ecologie, worden ook de materiaalgerelateerde aspecten geëvalueerd.

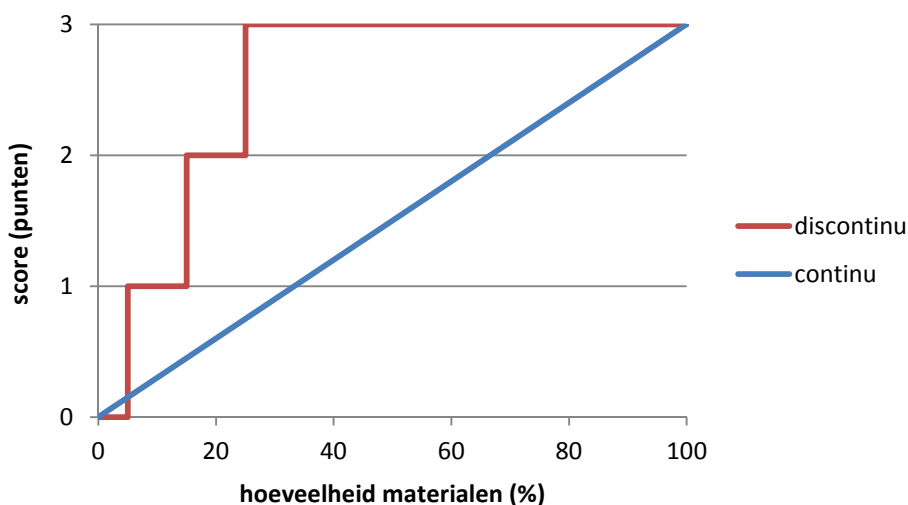
Binnen de Vlaamse Maatstaf worden alle aspecten rond materiaal- en afvalbeheer samengebracht in het thema “Materiaal en afval”, terwijl er binnen het Referentieel-B voor een opdeling wordt gekozen tussen het thema “Materie” (aspecten rond materiaalbeheer) en “Beheer” (aspecten rond bouw- en sloopafval). In beide instrumenten worden verschillende maatregelen beoordeeld, die kunnen bijdragen tot een vermindering van de milieugerelateerde materiaalprestatie van gebouwen, zoals hergebruik van materialen, recyclage, gebruik van materialen met milieulabel en aanpasbaarheid. Hoewel de evaluatie een veelheid aan aspecten dekt met betrekking tot de materialenproblematiek, zijn er een aantal hindernissen bij het gebruik van die evaluatiemethodiek:

- **Kader / structuur:** Er is een gebrek aan een duidelijk en transparant kader om de verschillende maatregelen tegenover elkaar te kunnen afwegen. Uit de talrijke bemerkingen

<sup>11</sup> Het Belgisch Referentiekader Referentieel B is bij het schrijven van dit rapport nog in testfase en daardoor niet publiek toegankelijk. Zowel OVAM, VITO als WTCB zijn betrokken als stakeholder en hebben toegang tot de bijna-gefinaliseerde versie via <http://www.ref-b.be/nl/referentiel.html>. Er wordt verwacht dat in de loop van 2013 het Belgisch Referentiekader publiek gemaakt zal worden.

van de stakeholders bij de ontwikkeling van de Vlaamse Maatstaf en het Belgisch Referentieel blijkt dat de huidige evaluatiemethodes niet wijd gedragen worden.

- **Complexiteit / bruikbaarheid:** De evaluatiemethode op basis van labels, milieuverklaringen en specifieke eigenschappen (recyclagegehalte, lokale productie) is tijdrovend en ingewikkeld. Veel gegevens en bewijselementen zijn niet beschikbaar en moeilijk te verzamelen: er ontbreekt een overzichtelijke databank van materialen, waarin alle benodigde gegevens verzameld zijn.
- **Doeltreffendheid / correctheid:** Sommige evaluatiecriteria resulteren niet altijd in een beter milieuprofiel. Binnen het MMG-project werd bijvoorbeeld bewezen dat bepaalde bouwproducten met (een hoog percentage aan) gerecycleerde grondstoffen niet noodzakelijk leiden tot forse milieuwinsten.
- **Subjectiviteit van de scores:** De maximale scores per maatregel zijn niet gerelateerd aan de grootte van de mogelijke milieuwinsten. Zo worden er bijvoorbeeld punten toegekend aan het gebruik van materialen met een EPD (milieuverklaring type 3), alsook aan het gebruik van materialen met een ecologisch label (milieuverklaring type 1). Hoewel het opstellen van EPD's moet gestimuleerd worden, leidt dit echter niet noodzakelijk tot een lagere milieu-impact. Terwijl aan een ecologisch label prestatie-eisen gekoppeld zijn, geeft een EPD enkel informatie over de milieu-impact van een bouwproduct of bouw materiaal, zonder dat dit leidt tot een garantie op een gewenst duurzaamheidsgehalte.
- **Milieulast versus kwaliteiten:** Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen maatregelen, die voor een reductie van de milieulast zorgen, en maatregelen, die de kwaliteiten van het gebouw verhogen. Bijvoorbeeld: De aanpasbaarheid van de binneninrichting resulteert in bijkomende kwaliteiten (flexibiliteit van de inrichting), maar ook in een reductie van de milieulasten (vermijden van afbraakwerken bij herinrichting van de ruimtes).
- **Middelen versus prestaties:** Sommige maatregelen zijn gebaseerd op prestaties (bv. het hergebruik van bestaande materialen), terwijl andere focussen op middelen die kunnen resulteren in een betere milieuprestatie. Bijvoorbeeld: Modulair en demonteerbaar bouwen is een middel om het hergebruik van materialen te stimuleren en de hoeveelheid afval te beperken.
- **Afbakening van de evaluatiecriteria:** Er zijn inhoudelijke overlappingsen tussen de verschillende maatregelen. Bijvoorbeeld: Milieulabels worden toegekend op basis van een reeks criteria (zoals het recyclagegehalte of duurzame ontginning), die ook als afzonderlijke maatregel beoordeeld worden in de evaluatie.
- **Definitie van de prestatieniveaus:** De prestatie-eisen worden vaak op basis van klassen gedefinieerd (vb. uitgedrukt in percentage van de gebruikte materialen). Door deze discontinue scoretoekenning ontstaat de discussie over het 'net boven' of 'net onder' een grens te scoren. Dit wordt geïllustreerd in Figuur 3 met een discontinue scoretoekenning op basis van 3 klassen (een score van 1, 2 of 3 punten wordt toegekend, indien respectievelijk 5%, 15% of 25% van de materialen aan het criterium voldoen). In dit scoresysteem kunnen twee bijna gelijkaardige voorstellen (24% versus 25%) een andere score (2 punten versus 3 punten) krijgen, terwijl grotere verschillen (15% versus 24%) in een gelijke score resulteren (2 punten). Een oplossing zou zijn om te werken met continue scorefuncties, waarbij een stijging van het percentage materialen zich vertaalt in een evenredige scorestijging.



Figuur 3: Continue versus discontinue scoretoekenning

## 2.2.2 Bestekken en wedstrijdaanvragen

Duurzaamheidscriteria worden de laatste jaren meer en meer opgenomen in bestekken en wedstrijdaanvragen. In tegenstelling tot energetische aspecten, waarbij eenduidige prestaties kunnen vastgelegd worden, zijn criteria voor materiaalgerelateerde aspecten veel moeilijker te definiëren. Ofwel blijven de criteria vrij vaag (er wordt bijvoorbeeld verwezen naar het gebruik van duurzame materialen, maar zonder duidelijke definitie of bijhorende prestaties), waardoor ze op een vrije manier kunnen geïnterpreteerd worden, ofwel wordt de focus gelegd op deelaspecten, zoals het gebruik van hout uit duurzaam bosbeheer (hout met FSC<sup>12</sup>- of PEFC<sup>13</sup>-label). Een voorbeeld is de leidraad van de Vlaamse Maatschappij voor Sociaal Wonen (VMSW) "C 2008, Concepten voor sociale woningbouw" (VMSW 2008)<sup>14</sup>. Deze leidraad omvat verschillende aanbevelingen met betrekking tot de materialen (detaillering, onderhoudsvriendelijkheid, brandveiligheid, akoestiek, vochtthuishouding, beheer van afval, technisch gekeurde materialen, gelabeld hout), maar de milieu-impact komt hier niet aan bod.

Verder wordt er door het gebrek aan een Belgisch evaluatiesysteem soms verwezen naar internationale instrumenten. Maar deze instrumenten zijn niet altijd aangepast aan de Belgische bouwpraktijk (verschillende bouwmethodes, transport- en afvalverwerkingsprocessen en energieproductiemix). Bijvoorbeeld: De wedstrijd "Voorbeeldgebouwen" in Brussel (georganiseerd door het BIM) maakt gebruik van de Nederlandse NIBE-milieuclassificaties om de milieu-impact van bouwmaterialen te evalueren. NIBE deelt de milieuprestaties van bouwmaterialen op in 8 milieuklassen (waarvan klasse 1 tot en met 7 onderverdeeld worden in 3 subklassen: a, b en c; klasse 1 stemt overeen met de beste keuze). NIBE raadt bouwmaterialen met een milieuklasse 4 en hoger af voor gebruik, wat ook vaak overgenomen wordt in wedstrijdaanvragen.

## 2.3 Methodologie voor de screening van bestaande gebruikerstools

Zoals blijkt uit de kritische analyse, is er een grote nood aan een Vlaamse / Belgische LCA-gebaseerde tool die een duidelijke en transparante methodiek biedt voor de evaluatie van de materiaalprestatie in gebouwen. Hoewel deze opdracht zich aanvankelijk beperkte tot de uitwerking van een model op elementniveau, lijkt er, op basis van de stakeholderconsultaties (zie paragraaf § 5), een grote draagvlak te zijn voor een evaluatie op gebouwniveau, waarbij

<sup>12</sup> FSC: 'Forest Stewardship Council': zie Belgische website ([www.fsc.be](http://www.fsc.be))

<sup>13</sup> PEFC: 'Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes': zie Belgische website ([www.pefcbelgium.be](http://www.pefcbelgium.be))

<sup>14</sup> [www.vmsw.be/nl/algemeen/publicatiesoud/c2008](http://www.vmsw.be/nl/algemeen/publicatiesoud/c2008)

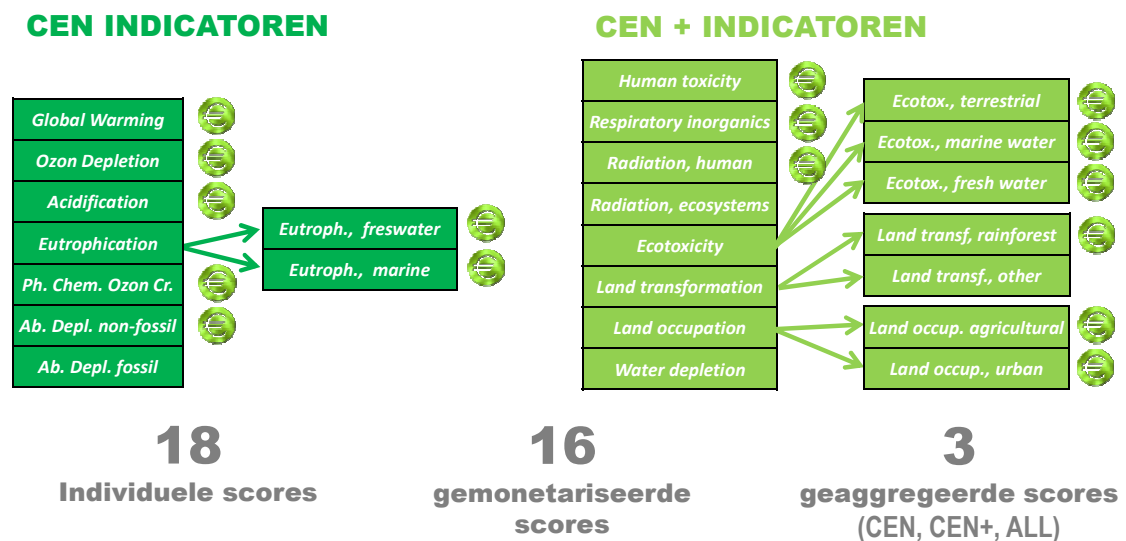
naast de materiaalprestatie ook andere duurzaamheidsaspecten (zoals energie of bewonertransport) afgewogen worden. Om deze evolutie mogelijk te maken, is het belangrijk om een toekomstgericht model te ontwikkelen, dat stapsgewijs kan ingevuld en uitgebreid worden. Daarom wordt hier een breed evaluatiekader ontwikkeld om de bestaande tools op hun methodologische aspecten kritisch te analyseren. In de volgende paragrafen worden eerst een aantal basisprincipes voorgesteld, die de achtergrond vormen voor het evaluatiekader. Daarna worden de evaluatieaspecten in detail toegelicht.

### 2.3.1 Achtergrond en basisprincipes voor een evaluatiekader

Voor de ontwikkeling van het evaluatiekader werd uitgegaan van 5 basisprincipes die zullen afgetoetst worden in de bestaande tools. Deze principes vormen een eerste methodologische aanzet, maar kunnen op basis van de resultaten van de analyse van de bestaande tools nog worden bijgestuurd.

#### - Milieu-impactevaluatie op basis van CEN en CEN+ indicatoren en geaggregeerde milieuscores

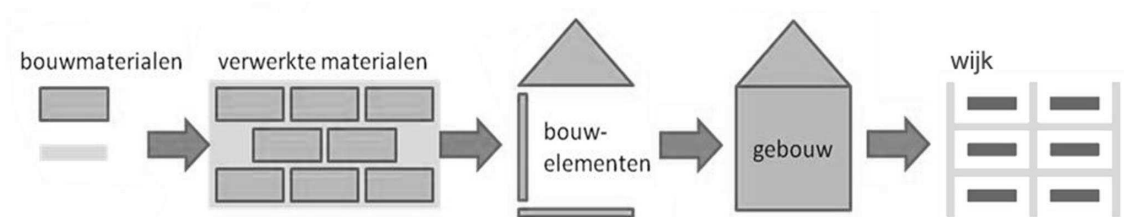
De milieu-impactevaluatie van de gebouwelementen in de MMG-methodiek (Figuur 3) gebeurt op basis van individuele indicatoren (CEN en CEN+ indicatoren) en geaggregeerde indicatoren (milieukosten voor CEN, CEN+ en CEN totaal) om beslissingsgerichte selectie toe te laten. Deze indicatoren dekken een breed bereik aan impacts en vormen dus een goede basis voor een evaluatie van de materiaalprestatie. Uit de screening van de bestaande tools zal blijken of deze set van indicatoren al dan niet moet uitgebreid of bijgestuurd worden.



Figuur 4: Overzicht van de milieu-impactindicatoren uit de MMG-methodiek

#### - Elementenmethode als evaluatiestructuur

De MMG-experttool wordt gestructureerd volgens de principes van de elementenmethode (Figuur 5), waarbij gebouwelementen (bv. buitenmuren, daken, vloeren, ...) worden opgebouwd uit verwerkte materialen (bv. gemetste wand, isolatielaag, ...), die op hun beurt bestaan uit een aantal bouwmaterialen (bv. baksteen, cement, ...). Deze hiërarchische structuur laat een goede beheersing van de complexiteit toe door gebouwelementen op te delen in kleinere onderdelen, waarvoor milieudata beschikbaar zijn.



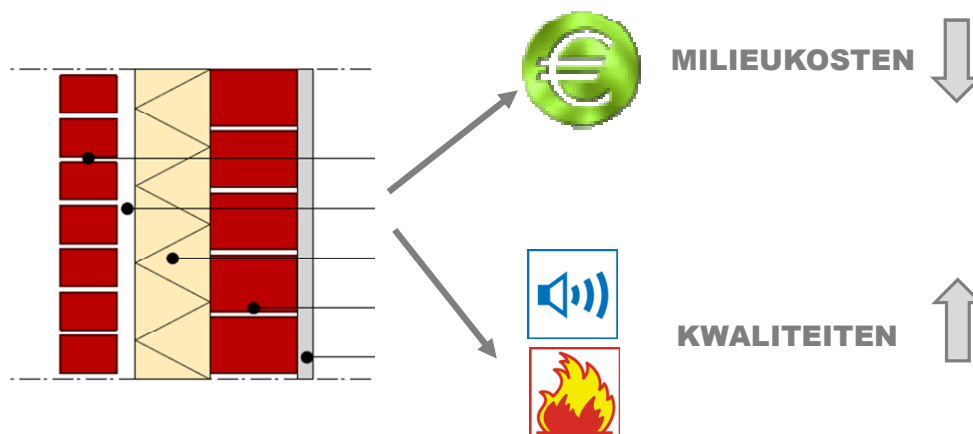
**Figuur 5: Elementmethode en schaalniveaus**

**- Link met de hogere schaal**

De hiërarchische structuur van de elementenmethode (Figuur 5) is gemakkelijk uitbreidbaar naar de hogere schaal. Zo kunnen de gebouwelementen gebruikt worden om een gebouw samen te stellen. Gebouwen kunnen op hun beurt, samen met infrastructuur en open ruimtes, een wijk vormen. De MMG-resultaten op elementniveau zullen dus rechtstreeks kunnen gebruikt worden in een evaluatie op hoger niveau.

**- Afweging tussen kwaliteiten en milieulasten**

De beoordeling van de materiaalprestatie zou moeten bestaan uit een afweging tussen de kwaliteiten (vb. brandweerstand, akoestische eigenschappen, ...) en de veroorzaakte milieulasten (Figuur 6). Sommige elementen met een lage milieu-impact kunnen bijvoorbeeld slechte technische eigenschappen vertonen, waardoor hun toepassing niet wenselijk is. Kwaliteiten en milieulasten worden ook best duidelijk onderscheiden van elkaar, waarbij de doelstelling is om milieulasten te minimaliseren en kwaliteiten te maximaliseren.



**Figuur 6: Afweging tussen de milieukosten en kwaliteiten van een gebouwelement**

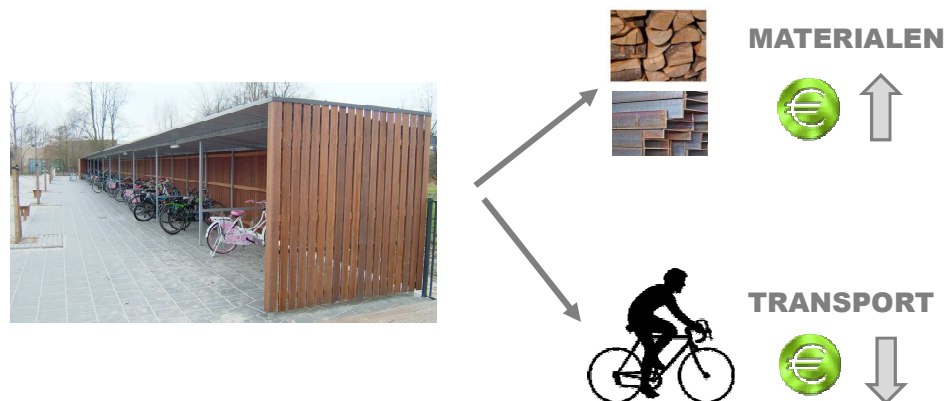
**- Afweging tussen materiaalprestatie en andere duurzaamheidsaspecten**

De keuze van de materialen en bij uitbreiding van de gebouwelementen kan invloed hebben op heel wat andere duurzaamheidsaspecten, zoals energie, transport en water. Gezien de onderlinge relaties moeten al deze aspecten tegen elkaar afgewogen worden en best met eenzelfde (LCA-)methodiek. Dit wordt geïllustreerd aan de hand van een aantal voorbeelden:

**- Fietsenstalling**

De plaatsing van een fietsenstalling brengt extra milieulasten met zich mee (bouw en onderhoud van de fietsenstalling), maar kan het transportprofiel van de bewoners beïnvloeden (de bewoners zullen meer de fiets gebruiken) en zo de impact van mobiliteit reduceren.





**Figuur 7: De interrelaties tussen materiaalprestatie en andere duurzaamheidsaspecten, geïllustreerd op basis van de plaatsing van een fietsenstalling**

- Thermische isolatie

Het isoleren van een gebouw resulteert in een hogere materiaalimpact (productie, transport en EOL behandeling van het isolatiemateriaal), maar zorgt tegelijkertijd voor een reductie van het energieverbruik voor verwarming en de resulterende milieupact.

- Regenwaterput

De installatie van een regenwaterput resulteert in bijkomende milieulasten (bouw en onderhoud van de regenwateropslag, waterleidingen en pompen), maar zorgt voor een daling van het drinkwaterverbruik.

## 2.3.2 Evaluatiekader

Om de screening te structureren, werden een aantal concrete vragen of evaluatieaspecten gedefinieerd, die een methodologische analyse van de bestaande tools mogelijk maken. De evaluatieaspecten zijn voor een deel afgeleid van de voorgestelde basisprincipes (zie paragrafen 2.3.2.2 en 2.3.2.4). Daarnaast worden ook algemene aspecten en de concrete implementatie van de verschillende tools geanalyseerd (zie paragrafen 2.3.2.1 en 2.3.2.3). Het evaluatiekader bestaat uit 4 onderdelen: algemene gegevens, evaluatiemethodiek, implementatie / structuur en integrale duurzaamheidsevaluatie.

### 2.3.2.1 Algemene gegevens

Gezien de reeds uitgevoerde studies in de onderzoeksprojecten “Verkennd onderzoek naar milieuverantwoord materiaalgebruik in Vlaanderen door middel van milieuprestatievoorschriften op gebouwniveau” (WT CB, VITO, IVAM, 2008), “LEnSE” (WT CB et al., 2006-2007) en “Milieuverantwoord bouwen, materiaalgebruik en Cradle to Cradle. Een verkenning van de praktijk op projectniveau” (VITO, 2011), wordt de beschrijving van de algemene gegevens beperkt gehouden. Aspecten, die geen betrekking hebben op de methodologie, worden dus niet meer besproken (vb. geschiedenis van de tool, aantal gebruikers, ontwikkelaar en exploitatiestructuur, financiële stimulansen, financiering, tijd om een evaluatie uit te voeren, ...). In functie van de vertaling van de MMG-output naar verschillende gebruikersgroepen worden wel de volgende gegevens verzameld:

- **Doelgroep(en):** Voor welke doelgroep(en) is de gebruikerstoel / handleiding bestemd (ontwerpers, bouwheren, producenten, aannemers, ...)?
- **Doel en opzet:** Wat is de doelstelling van de gebruikerstoel / handleiding? Hierbij maken we een onderscheid tussen 3 (al dan niet combineerbare) types van tools:
  - *Inzichtstoel:* inzicht geven in de milieu-effecten van het materiaalgebruik op basis van voorgedefinieerde varianten.
  - *Simulatiestoel:* de milieu-effecten van het materiaalgebruik berekenen op basis van geparametriseerde of zelf in te geven varianten.

- *Milieuprestatietool*: inzichtstool of simulatietool met positionering van de milieuprestatie tegenover een referentie of beoordelingsschaal (waarderingssysteem).
- **Vorm**: Onder welke vorm is de gebruikerstool / handleiding beschikbaar (webapplicatie, software, handboek, ...)?
- **Toepassingsgebied**: Op welke bouwtypen is de tool van toepassing? Is de tool bruikbaar voor nieuwbouw en/of renovatie? Vanaf welke ontwerpfase kan de gebruikerstool / handleiding gebruikt worden (vanaf het schetsontwerp of pas in latere ontwerpfases)?
- **Niveau van de evaluatie**: Op welk(e) niveau(s) is de tool van toepassing (bouwmaterialen, verwerkte materialen, gebouwelementen en/of gebouw)?

### 2.3.2.2 Evaluatiemethodiek

In dit onderdeel wordt de evaluatiemethodiek in de verschillende tools geanalyseerd, gaande van de milieuaspecten en de gebruikte databanken tot aan de omzetting naar een ratingsysteem:

- **Milieuaspecten en –indicatoren en evaluatiemethode**: Welke milieuaspecten en bijhorende milieuprestatieindicatoren worden binnen de tool geëvalueerd? Zijn er fundamentele verschillen met de CEN en CEN+ indicatoren? Welke methodologie wordt gebruikt voor de levenscyclusevaluatie?
- **Weging en aggregatie**: Om gebouwelementen te kunnen vergelijken, moeten de verschillende milieuprestatieindicatoren gewogen worden en omgezet worden naar een totale score. Welke wegings- en aggregatiemethode wordt in de gebruikerstool toegepast?
- **Waarderingssysteem**: Wordt er een waarderingssysteem gebruikt? Hoe is het waarderingssysteem opgebouwd (rating, beoordelingsschaal, referentiewaarden,...)? Hoe worden de LCA-resultaten omgezet naar het waarderingssysteem?
- **Data**: Is de gebruikte databank generiek en/of specifiek?

### 2.3.2.3 Implementatie en structuur

Naast de evaluatiemethodiek worden de structuur en de concrete implementatie van de tool doorgelicht:

- **Structuur / opbouw**: Hoe is de gebruikerstool / handleiding gestructureerd (opdeling in elementen en subelementen, rangschikking volgens type constructie, ...)?
- **Inputparameters en simulatiemogelijkheden**: Wat zijn de aanpasbare inputparameters en simulatiemogelijkheden op elementniveau? Is er een gradatie in de inputgegevens (combinatie van geparametriseerde en/of zelf in te geven varianten)? Welke scenario's kunnen door de gebruiker aangepast worden?
- **Weergave van de resultaten**: Hoe worden de resultaten weergegeven (individuele indicatoren en/of geaggregeerde indicator, grafiek en/of tabel, ...)? Welke graad van detail is voor de gebruiker zichtbaar (bijdrage van de levenscyclusfasen in de totale milieulast, bijdrage van de subelementen in het milieuprofiel, ...)?

### 2.3.2.4 Integrale duurzaamheidsevaluatie

In functie van de langetermijndoelstellingen om een globale duurzaamheidsevaluatie op gebouwniveau op te stellen, wordt bekeken hoe de gebruikerstool / handleiding zich inpast in een integrale duurzaamheidsevaluatie:

- **Link met evaluatie op hogere schaal**: Is er een link met een duurzaamheidsevaluatie op gebouwniveau en zo ja, op welke manier wordt de gebruikerstool / handleiding gelinkt met de hogere schaal (rechtstreekse integratie van de LCA-gegevens in een simulatietool op gebouwniveau of opname als criterium in duurzaamheidsmaatstaven)?
- **Financiële evaluatie**: De financiële impact is vaak bepalend bij de keuze van bouwoplossingen. Worden de financiële implicaties in de gebruikerstool / handleiding beoordeeld? Gaat het enkel om initiële bouwkosten of worden ook de levenscycluskosten beschouwd?

- **Kwaliteitsevaluatie:** Worden de kwaliteiten van de bouwoplossingen beoordeeld? Hoe worden deze aspecten in de gebruikerstool / handleiding geïntegreerd?
- **Materiaalprestatie versus andere duurzaamheidsaspecten:** Wordt er rekening gehouden met de impact van de materiaalkeuze op andere duurzaamheidsaspecten, in het bijzonder de energieprestatie van de gebouwelementen? Hoe wordt de link gemaakt tussen de materiaalprestatie en het energieverbruik van het element (functionele eenheid met vaste U-waarde, koppeling met een U-waarde berekening, integratie van het energieverbruik in de LCA-analyse, ...)?

## 2.4 Screening en inventarisatie van bestaande gebruikerstools

### 2.4.1 Doelstelling en aanpak

Zoals hoger vermeld, beperkt de screening van de bestaande tools zich tot LCA-gebaseerde tools. Hierbij wordt er een onderscheid gemaakt tussen milieuclassificatietools, die gebruik maken van een rating als communicatiemiddel, en LCA-simulatietools, die gebruik maken van LCA-gegevens als communicatiemiddel en waarbij het mogelijk is om zelf gebouwelementen samen te stellen en te simuleren.

Om deze studie tot een goed einde te brengen, wordt de volgende aanpak gevolgd:

In een eerste stap wordt gestart met een korte inventarisatie van bestaande gebruikerstools en handleidingen voor gebouwelementen in België en in de ons omringende landen. Hierbij worden de bestaande tools en handleidingen opgelijst en onderverdeeld in de twee categorieën (milieuclassificatietools en LCA-simulatietools).

Vervolgens worden de verschillende tools en handleidingen kort gescreend wat betreft hun mogelijkheden en belangrijkste eigenschappen om op die manier te komen tot een selectie van een beperkt aantal (9) representatieve gebruikerstools / handleidingen. Hierbij wordt rekening gehouden met het toepassingsgebied (product-, element- en/of gebouwniveau), de werking (o.a. milieuclassificatietool of LCA-simulatietool) en de geëvalueerde aspecten (milieu- en/ of andere aspecten) en wordt ervoor gezorgd dat er zoveel mogelijk verschillende tools of handleidingen geselecteerd worden (vb. van gelijkaardige tools wordt er slechts één uitgekozen als representatief voor die groep).

In een derde stap wordt een gedetailleerde analyse van de geselecteerde representatieve gebruikerstools / handleidingen uitgevoerd op basis van de verschillende evaluatieaspecten uit het hierboven beschreven evaluatiekader.

Tot slot worden op basis van de resultaten uit de screening twee gebruikerstools / handleidingen, zijnde één representatieve milieuclassificatietool en één representatieve LCA-simulatietool, geselecteerd voor een verdere SWOT-analyse.

### 2.4.2 Overzicht van de geselecteerde representatieve gebruikerstools

Hieronder wordt een kort overzicht gegeven van de tools die geselecteerd worden voor een meer gedetailleerde analyse volgens het opgestelde evaluatiekader.

Tabel 1: Overzicht van de negen geselecteerde representatieve gebruikerstools / handleidingen voor de communicatie en rating van milieugegevens van bouwelementen.

Tool	Logo	Land	Website
<b>Milieuclassificatietools</b>			
<b>Green Guide to Specification</b>		U.K.	<a href="http://www.bre.co.uk/greenguide">www.bre.co.uk/greenguide</a>
<b>NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten</b>		Nederland	<a href="http://www.nibe.info">www.nibe.info</a>
<b>LCA-simulatietools</b>			
<b>GPR Bouwbesluit</b>		Nederland	<a href="http://www.gprgebouw.nl/bouwbesluit">www.gprgebouw.nl/bouwbesluit</a>
<b>Rekenprogramma EcoQuaestor</b>		Nederland	<a href="http://www.bouwprojecteconomie.nl">www.bouwprojecteconomie.nl</a>
<b>Baubook</b>		Oostenrijk	<a href="http://www.baubook.at">www.baubook.at</a>
<b>LEGEP Bauteilkatalog</b>		Duitsland	<a href="http://www.legep.de">www.legep.de</a>
<b>Bauteilkatalog.ch</b>		Zwitserland	<a href="http://www.bauteilkatalog.ch">www.bauteilkatalog.ch</a>
<b>Elodie</b>		Frankrijk	<a href="http://www.elodie-cstb.fr">www.elodie-cstb.fr</a>
<b>BeGlobal</b>		België	<a href="http://www.be-global.be">www.be-global.be</a>

### 2.4.3 Screening van de geselecteerde gebruikerstools

De negen geselecteerde gebruikerstools / handleidingen worden gescreend aan de hand van de verschillende evaluatieaspecten uit het bovenvermelde evaluatiekader (zie paragraaf 2.3.2). Een samenvatting van de resultaten van deze screening is terug te vinden in Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5 en Tabel 6. De voornaamste kenmerken zijn hierbij in het blauw aangeduid.

**Tabel 2: Algemene gegevens van de negen representatieve gebruikerstoets / handleidingen voor de communicatie en rating van milieugegevens van gebouwelementen**

Tool	Doelgroep(en)	Doel en opzet	Vorm	Toepassingsgebied			Niveau van evaluatie
				Type gebouw	N/R <sup>15</sup>	Ontwerpfase	
<b>Green guide to Specification</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ontwerpers en voorschrijvers</li> <li>• Producenten</li> <li>• BREEAM assessoren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Inzichtstool</a> (Green Guide Webapplicatie en Handboek)</li> <li>• <a href="#">Simulatiestool</a> (Online Green Guide Calculator): uitrekening van de rating van nieuwe elementen op basis van een databank van verwerkte materialen</li> <li>• <a href="#">Milieuprestatiestool</a>: rating op een beoordelingsschaal van A+ tot E</li> <li>• Basis voor de <a href="#">evaluatie van het thema Materialen in BREEAM</a> Rating als basis voor de opname in bestekken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gratis webapplicatie</li> <li>• Handboek</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Commerciële gebouwen zoals kantoren</li> <li>• Scholen</li> <li>• Gezondheidsgebouwen</li> <li>• Winkels</li> <li>• Woningen</li> <li>• Industrie<sup>16</sup></li> </ul>	N	<a href="#">Vanaf schetsontwerp</a> (databank voorgedefinieerde gebouwelementen)	<a href="#">Gebouwelementen</a> (uitzondering: niveau van verwerkt materiaal voor isolatie en vloerbekledingen)
<b>Nibe's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ontwerpers, studie bureaus, voorschrijvers</li> <li>• Beslissers (bouwheren, overheden, ...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Inzichtstool</a> voor verwerkte materialen</li> <li>• <a href="#">Milieuprestatiestool</a>: rating op basis van 7 milieuklassen</li> <li>• Rating als basis voor de opname in bestekken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gratis webapplicatie</li> <li>• Handboek</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Woningen</li> <li>• (Utiliteitsbouw)<sup>17</sup></li> </ul>	N/R <sup>18</sup>	<a href="#">Vanaf schetsontwerp</a> (databank voorgedefinieerde verwerkte materialen)	<a href="#">Verwerkte materialen</a> (vb. vloerisolatie of isolatie in hellend dak) of bouw-elementen (bv. binnenwand uit baksteen inclusief gipsafwerking)
<b>GPR Bouwbesluit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Architecten</li> <li>• Ontwikkelaars</li> <li>• Gemeenten</li> <li>• Corporaties</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Simulatiestool</a> op gebouwniveau</li> <li>• Berekening van de materiaalprestatie bij de vergunningsaanvraag (Nederlands Bouwbesluit)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betalende webapplicatie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Woningen</li> <li>• Kantoren</li> </ul>	N/R <sup>19</sup>	Elementanalyse <a href="#">vanaf voorontwerpen</a> en <a href="#">uitvoeringsontwerpen</a> (geen databank voorgedefinieerde gebouwele-	<a href="#">Gebouw</a> , met inzicht in de impactverdeling over de verschillende elementen (maar geen resultaten per m <sup>2</sup> element!)

<sup>15</sup> Nieuwbouw (N) of Renovatie (R)

<sup>16</sup> Ratings verschillen naargelang het gebouwtype, alsook de elementen, waarvoor de ratings beschikbaar zijn.

<sup>17</sup> De voorpagina van NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten vermeldt woning en utiliteitsbouw, maar in de beschrijving van de functionele eenheid van de verschillende producten wordt doorgaans verwezen naar toepassing in een referentie [woning](#).

<sup>18</sup> Aangezien de classificatie op basis van productgroepen of verwerkte materialen gebeurt (bv. isolatie), kan de informatie ook gebruikt worden voor de selectie van materialen, die bij renovatie van pas komen.

<sup>19</sup> Renovatie wordt niet in GPR Bouwbesluit beschouwd maar wel in GPR Gebouw (afschrijving van bestaande bouwonderdelen).

						menten) Gebouw-analyse vanaf schets-ontwerp (databank voorgedefinieerde gebouwen)	
<b>Reken-programma EcoQuaestor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ontwerpers en architecten</li> <li>• (professionele) opdrachtgevers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Simulatietool</a> op gebouwniveau met beperkte simulatiemogelijkheden (keuze uit maximum 4 verwerkte materialen per subelement)</li> <li>• <a href="#">Milieuprestatietool</a>: vergelijking met de milieuprestatie van een referentiegebouw</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gratis te downloaden Excelbestand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eengezinswoningen</li> <li>• Appartementen</li> <li>• Kantoorgebouwen</li> <li>• Scholen</li> <li>• Bedrijfs-hallen</li> </ul>	N	<p>Element-analyse <a href="#">vanaf voor-ontwerp en uitvoerings-ontwerp</a> (geen databank voorgedefinieerde gebouwelementen)</p> <p>Gebouw-analyse vanaf schets-ontwerp (databank voorgedefinieerde gebouwen)</p>	<a href="#">Gebouw</a> , met inzicht in de impactverdeling over de verschillende elementen (maar geen resultaten per m <sup>2</sup> element!)
<b>Baobook</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aannemers en bouwmaterialen-handelaars</li> <li>• Bouwheren, lokale besturen</li> <li>• Ontwerpers, architecten en raadgevers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Simulatietool</a></li> <li>• <a href="#">Milieuprestatietool</a>: OI3 indicator op een schaal van 0 tot 100 (100 = hoge milieuvervuiling, 0 = geoptimaliseerde structuur)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Webapplicatie</li> <li>• 3 tools: <b>Baobook Deklaration-zentrale</b> (bouwmaterialendatabank met technische, milieu- en gezondheids-</li> </ul>	Alle gebouwtypes (residentieel en tertiair)	N/R <sup>20</sup>	<p><a href="#">Vanaf schets-ontwerp</a> (databank voorgedefinieerde gebouwelementen)</p>	<a href="#">Bouwmaterialen</a> (Baobook Deklarationzentrale) bouwproductendatabank met bouwtechnische data, milieu-indicatoren (PEI, GWP, AP), milieu- en gezondheidsgegevens en al dan niet

<sup>20</sup> Aparte databank voor renovatie, maar dat heeft geen invloed op de resultaten (de impact van de bestaande delen wordt niet verminderd t.o.v. nieuwbouw).

			informatie), <b>Baubook Rechner für Bauteile</b> (databank van bouwelementen met simulatiemogelijkheden), <b>Baubook eco2soft</b> (tool op gebouwniveau, gebruikmakend van de data op elementniveau)				conformiteit met ecologische criteria (vb. grenswaarden VOS emissies)  <a href="#">Gebouwelementen</a> (Baubook Rechner für Bauteile)  <a href="#">Gebouw</a> (Baubook eco2soft)
<b>LEGEPE Bauteilkatalog</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Architecten, ontwerpers</li> <li>• Projectontwikkelaars</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Simulatietool</a></li> <li>• Geen milieuprestatietool, wel een <a href="#">link met BNB en DGNB</a> (berekening van alle milieu- en economische kengetallen nodig in BNB en DGNB)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betalende software</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Residentieel en niet-residentieel</li> </ul>	N/R	<a href="#">Vanaf schetsontwerp</a> (databank voorgedefinieerde gebouwelementen)	<a href="#">Bouwmaterialen</a> <a href="#">Gebouwelementen</a> <a href="#">Gebouw</a>
<b>Bauteil-katalog.ch</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ontwerpers, architecten</li> <li>• Bouwheren</li> <li>• Bouwprofessionelen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Simulatietool</a>: beperkte simulatiemogelijkheden op basis van voorgedefinieerde elementvarianten (type en dikte isolatie aanpassen, eigenschappen draagconstructie wijzigen, ...)<sup>21</sup></li> </ul>	Webapplicatie met gratis basisfunctie, extra functies zijn beschikbaar tegen betaling: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pro-functie (extra: Eco-indicator 99, primaire energie fossiel, databank isolatie)</li> <li>• Expert-functie</li> </ul>	Alle gebouwtypes	N/R <sup>22</sup>	<a href="#">Vanaf schetsontwerp</a> (databank voorgedefinieerde gebouwelementen)	<a href="#">Bouwmaterialen</a> (KBOB/ eco-bau/ IPB databank) <a href="#">Gebouwelementen</a>

<sup>21</sup> In de PRO-versie kunnen meerdere parameters gewijzigd worden.

<sup>22</sup> Catalogus met elementvarianten voor nieuwbouw en renovatie (bij renovatie wordt de milieu-impact van de bestaande materialen niet ingerekend - zowel voor productie als eliminatiefase).

			(extra: LCC)				
<b>Elodie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ontwerpers, architecten</li> <li>• Bouwheren</li> <li>• Bouwprofessionelen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Simulatietool</b> op gebouwniveau</li> <li>• <b>Milieuprestatietool</b>: vergelijking met de milieuprestaties van een referentiegebouw</li> </ul>	Betalende webapplicatie	Residentieel en niet-residentieel (15 gebouwtypes)	N	<b>Vanaf voorontwerpen en uitvoeringsontwerp</b> (geen databank voorgedefinieerde gebouwelementen)	<b>Gebouw</b> met weergave van de relatieve bijdrage van de elementen (inclusief resultaten per m <sup>2</sup> element)
<b>Be-Global</b>	Voornamelijk bestemd voor architecten en studie bureaus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Simulatietool</b> op gebouwniveau</li> <li>• Module, die <b>complementair is aan de bestaande PHPP-software</b>, maar ook apart te gebruiken =&gt; informatie uit PHPP integreren of zelf in te geven</li> </ul>	Gratis webapplicatie	Residentieel en niet-residentieel (vb. kantoren en scholen)	N/R <sup>23</sup>	<b>Vanaf voorontwerpen en uitvoeringsontwerp</b> (geen databank voorgedefinieerde gebouwelementen)	<b>Gebouw</b> met inzicht in de impactverdeling over de verschillende elementen (maar geen resultaten per m <sup>2</sup> element!)

<sup>23</sup> Per materiaal wordt/worden het hergebruik en/of de herbruikbaarheid aan het einde van de levensduur aangeduid. Rekening houdend met deze elementen worden respectievelijk de productie- en/of eliminatiefase met de bijhorende transportstappen al dan niet vermeden.



Tabel 3: Evaluatiemethodiek van de negen representatieve gebruikerstoets / handleidingen voor de communicatie en rating van milieugegevens van gebouwelementen

Tool	Milieu-indicatoren en evaluatiemethode <sup>24</sup>	Weging en aggregatie	Waarderingsstelsel	Data																												
<b>Green Guide to Specification</b>	<p>13 milieu-impactindicatoren (7 CEN, 3 CEN+)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Climate change: kg CO<sub>2</sub> eq. (100 yr)</li> <li>Stratospheric ozone depletion: kg CFC-11 eq.</li> <li>Eutrophication: kg phosphate (PO<sub>4</sub>) eq.</li> <li>Acidification: kg sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) eq.</li> <li>Photochemical ozone creation (summer smog): kg ethene (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) eq.</li> <li>Fossil fuel depletion: tonnes of oil equivalent (toe)</li> <li>Mineral resource depletion: tonnes of minerals extracted</li> <li>Ecotoxicity to water: kg 1,4 dichlorobenzene (1,4-DB) eq.</li> <li>Ecotoxicity to land: kg 1,4 dichlorobenzene (1,4-DB) eq.</li> <li>Waste disposal: tonnes of solid waste</li> <li>Water extraction: m<sup>3</sup> water extracted</li> <li>Nuclear waste: mm<sup>3</sup> high level waste</li> <li>Human toxicity: kg 1,4 dichlorobenzene (1,4-DB) eq.</li> </ol> <p>Evaluatie <b>cradle to grave</b> a.d.h.v. <b>CML-2000 methode</b>, behalve voor 6, 7, 10, 11 en 12, waarvoor de <b>BRE methode</b> toegepast wordt.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aggregatie tot ééngetalscore o.v.v. <b>ecopoints</b></li> <li>Normalisatie t.o.v. jaarlijkse impact van een Europeaan</li> <li>Wegingsfactoren bepaald o.b.v. brede consultatie (internationaal expertpanel)</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Environmental Issue</th> <th>Weighting (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Climate Change</td> <td>21.6</td> </tr> <tr> <td>Water extraction</td> <td>11.7</td> </tr> <tr> <td>Mineral resource depletion</td> <td>9.8</td> </tr> <tr> <td>Stratospheric ozone depletion</td> <td>9.1</td> </tr> <tr> <td>Human toxicity</td> <td>8.6</td> </tr> <tr> <td>Ecotoxicity to water</td> <td>8.6</td> </tr> <tr> <td>Nuclear waste</td> <td>8.2</td> </tr> <tr> <td>Ecotoxicity to land</td> <td>8.0</td> </tr> <tr> <td>Waste disposal</td> <td>7.7</td> </tr> <tr> <td>Fossil fuel depletion</td> <td>3.3</td> </tr> <tr> <td>Eutrophication</td> <td>3.0</td> </tr> <tr> <td>Photochemical ozone creation</td> <td>0.20</td> </tr> <tr> <td>Acidification</td> <td>0.05</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>100 ecopoints = jaarlijkse impact van een West-Europeaan</li> </ul>	Environmental Issue	Weighting (%)	Climate Change	21.6	Water extraction	11.7	Mineral resource depletion	9.8	Stratospheric ozone depletion	9.1	Human toxicity	8.6	Ecotoxicity to water	8.6	Nuclear waste	8.2	Ecotoxicity to land	8.0	Waste disposal	7.7	Fossil fuel depletion	3.3	Eutrophication	3.0	Photochemical ozone creation	0.20	Acidification	0.05	<p>Rating van A+ (beste) tot E (slechtste):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Per element / type gebouw: rangschikking van verschillende alternatieven op basis van ecopoints</li> <li>Interval tussen slechtste en beste oplossing wordt in 6 gelijke intervallen opgedeeld</li> <li>Naargelang in welk interval een element zich bevindt, krijgt het een bepaalde rating (A+ tot E)</li> <li>Rating is bijgevolg verschillend per type element en per bouwtype (dus niet vergelijkbaar tussen verschillende elementen of bouwtypes)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generieke data, representatief voor typische, veelgebruikte materialen en producten, beschikbaar op de UK markt</li> </ul>
Environmental Issue	Weighting (%)																															
Climate Change	21.6																															
Water extraction	11.7																															
Mineral resource depletion	9.8																															
Stratospheric ozone depletion	9.1																															
Human toxicity	8.6																															
Ecotoxicity to water	8.6																															
Nuclear waste	8.2																															
Ecotoxicity to land	8.0																															
Waste disposal	7.7																															
Fossil fuel depletion	3.3																															
Eutrophication	3.0																															
Photochemical ozone creation	0.20																															
Acidification	0.05																															

<sup>24</sup> Kleurenconventies : donkergroen = CEN, lichtgroen= CEN+ en rood = niet opgenomen in MMG

**Nibe's Basiswerk Milieu-classificaties Bouwproducten**

**17 milieu-impactindicatoren (7 CEN, 3 CEN+)<sup>25</sup>**

	Milieu-effectcategorie	Equivalent eenheid	Methode	
Emissies	Klimaatverandering - GWP 100	CO <sub>2</sub> eq	CML2-baseline	Nationale Milieudatabase
	Aantasting ozonlaag - ODP	CFK-11 eq	CML2-baseline	
	Humane toxiciteit - htp	1,4-DCB eq	CML2-baseline	
	Zoetwater aquatische ecotoxiciteit FAETP	1,4-DCB eq	CML2-baseline	
	Terrestrische ecotoxiciteit - TETP	1,4-DCB eq	CML2-baseline	
	Fotochemische oxydantvorming - POCF	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> eq	CML2-baseline	
	Verzuring - AP	SO <sub>2</sub> eq	CML2-baseline	
Vermesting - EP	PO <sub>4</sub> eq	CML2-baseline		
Uitputting grondstoffen	Uitputting abiotische grondstoffen - ADP	Sb eq	CML2-baseline	
	Uitputting fossiele energiedragers	Sb eq	CML2-baseline	
Landgebruik	Landgebruik	PDF <sup>2</sup> m <sup>2</sup> yr	Eco-indicator 99	NIBE
	Hinder t.g.v stank	OTV m3	CML2-baseline, inverse OTV	
Hinder	Hinder t.g.v geluid door wegtransport	DALY	Müller-Wenk	
	Hinder t.g.v geluid door productieprocessen	mbp	TWIN	
	Hinder t.g.v licht	mbp	TWIN	
	Hinder t.g.v kans op calamiteiten	mbp	TWIN	

Evaluatie **cradle to grave** op basis van de **SBK Bepalingsmethode Milieuprestaties Gebouwen en CML-2 baseline** en **TWIN** methodes.

- **Milieukosten** (cf. Bepalingsmethode Milieuprestaties Gebouwen en GWW-werken en NIBE monetaisatiegetallen voor de bijkomende milieu-indicatoren)
- weging en aggregatie m.b.v. **monetaisatie op basis van schaduwprizen**

Milieu-effect	Milieukosten	Bron
global warming (GWP100)	€ 0,05 / kg CO <sub>2</sub> eq.	CE
ozone layer depletion (ODP)	€ 30 / kg CFC-11 eq.	CE
human toxicity	€ 0,09 / kg 1,4-DB eq.	TNO
aquatic tox. fresh water	€ 0,03 / kg 1,4-DB eq.	TNO
terrestrial toxicit	€ 0,06 / kg 1,4-DB eq.	TNO
photochemical oxidation	€ 2 / kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq.	CE
acidification	€ 4 / kg SO <sub>2</sub> eq.	CE
eutrophication	€ 9 / kg PO <sub>4</sub> -3- eq.	CE
exhaus biotic	€ 0,042202 / mbp	NIBE
exhaus abiotic	€ 0,16 / kg Sb eq.	TNO
exhaus Energy	€ 0,16 / kg Sb eq.	TNO
Eco99 EQ Landuse	€ 0,20482 / PDF <sup>2</sup> m <sup>2</sup> yr	NIBE
malodorous air	€ 0,000000233 / OTV m <sup>3</sup>	NIBE
Roadnoise	€ 321,946 / DALY	NIBE
hinder geluid	€ 0,00000149 / mbp	NIBE
hinder licht	€ 0,024005 / mbp	NIBE
hinder calamiteit	€ 0,024005 / mbp	NIBE

Overzicht gehanteerde milieukosten per milieueffect

(NIBE 2013)

**Rating op basis van zeven milieuklassen:**

- beoordelingsschaal op basis van milieukosten
- Binnen elke klasse nog onderverdeling: a, b, c (= 1ste, 2de en 3de voorkeur)
- Het beste product komt in klasse 1a (= referentie)
- De overige producten worden ten opzichte van het beste alternatief binnen de productgroep geclassificeerd door middel van vaste milieubelastingsfactoren (zelfde factoren voor alle productgroepen, bepaald op basis van experimenteel onderzoek).
- Beste, goede of aanvaardbare keuze tot en met klasse 3c.
- Productcertificatie tot en met klasse 2c mogelijk.

Nationale milieudatabase (vnl. gebaseerd op Ecoinvent):

- **Generieke data**
- **Specifieke data**
- Getoetste en niet-getoetste data (Correctiefactor voor niet-getoetste data)

**GPR Bouwbesluit**

**11 milieu-impactindicatoren (7 CEN, 2 CEN+)**

	Milieu-effectcategorie	Equivalent eenheid
Emissies	klimaatverandering	kg CO <sub>2</sub>
	ozonlaagaantasting	kg CFK-11
	fotochemische oxidant vorming (smog)	kg ethyleen
	verzuring	kg SO <sub>2</sub>
	vermesting	kg PO <sub>4</sub>
	humana-toxicologische effecten	kg 1,4-dichloorbenzeen
	ecotoxicologische effecten, aquatisch (zoetwater)	kg 1,4-dichloorbenzeen
ecotoxicologische effecten, aquatisch (zoutwater)	kg 1,4-dichloorbenzeen	
ecotoxicologische effecten, terrestrisch	kg 1,4-dichloorbenzeen	
Grondstoffen	uitputting van abiotische grondstoffen, ex. Fossiele energiedragers	kg antimoon
	uitputting van fossiele energiedragers	kg antimoon

Evaluatie **cradle to grave** op basis van de **SBK Bepalingsmethode Milieuprestaties Gebouwen (CML2)**

- **Milieukosten** (cf. Bepalingsmethode Milieuprestaties Gebouwen en GWW-werken)
- Weging en aggregatie m.b.v. **monetaisatie op basis van schaduwprizen**

Milieu-effectcategorie	Equivalent eenheid	Schaduwprijs (€/kg equivalent)
Uitputting abiotische grondstoffen (exclusief fossiele energiedragers) - ADP	Sb eq	€ 0,16
Uitputting fossiele energiedragers - ADP	Sb eq	€ 0,16
Klimaatverandering - GWP 100	CO <sub>2</sub> eq	€ 0,05
Aantasting ozonlaag - ODP	CFK-11 eq	€ 30
Fotochemische oxidantvorming - POCF	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> eq	€ 2
Verzuring - AP	SO <sub>2</sub> eq	€ 4
Vermesting - EP	PO <sub>4</sub> eq	€ 9
Humane toxiciteit - HTP	1,4-DCB eq	€ 0,09
Zoetwater aquatische ecotoxiciteit - FAETP	1,4-DCB eq	€ 0,03
Mariene aquatische ecotoxiciteit - MAETP	1,4-DCB eq	€ 0,00
Terrestrische ecotoxiciteit - TETP	1,4-DCB eq	€ 0,06

**Geen waarderingsysteem** maar BREEAM NL mat 1 stelt eisen voor, die kunnen gebruikt worden voor "benchmarking" van milieukosten/m<sup>2</sup> BVO<sup>26</sup>

Punten:

- 1 Waar de getoetste bewijsovereenkomst aan toetst dat de milieubelasting van de gebruikte materialen lager ligt dan de schaduwprijs van 1,3 euro/m<sup>2</sup> BVO en 1,1 euro/m<sup>2</sup> BVO voor woningen.
- 2 Waar de getoetste bewijsovereenkomst aan toetst dat de milieubelasting van de gebruikte materialen ten minste 10% lager ligt dan de schaduwprijs van 1,3 euro/m<sup>2</sup> BVO en 1,1 euro/m<sup>2</sup> BVO voor woningen.
- 3 Waar de getoetste bewijsovereenkomst aan toetst dat de milieubelasting van de gebruikte materialen ten minste 20% lager ligt dan de schaduwprijs van 1,3 euro/m<sup>2</sup> BVO en 1,1 euro/m<sup>2</sup> BVO voor woningen.
- 4 Waar de getoetste bewijsovereenkomst aan toetst dat de milieubelasting van de gebruikte materialen ten minste 40% lager ligt dan de schaduwprijs van 1,3 euro/m<sup>2</sup> BVO en 1,1 euro/m<sup>2</sup> BVO voor woningen.
- 5 Waar de getoetste bewijsovereenkomst aan toetst dat de milieubelasting van de gebruikte materialen ten minste 60% lager ligt dan de schaduwprijs van 1,3 euro/m<sup>2</sup> BVO en 1,1 euro/m<sup>2</sup> BVO voor woningen.
- 6 Waar de getoetste bewijsovereenkomst aan toetst dat de milieubelasting van de gebruikte materialen ten minste 80% lager ligt dan de schaduwprijs van 1,3 euro/m<sup>2</sup> BVO en 1,1 euro/m<sup>2</sup> BVO voor woningen.
- 7 Waar de getoetste bewijsovereenkomst aan toetst dat de milieubelasting van de gebruikte materialen ten minste 90% lager ligt dan de schaduwprijs van 1,3 euro/m<sup>2</sup> BVO en 1,1 euro/m<sup>2</sup> BVO voor woningen.
- 8 Waar de getoetste bewijsovereenkomst aan toetst dat de milieubelasting van de gebruikte materialen ten minste 10% lager ligt dan de schaduwprijs van 1,3 euro/m<sup>2</sup> BVO voor gebouwen en 1,1 euro/m<sup>2</sup> BVO voor woningen.

(DGBC 2013)

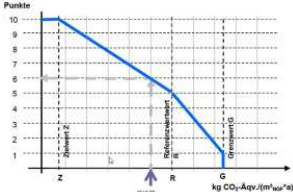
Nationale milieudatabase (vnl. gebaseerd op Ecoinvent):

- **Generieke data**
- **Specifieke data**
- Mogelijkheid tot opladen van specifieke EPDs

<sup>25</sup> Hinder en uitputting van biotische grondstoffen zijn bijzonder aan NIBE in vergelijking met de andere tools.

<sup>26</sup> Bruto vloeroppervlakte

<b>Reken-programma</b> <b>EcoQuaestor</b>	<p>2 milieu-impactindicatoren (1 CEN)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CO<sub>2</sub> voetafdruk o.v.v. CO<sub>2</sub> eq. (broeikasgassen)</li> <li>• CED (cumulative energy demand, in MJ) (primaire energie)</li> </ul> <p>Evaluatie <a href="#">cradle to grave</a> o.a. op basis van de SBK Bepalingsmethode Milieuprestaties Gebouwen</p>	<p>3 geaggregeerde indicatoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ecokosten of milieukosten</b> (voor internationaal gebruik, volgens "The model of the Eco-costs / Value Ratio" Vogtländer, 2001): marginale preventiekosten om de uitputting van grondstoffen en milieuvervuiling tegen te gaan tot een niveau dat voldoende is om de samenleving duurzaam te maken.</li> <li>• <b>Schaduw prijzen</b> (voor gebruik en communicatie in Nederland, conform het Bouwbesluit): kosten die de Nederlandse overheid ervoor heeft om milieuschade te voorkomen of te verhelpen (politiek bepaald)</li> <li>• <b>ReCiPe punten</b> (voor wetenschappelijk gebruik, volgens 'ReCiPe 2008', Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke ordening en Milieubeheer, 2012): milieu-impactcategorieën worden omgerekend tot 3 milieu-schadecategorieën (schade aan menselijke gezondheid, schade aan het ecosysteem en uitputting van grondstoffen) die gewogen worden tot een ééngetalscore (points)</li> </ul>	Vergelijking met referentiegebouw	Generieke data uit nationale milieu-database (vnl. gebaseerd op Ecoinvent)
<b>Baubook</b>	<p>3 milieu-impactindicatoren (2 CEN):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PEI n.e.: niet-hernieuwbare primaire energie, uitgedrukt in MJ</li> <li>• GWP 100: global warming potential voor tijdsinterval van 100 jaar, uitgedrukt in kg CO<sub>2</sub> eq.</li> <li>• AP: verzuringspotentieel, uitgedrukt in kg SO<sub>2</sub> eq.</li> </ul> <p>Evaluatie <a href="#">cradle to gate</a> (vanaf productie tot en met de aflevering van een gebruiksklaar product), berekening gebaseerd op o.a. <a href="#">CML 2001</a> methode.</p>	<p>Omrekening van de milieu-impactindicatoren voor 1 m<sup>2</sup> element naar <b>OI3 punten</b> op basis van lineaire functies (bepaald in de veronderstelling dat 100 = hoge milieuvervuiling en 0 = geoptimaliseerde structuur):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• GWP 100: <math>f(x) = \frac{1}{2} * (x+50)</math></li> <li>• PEI n.e: <math>f(x) = 1/10*(x-500)</math></li> </ul>	Beoordelingsschaal op basis van <b>OI3<sub>KON</sub> indicator</b> (schaal van 0-100, streefwaarde = <b>OI3<sub>KON</sub>&lt;15</b> )	Generieke data: <ul style="list-style-type: none"> <li>• IBO-Baustoffdatenbank, op basis van verschillende bronnen uit de jaren 1995 en 1996, op basis van literatuur-</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>AP: <math>f(x) = 100/(0,25)^*(x-0,21)</math></li> </ul> <p>Eéngetalscore <math>OI3_{KON}</math> (per m<sup>2</sup> element) door gemiddelde van de <math>OI3</math> punten van de verschillende milieu-indicatoren:  <math>OI3_{KON} = 1/3 OI3_{PEIne} + 1/3 OI3_{GWP} + 1/3 OI3_{AP}</math></p>		<p>gegevens, gegevens vanuit de industrie en andere data</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>IBO-Referenz-datenbank</li> <li>Ecoinvent 2.0 databank</li> </ul> <p>Specifieke data</p>
<p><b>LEGEPA Bauteilkatalog</b></p>	<p>5 milieu-impactindicatoren (5 CEN)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Climate change: kg CO<sub>2</sub> eq. (100 yr)</li> <li>Stratospheric ozone depletion: kg CFC-11 eq.</li> <li>Acidification: kg sulfur dioxide kg SO<sub>2</sub> eq.</li> <li>Eutrophication: kg phosphate kg (P<sub>04</sub>) eq.</li> <li>Photochemical ozone creation (summer smog): kg ethene eq.</li> </ul> <p>Naast de milieu-impactindicatoren worden ook de materiaalstromen berekend met een onderscheid tussen input- (gebouw, onderhoud en schoonmaak) en outputstromen (storten, afvalverbranding en afvalwater).</p> <p>Evaluatie <i>cradle to grave</i> op basis van de <i>CML methode</i> + bijkomende indicatoren in voorbereiding (vb. DALY).</p>	<p>Geen weging</p>	<p>Geen waarderingssysteem maar DNGB kent per indicator (berekend op gebouwniveau) 0 tot 10 punten toe op basis van de volgende functieverdeling:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Referentiewaarde = 5 punten</li> <li>Streefwaarde (0,7 x referentiewaarde) = 10 punten</li> <li>Grenswaarde (1,4 x referentiewaarde) = 1 punt</li> </ul>  <p>(DNGB 2009)</p> <p>Voorbeeld: de streefwaarde voor GWP is gelijk aan 26,06 kg CO<sub>2</sub> eq./m<sup>2</sup>a</p>	<p>Generieke data:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ecoinvent databank</li> <li>Baustoff Ökoinventare</li> <li>Ökobau.dat</li> </ul>
<p><b>Bauteilkatalog.ch</b></p>	<p>3 eenvoudige milieu-impactindicatoren (1 CEN):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>grijze energie, uitgedrukt in MJ</li> <li>totale primaire energie, uitgedrukt in MJ</li> <li>GWP (100 jaar), uitgedrukt in CO<sub>2</sub> eq.</li> </ul> <p>Evaluatie <i>cradle to grave</i> op basis van de <i>UBP 2006 methode</i>.</p>	<p>1 geaggregeerde indicator uitgedrukt in <i>UBP punten</i> volgens de <i>UBP 2006 methode</i> (Ecological Scarcity 06):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>normalisatie op basis van de jaarlijkse impact in Zwitserland</li> </ul>	<p>Geen waarderingssysteem</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generieke data: KBOB/Eco-bau/IPB databank voor de milieuevaluatie van bouwproducten (gebaseerd op</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Weging op basis van de distance-to-target methode (verhouding tussen de huidige milieubelasting en de politiek nagestreefde milieubelasting)</li> </ul> <p>Ook Ecoindicator 99 in PRO versie</p>		<p>Eco-invent databank)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ook opname van individuele specifieke EPDs mogelijk</li> </ul>
<b>Elodie</b>	<p>17 milieu-impactindicatoren (6 CEN, 1 CEN+)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Primaire energieverbruik: kWh</li> <li>Hernieuwbare energieverbruik: kWh</li> <li>Niet-hernieuwbare energieverbruik: kWh</li> <li>Uitputting van grondstoffen: kg Sb eq.</li> <li>Waterverbruik: liter</li> <li>Gevaarlijk afval: kg</li> <li>Niet-gevaarlijk afval: kg</li> <li>Inert afval: kg</li> <li>Radioactief afval: kg</li> <li>Klimaatsverandering: CO<sub>2</sub> eq.</li> <li>Verzuring: SO<sub>2</sub> eq.</li> <li>Luchtvervuiling: m<sup>3</sup></li> <li>Watervervuiling: m<sup>3</sup></li> <li>Vorming van fotochemisch ozon: kg etheen eq.</li> <li>Vernietiging van de stratosferische ozonlaag: kg CFC-11 eq.</li> <li>Primaire procesenergie<sup>27</sup>: kWh</li> <li>Vermesting: kg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> eq.</li> </ul> <p>Evaluatie <a href="#">cradle to grave</a> volgens de Franse norm NF P01-010</p>	Geen weging	Vergelijking met de milieu-impacts van een referentiegebouw	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generieke data</li> <li>Specifieke data: EPDs uit INIES databank en bijkomende fiches</li> </ul>
<b>Be-Global</b>	<p>2 milieu-impactindicatoren (1 CEN):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>globale energiebalans = grijze energie van alle materialen + primaire energie, verbruikt tijdens de levensduur van het gebouw, uitgedrukt in kWh</li> <li>globale uitstoot van broeikasgassen, uitgedrukt in kg CO<sub>2</sub> eq.</li> </ul> <p>evaluatie <a href="#">cradle to grave</a> op basis van 3 databanken (KBOB, Ecobilan de paroi, producentendatabank)</p>	Geen weging	Geen waarderingsysteem	<p>Generieke data</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>KBOB databank (gebaseerd op Eco-invent databank)</li> <li>Databank 'Ecobilan de parois' (UCL), gebaseerd op Ecoinvent, KBOB en Eco2Soft</li> </ul>

<sup>27</sup> Energie primaire procédé: Deze indicator omvat de primaire energie, die gemobiliseerd wordt tijdens de transformatie-, werkings- en transportactiviteiten van het materiaal of product.

				<p>(gebaseerd op de IBO databank)</p> <p>Specifieke data</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 'Producenten-databank', gebaseerd op EPD's (aangeleverd door de fabrikant, maar met externe verificatie)</li></ul>
--	--	--	--	---

**Tabel 4: Implementatie en structuur van de negen representatieve gebruikerstoets / handleidingen voor de communicatie en rating van milieugegevens van gebouwelementen**

Tool	Structuur / opbouw	Inputparameters en simulatiemogelijkheden	Weergave van de resultaten (voor voorbeelden, zie Tabel 5)
<b>Green Guide to Specification</b>	Hiërarchische opdeling per <b>gebouwtype</b> (vb. "Domestic"), <b>categorie</b> (type element – vb. "External Wall Construction") en <b>subcategorie</b> (type constructie – vb. "Blockwork Cavity Wall")	<ul style="list-style-type: none"> <li>Publieke (gratis) versie: geen simulaties mogelijk</li> <li>Online green guide calculator (enkel voor BREEAM assessoren): <b>gebouwelementen definiëren op basis van databank verwerkte materialen</b><sup>28</sup></li> </ul>	Resultaten op elementniveau: <ul style="list-style-type: none"> <li><b>globale rating</b> element</li> <li><b>rating per milieu-indicator</b></li> <li>kg CO<sub>2</sub> eq. (60 years)</li> </ul>
<b>Nibe's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten</b>	Opdeling in <b>basiswerken</b> en vervolgens <b>productgroepen</b> volgens de <b>NL sfb codering</b> (vb. 41.01 buitenwandafwerkingen > buitenspouwblad)	Geen simulaties mogelijk	Per productgroep (vb. 41.01 buitenwandafwerkingen_buitenspouwblad) <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Milieuklasse en totale milieukosten</b> (tabelvorm)</li> <li>Verdeling milieukosten over 4 impact-categorieën: emissies, grondstoffen, landgebruik en hinder (staafdiagram)</li> </ul> Per product (vb. holle baksteenmetselwerk) <ul style="list-style-type: none"> <li><b>niet-gemonetariseerde resultaten per milieu-impactindicator</b> (tabelvorm)</li> <li><b>gemonetariseerde resultaten per milieu-indicator</b> (staafdiagram)</li> <li>relatieve bijdrage van de 4 impactcategorieën (emissies, grondstoffen, landgebruik en hinder) tot de totale milieukost (taartdiagram)</li> </ul>
<b>GPR Bouwbesluit</b>	Opdeling van het gebouw in 7 <b>bouwdelen</b> (vb. Vloeren), die elk weer in <b>hoofdelementen</b> zijn verdeeld (vb. Vloer, begane grond). De hoofdelementen zijn opgedeeld in <b>componenten</b> (vb. dekvloer, isolatielagen) waaruit verschillende verwerkte materialen kunnen gekozen worden.	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>gebouwelementen definiëren op basis van lijst verwerkte materialen</b> (mogelijkheid om de dikte van de verwerkte materialen aan te passen), waarbij de milieukosten van de verschillende mogelijkheden direct zichtbaar zijn.</li> <li>Mogelijkheid om te <b>vertrekken van een voorbeeldgebouw</b> (verschillende voorbeeldgebouwen naargelang gebruiksfunctie en type).</li> </ul>	Resultaten op gebouwniveau: <ul style="list-style-type: none"> <li>Totale milieukost per m<sup>2</sup> BVO (met onderscheid tussen grondstoffen en emissies)</li> <li>Relatieve bijdrage van de verschillende gebouwelementen tot de totale milieukost (taartdiagram)</li> <li>Niet-gemonetariseerde resultaten (per m<sup>2</sup> BVO) per milieu-indicator (tabelvorm)</li> </ul> Resultaten op elementniveau: <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Totale milieukost</b> per bouwdeel per m<sup>2</sup> BVO (tabelvorm)</li> <li><b>Milieukosten per verwerkt materiaal</b> per m<sup>2</sup> BVO (tabelvorm)</li> <li><b>Relatieve bijdrage van de verwerkte materialen</b> tot de milieukosten van de elementen (taartdiagram)</li> <li>Relatieve bijdrage van de verwerkte materialen</li> </ul>

<sup>28</sup> Uitbreiding van de tool voorzien in de loop van 2013 met o.a. de mogelijkheid tot het zelf samenstellen van elementen en het vergelijken van alternatieven, de weergave van de resultaten o.v.v. cijfers, toegang tot specifieke LCA-data en hun impact op de rating, grafische weergave, ...

			tot de milieukost van het gebouw (tabelvorm)
<b>Rekenprogramma EcoQuaestor</b>	Opdeling van het gebouw in <a href="#">functionele elementen</a> volgens de <a href="#">NL sfb codering</a> (vb. 41 Buitenwandafwerkingen)	<a href="#">functionele elementen</a> (vb. 41 Buitenwandafwerkingen) <a href="#">definiëren op basis van 4 varianten</a> (geen mogelijkheid om de afmetingen van de functionele elementen aan te passen)	Resultaten op gebouwniveau: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Totale schaduwkosten per m<sup>2</sup> BVO per jaar</li> <li>• Resultaten per indicator voor heel het gebouw over de hele levensduur (tabelvorm)</li> <li>• <a href="#">Vergelijking met referentiegebouw</a></li> </ul> Resultaten per functioneel element (vb. 41 Buitenwandafwerkingen): <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Milieu-impactindicatoren</a> voor de som over heel het gebouw, over de hele levensduur (tabelvorm)</li> </ul>
<b>Baubook</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opdeling volgens <a href="#">bouwdeelcategorie</a> (vb. buitenwand, vloer, dak, ...) en vervolgens <a href="#">type constructie</a> (vb. massief, lichte constructie, ...)</li> <li>• Bijhorende <a href="#">codering</a> (vb. AWm = buitenwand, massief)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebouwelementniveau: <a href="#">gebouwelementen definiëren op basis van aanpasbare voorbeeldelementen of bouwproducten-databank</a> (opbouw van homogene of niet homogene lagen op basis van merkproducten, waarbij de dikte kan aangepast worden of gekozen worden uit een reeks van op de markt beschikbare diktes)</li> <li>• Gebouwniveau: <a href="#">gebouw zelf definiëren of vertrekken van een aanpasbaar voorbeeldgebouw</a></li> </ul>	Resultaten op productniveau: milieu-impactindicatoren PEI <sub>ne</sub> , GWP100 en AP per kg bouwproduct Resultaten op elementniveau: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Milieu-impactindicatoren</a> PEI<sub>ne</sub>, GWP100 en AP per m<sup>2</sup> element (tabelvorm)</li> <li>• <a href="#">OI3 kengetallen per verwerkt materiaal en voor het element</a>, uitgedrukt per m<sup>2</sup> element (tabelvorm)</li> </ul>
<b>LEGEPA Bauteilkatalog</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Opdeling in elementen</a> volgens de kostenstructuur uit <a href="#">DIN 276</a>, <a href="#">bestaande uit 3 niveaus</a> (elk niveau is aangeduid met een cijfer - vb. 331 Bouwconstructies &gt; Buitenwand &gt; Dragende buitenwand)</li> <li>• Alternatieve opgave op basis van 15 macro-elementen, 40 complexe elementen en 150 eenvoudige elementen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">gebouwelementen zelf in te geven of op basis van aanpasbare voorbeeldelementen</a></li> </ul>	Resultaten op gebouwniveau: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Milieu-impactindicatoren met bijdrage van de levenscyclusfasen en processen</a> (staafdiagram)</li> <li>• <a href="#">Materiaalstromen</a> (stroomdiagram)</li> <li>• <a href="#">Relatieve bijdrage per levenscyclusfase of per materiaaltype</a> (vb. kunststoffen, metalen, minerale bouwmaterialen) (staafdiagram)</li> <li>• <a href="#">Mogelijkheid om verschillende projecten te vergelijken</a></li> </ul>
<b>Bauteilkatalog.ch</b>	Opdeling in <a href="#">ruimtescheidende elementen</a> (wanden, vloeren en daken) met een onderscheid tussen homogene en niet-homogene varianten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">gebouwelementen definiëren op basis van voorbeeldelementen met beperkte aanpassingsmogelijkheden</a> (vb. type, dikte en lambdawaarde van het isolatiemateriaal, dikte dragende muur)</li> <li>• Mogelijkheid om alle verwerkte materialen aan te passen in PRO-versie</li> </ul>	Resultaten op productniveau: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Milieu-impactindicatoren per kg materiaal met een onderscheid per levenscyclusfase (productie en EOL)</li> <li>• Weergave o.v.v. tabellen en grafieken (horizontale staven met relatieve bijdrage van de verschillende materialen of van de verschillende levenscyclusfasen)</li> </ul> Resultaten op elementniveau: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Milieu-impactindicatoren</a> (per m<sup>2</sup> element) <a href="#">voor</a></li> </ul>



			<p>heel het element en per verwerkt materiaal met een onderscheid per levenscyclusfase (productie en EOL) – de resultaten worden voor heel de levensduur of per jaar weergegeven (tabelvorm)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relatieve bijdrage van de verwerkte materialen tot de totale impact van het element (horizontale staaf)</li> <li>• Relatieve bijdrage van de levenscyclusfasen tot de totale impact van het element (horizontale staaf)</li> </ul>
<b>Elodie</b>	Opdeling van het gebouw in gebouwelementen / samenstellende componenten / samenstellende bouwmaterialen (vb. buitenwand massief / cellenbetonwand – isolatie - ...)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gebouwelementen definiëren op basis van lijst verwerkte materialen</li> </ul>	<p>Resultaten op gebouwniveau:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Milieu-impactindicatoren (tabelvorm).</li> <li>• Milieu-impactindicatoren vergeleken met een referentiegebouw (webdiagram)</li> <li>• Relatieve bijdrage van de verschillende elementen, verwerkte materialen, levenscyclusfasen ( taartdiagram)</li> </ul>
<b>BeGlobal</b>	Opdeling van het gebouw in 5 elementcategorieën (muren, daken, funderingen en vloeren, deuren en vensters en structuur) die vervolgens nog kunnen onderverdeeld worden (vb. de muren worden onderverdeeld in buitenwanden en binnenwanden)	<p>Gebouwelementen definiëren op basis van bouwproductendatabank met de mogelijkheid om de bouwproductengegevens aan te passen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• levensduur van het materiaal</li> <li>• milieu-indicatoren per kg materiaal</li> <li>• dichtheid en lambda-waarde</li> <li>• transportscenario's (productie en EOL) van de bouwmaterialen</li> </ul> <p>Opm.: ook invoer van elementen uit PHPP file en daarna aan elk materiaal (in PHPP gedefinieerd) een materiaal uit de BeGlobal databank toekennen</p>	<p>Resultaten op gebouwniveau:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Milieu-impactindicatoren (uitgedrukt per m<sup>2</sup> vloeroppervlakte per jaar) per levenscyclusfase (tabelvorm en staafdiagram)</li> <li>• Milieu-impactindicatoren (uitgedrukt per m<sup>2</sup> vloeroppervlakte per jaar) per element (tabelvorm en staafdiagram)</li> </ul> <p>Opm.: In de handleiding wordt een overzicht gegeven van een aantal standaard elementsamenstellingen met de bijhorende milieu-indicatoren per levenscyclusfase.</p>

Tabel 5: Voorbeelden van de weergave van de resultaten van de negen representatieve gebruikerstools / handleidingen voor de communicatie en rating van milieugegevens van gebouwelementen

Tool	Weergave van de resultaten																																																														
<b>Green Guide to Specification</b>	<p><b>Green Guide 2008 ratings</b></p> <p>Building type &gt; <u>Domestic</u></p> <p>Category &gt; <u>Upper Floor Construction</u></p> <p>Element type &gt; <u>Upper Floor Construction</u></p> <table border="1" data-bbox="510 480 1272 1050"> <thead> <tr> <th></th> <th>Element number</th> <th>Summary rating</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><u>Chipboard decking on galvanised steel joists</u></td> <td><u>807280080</u></td> <td>A</td> </tr> <tr> <td><u>Chipboard decking on metal web joists</u></td> <td><u>807280005</u></td> <td>A+</td> </tr> <tr> <td><u>Chipboard decking on timber battens on grouted beam and dense solid block flooring</u></td> <td><u>807280033</u></td> <td>B</td> </tr> <tr> <td><u>Chipboard decking on timber battens, grouted beam and aircrete block flooring</u></td> <td><u>807280002</u></td> <td>A</td> </tr> <tr> <td><u>Chipboard decking on timber battens, grouted beam and medium dense solid block flooring</u></td> <td><u>807280043</u></td> <td>B</td> </tr> <tr> <td><u>Chipboard decking on timber battens, grouted hollow precast prestressed concrete planks</u></td> <td><u>807280048</u></td> <td>C</td> </tr> <tr> <td><u>Chipboard decking on timber battens, grouted hollow precast reinforced slab flooring</u></td> <td><u>807280047</u></td> <td>E</td> </tr> <tr> <td><u>Chipboard decking on timber I joists</u></td> <td><u>807280024</u></td> <td>A+</td> </tr> </tbody> </table> <p>A.</p>		Element number	Summary rating	<u>Chipboard decking on galvanised steel joists</u>	<u>807280080</u>	A	<u>Chipboard decking on metal web joists</u>	<u>807280005</u>	A+	<u>Chipboard decking on timber battens on grouted beam and dense solid block flooring</u>	<u>807280033</u>	B	<u>Chipboard decking on timber battens, grouted beam and aircrete block flooring</u>	<u>807280002</u>	A	<u>Chipboard decking on timber battens, grouted beam and medium dense solid block flooring</u>	<u>807280043</u>	B	<u>Chipboard decking on timber battens, grouted hollow precast prestressed concrete planks</u>	<u>807280048</u>	C	<u>Chipboard decking on timber battens, grouted hollow precast reinforced slab flooring</u>	<u>807280047</u>	E	<u>Chipboard decking on timber I joists</u>	<u>807280024</u>	A+	<p><b>Green Guide 2008 ratings</b></p> <p>Building type &gt; <u>Domestic</u></p> <p>Category &gt; <u>Upper Floor Construction</u></p> <p>Element type &gt; <u>Upper Floor Construction</u></p> <table border="1" data-bbox="1373 459 1966 1050"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>Chipboard decking on timber battens, grouted beam and medium dense solid block flooring</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Element Number</td> <td>807280043</td> </tr> <tr> <td>Summary Rating</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>Climate Change</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>Water Extraction</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>Mineral Resource Extraction</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>Stratospheric Ozone Depletion</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>Human Toxicity</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>Ecotoxicity to Freshwater</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>Nuclear Waste (higher level)</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>Ecotoxicity to Land</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>Waste Disposal</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>Fossil Fuel Depletion</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>Eutrophication</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>Photochemical Ozone Creation</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>Acidification</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>Kg of CO<sub>2</sub> eq. (60 years)</td> <td>41.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>B.</p>	Element	Chipboard decking on timber battens, grouted beam and medium dense solid block flooring	Element Number	807280043	Summary Rating	B	Climate Change	B	Water Extraction	B	Mineral Resource Extraction	A	Stratospheric Ozone Depletion	B	Human Toxicity	B	Ecotoxicity to Freshwater	C	Nuclear Waste (higher level)	A	Ecotoxicity to Land	A	Waste Disposal	B	Fossil Fuel Depletion	C	Eutrophication	B	Photochemical Ozone Creation	B	Acidification	B	Kg of CO <sub>2</sub> eq. (60 years)	41.0
		Element number	Summary rating																																																												
<u>Chipboard decking on galvanised steel joists</u>	<u>807280080</u>	A																																																													
<u>Chipboard decking on metal web joists</u>	<u>807280005</u>	A+																																																													
<u>Chipboard decking on timber battens on grouted beam and dense solid block flooring</u>	<u>807280033</u>	B																																																													
<u>Chipboard decking on timber battens, grouted beam and aircrete block flooring</u>	<u>807280002</u>	A																																																													
<u>Chipboard decking on timber battens, grouted beam and medium dense solid block flooring</u>	<u>807280043</u>	B																																																													
<u>Chipboard decking on timber battens, grouted hollow precast prestressed concrete planks</u>	<u>807280048</u>	C																																																													
<u>Chipboard decking on timber battens, grouted hollow precast reinforced slab flooring</u>	<u>807280047</u>	E																																																													
<u>Chipboard decking on timber I joists</u>	<u>807280024</u>	A+																																																													
Element	Chipboard decking on timber battens, grouted beam and medium dense solid block flooring																																																														
Element Number	807280043																																																														
Summary Rating	B																																																														
Climate Change	B																																																														
Water Extraction	B																																																														
Mineral Resource Extraction	A																																																														
Stratospheric Ozone Depletion	B																																																														
Human Toxicity	B																																																														
Ecotoxicity to Freshwater	C																																																														
Nuclear Waste (higher level)	A																																																														
Ecotoxicity to Land	A																																																														
Waste Disposal	B																																																														
Fossil Fuel Depletion	C																																																														
Eutrophication	B																																																														
Photochemical Ozone Creation	B																																																														
Acidification	B																																																														
Kg of CO <sub>2</sub> eq. (60 years)	41.0																																																														
	<p>A. Voorbeeld van een aantal varianten voor verdiepingsvloeren in woongebouwen met hun overeenkomende rating, gaande van A+ tot en met E (Bre Group 2013)</p> <p>B. Voorbeeld van een elementvariant voor verdiepingsvloeren in woongebouwen met gedetailleerde rating per milieu-impactindicator, gaande van A+ tot en met E, alsook het aantal kg CO<sub>2</sub> eq. over 60 jaar (Bre Group 2013)</p>																																																														

## Nibe's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten

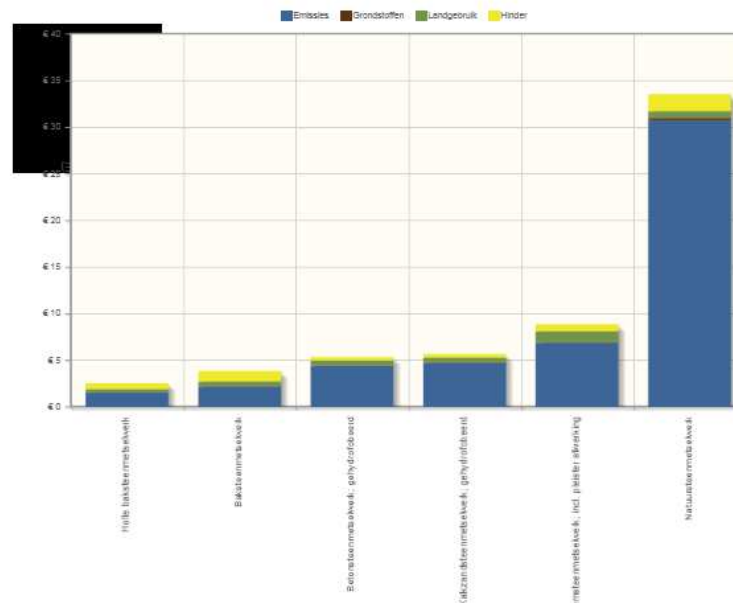
Classificatietabel: BUITENSPOUWBLAD 41.01

### Functionele eenheid

Buitenspouwblad toegepast in de Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar. Vergelijken per functionele eenheid van 1 m<sup>2</sup> buitenspouwblad die minimaal voldoet aan de eisen van het Bouwbesluit.

Product	Milieu klasse	Milieu kosten	G	H	E	W
Holle baksteenmetselwerk	1a	€ 2,57	25	0	2	31
Baksteenmetselwerk	1c	€ 3,87	18	0	1	22
Betonsteenmetselwerk; gehydrofobeerd	2b	€ 5,38	88	51	6	99
Kalkzandsteenmetselwerk; gehydrofobeerd	2b	€ 5,70	84	52	5	98
Leemsteenmetselwerk; incl. pleister afwerking	3b	€ 8,90	93	52	8	100
Natuursteenmetselwerk	5c	€ 33,58	26	80	10	95

G = Materiaal Gezondheid H = Materiaal Hergebruik E = Gebruik Duurzame Energie W = Verantwoord Waterbeheer



A.

A. Voorbeeld van een aantal varianten voor buitenspouwblad met hun overeenkomende milieuklasse en milieukosten (weergegeven in tabelvorm en als grafiek) (NIBE 2013)

B. Voorbeeld van de gedetailleerde milieu-informatie van een variant voor buitenspouwblad met weergave van de gemonetariseerde en niet-gemonetariseerde milieu-impactindicatoren, alsook van de relatieve bijdrage van de verschillende impactcategorieën (emissies, grondstoffen, landgebruik en hinder) (NiBE 2013)

## HOLLE BAKSTEENMETSELWERK

### Milieu-informatie

NiBE: Milieuklasse:

1a



Producteigenschappen:

Massa per FS	113,5 kg
Levensduur	75 jaar
Landschade	0,480 W/m <sup>2</sup> K
Transportafstand naar bouwplaats	300 km
Afvalcoëfficiënt:	
Stort	27,0 %
Verbranding	2,1 %
Recycling	0,0 %
Hergebruik	0,0 %

### Omzetting functionele eenheid

Buitenspouwblad van holle baksteen, maatformaat (210x100x50), vervaardigd met metaalgelede (voeg 10 mm). Door de perforatie van de baksteen is de steen 40% lichter dan de traditionele baksteen. De baksteen is vervoerd door het bakken van overvloedig materiaal (gebruiksklasse II volgens NEN 2452). De metaalgelede bestaat uit cement, zand en water. De grondstoffen voor cement zijn kalksteen, gipsaanhydrat, hoogovenslak, gipsgelede en klei. Voor 1 m<sup>2</sup> buitenspouwblad zijn ca. 76 bakstenen (79,2 kg) nodig en 25,9 kg metaalgelede.

### Opvallende milieu-eigenschappen

De product valt in milieuklasse 1a en is daarmee milieutechnisch de beste keuze. Het bakprofiel metaalbakstenen veroorzaakt met 53,2% het grootste deel van de schadelijke en het bakprofiel metaalgelede veroorzaakt 45,1% van de schadelijke kosten.

### Milieucriteria

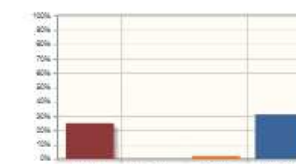
Emissies	Landgebruik
br broekgas/acid	bi biologische grondstoffen
cc kooldioxide	bd biobasede grondstoffen
hu humane isolatie	en energiegebruik
ag aquatische isolatie (zout)	er emissies van gevolgen van
aq aquatische isolatie (zout)	st stank
la landbouwische isolatie	ve veld door wegtransport
ls landbouwische isolatie	pr gebruik door productie
ve verzuim	h hield
ku uitroeiing (vermesting)	ca kans op calamiteiten
ut uitputting	
la landgebruik	0,335-0 PDF/m <sup>2</sup> J



### Milieuprofiel (Verborgen milieukosten per)



### Bron/Bron



B.



## GEBOUW

Algemene gegevens

Gebouwkenmerken

## BOUWDELEN

Fundering

Vloeren

Draagconstructie

Gevels

Daken

Installaties

Inbouw

## RESULTATEN

MPG-KENGETALLEN

MILIEU-EFFECTEN

MPG ELEMENTEN

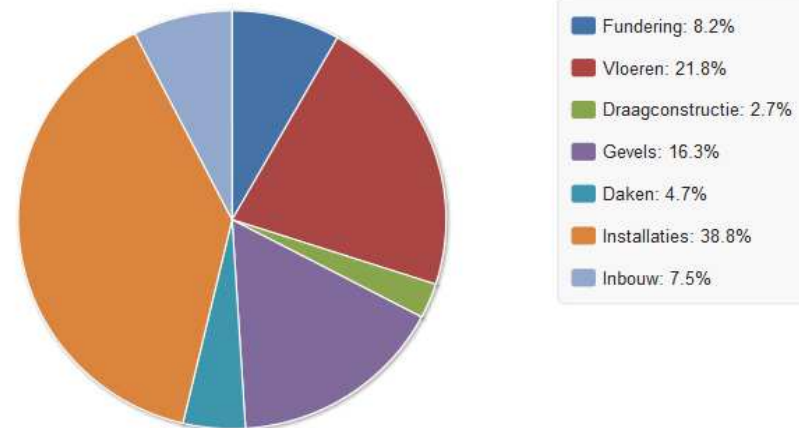
## Gewogen milieueffecten

Milieukengetal	€ / m <sup>2</sup> BVO*jaar
Grondstoffen	0.004
Emissies	0.589
MPG (schaduwprijs)	0.59

## Bijdrage gebouwonderdelen aan MPG

Gebouw

Alle bouwdeelen



Resultatentabblad in GPR Bouwbesluit met weergave van de totale milieukosten (euro per m<sup>2</sup> BVO.jaar) en van de relatieve bijdrage van de verschillende bouwonderdelen aan de totale milieuprijs van een gebouw (W/E Adviseurs 2013)

Rekenprogramma  
EcoQuaestor

Rekenprogramma **EcoQuaestor** voor  
bouwkosten en milieu-impact van gebouwen

Bepaling Milieuprestatie Gebouwen (in 4 stappen)

De methodiek van deze bepaling van de milieuprestaties van een gebouw voldoet aan de eisen van het Bouwbesluit 2012 en is in overeenstemming met BMGG, juli 2011 en met NEN 8006:2004 inclusief correctieblad mei 2007.

Stap 1: type en hoofdmaten van het gebouw

of


Project hoofdkenmerken	hoeveelheden project	referentie	Toelichtingen
2012-07-01 Voorbeeld 1			
<b>Algemeen</b>			
Type gebouw	(2)	appartementen	Een oel waarin een keuze gemaakt kan worden uit een lijst: keuze (1)
Projectnaam	2012-07-01	Voorbeeld 1	Een oel waarin een vrije invoer mogelijk is (doorgaans een getal): 100.000
<b>Oppervlakten (NEN 2580)</b>			
BVD - Bruto vloeroppervlakte	500	500 m2	BVD, Bruto Vloer Oppervlakte van het gebouw volgens NEN 2580 (dus buitenruimten niet meetellen).

Aantal bouwlagen	hoeveelheden	referentie	toelichtingen
3	3	stuk	Het aantal bouwlagen (d.w.z. event. kelder + begane grond + verdiepingen + event. toegankelijke zolder).
Kaveloppervlakte	734	734 m2	De Kaveloppervlakte (dus het totaal van de bebouwde en onbebouwde oppervlakte).
Bebouwde oppervlakte	201	201 m2	De bebouwde oppervlakte volgens NEN 2580.
Niet bebouwde oppervlakte	533	533 m2	(Wordt berekend uit kaveloppervlakte minus bebouwde oppervlakte.)
GO - Gebruiksoppervlakte	383	383 m2	GO, Gebruiks Oppervlakte van het gebouw volgens NEN 2580



NEN 2699 niveau 3 elementcluster:	hoeveelheden project	referentie	Bouwkosten / per 1-1-2012	Eekosten / per 1-1-2012	CO2-footprint / Kg eq.	CED / MJ	Recept / Pts	Schaduwrijzen / per 1-1-2012
2012-07-01 Voorbeeld 1								
<b>Bouwkundig</b>								
B1 Fundering	201	201 m2	35,606	11,792	46,664	363,226	14,389	9,513
B1A Skelet	500	500 m2	74,308	16,698	65,359	587,268	16,060	12,362
B1C Daken (inclusief dakopeningen)	201	201 m2	14,475	3,525	7,522	170,338	1,256	1,907
B1D Gevels (inclusief gevelopeningen)	435	435 m2	99,394	27,010	59,797	691,437	22,540	7,923
B1E Binnenwanden (inclusief openingen)	500	500 m2	29,378	5,029	22,774	245,775	10,852	1,264
B1F Vloeren	500	500 m2	23,167	4,111	14,068	144,147	3,418	2,276
B1G Trappen, hellingen, leuningen	500	500 m2	19,988	4,068	12,847	184,968	2,357	1,604
B1H Plafonds	500	500 m2	2,128	703	2,019	40,242	217	181
<b>B2 Installaties</b>								
B2A W vloeistof/gas	500	500 m2	13,815	1,421	2,185	43,275	356	2,566
B2B W klimaat	500	500 m2	29,940	4,408	11,581	176,838	1,179	4,687
B2C E elektra	500	500 m2	19,412	2,807	6,683	109,594	859	4,729
B2D T transport	500	500 m2	18,782	4,104	10,998	161,188	1,138	2,159
<b>B3 Inrichting</b>								
B3A Vaste inrichting (inclusief sanitair)	500	500 m2	16,392	2,286	7,724	123,725	1,657	1,585
<b>B4 Terrein</b>								
B4A Terrein	533	533 m2	22,792	5,843	26,207	159,580	13,306	4,091
<b>B5 Diversen</b>								
B5A Diversen	500	500 m2	8,392	1,876	5,929	64,032	1,792	1,137
Subtotaal directe bouwkosten	500	500 m2	427,970	95,681	302,356	3,265,633	91,375	57,985
B5B Algemene bouwplaatskosten	500	500 m2	37,500	6,000	15,897	229,448	1,501	1,641
B5D Opslagen: alg. bedrijfskosten + winst	11	11 %	52,505	4,200	11,128	160,614	1,050	1,149
<b>B</b>								
<b>Totaal bouwkosten exclusief BTW</b>	500	500 m2	<b>517,975</b>	<b>105,881</b>	<b>329,382</b>	<b>3,655,696</b>	<b>93,926</b>	<b>60,775</b>
<b>idem referentie (2) appartementen</b>	500	500 m2	517,975	105,881	329,382	3,655,696	93,926	60,775

Alle kostengegevens en indicaties van milieulasten zijn gebaseerd op het gebruik van materialen en constructies in referentieprojecten. Door de specifieke keuzes in een project kunnen uiteraard afwijkingen optreden ten opzichte van deze referenties. De hier gepresenteerde uitkomsten zijn mede bepaald op basis van de bouwfysische kenmerken, de hoeveelheden en de materialisaties, die zijn aangegeven in de stappen 2, 3 en 4 van het model. Voorzover de gebruiker daar (nog) geen keuzes in gemaakt heeft, hebben de aangegeven waarden in de stappen 2, 3 en 4 betrekking op het referentieproject. De gebruiker is zelf verantwoordelijk voor een oordeelkundige selectie van referentieproject, bouwfysische kenmerken, hoeveelheden en materialisaties. De makers en aanbieders van het model aanvaarden geen enkele aansprakelijkheid voor de gevolgen van toepassing van het model in projecten.

Weergave van een deel van de Excel-tool met de elementenclusters en hun overeenkomende financiële kosten en 5 milieu-impactindicatoren (Bouwprojecteconomie.nl 2013)



Rechner der baubook-Zentrale  
Plattform des Rechners wechseln  
baubook-Zentrale

---

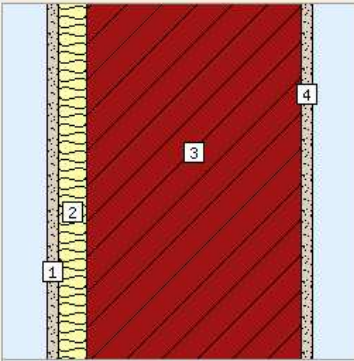
← zurück
🖨️ Druckansicht öffnen
📄 Seite als PDF anzeigen

---

### AW 01: Betonhohlsteinmauer

**Wand:** gegen Außenluft - nicht hinterlüftet

Anmelden und Kopie dieses Bauteils bearbeiten



Grafik ändern:  2D  3D

**U-Wert** <sup>1</sup> **0,970 W/m²K**

A++
  RL6

**Masse** **430,0 kg/m²**

PEI n. e. 367,65 MJ/m²

GWP100 40,4990 kg CO<sub>2</sub>/m²

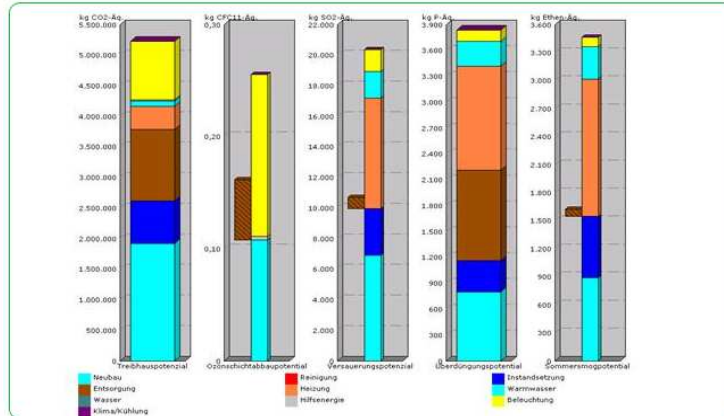
AP 0,098994 kg SO<sub>2</sub>/m²

Nr.	Typ	Schicht (von innen nach aussen)	d cm	λ W/mK	R m²K/W	ΔOI3 Pkt/m²
1		Kalk-Zementputz	1,500	1,000	0,015	3
2		Holzwoolleleichtbauplatte magnesitgebunden	4,000	0,140	0,286	4
3		Betonhohlstein aus Normalbeton	30,000	0,550	0,545	22
4		Kalk-Zementputz	1,500	1,000	0,015	3
<i>R<sub>si</sub> / R<sub>se</sub> =</i>						0,130 / 0,040
<i>R' / R'' (max. relativer Fehler: 0,0%) =</i>						1,031 / 1,031
<b>Bauteil</b>			<b>37,000</b>		<b>1,031</b>	<b>32</b>

---

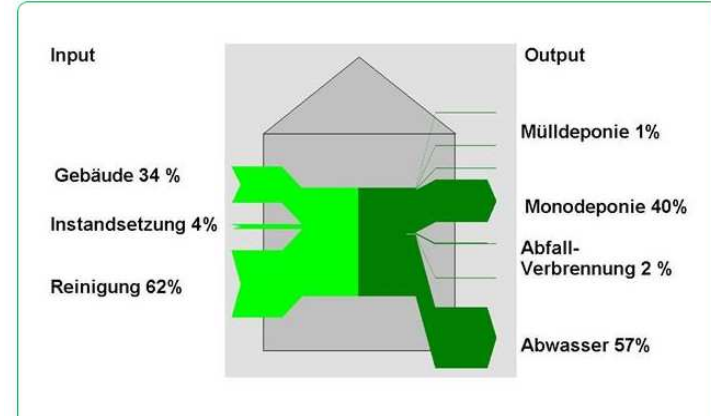
<sup>1</sup> U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946. **A++**: U-Werte im Bereich der Markierung A++ (0,13 W/m²K) sind notwendig, um derartige Gebäude zu errichten. **RL6**: OIB Richtlinie 6 (April 2007); In ganz Österreich seit 1.1.08 verbindlich festgelegter max. U-Wert (0,35 W/m²K) für alle Neubauten sowie instandgesetzte bzw. erneuerte Bauteile.

Voorbeeld van een buitenwandvariant met weergave van de totale milieu-impact, uitgedrukt o.v.v. drie enkelvoudige milieu-impactindicatoren (PEI<sub>ne</sub>, GWP100 en AP) en de geaggregeerde score (OI3 punten), alsook de milieu-impact en kenmerken van de verwerkte materialen (dikte, lambda, R-waarde en OI3 punten) (IBO 2013)



A.

Wirkungsbilanz nach Kriterien und Lebenszyklusphase über einen Zeitraum von 50 Jahren



B.

Materialströmen

- A. Weergave van de resultaten van de milieuevaluatie van een gebouw o.v.v. de individuele milieu-impactindicatoren en de bijdrage van de verschillende levenscyclusfasen en processen (WEKA MEDIA GmbH & Co. 2013)
- B. Weergave van de resultaten van de milieuevaluatie van een gebouw o.v.v. een stroomdiagram met de verschillende input- en outputstromen (WEKA MEDIA GmbH & Co. 2013)

		ANSICHT	BEURTEILUNGSGRÖSSE	AUSGABE	BAUTEILSUCHE	BERECHNEN	ZURÜCKSETZEN	QS
<b>B</b>	Bodenkonstruktionen (homogen)							
<b>B15</b>	Wärmedämmung, Betonplatte, Zementüberzug							
<b>Ausführung</b>	Polystyrol extrudiert (XPS), ρ 30 [kg/m <sup>3</sup> ], d 0.16 m, λ 0.036 W/mK							
<b>Beschrieb</b>	Wärmedämmung, Betonplatte, Zementüberzug							
<b>Bauteiltyp</b>	C1 Boden gegen Erdreich < 2m (für EBT-Nachweis)							
<b>Graue Energie</b>	25.63							
<b>MJ/m<sup>2</sup> a, KBOB/eco-bau/IPB Version: Juli 2012</b>								
<b>U-Wert W/m<sup>2</sup>K</b>	<b>0.21</b>							

Nr.	Material / Schicht	Schichtdicke m	Lambda W/mK	Amortisationszeit a	Masse kg/m <sup>2</sup>	Erstellung		Entsorgung		Total pro Jahr		
						MJ/m <sup>2</sup>	%	MJ/m <sup>2</sup>	%	MJ/m <sup>2</sup> a	%	
	Zementunterlagsboden	0.03	1.4	60	55.5	54.62	4%	10.63	6%	1.09	4%	
	Beton-Bodenplatte 40 cm (Fe 80kg/m <sup>3</sup> ) [m <sup>2</sup> ]	0.25	2.3	60	725.8	558.13	41%	137.61	75%	11.60	45%	
	Dichtungsbahn bituminös	0.004	0	60	4.6	205.54	15%	2.70	1%	3.47	14%	
	Schaumglas, ρ 110 [kg/m <sup>3</sup> ]	0.16	0.036	60	4.8	476.57	35%	1.26	1%	7.96	31%	
	Beton C 8/10 (Magerbeton)	0.08	1.8	60	175.2	60.43	4%	30.13	17%	1.51	6%	
						<b>966</b>	<b>1'355.29</b>	<b>88%</b>	<b>182.34</b>	<b>12%</b>	<b>25.63</b>	<b>100%</b>

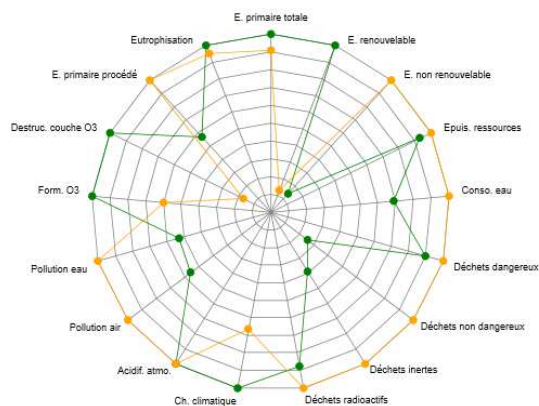
**Graue Energie**

Voorbeeld van een variant van een vloer op volle grond met weergave van de verwerkte materialen en hun kenmerken (dikte, lambda, levensduur en massa), hun milieu-impact (hier voor de indicator "grijze energie") en hun relatieve bijdrage (uitgedrukt in % van de totale impact) en de totale milieu-impact van het gebouwelement. De relatieve bijdrage van de verschillende verwerkte materialen en levenscyclusfasen (productie en levenseinde) wordt weergegeven o.v.v. horizontale staven (BFE, Verein eco-bau 2013)



Elodie

Répartition des impacts annuels pour chaque bâtiment

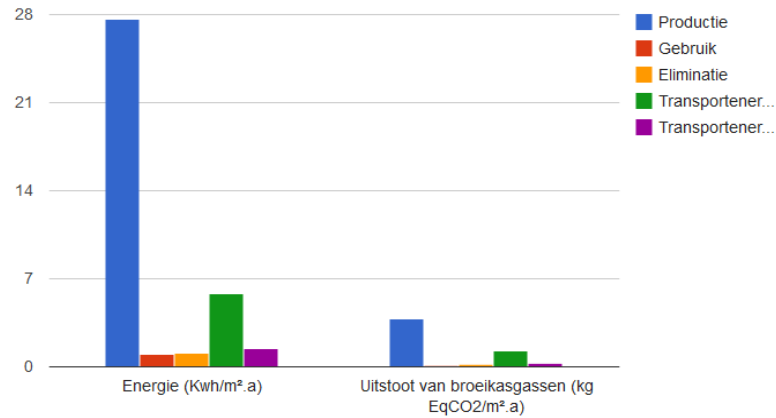


Nom de l'impact environnemental	Valeur	Unité
Consommation de ressources énergétiques - énergie primaire totale	888.9	KWh / an
Consommation de ressources énergétiques - énergie renouvelable	99.9	KWh / an
Consommation de ressources énergétiques - énergie non renouvelable	789.8	KWh / an
Epuisement de ressources	1.16	kg eq. Antimoine / an
Consommation d'eau	14423.3	L / an
Déchets dangereux éliminés	12.4	kg / an
Déchets non dangereux éliminés	19.2	kg / an
Déchets inertes éliminés	305.9	kg / an
Déchets radioactifs éliminés	1.37e-001	kg / an
Changement climatique	247.7	kg équivalent CO2 / an
Acidification atmosphérique	1.11	kg équivalent SO2 / an
Pollution de l'air	29446.7	m3 / an
Pollution de l'eau	1760.0	m3 / an
Formation d'ozone photochimique	1.81e-002	kg équivalent éthylène / an
Destruction de la couche d'ozone stratosphérique	9.13e-008	kg équivalent CFC R11 / an
Consommation de ressources énergétiques - énergie primaire procédé	?	KWh / an
Eutrophisation	?	kg eq. PO4(3-) / an

A.

B.

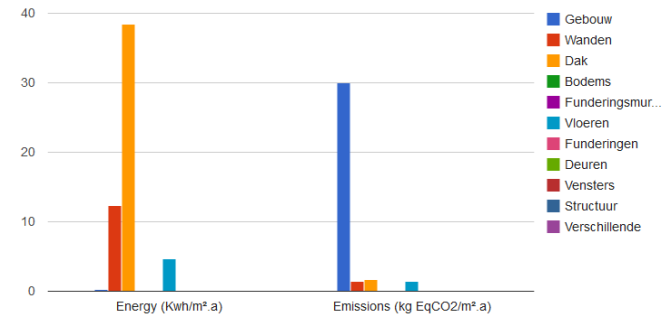
- A. Weergave van de resultaten van de milieuevaluatie van een gebouw o.v.v. een webdiagram, uitgedrukt per milieu-impactindicator (groene lijnen), in vergelijking met een referentiegebouw (gele lijnen) (CSTB 2013)
- B. Weergave van de resultaten van de milieuevaluatie van een gebouw o.v.v. gedetailleerde resultaten per milieu-impactindicator in tabelvorm (CSTB 2013)



energiebalans - balans van de uitstoot van broeikasgassen

Naam	Verzenden	Uitstoot van BKG
Productie	27.67 kWh/(m².j)	3.86 kgEqCO2/(m².j)
Gebruik van de PHPP	0.96 kWh/(m².j)	0.09 kgEqCO2/(m².j)
Eliminatie	1.13 kWh/(m².j)	0.2 kgEqCO2/(m².j)
Transport	5.86 kWh/(m².j)	1.26 kgEqCO2/(m².j)
Transportenergie door eliminatie	1.41 kWh/(m².j)	0.3 kgEqCO2/(m².j)

A.



Building's overall energy and greenhouse gas emissions profile

Klik op een kolom om de details per elementen te bekijken

Naam	Verzenden	Uitstoot van BKG
Gebouw	0.25 kWh/(m².j)	30.0 kgEqCO2/(m².j)
Wanden	12.32 kWh/(m².j)	1.41 kgEqCO2/(m².j)
Dak	38.39 kWh/(m².j)	1.63 kgEqCO2/(m².j)
Bodems	0.0 kWh/(m².j)	0.0 kgEqCO2/(m².j)
Funderingsmuren	0.0 kWh/(m².j)	0.0 kgEqCO2/(m².j)
Vloeren	4.63 kWh/(m².j)	1.48 kgEqCO2/(m².j)
Funderingen	0.0 kWh/(m².j)	0.0 kgEqCO2/(m².j)
Deuren	0.0 kWh/(m².j)	0.0 kgEqCO2/(m².j)
Vensters	0.0 kWh/(m².j)	0.0 kgEqCO2/(m².j)
Structuur	0.0 kWh/(m².j)	0.0 kgEqCO2/(m².j)
Verschillende	0.0 kWh/(m².j)	0.0 kgEqCO2/(m².j)

B.

- A. Weergave van de resultaten van een fictief gebouw voor de twee milieu-impactindicatoren uitgedrukt per levenscyclusfase (PMP 2013)
- B. Weergave van de resultaten van een fictief gebouw voor de twee milieu-impactindicatoren, uitgedrukt per gebouwelement (PMP 2013)

**Tabel 6: Integrale duurzaamheidsevaluatie van de negen representatieve gebruikerstoets / handleidingen voor de communicatie en rating van milieugegevens van gebouwelementen**

Tool	Link met evaluatie op hogere schaal	Financiële impact	Kwaliteitsevaluatie	Andere duurzaamheidsaspecten van gebouwen
<b>Green Guide to Specification</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Basis voor de evaluatie van het <a href="#">thema materialen in BREEAM</a>: score toekennen op basis van elementen-rating (rekening houdend met de relatieve oppervlakte van de elementen in het gebouw)</li> <li>Geen LCA-evaluatie op gebouwniveau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geen financiële evaluatie in Green Guide</li> <li>LCC wordt wel in BREEAM gewaardeerd (Man 12)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kwaliteitseisen opgenomen in de <a href="#">definitie van de functionele eenheid</a><sup>29</sup></li> <li>Kwaliteiten en comforteisen worden op gebouwniveau in BREEAM geëvalueerd.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energie: <a href="#">functionele eenheid met vaste U-waarde</a></li> <li>Duurzaamheidsaspecten, zoals energie, water, transport, worden in BREEAM geëvalueerd (maar niet op basis van LCA)</li> </ul>
<b>Nibe's Basiswerk Milieu-classificaties Bouwproducten</b>	<p>Geen link met het element- en gebouwniveau</p>	<p><a href="#">Initiële bouwkosten</a> van de producten (geen levenscycluskosten)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>De <a href="#">definitie van de functionele eenheid</a> omvat dat het verwerkt materiaal moet voldoen aan de eisen van het bouwbesluit en omvat dus in meer of mindere mate kwaliteitseisen (vb. minimum eisen aangaande akoestische prestatie van elementen of brandveiligheid in geval van woningscheidende wand)</li> <li><a href="#">Gezondheidsbeoordeling</a> per levenscyclusfase op basis van vijf criteria: fysische, chemische en biologische agentia, ergonomie en veiligheid → gezondheidsscore voor de gebruiksfase en de overige levenscyclusfasen</li> </ul>	<p>Energie: <a href="#">functionele eenheid met minimum warmteweerstand</a> (voor isolatiematerialen)</p>

<sup>29</sup> Bv. de definitie van de functionele eenheid omvat voor een woningscheidende wand eisen m.b.t. de akoestische prestatie.



			kwaliteitsevaluatie	
<b>LEGEP Bauteilkatalog</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>LCA evaluatie op gebouwniveau</li> <li>resultaten op gebouwniveau vormen ook de basis voor de evaluatie in BNB en DGNB (score per indicator in functie van referentiewaarde, grenswaarde en streefwaarde – zie boven)</li> </ul>	Life Cycle Costing (LCC) en Whole life Costing (WLC) <sup>30</sup> , volledig geïntegreerd met LCA evaluatie	Geen kwaliteitsevaluatie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energie: integratie van het energieverbruik in de LCA analyse</li> <li>Water: Integratie van het waterverbruik in de LCA analyse</li> </ul>
<b>Bauteilkatalog.ch</b>	Pro-versie: Vereenvoudigde LCA evaluatie op gebouwniveau (gebouw samenstellen door elementen te vermenigvuldigen met hun respectievelijke oppervlakte)	Life Cycle Costing (LCC) (enkel binnen Expert-functie)	Geen kwaliteitsevaluatie	Energie: berekening van de U-waarde van het element.
<b>Elodie</b>	LCA evaluatie op gebouwniveau	Geen financiële evaluatie	Geen kwaliteitsevaluatie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energie: Integratie van het energieverbruik in de LCA analyse (op basis van energiesimulaties uit andere rekentools)</li> <li>Water: Integratie van het waterverbruik in de LCA analyse (op basis van de gekozen installaties)</li> </ul>
<b>BeGlobal</b>	LCA evaluatie op gebouwniveau	Geen financiële evaluatie	Geen kwaliteitsevaluatie	Energie: integratie van het energieverbruik in de LCA analyse (op basis van de PHPP berekening)

<sup>30</sup> LCC is beperkt tot de bouwkosten, gebruikskosten en end-of-life kosten van het gebouw. WLC voegt daarbij de kosten van de bouwgrond en inkomsten uit het gebouw (huur).

## 2.4.4 Besluit

Uit de bovenstaande studie blijkt dat er in België en in de ons omringende landen verschillende gebruikerstools / handleidingen beschikbaar zijn, die een milieuanalyse op gebouwelementniveau toelaten. Bijkomend kan binnen sommige tools ook een analyse op product-, verwerkt materiaal- en/of gebouwniveau uitgevoerd worden. Maar de manier, waarop de analyse gebeurt en de resultaten weergegeven worden, alsook de mogelijkheden tot het al dan niet samenstellen van elementvarianten variëren van tool tot tool. Hierdoor kunnen in alle geanalyseerde gebruikerstools / handleidingen één of meerdere interessante aspecten gevonden worden wat betreft een mogelijke vertaling van de MMG-output naar beleidstoepassingen in België / Vlaanderen. Deze aspecten zullen verder in detail bestudeerd worden en de basis vormen voor het formuleren van aanbevelingen (zie paragraaf § 2.6). Toch zijn er in het kader van een vertaling naar beleidstoepassingen vooral drie tools, die naar voren kunnen gebracht worden, omwille van hun volwaardige uitwerking van het elementniveau, nl. de Green Guide to Specification, het Baubook en de Bauteilkatalog.ch. Deze tools bieden een uitgebreide elementendatabank en laten een eenvoudige vergelijking tussen verschillende varianten toe.

## 2.5 SWOT-analyse van bestaande gebruikerstools

### 2.5.1 Inleiding

Om een beter zicht te krijgen op de voor- en nadelen en de bedreigingen en opportuniteiten van de verschillende types van gebruikerstools / handleidingen, alsook om de keuze van het type instrument voor een vertaling van de MMG-output te onderbouwen, wordt in deze paragraaf een SWOT-analyse uitgevoerd op de twee verschillende types van LCA-gebaseerde tools, nl. een milieuclassificatietool en een LCA-simulatietool. Als representatieve tools worden de Green Guide to Specification en Baubook weerhouden. De selectie is gebaseerd op de volgende criteria:

- Evaluatie op elementniveau

Veel gescreende tools laten een evaluatie op gebouwniveau toe, maar zijn niet aangepast om elementen met elkaar te vergelijken (vb. GPR Bouwbesluit, EcoQuaestor, Elodie en BeGlobal laten geen berekening van de materiaalprestatie per m<sup>2</sup> element toe). Hoewel milieu-evaluaties best op gebouwniveau gebeuren, speelt het elementniveau een belangrijke rol in het verschaffen van milieu-informatie over de verscheidene ontwerpfases heen. Zo kan de ontwerper reeds tijdens het schetsontwerp, op basis van voorafgedefinieerde elementen, eenvoudige simulaties uitvoeren en voorturend zijn ontwerp optimaliseren door verschillende elementvarianten te vergelijken. Het is dus essentieel dat de gebruikerstool een volwaardige analyse van gebouwelementen mogelijk maakt, zoals in Baubook en Bauteilkatalog.ch het geval is.

- Milieuprestatietool

Omwille van de vraag om de MMG-output te vertalen naar beleidstoepassingen, moet de tool gelinkt worden aan een waarderingssysteem voor de afweging van de milieuprestatie. De Green Guide to Specification en Baubook voldoen aan dit criterium.

### 2.5.2 SWOT-analyse

In Tabel 7 en Tabel 8 wordt een algemene SWOT-analyse weergegeven van milieuclassificatietools en LCA-simulatietools op gebouwelementniveau. De meer gedetailleerde SWOT-analyses van de Green Guide to Specification en Baubook worden weergegeven in Bijlage 1.

Tabel 7: Algemene SWOT-analyse van milieuclassificatietools.

<b>Milieuclassificatietools</b>	
<b>Strengths</b>	<b>Weaknesses</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gebruiksvriendelijk en communicatief</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Directe <b>vergelijking</b> van een reeks van elementvarianten met duidelijke <b>rangschikking</b> volgens hun globale milieu-impact =&gt; Men ziet direct welke oplossingen goed en welke oplossingen slecht(er) scoren (gemakkelijk te interpreteren).</li> <li>○ <b>Tijdsefficiënt</b> wanneer men op zoek is naar een oplossing met een lage milieu-impact, dankzij de kant-en-klare varianten met direct beschikbare milieuscore.</li> </ul> </li> <li>• Zekerheid dat men <b>functioneel equivalente</b> varianten vergelijkt.</li> <li>• Gemakkelijk om ernaar te refereren in <b>bestekteksten</b> (bv. eisen dat de gebouwelementen minimum voldoen aan een bepaalde rating) (ook gemakkelijk bruikbaar door de aannemer – die ziet in één oogopslag welke oplossingen voldoen of niet).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gebrek aan flexibiliteit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Beperkt aantal voorgedefinieerde oplossingen</b> zonder mogelijkheid om zelf elementen samen te stellen of bepaalde parameters te variëren (vb. Isolatie dikte, type primaire laag...).</li> <li>○ Veel kans dat de <b>beoogde elementopbouw niet in de lijst</b> opgenomen wordt → frustrerend voor de gebruiker.</li> <li>○ <b>Vaste functionele eenheid</b> (die misschien niet beantwoordt aan de noden van het project).</li> </ul> </li> <li>• Een milieuclassificatie zonder simulatiemogelijkheden is <b>weinig geschikt voor renovatie</b> daar het moeilijk is om “typische” renovatie-oplossingen te definiëren (elementsamenstellingen bij renovatie zijn meer case-to-case).</li> <li>• <b>Statische rating</b> (gedefinieerd t.o.v. de extremen) moet <b>herzien</b> worden telkens als er betere of slechtere elementvarianten (t.o.v de huidige uitersten) in de classificatie opgenomen worden =&gt; dit kan leiden tot een wijziging van de oorspronkelijke rating in de tijd (zelfs al is de milieu-impact niet veranderd).</li> <li>• <b>Weinig transparant / beperkte informatie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Opdeling in klassen =&gt; de exacte milieuprestatie wordt niet gecommuniceerd en <b>variëties binnen éénzelfde klasse</b> worden <b>onzichtbaar</b>, waardoor betere milieuprestaties onderbeloofd worden.</li> <li>○ De ratingschaal hangt af van het type element (de rating wordt gedefinieerd t.o.v. de extremen binnen een elementtype) =&gt; <b>geen vergelijking mogelijk tussen verschillende elementtypes</b> (vb. impact van een dak vergelijken met impact van een buitenwand).</li> <li>○ De rating op elementniveau geeft <b>geen mogelijkheid tot inzicht in de relatieve bijdrage van de verwerkte materialen</b> tot het gebouwelement.</li> </ul> </li> <li>• <b>Geen overgang naar LCA op gebouwniveau</b> mogelijk (door de omzetting naar een rating gaan de LCA-gegevens verloren)</li> </ul>
<b>Opportunities</b>	<b>Threats</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Naast de rating ook de <b>absolute milieu-impact / m<sup>2</sup> element</b> weergeven, zodat de stap naar LCA op gebouwniveau mogelijk wordt, alsook een vergelijking tussen verschillende elementtypes of tussen elementen binnen eenzelfde klasse.</li> <li>• De gebruiker toelaten om bepaalde <b>componenten binnen een gebouwelement te variëren</b> en de invloed te zien op de classificatie (dit is eigenlijk een stap naar een simulatietool).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kan <b>innovatieremmend</b> werken: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ De <b>ontwerper</b> kan geneigd zijn om enkel <b>in de classificatie beschikbare elementvarianten te kiezen</b>, terwijl andere niet in de lijst voorkomende oplossingen misschien interessanter zijn.</li> <li>○ De <b>producent</b> kan niet zien hoe zijn verwerkt materiaal presteert en kan dus zijn <b>product niet situeren</b>.</li> </ul> </li> <li>• Onder invloed van EN 15804 en EN 15978 gaat de <b>tendens naar LCA op gebouwniveau, liefst met productspecifieke informatie (EPD's)</b>, wat een milieuclassificatietool <b>op elementniveau niet toelaat</b>.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Het <b>eindige aantal niet aanpasbare gebouwelementen</b> heeft tot gevolg dat frequente updates noodzakelijk zijn om aan de noden van de bouwsector te blijven beantwoorden. =&gt; Hierbij is er een risico dat het aantal oplossingen veel te groot wordt om nog gebruiksvriendelijk te blijven</li> </ul>
--	---

Tabel 8: Algemene SWOT-analyse van LCA-simulatietools.

<b>LCA-simulatietools</b>	
<b>Strengths</b>	<b>Weaknesses</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Grote flexibiliteit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ De gebruiker kan <b>zelf gebouwelementen samenstellen</b>, aangepast aan zijn specifieke kwaliteitseisen.</li> <li>○ Gemakkelijke opname van <b>productspecifieke EPD's</b>.</li> <li>○ Toepasbaar op <b>nieuwbouw</b> en <b>renovatie</b> (mits een aangepaste methodologie voor de impactevaluatie bij renovatie).</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gebruiksvriendelijkheid</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Het zelf samenstellen van gebouwelementen is <b>complex</b> en kan <b>tijdsintensiever</b> zijn . De analyse kan echter ingekort worden, indien voorgedefinieerde elementen beschikbaar zijn.</li> <li>○ Geen garantie dat technisch equivalente oplossingen vergeleken worden.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Opportunities</b>	<b>Threats</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Link met hoger en lager niveau</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Gemakkelijk uit te breiden naar een <b>LCA-evaluatietool</b> op gebouwniveau (conform EN 15978) en op wijkniveau</li> </ul> </li> <li>• De mogelijkheid om te <b>kiezen voor productspecifieke data</b> bij de samenstelling van gebouwelementen kan <b>producenten aanzetten</b> om data aan te leveren en zo de materialendatabank steeds uit te breiden.</li> <li>• de <b>link met een energieberekeningstool</b> laat toe om <b>dubbele invoer van data te vermijden</b>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Overvloed aan simulatiemogelijkheden</b> kan afschrikwekkend zijn voor de gebruiker.</li> <li>• De <b>tijdsinpanning</b> om een analyse te doen moet beperkt blijven, anders is er een risico dat de tool niet gebruikt zal worden.</li> </ul>



## 2.6 Aanbevelingen voor de vertaling van de MMG-output

### 2.6.1 Inleiding

Op basis van de screening en de SWOT-analyse kunnen een aantal aanbevelingen voor de vertaling van de MMG-output naar de gebruikerspraktijk en naar beleidstoepassingen geformuleerd worden.

Zoals uit de stakeholderconsultaties is gebleken, is er een grote vraag vanuit de bouwsector voor een evaluatie, die zich niet beperkt tot het elementniveau, maar die ook het gebouwniveau in rekening neemt. Verder zouden op langere termijn naast de materiaalprestatie ook andere duurzaamheidsaspecten (zoals energieverbruik of bewonerstransport) volgens dezelfde LCA-methodiek afgewogen kunnen worden. Om deze evoluties mogelijk te maken, is het belangrijk om nu reeds een toekomstgericht model te ontwikkelen, dat stapsgewijs kan ingevuld en uitgebreid worden. Daarom wordt bij de aanbevelingen een onderscheid gemaakt tussen aanbevelingen en doelstellingen op korte termijn (binnen deze opdracht realiseerbaar) en aanbevelingen en doelstellingen op middellange en lange termijn (de definitie van de middellange en lange termijn doelstellingen is indicatief en dus niet gebonden aan een strikte tijdslijn. De prioriteiten kunnen, afhankelijk van de beleidsdoelstellingen of verwachtingen van de bouwsector, aangepast worden).

De aanbevelingen worden besproken volgens de structuur van het opgesteld evaluatiekader (zie paragraaf 2.3.2). Indien relevant, wordt telkens verwezen naar één of meerdere van de geëvalueerde tools, die als voorbeeld gesteld kunnen worden voor de specifieke aanbeveling of doelstelling.

### 2.6.2 Algemene gegevens

#### 2.6.2.1 Doelgroepen

In de plaats van verschillende naast elkaar liggende tools streven we naar **één enkele gebruikerstool**, die **bruikbaar** is **door verschillende doelgroepen**, zijnde **ontwerpers** (architecten en studiebureaus), **bouwheren** (private bouwheren, lokale besturen en bouwpromotoren), **producenten** van bouwmaterialen, bouwsystemen en technische installaties en **aannemers**. Hiervoor dient de tool te beschikken over een **variabele graad van complexiteit** (aangepast aan de verschillende noden en interesses van de gebruikers).

Wel blijft het mogelijk om op basis van dit instrument meer **specifieke tools, of producten** te ontwikkelen. Een voorbeeld hiervan is een gedetailleerde tool op bouw materiaalniveau, specifiek gericht naar de bouwmaterialenproducenten.

#### 2.6.2.2 Doel en opzet

In functie van de verschillende doelgroepen en hun uiteenlopende activiteiten moet de gebruikerstool voor **verschillende doeleinden** inzetbaar zijn. In de eerste plaats moet de tool een instrument zijn dat bouwheren toelaat om bepaalde beslissingen te nemen (**beslissingsinstrument**). Ten tweede moet de tool door ontwerpers gebruikt kunnen worden om vanaf het schetsontwerp gebouw(elementen) samen te stellen en te optimaliseren (**ontwerpinstrument**). Tot slot moet de tool producenten en aannemers toelaten om gebouwelementen en hun samenstellende (verwerkte) materialen te positioneren tegenover elkaar en/of tegenover een bepaalde referentie (**positioneringsinstrument**).

Om aan die doelstellingen te voldoen, moet de gebruikerstool **twee functies** combineren. Ten eerste moet de tool inzicht geven in de milieueffecten van het materiaalgebruik en tegelijkertijd bepaalde simulatiemogelijkheden aanbieden (**simulatietool**, bruikbaar als ontwerp- en positioneringsinstrument). Ten tweede moet de tool het mogelijk maken om de milieueffecten van het materiaalgebruik te vergelijken met een bepaalde referentie of beoordelingschaal (**milieuprestatietool**, bruikbaar als beslissings- en positioneringsinstrument).

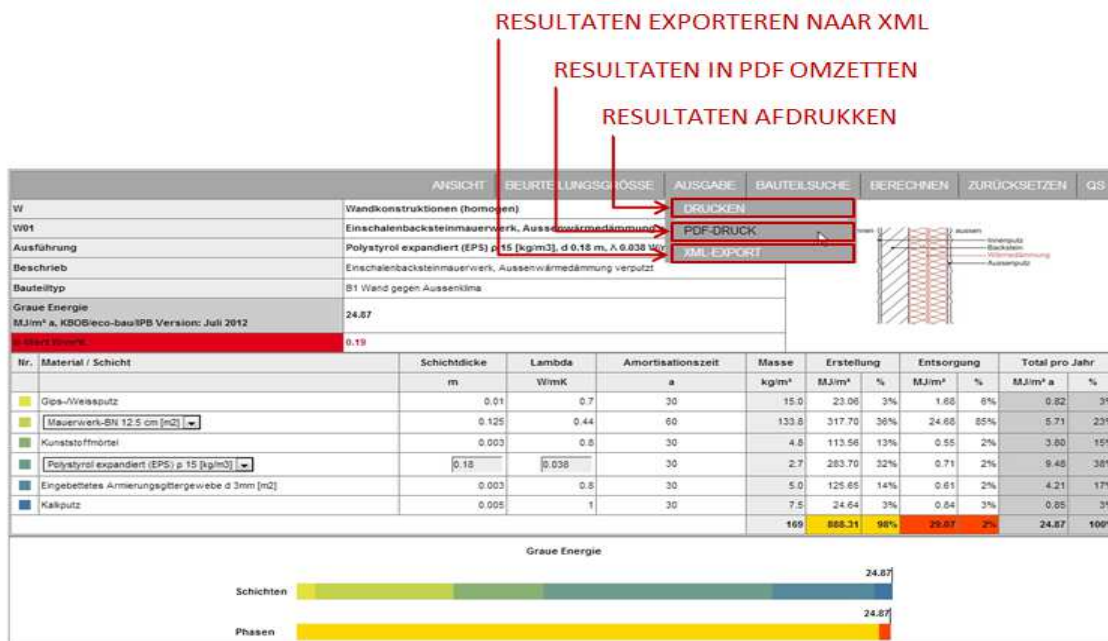
### 2.6.2.3 Vorm

Om simulaties door te voeren en de milieuprestatie van gebouw(element)en te kunnen berekenen, moet een **software** ontwikkeld worden. Deze software kan op twee manieren geïmplementeerd worden met elk hun voor- en nadelen.

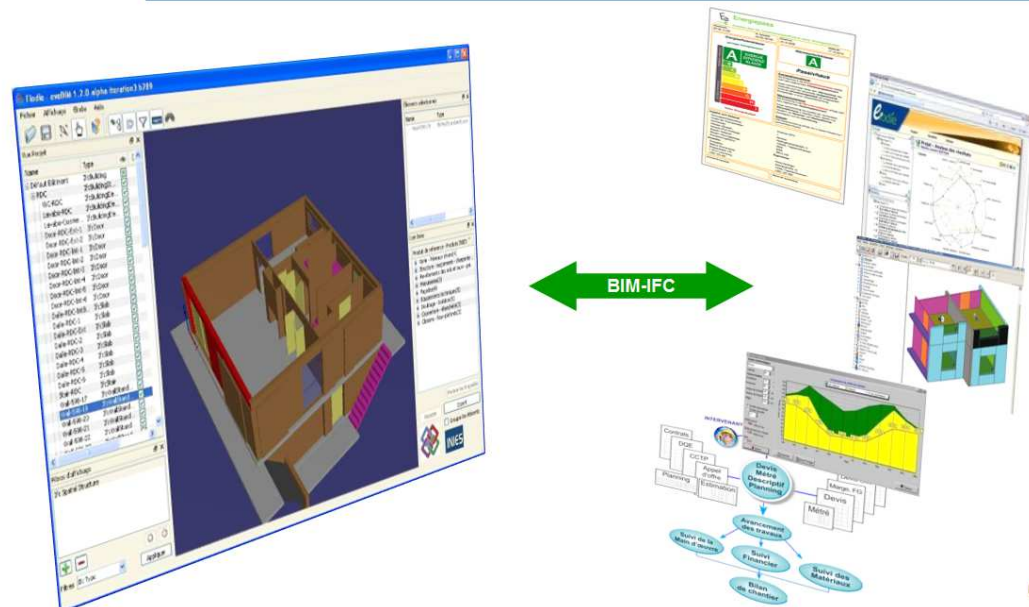
Eenzijds kan de software online beschikbaar gesteld worden via een **webapplicatie** (cf. Baubook en Bauteilkatalog.ch) met eventueel de mogelijkheid om projecten online (cf. Elodie) of op de eigen computer (cf. GPR Bouwbesluit) op te slaan. Het voordeel hiervan is dat updates van het programma automatisch verlopen, zodat er geen risico is dat de gebruiker met oudere versies van de software zou werken

Anderzijds kan een **downloadbare software** aangeboden worden (cf. EPB software en Ecoquaestor (Excelbestand)). Dit heeft als voordeel dat het programma altijd beschikbaar is en dus niet afhankelijk van de aanwezigheid van een internetaansluiting of eventuele onderhoudsbeurten, alsook dat oude bestanden nog steeds met de oudere versies van de software kunnen geopend worden (Bij een webapplicatie blijven oudere versies van de software meestal niet online beschikbaar).

Verder wordt het uitgeven van een handboek op basis van de resultaten uit de software niet aangeraden, omwille van de noodzakelijke herziening van de publicaties bij elke update van de software. Daarentegen wordt er wel aanbevolen om een aantal functionaliteiten in de software in te bouwen, zodat de assessor de resultaten kan verwerken en gebruiken in andere applicaties. Op korte termijn zou het mogelijk moeten zijn om de **data van geselecteerde varianten af te drukken** (zo kan de gebruiker een eigen handboek samenstellen), alsook de **resultaten van een simulatie te exporteren** naar een ander programma (vb. XML, XLS en/of PDF formaat) (cf. Baubook en Bauteilkatalog.ch; zie Figuur 8). Op lange termijn zou dan ook een **link met andere software**, zoals een 3D-programma of Building Information Modelling (BIM), gelegd kunnen worden (cf. Elodie; zie Figuur 9).



**Figuur 8: Mogelijkheid tot het afdrukken en/of exporteren van simulatieresultaten naar een ander programma (PDF of XML) - Bauteilkatalog.ch (BFE, Verein eco-bau 2013)**



**Figuur 9: Mogelijke link tussen een LCA-simulatieprogramma voor gebouwen en een 3D- / BIM programma - Elodie (CSTB 2013)**

## 2.6.2.4 Toepassingsgebied – type gebouwen

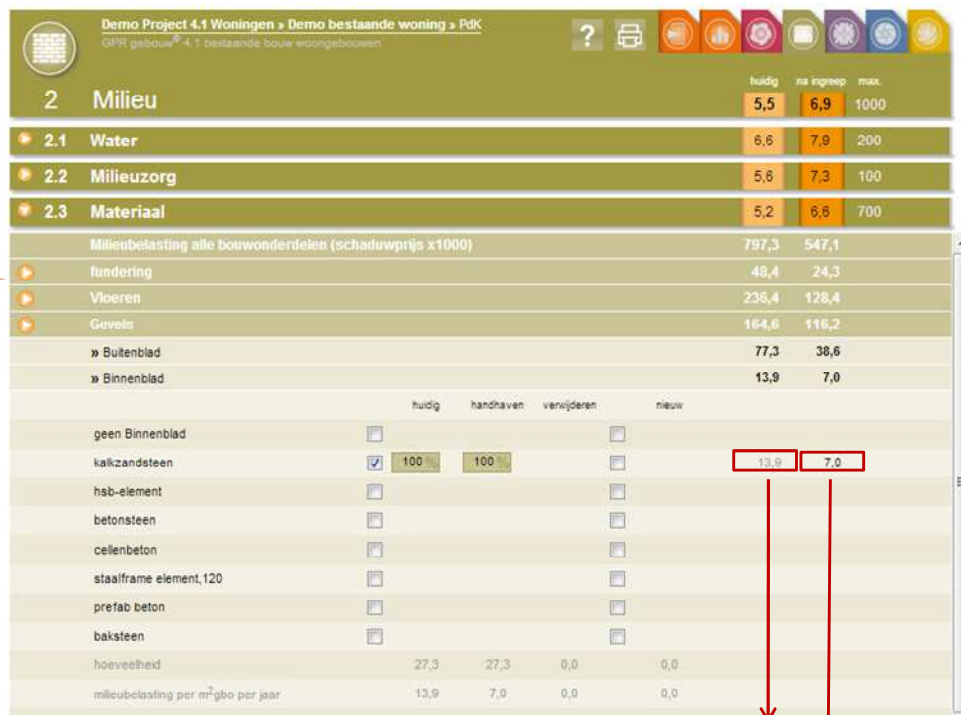
De gebruikerstool zou **universeel toepasbaar** moeten zijn. Dit wil zeggen dat een indeling van de bouwelementen per type gebouw vermeden moet worden. De SWOT-analyse heeft immers uitgewezen dat zulk een indeling innovatieremmend kan werken, omdat het een hele reeks elementenvarianten uit de keuzemogelijkheden van de ontwerper uitsluit (zoals de toepassing van industriële bouwsystemen in woningbouw). Daarentegen zou er wel een onderscheid naar type gebouw moeten gemaakt worden wat betreft de milieuprestatie-eisen, gezien de kwaliteits- en comforteisen sterk kunnen verschillen tussen de bouwtypes. (vb. de afwerkingsgraad in industriebouw is veel lager dan in woningbouw, waardoor andere materiaalprestatie-eisen gesteld kunnen worden).

## 2.6.2.5 Toepassingsgebied – nieuwbouw / renovatie

De tool is idealiter **toepasbaar op zowel nieuwbouw als renovatie**.

Op korte termijn zal de tool zich focussen op nieuwbouw omwille van de beschikbare bouwelementvarianten in de MMG-databank (Er zijn nog geen elementsamenstellingen voor renovatie in de databank opgenomen).

Het uitrekenen van specifieke varianten voor renovatie vereist nog bijkomend onderzoek en zou dus pas op middellange termijn in de gebruikerstool geïntegreerd worden. Zo moet de methodologie bepaald worden om de voordelen van het hergebruik van bestaande gebouwonderdelen in te rekenen. Hierbij kan men kiezen tussen twee opties: ofwel schrijft men de oorspronkelijke impact van de bestaande gebouwonderdelen verder af over de resterende levensduur van het gebouw(element) (cf. GPR Gebouw – zie Figuur 10) ofwel laat men de impact van de bestaande gebouwonderdelen gewoonweg buiten beschouwing (cf. Bauteilkatalog.ch; zie Figuur 11).



JAARLIJKSE AFSCHRIJVING VOOR RENOVATIE

JAARLIJKSE AFSCHRIJVING NA RENOVATIE

Figuur 10: Afschrijving van de milieu-impact van bestaande gebouwonderdelen bij renovatie - GPR Gebouw (W/E Adviseurs 2013)

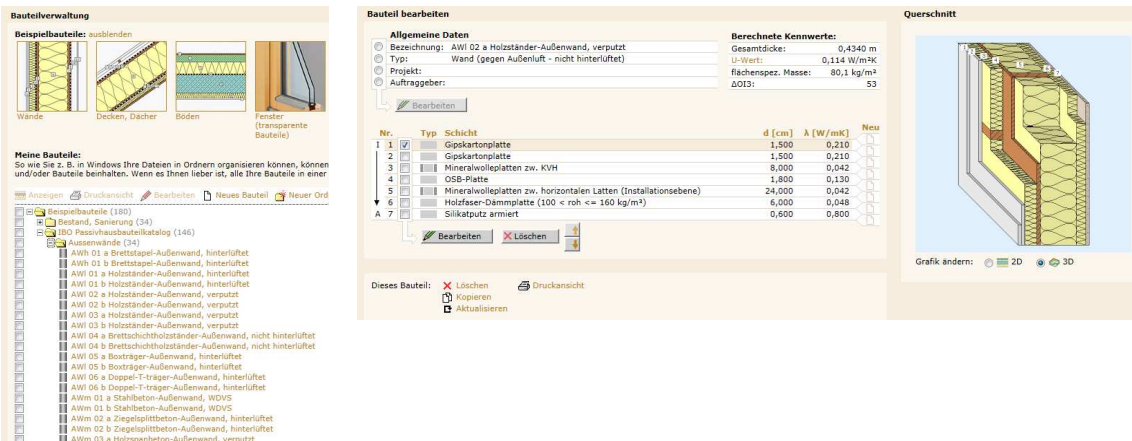
	ANSICHT	BEURTEILUNGSGRÖSSE	AUSGABE	BAUTEILSUCHE	BERECHNEN	ZURÜCKSETZEN	QS	
Bs	Bodenkonstruktionen (homogen)							
Bs01a	Betondecke mit Zementüberzug, Aussensanierung mit Deckenverkleidung							
Ausführung	Steinwolle p 30 [kg/m3], d 0.16 m, λ 0.04 W/mK							
Beschrieb	Aussensanierung: Lattenrost, Wärmedämmung und Deckenverkleidung. Diese Sanierungsvariante ist inhomogen.							
Bauteiltyp	C1 Boden gegen Aussenklima							
Graue Energie	2.40							
MJ/m² a, KBOB/eco-bau/IPB Version: Juli 2012								
U-Wert W/m²K	0.26							
Nr.	Material / Schicht	Schichtdicke	Lambda	Amortisationszeit	Masse	Erstellung	Entsorgung	Total pro Jahr
		m	W/mK	a	kg/m²	MJ/m²	%	MJ/m² a
						%	%	%
	Zementunterlagsboden	0.07	1.4	30	129.5	0.00	0%	0.00
	Dampfbremse Polyethylen (PE)	0.0002	0	30	0.2	0.00	0%	0.00
	bestehende Wärmedämmung 0 cm	0	0.045	30	0.0	0.00	0%	0.00
	Betondecke d=18cm (Fe 80kg/m3) [m2]	0.18	2.3	60	445.7	0.00	0%	0.00
	Steinwolle p 30 [kg/m3]	0.16	0.04	40	4.3	64.67	69%	1.06
	Lattenrost 60/80mm, a 0.66, (doppelt über Kreuz) [m2]	0	0.13	40	6.8	11.66	12%	0.30
	Massivholz Fichte / Tanne / Lärche, luftgetrocknet, gehobelt	0.015	0.13	40	7.0	17.79	19%	0.69
					594	94.12	98%	2.05
								2.40
								100%

Figuur 11: Bij de evaluatie van renovatie-oplossingen wordt de milieu-impact van bestaande gebouwonderdelen buiten beschouwing gelaten en dus op nul gezet - Bauteilkatalog.ch (BFE, Verein eco-bau 2013)

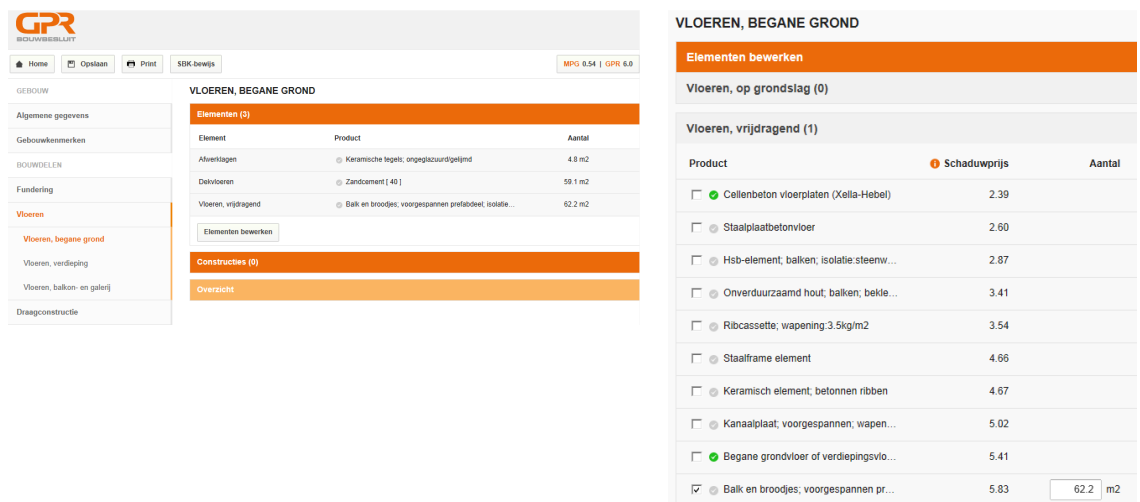
### 2.6.2.6 Toepassingsgebied – ontwerpfase

Wat de verschillende ontwerpfasen betreft, moet de tool al **vanaf het schetsontwerp** bruikbaar zijn. Dit is mogelijk dankzij een combinatie van **voorgedefinieerde varianten** (met een direct beschikbare milieuscore) en **zelf in te geven elementen**, die een stapsgewijze verfijning doorheen het ontwerpproces toelaat (cf. Baubook; zie Figuur 12). Deze aanpak kan doorgetrokken worden naar de andere schaalniveaus, door bijvoorbeeld te werken met

voorgedefinieerde gebouwtypes, die dan in de loop van het ontwerp stapsgewijs verfijnd en geoptimaliseerd kunnen worden (cf. GPR Bouwbesluit; zie Figuur 13).



Figuur 12: Voorgedefinieerde (wijzigbare) elementvarianten (links) en zelf in te geven elementen op basis van een databank van (verwerkte) materialen (rechts) - Baubook (IBO 2013)



Figuur 13: Voorgedefinieerde gebouwtypes (links), die stapsgewijs verfijnd kunnen worden door het aanpassen van de samenstelling van de verschillende elementen (rechts) - GPR Bouwbesluit (W/E Adviseurs 2013)

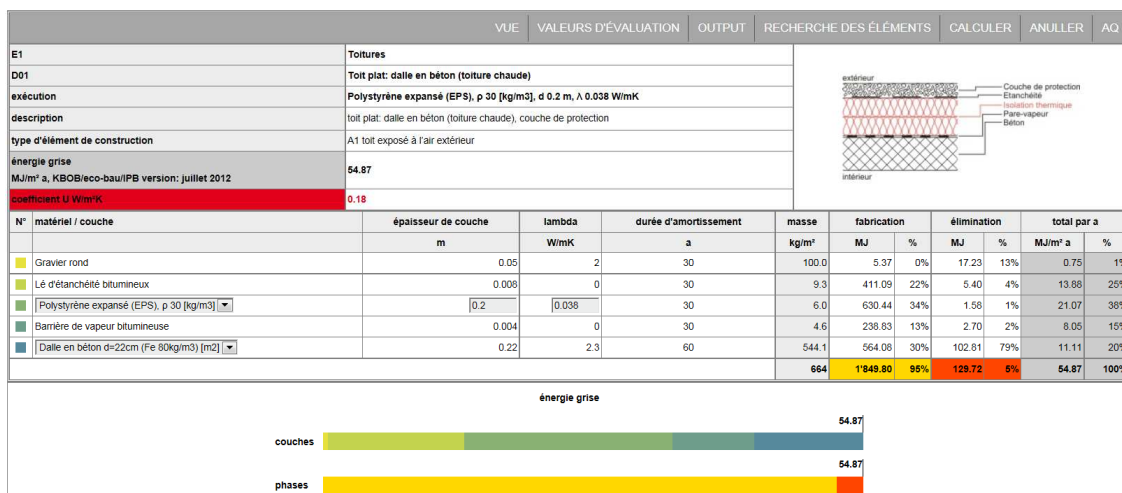
### 2.6.2.7 Niveau van de evaluatie

Idealiter zou de tool een evaluatie op verschillende schaalniveaus moeten toelaten. Deze schaalniveaus moeten onderling met elkaar gelinkt zijn (dus van elkaars resultaten en databanken gebruik maken), maar moeten evenzeer een analyse op één specifiek niveau toelaten (cf. Baubook biedt met "Deklarationszentrale", "Rechner für Bauteile" en "eco2soft" 3 gelinkte tools voor respectievelijk een evaluatie op het niveau van de bouwmaterialen, gebouwelementen en gebouwen). Op termijn worden best de volgende **5 schaalniveaus** geïmplementeerd: **bouwmaterialen, verwerkte materialen, gebouwelementen, gebouwen en wijken**.

Omdat met elk van de verschillende schaalniveaus specifieke databanken, voorgedefinieerde varianten en berekeningen gepaard gaan, stellen we voor om gefaseerd te werk te gaan.

Op korte termijn wordt een **tool op elementniveau met beperkte simulatiemogelijkheden** uitgewerkt (vb. aanpassing van het type en de dikte van de isolatielaag, van het type afwerkingslaag of primaire laag, ...; cf. Bauteilkatalog.ch; zie Figuur 14). Als antwoord op de vraag van de stakeholders, zal deze tool ook direct gekoppeld worden aan een **gebouwevaluatie**. Hierbij wordt de milieu-impact van het gehele gebouw berekend als de som van de impact van elk van de individuele ruimtebegrenzende gebouwelementen, vermenigvuldigd met hun respectievelijke ratio binnen het gebouw (cf. Baubook, zie Figuur 15).

Er wordt dus voorlopig geen rekening gehouden met de impact van de technische installaties en de aansluitingen tussen de gebouwelementen (vb. dakrand, plinten, ...).



Figuur 14: Voorgedefinieerde elementvariant, met beperkte aanpassingsmogelijkheden (in dit geval de dikte en het type van de isolatielaag en het type primaire laag) - Bauteilkatalog.ch (BFE, Verein eco-bau 2013)



Figuur 15: Vereenvoudigde gebouwberekening op basis van de som van de milieu-impact van de ruimtebegrenzende gebouwelementen, vermenigvuldigd met hun respectievelijke ratio binnen het gebouw - Baubook eco2soft (IBO 2013).

Op middellange termijn kan de evaluatie op elementniveau verder uitgebreid worden met de mogelijkheid om zelf gebouwelementen op basis van een databank van verwerkte materialen op te bouwen (cf. Baubook; zie Figuur 12). Daarnaast kan een verfijnde gebouwberekening uitgewerkt worden (inclusief de milieu-impact van installaties en aansluitingen tussen de gebouwelementen). Het is slechts op gebouwniveau dat energieberekeningen kunnen rekening houden met oriëntatie van ramen, obstuctie-elementenen in de omgeving, thermische massa van de verschillende elementen, ventilatiesystemen, gebruikspatronen. Meerdere evaluatiesystemen voeren ook hier benaderingen in zoals dat in de equivalente graddagen methode geschiedt.

Op lange termijn kan de schaal van de evaluatie nog verder uitgebreid worden tot op het niveau van de verwerkte materialen en tot op het wijkniveau. Op die manier wordt het

mogelijk om enerzijds zelf verwerkte materialen samen te stellen op basis van een databank van bouwmaterialen (cf. Baubook; zie Figuur 16) en anderzijds een evaluatie van een hele wijk uit te voeren (cf. GreenCalc+ en Figuur 23).

**Bouwelement 2:** Bearbeiten / Schichten / Schicht Nr. 1

Orientierung der Balken:  vertikal  horizontal

**Schichtaufbau**

6 cm

62,5 cm  Achsmaß  Breitenmaß

**Materialauswahl**

Nr.	Material	d [cm]	Mögliche Dicken [cm]	$\lambda$ [W/mK]	relevant für		
					U	OI3	BGO
1	Klemmrock 040	5	24	0,04	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Pfeifer Holz Brettschichtholz			0,12	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Bearbeiten

Eigene Bezeichnung der Schicht:  löschen ?

OK Abbrechen

↓  
VERWERKT MATERIAAL SAMENSTELLEN

Figuur 16: Zelf samenstellen van een verwerkte materiaal op basis van een databank van bouwmaterialen - Baubook (IBO 2013)

## 2.6.3 Evaluatiemethodiek

### 2.6.3.1 Milieu-indicatoren

Er wordt gestreefd naar een evaluatie van zoveel mogelijk representatieve milieu-impacts. De MMG-impactindicatoren (CEN en CEN+) dekken een breed bereik aan impacts en vormen dus een goede basis voor een evaluatie van de materiaalprestatie.

Bij het toevoegen van bijkomende indicatoren dient er wel aandacht te gaan naar het vermijden van overlappingsen. Zo wordt het afgeraden om indicatoren, zoals het primair energieverbruik en de hoeveelheid geproduceerd afval, op te nemen. Deze aspecten zijn inderdaad te vertalen naar andere milieu-impactindicatoren (bv. het primair energieverbruik heeft onder andere een invloed op de CEN-indicator "Klimaatverandering") en worden dus best enkel ter informatie in een aparte rubriek vermeld.

Op korte termijn wordt er voorgesteld om met de bestaande **MMG-indicatoren (CEN en CEN+ indicatoren)** te werken binnen de op te stellen gebruikerstool. Omdat deze indicatoren echter nog ontwikkeling zijn en binnen de komende periode nog zullen evolueren, zijn op middellange en lange termijn een **opvolging en update van deze indicatoren** noodzakelijk.

Daarnaast zal er in de toekomst (op lange termijn) onderzoek moeten gebeuren naar de integratie van **lokale milieuaspecten** in de LCA-methodiek, zoals hinder en emissies van bouwmaterialen naar de binnenlucht (cf. NIBE Milieuclassificaties; zie Figuur 17).

Milieucriteria			
<b>Emissies</b>			
br	broeikaseffect	1,73E+1	kg CO <sub>2</sub> eq
oz	ozonlaagaantasting	1,82E-8	kg CFC-11 eq
hu	humane toxiciteit	3,29E+0	kg 1,4 DB eq
aq	aquatische toxiciteit (zoet)	1,37E-1	kg 1,4 DB eq
aq	aquatische toxiciteit (zout)	5,89E+2	kg 1,4 DB eq
te	terrestische toxiciteit	3,38E-2	kg 1,4 DB eq
fo	fotochem. toxiciteit	7,74E-3	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq
ve	verzuring	5,80E-2	kg SO <sub>2</sub> eq
eu	eutrofiëring (vermesting)	1,14E-2	kg PO <sub>4</sub> eq
<b>Uitputting</b>			
bi	biotische grondstoffen	8,33E-5	mbp
ab	abiotische grondstoffen	2,88E-5	kg Sb eq
en	energiedragers	8,67E-2	kg Sb eq
<b>Landgebruik</b>			
la	landgebruik	1,85E+0	PDF.m <sup>2</sup> .jr
<b>Hinder ten gevolge van</b>			
st	stank	1,42E+8	OTV m <sup>2</sup>
we	geluid door wegtransport	3,42E-4	DALY
pr	geluid door productie	2,54E+2	mbp
li	licht	1,21E+1	mbp
ca	kans op calamiteiten	8,87E+0	mbp

Figuur 17: Opname van lokale milieuaspecten binnen de LCA-analyse van een gebouwelement - NIBE Milieuclassificaties (NIBE 2013).

### 2.6.3.2 Weging en aggregatie

Om het nemen van beslissingen te vergemakkelijken, wordt binnen milieuevaluaties vaak gebruik gemaakt van weging en aggregatie. De MMG-experttool past hiervoor een **weging op basis van milieukosten** toe (m.b.v. monetaisatiefactoren voor elke indicator). Deze methode wordt beschouwd als een meer objectieve weegmethode (vergeleken bijvoorbeeld met wegingsfactoren gebaseerd op een panelondervervaging) en biedt ook de mogelijkheid tot internalisering van externe kosten (milieubelasting).

Wat de uit te werken gebruikerstool betreft, wordt aanbevolen om op korte termijn de **MMG-wegingsmethode en monetaisatiefactoren** te behouden. Op middellange termijn zijn echter een diepgaand onderzoek naar monetaisatie en een actualisatie van de monetaisatiefactoren aanbevolen. Op lange termijn kan dan overgegaan worden tot een integratie van de financiële kosten en een berekening van de **financiële, milieu- en totale kosten** van de verschillende gebouw(element)varianten (zie ook paragraaf 2.6.5.2 en Figuur 24).

### 2.6.3.3 Waarderingsysteem

Met het oog op beleidstoepassingen, is het noodzakelijk om de resultaten van de simulaties te kunnen positioneren tegenover een referentie en/of een beoordelingschaal. M.a.w. er is een waarderingsysteem nodig.

Dit waarderingsysteem zou het best gebruik maken van een **beoordelingschaal op basis van milieukosten** (zie paragraaf 2.6.3.2). Deze schaal moet **continu en lineair** zijn; zodat de milieuprofielen kunnen gerangschikt worden zonder verlies aan milieugegevens, zoals dat wel het geval is bij een opdeling in verschillende klassen. Daarnaast moet het gaan om een **absolute schaal** met het nulpunt gelijk aan de nulimpact, waardoor er geen aanpassingen van de schaal nodig zijn in functie van evoluties in de bouwpraktijk. Op die schaal worden dan een aantal **referentiewaarden** aangeduid die wel moeten evolueren met de gangbare bouwpraktijk.

De mogelijke **prestatie-eisen** worden het best **op gebouwniveau** (of wijkniveau) vastgelegd, zodat de ontwerper voldoende vrijheid behoudt bij het optimaliseren van zijn ontwerp. Dit kan zich vertalen in een **ME-peil** (materiaal- en energieprestatiepeil). Op elementniveau kunnen dan **indicatieve streefwaarden (me-waarden)** uitgewerkt worden (naar analogie met de PHPP methodiek, waar het netto-energieverbruik voor verwarming als prestatie-eis opgenomen wordt, in combinatie met indicatieve streefwaarden voor de U-waarden).

Op korte termijn kan de prestatie-eis (ME-peil) uitgewerkt worden op basis van de vereenvoudigde berekening op gebouwniveau en kunnen indicatieve me-waarden voor de verschillende gebouwelementen vastgelegd worden. Op middellange termijn kan dan een volledig ME-peil op gebouwniveau bepaald worden.



### 2.6.3.4 Data

De toegepaste databank bestaat idealiter uit een combinatie van **generieke en specifieke data**, zodat producenten gestimuleerd worden om de milieu-impact van hun producten te verbeteren. In een tussenfase, zou een bepaalde graad van flexibiliteit kunnen toegelaten worden, zoals een combinatie van specifieke data voor de CEN-indicatoren en van generieke data voor de CEN+ indicatoren. Maar vermits het invoegen van specifieke data een databank en simulatietool op (verwerkt) materiaalniveau impliceert, is deze integratie slechts voorzien op middellange termijn voor de verwerkte materialen en op lange termijn voor de bouwmaterialen (cf. Bauteilkatalog - zie Figuur 18).

**BAUTEILKATALOG.CH**

HOME | INFORMATIONEN | FUNKTIONEN | MY BAUTEILKATALOG.CH | KATALOGE | FRANÇAIS | ANMELDEN

#### Saint-Gobain Isover SA

Saint-Gobain Isover SA, Route de Payerne 1, 1522 Lucens, Tel. 021 906 01 11, Fax 021 906 02 05, info.isoverch@saint-gobain.com

- Saint-Gobain Isover SA
  - 10 Dächer
  - 20 Wände / Mauern / Fassaden
    - 21 Hinterlüftete Fassaden
    - 22 Zweischalenmauerwerke
    - 23 Einschalenmauerwerke mit Innendämmung
    - 24 Aussenwände - Holzbau
    - 25 Trennwände
  - 30 Decken / Böden

22 Zweischalenmauerwerke

22	isover-22-200	Zweischalenmauerwerke, Backstein - Backstein
22	isover-22-210	Zweischalenmauerwerke, Backstein - Sichtbackstein
22	isover-22-300	Zweischalenmauerwerke, Kalksandstein - Sichtkalksandstein
22	isover-22-400	Zweischalenmauerwerke, Beton - Sichtbackstein

Figuur 18: Integratie van specifieke data in gebouwelementen - Bauteilkatalog.ch (BFE, Verein eco-bau 2013)

## 2.6.4 Implementatie en structuur

### 2.6.4.1 Structuur en opbouw

Om met de complexiteit van een gebouwimpactevaluatie te kunnen omgaan, is er nood aan een duidelijke structuur en opbouw van de gebruikerstool. We stellen voor om de hiërarchische structuur van de **elementenmethode** toe te passen met een opsplitsing in bouwmaterialen, verwerkte materialen, gebouwelementen, gebouwen en wijken. Voor de opdeling in functionele elementen kan gebruik worden gemaakt van de **BB/SfB codering** (zie Figuur 15). Deze codering laat toe om gebouwelementen te rangschikken naar primaire lagen, buitenafwerking en binnenafwerking. Op basis van die codering kan ook gemakkelijk een zoekfunctie in de gebruikerstool ingebouwd worden (als hulpmiddel om de betrokken elementen / (verwerkte) materialen terug te vinden).

onderbouw				bovenbouw				technische uitrusting		inrichting		andere
(0-) terrein, projecten	(1-) bodem, onderbouw	(2-) primaire elementen van kernbouw	(3-) secundaire elementen, afsluitende elementen van de kernbouw	(4-) afwerking	(5-) technische uitrusting hoofdzakelijk funder	(6-) technische uitrusting hoofdzakelijk meubelen	(7-) vaste inrichting	(8-) losse inrichting	(9-) elementen buiten het gebouw, hoger niet genoemde elementen van label 1	(90) elementen buiten het gebouw		
	(10)	(20)	(30)	(40)	(50)	(60)	(70)	(80)	(90)			
	(11)	(21)	(31)	(41)	(51)	(61)	(71)	(81)	(91)			
	(12)	(22)	(32)	(42)	(52)	(62)	(72)	(82)	(92)			
	(13)	(23)	(33)	(43)	(53)	(63)	(73)	(83)	(93)			
	(14)	(24)	(34)	(44)	(54)	(64)	(74)	(84)	(94)			
	(15)	(25)	(35)	(45)	(55)	(65)	(75)	(85)	(95)			
	(16)	(26)	(36)	(46)	(56)	(66)	(76)	(86)	(96)			
	(17)	(27)	(37)	(47)	(57)	(67)	(77)	(87)	(97)			
	(18)	(28)	(38)	(48)	(58)	(68)	(78)	(88)	(98)			
	(19)	(29)	(39)	(49)	(59)	(69)	(79)	(89)	(99)			

Figuur 19: Hiërarchische opdeling in functionele elementen volgens de BB/SfB codering (De Troyer et al. 1990)

### 2.6.4.2 Inputparameters en simulatiemogelijkheden

De gebruikerstoel moet, in functie van de belangstelling van de verschillende gebruikers, voldoende flexibiliteit aanbieden met betrekking tot de invoerparameters. Dit kan bereikt worden door een combinatie van **voorgedefinieerde varianten** en **zelf in te geven varianten** op de verschillende schaalniveaus (cf. Baubook en Bauteilkatalog.ch; zie Figuur 12, Figuur 13, Figuur 14 en Figuur 16). De voorgedefinieerde varianten geven aan de gebruiker een snel resultaat, terwijl de wijzigbare of zelf in te geven varianten toelaten om de samenstelling aan te passen en te optimaliseren (Op basis van die nieuwe varianten kan de gebruiker dan een eigen bibliotheek opbouwen – zie Figuur 18).

Wat de **simulatiemogelijkheden** betreft, wordt er aangeraden om deze te **beperken tot de beslissingsmogelijkheden van de ontwerper**: doorgedreven simulatiemogelijkheden zouden mogelijk een negatieve impact kunnen hebben op de gebruiksvriendelijkheid en de coherentie van de tool als milieuprestatietool. Dit betekent dat algemene scenario's (transport en EOL-scenario's) en bouwmaterialendata best vastgelegd worden. Indien gewenst, zou wel een specifieke tool met zeer uitgebreide simulatiemogelijkheden op bouwmaterialenniveau, gericht naar de bouwmaterialenproducenten, uitgewerkt kunnen worden (zie ook paragraaf 2.6.2.1).



Figuur 20: Eigen bibliotheek van bouwelementen - Baubook (IBO 2013)

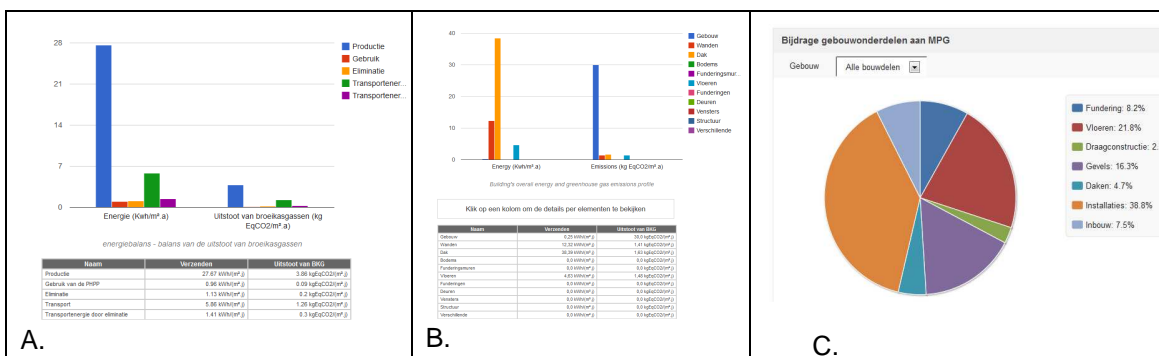
Rekening houdend met de huidige mogelijkheden van de MMG-experttools worden *op korte termijn* slechts **bepaalde simulatiemogelijkheden**, zoals het aanpassen van het type en de dikte van de isolatielaag en van het type afwerkingslaag of primaire laag, voorzien (cf. Bauteilkatalog.ch; zie Figuur 14). *Op middellange termijn* zouden de simulatiemogelijkheden uitgebreid kunnen worden tot het **volledig samenstellen van elementen** op basis van de beschikbare verwerkte materialen (cf. Baubook; zie Figuur 12). *Op lange termijn* tot slot zouden ook **verwerkte materialen samengesteld** kunnen worden op basis van de beschikbare bouwmaterialen in de bouwmaterialendatabank (cf. Baubook, zie Figuur 16).

### 2.6.4.3 Weergave van de resultaten

Bij het weergeven van de resultaten moet er rekening mee gehouden worden dat de verschillende doelgroepen een verschillende graad van detail kunnen nastreven. Daarom moet de weergave van de resultaten voldoende flexibiliteit toelaten. Zowel een **globaal resultaat** met de totale milieukosten per element en/of gebouw, als verschillende **deelresultaten**, zoals de impact per milieu-indicator (gemonetariseerd en niet-gemonetariseerd) en de bijdrage van de verschillende levenscyclusfasen en de samenstellende onderdelen (vb. impact van de verwerkte materialen in een element of impact van de verschillende elementen in een gebouw) zouden beschikbaar moeten zijn (zie Figuur 21).

Daarnaast zijn zowel een **cijfermatige** als een **grafische weergave** wenselijk, bijvoorbeeld op basis van tabellen, staafdiagrammen (absolute resultaten) en/of taartdiagrammen (relatieve bijdragen) (zie Figuur 21). Ook draagt een **visuele weergave van de elementsamenstellingen** bij tot de gebruiksvriendelijkheid (zie Figuur 12).

Tot slot is het belangrijk om de resultaten van verschillende **varianten** (elementen, gebouwen, wijken) **naast elkaar** te kunnen zetten (zie Figuur 22).



Figuur 21: Verschillende mogelijkheden om de resultaten van een LCA-simulatie weer te geven: A. absolute bijdrage van de levenscyclustfasen - BeGlobal (PMP 2013), B. absolute bijdrage van de samenstellende onderdelen - BeGlobal (PMP 2013), C. relatieve bijdrage van de verschillende gebouwelementen aan de totale milieu-impact van het gebouw - GPR Bouwbesluit (WE Adviseurs 2013)

13. 06. 2013  
Damien Trigaux (P13544)  
KU Leuven

[www.baubook.at/btr](http://www.baubook.at/btr)  
rechner für bauteile

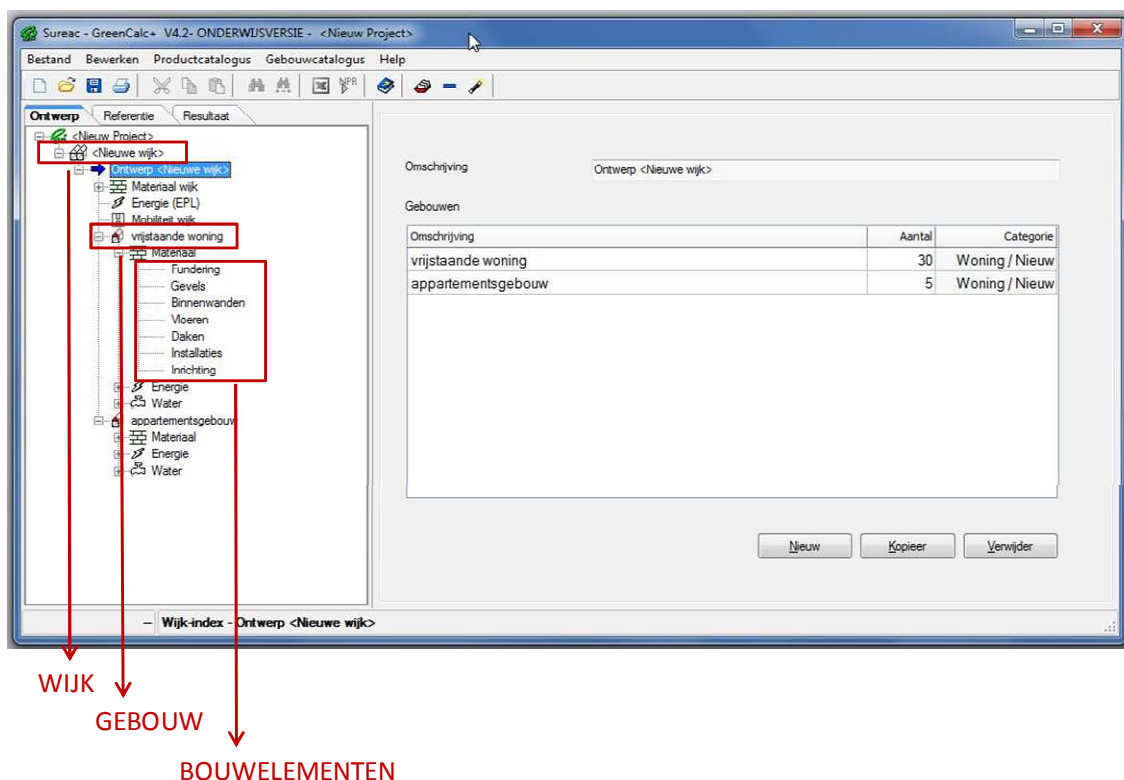
Bauteil	U [W/m²K]	d [m]	flächenspez. Masse [kg/m²]	PEI n. e. [MJ/m²]	GWP100 [kg CO <sub>2</sub> equ./m²]	AP [kg SO <sub>2</sub> equ./m²]	ΔOI3
AWh 01 a Brettstapel-Außenwand, hinterlüftet	0,115	0,5112	97,6	657,17	-98,2062	0,223831	35
AWh 01 b Brettstapel-Außenwand, hinterlüftet	0,119	0,5193	108,8	361,03	-140,2090	0,138378	7
AWI 01 a Holzständer-Außenwand, hinterlüftet	0,116	0,5031	86,0	670,90	-27,6122	0,193547	44
AWI 01 b Holzständer-Außenwand, hinterlüftet	0,119	0,4981	92,8	620,95	-48,9747	0,142616	32
AWI 02 a Holzständer-Außenwand, verputzt	0,114	0,4340	80,1	791,60	-19,8345	0,224971	53
AWI 02 b Holzständer-Außenwand, verputzt	0,130	0,4290	83,4	674,93	-38,6012	0,171690	39
AWI 03 a Holzständer-Außenwand, verputzt	0,120	0,4161	82,6	1023,13	3,8622	0,375621	85
AWI 03 b Holzständer-Außenwand, verputzt	0,133	0,4419	113,1	587,54	-41,8798	0,131169	30
AWI 04 a Brettschichtholzständer-Außenwand, nicht hinterlüftet	0,131	0,4622	95,0	1019,47	11,5956	0,375633	86
AWI 04 b Brettschichtholzständer-Außenwand, nicht hinterlüftet	0,120	0,4862	94,5	821,64	-63,5805	0,176104	40

Figuur 22: Vergelijking van de resultaten van verschillende varianten - Baubook (IBO 2013)

## 2.6.5 Integrale duurzaamheidsevaluatie

### 2.6.5.1 Link met evaluatie op hogere schaal

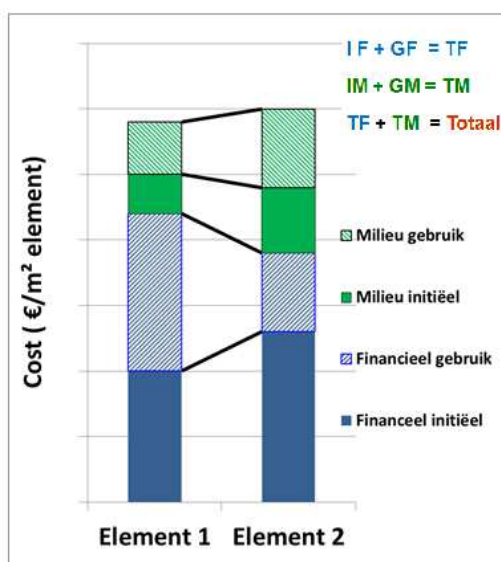
Het is de bedoeling om de gebruikerstoel op gebouwelementniveau uit te breiden naar een hoger niveau, met name het gebouwniveau en het wijkniveau. Dit kan *op korte termijn* via een **vereenvoudigde evaluatie op gebouwniveau** (zie ook paragraaf 2.6.2.7 en Figuur 15; cf. Bauteilkatalog.ch en Baubook), terwijl *op middellange* en *op lange termijn* een uitbreiding tot respectievelijk het **gebouwniveau** en **wijkniveau** mogelijk zou moeten zijn (zie ook paragraaf 2.6.2.7 en Figuur 23).



Figuur 23: Tool met evaluatie op element-, gebouw- en wijkniveau - Greencalc+ (Stichting Sureac 2013)

### 2.6.5.2 Financiële impact

Vermits de financiële impact vaak bepalend is bij de keuze van bouwoplossingen, is het aanbevolen om *op lange termijn* naast de milieukosten ook een berekening van de **financiële kosten te integreren** (cf. LEGEP). Op basis van de financiële en milieukosten kunnen dan de **totale kosten** berekend worden (zie ook paragraaf 2.6.3.2 en Figuur 24).

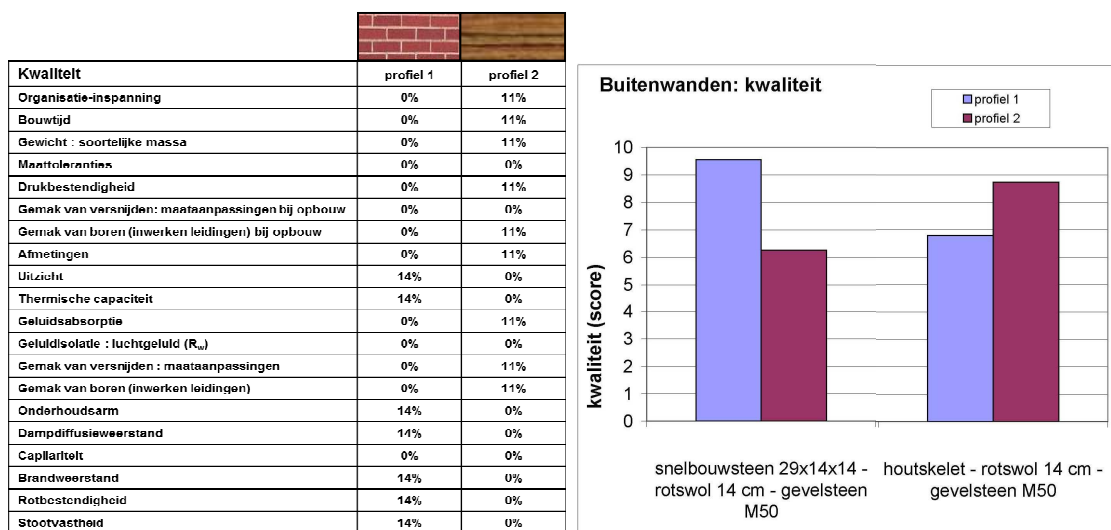


Figuur 24: Vergelijking van twee bouwelementen wat betreft hun milieu-, financiële en totale kosten.

### 2.6.5.3 Kwaliteitsevaluatie

De beoordeling van de materiaalprestatie van elementen, gebouwen en wijken zou moeten bestaan uit een **afweging tussen** de veroorzaakte **kosten** (milieu en/of financieel) en de **kwaliteiten** (vb. brandweerstand, akoestische eigenschappen, ...). Als eerste stap zouden *op*

*middellange termijn* kwaliteiten bij de verschillende elementvarianten vermeld kunnen worden. *Op lange termijn* zou dan een volledige **kwaliteitsevaluatie** op element-, gebouw- en/of wijkniveau geïmplementeerd kunnen worden (cf. ArDuCoKlei studie (KU Leuven, VITO, WTCB 2007-2008); zie Figuur 23).



**Figuur 25: Kwaliteitsevaluatie op basis van twee voorkeursprofielen: profiel met een voorkeur voor de kwaliteiten aanwezig in baksteenproducten (profiel 1) en profiel met een voorkeur voor de kwaliteiten aanwezig in houtproducten (profiel 2) (KU Leuven, VITO, WTCB 2007-2008).**

#### 2.6.5.4 Andere duurzaamheidsaspecten

De keuze van de materialen en bij uitbreiding van de gebouwelementen kan invloed hebben op heel wat andere duurzaamheidsaspecten, zoals energie, transport en water. Gezien de onderlinge relaties moeten al deze aspecten tegen elkaar afgewogen worden en best met eenzelfde (LCA-)methodiek.

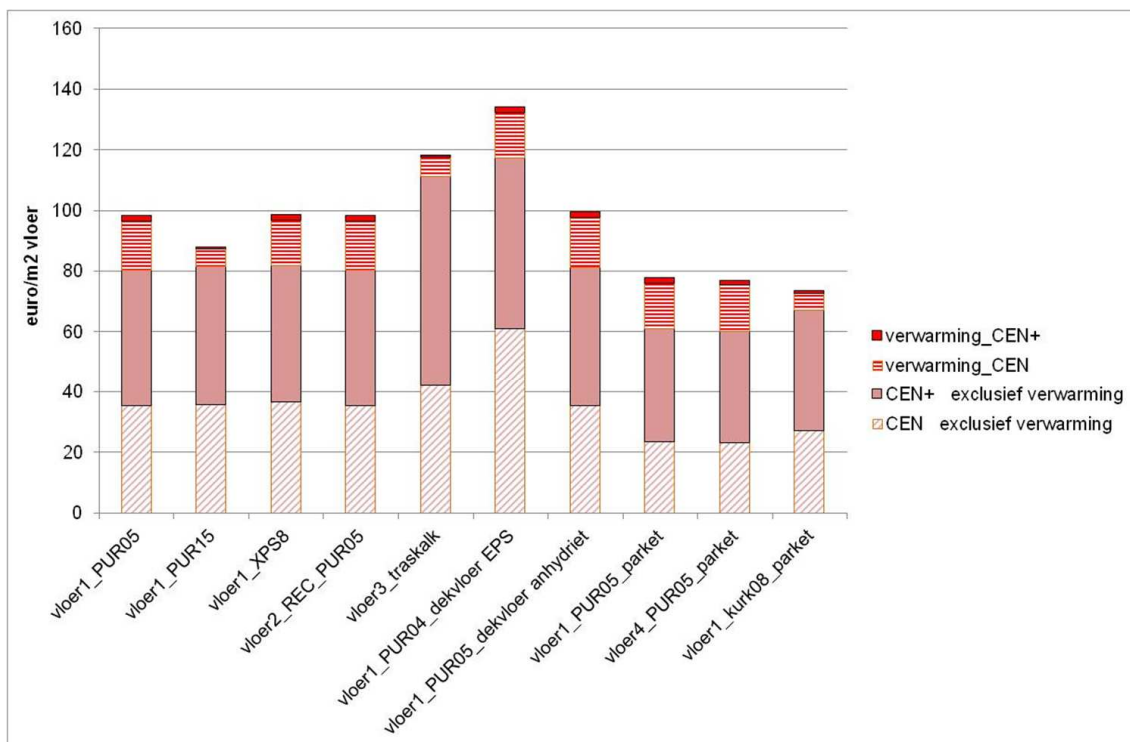
Dit zou op langere termijn kunnen leiden tot een evaluatie op basis van een **D-peil** (duurzaamheidspeil). Dit D-peil zou de **verschillende duurzaamheidsaspecten** omvatten, die met behulp van LCA geëvalueerd kunnen worden: materiaalverbruik, energieverbruik, waterverbruik, landgebruik / ecologische waarde van het perceel en mobiliteit van de gebruikers.

De implementatie van dit D-peil dient echter **stapsgewijs** te gebeuren.

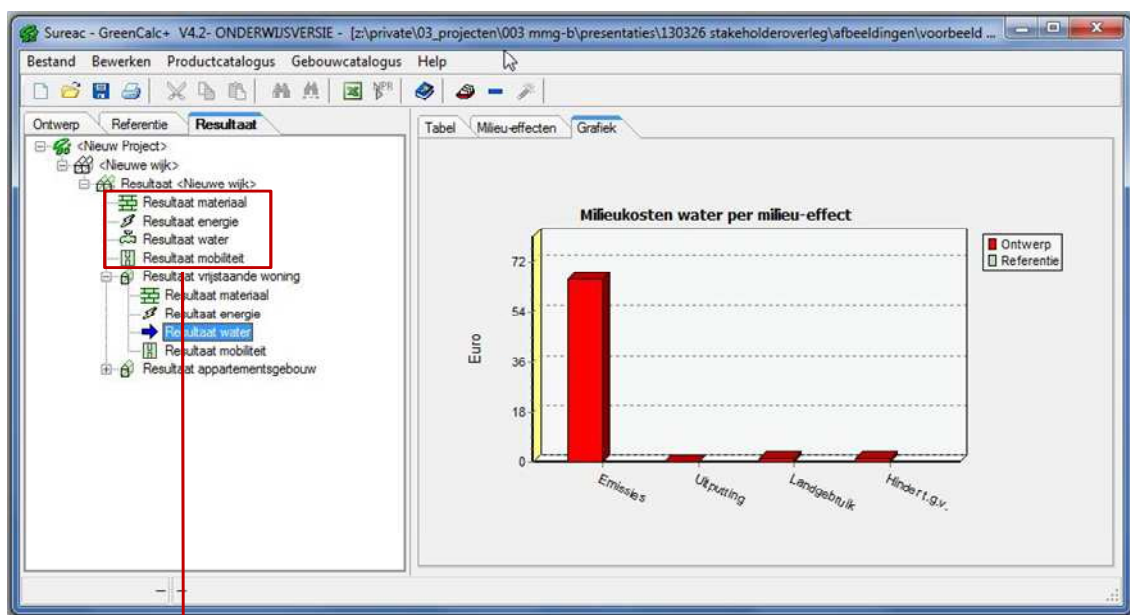
*Op korte termijn* kan de **milieu-impact** van het **energieverbruik voor verwarming** (ten gevolge van transmissieverliezen) in het milieuprofiel van de gebouwelementen opgenomen worden (zie Figuur 26) via toepassing van de equivalente graaddagenmethode (Debacker et al 2012). Deze methode laat een eenvoudige energieberekening toe, los van alle technische keuzes (elementen voor technische installaties werden nog niet uitgewerkt in het kader van de eerste MMG-studie en kunnen dus moeilijk op korte termijn opgenomen worden in de gebouwevaluatie). Wel kan er al nagedacht worden over een link met de EPB-software om de dubbele invoer van gegevens (geometrische eigenschappen en elementsamenstellingen) te vermijden.

*Op middellange termijn* kan dan overgegaan worden tot een automatische berekening van het **energieverbruik** en het **watervverbruik van het gebouw** (cf. BeGlobal, LEGEP en Elodie). Wat het energieverbruik op gebouwniveau betreft, is een volledige integratie met de EPB-berekening te verkiezen. Dit kan dan gecombineerd worden met de equivalente graaddagenmethode voor de evaluatie van het energieverbruik op elementniveau (voor een correcte vergelijking tussen de elementvarianten wordt het energieverbruik het best berekend los van de technische keuzes op gebouwniveau).

*Op lange termijn* kan de milieu-impact ten gevolge van het **transport van de bewoners** eveneens mee opgenomen worden in de berekening (cf. Greencalc+; zie Figuur 26). Wat de impact van het landgebruik van het gebouw en een mogelijke integratie hiervan in de gebruikerstoel betreft, dient nog bijkomend onderzoek uitgevoerd te worden.



Figuur 26: Integratie van de milieuprofiel van het energieverbruik voor verwarming (t.g.v transmissieverliezen) in het milieuprofiel van gebouwelementen (Debacker et al 2012).



LCA VOOR MATERIAAL, ENERGIE, WATER EN MOBILITEIT

Figuur 27: Milieu-evaluatie van gebouwen, inclusief de impact van materialen, energie, water en mobiliteit - GreenCalc+ (Stichting Sureac 2013)

## 2.6.6 Besluit

De bovenstaande aanbevelingen en doelstellingen zijn gebaseerd op de uitgebreide screening van een aantal representatieve gebruikerstoos / handleidingen voor de communicatie en rating van milieugegevens van gebouwelementen (zie paragraaf §2 ). De (korte termijn) aanbevelingen dienen als basis voor het uitwerken van een model voor de MMG gebruikerstoos in het volgende hoofdstuk.

# 3 Structuur en inhoud gebruikerstool

## 3.1 Inleiding

Op basis van de screening van de bestaande tools en de SWOT-analyse, werden een aantal aanbevelingen op korte, middellange en lange termijn geformuleerd voor de ontwikkeling van een gebruikerstool (Figuur 28). Deze aanbevelingen geven aan hoe er stapsgewijs zou kunnen geëvolueerd worden naar een volwaardige duurzaamheidsevaluatietool, gebaseerd op een levenscyclusbenadering. Het aangegeven toekomstpad is vooral bedoeld als indicatief kader, waarbinnen de overheid en stakeholders zelf prioriteiten kunnen vastleggen. Binnen deze opdracht zal de focus liggen op de korte termijn aanbevelingen, maar het model voor de gebruikerstool zal wel rekening houden met de nodige uitbreidingen op middellange en lange termijn.

	KORTE TERMIJN	MIDDELANGE TERMIJN	LANGE TERMIJN
NIVEAU EVALUATIE	Gebouwelementen Gebouwen		Wijken
VORM	Basisfunctionaliteiten		Link met BIM
TOEPASSINGSGBIED	Nieuwbouw Vanaf schetsontwerp	Renovatie	
INDICATOREN	CEN, CEN+		Lokale impactten
WEGING EN AGGREGATIE	Milieukosten		Financiële en totale kosten
WAARDERINGSYSTEEM	Indicatieve m-waarden Vereenvoudigd M-peil	M-peil	
SIMULATIEMOGELIJKHEDEN	Beperkte simulaties elementen	Uitgebreide simulaties elementen	Samenstelling verwerkte materialen
DATA	Generieke data	Specifieke data	
BREDE DUURZAAMHEID	LCA		LCC en kwaliteiten
DUURZAAMHEIDSASPECTEN	Energie (vereenvoudigd)	Energie, water	Mobiliteit, landgebruik

**Figuur 28: Overzicht van de korte, middellange en lange termijn aanbevelingen voor de gebruikerstool. De prioritaire aspecten worden in het rood aangeduid.**

Naar aanleiding van de stakeholderconsultatie (paragraaf § 5 ) werden de volgende zes prioriteiten naar voren gebracht voor de ontwikkeling van de gebruikerstool:

1. Evaluatie op een hogere schaal

Het evalueren van de materiaalprestatie en het vastleggen van prestatie-eisen gebeurt best op een hogere schaal (gebouw- en/of wijkniveau). Zoals blijkt uit de stakeholderconsultaties, is het ontwikkelen van een tool op gebouwniveau een prioriteit voor de bouwsector. Op korte termijn wordt er dus geopteerd om al een eenvoudige gebouwberekening in de gebruikerstool te implementeren op basis van de MMG-resultaten voor de gebouwelementen. Op middellange termijn zal dan de evaluatie verder uitgebreid worden tot een volledige gebouwanalyse. Op lange termijn is het belangrijk om ook het wijkniveau te beschouwen. Uit de voorlopige vergelijking van een type rijwoning met een type appartement bleek dat het belangrijk kan zijn de toegangstructuur, die bij appartementen wel werd meegenomen (gangen, trappen, liften, gemeenschappelijke ruimtes), af te wegen tegen extra straatinfrastructuur en terreinbeslag bij rijwoningen.



## 2. Uitbreiding tot renovatieprojecten

Gezien de grootte van het bestaande patrimonium en het groeiende belang van renovatie, is er nood aan bijkomend onderzoek over de beoordeling van renovatieprojecten (met de focus op de methodologie voor de evaluatie van de impact van hergebruikte materialen en onderdelen). Op basis daarvan zullen specifieke gebouwelementen ontwikkeld worden die rechtstreeks in de tool kunnen geïntegreerd worden.

## 3. Gebruiksvriendelijkheid

De tool moet bruikbaar zijn door verschillende doelgroepen en doorheen de verschillende fases van het ontwerp. Hiervoor wordt een combinatie van voorgedefinieerde en zelf in te voeren elementen geïmplementeerd zodat zowel eenvoudige berekeningen als meer gedetailleerde analyses kunnen uitgevoerd worden.

## 4. Ontwikkeling van een waarderingssysteem

Met het oog op de integratie in beleidstoepassingen, zoals duurzaamheidsmaatstaven, wedstrijden en bestekken, moet een waarderingssysteem gedefinieerd worden (paragraaf § 4 ). Er wordt gestreefd naar een ME-peil op gebouwniveau, aangevuld met indicatieve me-waarden op elementniveau.

## 5. Uitbreiding simulatiemogelijkheden

Om de creativiteit van de ontwerper niet te beperken en de gebruiksvriendelijkheid te verhogen, moeten de simulatiemogelijkheden en het aantal voorgedefinieerde elementen uitgebreid worden. Op korte termijn worden dus de voorgedefinieerde MMG-gebouwelementen gecombineerd met geparametriseerde varianten (varianten met de mogelijkheid om een aantal parameters zoals het type isolatiemateriaal en isolatiedikte aan te passen).

## 6. Integratie van specifieke materialendata

Om de inspanningen van materialenproducenten te belonen, moeten naast generieke, ook specifieke materialendata opgenomen worden. Op dit moment wordt er gewerkt aan de ontwikkeling van een EPD-databank op Belgisch niveau. Eens die databank beschikbaar is, zullen de gegevens geïntegreerd worden in de MMG-gebruikerstool.

Rekening houdend met de verschillende aanbevelingen en prioriteiten, wordt in de volgende paragraaf een model voor de implementatie van de gebruikerstool uitgewerkt. Hierbij wordt de focus gelegd op de vorm en structuur van de tool. Dit model wordt dan verder toegelicht op basis van een voorbeeldtool.

## 3.2 Model voor de gebruikerstool

### 3.2.1 Vorm van de tool

Zoals in de aanbevelingen beschreven, wordt er gestreefd naar één gebruikerstool, die de functies van simulatietool en milieuprestatietool combineert. Er worden geen verschillende tools ontwikkeld naargelang de doelgroepen, maar slechts één instrument met verschillende graden van complexiteit met betrekking tot de input- en outputgegevens (zodat de gebruiker zelf de graad van detail kan bepalen).

De tool kan de vorm aannemen van een online (webapplicatie) of te downloaden software. Beide systemen hebben hun voor- en nadelen (zie paragraaf §2.6.2.3). De keuze voor één systeem wordt best in overleg met de stakeholders bepaald. Hierbij moet rekening gehouden worden met twee aspecten:

- Link met de EPB-software

Gezien de doelstelling om op termijn zowel de materiaal- als de energieprestatie volgens een levenscyclusbenadering te evalueren, lijkt het interessant om van bij het begin te streven naar een link met de EPB-software. De nieuwe EPB software (versie 5.0), die binnenkort wordt ingevoerd, vormt trouwens een goede basis, omwille van de toepasbaarheid in de drie gewesten en de mogelijke koppeling met een 3D model.

- Samenwerking met andere partners

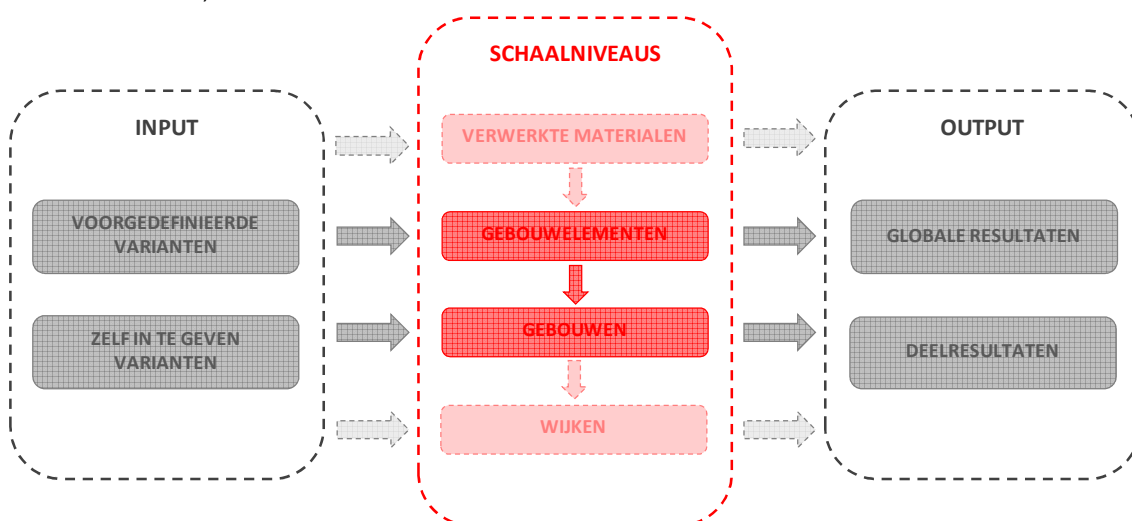
Een mogelijke samenwerking met andere partners, zoals BeGlobal, moet bekeken worden. Hun ervaring met de ontwikkeling van een LCA-software kan een interessante bijdrage leveren aan de implementatie van de MMG-tool.

Verder moet de software een aantal functionaliteiten aanbieden om de gebruiksflexibiliteit te verhogen. Ten eerste moeten fiches van elementvarianten kunnen afgedrukt worden, zodat de gebruiker zelf een eigen handboek kan samenstellen. Dit is te verkiezen boven een publicatie, die regelmatig moet geupdated worden. Ten tweede zou het mogelijk moeten zijn om resultaten te exporteren (naar XLS of XML formaat), zodat de gebruiker de gegevens kan verwerken en invoeren in andere software-applicaties. Een interessant voorbeeld is de aanpak in Bauteilkatalog.ch (Figuur 8).

## 3.2.2 Structuur van de tool

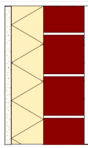
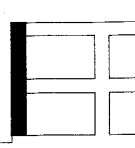
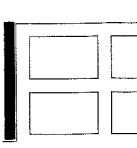
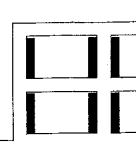
### 3.2.2.1 Opbouw en indeling

Gezien de nodige evoluties op langere termijn, moet de structuur van de tool voldoende flexibiliteit aanbieden. De opbouw van de gebruikerstool zal dus gebaseerd worden op de hiërarchische structuur van de elementenmethode, die een gemakkelijke uitbreidbaarheid naar andere schaalniveaus toelaat. Concreet zullen op korte termijn twee schaalniveaus in de tool geïmplementeerd worden (Figuur 29): de gebouwelementen (rechtstreeks afgeleid uit de MMG-resultaten) en de gebouwen (op basis van een eenvoudige gebouwanalyse). Op langere termijn zullen de verwerkte materialen en het wijkniveau uitgewerkt worden. De verschillende schaalniveaus zullen onderling verbonden worden, maar tegelijkertijd zal het wel mogelijk zijn om een aparte analyse per niveau uit te voeren (in functie van de belangstelling en expertise van de assessor).



**Figuur 29: Structuur van de gebruikerstool**

De indeling van de tool zal de principes van de BB/SfB codering volgen. Dit coderingssysteem laat toe om elk functioneel element van een gebouw op een eenduidige manier te definiëren. De voordelen van dit systeem zijn de gemakkelijke uitbreidbaarheid en mogelijkheid om elementen te rangschikken, onafhankelijk van de omvang van de elementendatabank. Voor de rangschikking van de ruimtebegrenzende elementen kan bijvoorbeeld een ordening naar primaire lagen, buitenafwerkingen en vervolgens binnenafwerkingen toegepast worden (Figuur 30). Aan die codering kan dan een eenvoudige zoekfunctie gekoppeld worden.

	(21)		(41)		(42)	
<b>CODERING</b>	(21 /2_21.1)Fg2(D6) -20	(41 /2)Pq -20	(41.81)Km1 - 73	(42 /2)Pr2 - 10	(42. /43)Vv5 - 11	
<b>BESCHRIJVING</b>	ISOLERENDE SNELBOUWSTEEN	CREPI	ROTSWOL 8 CM	BEPLEISTERING	VERF	

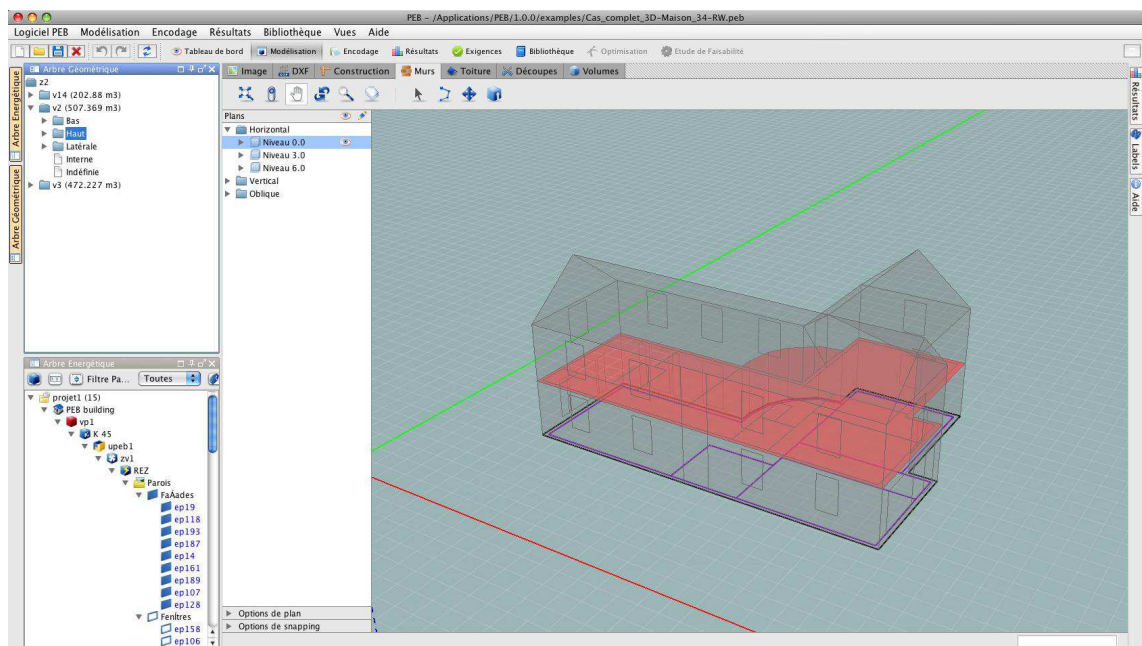
**Figuur 30: Beschrijving van een buitenwand op basis van de BB/SfB codering met een ordening naar primaire laag (21), buitenafwerking (41) en binnenafwerking (42)**

### 3.2.2.2 Inputgegevens

Omwille van de bruikbaarheid door verschillende doelgroepen en doorheen de verschillende ontwerpfasen, moet er voldoende flexibiliteit zijn met betrekking tot de invoerparameters. Op elk schaalniveau wordt er dus gewerkt met zowel voorgedefinieerde varianten (met het oog op eenvoudige berekeningen) als zelf in te geven varianten (voor een meer gedetailleerde analyse) (Figuur 29). De gebruiker zal dus per schaalniveau zelf de graad van detail kunnen bepalen.

Wat de zelf in te geven varianten betreft, zullen de simulatiemogelijkheden op korte termijn beperkt blijven. Op elementniveau zal er bijvoorbeeld gewerkt worden met geparametriseerde varianten, waarbij een aantal parameters, zoals de primaire laag, het isolatiemateriaal en de isolatiedikte, kunnen gewijzigd worden.

Om de ingave van de invoerparameters ter vergemakkelijken, wordt er best gewerkt met een grafische interface, zoals een 3-D model van het gebouw (Figuur 31), en details van de elementvarianten (Figuur 32).



**Figuur 31: 3D-model in de PEB-software van het Waals Gewest (Wallonie 2013)**



**Figuur 32: Grafische weergave van een buitenwand in Baubook. De weergave past zich aan de invoergegevens aan (IBO 2013).**

### 3.2.2.3 Outputgegevens

Zoals voor de inputgegevens, wordt er voor de weergave van de resultaten gestreefd naar een verschillende graden van detail, naargelang de belangstelling van de assessor. Er worden dus op elk schaalniveau zowel globale resultaten (totale impact op basis van de milieukosten voor de CEN en CEN+ indicatoren) als deelresultaten (gedetailleerd beeld van de individuele milieupactindicatoren, de bijdrage van de levenscyclusfasen en de samenstellende elementen) weergegeven (Figuur 29). Daarnaast moet het ook mogelijk zijn om op elk schaalniveau verschillende varianten (elementen en gebouwen) te selecteren en met elkaar te vergelijken.

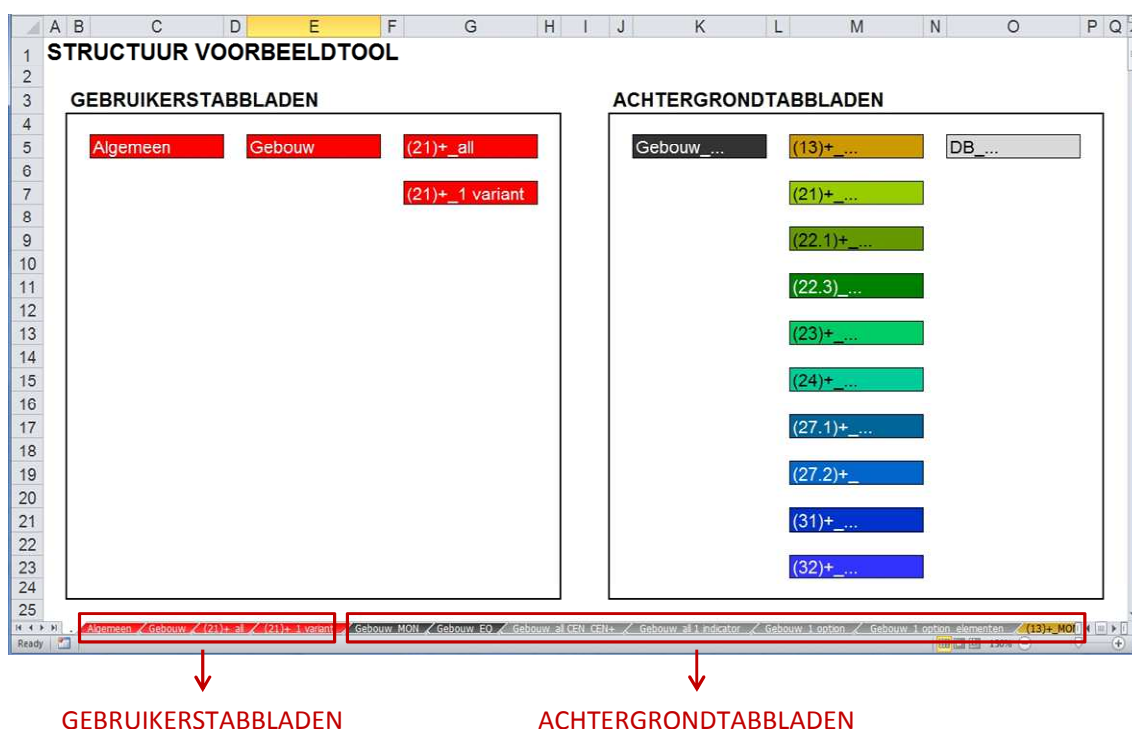
Op de verschillende schaalniveaus zullen de resultaten zowel in tabelvorm als in grafische vorm weergegeven worden. Voor de grafische weergave worden de staafdiagrammen uit de MMG-studie beschouwd als een goed middel om de resultaten te communiceren.

## 3.3 Voorbeeldtool

Om de principes van de gebruikerstool te illustreren, werd een voorbeeldtool in Excel geïmplementeerd. Die voorbeeldtool moet echter niet gezien worden als eindproduct op het vlak van interface of als functionaliteiten. Zo werd er op elementniveau enkel toegespitst op de uitwerking van de buitenwanden, maar blijven de principes, die geschetst worden, wel van toepassing op de andere bouwelementen.

De voorbeeldtool werd ontwikkeld op basis van de MMG-expert-rekentools, die in één Excelbestand werden samengevoegd. Deze bestaande tabbladen vormen in de nieuwe tool de

“achtergrondtabbladen” (Figuur 33) met alle gedetailleerde data en grafieken. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen het gebouwniveau (“Gebouw\_...”), de gebouwelementen (“(13)+\_...”, “(21)+\_...”,...) en een aantal databanken met data over de verwerkte materialen en energiedragers (DB\_...). Deze achtergrondtabbladen werden dan uitgebreid met een gebruikersinterface of “gebruikerstabbladen” (Figuur 33). De gebruikerstabbladen bevatten alle inputparameters en het overzicht van de hoofdresultaten. Een standaardgebruiker kan alle simulaties met deze tabbladen uitvoeren, tenzij hij echt een gedetailleerd beeld wenst te krijgen (in dat geval kan hij de “achtergrondtabbladen” raadplegen). De achtergrondtabbladen bestaan uit vier tabbladen (in het Excelbestand in het rood aangeduid): “Algemeen”, “Gebouw”, “(21)+\_all”, “(21)+\_1 variant”, die respectievelijk de algemene data, het gebouwniveau en de uitwerking van de buitenwanden omvatten. Ze worden in de volgende paragrafen in detail toegelicht op basis van een aantal schermafbeeldingen.

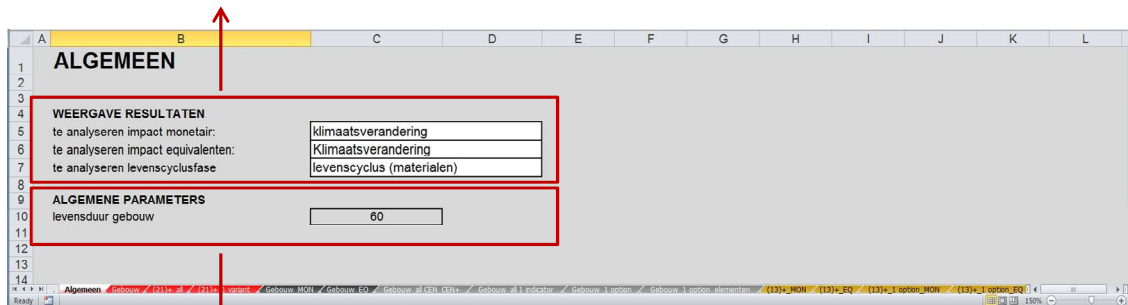


**Figuur 33: Structuur van de voorbeeldtool met een opdeling in gebruikerstabbladen en achtergrondtabbladen**

### 3.3.1 Tabblad “Algemeen”

Het tabblad “Algemeen” (Figuur 34) omvat alle algemene parameters met betrekking tot de simulaties. Aangezien er op dit moment met de voorgedefinieerde elementen uit MMG wordt gewerkt, is de lijst van parameters heel beperkt. Op termijn zal die uitgebreid worden naar verschillende variabelen, zoals de economische parameters, de levensduurscenario's, ... Daarnaast krijgt de gebruiker de mogelijkheid om de weergave van de deelresultaten te definiëren. Zo kan de assessor kiezen welke impactindicator (uitgedrukt in monetaire waarden en in equivalenten) en welke levenscyclusfase in detail moeten geanalyseerd worden.

### KEUZE WEERGAVE DEELRESULTATEN



### ALGEMENE SIMULATIEPARAMETERS

Figuur 34: Voorbeeldtool, tabblad "Algemeen"

## 3.3.2 Tabblad "Gebouw"

Alle inputparameters en hoofdresultaten met betrekking tot het gebouwniveau worden opgenomen in het tabblad "Gebouw" (Figuur 35). Het tabblad is opgedeeld in 3 rubrieken:

### - Geometrie

In dit onderdeel worden de geometrische eigenschappen van het gebouw (volume, bruikbare vloeroppervlakte en oppervlaktes van de gebouwelementen) ingegeven (Figuur 36). Er worden 4 voorgedefinieerde gebouwvarianten ingevuld: een vrijstaande, halfopen en gesloten bebouwing en een appartement. Daarnaast kan de gebruiker ook een eigen variant definiëren en voor berekening selecteren.

### - Gebouwelementen

Deze rubriek omvat de invoer van de verschillende gebouwelementen (Figuur 36). De assessor kan uit 3 combinaties van elementen kiezen: een combinatie met de laagste milieukosten voor de gebouwelementen (MIN), met de hoogste milieukosten (MAX) of met gemiddelde milieukosten (BENADERD GEMIDDELDE<sup>31</sup>) of zelf een combinatie ingeven.

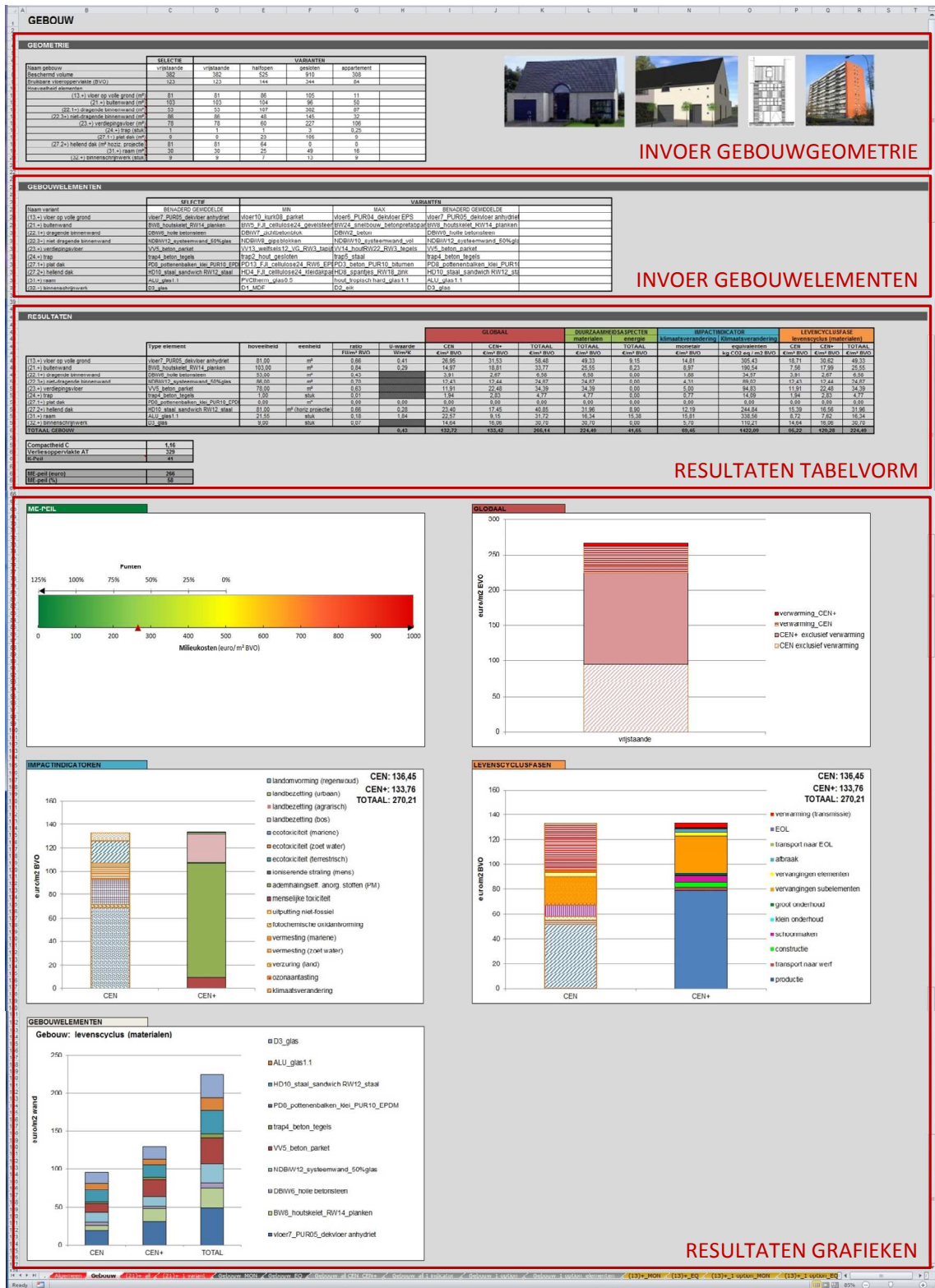
In de voorbeeldtool werden de simulatiemogelijkheden beperkt tot de keuze van 1 variant per elementtype, maar dit zou bij de implementatie van de gebruikerstool moeten uitgebreid worden tot de combinatie van meerdere varianten (bijvoorbeeld de toepassing van één buitenwandvariant voor de voorgevel en een andere buitenwandvariant voor de achtergevel)

### - Resultaten

Op basis van de invoerparameters worden resultaten in tabel- en grafische vorm gegenereerd. De tabel (Figuur 37) omvat resultaten voor alle samenstellende gebouwelementen, alsook de som over heel het gebouw. De globale resultaten bestaan uit de totale milieukosten (CEN, CEN+ en TOTAAL) en het ME-peil (uitgedrukt in euro en punten). Verder worden deelresultaten weergegeven: de bijdrage van de duurzaamheidsaspecten (materialen en energie) en de resultaten voor de gekozen (zie tabblad "Algemeen") milieu-impactindicator en levenscyclusfase. Naast de milieu-impactdata worden ook energetische eigenschappen vermeld zoals de U-waarden van de gebouwelementen en het K-peil van het gebouw.

Naar analogie met de tabel, wordt er bij de grafieken een onderscheid gemaakt tussen globale en deelresultaten (Figuur 38 en Figuur 39). De globale resultaten worden weergegeven op basis van een kleurenbalk met de aanduiding van de materiaalprestatie (ME-peil) en een staafdiagram met de CEN en CEN+ resultaten. Voor de deelresultaten wordt er gekozen voor staafdiagrammen met een voorstelling van de bijdrage van de impactindicatoren, de levenscyclusfasen en de samenstellende gebouwelementen.

<sup>31</sup> Per gebouwelement wordt telkens de variant gekozen, die het dichtst aanleunt bij het gemiddelde van de laagste en de hoogste milieukosten (minimale en maximale waarden). Het gaat dus om een benadering.



SELECTIE TE ANALYSEREN  
GEBOUWVARIANT

VOORGEDEFINIEERDE  
GEBOUWVARIANTEN

ZELF IN TE GEVEN  
GEBOUWVARIANT

	SELECTIE	VARIANTEN			
<b>Naam gebouw</b>	vrijstaande	vrijstaande	halfopen	gesloten	appartement
Beschermd volume	302	382	525	910	308
Bruikbare vloeroppervlakte (BVO)	123	123	144	344	84
<b>Hoeveelheid elementen</b>					
(13.+ ) vloer op volle grond (m²)	81	81	86	105	11
(21.+ ) buitenwand (m²)	103	103	104	96	50
(22.1+) dragende binnenwand (m²)	53	53	107	302	87
(22.3+) niet-dragende binnenwand (m²)	86	86	48	145	32
(23.+ ) verdiepingsvloer (m²)	78	78	60	227	106
(24.+ ) trap (stuk)	1	1	1	3	0,25
(27.1+) plat dak (m²)	0	0	23	105	9
(27.2+) hellend dak (m² horiz. projectie)	81	81	64	0	0
(31.+ ) raam (m²)	30	30	25	49	16
(32.+ ) binnenschrijnwerk (stuk)	9	9	7	13	9

	SELECTIE	VARIANTEN		
	BENADERD GEMIDDELDE	MIN	MAX	BENADERD GEMIDDELDE
<b>Naam variant</b>				
(13.+ ) vloer op volle grond	vloer7_PUR05_dekvloer anhydriet	vloer10_kurk08_parket	vloer6_PUR04_dekvloer EPS	vloer7_PUR05_dekvloer anhydriet
(21.+ ) buitenwand	BW8_houtskelet_RW14_planken	BW5_FJI_cellulose24_gevelsteen	BW24_snelbouw_betonprefabpa	BW8_houtskelet_RW14_planken
(22.1+) dragende binnenwand	DBIW6_holle_betonsteen	DBIW7_zichtbetonblok	DBIW2_beton	DBIW6_holle_betonsteen
(22.3+) niet-dragende binnenwand	NDBIW12_systeemwand_50%glas	NDBIW8_gipsblokken	NDBIW10_systeemwand_vol	NDBIW12_systeemwand_50%g
(23.+ ) verdiepingsvloer	VV5_beton_parket	V13_welfsels12_VG_RW3_tapijt	VV14_houtRW22_RW3_tegels	VV5_beton_parket
(24.+ ) trap	trap4_beton_tegels	trap2_hout_gesloten	trap5_staal	trap4_beton_tegels
(27.1+) plat dak	PD8_pottenenbalken_klei_PUR10_EPD	PD13_FJI_cellulose24_RW6_EPD	PD3_beton_PUR10_bitumen	PD8_pottenenbalken_klei_PUR10
(27.2+) hellend dak	HD10_staal_sandwich_RW12_staal	HD4_FJI_cellulose24_kleidakpa	HD8_spantjes_RW18_zink	HD10_staal_sandwich_RW12_s
(31.+ ) raam	ALU_glas1.1	PVCtherm_glas0.5	hout_tropisch_hard_glas1.1	ALU_glas1.1
(32.+ ) binnenschrijnwerk	D3_glas	D1_MDF	D2_eik	D3_glas



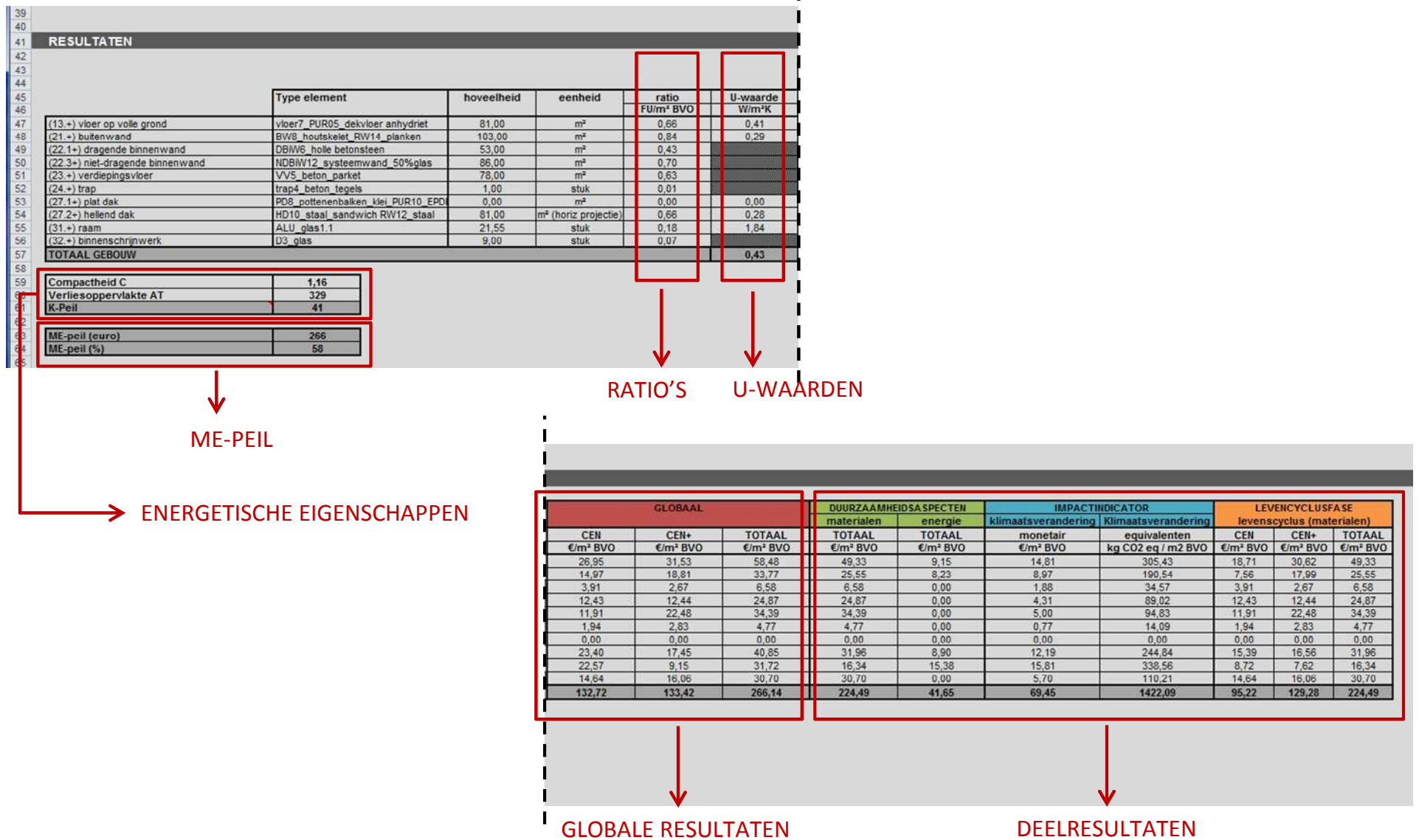
SELECTIE TE ANALYSEREN COMBINATIE  
VAN GEBOUWELEMENTEN

VOORGEDEFINIEERDE COMBINATIES  
VAN GEBOUWELEMENTEN

ZELF IN TE GEVEN COMBINATIE  
VAN GEBOUWELEMENTEN

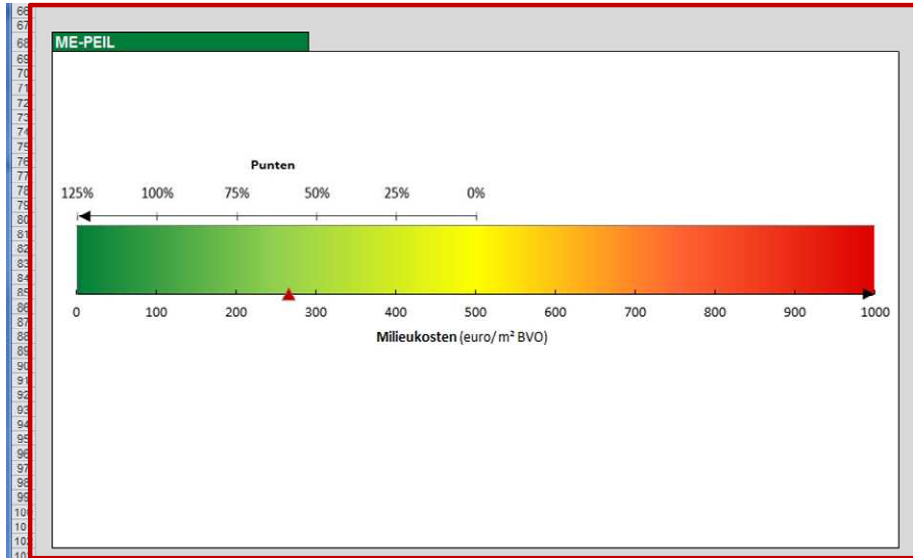
Figuur 36: Voorbeeldtool, tabblad "Gebouw", invoer geometrie en gebouwelementen



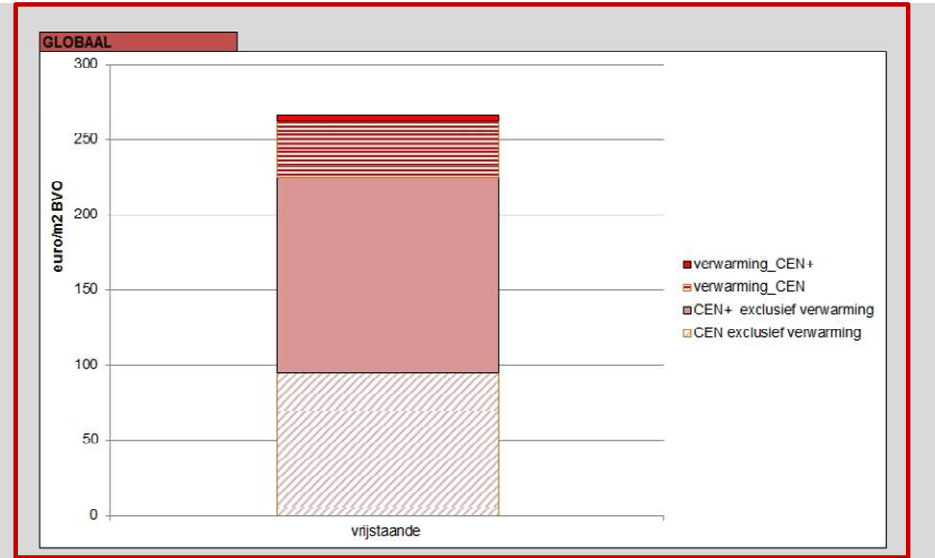


Figuur 37: Voorbeeldtool, tabblad "Gebouw", resultaten in tabelvorm

### KLEURENBALK ME-PEIL

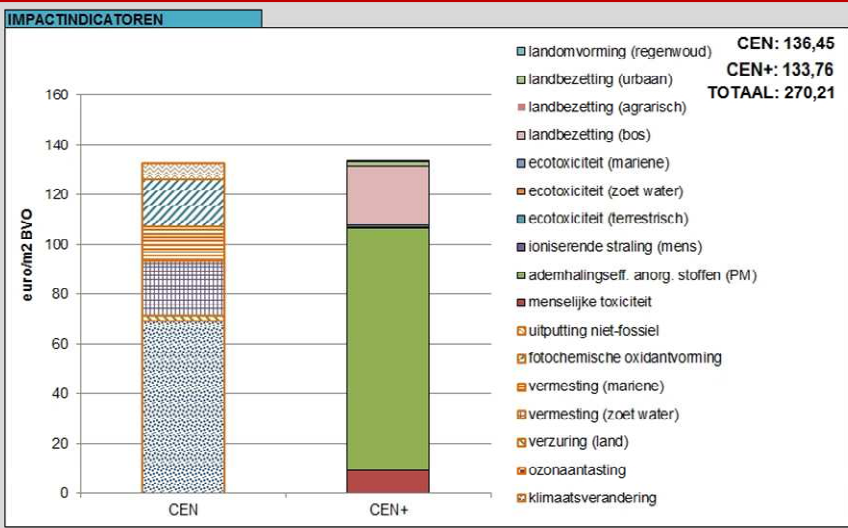


### STAAFDIAGRAM GLOBALE RESULTATEN

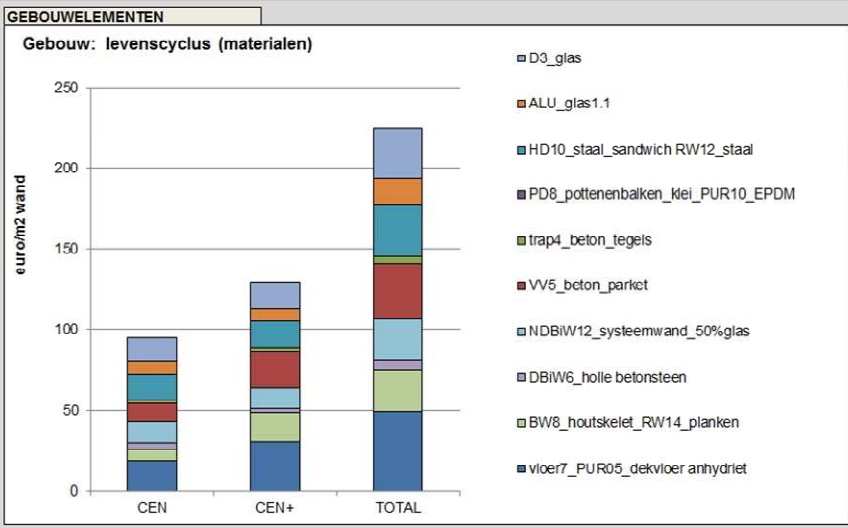
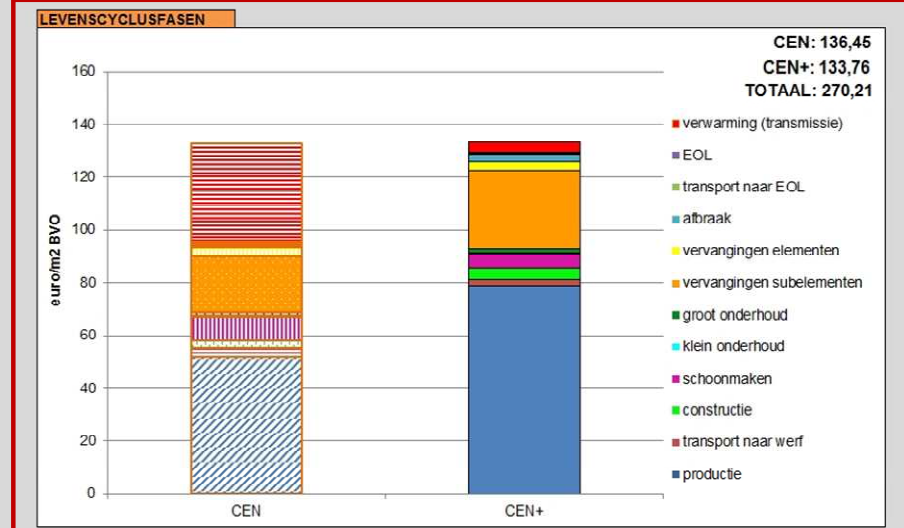


Figuur 38: Voorbeeldtool, tabblad "Gebouw", resultaten grafieken (globale resultaten)

### STAAFDIAGRAM BIJDRAGE IMPACTINDICATOREN



### STAAFDIAGRAM BIJDRAGE LEVENSCYCLUSFASEN



### STAAFDIAGRAM BIJDRAGE GEBOUWELEMENTEN

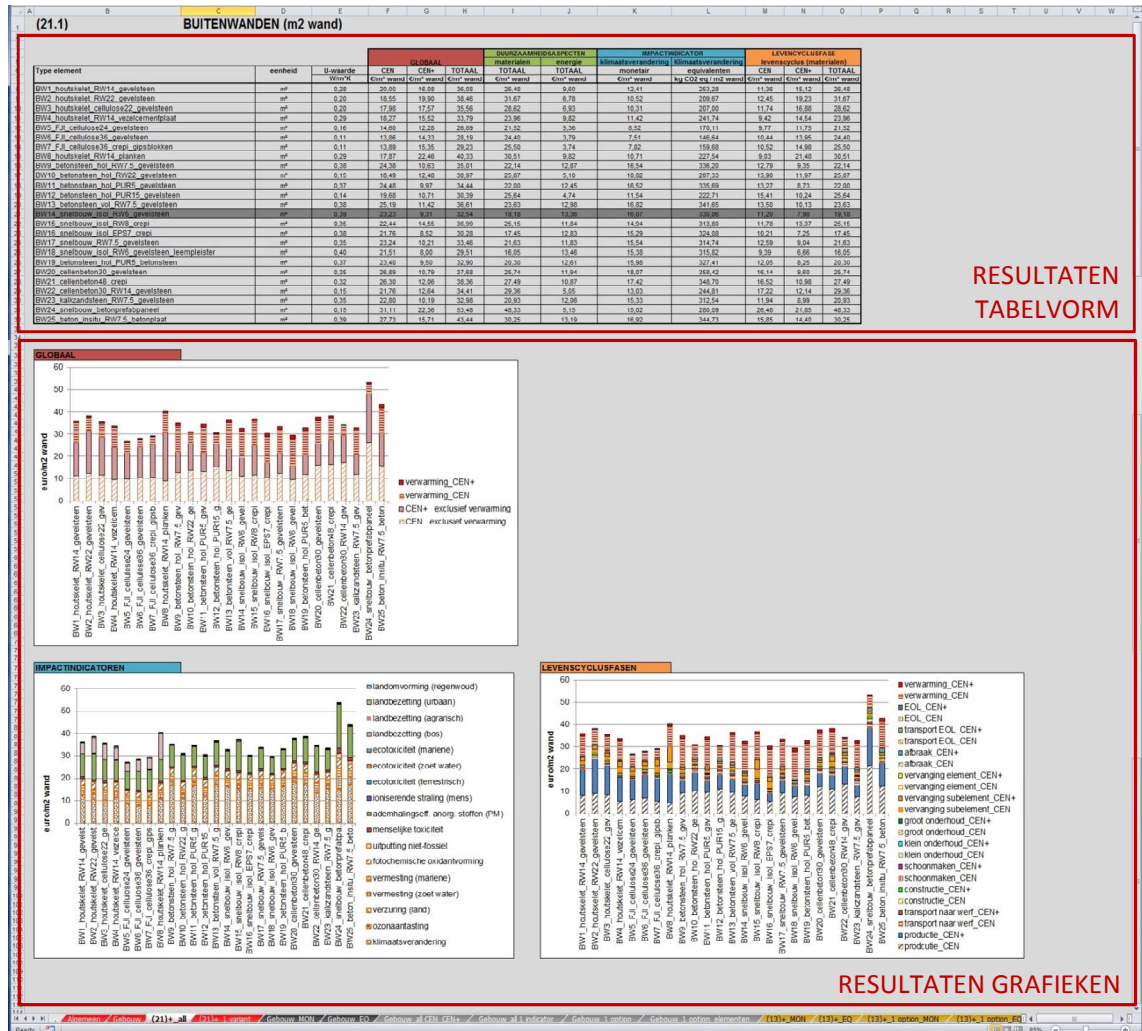
Figuur 39: Voorbeeldtool, tabblad "Gebouw", resultaten grafieken (deelresultaten)

### 3.3.3 Tabblad “(21)+\_all”

Het tabblad “(21)+\_all” (Figuur 40) geeft een overzicht van de resultaten voor alle buitenwanden, zodat de gebruiker de verschillende varianten kan vergelijken. Zoals op gebouwniveau, worden de resultaten zowel in tabel- als in grafische vorm weergegeven. De tabel (Figuur 41) omvat opnieuw globale (milieukosten voor CEN, CEN+ en TOTAAL) en deelresultaten (bijdrage van de duurzaamheidsaspecten en resultaten voor de gekozen milieu-impactindicator en levenscyclusfase). Ook de U-waarde van de verschillende varianten wordt telkens vermeld.

De in het donkergrijs aangeduide variant wordt als voorbeeld in het tabblad “(21)+\_1 variant” geparametriseerd (zie paragraaf § 3.3.4) met de mogelijkheid voor de gebruiker om zelf een aantal parameters te wijzigen.

Wat de grafische weergave betreft, worden er staafdiagrammen gegenereerd met alle elementenvarianten voor zowel de globale resultaten als de bijdrage van de milieu-impactindicatoren en levenscyclusfasen (Figuur 42).



Figuur 40: Voorbeeldtool, tabblad “(21)+\_all”

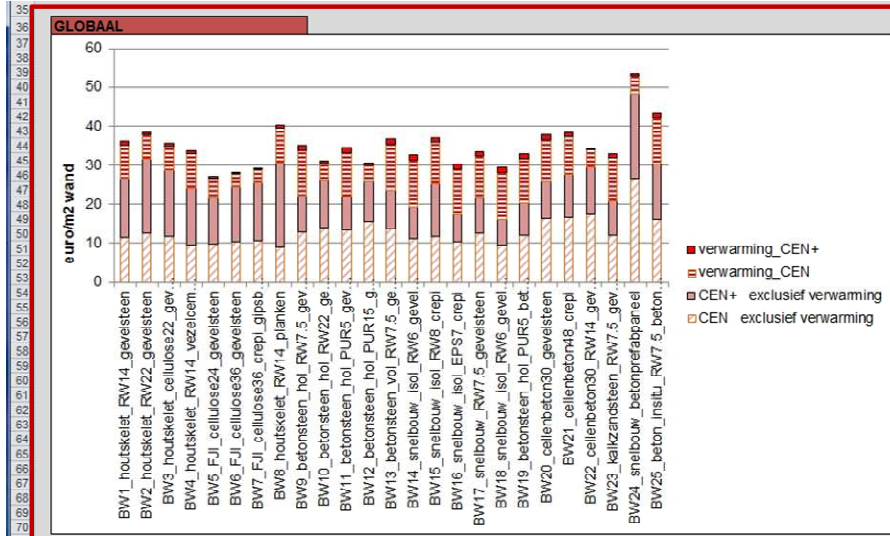
(21.1) BUITENWANDEN (m2 wand)		GLOBAAL			DUURZAAMHEIDASPECTEN		IMPACTINDICATOR		LEVENCYCLUSFASE			
Type element	eenheid	U-waarde W/m²K	GLOBAAL			DUURZAAMHEIDASPECTEN		IMPACTINDICATOR		LEVENCYCLUSFASE		
			CEN €/m² wand	CEN+ €/m² wand	TOTAAL €/m² wand	TOTAAL €/m² wand	TOTAAL €/m² wand	monetair €/m² wand	equivalenten kg CO2 eq / m2 wand	CEN €/m² wand	CEN+ €/m² wand	TOTAAL €/m² wand
BW1_houtskelet_RW14_gevelsteen	m²	0,28	20,00	16,08	36,08	26,48	9,60	12,41	253,28	11,36	15,12	26,48
BW2_houtskelet_RW22_gevelsteen	m²	0,20	18,55	19,90	38,46	31,67	6,78	10,52	209,67	12,45	19,23	31,67
BW3_houtskelet_cellulose22_gevelsteen	m²	0,20	17,98	17,57	35,56	28,62	6,93	10,31	207,00	11,74	16,88	28,62
BW4_houtskelet_RW14_vezelcementplaat	m²	0,29	18,27	15,52	33,79	23,96	9,82	11,42	241,74	9,42	14,54	23,96
BW5_FJI_cellulose24_gevelsteen	m²	0,16	14,60	12,28	26,89	21,52	5,36	8,52	170,11	9,77	11,75	21,52
BW6_FJI_cellulose36_gevelsteen	m²	0,11	13,86	14,33	28,19	24,40	3,79	7,51	146,64	10,44	13,95	24,40
BW7_FJI_cellulose36_crepi_gipsblokken	m²	0,11	13,89	15,35	29,23	25,50	3,74	7,82	159,68	10,52	14,98	25,50
BW8_houtskelet_RW14_planken	m²	0,29	17,87	22,46	40,33	30,51	9,82	10,71	227,54	9,03	21,48	30,51
BW9_betonsteen_hol_RW7.5_gevelsteen	m²	0,38	24,38	10,63	35,01	22,14	12,87	16,54	336,20	12,79	9,35	22,14
BW10_betonsteen_hol_RW22_gevelsteen	m²	0,15	18,49	12,48	30,97	25,87	5,10	10,82	207,33	13,90	11,97	25,87
BW11_betonsteen_hol_PUR5_gevelsteen	m²	0,37	24,48	9,97	34,44	22,00	12,45	16,52	335,69	13,27	8,73	22,00
BW12_betonsteen_hol_PUR15_gevelsteen	m²	0,14	19,68	10,71	30,39	25,64	4,74	11,54	222,71	15,41	10,24	25,64
BW13_betonsteen_vol_RW7.5_gevelsteen	m²	0,38	25,19	11,42	36,61	23,63	12,98	16,62	341,65	13,50	10,13	23,63
BW14_snelbouw_isol_RW6_gevelsteen	m²	0,39	23,23	9,31	32,54	19,18	13,36	16,07	330,06	11,20	7,98	19,18
BW15_snelbouw_isol_RW8_crepi	m²	0,35	22,44	14,55	36,99	25,15	11,84	14,94	313,80	11,78	13,37	25,15
BW16_snelbouw_isol_EPS7_crepi	m²	0,38	21,76	8,52	30,28	17,45	12,83	15,29	324,08	10,21	7,25	17,45
BW17_snelbouw_RW7.5_gevelsteen	m²	0,35	23,24	10,21	33,46	21,63	11,83	15,54	314,74	12,59	9,04	21,63
BW18_snelbouw_isol_RW6_gevelsteen_leepleister	m²	0,40	21,51	8,00	29,51	16,05	13,46	15,38	315,82	9,39	6,66	16,05
BW19_betonsteen_hol_PUR5_betonsteen	m²	0,37	23,40	9,50	32,90	20,30	12,61	15,98	327,41	12,05	8,25	20,30
BW20_cellenbeton30_gevelsteen	m²	0,35	26,89	10,79	37,68	25,74	11,94	18,07	358,42	16,14	9,60	25,74
BW21_cellenbeton48_crepi	m²	0,32	26,30	12,06	38,36	27,49	10,87	17,42	348,70	16,52	10,98	27,49
BW22_cellenbeton30_RW14_gevelsteen	m²	0,15	21,76	12,64	34,41	29,36	5,05	13,03	244,81	17,22	12,14	29,36
BW23_kalkzandsteen_RW7.5_gevelsteen	m²	0,35	22,80	10,19	32,98	20,93	12,06	15,33	312,54	11,94	8,99	20,93
BW24_snelbouw_betonprefabpaneel	m²	0,15	31,11	22,36	53,48	48,33	5,15	15,02	280,09	26,48	21,85	48,33
BW25_beton_insitu_RW7.5_betonplaat	m²	0,39	27,73	15,71	43,44	30,25	13,19	16,92	344,73	15,85	14,40	30,25

↓  
U-WAARDEN

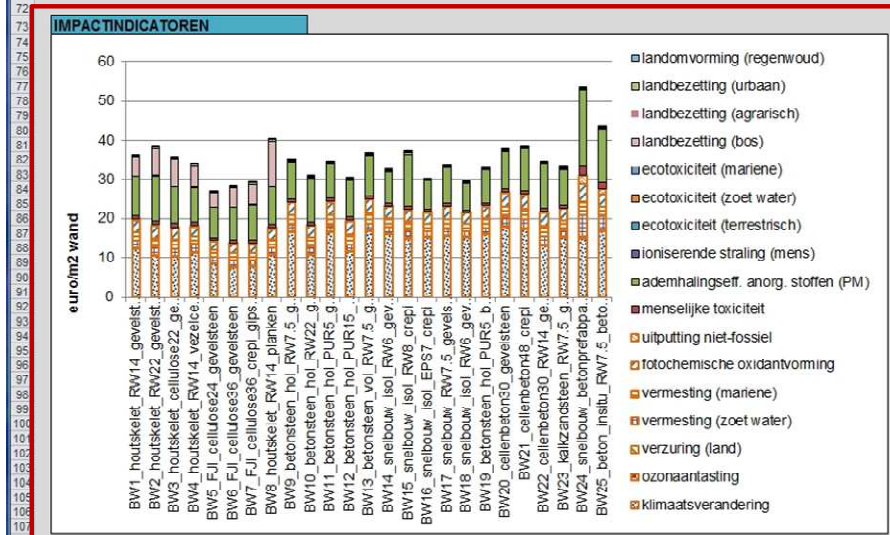
↓  
GLOBALE RESULTATEN

↓  
DEELRESULTATEN

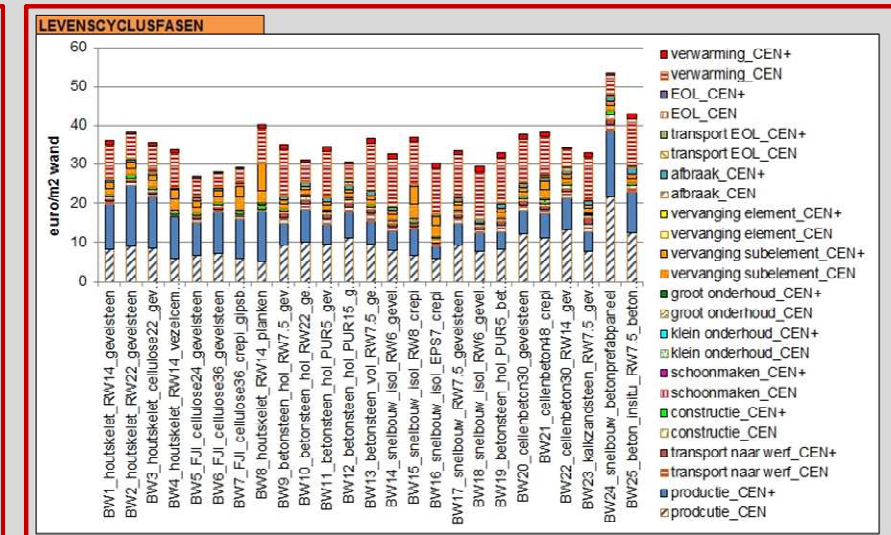
Figuur 41: Voorbeeldtool, tabblad "21+\_all", resultaten in tabelvorm



→ **STAAFDIAGRAM GLOBALE RESULTATEN**



↓ **STAAFDIAGRAM BIJDRAGE IMPACTINDICATOREN**



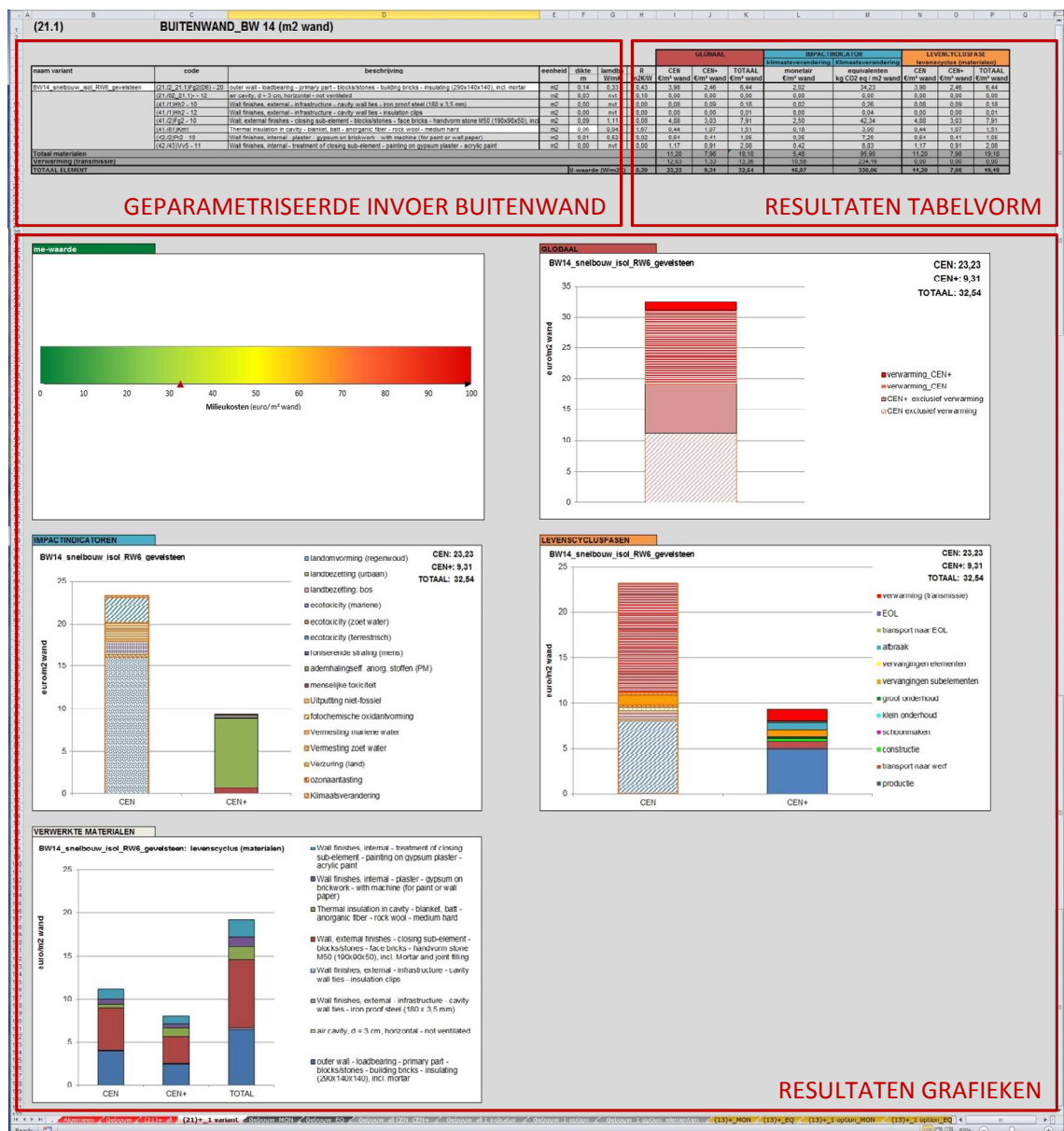
↓ **STAAFDIAGRAM BIJDRAGE LEVENSCYCLUSFASEN**

Figuur 42: Voorbeeldtool, tabblad "21+\_all", resultaten grafieken

### 3.3.4 Tabblad “(21)+\_1 variant”

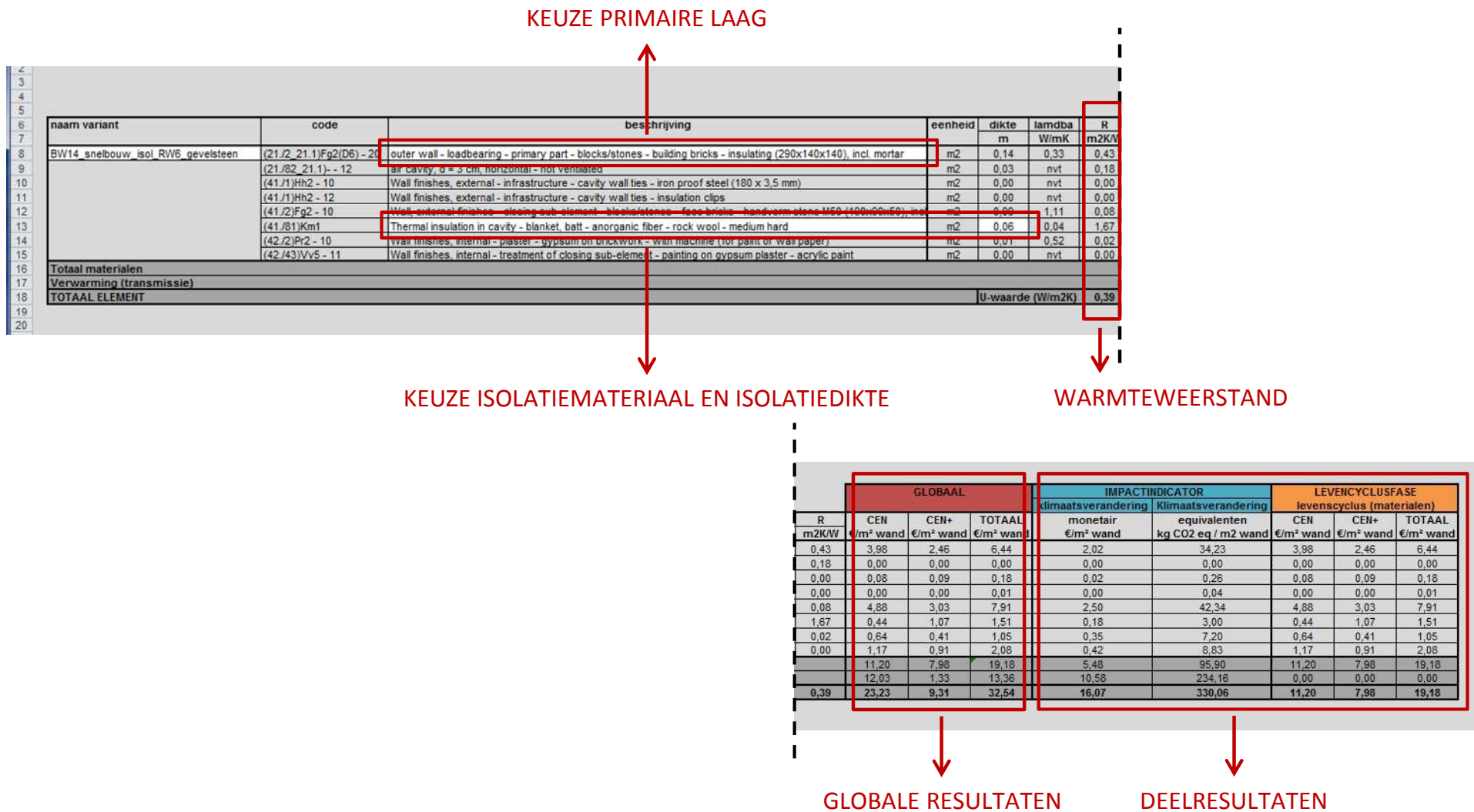
Ter illustratie wordt in het tabblad “(21)+\_1 variant” (Figuur 43), een typische buitenwand (spouwmuurconstructie, gevuld met isolatie) geparametriseerd. De voorbeeldtool laat toe om een beperkt aantal parameters te wijzigen (Figuur 44): de primaire laag (keuze uit verschillende types van blokken), het isolatiemateriaal (keuze uit rotswol of PUR<sup>32</sup>) en de isolatiedikte. Voor alle samenstellende verwerkte materialen worden dan rechtstreeks de warmteweerstand, de globale resultaten en de deelresultaten berekend (Figuur 44).

Verder worden de resultaten in grafische vorm weergegeven. Voor de globale resultaten (Figuur 45) wordt de materiaalprestatie via een kleurenbalk (me-waarde van het element) en een staafdiagram voorgesteld. Daarnaast worden ook staafdiagrammen met deelresultaten (Figuur 46) opgenomen met respectievelijk de bijdrage van de milieu-impactindicatoren, levenscyclusfasen en samenstellende verwerkte materialen.



Figuur 43: Voorbeeldtool, tabblad “(21)+\_1 variant”

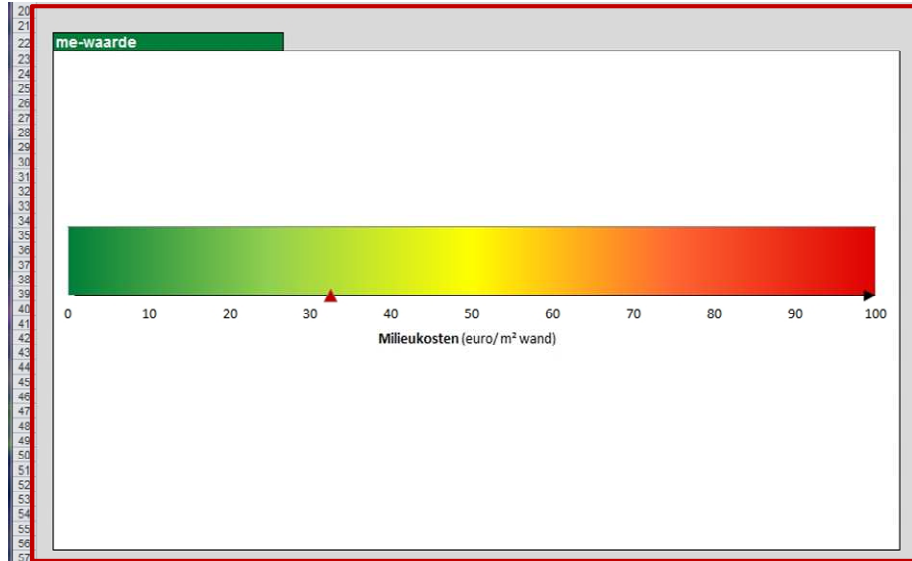
<sup>32</sup> Dit zijn de twee opties die op dit moment binnen de MMG databank opgenomen worden. Het aantal isolatiematerialen voor spouwmuurconstructies zal in de toekomst moeten uitgebreid worden.



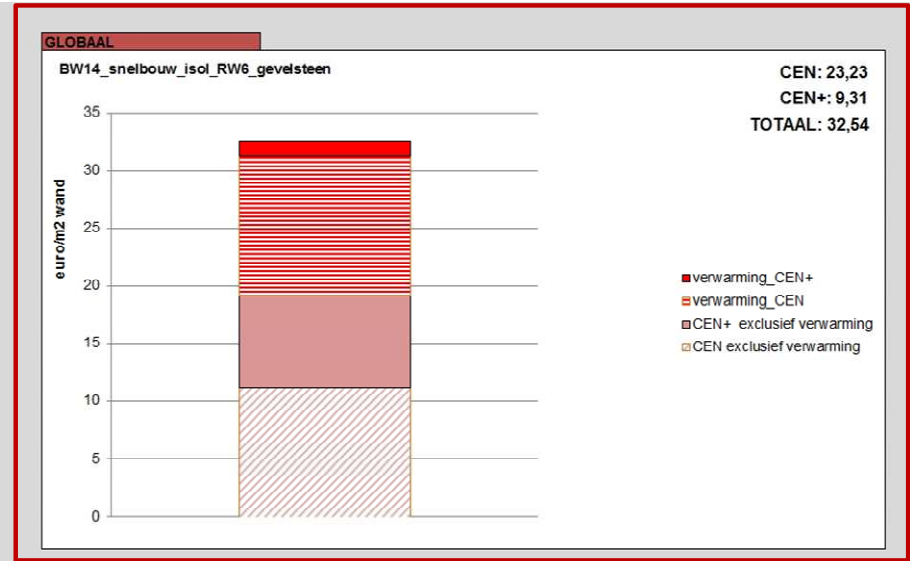
Figuur 44: Voorbeeldtool, tabblad "(21)+\_1 variant", geparametriseerde invoer en resultaten in tabelvorm



KLEURENBALK me-waarde

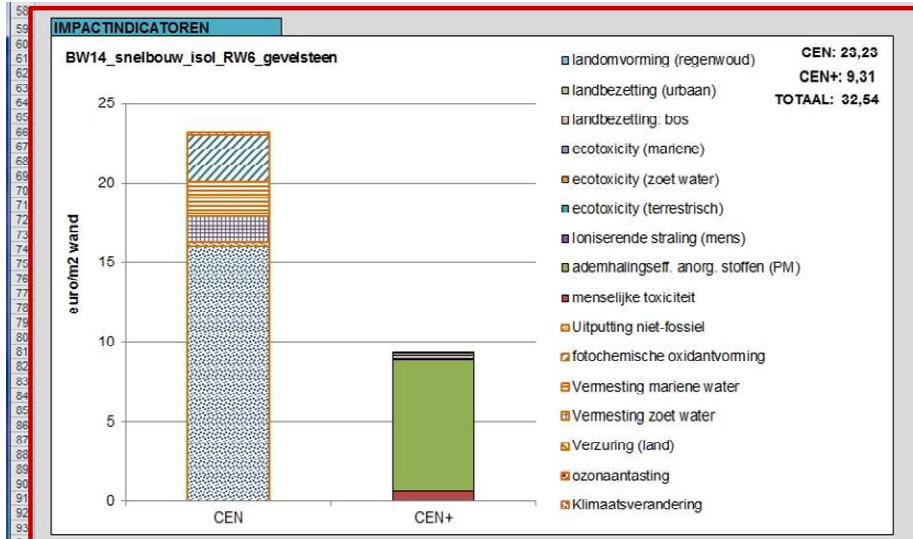


STAAFDIAGRAM GLOBALE RESULTATEN

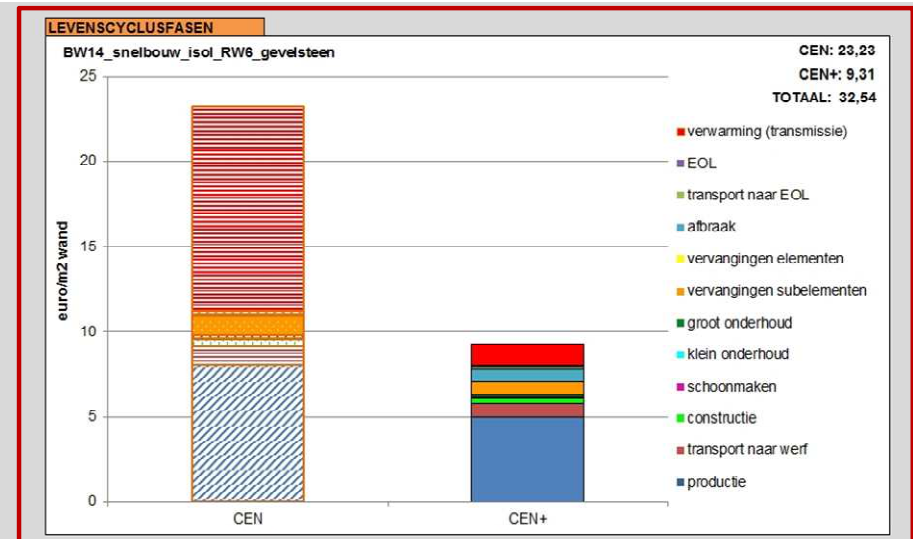


Figuur 45: Voorbeeldtool, tabblad "(21)+\_1 variant", resultaten grafieken (globale resultaten)

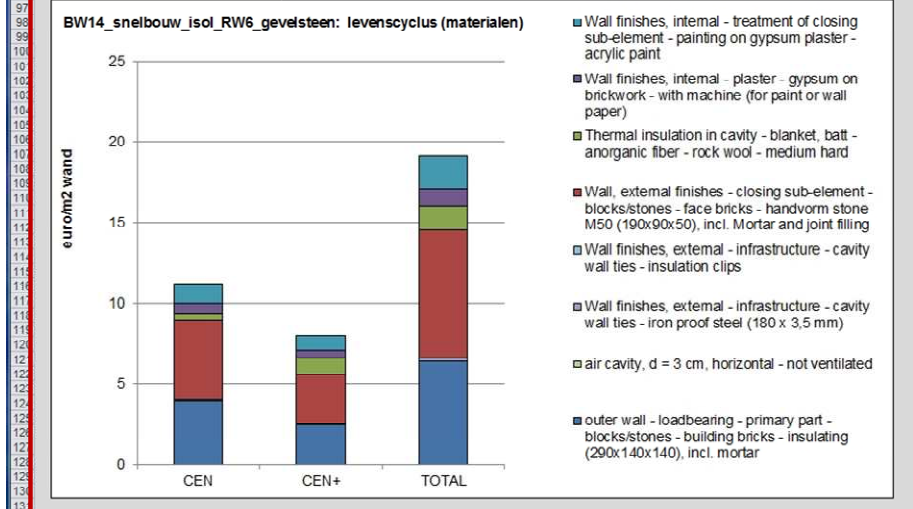
## STAAFDIAGRAM BIJDRAGE IMPACTINDICATOREN



## STAAFDIAGRAM BIJDRAGE LEVENSCYCLUSFASEN



## VERWERKTE MATERIELEN



## STAAFDIAGRAM BIJDRAGE VERWERKTE MATERIELEN

Figuur 46: Voorbeeldtool, tabblad "(21)+\_1 variant", resultaten grafieken (deelresultaten)

# 4 Waarderingsstelsysteem in functie van beleids- en praktijktoepassingen

## 4.1 Inleiding

De ontwikkeling van de MMG-bepalingsmethode stelselt op het bepalen van de milieu-impact op basis van enerzijds individuele milieu-indicatoren in hun respectievelijke eenheden (aanbevolen door enerzijds CEN TC350 en JRC) en anderzijds geaggregeerde milieu-indicatoren, uitgedrukt in externe milieukosten (in euro per functionele eenheid). Achterliggende argumentatie is terug te vinden in (Debacker et al 2012). Gezien de wens van de Vlaamse overheid om de MMG-bepalingsmethode openlijk te gebruiken in bestaande Vlaamse en Belgische beleidsinstrumenten, zoals duurzaamheidsreferentiëlen en bestaande praktijkinstrumenten, waaronder bestekken (voor publieke en private gebouwen) en reglementering voor architectuurwedstrijden (bv. in het kader van een Open Oproep van de Vlaamse Bouwmeester), is een vertaling van de MMG-bepalingsmethode en -MMG-milieuprofielen wenselijk. Om deze reden werd door het MMG-onderzoeksconsortium een principiële kader met betrekking tot het bepalen van een waarderingssysteem opgesteld, dat de vertaalslag van de huidige MMG-output naar bestaande instrumenten mogelijk moet maken.

In de volgende paragrafen wordt op basis van principes en voorbeelden uitgelegd wat de meerwaarde en gevolgen zijn van het gebruik van een dergelijk waarderingssysteem. Het is belangrijk om mee te geven aan de lezer dat louter de principes uitgewerkt werden en dat voor ieder beleids- en praktijkinstrument nog verdere stappen gezet moeten worden. Dit wordt tevens uitgelegd aan de hand van enkele praktische voorbeelden.

## 4.2 Definiëren van een principiële waarderingssysteem

### 4.2.1 Principes

Op basis van het voorafgaand onderzoek van bestaande evaluatietools en de aanbevelingen voor de vertaling van de MMG-output opgesteld in Hoofdstuk 2, worden de volgende principes vastgelegd voor het ontwikkelen van het waarderingssysteem:

1. De waardering dient te gebeuren op basis van (totaal) **geaggregeerde MMG-milieu-indicatoren** (cf. milieukosten), gezien het moeilijk is om beslissingen te nemen op basis van individuele milieu-indicatoren.
2. De vertaling van milieukosten naar een rating wordt gedefinieerd op basis van **een continue waarderingsschaal**. Een classificatie (bijvoorbeeld door de opmaak van categorieën A, B, C, ...) op basis van een getrapte waarderingsschaal wordt uitgesloten om de problemen met het "juist niet" behoren tot een categorie te vermijden. In de verdere beschouwing wordt uitgegaan van een lineaire verhouding tussen de milieukosten en de waardering (zodat eenzelfde reductie van de milieukosten altijd resulteert in dezelfde puntenstijging).
3. De prestatiewaardering wordt enkel gedefinieerd **op gebouwniveau** op basis van typologisch onderzoek. In paragraaf § 4.2.2 wordt het gebruik van typologisch onderzoek aan de hand van de voorbeeldtool uitgelegd.
4. Op **elementniveau** worden indicatieve streefwaarden meegegeven om de ontwerper reeds richtwaarden en inzichten mee te geven. Deze waarden dienen niet als dwingend beschouwd te worden, gezien het milieuprofiel van een gebouw eveneens door de gebouwlayout en de onderlinge verhoudingen van de elementen bepaald wordt.
5. Het **nulpunt van de waarderingsschaal** (i.e. 0% punten) komt overeen met de gebouwoplossing - bepaald aan de hand van typologisch onderzoek – die gekenmerkt wordt door de hoogste milieukosten, maar die nog voldoet aan de huidige norm. In de verdere beschouwing wordt enkel rekening genomen met de energieprestatieregelgeving.
6. Een score van 100% punten wordt gegeven aan de gebouwoplossing – op basis van typologisch onderzoek - met de laagste milieukosten.
7. Indien een reële gebouwoplossing een lagere milieu-impact heeft, dan dient dit beloond te worden door het uitreiken van '**bonuspunten**'. Er wordt voorgesteld om dezelfde lineaire verhouding te nemen als de oplossingen, die zich bevinden tussen de 0% en 100% punten.

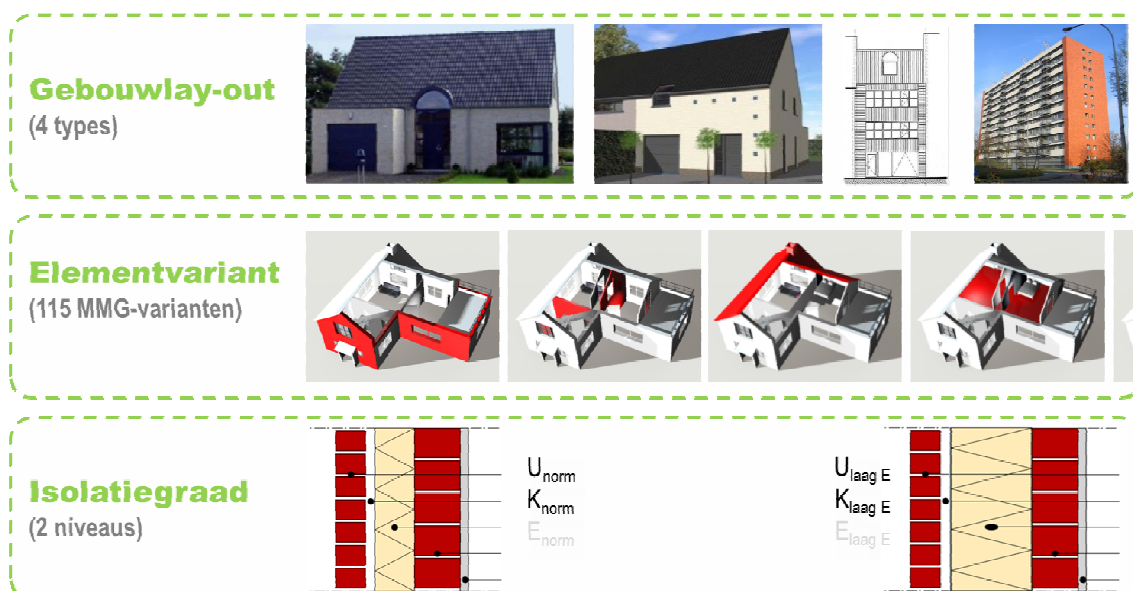
8. Het waarderingsysteem moet **zoveel mogelijk onafhankelijk zijn van normwijziging**. Meer bepaald zal bij het verstrengen van de energieprestatie van gebouwen (bijvoorbeeld door het dalen van het maximaal E-peil, K-peil en/of U-waardes) dezelfde lineaire verhouding gebruikt worden. Logischerwijs zal het 0%- en 100%-punt veranderen.
9. Tenslotte dient men er bij de waardering van de milieu-impact en -winsten rekening mee te houden dat **milieugerelateerde materiaal- en energieprestaties onlosmakelijk met elkaar verbonden** zijn. Zo brengt het verstrengen van de isolatiegraad weliswaar energiewinsten tijdens de gebruiksfase van het gebouw met zich mee, maar zullen het produceren, installeren, vervangen en verwerken bij einde-leven van het isolatiemateriaal (en toebehoren) tevens extra milieu-impacts veroorzaakt worden.
10. **Dezelfde waardering** dient gebruikt te worden voor **nieuwbouw- en renovatieoplossingen**, zodanig dat er een objectieve en transparante vergelijking tussen enerzijds afbraak van een bestaand pand en nieuwbouw en anderzijds gedeeltelijk slopen/ontmantelen en vervolgens renoveren mogelijk wordt.<sup>33</sup>

## 4.2.2 Typologisch onderzoek

Om een goed inzicht te hebben in de waardering van de milieu-impact van gebouwen, dient men dit in relatie te brengen met het milieuprofiel van representatieve gebouwoplossingen. Gezien de beperkte beschikbaarheid van milieugegevens van het huidige gebouwenpatrimonium (zowel nieuwbouw- als bestaande gebouwen) en het feit dat ieder gebouw verschillend is, werd hier beroep gedaan op bouwtypologieën. De waardering van de milieuprestaties op basis van bouwtypologisch onderzoek wordt hier uitgewerkt voor nieuwbouwwoningen. Een gelijkaardige aanpak zal gebruikt worden voor renovatieoplossingen en andere gebouwtoepassingen.

In deze studie werd het milieuprofiel van verschillende gebouwoplossingen berekend op basis van hun specifieke gebouwkenmerken, namelijk:

- gebouwlay-out (4 types): vrijstaande woning, driegevelwoning, rijhuis en appartement op basis van (Allacker et al 2011)
- elementvariant (115 varianten): 115 varianten op basis van (Debacker et al 2012)
- isolatiegraad (2 niveaus): conform Vlaamse EPB-eisen 2011 en lage-energie nieuwbouw



**Figuur 47: bouwtypologisch overzicht van de beschouwde oplossingen voor de bepaling van het waarderingsysteem**

<sup>33</sup> Gezien de beperkte omvang van deze studie werden geen renovatievoorstellen meegenomen in de waardering. Dit is echter wel aan te raden in verder onderzoek en toekomstige ontwikkelingen.

Naam gebouw	vrijstaande woning	halfopen woning	gesloten woning	appartement
Beschermd volume	382	525	910	308
Bruikbare vloeroppervlakte (BVO)	123	144	344	84
Hoeveelheid elementen				
(13.+) vloer op volle grond (m <sup>2</sup> )	81	86	105	11
(21.+) buitenwand (m <sup>2</sup> )	103	104	96	50
(22.1+) dragende binnenwand (m <sup>2</sup> )	53	107	302	87
(22.3+) niet-dragende binnenwand (m <sup>2</sup> )	86	48	145	32
(23.+) verdiepingsvloer (m <sup>2</sup> )	78	60	227	106
(24.+) trap (stuk)	1	1	3	0,25
(27.1+) plat dak (m <sup>2</sup> )	0	23	105	9
(27.2+) hellend dak (m <sup>2</sup> horiz. projectie)	81	64	0	0
(31.+) raam (m <sup>2</sup> )	30	25	49	16
(32.+) binnenschrijnwerk (stuk)	9	7	13	9

Tabel 9: overzicht van de samenstelling van de verschillende gebouwlayouts

Er werd een beroep gedaan op de milieuprofielen van de 115 elementvarianten, bepaald aan de hand van de MMG-studie in 2011-2012. Ondertussen is de energieprestatie-eisen verstrengd. Gezien de herberekening van de elementvarianten conform de huidige (of toekomstige) regelgeving buiten deze studie valt, moet de waarderingschaal niet als uiteindelijk resultaat bekeken worden. In Tabel 10 worden de verschillen in energieprestatie-eisen weergegeven.

ISOLATIEGRAAD (K-peil)	2010-2012		2012-2014	
	K45		K40	
	U <sub>max</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	R <sub>min</sub> (m <sup>2</sup> K/W)	U <sub>max</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	R <sub>min</sub> (m <sup>2</sup> K/W)
1.1. TRANSPARANTE SCHEIDINGSCONSTRUCTIES <sup>34</sup>	2,5 en U <sub>g,max</sub> = 1,6		2,2 en U <sub>g,max</sub> = 1,3	
1.2. OPAKE SCHEIDINGSCONSTRUCTIES <sup>35</sup>				
1.2.1.daken en plafonds	0,30		0,27	
1.2.2.muren niet in contact met de grond, met uitzondering van de muren bedoeld in 1.2.4.	0,40		0,32	
1.2.3.muren in contact met de grond		1,0		1.3
1.2.4.verticale en hellende scheidingsconstructies in contact met een kruipruimte of met een kelder buiten het beschermd volume		1,0		1.2
1.2.5. vloeren in contact met de buitenomgeving	0,60		0,35	
1.2.6. andere vloeren (vloeren op volle grond, boven een kruipruimte of boven een kelder buiten het beschermd volume, ingegraven keldervloeren)	0,40 of 1,00		0,35 of 1,30	

<sup>34</sup> met uitzondering van deuren en poorten, gordijngevels en glasbouwstenen

<sup>35</sup> idem

DEUREN EN POORTEN (met inbegrip van kader)	2,9		2,2	
GORDIJNGEVELS (volgens prEN 13947)	2,9 en Ug,max = 1,6		2,2 en Ug,max = 1,3	
GLASBOUWSTENEN	3,5		2,2	

Tabel 10: overzicht van energieprestatie-eisen van de periode 2010-2012 en 2012-2014 voor de buitenschil voor woningen, aangepast op basis van (VEA 2009; VEA 2012)

Voorafgaand onderzoek op basis van Allacker et al (2011) en Allacker (2010, p. 448) toonde aan dat de passiefhuisnorm (Feist et al 2001) niet altijd de laagste levenscyclusmilieukosten op gebouwniveau met zich meebrengt. Daarenboven toonden Achten et al (2009) en Georges et al (2012) aan dat het economisch optimum (op basis van levenscycluskosten en terugverdientijd) in België zich op laag-energieniveau situeert en niet op passiefhuisniveau. Dit kan verklaard worden door het overdimensioneren van de isolatieschil bij passieve woningen om een warmtevraag van minder dan 15 kWh/m<sup>2</sup> per jaar te bekomen. Om deze reden werd binnen deze studie niet verder gestreefd dan een isolatiegraad, die overeenkomt met een (zeer) lage energiewoning (met een karakteristieke warmtevraag van +/- 30 kWh/m<sup>2</sup> per jaar).

Desalniettemin kunnen de technische installaties een belangrijke rol spelen bij het verlagen van het operationeel energieverbruik en de milieukosten van het gebouw. Vandaele (2013) toonde aan dat een nulenergiewoning wel degelijk een lagere milieu-impact heeft dan een niet-nulenergiewoning, maar dat de passiefhuisvoorwaarde (zijnde hier het overdimensioneren van de isolatieschil) geen milieuvoordeel oplevert binnen de Belgische bouwcontext. Een geschikte keuze van het ruimteverwarmingssysteem, het sanitair warm water, het ventilatiesysteem en het (decentraal) energieproductiesysteem is dus belangrijker.

In deze studie is de materiaalgerelateerde milieu-impact van de technische installaties niet meegenomen, gezien hiervoor nog geen MMG-milieuprofielen werden opgemaakt. Het verwaarlozen van de materiaalgerelateerde milieu-impact van de technische installaties is in eerste instantie te rechtvaardigen, gezien deze meestal kleiner is dan 5% van het levenscyclusmilieuprofiel van een Belgische woning (Debacker et al 2013). Vermits de materiaal- en energiegerelateerde milieu-impacts onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn, wordt er echter aanbevolen om bij toekomstige ontwikkelingen van de MMG-milieuprofielen – en in het bijzonder op gebouwniveau – technische installaties mee in beschouwing te nemen.

#### 4.2.3 Vertaling van milieukosten naar een waarderingschaal op gebouwniveau

Zoals reeds aangehaald, wordt de vooropgestelde lineaire relatie tussen de milieukosten en de waardering in % punten bepaald door de gebouwoplossingen met de kleinste en de hoogste milieukosten. Op basis van het beperkt typologisch onderzoek komt het 0%-punt overeen met een milieukost van 479 €/m<sup>2</sup> BVO<sup>36</sup> (LE<sub>max</sub>) en het 100%-punt met een milieukost van 101 €/m<sup>2</sup> BVO (LE<sub>min</sub>). Gezien de beperkte omvang van de typologische studie, werden de bedragen afgerond naar 500 €/m<sup>2</sup> BVO en 100 €/m<sup>2</sup> BVO. Tabel 11 geeft de kenmerken weer van deze woningoplossingen.

	LE <sub>min</sub> (= 100% punten)	LE <sub>max</sub> (= 0% punten)
gebouwlayout <sup>37</sup>	Vrijstaande woning	Gesloten woning
(13.+) vloer op volle grond	vloer10_kurk08_parket	vloer6_PUR04_dekvloer EPS
(21.+) buitenwand	BW5_FJI_cellulose24_gevelsteen	BW24_snelbouw_betonprefabpaneel
(22.1+) dragende	DBiW7_zichtbetonblok	DBiW2_beton

<sup>36</sup> BVO = Bruto vloeroppervlakte. Naar analogie met de EPB-berekening wordt de milieu-impact op gebouwniveau uitgedrukt per m<sup>2</sup> bruto vloeroppervlakte, zodat een vergelijking mogelijk is tussen verschillende bouwtypes.

<sup>37</sup> zie Tabel 9 voor de kenmerken van de verschillende gebouwlouttypes.

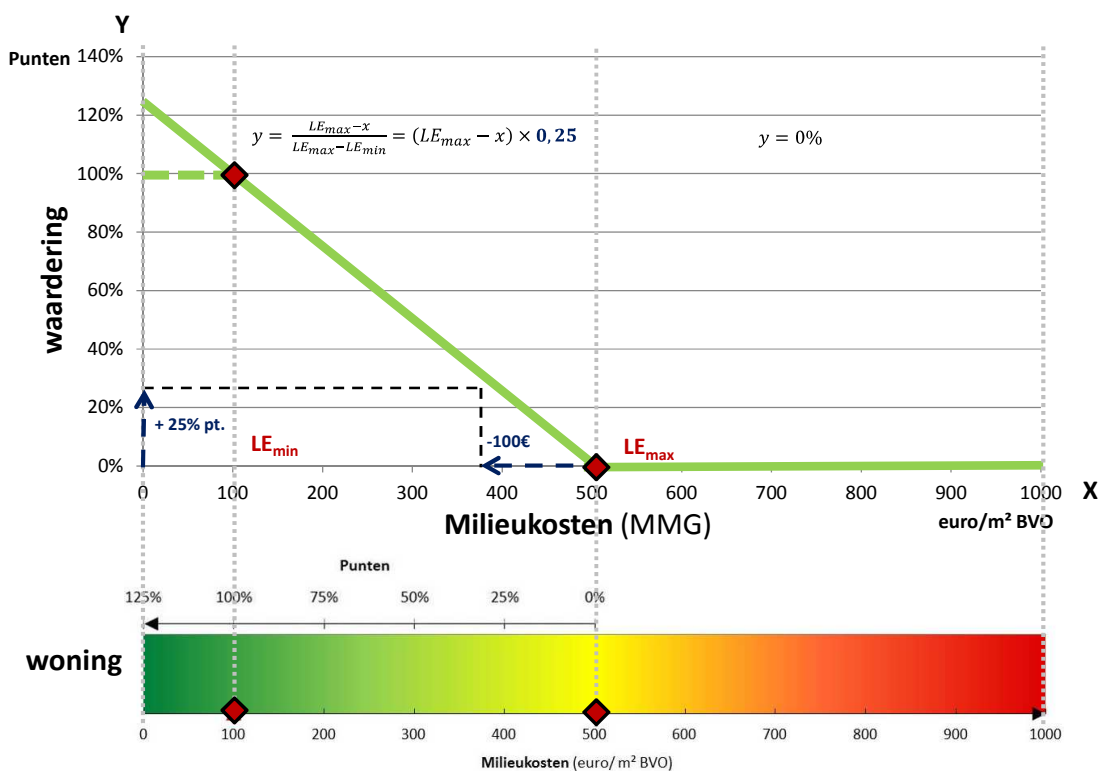
<b>binnenwand</b>		
<b>(22.3+) niet-dragende binnenwand</b>	NDBiW8_gipsblokken	NDBiW10_systeemwand_vol
<b>(23.) verdiepingvloer</b>	VV13_welfsels12_VG_RW3_tap ijl	VV14_houtRW22_RW3_tegels
<b>(24.) trap</b>	trap2_hout_gesloten	trap5_staal
<b>(27.1+) plat dak</b>	PD13_FJI_cellulose24_RW6_E PDM	PD3_beton_PUR10_bitumen
<b>(27.2+) hellend dak</b>	HD4_FJI_cellulose24_kleidakpa n	HD8_spantjes_RW18_zink
<b>(31.) raam</b>	PVCtherm_glas0.5	hout_tropisch_hard_glas1.1
<b>(32.) binnenschrijnwerk</b>	D1_MDF	D2_eik

Tabel 11: overzicht van gebouwvarianten met de hoogste en laagste milieukosten op basis van typologisch onderzoek.

Gebruik makend van lineaire interpolatie kan de waardering (y) van alle woningoplossingen, die zich tussen deze "extremen" bevinden, geschreven worden als:

$$y = \frac{LE_{max} - x}{LE_{max} - LE_{min}} = (LE_{max} - x) \times 0,25 \quad (\text{vergelijking 1})$$

Met andere woorden, een gebouwoplossing, die gekenmerkt wordt door een daling van circa 100 €/m<sup>2</sup> BVO ten opzichte van de gebouwoplossing met de hoogste milieukost, zal een stijging van circa 25% van het totaal te verkrijgen punten met zich meebrengen. Dit wordt grafisch geïllustreerd aan de hand van Figuur 48. Gebouwoplossingen, die gekenmerkt worden door een hogere milieukost dan 500 €/m<sup>2</sup> BVO, krijgen geen punten. Gebouwoplossingen, die een lagere milieukost hebben dan 100 €/m<sup>2</sup> BVO, worden beloond met bonuspunten. Er wordt voorgesteld om dezelfde lineaire verhouding te gebruiken als uitgedrukt in vergelijking 1. Indien het uitreiken van bonuspunten niet mogelijk is, wordt de maximale waardering logischerwijs afgetopt op 100% van de totaal te verkrijgen score.



Figuur 48: grafische bepaling van het MMG-waarderingssysteem

Als grafische output wordt voorgesteld om een “milieumeter” te gebruiken met een dubbele schaal, i.e. onderaan de milieukosten per €/m<sup>2</sup> BVO en bovenaan de waardevertaling in (%) punten. Tussenin wordt een kleurschaal gebruikt om aan te geven waar goede en slechte gebouwoplossingen zich bevinden (respectievelijk van groen naar rood, van links naar rechts). Dit wordt weergegeven in Figuur 48.

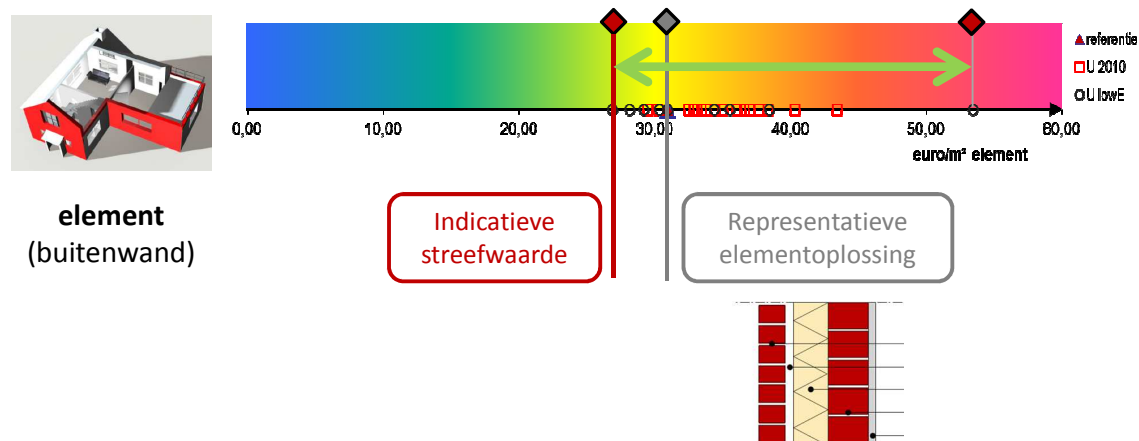
De vertaling van milieukosten naar een waardering moet gedaan worden voor verschillende gebouwfuncties. Gezien de keuze van de elementvarianten en gebouwlay-out per toepassing zal verschillen, zal het typologisch onderzoek ook verschillend zijn. Dit zal zich uiten in een andere waarderingsschaal per toepassing. Indien gebouwen meerdere functies omvatten, moeten meerdere waardeschalen gebruikt worden. De totale milieubaardering van het gebouw is dan een functie van de samenstellende toepassingen, bijvoorbeeld uitgedrukt in aandeel m<sup>2</sup> BVO. Specifieke gebouwen, zoals sportstadia, musea, e.a., moeten ad hoc bekeken worden.

#### 4.2.4 Bepaling van indicatieve streefwaardes op elementniveau

Het elementniveau speelt een belangrijke rol in het verschaffen van milieu-informatie over de verscheidene ontwerpfases heen. Zo kan de ontwerper reeds tijdens het schetsontwerp op basis van voorgedefinieerde elementvarianten of tijdens een gedetailleerde ingave bij het uitvoeringsontwerp op basis van specifieke data en eigen elementvarianten inzichten bekomen in het milieuprofiel op gebouwniveau. Ook al dienen de uiteindelijke milieu-evaluatie en waardering te gebeuren op gebouwniveau (of hoger), kunnen indicatieve streef- en representatieve waardes op elementniveau de ontwerper gidsen naar een milieuvriendelijk ontwerp. Hierin is het belangrijk te onderschrijven dat de milieugerelateerde beslissingen op elementniveau geen absolute garantie geven op milieuvriendelijk ontwerp op gebouwniveau, gezien o.a. de gebouwlayout en het aandeel van de gebouwelementen in het geheel een belangrijke invloed uitoefenen op het totale milieuprofiel van het gebouw. Echter, het milieuprofiel van representatieve elementoplossingen en milieu-optimale elementoplossingen, zullen de ontwerper en de bouwheer een houvast bieden om het gebouwontwerp te verbeteren. Gezien de milieubaardering op gebouwniveau (of hoger) plaatsvindt, zullen op dit niveau enkel milieukosten meegegeven worden en geen (%) punten.

Een indicatieve streefwaarde wordt gedefinieerd als de milieukosten van de elementvariant met de laagste milieukosten op basis van het uitgevoerde typologisch onderzoek. Een indicatieve referentiewaarde wordt gedefinieerd als de milieukosten van een elementvariant, die vaak gebruikt wordt binnen de beschouwde toepassing (bv. wonen) en bouwcontext (hier Belgische nieuwbouw).

Binnen deze studie wordt de oefening gedaan voor de buitenwand van een nieuwbouwwoning. Dit wordt geïllustreerd aan de hand van Figuur 49.



**Figuur 49: grafische weergave van de indicatieve streef- en representatieve waarde voor het element 'de buitenwand' binnen de context van een Belgische nieuwbouwwoning.**

De indicatieve streefwaarde voor de buitenwand van een nieuwbouwwoning komt overeen met de buitenwandoplossing met de laagste milieukosten, zoals gedefinieerd in Tabel 11: een buitenwand gekenmerkt door het gebruik van FJI-liggers als dragende constructie, opgevuld



met 24 cm cellulose en gevelsteen als buitenafwerking (i.e. variant BW5). Deze buitenwandoplossing heeft een milieukost van 26,89 €/m<sup>2</sup>buitenwand.

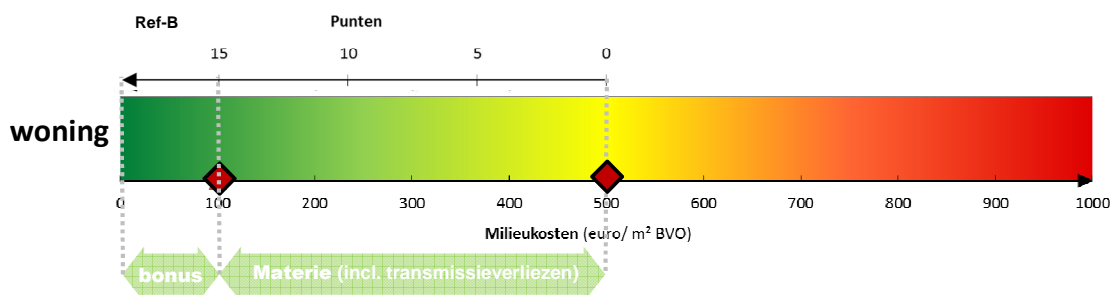
Als representatieve buitenwandoplossing werd geopteerd voor een klassieke spouwmuur, gekenmerkt door isolerende snelbouwsteen (290x140x140), 6 cm rotswolisolatie (conform EPB-eisen 2010-2012) en gevelsteen (190x190x50). Deze buitenwandoplossing heeft een milieukost van 32,54 €/m<sup>2</sup>buitenwand. Dit is een redelijk goede oplossing, als men het bereik van de milieukosten van alle onderzochte buitenwandoplossingen bekijkt – van 26,89 €/m<sup>2</sup> tot 53,48 €/m<sup>2</sup>. Dit alles wordt weergegeven via Figuur 49.

## 4.3 Voorstel van integratie in enkele beleids- en praktijkinstrumenten

### 4.3.1 Nationaal referentiekader “duurzame gebouwen” of “Referentie(e)l B”

De 3 Belgische gewesten hebben de handen in elkaar geslagen om een referentiekader “duurzame gebouwen” uit te werken – ook gekend als “Referentie(e)l B”, waarbij de volgende ambities beoogd worden:

Het duurzaamheidskader werd opgesteld voor zowel bestaande gebouwen, als nieuwbouw, als voor de waardering van kantoren, individuele en collectieve woongelegenheden. Dit werd gedaan aan de hand van 9 thema’s, waarvan “Materie” er één is. Bij het testen van de opgestelde maatregelen binnen dit thema in de voorbereidende fase werd duidelijk dat het thema “Materie” een moeilijk werkbaar onderdeel is binnen het referentiekader. Dit heeft te maken met het feit dat het geheel van maatregelen hiaten en dubbeltellingen in de hand werkt en de bewijslast in veel gevallen zwaar kan uitvallen. Deze obstakels kunnen (op termijn) weggewerkt worden door het integreren van de MMG-milieuprofielen binnen het referentiekader. Om dergelijke integratie mogelijk te maken, zal het uitgewerkte waarderingssysteem uit paragraaf 4.2 van pas komen.



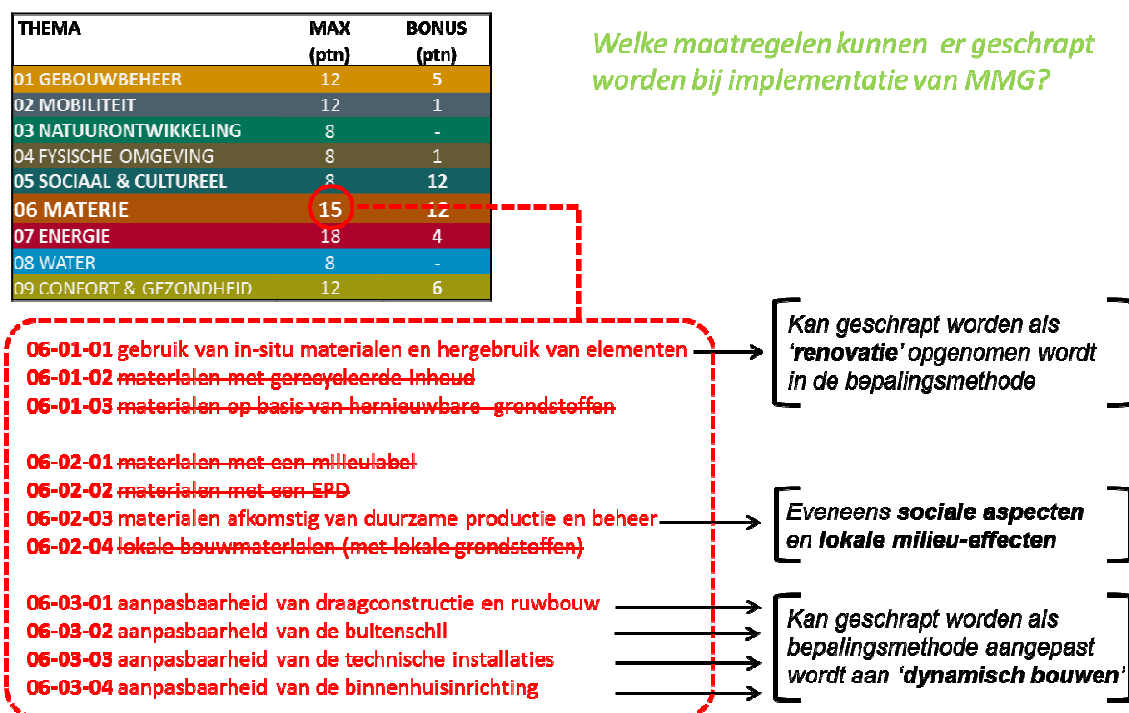
Figuur 50: gebruik van het MMG-waarderingssysteem in het instrument “Referentie(e)l B”

De % punten worden vertaald naar de puntenverdeling, eigen aan het Ref-B. Het 100%-punt komt overeen met het maximum toe te wijzen punten voor het thema 06 “Materie”, i.e. 15 punten. Gezien de MMG-milieuprofielen eveneens de transmissieverliezen van de buitenschil in acht nemen, zou dit een mogelijke dubbeltelling met maatregel 07-01-02 “thermische kwaliteit van buitenschil” met zich meebrengen. Daarom beveelt het onderzoek consortium aan om deze maatregel binnen het thema 07 “Energie” niet te laten meetellen in de totale score.

Gebouwoplossingen, die een beter milieuprofiel bezitten dan de gebouwoplossingen, afkomstig van het bouwtypologisch onderzoek, hebben recht op bonuspunten. Rekening houdend met het feit dat dezelfde lineaire relatie gebruikt wordt tussen de milieukosten en de waarderingsschaal, kunnen er maximaal 3,75 bonuspunten uitgereikt worden (eventueel af te ronden op 4 bonuspunten). Dit betekent in totaal 18,75 punten (of 19 punten in geval van afronding).

Mits enkele aanpassingen en verbredingen van de MMG-bepalingsmethode, kunnen verschillende maatregelen, opgenomen in thema 06 “Materie”, onmiddellijk of op termijn geschrapt worden. Zoals aangegeven in Figuur 51, kunnen alle maatregelen, die rechtstreeks opgenomen worden in de milieu-impactbepaling (via levenscyclusanalyse), zoals maatregelen

01-02, 01-03, 02-01, 02-02, 02-04, onmiddellijk geschrapt worden bij integratie van de huidige MMG-bepalingsmethode en -profielen. Andere maatregelen kunnen in een nabije toekomst geschrapt worden door het toevoegen van 'renovatie' en 'dynamisch (ver)bouwen' aan de MMG-bepalingsmethode (i.e. respectievelijk 01-01 en 03-01 tot en met 03-04). De enige maatregel, die niet onder de MMG-bepalingsmethode geplaatst kan worden, is maatregel 02-03, gezien duurzame productie en beheer van materialen eveneens sociale aspecten (zoals arbeidsomstandigheden) en lokale milieueffecten met zich meebrengen. Lokale milieueffecten worden sinds kort mee opgenomen binnen levenscyclusimpactmethoden. Deze aspecten kunnen dus in een nabije toekomst ingang vinden binnen de MMG-bepalingsmethode, mits de beschikbaarheid van milieudata. Sociale aspecten, gerelateerd aan de productie en het beheer van materialen, worden beter opgenomen in andere thema's, zoals thema's 05 "Sociaal en Cultureel" en 01 "Gebouwbeheer", of nog beter (op middellange termijn) doorgerekend worden met een sociale LCA (sLCA).



Figuur 51: schrapping van huidige maatregelen binnen thema 05 "Materie" binnen het instrument "Referentie(e) B" bij integratie van MMG.

### 4.3.2 Bestekken en reglementen voor architectuurwedstrijden

Bestekken en reglementen voor architectuurwedstrijden kunnen belangrijke instrumenten zijn voor het verduurzamen van (publieke en private) gebouwen.

Met betrekking tot architectuurwedstrijden dient men een onderscheid te maken tussen **selectie- en gunningscriteria**. Bij de selectie van kandidatuurindelingen kan men een drempel leggen op de maximale levenscyclusmilieukosten van het gebouwontwerp: bijvoorbeeld max. 200 €/m<sup>2</sup> BVO voor een nieuwbouwwoning – wat overeenkomt met circa 75% van de milieuaanpak in Figuur 48. Aanvullend kan de gunning van het bouwproject ontwerpvoorstellen met kleinere levenscyclusmilieukosten bevoordelen. Dergelijke beloning dient te gebeuren door extra punten te geven, evenredig met de relatieve milieuwinsten ten opzichte van de huidige norm of stand-van-zaken. Het onderzoeksconsortium stelt voor om een puntentelling in te voeren, die vergelijkbaar is met de bestaande duurzaamheidsinstrumenten, zoals Ref-B (zie paragraaf 4.3.1), om complementariteit te bevorderen.

Voor de opmaak van bestekken wordt voorgesteld om louter te werken met een **drempelwaarde**, zoals hierboven aangegeven.

Voor beide instrumenten dient men te beseffen dat de milieu-impact van het gebouw(ontwerp) moet bekeken worden samen met andere vereisten. Zo dienen onder andere de technische en financiële haalbaarheid in acht genomen te worden. Per toepassing en context zal dit verschillen. Bij de bepaling van de drempelwaarde dienen de opmakers van de bestekken en architectuurwedstrijdreglementen hiermee rekening te houden.

## 4.4 Besluit en aandachtspunten

In paragraaf 4.2 werd een principiële kader van een MMG-waarderingsstelsel voor een integratie in bestaande praktijk- en beleidsinstrumenten geïllustreerd. In paragraaf 4.3 werd dit principiële kader meer in detail uitgewerkt voor enkele concrete instrumenten. Het belang van een objectieve en transparante vertaling van de milieukosten staat hier centraal.

Tijdens het onderzoek zijn de volgende aandachtspunten aan het licht gekomen:

- bij het opnemen van **renovatievoorstellen** in de MMG-profielen (en –methode) zal een **wijziging van de waarderingsschaal** (binnen eenzelfde gebouwtoepassing) denkbaar zijn. Enerzijds wordt er verwacht dat de milieukosten gerelateerd aan het 0%-punt zullen verhogen, gezien bestaande en gerenoveerde gebouwen meestal een grotere warmtevraag hebben dan een nieuwbouwvariant. Anderzijds zal het behouden van grote hoeveelheden van verwerkte materialen en elementen bij renovatie een daling in de materiaalgerelateerde milieukosten met zich mee brengen. Dit kan mogelijk de bepaling van het 100%-punt beïnvloeden.
- **ledere gebouwtoepassing noodzaakt een andere waarderingsschaal**, gezien andere bouwtypologische kenmerken gekoppeld worden per gebouwtoepassing, zoals de bouwlayout, gangbare elementoplossingen (te verkrijgen op de markt) en verschillen in (energieprestatie)regelgeving. Voor de evaluatie van gebouw(ontwerp)e, die meerdere toepassingen bevatten, zullen meerdere waarderingsschalen gebruikt moeten worden.
- een **uitbreiding van het bouwtypologisch onderzoek** is noodzakelijk. De focus dient echter niet zozeer gelegd te worden op het extensief bepalen van het milieuprofiel van het gehele Belgische gebouwenpatrimonium, maar eerder op het slim op zoek gaan naar extreme gevallen voor het bepalen van de 0%- en 100%-punten.
- naast bouwtypologisch onderzoek kan **de waardering** (kunstmatig) **versoepeld en verstrengd worden** door respectievelijk de bovengrens (100%-punt) te verlagen (waardoor gemakkelijker hogere punten en bonuspunten uitgerekend worden) en de ondergrens (0%-punt) te verhogen (waardoor gebouwoplossingen met een hoge milieukost, maar die nog voldoen aan de norm, uitgesloten worden).

## 5 Stakeholderconsultaties

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de commentaren van de stakeholders naar aanleiding van de eerste en tweede stakeholderconsultaties. (*in italics*) De commentaren worden per onderwerp gegroepeerd, waarbij het antwoord van het consortium telkens wordt vermeld (gewone tekst)

### 5.1 Opmerkingen Stakeholderconsultatie 1

#### 5.1.1 Belang van een evaluatie op gebouwniveau

##### **Quentin de Hulst, BASF Belgium**

*“PMP denkt dat een LCA evaluatie en ontwerptool van een gebouw noodzakelijk is. Dit moet wetenschappelijk zijn en echt prestatie meten, maar ook eenvoudig te gebruiken om een gebouw te optimaliseren. PMP heeft daarvoor als eerste stap sinds 2 jaren een tool gelanceerd om de energiebehoefte berekening van PHPP uit te breiden naar volledige levenscyclus berekening van energie en CO2 uitstoot: be-global (vrij beschikbaar op <http://www.be-global.be>)*

*PMP denkt dat men zou direct op gebouwniveau werken, zoals in be-global, maar beschouwt een catalogus van elementen, zoals door de MMG consortium op korte termijn voorgesteld, als een interessant hulpmiddel voor de gebruiker om de berekening op gebouwniveau sneller te maken. Be-global maakt het al mogelijk voor de gebruiker om zelf zijn catalogus te ontwikkelen.”*

##### **PMC BMP**

- *“Streven naar evaluatie van de materiaalimpact op gebouwniveau*

*Zoals in betrokken paragraaf geschreven en verantwoord, gebeurt de evaluatie van de materiaalimpact idealiter op gebouwniveau. De Belgische Bouwmaterialen producenten verzetten zich tegen het voorstel om de evaluatie op gebouwniveau pas op lange termijn te plannen. Ze benadrukken het feit dat de milieuprofielendatabank van gebouwelementvarianten een weinig kostenoptimale tussenstap is die ook innovatie belemmerend is, wat in strijd is met het beoogde beleid.*

*De Belgische Bouwmaterialen Producenten wensen te herinneren dat ze in overleg met FOD, actief aan de opzet van een EPD-databank werken en dat het ook hier de bedoeling is deze op relatief korte termijn te realiseren. De beschikbare EPDs zullen helpen de berekening van de LCA op gebouwniveau om te zetten in een eenvoudige oefening.*

- *Milieugerichte productontwikkeling stimuleren*

*De Belgische Bouwmaterialen Producenten wensen hier nogmaals te benadrukken dat door de interrelaties tussen de gebruikte bouwmaterialen in een gebouw, impactevaluatie op gebouwelementniveau tot verkeerde conclusies kan leiden”*

##### **Antwoord consortium**

De evaluatie moet inderdaad op gebouwniveau gebeuren (liefst zo snel mogelijk), maar een volwaardige uitwerking van het elementniveau blijft noodzakelijk als ondersteuning van het gebouwniveau:

- De tool moet bruikbaar zijn doorheen de verschillende ontwerpfasen: van een ruwe schatting bij het schetsontwerp (op basis van voorgedefinieerde elementen) naar een meer gedetailleerde ingave bij het uitvoeringsontwerp (verfijning van de data voor de verschillende elementen).
- Gerichte optimalisatie van gebouwen moet mogelijk zijn door verschillende elementoplossingen met elkaar te vergelijken

Omwille van de onmogelijkheid om op korte termijn een volledige evaluatie op gebouwniveau te ontwikkelen, zal de tool een vereenvoudigde gebouwevaluatie toelaten (op basis van de ratio's van de verschillende elementen in het gebouw).

## 5.1.2 Integratie met de energieprestatieberekening

### **Quentin de Hulst, BASF Belgium**

*“Be-global is een berekeningstool op gebouwniveau die de data van de energetische berekening gebruikt. Die twee punten zijn belangrijk volgens PMP omdat de resultaten enkel op gebouwniveau geëvalueerd kunnen zijn, omdat energiebehoefte deel van de levenscyclus maakt en om dubbel invoeren te vermijden.”*

### **Antwoord consortium**

Gezien de invloed van de materialen op de energieprestatie, moet het energieverbruik inderdaad geïntegreerd worden. Vandaar het gebruik van de equivalente graaddagenmethode om de milieu-impact van de transmissieverliezen op elementniveau mee in rekening te nemen. Ook zijn we voorstander van een snelle integratie van de EPB-berekening, zodat dubbele invoer vermeden wordt.

## 5.1.3 Samenwerking met beGlobal

### **Quentin de Hulst, BASF Belgium**

*“PMP is van plan om verschillende evolutie in be-global te implementeren:*

- *aanpassing aan de recente Europese normen, inclusief uitbreiding van milieu-impacts*
- *aanpassing van de scenario's aan de Belgische scenario's gepubliceerd in de MMG verslag*
- *relatie met toekomstige Belgische EPD database zodra het beschikbaar is*
- *verbetering van de functionaliteiten, zoals de visualisatie en interpretatie van resultaten*
- *het belang van de mate van detaillering in de gebouwbeschrijving studeren*
- *PMP is bereid om met OVAM, VITO, ASRO, WTCB en andere partners samen te werken om zijn ervaring met be-global te gebruiken voor de ontwikkeling van een volledige tool op gebouwniveau die de Europese normen implementeert en de marktbehoeften beantwoordt om duurzaam bouwen beter te evalueren.”*

### **Antwoord consortium**

Samenwerking om sneller tot een volledig instrument op gebouwniveau te komen, is mogelijk, maar een aantal aspecten moeten besproken worden:

- EPB is het van overheidswege opgelegde instrument om de energieprestatie van een gebouw te berekenen. Het lijkt dan ook logisch om de tool in de eerste plaats te integreren met de wettelijk verplichte en breed gekende EPB-berekeningsmethodologie (PHPP blijft een privé-initiatief en focust op de beoordeling van passieve gebouwen).
- BeGlobal focust op het gebouwniveau en is dus vooral bruikbaar aan het einde van het ontwerpproces. Een volledige uitwerking van het elementniveau lijkt noodzakelijk om als ontwerpinstrument bruikbaar te zijn.
- BeGlobal doet nog geen evaluatie van de milieu-impact van de technische installaties, maar houdt wel rekening met de positieve impact van deze installaties op het energieverbruik. Bijvoorbeeld, de milieu-impact voor de productie van PV-panelen wordt niet meegerekend, maar de reductie van het elektriciteitsverbruik wordt wel beschouwd. Dit kan een slecht signaal geven bij het vastleggen van prioriteiten om de milieu-impact van gebouwen te reduceren.

## 5.1.4 Verhouding t.o.v. bestaande referentiën

### **Mieke Bonnarens, BOUWUNIE vzw**

*“Bij deze geef ik u graag onze input n.a.v. het stakeholdersoverleg i.v.m. MMG.*

*Net als OVAM en de onderzoekers van KU Leuven zijn we vanuit Bouwunie overtuigd van het belang van duurzaam bouwen. We staan dan ook achter het idee om gebouwen op vlak van hun duurzaamheid te kunnen evalueren. Ook wij vinden het daarbij belangrijk dat de diverse*

*facetten van duurzaam bouwen daarin mee genomen worden, zoals dat in het voorgestelde D-peil het geval is.*

*We stellen ons echter de vraag of het hiervoor nodig is om een parallel parcours af te leggen aan de diverse referentiëlen die de afgelopen jaren ontwikkeld werden. Zo investeert de Vlaamse overheid nu mee in het be-ref-referentieel, dat als doel heeft een synthese te maken van eerdere referentiëlen én een Belgische variant te vormen van de internationaal erkende BREEAM-tool. Het lijkt me dan ook zinvoller om de Vlaamse middelen efficiënt in te zetten en op de bestaande zaken verder te werken eerder dan opnieuw nieuwe zaken te gaan ontwikkelen.*

*We zijn er dan ook voorstander van om het materiaalluik hierin beter te ontwikkelen, eerder dan een nieuw m-peil of M-peil of D-peil te ontwikkelen.”*

#### **Antwoord consortium**

Het is niet de bedoeling om een parallel parcours op te zetten. De voorgestelde methodologie laat toe om het luik materialen inclusief energetische transmissieverliezen op element- en gebouwniveau coherent te evalueren, gebaseerd op een LCA-methodologie. Later kan het energieluik ook meer volledig geanalyseerd worden met deze methodologie (inclusief ventilatieverliezen, zonnewinsten per oriëntatie, rekening houdend met obstructies, interne winsten, installatiecontext, ...).

Deze methodologie laat toe om zelfstandige evaluaties uit te voeren aangaande de milieu-impact van materialen, elementen en gebouwen, maar laat tevens toe om ingeschoven te worden in de analyse van het materialenluik van duurzaamheidsevaluatiesystemen, zoals Referentieel-B en de Vlaamse Maatstaf.

Het integreren van de LCA-methodologie binnen duurzaamheidsevaluatiesystemen biedt namelijk het voordeel om milieu-impacts van gebouwen (en wijken) op een meer geïntegreerde manier te bekijken.

In de toekomst dient er dan ook nagegaan te worden in welke mate deze LCA-gebaseerde methodologie ook voor andere thema's of subthema's, gelinkt aan de milieu-performantie van gebouwen, zoals energie, mobiliteit of water, verder geïntegreerd of aangevuld kan worden in de bestaande duurzaamheidsevaluatiesystemen.

### **5.1.5 Kosten en tijdsinspanning evaluatie**

#### **Mieke Bonnarens, BOUWUNIE vzw**

*“Niet alleen is de ontwikkelingskost van dergelijke instrumenten hoog, ook het eigenlijke gebruik ervan heeft financiële gevolgen. Iedere fabrikant zal namelijk – voor een kleine afzetmarkt als Vlaanderen – heel wat research moeten doen, voor heel wat varianten waarin zijn producten kunnen gebruikt worden. Bovendien zal het doorrekenen van gebouwen in tal van tools i.p.v. in één referentieel, heel wat tijd en energie vragen en zo zorgen voor een bijkomende studiekost. Wil je inspanningen op vlak van milieu belonen én een correcte evaluatie maken (waarbij gebouwelementen die goed scoren in de tool ook in realiteit beter scoren op vlak van milieu), dan zal namelijk een heel gedetailleerde input én gegevensverzameling nodig zijn specifiek voor deze ene tool, waarvoor een ‘gewone EPD’ lang niet volstaat.*

*Dit alles heeft mogelijk een significante stijging van de bouwkost tot gevolg, waardoor bouwen stilaan iets wordt voor de happy few. Vraag is dan ook of dit niet in tegenspraak is met het sociale luik van duurzaam bouwen.*

*Bovendien heeft dit een directe impact op het economisch welvaren van de bouwsector. En een slechte economie levert uiteraard ook een grote maatschappelijke kost op. De vraag stelt zich dan ook of de mogelijke milieuwinst van deze bijkomende tool nog opweegt tegen de maatschappelijke kost en de milieukost ervan.”*

#### **Antwoord consortium**

Wat de milieudata betreft, zijn er al veel data beschikbaar. Naast generieke databanken, is de federale overheid, in samenwerking met materiaalproducenten, bezig met de ontwikkeling van een Belgische EPD databank, die ook in de MMG-tool kan geïntegreerd worden. Er kan ook

gedacht worden aan oplossingen om de kleine producenten te helpen bij de opmaak van EPD's.

Verder wordt er gestreefd naar één tool, waarbij verschillende berekeningen geïntegreerd worden (milieu-impact en energieverbruik). Op die manier wordt dubbele invoer vermeden en ordt de tijdsinspanning beperkt. Op lange termijn kan ook gedacht worden aan een integratie met BIM en een koppeling met de berekening van de financiële kosten.

### 5.1.6 Duurzaamheidspeil versus M-peil

#### **PMC BMP**

- *“Ontwikkeling van een M-peil*

*Het spreekt voor zich dat een geaggregeerde totaalprestatiescore gebruiksvriendelijk is maar ook minder transparant. De berekeningstool zou dan ook een tussenstap moeten voorzien waar de intermediaire resultaten en resultaten per impactcategorie beschikbaar gesteld worden aan de hand van welke de architect en bouwheer de milieu-impact van een gebouw kunnen optimaliseren. Dit maakt opnieuw de tussenstap van de milieuprofielendatabank voor gebouwelementvarianten overbodig.”*

- *“M-peil staat voor materialenpeil op gebouwniveau. Materialen zijn op zich slechts componenten van een gebouw maar hun interrelationele verhoudingen zijn bepalend voor de uiteindelijke milieu-impact van betrokken gebouw. Het zou voor de gebruikers minder verwarrend overkomen mocht M-peil voor Milieu(-impact)-peil staan.”*

#### **Antwoord consortium**

- De gebruikerstool zal zowel globale (milieukosten) als deelresultaten (resultaten per impactcategorie) weergeven. De gebruiker zal dus de graad van detail kunnen kiezen.
- Gezien de invloed van de keuze van de materialen op andere duurzaamheidsaspecten, wordt er inderdaad idealiter op langere termijn gestreefd naar een D-peil, waarbij materialen, energie, mobiliteit, water,... volgens eenzelfde LCA-methodiek beoordeeld worden. Op korte termijn wordt het energieverbruik door transmissie mee in rekening genomen bij de evaluatie van de gebouwelementen, zodat er eigenlijk over een M/E-peil kan gesproken worden.

### 5.1.7 Koppeling met meetstaat

#### **PMC BMP**

*“Acties / Inspanningen*

*De Belgische Bouwmaterialen Producenten steunen volkomen het idee van berekeningstools gekoppeld aan de meetstaat om het voorbereidend werk van de gebruiker beperkt te houden.*

*Zoals reeds gemeld, werken de Belgische Bouwmaterialen Producenten aan de opzet van een EPD-databank dankzij welke er zonder uitstel met geüpdatet gegevens voor specifieke bouwmaterialen zal kunnen gewerkt worden.*

*De Belgische Bouwmaterialen Producenten wensen nogmaals te benadrukken dat de berekening van bijkomende materiaalcombinaties via de MMG-bepalingsmethode een weinig kostenoptimale tussenstap is, die de berekening van LCA of 'materiaalprestatie' op gebouwniveau niet mag uitstellen.”*

#### **Antwoord consortium**

Een koppeling met de meetstaat zou betekenen dat de evaluatie pas aan het einde van het ontwerpproces kan gebeuren, waardoor er nog weinig aanpassingen mogelijk zijn. Een opdeling in gebouwelementen laat daarentegen toe om vanaf de eerste fasen van het ontwerpproces een aantal eenvoudige berekeningen door te voeren en stapsgewijs doorheen het proces de gegevens te verfijnen. Zowel het gebouw- als het elementniveau moeten dus op een volwaardige manier uitgewerkt worden.

## 5.1.8 Specifieke opmerkingen

### *Dirk Verbeeck, Kamp C*

- *“Best zo weinig mogelijk afkortingen gebruiken, ook voor bouwonderdelen. Zo zegt de term EAm04\_a1m\_a (zoals gebruikt in Baubook) niet echt veel.”*  
→ Elk element wordt met een code en een naam omschreven.
- *“Bij kosten /m<sup>2</sup> vloer speciëren: milieukost (vooraleer dit verkeerd wordt gebruikt)”*  
→ Dit wordt gespecificeerd om geen verwarring met de financiële kosten te creëren.
- *“www.caaa.be integreert verschillende softwaretoepassingen met mekaar (o.a. de BB/SfB classificatie)”*  
→ Er wordt ook gestreefd naar integratie van verschillende tools.
- *“De verwijzing naar de voorbeeldprogramma’s GreenCalc, Baubook en Bauteilkatalog e.a. is mooi in de presentatie maar die dingen zijn natuurlijk wel gelicentieerd. Misschien bij een volgende informatievergadering een wat meer uitgebreide demo voorzien?”*  
→ Tijdens het tweede stakeholderoverleg wordt de gebruikerstoel voorgesteld.
- *“Is er een mogelijkheid om nieuwe materialen en experimenten in het model te plaatsen? nanogel, eartship, aardwarmtewisselaar,…”*  
→ Het model is volledig uitbreidbaar om nieuwe materialen en technieken te beoordelen. In een eerste fase werd gefocust op een beperkt aantal elementen.
- *“PVC wordt doorgaans niet echt gehonoreerd in milieugerelateerde modellen maar een zonwering in een PVC-zeilstructuur (type www.velum.be) is misschien wel een aanvaardbare materiaalzuinige oplossing.”*  
→ Vandaar het belang om altijd een materiaal te beoordelen in een bepaalde toepassing. Een LCA van zonweringsystemen zou kunnen toelaten om verschillende oplossingen te vergelijken.
- *“19/1 de vorm: zeker dynamische software. Web applicaties laten een snellere update toe”*  
→ Webapplicaties hebben ook nadelen t.o.v een te downloaden software: ze zijn enkel beschikbaar met een internetverbinding en er is altijd een risico op een update in de loop van het project. Er is dus nog geen definitieve keuze tussen webapplicatie en te downloaden software.
- *“20/4 er wordt gekeken naar de link tussen materiaalprestatie en energieverbruik maar er is ook een link tussen verwerkingswijze en recycleerbaarheid (demontabel bouwen) en een link tussen toepassing en openliggende keuzemogelijkheden (zo bijvoorbeeld een dakconstructie geschikt voor groendaken, een fundering geschikt voor bijkomende verdieping, …)”*  
→ De voordelen van demontabel bouwen kunnen ook met LCA beoordeeld worden door het hergebruik van bouwonderdelen aan het einde van de levensduur van elementen in rekening te nemen. Een voorbeeld is de aanpak, zoals toegepast in het doctoraat van Anne Paduart (Paduart 2012) over dynamisch bouwen.
- *“30/3 Wat is het risico op een update. Normaal gezien verwacht je enkel een betere waarde dan de bestaande. Zelf in het andere geval is een update nuttig (laatste nieuwe gegevens)?”*  
→ Het nadeel van een webapplicatie is dat u niet kunt blijven rekenen met de oude gegevens (gegevens voor de update), waardoor de resultaten in de loop van het proces kunnen wijzigen.
- *“31/3 De link met andere software is wel heel veel hooi op de vork gezien de verschillende grafische systemen die er bestaan. Alvast compatibiliteit met Windows, Mac en Linux meenemen? En toepasbaar op smartphone? Veel software wordt “tactiel” en de toekomst zou wel eens grotendeels over aanraakschermen gebeuren.”*  
→ De concrete uitwerking van de gebruikerstoel valt buiten het kader van deze opdracht. De opmerking wordt wel genoteerd!



- *“32/4 Nieuwbouw/renovatie: de keuze voor nieuwbouw is logisch naar ontwikkeling toe maar echt milieubewust bouwen is vaak verbouwen. De milieudoelstellingen zullen ook niet in de eerste plaats met nieuwbouw gerealiseerd worden.”*  
→ Renovatie zou inderdaad zou snel mogelijk moeten beoordeeld worden, gezien de grootte van het bestaande gebouwenbestand. Maar dit vergt nog extra onderzoek over de methodologie.
- *“38 (en volgende) Starten met beperkte simulatiemogelijkheden is wel een hypothese op het gebruik en een rem op de creativiteit. Welke materialen / constructies zitten in een eerste fase in het aanbod: vooral de grote kapitaalcrachtige firma's? Ter vergelijking: bio-ecologische isolatiematerialen zijn niet ATG-geattesteerd en dus ook niet terug te vinden op [www.butqb.be](http://www.butqb.be).”*  
→ Starten met beperkte simulatiemogelijkheden is een pragmatische beslissing. Op termijn moet er een combinatie zijn van voorgedefinieerde en zelf in te geven elementen
- *“46/3 de vergelijking van een m-peil met een U-waarde gaat niet helemaal op. De U-waarde is te verbeteren met een aanpassing van het de dikte in hetzelfde materiaal. Is een slecht m-peil niet in de eerste plaats het gevolg van milieutechnisch minder scorende materialen en moeten die dan op termijn niet op productieniveau aangepakt worden. Ter vergelijking: de CFK's die wel gebruikt werden in oudere isolatiematerialen maar nu dus verboden zijn.”*  
→ De vergelijking focust op de manier, waarop prestaties vastgelegd worden. Het K-peil is een prestatie op gebouwniveau en de U-waarden geven een indicatie op elementniveau. Hetzelfde zou kunnen gebeuren met het M-peil op gebouwniveau en indicatieve m-waarden voor elementen.
- *“50/1 BB/SfB: een supplementaire zoekfunctie lijkt handig, niet iedereen is met deze classificatie vertrouwd en zoals steeds zijn er overlappingen en minder eenduidige producten”*  
→ De zoekfunctie zou niet enkel via de code gebeuren, maar ook via de verschillende lagen (primaire laag, binnenafwerking, buitenafwerking).
- *“53/2 Ontwerpers zijn geïnteresseerd in een zo flexibel mogelijk systeem.”*  
→ Op termijn komt er een combinatie van voorgedefinieerde en zelf in te geven elementen, maar die flexibiliteit is niet op korte termijn te realiseren.
- *“54/2 Opname van “niet geklasseerde” materialen met een beredeneerde “aanname” voor eerste gebruik (eventueel met een aangepaste [kleur]code)? Dit kan dan ook een stimulans zijn voor de fabrikanten om exacte data aan te leveren. Leempleisterafwerkingen, thermisch behandeld hout, geacetyleerd hout, cortenstaal, shingles, ... “*  
→ Dat is de bedoeling van generieke data. Een producent wordt zo gestimuleerd om specifieke data aan te leveren via een EPD.
- *“70/4 Een aantal factoren zijn ook tijdsgelateerd. Energie- en waterverbruik is ook afhankelijk van de bezettingsgraad. Mobiliteit is eveneens tijdsafhankelijk.”*  
→ Energie- en waterverbruik en mobiliteit kunnen op een statische manier berekend worden (zie EPB) op basis van gemiddelde scenario's. Dynamische berekeningen zijn altijd mogelijk, maar vragen meer inputgegevens.
- *“71/4 evaluatie van voorbeeld vloeren. Behoudens vergissingen van mijnentwege zijn de best scorende vloeropbouwen de parketvloeren. Deze vloeropbouwen zijn niet passief (te weinig isolatie) en laten ook geen vloerverwarming (laag-temperatuur) toe en sluiten dus ook ± het gebruik van warmtepompen uit, toch met de huidige stand van de techniek inzake warmtepompen.”*  
→ De keuzes voor de vloer en de technische installaties moeten inderdaad afgewogen worden. Dit zal op gebouwniveau kunnen gebeuren.

## 5.2 Opmerkingen Stakeholderconsultatie 2

### 5.2.1 Gebouwelementenaanpak

#### **PMC BMP**

*“De toegevoegde waarde van een evaluatie op niveau van de gebouwelementen komt niet overtuigend over, ook niet voor het schetsontwerp van een project. Integendeel, de tussenstap blijkt beperkend en innovatie belemmerend te zijn. De databank van gebouwelementvarianten biedt de ontwerper een beperkte lijst van oplossingen aan en moedigt hem in een zekere zin aan om bij die MMG-uitgerekende oplossingen te blijven.*

*Daarenboven, bij rijwoningen, woongebouwen en appartementen heeft de ontwerper te maken met aanvullende wetgevingen op het vlak van brand, akoestiek, ..., waardoor het samenstellen van de gebouwelementen tevens het oplossen geworden is van een multi-disciplinair vraagstuk (thermische en akoestische isolatie, brandgedrag, sterkte, luchtdichtheid, natuurlijk licht, zonnewinsten, ...). De ontwerper moet te allen tijde, ook in de ontwerpfase, zijn vrijheid in de keuze van materialen kunnen behouden teneinde een antwoord op de gestelde eisen te kunnen voorzien.*

*Het MMG-element laten ontwerpen in 'laagjes' gaat in de goede richting. Dit brengt ons terug naar het aspect dat er moet gerekend worden met productdata en niet met elementdata. De software dient daarom van bij het begin met de EPD-databank te kunnen communiceren.*

*De Bouwmaterialen Producenten wensen te voorkomen dat de opmaak van de databank van gebouwelementvarianten aanleiding zou geven tot uitstel van de opmaak van een tool voor de evaluatie op gebouwniveau, basisinstrument voor de ontwerper die simulaties en optimalisatie mogelijk maakt.*

*Verder zou, toekomstgericht, BIM-integratie eveneens moeten voorzien worden.*

*Over een tijdslijn kunnen beschikken zou hier handig zijn.”*

#### **Bart Goossens, Eternit**

*“Op zich is het een goede methode om het principe met gebouwelementen te behouden, maar dit zou in de berekeningstool nu van in den beginne moeten opgesteld zijn dat elke laag binnen het gebouwelement moet kunnen aangepast worden.*

*Iemand die een nieuwbouw wenst te plaatsen, en leien op een geïsoleerde draagstructuur tegen een gemetste snelbouw wil ontwerpen, vindt deze oplossing niet terug bij de uitgewerkte voorbeelden”*

#### **Antwoord consortium**

De evaluatie op het niveau van gebouwelementen is niet enkel nodig om vanaf het schetsontwerp een aantal eenvoudige simulaties te kunnen uitvoeren, maar ook als hulpmiddel om gebouwen te kunnen optimaliseren (optimalisatie van de samenstellende gebouwelementen). Door de combinatie van voorgedefinieerde en zelf in te geven varianten (op korte termijn met beperkte simulatiemogelijkheden) kunnen trouwens heel wat elementoplossingen gegenereerd worden, waardoor er weinig risico bestaat dat de tool innovatie belemmert (de ontwerper zal heel wat vrijheid hebben in de samenstelling van de gebouwelementen)

De link met de EPD databank, de volledige uitwerking van het gebouwniveau (op korte termijn zal reeds een vereenvoudigde gebouwberekening beschikbaar zijn!) en de link met BIM werden opgenomen in de aanbevelingen op langere termijn. Er werd nog geen tijdslijn bepaald, zodat de bouwsector, in overleg met OVAM, nog een aantal prioriteiten zou kunnen vastleggen.

### 5.2.2 Afstemming, samenwerking op regionaal en Europees niveau

#### **PMC BMP**

*“Zonder de bevoegdheden van de Gewesten in vraag te stellen, is het op industrieel vlak belangrijk voor de Bouwmaterialen Producenten dat het beleid rond 'duurzaam bouwen / gebouwen' in een Belgisch en liefst zelfs Europees context uitgewerkt wordt. Concreet zouden*

*de principes van dat beleid op zijn minst moeten kunnen ondersteund worden door de betrokken overheidsdiensten en de andere Gewesten, teneinde te voorkomen met verschillende aanpakken, indicatoren, interpretaties, waarderingen, ..., geconfronteerd te worden.*

*Op Europees niveau wordt er eveneens werk gemaakt van het thema duurzaamheid van gebouwen. De EU Commissie informeren van de werkzaamheden in het Vlaams Gewest (en de twee andere Gewesten) zou uiteenlopende initiatieven en de hieruit volgende onzekerheid moeten helpen vermijden.”*

#### **Antwoord consortium**

Deze opdracht wordt opgevolgd door de drie gewesten en het blijft dus de bedoeling om, zoals bij de EPB-software, te komen tot een gemeenschappelijke tool. Ook de ontwikkelingen op Europees niveau worden verder opgevolgd door de gewesten en de onderzoeksgroep.

### **5.2.3 Integratie van specifieke EPD data**

#### **PMC BMP**

*“De resultaten zoals bekomen met het huidige systeem steunen op achtergrond data (specifieke data of Ecoinvent van het referentiejaar 2000) dat voor de meeste sectoren achterhaald is. Sindsdien hebben ze belangrijke vooruitgang op het vlak van milieu-impact geboekt. Het is dan ook uiterst belangrijk dat de berekeningen met de meest recente EPDs gebeuren. Gezien de Europese en internationale normen (EN 15804 en ISO 14025) de CEN+ indicatoren nog niet integreren, dient er ook rekening gehouden te worden met de EPDs die aan de normen voldoen maar de CEN+ indicatoren nog niet inhouden.”*

#### **Bart Goossens, Eternit**

*“Bovendien is het zo dat de LCA gegevens waarop u zich baseerde voor de simulaties met vezelcementplaten en vezelcementleien, ondertussen verouderd zijn, en werden geupdated. Het moet dus mogelijk zijn om nu reeds in de tool nieuwe actuele data in te voegen en te gebruiken. Het is dus cruciaal om jullie tool met deze van To Simons te laten communiceren.”*

#### **Antwoord consortium**

De bedoeling is om te komen tot een snelle integratie van specifieke data. Maar dit kan moeilijk op korte termijn gebeuren, gezien de Belgische EPD databank nog niet beschikbaar is. Wat de milieu-indicatoren betreft, zouden tussenoplossingen, zoals een combinatie van specifieke data voor de CEN-indicatoren en generieke data voor de CEN+indicatoren, mogelijk moeten zijn.

### **5.2.4 Afweging tussen materialen en energie**

#### **PMC BMP**

*“Alles verengen tot een M-peil zou een stap te ver zijn. Hoewel een geaggregeerde totaalprestatiescore gebruiksvriendelijk is, betekent het ook een verlies aan informatie. Zowel het K-peil als het E-peil en de gedetailleerde resultaten blijven van belang. Het M-peil kan een mogelijke aanvulling zijn.”*

#### **Antwoord consortium**

We streven niet naar een afzonderlijk M-peil, maar naar een ME-peil, waarbij de impact van materialen en energie op basis van een LCA-methodiek afgewogen wordt.

### **5.2.5 Het kostenplaatje**

#### **PMC BMP**

*“De Bouwmaterialen Producenten ondersteunen het duurzaamheidsbeleid in de bouw. Wel dient dat beleid ook rekening te houden met sociale aspecten. Enerzijds dienen de bouwprojecten voor de kandidaten-bouwheren nog betaalbaar te zijn. De berekening en optimalisatie van M-peil, ..., betekenen bijkomende stappen in het ontwerpproces die bijkomende kosten met zich meebrengen. Anderzijds is het van belang dat het beleid de lokale producenten en industrie aanmoedigt om de duurzaamheid van hun producten continu te*

*verbeteren. Wel mag dat duurzaamheidsbeleid niet ten nadeel van de lokale productie gebeuren. In de huidige moeilijke conjunctuur is deze oproep zeker ook van groot belang..”*

#### **Antwoord consortium**

Er wordt gestreefd naar een integratie met bestaande tools, zoals de EPB-software of een link met BIM op langere termijn. Door het vermijden van dubbele invoer zou de bijkomende tijdsinspanning beperkt kunnen blijven.

Wat de lokale producenten betreft, kan er gewerkt worden met sectorgemiddelde data om de kosten van de opmaak van EPD's te drukken. Ook zou de overheid eventueel bijkomende steun kunnen geven aan kleine producenten, die inspanningen doen om de duurzaamheid van hun producten te verbeteren.

## **5.2.6 Specifieke opmerkingen**

### **PMC BMP**

- *“Slide 44 geeft de milieu-impact weer zoals door het rekenmodel berekend. Hierbij is de impact van de typologie van het gebouw het grootste, isolatie brengt relatief weinig besparingen qua milieu-impact. Het ingrijpen op bouwonderdelen (vloeren) is significanter. Deze benadering, hoe logisch ook, breekt ergens met de prioriteiten zoals gesteld binnen de TRIAS ENERGETICA.”*
  - De TRIAS ENERGETICA is een strategie om het energieverbruik van gebouwen te beperken en dus niet om de milieu-impact te minimaliseren. Heel extreme isolatieniveaus zijn niet altijd optimaal op vlak van milieu-impact (de materialenimpact van bijkomende isolatielagen is soms groter dan de bijkomende impactreductie door de daling van het energieverbruik over de hele levensduur).
- *“De gebruikte wegingsfactoren hebben in de berekeningen een bepalend impact en kunnen controversieel overkomen.”*
  - De wegingsfactoren hebben inderdaad een belangrijke invloed, vandaar de aanbeveling om verder onderzoek naar monetaarisatie en de bijhorende wegingsfactoren uit te voeren (zie paragraaf §2.6.3.2).
- *“Het systeem bepaalt een optimaal isolatiepunt. Bij hogere isolatiediktes is de impact van het materiaal hoger dan de milieuwinsten uit transmissieverliezen. Dit gaat uit van bepaalde assumpties en is duidelijk in tegenspraak met de EPBD-recast en BEN-gebouwen.”*
  - Het streven naar extreem energiezuinige gebouwen is vanuit milieuoogpunt niet de meeste optimale oplossing. De BEN-regelgeving zou dus uitgebreid moeten worden tot een LCA-gebaseerde milieu-impactevaluatie.
- *“Het is niet duidelijk hoe er rekening wordt gehouden met de foutenmarge van de levenscyclusanalyse en welke foutenmarge er met de tool gebruikt wordt. Verschillen van 14 en 17% blijken significant te zijn terwijl ze desgevallend in de foutenmarge van de levenscyclusanalyse vallen.”*
  - Bij elke levenscyclusanalyse is er een foutenmarge aanwezig. Hoe die fouten elkaar versterken of compenseren (productiesituatie, transport, bouw, gebruikscenario's, modelbenaderingen), vergt nog veel onderzoek. Door de groeiende inzichten zou die foutenmarge met de tijd kleiner moeten worden.
- *“Het systeem voorziet in bonuspunten, waardoor het aandeel materiaal tov vervoer, bereikbaarheid, ..., aanzienlijk kan worden verhoogd. Indien het rekenmodel uitgaat van een minimum en maximum bepaling, is het niet vanzelfsprekend om boven het maximum nog bijkomende bonuspunten aan te geven. Een gestaag zoeken naar optimalisatie en continue verbetering mag niet tot een verwarring in de prioriteiten leiden.”*

→ Het typologisch onderzoek geeft een gemiddeld beeld van het gebouwenbestand. Het is dus wel mogelijk om varianten te vinden, die beter scoren dan de minimumbepaling. Daarbij kan de overheid zelf de grenswaarden aanpassen om de scoretoekenning te versoepelen of te verstrengen.

### **Bart Goossens, Eternit**

- *“Voor het bepalen van de gebouwelementen Buitenwand en Hellend Dak, valt het mij op dat er heel veel simulaties zijn met keramische materialen (gevelstenen en dakpannen), en minder met andere materialen.*

*Op zich realistisch daar dit tot voor enkele jaren geleden zeker de trend was. Vanuit Eternit kan ik u bevestigen dat op vijf jaar tijd het gebruik in België van vezelcement voor gevelbekleding en dakbedekking verdrievoudigd is !*

*Dit zowel bij nieuwbouw als renovatie. Bewijs daarvan dat wij zelfs ten actuele tijde van crisis, nog steeds sterk groeien.*

*Ook werd de laatste jaren bijzonder sterk ingezet op vezelcement-bouwplaten, met toepassingen in de houtskelet. Ook daarvan zijn op dit moment meerdere projecten in uitvoering.”*

→ Het uitbreiden van het aantal voorgedefinieerde elementen en simulatiemogelijkheden werd aangeduid als één van de prioriteiten (zie paragraaf §3.1). Het aantal elementen is inderdaad op dit moment te beperkt om representatief te zijn.

- *“Daarnaast zat ik nog even na te denken omtrent het "waarderingssysteem".*

*De LEmax en LEmin werden, als ik het goed begrepen heb, gerelateerd aan een bepaald isolatieniveau.*

*Het waarderingssysteem voor milieuprestatie of duurzaamheid, mag niet uitsluitend daaraan gelinkt zijn ! Voor gewone woningen kan ik daar nog inkomen. MAAR, in woongebouwen, hotels, scholen, ziekenhuizen, edm spelen andere wettelijke en bouwtechnische eisen een dermate belangrijke rol, dat zij ook een directe invloed (kunnen) uitoefenen op de milieuprestatie of globale duurzaamheid van het gebouw. Denkt u maar aan brandgedrag, akoestische weerstand, luchtdichtheid, vochtgedrag, mechanische eigenschappen, edm...*

*Omgekeerd is het zo dat het ook moet kunnen zijn om de milieuprestatie te waarderen voor gebouwen waar de isolatie-eis minder aan bod komt, of niet wettelijk geregeld is.. “*

→ Het bepalen van het waarderingssysteem moet inderdaad gebruik maken van representatieve elementoplossingen, die voldoen aan de huidige technische standaarden (brandveiligheid, akoestische eigenschappen, ...). Als illustratie werd hier vooral gekeken naar het isolatieniveau (U-waarden), omdat dit een grote invloed heeft op de milieu-impact van de elementvarianten en dus het bereik van het waarderingssysteem.

## 6 Besluit en verdere stappen

### 6.1 Algemene conclusies

Deze studie focuste op de vertaling van de MMG-output naar de gebruikerspraktijk en beleidstoepassingen. Op basis van een analyse van bestaande gebruikerstoos werden aanbevelingen op korte, middellange en lange termijn geformuleerd. Deze aanbevelingen (in het bijzonder op korte termijn), samen met de consultaties van de stakeholders, vormden de basis voor het opstellen van een model voor een gebruikerstool en een waarderingssysteem.

Het ontwikkelde model omvat de hoofdprincipes, waaraan een tool en bijhorend waarderingssysteem zouden moeten voldoen. Het gaat om een basisvoorstel, dat in een verdere studieopdracht moet verfijnd en geïmplementeerd worden. Zoals bij deze opdracht, zal de gedetailleerde uitwerking van de tool opnieuw in overleg met de stakeholders moeten gebeuren. Bovendien kan er gezocht worden naar mogelijke partners (zoals bijvoorbeeld de ontwikkelaars van bestaande software) om de implementatie te versnellen.

Wat de gebruikerstool betreft, legt het model vooral de nadruk op het belang van een geïntegreerde tool, bruikbaar door verschillende doelgroepen en doorheen de verschillende fases van het ontwerp. Hierbij zijn zowel een goede link tussen de verschillende schaalniveaus als de integratie met andere berekeningen (zoals de EPB-berekening) van essentieel belang. Verder moet de tool verschillende graden van detail aanbieden voor zowel de inputparameters als de weergave van de resultaten.

Het principiële kader van het MMG-waarderingssysteem werd opgebouwd aan de hand van de aanbevelingen op basis van de screening en SWOT-analyse van bestaande gebruikerstoos, maar ook op basis van een beperkt gebouwtypologisch onderzoek. Hierbij staat het objectief en transparant vertalen van milieukosten van typische gebouwoplossingen (binnen deze studie zijn dat enkel nieuwbouwwoningen) centraal. Het MMG-waarderingssysteem werd verder gedetailleerd voor gebruik in het duurzaamheidsinstrument "Referentie(e)l B", bestekken en architectuurwedstrijdreglementen.

### 6.2 Verdere onderzoeks-, beleids- en ontwikkelingsstappen

Verdere stappen op het vlak van onderzoek en beleidsontwikkeling worden opgedeeld in de volgende punten:

- vertaling van de principiële voorbeeldtool **naar een geïntegreerde gebruikerstool**: deze studie bevat al veel inhoudelijke pistes om een gebruiksvriendelijke evaluatietool mogelijk te maken. Echter een functionele analyse, waarbij gefocust wordt op de ICT-vereisten, is nog noodzakelijk.
- Het **uitbreiden van de methodiek tot op wijkniveau** is wenselijk: zo bleek in de huidige analyse een deel van de toegangsconstructies bij het appartementsgebouw reeds ingerekend te zijn, terwijl de straatinfrastructuur bij rijwoningen helemaal niet ingerekend wordt.
- het **gebouwtypologisch onderzoek** moet **uitgebreid** worden zowel op het vlak van renovatievoorstellen (op gebouwniveau, vb. wat wordt er behouden, mits aanpassingen?) als op het vlak van het analyseren van meerdere gebouwtoepassingen (kantoren, winkels, scholen, woonzorg, etc.).
- verdere bepaling van een **gecombineerde materiaal- en energieprestatiemethodiek** (ter bepaling van een gewenst "ME-peil") in samenspraak met de bevoegde beleidsinstanties: eenmaal een goed inzicht is verworven in het representatieve (gemiddeld, haalbaar minimum en maximum) milieuprofiel van het huidige gebouwenpatrimonium, zal men samen met de verschillende gewestelijke overheden moeten bepalen welke gebouwtechnische paden (via ME-prestaties op gebouwniveau en eventueel indicatieve streefwaarden op elementniveau) en tijdspanne nodig zullen zijn om het gebouwenpatrimonium te verduurzamen, in eerste instantie op het vlak van materiaalgerelateerde en energietransmissiegerelateerde milieu-impact.
- complementair aan het opstellen van gecombineerde ME-prestaties van gebouwen (als beleidsinstrument), dienen bestaande en toekomstige evaluatie-instrumenten zich zoveel

mogelijk te richten op een gelijkaardige geïntegreerde aanpak, waarbij typische **duurzaamheidsthema's**, zoals "materialen", "energie", "water", "mobiliteit" en "betaalbaarheid", niet meer apart bekeken worden, maar wel **via een integrale levenscyclusbenadering**. Het becijferen van de milieu-impact in externe milieukosten (in € per functionele eenheid) maakt een vergelijking met financiële kosten (zowel initiële als levenscycluskosten) mogelijk. De opname van dergelijke integrale levenscyclusbenadering in duurzaamheidsinstrumenten – bijvoorbeeld Referentieel-B en de Vlaamse Maatstaf – zal gepaard moeten gaan met de nodige overgangsstappen.

- een versnelde **uitbreiding van MMG-milieuprofielen op elementniveau** is wenselijk om een evaluatie op gebouwniveau mogelijk te maken: zowel andere elementtypes (zoals technische installaties en funderingen), alsook renovatievoorstellen (op elementniveau) en dynamisch (ver)bouwen dienen in beschouwing genomen te worden.
- voor het verfijnen van de MMG-bepalingsmethode en de hierop gebaseerde beleids- en praktijkinstrumenten (inclusief het MMG-waarderingsstelsel) is het **toetsen** ervan **aan representatieve en extreme cases** noodzakelijk.





# **Bijlage 1. Gedetailleerde SWOT-analyse van bestaande gebruikerstools**

In de tabellen Tabel 12 en Tabel 13 worden de uitgebreide SWOT-analyses van de twee representatieve gebruikerstools, nl. de Green Guide to Specification en het Baubook, weergegeven.

Tabel 12: Gedetailleerde SWOT-analyse van de Green Guide to Specification (representatief voor milieuclassificatietools).

<b>Green Guide to Specification</b>	
<b>Strengths</b>	<b>Weaknesses</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gebruiksvriendelijkheid / inzetbaarheid als ontwerpinstrument:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Gemakkelijk te interpreteren</b> rating dankzij het gebruik van letter- en kleurcodes. Men ziet direct welke varianten gekenmerkt worden door een lage (A+ tot B) of een hoge milieu-impact (D of E).</li> <li>○ Heel <b>gebruiksvriendelijk en tijdsefficiënt</b> wanneer men op zoek is naar een elementvariant met een relatief lage milieu-impact (kant-en-klare oplossingen met direct beschikbare milieuscore – geen enkele invoer nodig).</li> </ul> </li> <li>• Gemakkelijk naar te refereren in <b>bestekteksten</b> (bv. eisen dat de elementen minimum voldoen aan een bepaalde rating).</li> <li>• <b>Keuze en samenstelling van de elementvarianten:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ De vergelijking op elementniveau met een relatief uitgebreide beschrijving van de <b>functionele eenheid</b> (bv. Beschrijving van de akoestische prestatie en draagkracht) zorgt ervoor dat men steeds <b>technisch equivalente oplossingen</b> vergelijkt.</li> <li>○ <b>Classificatie per gebouwtype</b> laat een <b>gemakkelijke selectie</b> toe</li> </ul> </li> <li>• <b>Data, weging, aggregatie en rating:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aggregatie op basis van Ecopoints geeft een <b>gemakkelijk te interpreteren resultaat</b> (100 Ecopoints = gemiddelde jaarlijkse impact van een West-Europeaan).</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gebruiksvriendelijkheid / inzetbaarheid als ontwerpinstrument:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Omslachtig om de score te zoeken van de beoogde elementsamenstelling</b> (in tegenstelling tot de zoektocht naar een variant, die aan een bepaalde score voldoet). Het komt vaak voor dat men geen volledig overeenkomstige variant vindt.</li> <li>○ <b>Gebrek aan visuele weergave</b> van de elementen maakt het soms moeilijk om zich het element voor te stellen.</li> <li>○ <b>Classificatie per gebouwtype</b> kan <b>innovatieremmend</b> werken (vb. Elementen, die doorgaans eerder voor industriële gebouwen gebruikt worden, kunnen mogelijks ook voor andere gebouwtypes gebruikt worden).</li> </ul> </li> <li>• <b>Flexibiliteit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Beperkt aantal voorgedefinieerde elementvarianten zonder mogelijkheid om zelf elementen samen te stellen</b><sup>38</sup>. Dit kan frustrerend zijn voor de ontwerper als hij de de beoogde opbouw, niet in de lijst kan terugvinden → risico dat hij daardoor een goede oplossing opzij legt ten gunste van een direct bruikbare variant binnen de lijst.</li> <li>○ <b>Geen mogelijkheid om simulatieparameters aan te passen</b> (vb. beschouwde levensduur, scenario's...).</li> <li>○ <b>Rating op basis van extremen</b> moet <b>herzien</b> worden telkens als er betere of slechtere elementopbouwen (t.o.v de huidige uitersten) in de classificatie opgenomen worden. Hierdoor kan de oorspronkelijke rating van de bouwelementen in de tijd wijzigen, zelfs al is de milieu-impact niet veranderd.</li> <li>○ De <b>uitgebreide beschrijving van de functionele eenheid</b> zorgt ervoor dat <b>varianten</b>, die beter of slechter presteren op sommige eigenschappen (vb. akoestiek of overspanning), <b>uitgesloten</b> worden uit de vergelijking, terwijl deze in sommige gevallen misschien wel voldoen aan de eisen van een specifiek gebouw.</li> </ul> </li> <li>• <b>Doeltreffendheid:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Enkel bruikbaar bij <b>nieuwbouw</b>, <b>weinig geschikt voor renovatie</b>, daar het moeilijk is om 'typische' renovatieoplossingen te definiëren (elementsamenstellingen bij renovatie zijn meer case-to-case).</li> <li>○ <b>Weinig bruikbaar</b> voor materiaalproducentenals <b>stimulans voor eco-design:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ De <b>relatieve milieu-impact</b> van een <b>verwerkt materiaal</b> binnen een element, van de <b>levenscyclusfasen</b> of van de <b>milieu-impactindicatoren</b> t is <b>niet zichtbaar</b> → Deze gegevens zijn nochtans nodig om te identificeren waar de focus moet gelegd worden om de materiaalprestatie van het bouwelement te verbeteren (vb. op</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

<sup>38</sup> Dit is wel mogelijk voor BREEAM assessoren, die toegang hebben tot de online-calculator.

	<p>hulpmiddelen, productiefase of EOL,...?).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Het feit dat (momenteel) <b>enkel generieke data</b> gebruikt worden, maakt dat producenten niet gestimuleerd worden om beter te doen dan hun directe concurrenten.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Transparantie:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Heel <b>weinig informatie</b> over de exacte <b>samenstelling</b> van de elementen (enkel globale beschrijving, geen informatie over hoeveelheden en toebehoren), alsook over de achterliggende <b>aannames</b> (levensduur componenten, transport scenario's, EOL, ...) → Gebouwelementen, die op het eerste zicht overeenkomen met de werkelijke situatie, kunnen in realiteit misschien sterk verschillen.</li> <li>○ <b>Relativiteit van de rating</b> (afhankelijk van de beste en slechtste elementoplossingen per type element)</li> </ul> </li> <li>• <b>Keuze en samenstelling van de elementvarianten:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Isolatie</b> wordt <b>los van zijn toepassing geëvalueerd</b>, terwijl de keuze van het type isolatie ook een invloed zal hebben op de andere componenten van het gebouwelement (vb: sommige isolatietypes zijn beter geschikt voor spouwmuren, anderen voor houtskeletconstructies....)</li> <li>○ <b>Sommige gebouwelementen zijn niet in hun geheel te analyseren</b> (vb. vloerafwerkingen en vloerstructuren zijn twee aparte groepen met aparte rating), hoewel de verschillende onderdelen elkaar kunnen beïnvloeden.</li> </ul> </li> <li>• <b>Link met hoger en lager niveau:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ De <b>Stap naar een LCA op gebouwniveau is niet mogelijk</b> met de huidige tool gezien de <b>milieudata niet gecommuniceerd</b> worden (enkel de rating is zichtbaar)</li> </ul> </li> <li>• <b>Data, weging, aggregatie en rating:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bij gebouwelementen, waar het interval tussen het beste en het slechtste alternatief heel groot is, wordt de A+ klasse heel groot, waardoor <b>variëties tussen elementenvarianten onzichtbaar</b> worden .</li> <li>○ De ratingschaal hangt af van het type element (de rating wordt gedefinieerd t.o.v. de extremen binnen een elementtype) =&gt; <b>geen vergelijking mogelijk tussen verschillende elementtypes</b> (vb. impact van een dak vergelijken met impact van een buitenwand).</li> <li>○</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Opportunities</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Heel wat <b>veranderingen en uitbreidingen</b> zijn voorzien (<b>in de richting van een simulatietool</b>), die zullen bijdragen tot een <b>grotere flexibiliteit, gebruiksvriendelijkheid en doeltreffendheid</b>: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mogelijkheid om productspecifieke data te selecteren (link met EPD's) en de impact op de rating te zien.</li> <li>○ Mogelijkheid om zelf gebouwelementen samen te stellen (reeds in Online Green Guide Calculator).</li> <li>○ Mogelijkheid om de rating en absolute milieuscore weer te geven.</li> <li>○ Grafische weergave</li> <li>○ Zoekfunctie op elementvarianten en materialen</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Threats</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Huidige (statische) versie van de Green Guide kan <b>innovatieremmend</b> werken: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ de ontwerper is geneigd om steeds varianten te kiezen, die in de classificatie beschikbaar zijn (vermits hij zelf geen varianten kan samenstellen).</li> <li>○ Ook voor producenten <b>weinig stimulans tot verbetering van de milieuprestatie</b> gezien het gebrek aan transparantie en de afwezigheid van producentenspecifieke data.</li> </ul> </li> <li>• Onder invloed van EN 15804 en EN 15978 gaat de <b>tendens naar LCA op gebouwniveau</b> wat de Green Guide niet toelaat.</li> <li>• Het <b>eindige aantal niet aanpasbare gebouwelementen</b> heeft tot gevolg dat</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Impact tot op materiaalniveau zichtbaar</li> <li>○ Informatie over grondstoffenefficiëntie en voetafdruk en generieke milieu-informatie beschikbaar</li> <li>• <b>Flexibiliteit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aangezien de methodologie gebaseerd is op de Environmental Profiles methode (PCR document voor de opmaak van EPD's), zal het ook relatief gemakkelijk zijn om de <b>methode conform de EN 15804</b> aan te passen</li> </ul> </li> <li>• <b>Link met hoger en lager niveau:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Eens een absolute milieuscore zichtbaar wordt, is de <b>stap naar het gebouwniveau niet meer zo groot voor de gebruiker</b> (de score per eenheid gebouwelement moet dan gewoon vermenigvuldigd worden met de respectievelijke ratio van dat element). Deze stap is momenteel echter niet voorzien. Voor wie op gebouwniveau wil rekenen, verwijst de Green Guide naar Envest.</li> </ul> </li> </ul>	<p>frequente updates noodzakelijk zijn om aan de noden van de bouwsector te blijven beantwoorden. =&gt; Hierbij is er een risico dat het aantal oplossingen veel te groot wordt om nog gebruiksvriendelijk te blijven</p>
---	---

Tabel 13: Gedetailleerde SWOT-analyse van Baubook (representatief voor LCA-simulatietools).

<b>Baubook</b>	
<b>Strengths</b>	<b>Weaknesses</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gebruiksvriendelijkheid / inzetbaarheid als ontwerpinstrument:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ De <b>opdeling in gelinkte subwebsites</b> met een aparte website voor het bouwproduct-, element- en gebouwniveau komt de gebruiksvriendelijkheid ten goede.</li> <li>○ <b>duidelijke structuur</b> met opdeling in verschillende bouwdeelcategorieën en type constructie.</li> <li>○ Vertrkken van <b>voorgedefinieerde, en aanpasbare gebouwelementen</b> (aanpassen van samenstelling en/of dikte of toevoegen van nieuwe verwerkte materialen) of <b>zelf samen te elementen</b>. → goed bruikbaar als ontwerptool.</li> </ul> </li> <li>• <b>Doeltreffendheid:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Heel veel informatie beschikbaar: uitgebreide <b>generieke en product-specifieke materialendatabank</b> met technische en milieu-informatie, ecologische criteria en bestekteksten, informatie over premies, plaatsers en handelaren, om te beantwoorden aan de noden van <b>verschillende doelgroepen</b> (aannemers, opdrachtgevers, ontwerpers, materiaalproducenten, ...) → soort "one-stop-shop" voor duurzaam bouwen.</li> </ul> </li> <li>• <b>Transparantie / flexibiliteit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Gedetailleerde informatie</b> over de <b>samenstelling van de elementen</b> en hun kenmerken (dikte, massa, U- en R-waarde) + <b>grafische weergave</b> in 2D of 3D.</li> <li>○ Gemakkelijke opname van <b>productspecifieke EPDs</b>.</li> </ul> </li> <li>• <b>Keuze en samenstelling van de elementvarianten:</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gebruiksvriendelijkheid / inzetbaarheid als ontwerpinstrument:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Omwille van de <b>zeer grote hoeveelheid informatie</b>, is het soms een beetje zoeken om de juiste gegevens terug te vinden.</li> <li>○ De <b>databanken</b>, waaruit <b>bouwproducten</b> gekozen kunnen worden om elementen aan te passen of samen te stellen, zijn <b>niet zo gebruiksvriendelijk</b>: alle bouwproducten, generiek en/of per merk, zijn alfabetisch gerangschikt i.p.v. per productgroep wat het zoeken soms heel omslachtig maakt.</li> <li>○ <b>Geen databank van verwerkte materialen</b> (elke laag van het element samenstellen op basis van bouwproducten)</li> </ul> </li> <li>• <b>Transparantie:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>geen/weinig informatie</b> over levensduur of achterliggende scenario's en aannames bij de elementoplossingen.</li> </ul> </li> <li>• <b>Keuze en samenstelling van de elementvarianten:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Geen beschrijving</b> van een <b>functionele eenheid</b> of van andere technische eigenschappen dan de dikte, massa en R- en U-waarden van het gebouwelement (vb. akoestische prestaties, brandweerstand, ...). → Bij vergelijken van gebouwelementen gaat het dus <b>niet om exact technisch equivalente oplossingen</b>.</li> </ul> </li> <li>• <b>Weergave resultaten:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bij het wijzigen van de voorgedefinieerde gebouwelementen wordt de relatieve impact van de samenstellende onderdelen niet meer apart weergegeven en is enkel de totale impact van het gebouwelement zichtbaar.</li> </ul> </li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aparte databanken met elementopbouwen voor nieuwbouw, renovatie en passiefhuselementen.</li> <li>• <b>Link met hoger en lager niveau:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>link tussen verschillende schaalniveaus:</b> bouwproductendatabank, databank van gebouwelementen en tool op gebouwniveau (eco2soft).</li> </ul> </li> <li>• <b>Weergave resultaten:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Duidelijke <b>2D en 3D weergave</b> van de opbouw van het element, inclusief <b>detailgegevens</b> over dikte, massa/m<sup>2</sup>, lambdawaarden, U-waarde, ...</li> <li>○ Voor de merkproducten zijn zowel de <b>specifieke milieudata</b>, als de <b>richtwaarden voor de betrokken bouwproduct-groep</b> (richtwaarde bepaald zodat 90% van de toegepaste producten uit de productgroep deze of een betere waarde bezit) zichtbaar, zodat bij de selectie van de materialen meteen kan nagegaan worden of het product beter of slechter scoort dan de richtwaarde van de productgroep.</li> <li>○ <b>Onderlinge vergelijking tussen varianten van gebouwelementen</b> is mogelijk. Bij aanpassen van het gebouwelement, wordt de <b>U-waarde automatisch berekend</b> en weergegeven. Ook bij de vergelijking tussen elementvarianten is de U-waarde zichtbaar, zodat duidelijk wordt of het gaat om elementen met eenzelfde of met een verschillende U-waarde (dus technisch equivalente oplossingen of niet).</li> <li>○</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Data, weging en aggregatie:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ De toegepaste <b>aggregatiemethode</b> op basis van OI3 punten is <b>weinig gekend</b> en niet zoveel gebruikt.</li> <li>○ De <b>productspecifieke milieu-informatie</b> in de bouwproductdatabank wordt aangeleverd door de producenten en leveranciers van de betrokken producten en is bijgevolg <b>niet gebaseerd op eenzelfde databank en methodologie</b>.</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Opportunities</b></p>	<p><b>Threats</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Doeltreffendheid:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ De <b>oplijsting van merkproducten</b> met hun kenmerken en de mogelijkheid om die bouwproducten te kiezen bij de samenstelling van gebouwelementen vormt een <b>stimulus voor producenten</b> om hun producten te declareren en op te nemen in de databank.</li> </ul> </li> <li>• <b>Flexibiliteit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Gemakkelijk om <b>steeds verder uit te breiden</b> met bijkomende bouwproducten en gebouwelementen..</li> </ul> </li> <li>• Een integratie van <b>generieke en productspecifieke EPDs</b>, opgesteld <b>volgens de nieuwe Europese normen</b> (vb. uit één specifieke databank), zou de uniformiteit en de vergelijkbaarheid van de resultaten sterk verhogen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aangezien de productspecifieke milieu-informatie niet gebaseerd is op één specifiek EPD programma en dus niet op specifieke PCR documenten zal het niet gemakkelijk zijn om te komen tot een <b>geharmoniseerde bouwproducten-databank in lijn met de Europese normen</b> EN 15804 en EN 15978.</li> <li>• Momenteel beschouwt de tool slechts een <b>heel beperkt aantal indicatoren</b> (GWP, PEI n.e en AP die onderling gewogen worden tot een OI3 score voor het gehele gebouwelement), waardoor het aanpassen van de tool conform de Europese normen (met heel veel indicatoren) een aantal belangrijke wijzigingen impliceert.</li> </ul>



## Bijlage 2. Lijst van tabellen

Tabel 1: Overzicht van de negen geselecteerde representatieve gebruikerstools / handleidingen voor de communicatie en rating van milieugegevens van gebouwelementen. ....	28
Tabel 2: Algemene gegevens van de negen representatieve gebruikerstools / handleidingen voor de communicatie en rating van milieugegevens van gebouwelementen .....	29
Tabel 3: Evaluatiemethodiek van de negen representatieve gebruikerstools / handleidingen voor de communicatie en rating van milieugegevens van gebouwelementen .....	33
Tabel 4: Implementatie en structuur van de negen representatieve gebruikerstools / handleidingen voor de communicatie en rating van milieugegevens van gebouwelementen....	39
Tabel 5: Voorbeelden van de weergave van de resultaten van de negen representatieve gebruikerstools / handleidingen voor de communicatie en rating van milieugegevens van gebouwelementen .....	42
Tabel 6: Integrale duurzaamheidsevaluatie van de negen representatieve gebruikerstools / handleidingen voor de communicatie en rating van milieugegevens van gebouwelementen....	51
Tabel 7: Algemene SWOT-analyse van milieuclassificatietools. ....	55
Tabel 8: Algemene SWOT-analyse van LCA-simulatietools. ....	56
Tabel 9: Gedetailleerde SWOT-analyse van de Green Guide to Specification (representatief voor milieuclassificatietools).....	114
Tabel 10: Gedetailleerde SWOT-analyse van Baubook (representatief voor LCA-simulatietools). ....	116





## Bijlage 3. Lijst van figuren

Figuur 1: Continue versus discontinue scoretoekenning .....	22
Figuur 2: Overzicht van de milieu-impactindicatoren uit de MMG-methodiek .....	23
Figuur 3: Elementmethode en schaalniveaus .....	24
Figuur 4: Afweging tussen de milieukosten en kwaliteiten van een gebouwelement .....	24
Figuur 5: De interrelaties tussen materiaalprestatie en andere duurzaamheidsaspecten, geïllustreerd op basis van de plaatsing van een fietsenstalling .....	25
Figuur 6: Mogelijkheid tot het afdrucken en/of exporteren van simulatieresultaten naar een ander programma (PDF of XML) - Bauteilkatalog.ch (BFE, Verein eco-bau 2013) .....	58
Figuur 7: Mogelijke link tussen een LCA-simulatieprogramma voor gebouwen en een 3D- / BIM programma - Elodie (CSTB 2013) .....	59
Figuur 8: Afschrijving van de milieu-impact van bestaande gebouwoonderdelen bij renovatie - GPR Gebouw (W/E Adviseurs 2013) .....	60
Figuur 9: Bij de evaluatie van renovatie-oplossingen wordt de milieu-impact van bestaande gebouwoonderdelen buiten beschouwing gelaten en dus op nul gezet - Bauteilkatalog.ch (BFE, Verein eco-bau 2013) .....	60
Figuur 10: Voorgedefinieerde (wijzigbare) elementvarianten (links) en zelf in te geven elementen op basis van een databank van (verwerkte) materialen (rechts) - Baubook (IBO 2013) .....	61
Figuur 11: Voorgedefinieerde gebouwtypes (links), die stapsgewijs verfijnd kunnen worden door het aanpassen van de samenstelling van de verschillende elementen (rechts) - GPR Bouwbesluit (W/E Adviseurs 2013) .....	61
Figuur 12: Voorgedefinieerde elementvariant, met beperkte aanpassingsmogelijkheden (in dit geval de dikte en het type van de isolatielaag en het type primaire laag) - Bauteilkatalog.ch (BFE, Verein eco-bau 2013) .....	62
Figuur 13: Vereenvoudigde gebouwberekening op basis van de som van de milieu-impact van de ruimtebegrenzende gebouwelementen, vermenigvuldigd met hun respectievelijke ratio binnen het gebouw -Baubook eco2soft (IBO 2013) .....	62
Figuur 14: Zelf samenstellen van een verwerkte materiaal op basis van een databank van bouwmaterialen) - Baubook (IBO 2013) .....	63
Figuur 15: Opname van lokale milieuaspecten binnen de LCA-analyse van een gebouwelement - NIBE Milieuclassificaties (NIBE 2013) .....	64
Figuur 16: Integratie van specifieke data in gebouwelementen - Bauteilkatalog.ch (BFE, Verein eco-bau 2013) .....	65
Figuur 17: Hiërarchische opdeling in functionele elementen volgens de BB/SfB codering (De Troyer et al. 1990) .....	66
Figuur 18: Eigen bibliotheek van gebouwelementen - Baubook (IBO 2013) .....	67
Figuur 19: Verschillende mogelijkheden om de resultaten van een LCA-simulatie weer te geven: A. absolute bijdrage van de levenscyclusfasen - BeGlobal (PMP 2013), B. absolute bijdrage van de samenstellende onderdelen - BeGlobal (PMP 2013), C. relatieve bijdrage van de verschillende gebouwelementen aan de totale milieu-impact van het gebouw - GPR Bouwbesluit (W/E Adviseurs 2013) .....	68
Figuur 20: Vergelijking van de resultaten van verschillende varianten - Baubook (IBO 2013) ..	68
Figuur 21: Tool met evaluatie op element-, gebouw- en wijkniveau - Greencalc+ (Stichting Sureac 2013) .....	69
Figuur 22: Vergelijking van twee gebouwelementen wat betreft hun milieu-, financiële en totale kosten .....	69

Figuur 23: Kwaliteitsevaluatie op basis van twee voorkeursprofielen: profiel met een voorkeur voor de kwaliteiten aanwezig in baksteenproducten (profiel 1) en profiel met een voorkeur voor de kwaliteiten aanwezig in houtproducten (profiel 2) (KU Leuven, VITO, WTCB 2007-2008)..	70
Figuur 24: Integratie van de milieu-impact van het energieverbruik voor verwarming (t.g.v transmissieverliezen) in het milieuprofiel van gebouwelementen (Debacker et al 2012).	71
Figuur 25: Milieu-evaluatie van gebouwen, inclusief de impact van materialen, energie, water en mobiliteit - Greencalc+ (Stichting Sureac 2013)	71
Figuur 26: Overzicht van de korte, middelange en lange termijn aanbevelingen voor de gebruikerstool. De prioritaire aspecten worden in het rood aangeduid.	72
Figuur 27: Structuur van de gebruikerstool	74
Figuur 28: Beschrijving van een buitenwand op basis van de BB/SfB codering met een ordening naar primaire laag (21), buitenafwerking (41) en binnenafwerking (42)	75
Figuur 29: 3D-model in de PEB-software van het Waals Gewest (Wallonie 2013)	75
Figuur 30: Grafische weergave van een buitenwand in Baubook. De weergave past zich aan de invoergegevens aan (IBO 2013).	76
Figuur 31: Structuur van de voorbeeldtool met een opdeling in gebruikerstabbladen en achtergrondtabbladen	77
Figuur 32: Voorbeeldtool, tabblad "Algemeen"	78
Figuur 33: Voorbeeldtool, tabblad "Gebouw"	79
Figuur 34: Voorbeeldtool, tabblad "Gebouw", invoer geometrie en gebouwelementen	80
Figuur 35: Voorbeeldtool, tabblad "Gebouw", resultaten in tabelvorm	81
Figuur 36: Voorbeeldtool, tabblad "Gebouw", resultaten grafieken (globale resultaten)	82
Figuur 37: Voorbeeldtool, tabblad "Gebouw", resultaten grafieken (deelresultaten)	83
Figuur 38: Voorbeeldtool, tabblad "(21)+_all"	84
Figuur 39: Voorbeeldtool, tabblad "21+_all", resultaten in tabelvorm	85
Figuur 40: Voorbeeldtool, tabblad "21+_all", resultaten grafieken	86
Figuur 41: Voorbeeldtool, tabblad "(21)+_1 variant"	87
Figuur 42: Voorbeeldtool, tabblad "(21)+_1 variant", geparametriseerde invoer en resultaten in tabelvorm	88
Figuur 43: Voorbeeldtool, tabblad "(21)+_1 variant", resultaten grafieken (globale resultaten)	89
Figuur 44: Voorbeeldtool, tabblad "(21)+_1 variant", resultaten grafieken (deelresultaten)	90
Figuur 45: gebouwtypologisch overzicht van beschouwde oplossingen voor de bepaling van waarderingssysteem	92
Figuur 46: grafische bepaling van het MMG-waarderingssysteem	95
Figuur 47: grafische weergave van indicatieve streef- en representatieve waarde voor het element 'de buitenwand' binnen de context van een Belgische nieuwbouwwoning.	96
Figuur 48: gebruik van het MMG-waarderingssysteem in het instrument "Referentie(e) B"	97
Figuur 49: schrapping van huidige maatregelen binnen thema 05 "Materie" binnen het instrument "Referentie(e) B" bij integratie van MMG.	98

## Bijlage 4. Bibliografie

Achten, K., Coninck, R.D., Verbeeck, G., Van der Veken, J.(2009), Analyzing the economic feasibility of permutations of energy-saving measures with batch simulations and Pareto optimization, In: Eleventh International IBPSA Conference, Glasgow.

Allacker, K. (2010), Sustainable Building: The development of an evaluation method, PhD dissertation, KU Leuven, Leuven.

Allacker, K., De Troyer, F., Geerken, T., Debacker, W., Spirinckx, C., Van Dessel, J., Janssen, A., Delem, L., 2011. Final Report: Sustainability, Financial and Quality Evaluation of Dwelling Types (SuFiQuaD), Belgian Science Policy. via [www.belspo.be/belspo/SSD/science/Reports/SuFiQuaD\\_FinalReport\\_ML.pdf](http://www.belspo.be/belspo/SSD/science/Reports/SuFiQuaD_FinalReport_ML.pdf) (geconsulteerd in november 2012)

BFE, Verein eco-bau (2013). *Bauteilkatalog.ch*, via [www.bauteilkatalog.ch/ch/de/Bauteilkatalog.asp](http://www.bauteilkatalog.ch/ch/de/Bauteilkatalog.asp)

Bouwprojecteconomie.nl (2013). *EcoQuaestor*, via [www.bouwprojecteconomie.nl](http://www.bouwprojecteconomie.nl)

BRE Group (2013). *Green Guide to Specification*, via [www.bre.co.uk/greenguide/podpage.jsp?id=2126](http://www.bre.co.uk/greenguide/podpage.jsp?id=2126)

CSTB (2013). *Elodie*, via [www.elodie-cstb.fr](http://www.elodie-cstb.fr)

Debacker, W., Allacker, K., De Troyer, F., Janssen, A., Delem, L., Peeters, K., De Nocker, L., Spirinckx, C., Van Dessel J. (2012). *Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouwelementen - finaal rapport* (in opdracht van de OVAM), via [www.ovam.be/jahia/Jahia/pid/2594?lang=null](http://www.ovam.be/jahia/Jahia/pid/2594?lang=null)

Debacker, W., Geerken, T., Stouthuysen, P., Van Hom, M., Vrancken, K., Willems, S. (2011). *Milieuverantwoord bouwen, materialengebruik en Cradle to Cradle. Een verkenning van de praktijk op projectniveau - eindrapport* (in opdracht van OVAM en LNE), via [www.ovam.be/jahia/Jahia/cache/offonce/pid/176?actionReq=actionPubDetail&fileItem=2690](http://www.ovam.be/jahia/Jahia/cache/offonce/pid/176?actionReq=actionPubDetail&fileItem=2690)

De Troyer F., Neuckermans H., Havenne D., Simon F. (1990). *BB/SfB Tabellen 1990*. Brussel, Regie der Gebouwen.

DNGB (2009). *Internationaler Kongress und Fachausstellung für Nachhaltiges Bauen*, via [www.pe-international.com/uploads/media/Oekobilanzen\\_im\\_nachhaltigen\\_Bauen.pdf](http://www.pe-international.com/uploads/media/Oekobilanzen_im_nachhaltigen_Bauen.pdf)

Feist, W., Schnieders, J., Loga, T., Bisanz, C., Mangold, D., & Ebel, W. (2001). *Energiebilanzen mit dem Passivhaus Projektierungs Paket*. Darmstadt, Germany: Passivhaus Institut.

Georges, L., Massart, C., Van Moeseke, G., De Herde, A. (2012), Environmental and economic performance of heating systems for energy-efficient dwellings: Case of passive and low-energy single-family houses. *Energy Policy*. 40, 452-464.

IBO, Energieinstitut Vorarlberg (2013). *Baubook*, via [www.baubook.at](http://www.baubook.at)

KULeuven, VITO, WTCB (2007-2008). *ArDuCoKlei - Duurzaamheidsaspecten van Constructies op basis van Kleiproducten*. Belgische Baksteenfederatie (BBF).

LNE (2012). *Maatstaf voor Duurzaam Wonen en Bouwen: Duurzame Woningbouw, versie 4.0*, via [www.lne.be/themas/duurzaam-bouwen-en-wonen](http://www.lne.be/themas/duurzaam-bouwen-en-wonen)

NIBE (2013). *NIBE's Milieuclassificaties*, via [www.nibe.info/nl](http://www.nibe.info/nl)

Paduart, A. (2012). *Re-Design for Change: A 4 Dimensional renovation approach towards a dynamic and sustainable building stock* (Doctoraatswerk). VUB. Brussel.

PMP (2013), *BeGlobal*, via [www.be-global.be](http://www.be-global.be)

Stichting Sureac (2013), *GreenCalc+*, via [www.greencalc.com](http://www.greencalc.com)

Vandaele M. (2013), *Levenscyclusanalyse van een nulenergiewoning: milieu-impact van bouwmaterialen en installaties*, Masterproef, UGent, Gent.

VEA (2009), U- en R-waarden vanaf 2010, versie december 2009, via <http://www2.vlaanderen.be/economie/energiesparen/epb/doc/epbuwaarden2010.pdf> (geconsulteerd in juni 2013)

VEA (2012), U- en R-waarden vanaf 2012, versie mei 2012, via <http://www2.vlaanderen.be/economie/energiesparen/epb/doc/epbuwaarden2012.pdf> (geconsulteerd in juni 2013)

VMSW (2008). *C2008 Concepten voor sociale woningbouw - Leidraad voor bouwheer en ontwerpers*, via [www.vmsw.be/nl/algemeen/publicatiesoud/c2008](http://www.vmsw.be/nl/algemeen/publicatiesoud/c2008)

W/E Adviseurs (2013). *GPR Bouwbesluit*, via [www.gprgebouw.nl/gpr-bouwbesluit](http://www.gprgebouw.nl/gpr-bouwbesluit)

W/E Adviseurs (2013). *GPR Gebouw*, via [www.gprgebouw.nl](http://www.gprgebouw.nl)

WEKA MEDIA GmbH & Co. (2013), *LEGEP*, via [www.Legep.de](http://www.Legep.de)

Wallonie (2013), *logicie PEB*, via <http://energie.wallonie.be/fr/logiciel-peb.html?IDC=7000>

WTCB, VITO, IVAM (2008). *Verkennd onderzoek naar milieuverantwoord materiaalgebruik in Vlaanderen door middel van milieuprestatievoorschriften op gebouwniveau – eindrapport* (in opdracht van LNE), via [www.ovam.be/jahia/Jahia/cache/offonce/pid/176?actionReq=actionPubDetail&fileItem=1735](http://www.ovam.be/jahia/Jahia/cache/offonce/pid/176?actionReq=actionPubDetail&fileItem=1735)

WTCB, Armines-ENSMP, BRE, Bauphysikbüro Kornadt & Partner, Imperial College, Piode, W/E Consultants, Planair, Czech Technical University en European Profiles (2006-2007). *LEnSE, Methodology Development towards a Label for Environmental, Social and Economic Buildings*.