

# Milieu-impactbeoordeling van gebouwen als leidraad voor een duurzame materiaalkeuze in het ontwerpproces

Chantal Goos

Promotor: Elke Knapen

Begeleider: Elke Meex

Universiteit Hasselt, Diepenbeek  
Masteropleiding Architectuur  
Seminarie Bouwtechnisch Concept  
2016-2017





## WOORD VOORAF

Ten eerste wil ik mijn promotor Elke Knapen en mijn begeleider Elke Meex bedanken voor hun ondersteuning en feedback bij het maken van deze masterscriptie. Daarnaast wil ik enkele medestudenten bedanken die hun medewerking hebben verleend om de enquête die ik afgenomen heb te testen en hierbij de nodige opmerkingen en suggesties gegeven hebben om deze te verbeteren. Bovendien wil ik ook de Nederlandse architecten bedanken die deelgenomen hebben aan de enquête en de interviews. Vervolgens wil ik ook mijn zus en vriend bedanken om mijn scriptie na te kijken en de nodige feedback te geven. Bovendien wil ik ook mijn ouders bedanken om mij de kans te geven deze studies te volgen en ten slotte wil ik ook mijn familie en vrienden bedanken voor de steun die ik de afgelopen jaren van hen gekregen heb.





# ABSTRACT – NEDERLANDS

## Milieu-impactbeoordeling van gebouwen als leidraad voor een duurzame materiaalkeuze in het ontwerpproces

Auteur:

**Chantal Goos**

Promotor:

Elke Knapen, Universiteit Hasselt

Begeleidster:

Elke Meex, Universiteit Hasselt

---

Na de verplichte energieprestatieberekening zal in de toekomst ook de milieuprestatieberekening van gebouwen belangrijker worden. In Nederland is het voor woningen al verplicht een milieuprestatieberekening (MPG-berekening) uit te voeren en in de toekomst zal hier ook een maximumwaarde aan gekoppeld worden om de milieubelasting veroorzaakt door gebouwen te verminderen. Ook in België is men momenteel bezig met de ontwikkeling van een tool en naar alle verwachtingen zal er op termijn ook een verplichting en een benchmark komen.

Deze scriptie zal daarom eerst, aan de hand van een literatuurstudie, een inzicht verschaffen in wat duurzaamheid is en hoe het tot stand gekomen is, waarna er dieper ingegaan wordt hoe duurzaamheid gerelateerd is aan de bouwsector en hoe de milieu-impact van bouwproducten en gebouwen bepaald kan worden. Daarna wordt gekeken welke tools en databanken in Nederland en België beschikbaar zijn om de milieu-impact te bepalen. Uit het onderzoek blijkt dat er in Nederland al verschillende tools beschikbaar zijn om de milieu-impact te beoordelen. In België daarentegen is een dergelijke tool nog volop in ontwikkeling.

In het praktisch luik van deze scriptie wordt via enquêtes bij Nederlandse architecten achterhaald welke tools deze architecten gebruiken, tijdens welke ontwerpfase(n) en welke invloed deze tools hebben op het ontwerp en hun materiaalkeuze. Bovendien werd bij twee deelnemers van de enquête een bijkomend interview afgenomen om hier dieper op in te gaan. Uit de resultaten blijkt dat tijdens de definitieve ontwerpfase het meest gebruik gemaakt wordt van tools. Daarnaast blijkt dat GPR Gebouw de populairste tool is tijdens alle ontwerpfasen. Deze tool wordt bovendien het meest gebruikt tijdens de bouwaanvraagfase voor een gedetailleerde bepaling van de duurzaamheid. Het merendeel van de architecten geeft aan dat MPG-tools volgens hen een invloed hebben op de duurzaamheid van hun ontwerp, maar dat de kostprijs en de tijdsduur een beperking vormen om de tools tijdens meerdere ontwerpfasen te gebruiken. Zij zullen daardoor niet geneigd zijn om hun ontwerp of materiaalkeuze ook effectief aan te passen op basis van de resultaten.



## ABSTRACT – ENGLISH

### Environmental Impact Assessments of buildings as guidance towards a sustainable choice of materials in the design process

Author:

**Chantal Goos**

Promotor:

Elke Knapen, University of Hasselt

Supervisor:

Elke Meex, University of Hasselt

---

After the mandatory energy performance calculations, the environmental impact calculation of buildings will also become more important in the future. In the Netherlands, it is already required to conduct an environmental impact assessment for houses (called an MPG calculation) and in the future a maximum value will be assigned to this calculation to reduce the environmental pollution caused by buildings. In Belgium, they are now also working on the development of a tool and there will most likely be an obligation and a benchmark in the future as well.

This thesis will therefore first, by means of a literature study, provide an understanding of what sustainability is and how it was established, after which it will elaborate how sustainability is related to the construction industry and how the environmental impact of construction and buildings can be determined. This study will then look into the different tools and databases available in the Netherlands and Belgium to assess the environmental impact, showing that there are already a lot of tools available in the Netherlands. In Belgium, however, such a tool is still in development.

In the practical part of this thesis, surveys were sent out to Dutch architects to determine (1) which tools these architects use, (2) in which design phase(s) they use these tools and (3) what the influence of these tools is on their design and material choice. On top of that, an additional interview was conducted with two participants of the surveys to go more into detail. The results show that the tools were most used during the final design phase. It also appears that 'GPR Gebouw' is the most popular tool during all design phases. Moreover, this tool is most commonly used during the building permit application stage for a detailed assessment of sustainability. Most of the architects indicate that, according to them, MPG tools have an impact on the sustainability of their design. However, the usage of these tools during multiple stages of design remains limited, because of the additional costs and effort associated with their usage. Therefore these architects are not inclined to adapt their design and material choices based on the results.



## LIJST MET FIGUREN

FIGUUR 1: STAPPENPLAN VOOR HET UITVOEREN VAN EEN LEVENSCYCLUSANALYSE (CURRAN, 2006).....	32
FIGUUR 2: VERSCHIL GEDECLAREERDE EN FUNCTIONELE EENHEID (SIMONEN, 2014).....	34
FIGUUR 3: LEVENSCYCLUSFASEN (SIMONEN, 2014).....	35
FIGUUR 4: VARIANTEN VAN EEN LEVENSCYCLUSANALYSE (SIMONEN, 2014).....	36
FIGUUR 5: ORGANISATIE VAN DE INTERPRETATIEFASE IN RELATIE TOT VOORGAANDE FASEN (CURRAN, 2006)....	44
FIGUUR 6: TYPE I-MILIEULABEL NATUREPLUS (A. JANSSEN, 2012).....	45
FIGUUR 7: TYPE I-MILIEULABEL EUROPEES ECOLABEL (A. JANSSEN, 2012).....	45
FIGUUR 8: TYPE I-MILIEULABEL CRADLE TO CRADLE (A. JANSSEN, 2012).....	45
FIGUUR 9: TYPE I-MILIEULABEL DUBOKEUR (DUBOKEUR, 2016).....	46
FIGUUR 10: TYPE I-MILIEULABEL DER BLAUE ENGEL (A. JANSSEN, 2012).....	46
FIGUUR 11: TYPE I-MILIEULABEL NORDIC ECOLABEL (A. JANSSEN, 2012).....	46
FIGUUR 12: TYPE I-MILIEULABEL FOREST STEWARDSHIP COUNCIL (A. JANSSEN, 2012).....	46
FIGUUR 13: TYPE I-MILIEULABEL PROGRAMME OF THE ENDORSEMENT OF FOREST CERTIFICATION SCHEMES (A. JANSSEN, 2012).....	47
FIGUUR 14: TYPE II-MILIEULABEL VOOR RECYCLEERBARE PRODUCTEN (A. JANSSEN, 2012).....	47
FIGUUR 15: TYPE II-MILIEULABEL BIOLOGISCH AFBREEKBAAR (GREENMAX, 2015).....	47
FIGUUR 16: TYPE II-MILIEULABEL COMPOSTEERBAAR (ENVIS, 2015).....	48
FIGUUR 17: STAPPEN VOOR HET OPSTELLEN VAN EEN EPD (ENVIRONDEC, 2016A).....	49
FIGUUR 18: NIBE MILIEUCLASSIFICATIE (NIBE, 2016C).....	53
FIGUUR 19: CLASSIFICATIETABEL MILIEU-IMPACT VAN SPOUWISOLATIE (NIBE, 2016A).....	54
FIGUUR 20: NIBE MILIEU-INFORMATIE VOOR STEENWOL (NIBE, 2016D).....	54
FIGUUR 21: NIBE GEZONDHEIDSCCLASSIFICATIE (NIBE, 2015).....	55
FIGUUR 22: NIBE GEZONDHEIDSinFORMATIE VOOR STEENWOL PLATEN (NIBE, 2016B).....	55
FIGUUR 23: GREEN GUIDE RATING TABLE VOOR ISOLATIEMATERIALEN (BRE, 2016B).....	57
FIGUUR 24: GREEN GUIDE RATING TABLE, DETAILRATING PER MILIEU-IMPACTCATEGORIE VOOR XPS ISOLATIE (BRE, 2016C).....	58
FIGUUR 25: GREEN GUIDE RATING TABLE, DETAILRATING PER MILIEU-IMPACTCATEGORIE VOOR CELLENGLASISOLATIE (BRE, 2016A).....	58
FIGUUR 26: OVERZICHT CREDITLIJST VOOR DUURZAAMHEIDCATEGORIE MANAGEMENT BINNEN HET BREEAM-NL SCHEMA IN-USE (DGBC, 2016B).....	63
FIGUUR 27: BEOORDELINGSCRITEIA "NABIJHEID OPENBAAR VERVOER" VOOR DUURZAAMHEIDSCATEGORIE TRANSPORT BINNEN HET BREEAM-NL SCHEMA IN-USE (DGBC, 2016C).....	64
FIGUUR 28: BEPALING KWALIFICATIE VAN EEN BREEAM ASSESSMENT (DGBC, 2014).....	65
FIGUUR 29: LEED V4 CHECKLIST VOOR PROJECTTYPE "BUILDING DESIGN + CONSTRUCTION" (USGBC, 2016B) .....	67

FIGUUR 30: LEED v4 RATING SYSTEEM VOOR CREDIT "ACCESS TO QUALITY TRANSIT) BINNEN PROJECTTYPE "BUILDING DESIGN + CONSTRUCTION" (USGBC, 2016c).....	68
FIGUUR 31: INVLOED VAN EEN CREDIT (RIJEN) OP VERSCHILLENDE IMPACTCATEGORIEËN (KOLOMMEN) (OWENS ET AL., 2016).....	69
FIGUUR 32: WEGING VAN DE IMPACTCATEGORIEËN BINNEN LEED (OWENS ET AL., 2016) .....	70
FIGUUR 33: BENODIGDE BASISPROFIELEN VOOR HET OPSTELLEN VAN PRODUCTKAARTEN IN DE NMD (SBK, 2015A).....	76
FIGUUR 34: INVOER VAN BASISPROFIELEN IN DE NATIONALE MILIEUDATABASE (SBK, 2015A).....	77
FIGUUR 35: INVULFORMULIER VAN EEN PRODUCTKAART VOOR HET INVULLEN VAN ALGEMENE INFORMATIE (SBK, 2015A).....	78
FIGUUR 36: INVULFORMULIER VOOR HET OPSTELLEN VAN EEN PRODUCTONDERDEEL BINNEN EEN PRODUCTKAART (SBK, 2015A) .....	78
FIGUUR 37: ZOEKFUNCTIE VOOR BASISPROFIELEN (SBK, 2015A).....	79
FIGUUR 38: INVOER ALGEMENE GEGEVENS OVER HET GEBOUW IN DE MRPI FREETOOL (MRPI, 2016).....	81
FIGUUR 39: INVOER HOEVEELHEID GEBRUIKT MATERIAAL PER GEBOUWELEMENT IN DE MRPI FREETOOL (MRPI, 2016).....	81
FIGUUR 40: TOTAALHOEVEELHEID ONGEWOGEN MILIEUEFFECTEN EN MILIEU-INDICATOREN VEROORZAAKT DOOR HET GEBOUW IN DE MRPI FREETOOL (MRPI, 2016).....	82
FIGUUR 41: RESULTAAT MPG-KENGETALLEN IN DE MRPI FREETOOL (MRPI, 2016).....	83
FIGUUR 42: VOORBEELDWEERGAVE MATERIALENCATALOGUS IN DE DGBC MATERIALENTOOL (DGBC, 2013A)	84
FIGUUR 43: INVOER VAN MATERIALEN PER GEBOUWONDERDEEL IN DE DGBC MATERIALENTOOL (DGBC, 2013A) .....	85
FIGUUR 44: RESULTATEN SCHADUWKOST PER GEBOUWONDERDEEL IN DE DGBC MATERIALENTOOL (DGBC, 2013A).....	86
FIGUUR 45: INVOER GEBOUWKENMERKEN IN GPR BOUWBESLUIT (W/E ADVISEURS, 2013) .....	87
FIGUUR 46: TOEVOEGEN VAN MATERIALEN AAN GEBOUWELEMENTEN IN GPR BOUWBESLUIT (W/E ADVISEURS, 2013).....	87
FIGUUR 47: VERBAND BEPALINGSMETHODE MILIEUPRESTATIE VAN GEBOUWEN, NATIONALE MILIEUDATABASE EN MPG-TOOLS. EIGEN FIGUUR OP BASIS VAN EXTERNE BRONNEN (ANINK ET AL., 2015; SBK, 2014) .....	88
FIGUUR 48: OPBOUW VAN HET EXPERT-REKENMODEL VOLGENS DE VIER ANALYSENIVEAUS (SERVAES ET AL., 2013) .....	90
FIGUUR 49: STRUCTUUR DATABANK MILIEUPROFIEL VAN GEBOUWELEMENTEN (DEBACKER ET AL., 2012).....	91
FIGUUR 50: EPG- EN MPG-SCORES (QUELLE, 2016).....	95
FIGUUR 51: DPG-SCORES (QUELLE, 2016) .....	95
FIGUUR 52: VOORNAAMSTE ASPECTEN DIE MATERIAALKEUZE BEPALEN BIJ VLAAMSE ARCHITECTEN (N=355) (MEEX ET AL., 2016) .....	111
FIGUUR 53: INTERIEURZICHT KLEUTERKLAS IN DE INFORMAL SETTLEMENTS VAN MSASANI.....	149
FIGUUR 54: SOLAR CHART VAN DAR ES SALAAM (GAISMA, 2017) .....	151

FIGUUR 55: GEMIDDELTE NEERSLAG, AANTAL REGENDAGEN EN PERCENTAGE ZONNIGE DAGUREN IN DAR ES SALAAM (CLIMATEMPS, 2017) .....	151
FIGUUR 56: PRODUCTIE VAN BETONBLOKKEN IN DE INFORMAL SETTLEMENTS VAN MSASANI.....	152
FIGUUR 57: METALEN GOLFPLATEN ALS DAKBEDEKKING IN DE INFORMAL SETTLEMENTS .....	153
FIGUUR 58: TOEPASSING VAN HOUT .....	154
FIGUUR 59: CONSTRUCTIEDETAIL RUBBLE TRENCH FUNDING (KOKO, 2003).....	155
FIGUUR 60: UITVOERING VAN EEN RUBBLE TRENCH FUNDING (IRSHADPP, 2013).....	156
FIGUUR 61: FIRED BRICKS (McCORMACK, 2007).....	157
FIGUUR 62: ADOBE (HELMAN, 2010) .....	158
FIGUUR 63: COMPRESSED EARTH BLOCKS (DWELL EARTH, 2013) .....	159
FIGUUR 64: RAMMED EARTH (UNKNOWN, 2017) .....	160
FIGUUR 65: SISALPLANT (PLANET A., 2006).....	161
FIGUUR 66: SISALTOUW (HOME DEPOT, 2017) .....	162





## LIJST MET TABELLEN

TABEL 1: VEELVOORKOMENDE IMPACTCATEGORIEËN BIJ EEN LEVENSCYCLUSANALYSE (CURRAN, 2006).....	41
TABEL 2: OVERZICHT EPD-DATABANKEN MATERIALEN.....	51
TABEL 3: OVERZICHT LCI-DATABANKEN MATERIALEN.....	51
TABEL 4: OVERZICHT CLASSIFICATIESYSTEMEN MATERIALEN.....	51
TABEL 5: OVERZICHT DATABANKEN VOOR GEBOUWELEMENTEN.....	59
TABEL 6: OVERZICHT CLASSIFICATIESYSTEMEN VOOR GEBOUWELEMENTEN.....	59
TABEL 7: OVERZICHT MILIEU-IMPACTBEOORDELINGSTOOLS VOOR GEBOUWELEMENTEN.....	59
TABEL 8: OVERZICHT MILIEU-IMPACTBEOORDELINGSTOOLS VOOR GEBOUWEN.....	61
TABEL 9: IMPACTCATEGORIEGEWICHT EN CREDITVERDELING BINNEN EEN IMPACTCATEGORIE (OWENS ET AL., 2016).....	71
TABEL 10: OVERZICHT DATABANKEN, CLASSIFICATIESYSTEMEN EN TOOLS.....	73
TABEL 11: WEEGFACTOREN TOEGEPAST IN DE BEPALINGSMETHODE VOOR MILIEUEFFECTCATEGORIEËN (ANINK ET AL., 2015).....	80
TABEL 12: HOUDING VAN RESPONDENTEN TEN OPZICHTE VAN EEN MAXIMUMWAARDE VOOR DE MILIEU-IMPACT TEN OPZICHTE VAN DE MATE WAARIN RESPONDENTEN EEN MAXIMUMWAARDE NOODZAKELIJK ACHTEN..	129

## LIJST MET GRAFIEKEN

GRAFIEK 1: LEEFTIJD STEEKPROEF (N = 60) T.O.V. LEEFTIJD POPULATIE VAN ARCHITECTEN IN NEDERLAND (N = 10695).....	99
GRAFIEK 2: STARTJAAR VAN RESPONDENTEN ALS ARCHITECT.....	100
GRAFIEK 3: SAMENWERKING VAN ARCHITECTENBUREAUS MET SPECIALISTEN TIJDENS DE VERSCHILLENDE BOUWPROJECTFASEN.....	103
GRAFIEK 4: VERBAND TUSSEN DE MATE WAARIN ARCHITECTEN MET DUURZAAMHEID BEZIG ZIJN EN EEN BEROEP DOEN OP DUURZAAMHEIDSSPECIALISTEN.....	104
GRAFIEK 5: VERBAND TUSSEN DE GROOTTE VAN HET BUREAU EN DE MATE WAARIN ZE BEROEP DOEN OP SPECIALISTEN.....	105
GRAFIEK 6: AANTAL NEDERLANDSE ARCHITECTEN DIE IN HUN ONTWERPPRAKTIJK ACTIEF MET DUURZAAMHEID BEZIG ZIJN.....	105
GRAFIEK 7: VOORNAAMSTE REDENEN OM DUURZAAMHEID IN HET ONTWERPPROCES TE BETREKKEN IN NEDERLAND (EIGEN ONDERZOEK) EN BELGIË (MEEX ET AL., 2016).....	106
GRAFIEK 8: VOORNAAMSTE REDENEN OM DUURZAAMHEID NIET IN HET ONTWERPPROCES TE BETREKKEN IN NEDERLAND (EIGEN ONDERZOEK) EN BELGIË (MEEX ET AL., 2016).....	107
GRAFIEK 9: CATEGORIEËN GEASSOCIEERD AAN DUURZAAMHEID IN ARCHITECTUUR.....	109
GRAFIEK 10: VOORNAAMSTE ASPECTEN DIE MATERIAALKEUZE BEPALEN BIJ NEDERLANDSE ARCHITECTEN.....	110
GRAFIEK 11: INVLOED VAN DUURZAME PROJECTEN OP MATERIAALKEUZE.....	112

GRAFIEK 12: AANPAK MATERIAALKEUZE BIJ DUURZAME PROJECTEN .....	112
GRAFIEK 13: ASPECTEN WAAROP DUURZAAMHEID VAN EEN MATERIAAL BEOORDEELD WORDT, VOLGENS MATE VAN DOORSLAGGEVENDHEID (1 = MEEST, 11 = MINST) .....	114
GRAFIEK 14: AANDEEL ARCHITECTEN DAT AL VAN LCA GEHOORD HEEFT EN AL TOEGEPAST HEEFT IN ONTWERPPRAKTIJK.....	115
GRAFIEK 15: AANDEEL ARCHITECTEN DAT WEET WAT EEN EPD IS EN HIER AL GEBRUIK VAN HEEFT GEMAAKT IN HUN ONTWERPPRAKTIJK .....	116
GRAFIEK 16: MATE WAARIN NEDERLANDSE TOOLS GEBRUIKT WORDEN OM DE MILIEU-IMPACT VAN BOUWMATERIALEN, BOUWELEMENTEN OF GEBOUWEN TE BEPALEN .....	117
GRAFIEK 17: GEBRUIK VAN TOOLS VOOR EEN SNELLE EN GEDETAILEERDE BEPALING VAN DE DUURZAAMHEID TIJDENS DE VERSCHILLENDE ONTWERPFASEN .....	119
GRAFIEK 18: TOOLS, DATABANKEN EN METHODIEKEN GEBRUIKT TIJDENS DE CONCEPTUELE FASE (CF) VOOR EEN SNELLE (SB) EN/OF GEDETAILEERDE BEPALING (GB) VAN DUURZAAMHEID.....	120
GRAFIEK 19: TOOLS, DATABANKEN EN METHODIEKEN GEBRUIKT TIJDENS DE VOORLOPIGE ONTWERPFASE (VF) VOOR EEN SNELLE (SB) EN/OF GEDETAILEERDE BEPALING (GB) VAN DUURZAAMHEID .....	121
GRAFIEK 20: TOOLS, DATABANKEN EN METHODIEKEN GEBRUIKT TIJDENS DE DEFINITIEVE ONTWERPFASE (DF) VOOR EEN SNELLE (SB) EN/OF GEDETAILEERDE BEPALING (GB) VAN DUURZAAMHEID .....	122
GRAFIEK 21: TOOLS, DATABANKEN EN METHODIEKEN GEBRUIKT TIJDENS DE BOUWAANVRAAGFASE (BA) VOOR EEN SNELLE (SB) EN/OF GEDETAILEERDE BEPALING (GB) VAN DUURZAAMHEID .....	123
GRAFIEK 22: TOOLS, DATABANKEN EN METHODIEKEN GEBRUIKT TIJDENS DE BESTEKFASE (BF) VOOR EEN SNELLE (SB) EN/OF GEDETAILEERDE BEPALING (GB) VAN DUURZAAMHEID .....	123
GRAFIEK 23: TOOLS, DATABANKEN EN METHODIEKEN GEBRUIKT TIJDENS DE UITVOERINGSFASE (UF) VOOR EEN SNELLE (SB) EN/OF GEDETAILEERDE BEPALING (GB) VAN DUURZAAMHEID.....	124
GRAFIEK 24: GEBRUIK VAN TOOLS EN DATABANKEN VOOR EEN SNELLE BEPALING (SB) VAN DUURZAAMHEID...	125
GRAFIEK 25: GEBRUIK VAN TOOLS EN DATABANKEN VOOR EEN GEDETAILEERDE BEPALING (GB) VAN DUURZAAMHEID.....	126
GRAFIEK 26: HOUDING TEN OPZICHTE VAN DE VERPLICHTE MPG-BEREKENING .....	127
GRAFIEK 27: HOUDING TEN OPZICHTE VAN EEN MAXIMUMWAARDE WAARAAN HET ONTWERP MOET VOLDOEN OP VLAK VAN MATERIAALIMPACT .....	128
GRAFIEK 28: NOODZAAK VAN EEN MAXIMUMWAARDE WAARAAN HET ONTWERP MOET VOLDOEN OP VLAK VAN MATERIAALIMPACT .....	128
GRAFIEK 29: INVLOED VAN HET GEBRUIK VAN MPG-TOOLS OP DE DUURZAAMHEID VAN EEN PROJECT.....	130
GRAFIEK 30: VERHOUDING TUSSEN HET AANTAL RESPONDENTEN DAT AL DAN NIET VAN MENING IS DAT MPG- TOOLS INVLOED HEBBEN OP DE DUURZAAMHEID VAN EEN PROJECT EN DE MATE WAARIN ZE BEROEP DOEN OP MPG-SPECIALISTEN .....	130
GRAFIEK 31: GEBRUIK VAN MPG-TOOLS DOOR DE RESPONDENTEN .....	131
GRAFIEK 32: VOORDELEN DIE VAAK GEHAALD WORDEN UIT HET GEBRUIK VAN MPG-TOOLS.....	133
GRAFIEK 33: VOORDELEN DIE ZELDEN OF NOOIT GEHAALD WORDEN UIT HET GEBRUIK VAN MPG-TOOLS.....	134
GRAFIEK 34: SAMENWERKING VAN RESPONDENTEN MET VERSCHILLENDE SPECIALISTEN EN INGENIEURS.....	193

GRAFIEK 35: SAMENWERKING MET CONSTRUCTIEF ONTWERPER TIJDENS DE VERSCHILLENDE ONTWERPFASEN .	193
GRAFIEK 36: SAMENWERKING MET AANNEMER TIJDENS DE VERSCHILLENDE ONTWERPFASEN .....	194
GRAFIEK 37: SAMENWERKING MET INSTALLATIEDESKUNDIGE TIJDENS DE VERSCHILLENDE ONTWERPFASEN .....	194
GRAFIEK 38: SAMENWERKING MET EPC-VERSLAGGEVER TIJDENS DE VERSCHILLENDE ONTWERPFASEN .....	195
GRAFIEK 39: SAMENWERKING MET BOUWFYSICUS TIJDENS DE VERSCHILLENDE ONTWERPFASEN .....	195
GRAFIEK 40: SAMENWERKING MET PROJECTONTWIKKELAAR TIJDENS DE VERSCHILLENDE ONTWERPFASEN .....	196
GRAFIEK 41: SAMENWERKING MET DUURZAAMHEIDSSPECIALIST TIJDENS DE VERSCHILLENDE ONTWERPFASEN .	196
GRAFIEK 42: SAMENWERKING MET MPG-SPECIALIST TIJDENS DE VERSCHILLENDE ONTWERPFASEN .....	197
GRAFIEK 43: HOUDING VAN ARCHITECTEN TEN OPZICHTE VAN EEN VERPLICHTING OF STIMULANS VANUIT DE OVERHEID OM DUURZAAM MATERIAALGEBRUIK TE PROMOTEN .....	198
GRAFIEK 44: MATE WAARIN BUITENLANDSE TOOLS GEBRUIKT WORDEN OM DE MILIEU-IMPACT VAN BOUWMATERIALEN, BOUWELEMENTEN OF GEBOUWEN TE BEPALEN .....	200
GRAFIEK 45: MATE WAARIN DATABANKEN GEBRUIKT WORDEN OM DE MILIEU-IMPACT VAN BOUWMATERIALEN, BOUWELEMENTEN OF GEBOUWEN TE BEOORDELEN .....	200
GRAFIEK 46: VOORDELEN DIE DOOR DE RESPONDENTEN ALS NEUTRAAL BESCHOUWD WORDEN BIJ HET GEBRUIK VAN MPG-TOOLS .....	201
GRAFIEK 47: VOORDELEN DIE ZELDEN GEHAALD WORDEN UIT HET GEBRUIK VAN MPG-TOOLS .....	201
GRAFIEK 48: VOORDELEN DIE NOOIT GEHAALD WORDEN UIT HET GEBRUIK VAN MPG-TOOLS .....	202
GRAFIEK 49: VOORDELEN GEHAALD UIT HET GEBRUIK VAN GPR BOUWBESLUIT .....	202
GRAFIEK 50: VOORDELEN GEHAALD UIT HET GEBRUIK VAN DGBC MATERIALENTOOL .....	203
GRAFIEK 51: VOORDELEN GEHAALD UIT HET GEBRUIK VAN DE MRPI FREETOOL .....	203
GRAFIEK 52: VOORDELEN GEHAALD UIT HET GEBRUIK VAN ECOQUAESTOR .....	204



## LIJST MET AFKORTINGEN

BA	Bureau Architectenregister
BIM	Building Information Modelling
BIM	Brussels Instituut voor Milieubeheer (Leefmilieu Brussel)
BRE	Building Research Establishment
BVO	Bruto Vloer Oppervlakte
BREEAM	BRE Environmental Assessment Method
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	Ethaan
CEN	Europees Comité voor Normalisatie (Comité Européen de Normalisation)
CH <sub>4</sub>	Methaan
CO <sub>2</sub>	Koolstofdioxide (Carbon Dioxide)
CSBE	Code for a Sustainable Built Environment
DALY	Gecorrigeerde levensjaren voor beperkingen (Disability-Adjusted Life Years)
DAPc	Declaracion Ambiental de Productos de Construcción
DB	Dichloorbenzeen
DGBC	Dutch Green Building Council
DPG	Duurzaamheidsprestatie Gebouwen
ELCD	European Life Cycle Database
EOL	End Of Life
EPB	Energieprestatie en Binnenklimaat (België)
EPC	Energieprestatiecoëfficiënt (Nederland)
EPD	Environmental Product Declaration
EPG	Energieprestatie Gebouwen
GEMIS	Global Emissions Model for Integrated Systems
GPR	Gemeentelijke Praktijk Richtlijn
GWV	Grond-, Weg- en Waterbouw
IBU	Institut Bauen und Umwelt
IMPACT	Integrated Material Profile And Costing Tool
ISO	International Organization for Standardization
KUL	Katholieke Universiteit Leuven
LCA	Levenscyclusanalyse (Life Cycle Assessment)

LCI	Levenscyclusinventarisatie (Life Cycle Inventory)
LCIA	Life Cycle Assessment – Impact Assessment
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
MMG	Milieu-gerelateerde Materiaalprestaties van Gebouw(element)en
MPG	Milieuprestatie Gebouwen
MRPI	Milieu Relevante Product Informatie
NIBE	Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie
NMD	Nationale Milieu Database
NO <sub>2</sub>	Stikstofdioxide (Nitrogen Dioxide)
OVAM	Openbare Vlaamse Afvalmaatschappij
PCR	Product Category Rules
SBK	Stichting Bouwkwaliteit
SETAC	Society of Environmental Toxicology and Chemistry
SPW	Service Public de Wallonie (Waals Gewest)
USGBC	U.S. Green Building Council
VIBE	Vlaams Instituut voor Bio-Ecologisch bouwen en wonen
VITO	Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek
WTCB	Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf

# Inhoudsopgave

WOORD VOORAF .....	3
ABSTRACT – NEDERLANDS .....	5
ABSTRACT – ENGLISH.....	7
LIJST MET FIGUREN .....	9
LIJST MET TABELLEN .....	13
LIJST MET GRAFIEKEN.....	13
LIJST MET AFKORTINGEN .....	17
INLEIDING .....	23
Domein, thema en onderwerp .....	23
Onderzoek en methode .....	24
1 Duurzaamheid.....	27
1.1 Totstandkoming van het begrip duurzaamheid .....	27
1.2 Pijlers .....	29
1.3 Duurzaamheid in de bouwsector .....	29
2 Milieu-impactbepaling in de bouwsector.....	31
2.1 Ontwikkeling van een rekenmethodologie: levenscyclusanalyse .....	31
2.2 Ontwikkeling van standaarden.....	31
2.2.1 ISO-standaarden voor levenscyclusanalyse: ISO 14040:2006 en 14044:2006 .....	32
2.2.2 Verschillende types milieuverklaringen .....	44
2.3 Ontwikkeling van databanken, methodes, classificatiesystemen en tools voor de bouwsector .....	49
2.3.1 Levenscyclusanalyse op materiaalniveau.....	50
2.3.2 Levenscyclusanalyse op elementniveau .....	59
2.3.3 Levenscyclusanalyse op gebouwniveau .....	59
2.3.4 Overzicht databanken, classificatiesystemen en tools .....	71
3 Nederland versus België: Stand van zaken .....	75

3.1	Nederland.....	75
3.1.1	Nationale Milieudatabase .....	75
3.1.2	Milieuprestatieberekening Gebouwen (MPG).....	79
3.1.3	MPG-Tools.....	80
3.2	België.....	89
3.2.1	Bepalingsmethode Milieu-gerelateerde Materiaalprestatie van Gebouw(element)en .....	89
3.2.2	Databank Milieuprofiel van Gebouwelementen.....	90
3.2.3	Ontwikkeling van de MMG tool.....	93
3.3	Vergelijking Nederland en België .....	94
4	Toepassing van de MPG Tool in Nederland.....	97
4.1	Opzet enquête.....	97
4.2	Verwerking Enquêtes .....	98
4.2.1	Algemene gegevens respondenten.....	98
4.2.2	Duurzaamheid bij Nederlandse architecten.....	105
4.2.3	Duurzaam materiaalgebruik bij Nederlandse architecten .....	109
4.2.4	Gebruikte tools voor het bepalen van milieu-impacten .....	117
4.3	Interviews.....	135
4.3.1	Interview met startende architect .....	135
4.3.2	Interview met ervaren architect .....	138
4.3.3	Vergelijkingen .....	143
5	Conclusie .....	145
6	Architectuurproject.....	149
6.1	Geografische condities .....	150
6.1.1	Zon .....	150
6.1.2	Neerslag .....	151
6.2	Duurzaamheid.....	152
6.2.1	Materialen.....	152
6.3	Bijkomende duurzaamheidsmaatregelen.....	163



6.4 Conclusie .....	164
BIBLIOGRAFIE .....	165
BIJLAGEN .....	171
Bijlage 1: Enquête .....	171
Bijlage 2: Samenwerking met specialisten.....	193
Bijlage 3: Houding ten opzichte van duurzaam materiaalgebruik .....	198
Bijlage 4: Tools en databanken buiten Nederland .....	200
Bijlage 5: Voordelen en nadelen van de verschillende MPG-tools .....	201



## INLEIDING

Duurzame ontwikkeling wordt vandaag de dag steeds meer onder de aandacht gebracht: grondstoffen worden schaars en emissies en geproduceerde afvalstoffen beïnvloeden in sterke mate het milieu. Op mondiaal niveau is de bouwsector verantwoordelijk voor meer dan 50 procent van het totale grondstoffengebruik en 40 procent van de energieconsumptie (OVAM, 2013).

Architecten kunnen een belangrijke rol spelen om de milieu-impact die veroorzaakt wordt door bouwproducten en -processen te verminderen door een gefundeerde keuze te maken voor bepaalde materialen en technieken die worden toegepast in hun gebouwonwerpen. Door duurzame leefomgevingen te ontwerpen kan de levenskwaliteit van zowel huidige als toekomstige generaties gewaarborgd worden. Kennis van duurzaamheid maar ook van duurzame materialen en technieken is daarom noodzakelijk om de juiste ontwerpbeslissingen te nemen en zo een duurzame leefomgeving te ontwikkelen (Paredis, 2001).

Door mijn interesse voor duurzaamheid en het feit dat je als architect een meerwaarde kan bieden aan de leefomgeving van verschillende mensen en generaties, lijkt deze scriptie mij zeer boeiend. Bovendien spreken materialen en de technische aspecten die het beroep van architect met zich meebrengen mij enorm aan.

### Domein, thema en onderwerp

Het onderwerp van deze scriptie kadert binnen het ecologische aspect van duurzaamheid, waarbij de milieu-impact van gebouwen wordt beschouwd. In Vlaanderen tracht de overheid deze milieu-impact al te beperken door bij elke bouwaanvraag een verplichte energieprestatieberekening te eisen. Daarnaast worden er ook specifieke eisen opgelegd zoals het voorzien van een minimum aan hernieuwbare energiebronnen (Vlaamse Overheid, 2016). In de toekomst zal ook een globale milieu-impactberekening steeds belangrijker worden. Het aandeel van de milieu-impact veroorzaakt door materialen zal immers stijgen naarmate er meer energiezuinige gebouwen gebouwd worden (Boxtel, 2014). In Nederland is men al sinds 1 januari 2013 verplicht om een Milieuprestatieberekening voor Gebouwen (MPG) uit te voeren voor projecten die groter zijn dan 100 m<sup>2</sup> (Fraanje, 2016). Aan deze berekeningen worden voorlopig nog geen grenswaarden gekoppeld, maar er zijn plannen om vanaf 1 januari 2018 de grenswaarde MPG=1 in te voeren (Fraanje, 2017; Nieman, 2016). In België wordt er momenteel een tool ontwikkeld door de OVAM, de Openbare Vlaamse

Afvalmaatschappij, om de milieu-impact van gebouwen te berekenen, rekening houdend met de volledige levenscyclus van een gebouw. Deze milieu-impactberekeningen zijn gebaseerd op de bouwmaterialenmethodiek MMG, ook wel Milieu-gerelateerde Materiaalprestaties van Gebouw(element)en genoemd. Voorlopig zullen er aan deze berekeningen nog geen grenswaarden gekoppeld worden, zoals momenteel wel het geval is bij een energieprestatieberekening, maar na analyse van de resultaten kan dit in de toekomst wel opgelegd worden. Door het opleggen van een grenswaarde, en deze eventueel te verstrengen in de tijd, zullen architecten en bouwheren de keuze voor bepaalde bouwmaterialen moeten aanpassen in functie van milieu en duurzaamheid, wat zal leiden tot meer milieuvriendelijke oplossingen.

De onderzoeksvraag die in deze scriptie centraal staat is: "In welke mate kunnen tools voor milieu-impactbeoordelingen, en dan hoofdzakelijk de verplichte MPG-tools, architecten en bouwheren helpen om een gefundeerde en duurzame materiaalkeuze te maken voor gebouwen?". Bijkomende onderzoeksvragen zijn: "Hoe staan Nederlandse architecten tegenover duurzaamheid?", "Welke factoren beïnvloeden hun (duurzame) materiaalkeuze?", "Hoe staan Nederlandse architecten tegenover de verplichte milieuprestatieberekening?", "Welke tools gebruiken architecten om de milieu-impact of duurzaamheid van een materiaal te bepalen?", "Tijdens welke fase(n) in het ontwerpproces gebruiken ze deze tools?" en "Wat is het effect van deze tools op hun ontwerp of materiaalkeuze?". Ten slotte wordt ook de terugkoppeling gemaakt naar België. Door te kijken hoe tools in Nederland gebruikt worden, welke opmerkingen en aanbevelingen Nederlandse architecten hebben met betrekking tot de tools en welke verwachtingen de Vlaamse architecten hebben, kan bepaald worden hoe tools al dan niet geïmplementeerd kunnen worden in België.

## Onderzoek en methode

Het eerste deel van de scriptie bestaat uit een literatuurstudie over duurzaamheid en milieu-impactberekeningen. In Hoofdstuk 1 "Duurzaamheid" wordt het begrip duurzaamheid besproken, alsook de gebeurtenissen die bijgedragen hebben aan de totstandkoming van het begrip. Bovendien wordt in dit hoofdstuk de relevantie van het begrip duurzaamheid voor de bouwsector verduidelijkt. Vervolgens wordt in Hoofdstuk 2 "Milieu-impactbepaling in de bouwsector" gekeken naar de manier waarop de duurzaamheid van gebouwen, en meer bepaald hun milieu impact, bepaald kan worden. Dit bevat onder andere een studie van de rekenmethodologie "Levenscyclusanalyse" en een studie van normen, labels, databanken, classificatiesystemen, tools, enzovoort die gehanteerd kunnen worden. In Hoofdstuk 3 "Nederland versus België: Stand van zaken" wordt vervolgens bekeken wat in

Nederland de impact is van een effectief ingevoerde tool en een eventuele grenswaarde die in de toekomst opgelegd zal worden. Vervolgens wordt de situatie in België toegelicht, waar momenteel nog geen tool beschikbaar is, maar waar men wel bezig is met de ontwikkeling hiervan (o.a. door de OVAM).

Het tweede deel van deze scriptie bestaat uit een praktisch gedeelte, waarin er door middel van een algemene enquête bij Nederlandse architecten wordt nagegaan op welke manier zij omgaan met de verplichte milieuprestatieberekening (sinds 2013) en in hoeverre zij hun ontwerp hierdoor aanpassen om de milieuprestaties te verbeteren. Vragen zoals "Hoe beoordelen de Nederlandse architecten de duurzaamheid van een materiaal?" en "Tijdens welke fase(n) van het ontwerpproces wordt de verplichte milieuprestatieberekening uitgevoerd, wie voert deze berekening uit en zien de Nederlandse architecten ruimte voor verbetering of niet?", zullen beantwoord worden in Hoofdstuk 4 "Toepassing van de MPG Tool in Nederland". Er zal ook gepolst worden naar hun houding ten opzichte van de invoering van een grenswaarde aan de milieu-impact van gebouwen. Vervolgens wordt er gekeken naar de resultaten van een onderzoek dat gevoerd werd bij Belgische architectenbureaus in het kader van een lopend doctoraatsonderzoek. Deze worden vervolgens afgetoetst aan de Nederlandse enquêtes om vergelijkingen tussen Nederland en België mogelijk te maken. Aangezien Belgische architecten nog niet beschikken over een tool die verplicht is door de overheid, wordt er gekeken in hoeverre zij al dan niet nadenken over duurzaamheid en duurzaam materiaalgebruik en of zij dan andere manieren zoeken om de duurzaamheid van hun gebouw en bouwmaterialen te bepalen of niet. We kunnen hierdoor veel leren uit de ervaringen van de Nederlandse architecten, die al een gelijkaardige tool gebruiken, om de toekomstige Belgische tool te optimaliseren. Uit de vergaarde informatie zal vervolgens afgeleid worden wat het (relatieve) effect is geweest van de invoering van de milieu-impactberekening op de houding van de Nederlandse architecten. Ten slotte zal een bijkomend interview afgenomen worden bij enkele Nederlandse architecten om dieper in te gaan op hoe zij omgaan met milieuprestaties na de invoering van de verplichte milieuprestatieberekening en in welke mate deze berekening invloed heeft op hun ontwerpen.

Door het uitwerken van de scriptie zal ik een bredere en meer gefundeerde kijk op duurzaamheid en duurzaam materiaalgebruik ontwikkelen, zodanig dat ik deze materie binnen het ontwerpend onderzoek van Studio Tanzania vollediger en beter wetenschappelijk onderbouwd kan beoordelen. Dit ontwerpend onderzoek vindt plaats in de tweede master Architectuur. In Tanzania wordt er geen gebruik gemaakt van een softwaretool om de milieu-impact van materialen te beoordelen (niet beschikbaar voor die specifieke context). Het

inzicht dat in deze scriptie wordt opgebouwd in de aspecten die een rol spelen bij het beoordelen van de duurzaamheid van materialen, moet er wel toe leiden dat de duurzaamheid van de gebruikte materialen kritisch kan geëvalueerd worden. De koppeling tussen deze scriptie en het architectuurproject zal besproken worden in Hoofdstuk 6 "Architectuurproject".

# 1 Duurzaamheid

Om als architect een duurzame materiaalkeuze te kunnen maken, is het noodzakelijk de betekenis van het begrip *duurzaamheid* te kennen en te kunnen kaderen binnen de huidige maatschappelijke context. Dit hoofdstuk biedt daarom een antwoord op volgende vragen: "Wat is duurzaamheid?", "Hoe is het ontstaan?" en "In welke mate speelt duurzaamheid een rol binnen de bouwsector?".

## 1.1 Totstandkoming van het begrip duurzaamheid

Duurzaamheid is een breed begrip dat tegenwoordig vaak gebruikt wordt om aan te geven dat een product, dienst, bedrijf, enzovoort ecologisch en maatschappelijk verantwoord is (Platform Duurzaamheid, 2016). Hoewel het begrip duurzaamheid pas ontstaan is in de jaren '80, zijn er zijn verschillende gebeurtenissen die hebben bijgedragen aan de ontwikkeling van dit begrip (Paredis, 2001).

### The Limits to Growth

In 1968 verzamelde een groep wetenschappers uit verschillende landen in Rome om er de problematiek van de mens en de aarde te bespreken. Deze groep werd later bekend als de 'Club van Rome' en is een organisatie die inzicht probeert te verwerven in diverse componenten die invloed hebben op wereld waarin we leven. Op basis van hun verworven inzichten, publiceerden zij in 1972 het rapport 'The Limits to Growth', waarin zij de resultaten van hun onderzoek meedeelden en waarmee zij beleidsmakers wilden aanzetten om actie te ondernemen tegen de wereldproblematiek. De wetenschappers die hieraan meewerkten, beschikten over een gevarieerde kennis uit verschillende disciplines, gaande van werkloosheid, achteruitgang van het milieu, tot economische veranderingen, waardoor men in staat was de interacties tussen de verschillende disciplines in kaart te brengen en onderliggende oorzaken van problemen te achterhalen en te koppelen (Meadows, 1972). De wetenschappers onderzochten vijf factoren die invloed hebben op de aarde, namelijk bevolking, landbouw, industrie, grondstoffen en vervuiling. De overmaat aan deze factoren zijn rechtstreeks gerelateerd aan de grenzen van de aarde (Meadows, 1972). Een voorbeeld hiervan is de bevolkingsgroei die rechtstreeks de vraag naar voedsel vergroot en waarbij de aarde niet volledig in staat is aan deze vraag te voldoen (Bosman, 2016).

## Oliecrisis

In 1973 ontstond naar aanleiding van een conflict tussen de Verenigde Staten en de Arabische landen de eerste oliecrisis. Israël bleef namelijk, tot ongenoegen van de Arabische landen, zijn macht uitbreiden doordat de Verenigde Staten Israël hulp bleven verlenen met geld en wapens. Hierdoor werden gedurende de Zesdaagse Oorlog verschillende Arabische grondgebieden ingenomen door Israël. De Arabische landen zochten vervolgens een manier om wraak te nemen op de Verenigde Staten door de olietoevoer te verlagen in verschillende landen, waardoor er tekorten gecreëerd werden en de olieprijs sterk stegen. Dit was onder andere het geval voor België. De toevoer van olie werd bovendien volledig geblokkeerd voor de Verenigde Staten en Nederland (Parra, 2004). In België leidde de Europese oliecrisis onder andere tot de invoer van snelheidsbeperkingen en autoloze zondagen om brandstof te besparen. Daarnaast werd ook het onderwijs op zaterdag afgeschaft om te besparen op verwarming (Stad Brussel, 2016). Voor de getroffen landen werd het duidelijk dat er in de toekomst maatregelen genomen moesten worden om minder afhankelijk te worden van olie en dat alternatieve energiebronnen, zoals zonne-energie en kerncentrales, tot de mogelijkheden zouden moeten behoren. Er werd echter nog niet veel belang gehecht aan de uitputting van grondstoffen, aangezien economische aspecten als hoofdprioriteit beschouwd werden bij deze ontwikkelingen. Nochtans werd de oliecrisis in Groot-Brittannië eerder beschouwd als een grondstoffencrisis, dan een economische of politieke crisis. Het rapport *'The Limits to Growth'* is aan deze grondstoffencrisis gelinkt en heeft samen met de oliecrisis het besef in de samenleving versterkt dat niet-hernieuwbare grondstoffen eindig zijn (Parra, 2004).

## Brundtland-rapport: Our Common Future

In de jaren '80 werd door de Verenigde Naties een commissie bijeengeroepen om na te denken over de huidige milieu- en ontwikkelingsproblematiek. Het doel van deze commissie was om een beleid op te stellen om deze problemen in de toekomst in de hand te houden. De toenmalige eerste Minister van Noorwegen, Gro Harlem Brundtland, werd als voorzitter van deze commissie aangesteld en ontleent tot op de dag van vandaag haar naam aan het bekende Brundtland-rapport, dat afgeleverd werd aan het einde van deze commissie in 1987. Dit rapport formuleert een algemene definitie voor duurzaamheid en staat ook bekend onder de naam *'Our Common Future'*. In het Brundtland-rapport wordt *Duurzame Ontwikkeling* als volgt geformuleerd: *"een ontwikkeling die tegemoet komt aan de behoeften van de huidige generaties zonder de mogelijkheden van de toekomstige generaties in gevaar te brengen om hetzelfde te doen. (Paredis, 2001, pp. 33-46) "* Om de



behoefden van zowel huidige als toekomstige generaties niet in het gedrang te brengen, is het noodzakelijk om het draagvermogen van de aarde te kennen en onze activiteiten hieraan aan te passen. Deze behoeften kunnen enorm verschillen van persoon tot persoon en variëren in tijd en ruimte. Daarom is het niet mogelijk om een eenduidige definitie van duurzaamheid te formuleren, maar is het belangrijk om met de beschikbare kennis een zo doordacht mogelijke en duurzame keuze te maken (Paredis, 2001).

## 1.2 Pijlers

Duurzame ontwikkeling steunt op diverse principes, die ontstaan zijn naar aanleiding van het Brundtland-rapport. Enerzijds wordt duurzaamheid bereikt door het beperken van de bevolking, industrie, grondstofgebruik, afval en voeding (Meadows, 1972). Anderzijds hanteert men de theorie van de drie P's om duurzaamheid in al zijn facetten te benaderen, via de pijlers *People*, *Prosperity* en *Planet*. Bovendien wordt er vaak nog een vierde pijler van duurzaamheid benaderd, namelijk *Participation of Politics* (Platform Duurzaamheid, 2016). Deze pijlers vloeien voort uit het Brundtland-rapport. De eerste pijler *People* benadert duurzaamheid vanuit het sociale en menselijke aspect, zoals gezondheid, toegankelijkheid, gemeenschappelijkheid, ethiek, enzovoort (Platform Duurzaamheid, 2016). Daarnaast kan ook de flexibiliteit van een woning tot deze categorie behoren, omdat deze rekening houdt met de noden van verschillende generaties, gaande van jonge gezinnen tot bejaarde koppels (The Blue House, 2016). Vervolgens focust de tweede pijler *Prosperity* op het economische aspect van duurzaamheid (Platform Duurzaamheid, 2016). Duurzame ontwikkeling moet winstgevend zijn, ook op lange termijn, moet openstaan voor innovatie en de lokale werkgelegenheid stimuleren (Foundation Future Generations; The Blue House, 2016). Daarnaast wordt duurzaamheid vanuit een ecologisch standpunt benaderd via de derde pijler *Planet*. Hierbij ligt de focus op het milieu en de gebruikte grondstoffen, door het gebruik van energie, water, grond en grondstoffen te beperken. Een efficiënt afvalbeheer draagt hier bovendien rechtstreeks aan bij. Ten slotte is er de vierde pijler *Participation of Politics*, waarbij men vooral de dialoog wil aangaan met betrokken partijen en hun mening in het proces betreft (Foundation Future Generations, 2014). Deze thesis behandelt voornamelijk de *Planet* dimensie, aangezien er gefocust wordt op de milieu-impact van materialen.

## 1.3 Duurzaamheid in de bouwsector

De bouwsector is wereldwijd verantwoordelijk voor 40% van de materiaalstromen, waardoor architecten en producenten van bouwmaterialen een grote invloed kunnen hebben op het

milieu. Dit vraagt naar nieuwe ontwikkelingen om materialen zo efficiënt mogelijk aan te wenden, te hergebruiken en/of te recyclen. Materialen moeten een onderdeel worden van een kringloop waardoor ze op het einde van hun levenscyclus opnieuw aangewend kunnen worden voor nieuwe toepassingen zonder te groot kwaliteitsverlies (OVAM, 2012). Door deze ontwikkelingen te stimuleren, kunnen we overgaan op een duurzame bebouwde omgeving en zo de globale milieu-impact drastisch helpen verminderen. Om deze milieu-impact op een objectieve manier te bepalen, kan er gebruik gemaakt worden van een Levenscyclusanalyse, ook wel LCA genoemd, waarbij de ecologische impact bepaald kan worden op basis van kwantitatieve data (RVO, 2016a).

## 2 Milieu-impactbepaling in de bouwsector

Zoals eerder vermeld focust deze scriptie op de ecologische dimensie van duurzaamheid, meer bepaald op de milieu-impact van bouwmaterialen. De milieu-impact van producten werd in de jaren '60 – '70 al bestudeerd in de industrie om vergelijkingen tussen producten mogelijk te maken en deze te optimaliseren. Producten hebben vaak verschillende eigenschappen wat vergelijken bemoeilijkt. Door een levenscyclus aan producten toe te kennen, wordt er een onderscheid gemaakt tussen verschillende fasen in deze levenscyclus en kan men producten onderling eenvoudig vergelijken (Guinee et al., 2010).

### 2.1 Ontwikkeling van een rekenmethodologie: levenscyclusanalyse

In de jaren '80 werd hiervoor een rekenmethodologie ontwikkeld genaamd levenscyclusanalyse. Deze levenscyclusanalyse brengt in kaart hoeveel grondstoffen, energie, afval en uitstoot er gekoppeld is aan een product vanaf de ontginning van de grondstoffen tot zijn levenseinde. Door inzicht te verwerven in de volledige levenscyclus van een product, gedurende de verschillende fasen, kan men de milieu-impact van het product bepalen, deze vergelijken met andere producten, en processen optimaliseren om de duurzaamheid ervan te verbeteren (Bras-Klapwijk, Heijungs, & van Mourik, 2003).

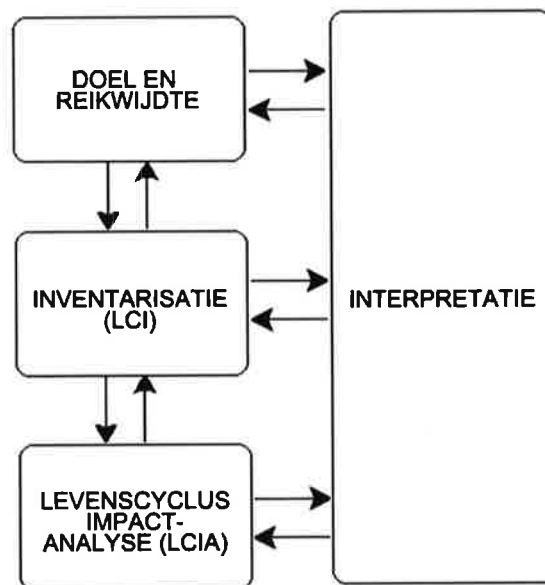
### 2.2 Ontwikkeling van standaarden

De toepassing van deze levenscyclusanalyse gebeurde echter niet altijd op dezelfde manier, waardoor resultaten sterk konden variëren en dus niet representatief bleken te zijn. Er groeide een nood naar standaardisatie, die begin jaren '90 door SETAC, Society of Environmental Toxicology and Chemistry, geleverd werd door de publicatie van de SETAC 'Code of Practice'. Hierin werden methodes en termen besproken om LCA te harmoniseren. Sinds 1994 richtte ook de ISO, International Organization of Standardization, zich op het uitschrijven van een standaard voor levenscyclusanalyses (Guinee et al., 2010). Voor het uitvoeren van een levenscyclusanalyse werden verschillende ISO-normen opgesteld; ISO 14040:2006, ISO 14044 en ISO 14025:2006 zijn de belangrijkste normen (Arvanitoyannis, 2008). Bovendien werden er recent twee Europese normen opgesteld die specifiek zijn voor de bouwsector, namelijk EN 15804 en EN 15978 (A. Janssen, 2012). Al deze normen worden hierna besproken.

## 2.2.1 ISO-standaarden voor levenscyclusanalyse: ISO 14040:2006 en 14044:2006

In de ISO-norm ISO 14040:2006 worden de algemene principes voor LCA toegelicht. Deze principes omvatten een beschrijving van de verschillende fasen die tijdens een levenscyclusanalyse worden doorlopen. De effectieve berekenings- en uitvoeringsmethodes van deze levenscyclusanalyse worden behandeld in de ISO-norm 14044:2006 (Arvanitoyannis, 2008).

Bij een levenscyclusanalyse worden vier stappen doorlopen die beschreven worden in deze normen (Figuur 1). Ten eerste wordt het *doel en de reikwijdte* van de levenscyclusanalyse vastgelegd. Vervolgens wordt er een *inventarisatie* opgesteld die als basis zal dienen voor een *milieu-impactbeoordeling*. En ten slotte worden de bekomen resultaten geanalyseerd, waarna er nog een *interpretatie* uitgevoerd kan worden om te bepalen welke fasen van productie- tot eindfase verbeterd kunnen worden op vlak van milieubelasting (Curran, 2006).



Figuur 1: Stappenplan voor het uitvoeren van een Levenscyclusanalyse (Curran, 2006)

### Doel en Reikwijdte

#### Doel

Wanneer men een levenscyclusanalyse wil uitvoeren, moet men uitvoerig en correct vastleggen welk doel men voor ogen heeft. Afhankelijk van het doel kan de juiste methode en richting vastgelegd worden, zodanig dat men de juiste resultaten verkrijgt. Een doelstelling bestaat uit minstens drie elementen: de aanleiding van de studie, de verwachte toepassing van de resultaten en de doelgroep die men voor ogen heeft (RVO, 2016a). Het doel kan enerzijds zijn om de milieu-impact van één bepaald product, element of gebouw te

achterhalen, maar anderzijds kan het ook wenselijk zijn om de milieu-impact van verschillende producten met elkaar te vergelijken (A. Janssen, 2012).

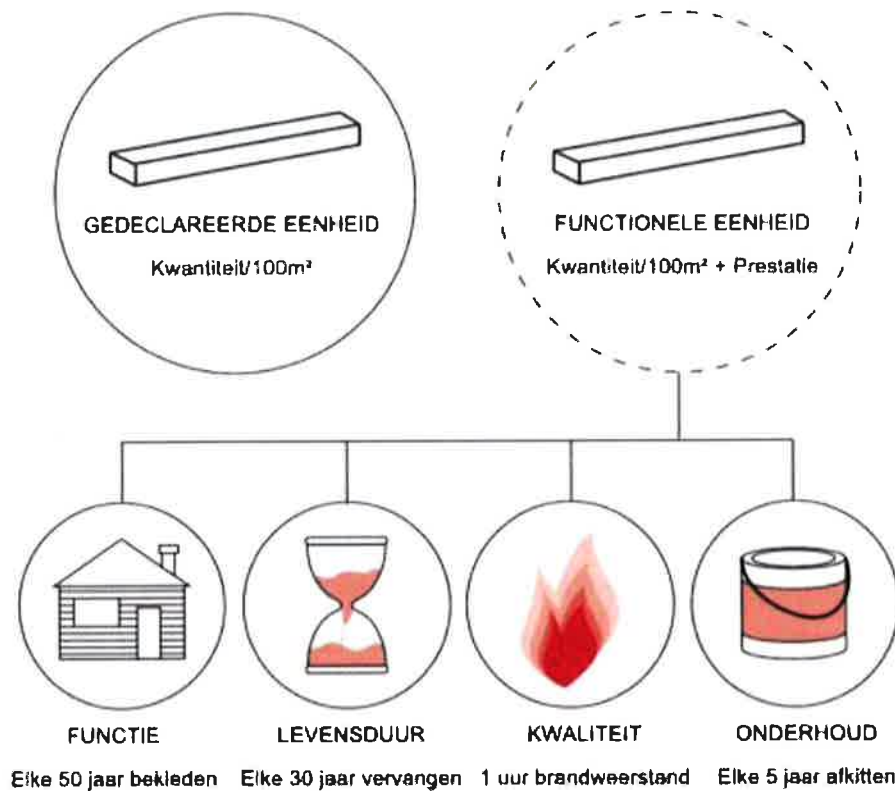
## Reikwijdte

De reikwijdte omschrijft verschillende aspecten van de levenscyclusanalyse, waaronder de *functionele eenheid*, de *stroomgrenzen* en de relevante *impactcategorieën*. Daarnaast moet er ook duidelijk omschreven worden indien er bepaalde processen overgenomen werden uit andere productieprocessen. Dit wordt *allocatie* genoemd en vindt bijvoorbeeld plaats indien bepaalde onderdelen gerecycleerd worden uit een ander product. Ten slotte moeten ook de geraadpleegde bronnen duidelijk beschreven worden (RVO, 2016a).

## Functionele eenheid

Om een correcte levenscyclusanalyse uit te voeren, moet er een onderscheid gemaakt worden tussen de gedeclareerde eenheid en de functionele eenheid. Een gedeclareerde eenheid van een product bepaalt enkel een hoeveelheid, bijvoorbeeld 1m<sup>2</sup> hout. Indien men voor de gedeclareerde eenheid een milieu-impact gaat bepalen, is deze enkel bruikbaar om bijvoorbeeld de milieu-impact van dit specifieke product gedurende zijn levenscyclus te verminderen, maar niet om het te vergelijken met andere producten. Om het product te kunnen vergelijken met andere producten, moeten de functionele eenheden van de te vergelijken producten met elkaar overeenkomen. De omschrijving van de functionele eenheid bevat zowel een hoeveelheid als een prestatie (Figuur 2). Deze prestaties beschrijven de (mechanische, thermische, akoestische, ...) vereisten waaraan het product of element moet voldoen, alsook de levensduur waarover deze prestatie wordt beoordeeld. De vereisten betreffende de functionele eenheid moeten duidelijk omschreven worden, aangezien niet alle prestaties in elke toepassing even relevant zijn, zoals akoestische prestaties of brandveiligheid (Simonen, 2014). Men kan bijvoorbeeld twee verschillende isolatiematerialen met elkaar vergelijken, door er een functionele eenheid aan te koppelen. De functionele eenheid zou dan als volgt omschreven kunnen worden: "het verzekeren van de thermische isolatie van 1 m<sup>2</sup> buitenwand met een thermische weerstand van 0,85 m<sup>2</sup>.K/W tijdens een levensduur van 60 jaar" (A. Janssen, 2012, p. 20) waarbij de te vergelijken thermische isolatiematerialen allemaal aan deze functionele eenheid voldoen. Indien de levensduur van het materiaal korter is dan beschreven in de functionele eenheid, moet een vervanging van het materiaal in rekening gebracht worden (A. Janssen, 2012). Het spreekt voor zich dat de dikte van het isolatiemateriaal niet opgenomen wordt in de functionele eenheid, aangezien dit geen prestatie omschrijft. Indirect heeft deze wel een invloed op de

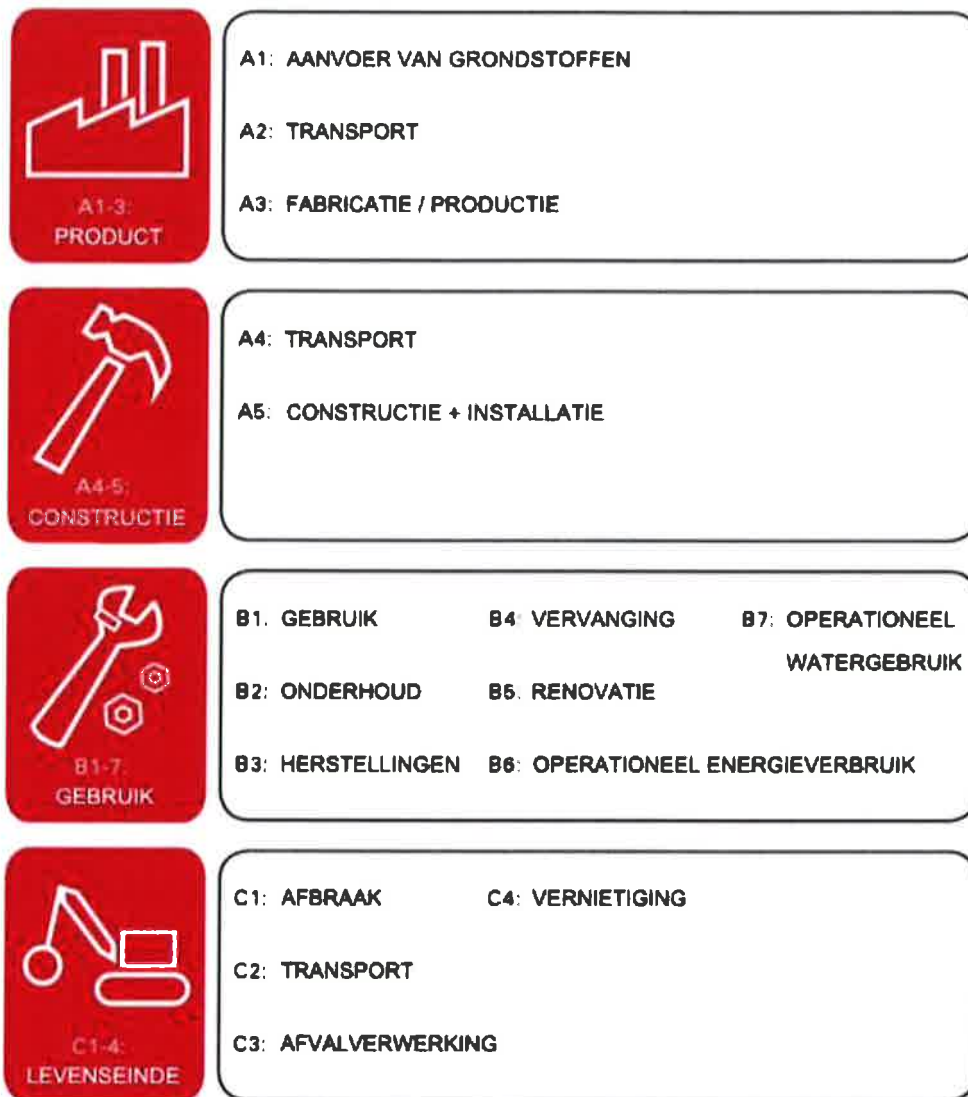
milieu-impact omdat bepaalde materialen een grotere dikte vereisen dan andere materialen om eenzelfde prestatie te leveren.



Figuur 2: Verschil Gedeclareerde en Functionele Eenheid (Simonen, 2014)

## Systemgrenzen

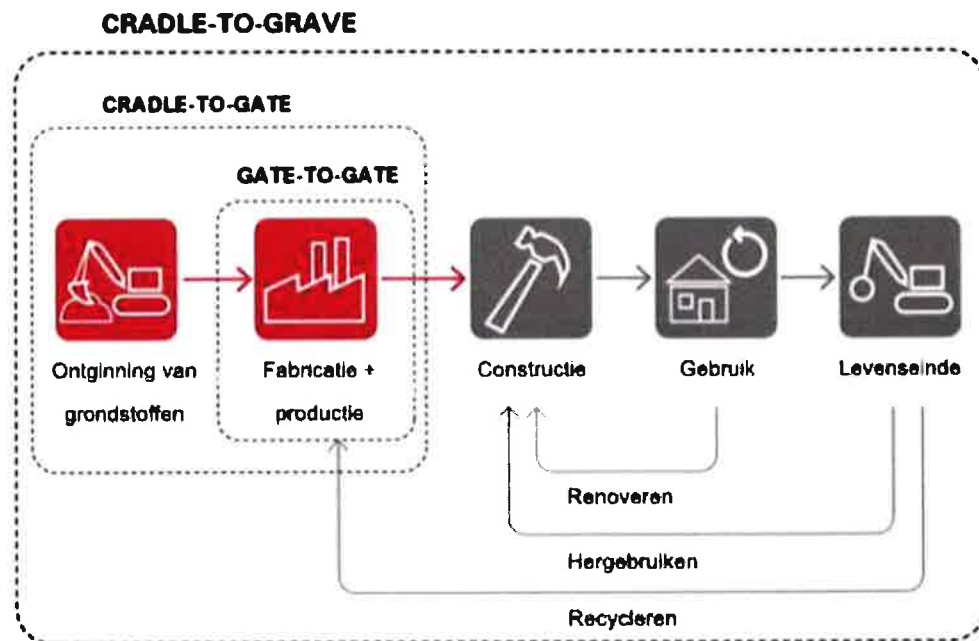
Een levenscyclusanalyse is een rekenmethodologie om de milieu-impact van een product gedurende zijn volledige levenscyclus te bepalen. Deze levenscyclus bestaat uit verschillende fasen: de productiefase, constructiefase, gebruiksfase en de eindfase (Figuur 3). Belangrijk is echter om aan het begin van de analyse de systeemgrenzen vast te leggen, om zo te bepalen welke impacten wel/niet in beschouwing zullen genomen worden in de studie (Simonen, 2014). Indien er allocatie optreedt voor bepaalde bijprocessen, moet dit ook duidelijk omschreven worden binnen de systeemgrenzen van de levenscyclusanalyse (RVO, 2016a).



Figuur 3: Levenscyclusfasen (Simonen, 2014)

Wanneer men een levenscyclusanalyse uitvoert voor al deze fasen, spreken we van 'cradle-to-grave' benadering, ook 'van wieg tot graf' genoemd (Figuur 4). Indien men echter enkel de productiefase beschouwt, spreken we van een 'cradle-to-gate' analyse, van 'wieg tot poort'. Deze omvat de totale milieubelasting die ontstaan is vanaf de ontginning van de grondstoffen tot het moment waarop het product de fabriek verlaat. Indien men niet alle fasen in rekening kan brengen door bijvoorbeeld een gebrek aan informatie, spreken we van een 'cradle-to-gate with options' analyse. Men brengt hierbij de milieubelasting van de volledige productiefase in rekening, alsook bepaalde processen tijdens de constructie-, gebruiks- en eindfase waarvoor informatie voorhanden is. Indien men echter, naast de volledige levenscyclus van wieg tot graf, ook in rekening brengt dat het afval zodanig gerecycleerd of hergebruikt wordt zodat het opnieuw als grondstof voor een nieuw materiaal gebruikt kan worden, spreekt men van een 'cradle-to-cradle' benadering (Simonen, 2014).

Het is een strategie waarbij men materiaalkringlopen wil sluiten, zodat de natuur niet belast wordt en er geen afval of schadelijke uitstoot gecreëerd wordt aan het einde van de levenscyclus (C2C Platform, 2016). Afhankelijk van het doel van de levenscyclusanalyse kan men kiezen voor een van deze benaderingen (Simonen, 2014). In bepaalde situaties is het bijvoorbeeld niet nodig om een volledige levenscyclusanalyse uit te voeren: indien het doel van de levenscyclusanalyse is om een productieproces te verbeteren, volstaat bijvoorbeeld een cradle-to-gate benadering (RVO, 2016a).



Figuur 4: Varianten van een Levenscyclusanalyse (Simonen, 2014)

## Impactcategorieën

Op basis van het doel en de reikwijdte van de levenscyclusanalyse worden impactcategorieën vastgelegd die relevant zijn voor de studie. Deze moeten bepaald zijn voor de aanvang van de inventarisatie om te garanderen dat de verzamelde dataset volledig is. Men kan drie grote groepen van impactcategorieën onderscheiden: impacten gerelateerd aan gezondheid, ecosystemen en grondstofgebruik (Curran, 2006). In paragraaf "Impactcategorieën" pagina 39 wordt hier verder op ingegaan.

## Inventarisatie

Een levenscyclusinventarisatie, ook Life Cycle Inventory (LCI) genoemd, inventariseert alle stromen die vanuit de omgeving in het systeem gaan, en de stromen die achteraf terug vrijkomen in de omgeving, zoals de nodige hoeveelheid energie, water en grondstoffen voor een bepaald proces alsook de emissies en afvalstoffenproductie die hiermee gepaard gaan. Men tracht in deze fase de verworven informatie te verwerken en te organiseren. Dit maakt



het mogelijk om achteraf verschillende producten en processen met elkaar te vergelijken. De verworven hoeveelheden worden tijdens deze inventarisatie opgesplitst per levenscyclusfase, zoals de productiefase, constructiefase, enzovoort (Curran, 2006).

## **Dataverzameling**

Het verzamelen van de nodige gegevens neemt vaak veel tijd in beslag (Rebitzer et al., 2004). Om het verzamelen van informatie te vergemakkelijken, kan men gebruikmaken van databanken en eventueel software om deze inventarisatie te vergemakkelijken. Voorbeelden van databanken zijn de EcoInvent databank, die betalend is en de Nationale Milieudatabase (NMD), die gratis te raadplegen is via rekeninstrumenten. Daarnaast is er veel informatie terug te vinden op websites zoals Environdec (<http://www.environdec.com/>) en websites van producenten. Men moet uit al deze beschikbare informatie een gerichte en zo accuraat mogelijke keuze maken, gebaseerd op het toegepaste proces en de regio waar de processen plaatsvinden. Dit kan namelijk sterk variëren van product tot product (Curran, 2006; RVO, 2016a; SBK, 2015b). Voor bepaalde materialen kunnen de productieprocessen grote gelijkenissen vertonen, waardoor ook de milieu-impacten sterk overeenkomen. Andere processen daarentegen kunnen onderling sterk verschillen. Milieu-impacten zijn namelijk afhankelijk van de locatie van de processen, alsook van de methodes die gehanteerd worden tijdens het proces (A. Janssen, 2012). Een voorbeeld hiervan is de wijze waarop de energie, die bijvoorbeeld gebruikt wordt tijdens het productieproces of het transport, wordt opgewekt. Het spreekt voor zich dat hernieuwbare energie een lagere milieu-impact heeft dan energie uit fossiele brandstoffen (Ode, 2016).

De databanken die beschikbaar zijn, voorzien verschillende alternatieve processen zodat de meest overeenkomstige data uitgekozen kan worden. In verschillende databanken en bronnen zoeken naar het proces dat het meest overeenstemt met de werkelijke situatie, kan daarom zeer tijdrovend en arbeidsintensief zijn. Overige processen die geïnventariseerd moeten worden, zijn onder andere grondstofontginning, productie van diverse materialen, transport, watergebruik en afvalbeheer (Rebitzer et al., 2004). Het is belangrijk om tijdens de dataverzameling het doel en de reikwijdte van de levenscyclusanalyse in het achterhoofd te houden, zodat enkel relevante data verzameld worden. Na het verzamelen worden deze gegevens gesorteerd per proces en fase (Wolf et al., 2010).

## **Allocatie**

Wanneer verschillende productieprocessen overlappen, moet men de juiste milieu-impact aan elk proces kunnen toekennen. Dit probleem kan bijvoorbeeld optreden wanneer er meerdere producten gelijktijdig geproduceerd worden of wanneer een product

gerecycleerd wordt tot grondstof voor een ander product. Het principe dat dan wordt toegepast om deze verschillende in- en/ uitstromen uit te splitsen wordt allocatie genoemd. Allocatie moet zoveel mogelijk vermeden worden, maar indien dit niet mogelijk is moet een allocatie-methode toegepast worden, waarbij men de milieu-impact gaat verdelen over de verschillende (bij)producten binnen het systeem. Men kan dit doen door de processen voldoende op te delen in deelprocessen, zodat allocatie achteraf eenvoudiger is, of door het bijproduct afzonderlijk te beschouwen en de milieu-impact af te trekken van de totale milieu-impact van het hoofdproduct. ISO 14049 gaat hier dieper op in (RVO, 2016a). Een voorbeeld hiervan zijn schapen, die twee producten produceren: wol en vlees. De milieu-impact veroorzaakt door het schaap moet in de juiste hoeveelheid verdeeld worden over de twee eindproducten om een juiste milieu-impact aan het eindproduct te kunnen toekennen. Dit gebeurt door middel van verdelingsfactoren. Een ander voorbeeld is de elektriciteitsproductie tijdens een productieproces, die zowel afkomstig kan zijn van fossiele brandstoffen als andere energiebronnen. Ook hierbij worden verdelingsfactoren gebruikt om te bepalen in welke mate een energiebron onderdeel is van een productieproces (A. Janssen, 2012). In geval van recycling kunnen we twee systemen onderscheiden: 'closed loop recycling' en 'open loop recycling'. Bij 'closed loop recycling' treden weinig problemen op met allocatie, aangezien hierbij een afvalstof van een productieproces A opnieuw gebruikt wordt binnen hetzelfde productieproces. Wanneer men echter een afvalstof, geproduceerd binnen productieproces A, hergebruikt binnen een productieproces B, spreken we van 'open loop recycling'. Het is bij dit type recycling dat er zich allocatieproblemen voordoen (Klöpffer, 1996).

### **Evaluatie en documentatie van de LCI Resultaten**

Na afloop van de levenscyclusinventarisatie, moeten alle aannames die tijdens deze fase gemaakt zijn, goed gedocumenteerd worden. In functie van het vooropgestelde doel van de studie worden de resultaten vervolgens weergegeven in een correct format. Dit houdt in dat men enkel presenteert wat relevant is voor de studie, zonder te veel informatie te verliezen. Aangezien een levenscyclusinventarisatie bestaat uit een oplistings van data die vanuit verschillende perspectieven benaderd kunnen worden, is het belangrijk dat de meest relevante resultaten op een aangepaste wijze weergegeven worden, conform met de vooropgelegde systeemgrenzen en doel van de studie. De resultaten kunnen gepresenteerd worden op verschillende manieren, zowel in tabelvorm als op grafische wijze. Men kan ze procentueel bekijken ten opzichte van elkaar, resultaten opsplitsen, groeperen of vergelijken per levenscyclusfase, de relatieve bijdrage beschouwen van verschillende fasen ten opzichte van de volledige levenscyclus, enzovoort. Daarnaast kan men bijvoorbeeld ook kijken wat de

verhouding is tussen de energie die nodig is voor een proces, en de energie die nodig was voor de productie van materialen. De keuze van de presentatietechniek is echter specifiek voor een bepaalde levenscyclusanalyse en moet dus doordacht gekozen worden (Curran, 2006).

### **Levenscyclus Impact Analyse**

Tijdens de Life Cycle Impact Assessment (LCIA) fase worden de resultaten uit de inventarisatie omgezet naar impacten (Curran, 2006).

Om een levenscyclus-impactanalyse uit te voeren, worden er zeven stappen doorlopen. Allereerst worden de *impactcategorieën* vastgelegd die relevant zijn voor het doel van de studie. Vervolgens wordt er een *classificatie* toegepast waarbij men de resultaten van de inventarisatie koppelt aan de juiste impactcategorieën. In de derde stap gaat men conversiefactoren toepassen op verschillende impacten binnen een impactcategorie, wat *karacterisering* wordt genoemd. Alvorens de laatste stap van de impactanalyse uit te voeren, het *evalueren* van de resultaten, kunnen nog drie optionele stappen doorlopen worden, namelijk *normalisatie*, *groepering* en *weging*. *Normalisatie* wordt toegepast om de verschillende impacten met elkaar te kunnen vergelijken. Daarnaast kan men de impacten *groeperen*, bijvoorbeeld lokaal, regionaal en globaal. Ten slotte kan men een hogere of lagere prioriteit toekennen aan bepaalde impacten, wat *weging* genoemd wordt (Curran, 2006).

### **Impactcategorieën**

Zoals eerder al vermeld werd, zijn er verschillende impactcategorieën (Tabel 1: Veelvoorkomende Impactcategorieën bij een Levenscyclusanalyse) die gerelateerd zijn aan gezondheid, milieu en grondstofgebruik (Curran, 2006). Er kan hierbij een onderscheid gemaakt worden tussen 'midpoint' en 'endpoint' impacten. Midpoint impacten omvatten impactcategorieën die voorkomen in het midden van de keten tussen oorzaak en gevolg. Deze impacten worden niet gezien als de uiteindelijke schade die optreedt, maar als een impact die leidt tot schade. Voorbeelden van 'midpoint' impacten zijn zure regen en klimaatopwarming. 'Endpoint' impacten daarentegen zijn impacten die optreden op het einde van de keten, en dus gezien worden als de uiteindelijke schade die optreedt, zoals schade aan ecosystemen of de menselijke gezondheid (Heijungs et al., 2003). Voorbeelden van impactcategorieën zijn: Menselijke Gezondheid, Klimaatopwarming, Verzuring (zure regen), Fotochemische Smog en Uitputting van hulpbronnen (Curran, 2006).

Impact categorieën	Schaal	Voorbeelden van LCI Data	Mogelijke gemeenschappelijke Karakteriserings-factor	Beschrijving van de Karakteriserings-factor
Klimaat-opwarming	Globaal	Koolstofdioxide (CO <sub>2</sub> ) Stikstofdioxide (NO <sub>2</sub> ) Methaangas (CH <sub>4</sub> ) Chloorfluorkoolstoffen (CFC's) Chloorfluorkoolwaterstoffen (HCFC's) ...	Mogelijkheid tot klimaatopwarming	Converteert LCI data naar koolstofdioxide (CO <sub>2</sub> ) Opmerking: risico op klimaatopwarming kan beschouwd worden voor 50, 100 of 500 jaar
Ozonaantasting in de Stratosfeer	Globaal	Chloorfluorkoolstoffen (CFC's) Chloorfluorkoolwaterstoffen (HCFC's)	Mogelijkheid tot ozonaantasting	Converteert LCI data naar trichloorfluormethaan (CFC-11)-equivalenten
Verzuring (Zure regen)	Regionaal Lokaal	Zwaveloxiden (SO <sub>x</sub> ) Stikstofoxiden (NO <sub>x</sub> ) Zoutzuur (HCl) Fluorwaterstofzuur (HF) Ammoniak (NH <sub>4</sub> )	Mogelijkheid tot verzuring (zure regen)	Converteert LCI data naar waterstof (H <sup>+</sup> ) ion-equivalenten
Eutrofiëring	Lokaal	Fosfaat (PO <sub>4</sub> ) Stikstofmonoxide (NO) Stikstofdioxide (NO <sub>2</sub> ) Nitraten Ammoniak (NH <sub>4</sub> )	Mogelijkheid tot eutrofiëring (overmaat aan nutriënten in het water)	Converteert LCI data naar fosfaat (PO <sub>4</sub> )-equivalenten
Fotochemische smog	Lokaal	Niet-methaan-koolwaterstoffen	Mogelijkheid tot fotochemische smog	Converteert LCI data naar ethaan (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )-equivalenten
Terrestrische toxiciteit	Lokaal	Toxische chemicaliën met een gerapporteerde dodelijke concentratie voor knaagdieren	LC <sub>50</sub>	Converteert LC <sub>50</sub> data naar equivalenten
Aquatische toxiciteit	Lokaal	Toxische chemicaliën met een gerapporteerde dodelijke concentratie voor vissen	LC <sub>50</sub>	Converteert LC <sub>50</sub> data naar equivalenten

Menselijke gezondheid	Globaal Regionaal Lokaal	De totale uitstoot in de lucht, het water en de bodem	LC <sub>50</sub>	Converteert LC <sub>50</sub> data naar equivalenten
Uitputting van hulpbronnen	Globaal Regionaal Lokaal	Hoeveelheid gebruikte mineralen Hoeveelheid gebruikte fossiele brandstoffen	Mogelijkheid tot uitputting van hulpbronnen	Converteert LCI data naar een verhouding van de hoeveelheid gebruikte hulpbronnen ten opzichte van de hoeveelheid hulpbronnen in voorraad
Grondgebruik	Globaal Regionaal Lokaal	Hoeveelheid afgevoerd naar een stortplaats of andere wijzigingen aan het land	Beschikbaarheid van land	Zet massa van vast afval om in een volume met een gemiddelde dichtheid
Watergebruik	Regionaal Lokaal	Watergebruik en -verbruik	Mogelijkheid tot watertekort	Converteert LCI gegevens naar een verhouding van de hoeveelheid gebruikt water ten opzichte van de hoeveelheid water in voorraad

Tabel 1: Veelvoorkomende Impactcategorieën bij een Levenscyclusanalyse (Curran, 2006)

## Classificatie

Gedurende de classificatiefase worden emissies uit de inventarisatiefase gegroepeerd in de geselecteerde impactcategorieën. Emissies zoals koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>), stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>) en methaangas (CH<sub>4</sub>) dragen bijvoorbeeld bij aan klimaatopwarming. Ze worden bijgevolg geclassificeerd binnen deze impactcategorie (Curran, 2006).

## Karakterisering

Tijdens de karakteriseringsfase worden de inventarisatiegegevens (LCI data) door middel van karakteriseringsfactoren omgezet in impactscores voor de verschillende impactcategorieën, om zo emissies binnen een bepaalde impactcategorie met elkaar te kunnen vergelijken. Indien men bijvoorbeeld de verschillende emissies binnen de impactcategorie Klimaatopwarming wil karakteriseren, zal men deze allemaal converteren naar een equivalent, namelijk koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>), door middel van een karakteriseringsfactor. Dit maakt het mogelijk om een enkele waarde te bepalen per impactcategorie. Voor de impactcategorie Klimaatopwarming worden de emissies via karakterisering bijvoorbeeld

omgezet in kg CO<sub>2</sub>-equivalenten, voor de impactcategorie Fotochemische Smog worden deze omgezet in kg C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>-equivalenten, enzovoort. De karakteriseringsfactoren werken als volgt: de impact van 1 kg methaan (CH<sub>4</sub>) op klimaatverandering is bijvoorbeeld twintig keer groter dan de impact van 1 kg koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>). Aangezien het equivalent voor Klimaatopwarming uitgedrukt wordt in kg CO<sub>2</sub>-equivalenten zal de karakteriseringsfactor van methaan twintig zijn en deze van koolstofdioxide één (Curran, 2006).

### **Normalisatie**

Om verschillende impactcategorieën met elkaar te vergelijken, kunnen de impactindicatoren die bekomen zijn door karakterisering, worden genormaliseerd door ze te delen door een referentiewaarde, waardoor hun equivalenten vervallen. Deze referentiewaarde kan sterk variëren en kan bovendien afhankelijk zijn van het doel en de reikwijdte van de levenscyclusanalyse. Indien de karakteriseringsfactoren echter op verschillende manieren bepaald zijn, is het niet mogelijk de resultaten met elkaar te vergelijken. Bovendien moet men de data voor de referentiewaarde kennen, om te kunnen normaliseren (Curran, 2006). De referentiewaarde kan bijvoorbeeld uitgedrukt worden als een jaarlijkse gemiddelde milieu-impact van een product of persoon zijn, maar indien men dit niet weet zijn de gegevens na normalisatie nutteloos (RVO, 2016a).

### **Groepering**

Men kan impactcategorieën groeperen op basis van hun eigenschappen, bijvoorbeeld water of lucht, of locatie (globaal vs. lokaal). De wijze waarop ze gegroepeerd worden, wordt vastgelegd het doel en de reikwijdte van de levenscyclusanalyse (Curran, 2006).

### **Weging**

Niet elke impactcategorie speelt altijd een even grote rol binnen het vooropgestelde doel van de levenscyclusanalyse. Indien de levenscyclusanalyse tot doel heeft de klimaatopwarming tegen te gaan, kan het relevant zijn om de impactcategorie Klimaatopwarming een grotere prioriteit te geven dan andere categorieën. Weging biedt hiervoor een oplossing, maar wordt als een subjectieve methode beschouwd aangezien dit altijd een waardeoordeel van een individu of organisatie inhoudt. Na weging kan een ééngetalswaarde bekomen worden, die sterk kan variëren afhankelijk van de gebruikte wegingsfactoren. De manier waarop weging toegepast wordt, moet daarom uitvoerig beschreven en gedocumenteerd worden. De bekomen ééngetalswaarde kan nuttig zijn om vergelijkingen te maken en deze te vergemakkelijken wanneer verschillende indicatoren elkaar tegenspreken. Een voorbeeld hiervan zijn twee producten waarvan de milieu-

impactcategorieën met elkaar vergeleken worden. Een bepaalde impactcategorie kan een kleinere impact hebben voor product 1 dan voor product 2, waarbij andere impactcategorie dan weer een grotere impact heeft op product 1 in vergelijking met product 2. Weging biedt hierbij een oplossing om het beste product te kiezen. Bovendien moeten zowel de resultaten voor als na weging beschikbaar blijven, zodat er geen verlies van gegevens optreedt (Curran, 2006).

### **Evaluatie van de LCIA resultaten**

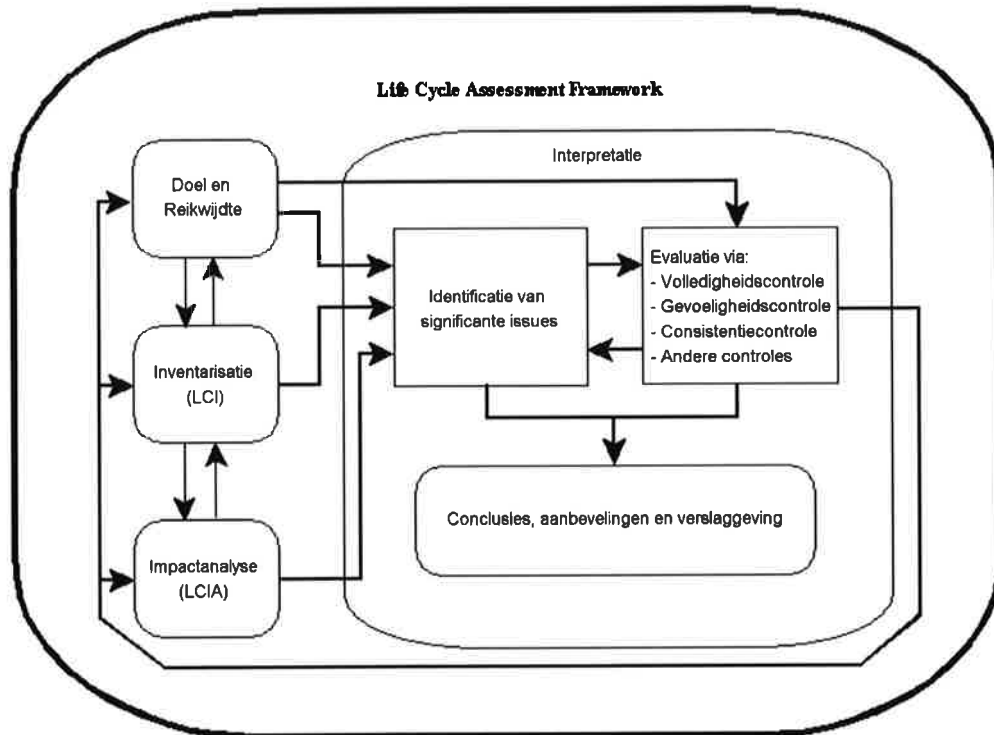
De resultaten van de impactanalyse moeten voldoen aan het opgelegde doel en de reikwijdte. Alle aannames, systeemgrenzen, methodes, enzovoort moeten bovendien besproken worden in de evaluatie (Curran, 2006).

### **Interpretatie**

De ISO-norm beschrijft verschillende doelen voor de interpretatiefase. Enerzijds moeten de resultaten van de inventarisatie en impactanalyse geanalyseerd en gecontroleerd worden. Eventuele beperkingen en aannames die gemaakt zijn in de voorgaande fasen moeten duidelijk vermeld worden om misverstanden en foute conclusies te vermijden. Daarnaast moeten de resultaten overeenstemmen met het vooraf bepaalde doel en de reikwijdte van de levenscyclusanalyse en moeten ze op een consistente, complete en transparante wijze gepresenteerd worden. Het kan voorkomen dat er na afloop van de levenscyclusanalyse geen eenduidige oplossing bepaald kan worden. Dit wil echter niet zeggen dat de analyse niet correct of volledig is. De levenscyclusanalyse levert namelijk de nodige inzichten in de voor- en nadelen van elk alternatief (Curran, 2006).

Tijdens de interpretatiefase worden verschillende stappen doorlopen (Figuur 5). Ten eerste worden de meest significante issues geïdentificeerd op basis van de informatie die verworven werd tijdens de levenscyclusinventarisatie en levenscyclusimpactanalyse. Dit gebeurt in wisselwerking met allerhande controles, zoals de volledigheid, gevoeligheid en consistentie van de gegevens. Deze controle kan bijvoorbeeld gebeuren door de gegevens te organiseren per levenscyclusfase of per gegevenstype zoals energie, transport, enzovoort. Indien bepaalde gegevens ontbreken, moet dit duidelijk vermeld worden in het eindresultaat door middel van bijvoorbeeld een onzekerheidsfactor. Daarnaast moet er afgetoetst worden in welke mate de resultaten gevoelig zijn voor deze onzekerheden. In de laatste stap worden ten slotte de resultaten geïnterpreteerd en wordt er bepaald welk product of proces de laagste impact heeft. Het resultaat hiervan is een rapport met conclusies, aanbevelingen en een verslaggeving van het voorafgaande proces. Indien de gegevens gegroepeerd, genormaliseerd en gewogen werden, kan de ééngetalswaarde hier een eenduidig antwoord

op bieden. In de andere gevallen zullen er meerdere resultaten zijn en zullen de conclusies minder volledig en eenduidig zijn. Ze bevatten echter wel een grote hoeveelheid informatie, zoals voor- en nadelen van de diverse opties, waardoor de studie in de toekomst bruikbaar is voor de optimalisatie van producten en processen (Curran, 2006).



Figuur 5: Organisatie van de Interpretatiefase in relatie tot voorgaande fasen (Curran, 2006)

### 2.2.2 Verschillende types milieuverklaringen

De resultaten van uitgevoerde levenscyclusanalyses zijn vaak enkel te begrijpen en correct te interpreteren door professionals. Om ook de consumenten te informeren over de duurzaamheid van een product werden milieuverklaringen ontwikkeld. Men kan drie types onderscheiden op basis van controle en betrouwbaarheid, namelijk een *type I-milieuverklaring of milieulabel*, een *type II-milieuverklaring of eigenverklaring* en een *type III-milieuverklaring of Environmental Product Declaration (EPD)* (A. Janssen, 2012).

Een *type I-milieuverklaring of milieulabel* wordt op vrijwillige basis door een onafhankelijke organisatie, zoals een overheidsinstantie of een niet-commerciële private instantie, uitgereikt en is volgens een levenscyclusanalysebenadering bepaald. Dit wil echter niet zeggen dat men altijd de LCA-methodologie toepast. Het toekennen van deze labels gebeurt op basis van criteria die door derden zijn bepaald binnen de productcategorie, zoals bepaalde technische en/of gezondheidsaspecten. Dit type milieuverklaring geeft aan dat het product beter is voor het leefmilieu dan een product binnen dezelfde productcategorie dat niet over dit milieulabel beschikt. Aangezien de procedure voor het verkrijgen van een type-



I-milieuverklaring op vrijwillige basis gebeurt, kan echter niet gegarandeerd worden dat dit product effectief het meest milieuvriendelijke product is op de markt binnen zijn categorie. Voorbeelden van type I-milieuverklaringen zijn NaturePlus (Figuur 6), het Europees Ecolabel (Figuur 7), Cradle to Cradle (Figuur 8), DUBOkeur (Figuur 9), Der Blaue Engel (Figuur 10), Nordic Swan (Figuur 11), Forest Stewardship Council (FSC) (Figuur 12) en 'Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes' (PEFC) (Figuur 13) (A. Janssen, 2012).



Figuur 6: Type I-milieulabel NaturePlus (A. Janssen, 2012)



Figuur 7: Type I-milieulabel Europees Ecolabel (A. Janssen, 2012)



Figuur 8: Type I-milieulabel Cradle to Cradle (A. Janssen, 2012)

**DUBOKEUR®**

Figuur 9: Type I-milieulabel DUBOkeur (DUBOkeur, 2016)



Figuur 10: Type I-milieulabel Der Blaue Engel (A. Janssen, 2012)



Figuur 11: Type I-milieulabel Nordic Ecolabel (A. Janssen, 2012)



Figuur 12: Type I-milieulabel Forest Stewardship Council (A. Janssen, 2012)



**Figuur 13: Type I-milieulabel Programme of the Endorsement of Forest Certification Schemes (A. Janssen, 2012)**

Daarnaast bestaan er *type II-milieuverklaringen of eigenverklaringen*. Deze omvatten de labels die producenten aan zichzelf kunnen toekennen, zonder dat er enige controle van een externe instantie is. Deze labels zijn niet altijd betrouwbaar en voldoen vaak slechts aan één bepaald aspect van duurzaamheid, zoals recycleerbaar, bioafbreekbaar en composteerbaar materiaal (A. Janssen, 2012).



**Figuur 14: Type II-milieulabel voor recycleerbare producten (A. Janssen, 2012)**



**Figuur 15: Type II-milieulabel Biologisch afbreekbaar (Greenmax, 2015)**



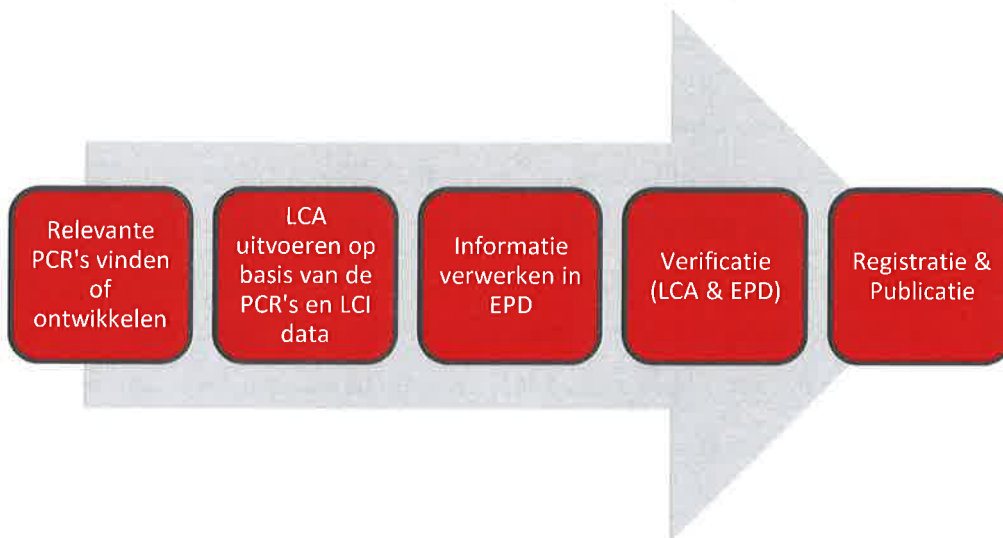
**Figuur 16: Type II-milieulabel Composteerbaar (ENVIS, 2015)**

Ten slotte zijn er *type III-milieuverklaringen* of *Environmental Product Declarations* (EPD) die op vrijwillige basis worden uitgereikt op basis van kwantitatieve data (A. Janssen, 2012). Men hanteert hiervoor een LCA benadering om diverse milieu-impacten alsook gezondheidsgegevens van een product te beoordelen (A. Janssen, 2012; Environdec, 2016b). Bovendien maken deze milieuverklaringen het mogelijk om verschillende producten te vergelijken als ze volgens dezelfde methodologie worden opgesteld en dezelfde functionele eenheid hebben (Environdec, 2016b; Simonen, 2014). De ISO-normen vormen hiervoor de basis.

EPD's konden echter sterk verschillen van land tot land, waardoor het moeilijk was producten te vergelijken en men genoodzaakt was een Europese Norm te ontwikkelen die zorgt voor harmonisatie. Het Europees Comité voor Normalisatie (CEN) heeft twee Europese Normen ontwikkeld voor de bouwsector, namelijk EN 15804 en EN 15978 (A. Janssen, 2012). EN 15804 bepaalt hoe een EPD voor bouwproducten opgesteld moet worden en aan welke regels deze moet voldoen. Bovendien bevat deze minstens de verplichte levenscyclusfase "Cradle-to-Gate", alsook een opsomming van diverse milieu-impacten die berekend moeten worden om aan deze norm te voldoen. EN 15978 daarentegen bepaalt de rekenregels die gehanteerd moeten worden om de milieu impact van een gebouw te berekenen (A. Janssen, 2012; LNE, 2012). Elk land kan bovendien nog andere bijkomende impactcategorieën of rekenregels toepassen die opgenomen worden in specifieke landnormen, gebaseerd op de Europese normen. Een voorbeeld hiervan is de Belgische norm NBN EN 15804 die gebaseerd is op de gelijknamige Europese norm (Wastiels, 2015).

EPD's worden opgesteld op basis van ISO 14025 en EN 15804, en zijn gebaseerd op Product Category Rules (PCR). De PCR's worden opgesteld door een Programma Operator en geven richtlijnen voor producten die tot dezelfde productcategorie behoren (Elixir Environmental, 2013). Het feit dat er een EPD beschikbaar is van een bepaald product wil

echter niet altijd zeggen dat het om een ecologisch product gaat (Environdec, 2016b). Dit houdt enkel in dat er informatie over het product beschikbaar is die voortvloeit uit de levenscyclusanalyse, volgens de regels van de Programma Operator (A. Janssen, 2012). In Figuur 17 worden de stappen voor het opstellen van een EPD weergegeven. PCR's en LCI data vormen de basis van de LCA studie. De resultaten van deze studie worden vervolgens omgezet in een EPD conform EN 15804, waarna zowel de LCA studie als de EPD geverifieerd wordt door een bevoegde instantie. Indien deze goedgekeurd zijn wordt de EPD vervolgens geregistreerd en gepubliceerd voor inzage door derden (Environdec, 2016a). Gezien de grote hoeveelheid aan output data (o.a. individuele scores voor de beschouwde milieu-impactcategorieën), is dit type milieuverklaring niet bruikbaar om bij aankoop snel een oordeel te vellen, zoals wel het geval is bij de type I-milieuverklaringen. Deze grote hoeveelheid aan informatie kan best beoordeeld worden door specialisten en niet door particulieren, om foutieve interpretaties en conclusies te vermijden (A. Janssen, 2012).



Figuur 17: Stappen voor het opstellen van een EPD (Environdec, 2016a)

Door de complexiteit van normen en het grote aanbod aan producten, milieulabels, eigenverklaringen en EPD's is het voor architecten en bouwheren zeer moeilijk om duurzame materiaalkeuzes te maken. Daarom werden er verschillende databanken, methodes, classificatiesystemen en tools ontwikkeld voor de bouwsector die de bepaling van de duurzaamheid vergemakkelijken.

### 2.3 Ontwikkeling van databanken, methodes, classificatiesystemen en tools voor de bouwsector

Een levenscyclusanalyse kan op verschillende niveaus toegepast worden, bijvoorbeeld op materiaalniveau, elementniveau, gebouwniveau en wijkniveau. Om de analyse tot een goed

einde te brengen kan er gebruik gemaakt worden van databanken, methodes, classificatiesystemen en tools met informatie over de milieu-impact, die specifiek ontwikkeld zijn voor de bouwsector (A. Janssen, 2012).

### 2.3.1 Levenscyclusanalyse op materiaalniveau

#### Databanken

Op materiaalniveau worden twee soorten databanken gebruikt om een levenscyclusanalyse uit te voeren, namelijk EPD-databanken en LCI-databanken. EPD-databanken bevatten geverifieerde milieu-impacten van *producten* en enkele bijkomende gegevens die opgelegd worden door de Europese Norm. LCI-databanken daarentegen bevatten milieu-impacten van *grondstoffen* en *basisprocessen*. Deze LCI-gegevens worden door middel van een levenscyclusanalyse verwerkt zodat men de milieu-impact van een afgewerkt product of proces bekamt en waaruit vervolgens een EPD kan voortvloeien. Het grote voordeel van EPD's ten opzichte van LCI-data is dat de complexiteit drastisch verminderd wordt (Haas, 2015). Een fabrikant van isolatiematerialen bijvoorbeeld zal de milieu-impact van diverse grondstoffen en processen uit een LCI-database (en eventuele andere EPD's) halen om de totale milieu-impact van zijn isolatiemateriaal bepalen. Indien hij deze vervolgens vastlegt in een EPD en laat opnemen in EPD-databanken, kan een architect hier in de toekomst gebruik van maken, via tools, om de milieu-impact van een gebouwelement te bepalen. De milieu-impact van het isolatiemateriaal wordt dan eenvoudig vermenigvuldigd met de nodige hoeveelheid en de architect hoeft zich geen zorgen te maken over de achterliggende hoeveelheden grondstoffen en diversiteit aan processen gedurende de verschillende levenscyclusfasen. Een overzicht van verschillende EPD-databanken en LCI-databanken is terug te vinden in Tabel 2 en Tabel 3.

EPD-DATABANKEN		
Naam	Land	Website
Nationale Milieudatabase (NMD)	Nederland	<a href="https://www.milieudatabase.nl/">https://www.milieudatabase.nl/</a>
Databank voor milieuproductverklaringen	België	<a href="http://www.health.belgium.be/nl/databank-voor-milieuproductverklaringen-epd">http://www.health.belgium.be/nl/databank-voor-milieuproductverklaringen-epd</a>
Ökobaudat	Duitsland	<a href="http://www.oekobaudat.de/">http://www.oekobaudat.de/</a>
INIES	Frankrijk	<a href="http://www.inies.fr/accueil/">http://www.inies.fr/accueil/</a>
Institut Bauen und Umwelt (IBU)	Duitsland	<a href="http://ibu-epd.com/">http://ibu-epd.com/</a>



GreenBookLive Environmental Profiles	Verenigd Koninkrijk	<a href="http://www.greenbooklive.com/search/scheme.jsp?id=9">http://www.greenbooklive.com/search/scheme.jsp?id=9</a>
Eco Platform	Universeel	<a href="http://www.eco-platform.org/list-of-all-eco-epd.html">http://www.eco-platform.org/list-of-all-eco-epd.html</a>

Tabel 2: Overzicht EPD-Databanken Materialen

LCI-DATABANKEN		
Naam	Land	Website
Ecolinvent	Zwitserland	<a href="http://www.ecoinvent.org/database/database.html">http://www.ecoinvent.org/database/database.html</a>
NetLZD Database	Duitsland	<a href="http://www.lci-network.de/cms/content/site/lca/Home/datenportal/Datenbereitstellung">http://www.lci-network.de/cms/content/site/lca/Home/datenportal/Datenbereitstellung</a>
Global Emission Model for Integrated Systems (GEMIS)	Duitsland	<a href="http://iinas.org/gemis-download.html">http://iinas.org/gemis-download.html</a>
European Life Cycle Database (ELCD)	Europa	<a href="http://eplca.jrc.ec.europa.eu/ELCD3/">http://eplca.jrc.ec.europa.eu/ELCD3/</a>
GaBi	Duitsland	<a href="http://www.gabi-software.com/databases/">http://www.gabi-software.com/databases/</a>
Athena	Canada	<a href="http://www.athenasmi.org/our-software-data/lca-databases/">http://www.athenasmi.org/our-software-data/lca-databases/</a>

Tabel 3: Overzicht LCI-databanken Materialen

## Classificatiesystemen

Op materiaalniveau kunnen we twee classificatiesystemen onderscheiden, namelijk de *NIBE classificatie* uit Nederland en *Green Guide Rating Tables* die ontwikkeld werden in het Verenigd Koninkrijk. Beiden geven een snelle indicatie over de duurzaamheid van een bouw materiaal, doordat ze gebruik maken van een classificatiesysteem waarbij de bouwmaterialen een ranking krijgen binnen hun materiaalcategorie .

CLASSIFICATIESYSTEMEN		
Naam	Land	Website
NIBE	Nederland	<a href="http://www.nibe.info/nl">http://www.nibe.info/nl</a>
Green Guide Rating Tables	Verenigd Koninkrijk	<a href="https://www.bre.co.uk/greenguide/page.jsp?id=2087">https://www.bre.co.uk/greenguide/page.jsp?id=2087</a>

Tabel 4: Overzicht Classificatiesystemen Materialen

## NIBE classificatie

Een NIBE classificatie is een milieuclassificatiesysteem dat werd opgesteld door het *Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie* (NIBE) en is na registratie gratis te raadplegen via de website <http://www.nibe.info/nl/members>. Om de milieu-impact van

zowel bouwproducten als bouwelementen te vergelijken, hanteren zij de LCA methodiek. Men brengt voor de classificaties niet enkel kwantitatieve data in rekening, zoals uitstoot en energieconsumptie, maar ook kwalitatieve data zoals schade aan de natuur, geluidshinder en gezondheid (Leefmilieu Brussel, 2016). De resultaten van de levenscyclusanalyse worden omgezet naar milieukosten per functionele eenheid, waardoor de duurzaamheid van het product bepaald kan worden. Hoe groter de milieukosten, hoe slechter deze materialen scoren op vlak van duurzaamheid (NIBE, 2016c; Willaert, 2013).

Bouwmaterialen worden door NIBE in classificatietabellen geordend volgens hun milieuclassificatie. Deze werden in 2013 gepubliceerd in een Tabellenboek dat zowel digitaal als op papier beschikbaar werd gemaakt voor bedrijven en partners. De vraag naar het Tabellenboek was zo groot dat NIBE in 2015 een nieuw Tabellenboek publiceerde, ditmaal niet enkel met classificatietabellen met de milieu-impact van bouwproducten (Figuur 18) maar ook met classificatietabellen die de gezondheidseffecten van een materiaal beoordelen (Figuur 21) (NIBE, 2015).

De beoordeling van de milieu-impact gebeurt op basis van de schaduwkosten, waarna de producten binnen hun productcategorie ingedeeld worden in 7 klassen. Producten in klasse 1 veroorzaken de laagste schaduwkosten en producten uit klasse 7 of hoger veroorzaken de grootste schaduwkosten. Belangrijk om te weten is dat elke product binnen een bepaalde productcategorie, bijvoorbeeld de productcategorie spouwisolatie, steeds beschouwd wordt ten opzichte van het product met de kleinste schaduwkost binnen deze productcategorie. Het product met de kleinste schaduwkost heeft een milieubelastingsfactor gelijk aan 1. De milieubelastingsfactor van de overige producten zijn relatief ten opzichte van dit product. Producten die tot klassen 1 tot 3 behoren worden als een aanvaardbare materiaalkeuze beschouwd (NIBE, 2016c).



Klasse	Subklasse	Omschrijving	Milieubelastingsfactor
1	a	Beste keuze	> 1,1 - 1,2
	b		> 1,2 - 1,3
	c		> 1,3 - 1,4
2	a	Goede keuze	> 1,58 - 1,8
	b		> 1,8 - 2,28
	c		> 2,28 - 2,74
3	a	Aanvaardbare keuze	> 2,74 - 3,28
	b		> 3,28 - 3,94
	c		> 3,94 - 4,73
4	a	Minder goede keuze	> 4,73 - 5,68
	b		> 5,68 - 6,81
	c		> 6,81 - 8,17
5	a	Af te raden keuze	> 8,17 - 9,81
	b		> 9,81 - 11,77
	c		> 11,77 - 14,12
6	a	Slechte keuze	> 14,12 - 16,95
	b		> 16,95 - 20,34
	c		> 20,34 - 24,40
7	a	Onaanvaardbare keuze	> 24,40 - 29,29
	b		> 29,29 - 35,11
	c		> 35,11 - 42,13
≥ 8		Onaanvaardbare keuze	> 42,13

Figuur 18: NIBE Milieuclassificatie (NIBE, 2016c)

In Figuur 19 wordt een overzicht getoond van de verschillende soorten spouwisolatie die in de NIBE-classificatie zijn opgenomen, geordend volgens hun milieu-klasse en veroorzaakte schaduwkost per functionele eenheid. Voor al deze materialen is dezelfde functionele eenheid gebruikt bij de beoordeling, waardoor hun milieu-impacten met elkaar vergeleken kunnen worden. In Figuur 20 daarentegen wordt de milieu-informatie van het isolatiemateriaal 'Steenwol' in detail weergegeven.

Schaduwkosten Bron2Bron Bouwkosten

Functionele eenheid <sup>i</sup>

Isolatiemateriaal toegepast in de spouwmuur van de Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar. Vergeleken per functionele eenheid van 1 m<sup>2</sup>. Het isolatiepakket heeft een Rd waarde van minimaal 4,5 m<sup>2</sup> K/W

Tabel met milieuklasse <sup>i</sup> en schaduwkosten <sup>i</sup>

Product	Milieu klasse	Schaduw kosten
Steenwol platen	1a	€ 0,91
Glaswol platen	1b	€ 1,05
Schuimisolatie van biopolymeren (BIO-EPS)	1c	€ 1,29
EPS platen	2b	€ 1,80
PUR/PIRschuim platen (pentaan geblazen)	2b	€ 1,97
Resolschuim platen	2b	€ 1,99
Houtvezel flexibele isolatie	2c	€ 2,22
Vlasplaten; incl. dampremende PE-folie	3a	€ 2,54
Celluloseplaten, incl dampremende PE-folie	3a	€ 2,86
Cellulair glas	3c	€ 3,75
XPS platen	3c	€ 3,89
Kurkplaten, geëxpandeerd	4a	€ 5,05
Schapevool, incl dampremende PE-folie	6b	€ 18,04

Figuur 19: Classificatietabel milieu-impact van spouwisolatie (NIBE, 2016a)

STEENWOL PLATEN

Milieu-informatie

NIBE Milieuklasse:

1a

Schaduwkosten: € 0,91



Producteigenschappen:

Massa per FE	7,6 kg
Levensduur	75 jaar
Lambdawaarde	0,035 W/m.K
Transportafstand naar fabriek	150 km

Afvalscenario:

Stort	85,0 %
Verbranding	5,0 %
Recycling	10,0 %
Hergebruik	0,0 %
Eigenprofiel	0,0 %

Omschrijving functionele eenheid

Steenwol als thermische isolatie toegepast in de traditionele spouw. Voor een gevel met een totale warmteweerstand (Rc) van 3,5 m<sup>2</sup>K/W is een dikte van het isolatiemateriaal nodig van 120 mm. Voor 1 m<sup>2</sup> is 5,76 kg isolatiemateriaal nodig. De warmtegeleidingscoëfficiënt bedraagt 0,035 W/mK en de dichtheid van het materiaal is 48 kg/m<sup>3</sup>.

Figuur 20: NIBE Milieu-informatie voor Steenwol (NIBE, 2016d)

De beoordeling van de gezondheidseffecten (Figuur 21) daarentegen gebeurt op basis van de 5 levenscyclusfasen, namelijk de grondstoffase, productiefase, constructiefase, gebruiksfase en end-of-life fase. Hieraan worden twee scores gekoppeld, namelijk een score bestaande uit een cijfer en een score bestaande uit een letter. Het cijfer beoordeelt de gezondheidsklasse van het product in de gebruiksfase en de letter de gezondheidsklasse in de overige fasen. De score op basis van het cijfer is hierbij meer doorslaggevend aangezien de gebruiksfase het langste duurt en hierdoor een grotere invloed heeft op de gezondheid

van de mens in vergelijking met de overige fasen (NIBE, 2015). In Figuur 22 worden de gezondheidseffecten van steenwol platen als isolatiemateriaal beschreven. Dit materiaal heeft een goede gezondheidswaarde tijdens de gebruiksfase maar scoort slecht op vlak van gezondheid tijdens de overige levenscyclusfasen.

Gezondheidsklasse Gebruiksfase	Verschil met beste product		Gezondheidsklasse overige fasen
1		< 1,58	a
2	1,58	2,74	b
3	2,74	4,73	c
4	4,73	8,17	d
5	8,17	14,12	e
6	14,12	24,40	f
7	24,40	42,17	g
>7	> 42,17		h

Figuur 21: NIBE Gezondheidsclassificatie (NIBE, 2015)

## STEENWOL PLATEN

### Gezondheids-informatie

NIBE gezondheidsklasse:

**2 | f**

Gebruiksfase | Overige fasen

	Fysische agentia	Chemische agentia	Biologische agentia	Ergonomie	Veiligheid	Per fase
Grondstoffase		-10			-1	-11
Productiefase		-10				-10
Constructiefase						0
Gebruiksfase						0
Sloop/afvalfase						0

Totaal gebruiksfase: 0  
Totaal overige fasen: -21

Figuur 22: NIBE Gezondheidsinformatie voor Steenwol Platen (NIBE, 2016b)

## Green Guide Rating Tables

De *Green Guide to Specification* is een gids die ontwikkeld werd door BRE Global (Building Research Establishment) en verschaft informatie over de milieu-impact van bouwmaterialen. Deze gids is na registratie gratis te raadplegen via de website <https://www.bre.co.uk/greenguide>. Tegenwoordig is de *Green Guide to Specification* onderdeel van BREEAM (BRE Environmental Assessment Method), een rating tool waarmee

de milieu-impact van gebouwen beoordeeld kan worden. Deze tool wordt verder in detail besproken in paragraaf 2.3.3 "Levenscyclusanalyse op bouwniveau". De milieu-impact van de bouwmaterialen en bouwelementen die opgenomen zijn in de Green Guide to Specification, en daardoor ook in de BREEAM tool, wordt bepaald door middel van een levenscyclusanalyse over een levensduur van 60 jaar. Ze worden geclassificeerd in de Green Guide Rating Tables waardoor gebruikers snel kunnen oordelen welke materialen een betere of slechtere milieu-impact hebben dan andere materialen (Mundy, 2015).

*Green Guide Rating Tables* zijn tabellen waarin de bouwmaterialen, en ook bouwelementen, opgenomen worden en beoordeeld worden door middel van een rating, gaande van A+ tot E. Bouwmaterialen en bouwelementen met een rating A+ hebben de laagste milieu-impact binnen hun categorie; materialen en bouwelementen met een rating E hebben de hoogste milieu-impact binnen hun categorie. De materialen en elementen die zich binnen eenzelfde categorie of subcategorie bevinden, werden beoordeeld voor dezelfde functionele eenheid. De subratings A, B, C en D zijn vervolgens gelijkmatig verdeeld tussen de kleinste milieu-impact en de grootste milieu-impact. De Green Guide Rating Tables zijn te raadplegen voor verschillende gebouwtypes, zoals commerciële gebouwen, onderwijsgebouwen, gezondheidscentra, winkelgebouwen, woongebouwen en industriegebouwen. Daarnaast worden ze onderverdeeld in elementcategorieën, zoals buitenwanden, binnenwanden, daken, vloeren, ramen, enzovoort (Mundy, 2015). Figuur 23 geeft de rating tabel van isolatiematerialen in woongebouwen weer. XPS-isolatie blijkt de grootste milieu-impact te veroorzaken en krijgt bijgevolg een E-rating, in tegenstelling tot bijvoorbeeld cellenglas met een rating A+ (BRE, 2016b). Figuur 24 en Figuur 25 tonen bovendien subratings voor de verschillende milieu-impacten die XPS-isolatie en cellenglas veroorzaken, zoals klimaatopwarming, waterverbruik, aantasting van de ozonlaag, enzovoort (BRE, 2016a, 2016c).

### Green Guide 2008 ratings

Building type >	<b>Domestic</b>
Category >	<b>Insulation</b>
Element type >	Insulation

	Element number	Summary rating
<u>Cavity blown glass wool insulation - density 17 kg/m<sup>3</sup></u>	815320036	A+
<u>Cavity blown stone wool insulation density 30 kg/m<sup>3</sup></u>	815320037	A+
<u>Cellular glass insulation - density 100 kg/m<sup>3</sup></u>	915320051	A+
<u>Cellular glass insulation - density 110 kg/m<sup>3</sup></u>	915320052	A
<u>Cellular glass insulation - density 115 kg/m<sup>3</sup></u>	915320053	A
<u>Cellular glass insulation - density 120 kg/m<sup>3</sup></u>	915320054	A
<u>Cellular glass insulation - density 130 kg/m<sup>3</sup></u>	915320055	A
<u>Cellular glass insulation - density 155 kg/m<sup>3</sup></u>	915320056	B
<u>Cellular glass insulation - density 165 kg/m<sup>3</sup></u>	915320057	B
<u>Cellular glass insulation - density 200 kg/m<sup>3</sup></u>	915320058	C
<u>Corkboard insulation - density 120kg/m<sup>3</sup></u>	815320021	A
<u>Dry blown recycled cellulose insulation - density 24kg/m<sup>3</sup></u>	1315320009	A+
<u>Expanded polystyrene (EPS) - density 15 kg/m<sup>3</sup></u>	815320022	A+
<u>Expanded polystyrene (EPS) - density 20 kg/m<sup>3</sup></u>	815320023	A+
<u>Expanded polystyrene (EPS) - density 25 kg/m<sup>3</sup></u>	815320024	A+
<u>Expanded polystyrene (EPS) - density 30 kg/m<sup>3</sup></u>	815320025	A+
<u>Expanded polystyrene (EPS) - density 40 kg/m<sup>3</sup></u>	1315320001	A
<u>Extruded polystyrene (XPS) (HFC blown) density 35 kg/m<sup>3</sup></u>	815320027	E
<u>Glass wool insulation - density 10 kg/m<sup>3</sup></u>	815320005	A+

Figuur 23: Green Guide Rating Table voor Isolatiematerialen (BRE, 2016b)

**Green Guide 2008 ratings**

Building type >	<b>Domestic</b>
Category >	<b>Insulation</b>
Element type >	<b>Insulation</b>

Element	Extruded polystyrene (XPS) (HFC blown) density 35 kg/m <sup>3</sup>
Element Number	815320027
Summary Rating	E
Climate Change	E
Water Extraction	A
Mineral Resource Extraction	A+
Stratospheric Ozone Depletion	E
Human Toxicity	A+
Ecotoxicity to Freshwater	A+
Nuclear Waste (higher level)	A
Ecotoxicity to Land	E
Waste Disposal	A+
Fossil Fuel Depletion	C
Eutrophication	A+
Photochemical Ozone Creation	B
Acidification	B
Kg of CO <sub>2</sub> eq. (60 years)	110.0

**Figuur 24: Green Guide Rating Table, detailrating per milieu-impactcategorie voor XPS isolatie (BRE, 2016c)**

**Green Guide 2008 ratings**

Building type >	<b>Domestic</b>
Category >	<b>Insulation</b>
Element type >	<b>Insulation</b>

Element	Cellular glass insulation - density 100 kg/m <sup>3</sup>
Element Number	915320051
Summary Rating	A+
Climate Change	B
Water Extraction	A+
Mineral Resource Extraction	A
Stratospheric Ozone Depletion	A+
Human Toxicity	A+
Ecotoxicity to Freshwater	A+
Nuclear Waste (higher level)	A+
Ecotoxicity to Land	E
Waste Disposal	A+
Fossil Fuel Depletion	A
Eutrophication	A+
Photochemical Ozone Creation	A+
Acidification	A+
Kg of CO <sub>2</sub> eq. (60 years)	12.0

**Figuur 25: Green Guide Rating Table, detailrating per milieu-impactcategorie voor cellenglasisolatie (BRE, 2016a)**

### 2.3.2 Levenscyclusanalyse op elementniveau

Om de milieu-impact van gebouwelementen te bepalen kan men de Belgische Databank "Milieuprofiel van Gebouwelementen" raadplegen. De gegevens zijn voorlopig enkel statisch te raadplegen via een document dat door OVAM gepubliceerd werd, maar zullen in de toekomst dynamisch te raadplegen zijn via de MMG-tool. De databank wordt in detail besproken in hoofdstuk 3.2.2 "Databank Milieuprofiel van Gebouwelementen". Daarnaast kunnen ook de NIBE classificatie, Green Guide Rating Tables, Athena EcoCalculator en Green Guide Calculator gebruikt worden om de milieu-impact van gebouwelementen te bepalen. Tabel 5, Tabel 6 en Tabel 7 geven hiervan een overzicht.

DATABANKEN		
Naam	Land	Website
Milieuprofiel van gebouwelementen	België	<a href="http://www.ovam.be/sites/default/files/atoms/files/Milieuprofiel%20van%20gebouwelementen%2020160726.pdf">http://www.ovam.be/sites/default/files/atoms/files/Milieuprofiel%20van%20gebouwelementen%2020160726.pdf</a>

Tabel 5: Overzicht Databanken voor Gebouwelementen

CLASSIFICATIESYSTEMEN		
Naam	Land	Website
NIBE	Nederland	<a href="http://www.nibe.info/nl">http://www.nibe.info/nl</a>
Green Guide Rating Tables	Verenigd Koninkrijk	<a href="https://www.bre.co.uk/greenguide/podpage.jsp?id=2126">https://www.bre.co.uk/greenguide/podpage.jsp?id=2126</a>

Tabel 6: Overzicht Classificatiesystemen voor Gebouwelementen

TOOLS		
Naam	Land	Website
Athena EcoCalculator	Canada	<a href="http://www.athenasmi.org/our-software-data/ecocalculator/">http://www.athenasmi.org/our-software-data/ecocalculator/</a>
Green Guide Calculator	Verenigd Koninkrijk	<a href="https://www.bre.co.uk/greenguide/calculator/page.jsp?id=2071">https://www.bre.co.uk/greenguide/calculator/page.jsp?id=2071</a> (enkel voor BREEAM Assessors)

Tabel 7: Overzicht milieu-impactbeoordelingstools voor Gebouwelementen

### 2.3.3 Levenscyclusanalyse op gebouwniveau

Om de milieu-impact van een gebouw te bepalen zijn er verschillende tools ontwikkeld, die we kunnen onderverdelen in twee categorieën: LCA-tools en holistische duurzaamheidstools. De tools BREEAM/BREEAM-NL en LEED zijn eerder holistische duurzaamheidsbeoordelingstools, waarvan een LCA-beoordeling van het gebouw maar één



van de vele beoordelingscriteria is. Deze tools worden hierna besproken aangezien zij vaak gebruikt worden door Architecten in België en Nederland. Ook GPR Gebouw kan als een holistische duurzaamheidstool beschouwd worden, waarbij GPR Bouwbesluit het LCA-gedeelte binnen GPR Gebouw is. De Nederlandse en Belgische tools daarentegen worden in hoofdstuk 0 in detail besproken. Een volledig overzicht van de beschikbare tools om de milieu-impact van gebouwen te bepalen is te vinden in Tabel 8.

TOOLS		
Naam	Land	Website
MRPI Freetool	Nederland	<a href="http://www.mrpi-mpg.nl/Home/Home#">http://www.mrpi-mpg.nl/Home/Home#</a>
DGBC Materialentool	Nederland	<a href="https://www.dgbc.nl/materialentool">https://www.dgbc.nl/materialentool</a>
GPR Bouwbesluit	Nederland	<a href="http://gprsoftware.nl/gpr-bouwbesluit/">http://gprsoftware.nl/gpr-bouwbesluit/</a>
EcoQuaestor	Nederland	<a href="http://www.ecoquaestor.nl/">http://www.ecoquaestor.nl/</a>
MMG-tool	België	Beschikbaar vanaf najaar 2017
GPR Gebouw	Nederland	<a href="http://gprsoftware.nl/gpr-gebouw/">http://gprsoftware.nl/gpr-gebouw/</a>
GaBi	Duitsland	<a href="http://www.gabi-software.com/solutions/building-lca/">http://www.gabi-software.com/solutions/building-lca/</a>
Athena Environmental Impact Estimator	Canada	<a href="http://www.athenasmi.org/our-software-data/impact-estimator/">http://www.athenasmi.org/our-software-data/impact-estimator/</a>
E-Licco	Frankrijk	<a href="https://e-licco.cycleco.eu/">https://e-licco.cycleco.eu/</a>
NovaEQUER	Frankrijk	<a href="http://www.izuba.fr/telechargement/category/1-1-novaequer">http://www.izuba.fr/telechargement/category/1-1-novaequer</a>
ELODIE	Frankrijk	<a href="http://www.elodie-cstb.fr/">http://www.elodie-cstb.fr/</a>
Integrated Material Profile and Costing Tool (IMPACT)	Verenigd Koninkrijk	<a href="http://www.impactwba.com/">http://www.impactwba.com/</a>
BREEAM / BREEAM-NL	Verenigd Koninkrijk / Nederland	<a href="https://www.breeam.nl/over-breeam/aan-de-slag-met-breeam-nl">https://www.breeam.nl/over-breeam/aan-de-slag-met-breeam-nl</a> <a href="https://www.assessmenttool.nl">https://www.assessmenttool.nl</a>
LEED	Verenigde Staten	<a href="http://www.usgbc.org/leed">http://www.usgbc.org/leed</a> BD+C rating system (pdf): <a href="http://www.usgbc.org/resources/leed-v4-building-design-and-construction-current-version">http://www.usgbc.org/resources/leed-v4-building-design-and-construction-current-version</a> BD+C checklist (excel):



		<a href="http://www.usgbc.org/resources/leed-v4-building-design-and-construction-checklist">http://www.usgbc.org/resources/leed-v4-building-design-and-construction-checklist</a> O+M rating system (pdf): <a href="http://www.usgbc.org/resources/leed-v4-building-operations-and-maintenance-current-version">http://www.usgbc.org/resources/leed-v4-building-operations-and-maintenance-current-version</a> O+M checklist (excel): <a href="http://www.usgbc.org/resources/checklist-leed-v4-building-operations-and-maintenance">http://www.usgbc.org/resources/checklist-leed-v4-building-operations-and-maintenance</a> Homes rating system (pdf): <a href="http://www.usgbc.org/resources/leed-v4-homes-and-midrise-ballot-version">http://www.usgbc.org/resources/leed-v4-homes-and-midrise-ballot-version</a> Homes checklist (excel): <a href="http://www.usgbc.org/resources/leed-v4-homes-design-and-construction-checklist">http://www.usgbc.org/resources/leed-v4-homes-design-and-construction-checklist</a>
LEnSe	Europa	<a href="http://www.lensebuildings.com/">http://www.lensebuildings.com/</a>
C2C tool woningbouw xx	Nederland	<a href="http://www.c2clabxx.com/C2CLabXX/Home.html">http://www.c2clabxx.com/C2CLabXX/Home.html</a>

Tabel 8: Overzicht milieu-impactbeoordelingstools voor Gebouwen

## Tools

### BREEAM / BREEAM-NL

BREEAM is een methode die ontwikkeld werd in het Verenigd Koninkrijk door BRE (Building Research Establishment) om de duurzaamheid van een gebouw, ook een **asset** genoemd, te bepalen. De "Green Guide to Specification" en "Green Guide Rating Tables" die besproken werden in paragraaf 2.3.1 maken gebruik van dezelfde achterliggende milieu-gegevens voor bouwmaterialen en gebouwelementen als BREEAM (BREEAM, 2016). Aangezien wetten en regelgevingen met betrekking tot duurzaamheid verschillen van land tot land, werd deze methode aangepast aan de Nederlandse context onder de naam BREEAM-NL door de Dutch Green Building Council (DGBC), de zogenaamde schemabeheerder van BREEAM-NL (BREEAM, 2016; DGBC, 2013b). De Code for a Sustainable Built Environment (CSBE) is een internationale code die ontwikkeld werd door BREEAM en vormt de basis voor de BREEAM assessment tools die ontwikkeld worden op nationaal niveau, zoals het Nederlandse BREEAM-NL, maar ook de Duitse (BREEAM-DE) en Noorse (BREEAM-NOR) BREEAM tools (DGBC, 2014).

Er worden **vier schema's** aangeboden in de BREEAM-NL assessment tool, namelijk Nieuwbouw en Renovatie, In-Use, Gebiedsontwikkeling en Sloop en Demontage. Onafhankelijk van het gekozen schema wordt de duurzaamheid van een bouwproject steeds beoordeeld op basis van **negen duurzaamheidscriteria** of **duurzaamheidscategorieën**, namelijk management, gezondheid, energie, transport, water, materialen, afval, landgebruik, ecologie en vervuiling. Deze beoordeling, ook een BREEAM assessment genoemd, wordt uitgevoerd door een gekwalificeerd BREEAM assessor volgens een van de vier voorgenoemde schema's die via de website terug te vinden en te gebruiken zijn. Bovendien gebeurt dit op basis van een "BREEAM-NL Beoordelingsrichtlijn" die specifiek opgesteld werd door DGBC voor elk afzonderlijk schema. Het aanstellen van een BREEAM assessor gebeurt best zo vroeg mogelijk in het proces om vroegtijdig het project te kunnen bijsturen en hierdoor de beste resultaten te bekomen. Indien een BREEAM-NL assessment voltooid is, wordt de duurzaamheidsscore van het project bepaald waarna een BREEAM certificaat uitgereikt kan worden door DGBC. (DGBC, 2013b).

De duurzaamheidsbeoordeling van een asset volgens de BREEAM methode gebeurt op basis van een creditlijst bestaande uit verschillende criteria per duurzaamheidscategorie (Figuur 26). Afhankelijk van het gebouwtype worden per criteria een aantal punten toegekend die men kan verdienen indien aan het criteria voldaan is. Dit moet bovendien bewezen worden door het uploaden van elektronische stavingsdocumenten (Figuur 27) (DGBC, 2014).

**Assessment: In-Use (2016 v1.0)** Pre-assessment A: 30,98% B: 32,12% G: 1,57%  
Eindresultaat A: 0,00% B: 0,00% G: 0,00%

**Creditijslijst filteren** Geloond: 1-20 van 23 resultaten.

**Vrij zoeken**

**Scoregroep**

- Asset
- Beheer
- Gebruik

**Categorieën**

- Management**
- Gezondheid
- Energie
- Transport
- Water
- Materialen
- Afval
- Landgebruik en ecologie
- Vervuiling

**Verantwoordelijkheid**

- Eigenaar
- Gebruiker

**Validatie**

- Alles
- Geaccepteerd
- Afgewezen
- Nog niet gevalideerd

**Overige**

- Niet beantwoord
- Weet niet

MAN01	Gebruikershandleiding	0 uit 2	<input checked="" type="checkbox"/>
MAN02	Scholing van medewerkers	0 uit 2	<input type="checkbox"/>
MAN03	Informatieverstrekking gebouwgebruikers	0 uit 2	<input checked="" type="checkbox"/>
MAN04	Onderhouds- en gebruikershandleiding	0 uit 2	<input type="checkbox"/>
MAN05	Onderhoudsbeleid; reikwijdte	2 uit 6	<input checked="" type="checkbox"/>
MAN06	Onderhoudsbeleid, reactief of proactief	0 uit 4	<input type="checkbox"/>
MAN07	Milieumanagementsysteem	0 uit 4	<input type="checkbox"/>
MAN08	Milieubeleid en gestelde doelen	0 uit 4	<input type="checkbox"/>
MAN09	Procedures voor energiebesparing	0 uit 4	<input type="checkbox"/>
MAN10	Testen lekkages	0 uit 4	<input type="checkbox"/>
MAN11	Overeenkomsten met huurders	0 uit 4	<input type="checkbox"/>
MAN12	Periodieke controle GBS	0 uit 4	<input type="checkbox"/>
MAN13	Adaptiestrategie voor het gebouw	4 uit 4	<input checked="" type="checkbox"/>
MAN14	Milieuprocedures	0 uit 4	<input type="checkbox"/>
MAN15	Reikwijdte milieubeleid	1 uit 11	<input checked="" type="checkbox"/>
MAN16	Milieubeleid, borging uitvoeren	0 uit 4	<input type="checkbox"/>
MAN17	Milieudoelstellingen, behaalde resultaten	0 uit 4	<input type="checkbox"/>
MAN18	Beoordeling milieuprestaties van de organisatie	0 uit 2	<input type="checkbox"/>
MAN19	Duurzaamheidsrapportage	0 uit 3	<input type="checkbox"/>
MAN20	Green Lease	0 uit 4	<input type="checkbox"/>

Ga naar pagina: < Vorige **1** 2 Volgende >

**Figuur 26: Overzicht creditijslijst voor duurzaamheidscategorie Management binnen het BREEAM-NL schema In-Use (DGBC, 2016b)**

**Assessment: In-Use (2016 v1.0)** Pre-assessment A: 30,99% B: 32,12% G: 1,57%  
Eindresultaat A: 0,00% B: 0,00% G: 0,00%

**Creditijslijst filteren** TRA02. Nabijheid openbaar vervoer (OV) 8 BESCHIKBARE PUNTEN

Naar creditijslijst Optaan Bewijs toevoegen of bekijken

**Vrij zoeken** Bevindt het gebouw zich op loopafstand van een openbaar vervoerverbinding met een regelmatige dienstregeling?

**Scoregroep**

Asset  
 Beheer  
 Gebruik

**Categoriën**

Management  
 Gezondheid  
 Energie  
 **Transport**  
 Water  
 Materialen  
 Afval  
 Landgebruik en ecologie  
 Vervuiling

**Verantwoordelijkheid**

Eigenaar  
 Gebruiker

**Validatie**

Alles  
 Geaccepteerd  
 Afgewezen  
 Nog niet gevalideerd

**Overige**

Niet beantwoord  
 Weet niet

**Verantwoordelijkheid**

Eigenaar  Gebruiker

**Verantwoording**

**Figuur 27: Beoordelingscriteria "Nabijheid openbaar vervoer" voor duurzaamheidscategorie Transport binnen het BREEAM-NL schema In-Use (DGBC, 2016c)**

BREEAM-NL Schema "Nieuwbouw en Renovatie" maakt het mogelijk om de duurzaamheid van nieuwbouwprojecten, grootschalige renovaties en nieuwbouwwitbreidingen te beoordelen. Voor beperkte renovaties is dit schema niet geschikt maar kan gebruik gemaakt worden van het schema "In-Use". BREEAM onderscheidt vijf kwalificaties afhankelijk van de score die bereikt wordt, namelijk 'Pass' of 1 ster (score  $\geq 30\%$ ), 'Good' of 2 sterren (score  $\geq 45\%$ ), 'Very Good' of 3 sterren (score  $\geq 55\%$ ), 'Excellent' of 4 sterren (score  $\geq 70\%$ ) en 'Outstanding' of 5 sterren (score  $\geq 85\%$ ). Bovendien moet men, om de kwalificatie 'Outstanding' te verkrijgen, nog aan bijkomende eisen voldoen zoals verplichte credits behalen en het opstellen van een casestudy die DGBC mag gebruiken voor

publicatie omwille van de voorbeeldfunctie die het asset heeft. Indien niet aan deze bijkomende voorwaarden voldaan wordt, zal de kwalificatie teruggedrongen worden van 'Outstanding' tot 'Excellent'. Figuur 28 toont hoe de kwalificatie van een BREEAM asset bepaald wordt. Allereerst worden het aantal behaalde credits per duurzaamheidscategorie en per gebouwfunctie geteld. Hierna wordt het aantal credits bepaald dat verdiend kon worden per duurzaamheidscategorie om vervolgens, op basis van deze twee gegevens, het percentage behaalde credits per categorie te bepalen. Zowel aan de gebouwfuncties als aan de duurzaamheidscategorieën wordt een weging toegekend. De weging van de functies gebeurt op basis van hun aandeel aan vloeroppervlakte binnen het asset, de wegingspercentages van de duurzaamheidscategorieën daarentegen zijn vastgesteld door BREEAM. In het voorbeeld bedraagt het bruto-vloeroppervlak (BVO) van de industrie functie 12 000 m<sup>2</sup> en van de kantoorfunctie 5 000 m<sup>2</sup>, wat overeenkomt met respectievelijk 70,59% en 29,41% binnen het asset. Op basis van wegingsfactoren en de percentages toegekend aan behaalde credits per categorie kan een categoriescore en een totaalscore bepaald worden. De totaalscore is uiteindelijk doorslaggevend voor het type kwalificatie dat aan het asset toegekend wordt, namelijk "Very Good" of 3 sterren in het voorbeeld van Figuur 28 (DGBC, 2014).

BREEAM-NL categorie	Credits behaald		Credits beschikbaar		% van Credits behaald		Naar rato	Categorie weging	Categorie score
	industrie	kantoor	Industrie	Kantoor	Industrie	Kantoor			
Management	7	7	13	13	53,85 %	53,85 %	53,85 %	12 %	6,46 %
Gezondheid	6	9	8	14	75,00 %	64,29 %	71,85 %	15 %	10,78 %
Energie	15	15	26	26	57,69 %	57,69 %	57,69 %	19 %	10,96 %
Transport	8	8	12	12	66,67 %	66,67 %	66,67 %	8 %	5,33 %
Water	6	6	9	9	66,67 %	66,67 %	66,67 %	6 %	4,00 %
Materialen	8	8	13	17	61,54 %	47,06 %	57,28 %	12,5 %	7,16 %
Afval	4	4	7	7	57,14 %	57,14 %	57,14 %	7,5 %	4,29 %
Landgebruik & Ecologie	5	5	12	12	41,67 %	41,67 %	41,67 %	10 %	4,17 %
Vervuiling	6	6	11	11	54,55 %	54,55 %	54,55 %	10 %	5,45 %
Innovatie: Exemplary performance + Innovatie credits: MAN 3, HEA 1, TRA 3									3 %
Totaalscore									61,60%
BREEAM-NL sterren									3 sterren

**Figuur 28: Bepaling Kwalificatie van een BREEAM assessment (DGBC, 2014)**

De duurzaamheidscriteria van BREEAM-NL schema In-Use zijn van toepassing op bestaande gebouwen en worden beoordeeld op basis van drie afzonderlijke delen, namelijk het asset zelf, het beheer van het asset en het gebruik van het asset. Voor deze drie delen wordt hierdoor een afzonderlijke score bepaald alsook een afzonderlijk certificaat verkregen. In tegenstelling tot het schema Nieuwbouw en Renovatie, moet het asset van BREEAM-NL In-Use jaarlijks herbekeken worden om het verkregen certificaat te behouden. Een bijkomend verschil met schema "Nieuwbouw en Renovatie" zijn de scores die behaald moeten worden

om aan een behaalde kwalificatie te voldoen. Om kwalificatie "Pass" te behalen, wat overeenkomt met één ster, moet slechts een score behaald worden die groter of gelijk aan 25% in plaats van 30%. En om kwalificatie "Good" te behalen, wat overeenkomt met twee sterren, moet slechts een score behaald worden van 40% of groter in plaats van 45% die geldt voor nieuwbouw en grootschalige renovatie (DGBC, 2016a).

## LEED

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) is een ratingtool die ontwikkeld werd door de USGBC (U.S. Green Building Council) en die wereldwijd gebruikt wordt om de duurzaamheid van gebouwen te beoordelen. De tool is flexibel ontwikkeld zodat alle gebouwtypes tijdens alle levenscyclusfasen geanalyseerd kunnen worden. Er wordt rekening gehouden met diverse duurzaamheidsaspecten, waarbij de focus gelegd wordt op materialen, prestaties van het binnenklimaat in gebouwen, implementatie van een Smart Grid in projecten en efficiënt watergebruik. Net als bij BREEAM wordt na afloop van de analyse een kwalificatie toegekend aan het gebouw naargelang het aantal behaalde punten en kan een certificaat uitgereikt worden (USGBC, 2016a).

Er kunnen zes projecttypes onderscheiden worden, namelijk BD + C (Building Design + Construction), ID + C (Interior Design + Construction), O+M (Building Operations + Maintenance), ND (Neighbourhood Development) en Homes. Voor elk van deze projecttypes biedt USGBC een excel-tabel aan (Figuur 29) waarin de ratings berekend kunnen worden, de zogenaamde "Checklist" of "Scorekaart", alsook een pdf-document (Figuur 30) die het rating systeem van dit projecttype in detail beschrijft (USGBC, 2016a).

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	LEED v4 for BD+C: New Construction and Major Renovation																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
3	Project Checklist										Project Name:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
4											Date:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
5	<table border="1"> <tr> <td>6</td> <td>Y</td> <td>P</td> <td>N</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td colspan="10">Integrative Process</td> <td colspan="12">1</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td colspan="10">Location and Transportation</td> <td colspan="12">18</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td colspan="10">LEED for High-Rise Development Location</td> <td colspan="12">1</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td colspan="10">Sensitive Land Protection</td> <td colspan="12">2</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td colspan="10">High Priority Site</td> <td colspan="12">0</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td colspan="10">Surrounding Density and Diverse Uses</td> <td colspan="12">0</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td colspan="10">Access to Quality Transit</td> <td colspan="12">0</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td colspan="10">Bicycle Facilities</td> <td colspan="12">1</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td colspan="10">Reduced Parking Footprint</td> <td colspan="12">1</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td colspan="10">Green Vehicles</td> <td colspan="12">1</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td colspan="10">Sustainable Sites</td> <td colspan="12">30</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Construction Activity Pollution Prevention</td> <td colspan="12">Required</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Site Assessment</td> <td colspan="12">1</td> </tr> <tr> <td>22</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Site Development - Protect or Restore Habitat</td> <td colspan="12">2</td> </tr> <tr> <td>23</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Open Space</td> <td colspan="12">1</td> </tr> <tr> <td>24</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Pavement Management</td> <td colspan="12">3</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Heat Island Reduction</td> <td colspan="12">2</td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Light Pollution Reduction</td> <td colspan="12">1</td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td colspan="10">Water Efficiency</td> <td colspan="12">11</td> </tr> <tr> <td>29</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Outdoor Water Use Reduction</td> <td colspan="12">Required</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Indoor Water Use Reduction</td> <td colspan="12">Required</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Building Level Water Metering</td> <td colspan="12">2</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Outdoor Water Use Reduction</td> <td colspan="12">6</td> </tr> <tr> <td>33</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Indoor Water Use Reduction</td> <td colspan="12">2</td> </tr> <tr> <td>34</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Cooling Tower Water Use</td> <td colspan="12">1</td> </tr> <tr> <td>35</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Water Metering</td> <td colspan="12">1</td> </tr> <tr> <td>36</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>37</td> <td colspan="10">Energy and Atmosphere</td> <td colspan="12">63</td> </tr> <tr> <td>38</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Fundamental Commissioning and Verification</td> <td colspan="12">Required</td> </tr> <tr> <td>39</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Minimum Energy Performance</td> <td colspan="12">Required</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Building Level Energy Metering</td> <td colspan="12">Required</td> </tr> <tr> <td>41</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Fundamental Refrigerant Management</td> <td colspan="12">Required</td> </tr> <tr> <td>42</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Enhanced Commissioning</td> <td colspan="12">4</td> </tr> <tr> <td>43</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Optimize Energy Performance</td> <td colspan="12">18</td> </tr> <tr> <td>44</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Advanced Energy Metering</td> <td colspan="12">1</td> </tr> <tr> <td>45</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Demand Response</td> <td colspan="12">2</td> </tr> <tr> <td>46</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Renewable Energy Production</td> <td colspan="12">3</td> </tr> <tr> <td>47</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Enhanced Refrigerant Management</td> <td colspan="12">1</td> </tr> <tr> <td>48</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Green Power and Carbon Offsets</td> <td colspan="12">2</td> </tr> <tr> <td>49</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td colspan="10">Materials and Resources</td> <td colspan="12">13</td> </tr> <tr> <td>51</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Storage and Collection of Recyclables</td> <td colspan="12">Required</td> </tr> <tr> <td>52</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Construction and Demolition Waste Management Planning</td> <td colspan="12">Required</td> </tr> <tr> <td>53</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Building Life Cycle Impact Reduction</td> <td colspan="12">5</td> </tr> <tr> <td>54</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Building Product Disclosure and Optimization - Environmental Product Declarations</td> <td colspan="12">2</td> </tr> <tr> <td>55</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Building Product Disclosure and Optimization - Sourcing of Raw Materials</td> <td colspan="12">2</td> </tr> <tr> <td>56</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Building Product Disclosure and Optimization - Material Ingredients</td> <td colspan="12">2</td> </tr> <tr> <td>57</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Construction and Demolition Waste Management</td> <td colspan="12">2</td> </tr> <tr> <td>58</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>59</td> <td colspan="10">Indoor Environmental Quality</td> <td colspan="12">18</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Minimum Indoor Air Quality Performance</td> <td colspan="12">Required</td> </tr> <tr> <td>61</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Environmental Tobacco Smoke Control</td> <td colspan="12">Required</td> </tr> <tr> <td>62</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Enhanced Indoor Air Quality Strategies</td> <td colspan="12">3</td> </tr> <tr> <td>63</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Low-Emitting Materials</td> <td colspan="12">3</td> </tr> <tr> <td>64</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Construction Indoor Air Quality Management Plan</td> <td colspan="12">1</td> </tr> <tr> <td>65</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Indoor Air Quality Assessment</td> <td colspan="12">2</td> </tr> <tr> <td>66</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Thermal Comfort</td> <td colspan="12">1</td> </tr> <tr> <td>67</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Interior Lighting</td> <td colspan="12">2</td> </tr> <tr> <td>68</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Daylight</td> <td colspan="12">3</td> </tr> <tr> <td>69</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Quality Views</td> <td colspan="12">1</td> </tr> <tr> <td>70</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Acoustic Performance</td> <td colspan="12">1</td> </tr> <tr> <td>71</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>72</td> <td colspan="10">Innovation</td> <td colspan="12">8</td> </tr> <tr> <td>73</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Innovation</td> <td colspan="12">6</td> </tr> <tr> <td>74</td> <td>Y</td> <td colspan="10">LEED Accredited Professional</td> <td colspan="12">2</td> </tr> <tr> <td>75</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>76</td> <td colspan="10">Regional Priority</td> <td colspan="12">4</td> </tr> <tr> <td>77</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Regional Priority: Specific Credit</td> <td colspan="12">1</td> </tr> <tr> <td>78</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Regional Priority: Specific Credit</td> <td colspan="12">1</td> </tr> <tr> <td>79</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Regional Priority: Specific Credit</td> <td colspan="12">1</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>Y</td> <td colspan="10">Regional Priority: Specific Credit</td> <td colspan="12">1</td> </tr> <tr> <td>81</td> <td colspan="22"> <b>LEED v4 TOTALS</b> <span style="float: right;">Points Possible: 110</span>            Certified: 62 is 49 points, Silver: 50 to 59 points, Gold: 60 to 73 points, Platinum: 80 to 110         </td> </tr> <tr> <td>82</td> <td colspan="22">           New Construction   Core and Shell   Schools   Retail   Data Centers   Warehouses &amp; Distribution Cntrs   Hospitality   Healthcare ...         </td> </tr> </table>																						6	Y	P	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	Integrative Process										1												8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	Location and Transportation										18												10	LEED for High-Rise Development Location										1												11	Sensitive Land Protection										2												12	High Priority Site										0												13	Surrounding Density and Diverse Uses										0												14	Access to Quality Transit										0												15	Bicycle Facilities										1												16	Reduced Parking Footprint										1												17	Green Vehicles										1												18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	Sustainable Sites										30												20	Y	Construction Activity Pollution Prevention										Required												21	Y	Site Assessment										1												22	Y	Site Development - Protect or Restore Habitat										2												23	Y	Open Space										1												24	Y	Pavement Management										3												25	Y	Heat Island Reduction										2												26	Y	Light Pollution Reduction										1												27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	Water Efficiency										11												29	Y	Outdoor Water Use Reduction										Required												30	Y	Indoor Water Use Reduction										Required												31	Y	Building Level Water Metering										2												32	Y	Outdoor Water Use Reduction										6												33	Y	Indoor Water Use Reduction										2												34	Y	Cooling Tower Water Use										1												35	Y	Water Metering										1												36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	Energy and Atmosphere										63												38	Y	Fundamental Commissioning and Verification										Required												39	Y	Minimum Energy Performance										Required												40	Y	Building Level Energy Metering										Required												41	Y	Fundamental Refrigerant Management										Required												42	Y	Enhanced Commissioning										4												43	Y	Optimize Energy Performance										18												44	Y	Advanced Energy Metering										1												45	Y	Demand Response										2												46	Y	Renewable Energy Production										3												47	Y	Enhanced Refrigerant Management										1												48	Y	Green Power and Carbon Offsets										2												49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	Materials and Resources										13												51	Y	Storage and Collection of Recyclables										Required												52	Y	Construction and Demolition Waste Management Planning										Required												53	Y	Building Life Cycle Impact Reduction										5												54	Y	Building Product Disclosure and Optimization - Environmental Product Declarations										2												55	Y	Building Product Disclosure and Optimization - Sourcing of Raw Materials										2												56	Y	Building Product Disclosure and Optimization - Material Ingredients										2												57	Y	Construction and Demolition Waste Management										2												58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	Indoor Environmental Quality										18												60	Y	Minimum Indoor Air Quality Performance										Required												61	Y	Environmental Tobacco Smoke Control										Required												62	Y	Enhanced Indoor Air Quality Strategies										3												63	Y	Low-Emitting Materials										3												64	Y	Construction Indoor Air Quality Management Plan										1												65	Y	Indoor Air Quality Assessment										2												66	Y	Thermal Comfort										1												67	Y	Interior Lighting										2												68	Y	Daylight										3												69	Y	Quality Views										1												70	Y	Acoustic Performance										1												71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	Innovation										8												73	Y	Innovation										6												74	Y	LEED Accredited Professional										2												75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76	Regional Priority										4												77	Y	Regional Priority: Specific Credit										1												78	Y	Regional Priority: Specific Credit										1												79	Y	Regional Priority: Specific Credit										1												80	Y	Regional Priority: Specific Credit										1												81	<b>LEED v4 TOTALS</b> <span style="float: right;">Points Possible: 110</span> Certified: 62 is 49 points, Silver: 50 to 59 points, Gold: 60 to 73 points, Platinum: 80 to 110																						82	New Construction   Core and Shell   Schools   Retail   Data Centers   Warehouses & Distribution Cntrs   Hospitality   Healthcare ...																					
6	Y	P	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7	Integrative Process										1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
9	Location and Transportation										18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
10	LEED for High-Rise Development Location										1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
11	Sensitive Land Protection										2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
12	High Priority Site										0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
13	Surrounding Density and Diverse Uses										0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
14	Access to Quality Transit										0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
15	Bicycle Facilities										1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
16	Reduced Parking Footprint										1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
17	Green Vehicles										1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
19	Sustainable Sites										30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
20	Y	Construction Activity Pollution Prevention										Required																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
21	Y	Site Assessment										1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
22	Y	Site Development - Protect or Restore Habitat										2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
23	Y	Open Space										1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
24	Y	Pavement Management										3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
25	Y	Heat Island Reduction										2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
26	Y	Light Pollution Reduction										1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
28	Water Efficiency										11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
29	Y	Outdoor Water Use Reduction										Required																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
30	Y	Indoor Water Use Reduction										Required																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
31	Y	Building Level Water Metering										2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
32	Y	Outdoor Water Use Reduction										6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
33	Y	Indoor Water Use Reduction										2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
34	Y	Cooling Tower Water Use										1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
35	Y	Water Metering										1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
37	Energy and Atmosphere										63																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
38	Y	Fundamental Commissioning and Verification										Required																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
39	Y	Minimum Energy Performance										Required																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
40	Y	Building Level Energy Metering										Required																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
41	Y	Fundamental Refrigerant Management										Required																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
42	Y	Enhanced Commissioning										4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
43	Y	Optimize Energy Performance										18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
44	Y	Advanced Energy Metering										1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
45	Y	Demand Response										2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
46	Y	Renewable Energy Production										3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
47	Y	Enhanced Refrigerant Management										1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
48	Y	Green Power and Carbon Offsets										2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
50	Materials and Resources										13																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
51	Y	Storage and Collection of Recyclables										Required																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
52	Y	Construction and Demolition Waste Management Planning										Required																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
53	Y	Building Life Cycle Impact Reduction										5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
54	Y	Building Product Disclosure and Optimization - Environmental Product Declarations										2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
55	Y	Building Product Disclosure and Optimization - Sourcing of Raw Materials										2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
56	Y	Building Product Disclosure and Optimization - Material Ingredients										2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
57	Y	Construction and Demolition Waste Management										2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
59	Indoor Environmental Quality										18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
60	Y	Minimum Indoor Air Quality Performance										Required																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
61	Y	Environmental Tobacco Smoke Control										Required																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
62	Y	Enhanced Indoor Air Quality Strategies										3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
63	Y	Low-Emitting Materials										3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
64	Y	Construction Indoor Air Quality Management Plan										1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
65	Y	Indoor Air Quality Assessment										2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
66	Y	Thermal Comfort										1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
67	Y	Interior Lighting										2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
68	Y	Daylight										3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
69	Y	Quality Views										1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
70	Y	Acoustic Performance										1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
72	Innovation										8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
73	Y	Innovation										6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
74	Y	LEED Accredited Professional										2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
76	Regional Priority										4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
77	Y	Regional Priority: Specific Credit										1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
78	Y	Regional Priority: Specific Credit										1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
79	Y	Regional Priority: Specific Credit										1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
80	Y	Regional Priority: Specific Credit										1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
81	<b>LEED v4 TOTALS</b> <span style="float: right;">Points Possible: 110</span> Certified: 62 is 49 points, Silver: 50 to 59 points, Gold: 60 to 73 points, Platinum: 80 to 110																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
82	New Construction   Core and Shell   Schools   Retail   Data Centers   Warehouses & Distribution Cntrs   Hospitality   Healthcare ...																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	

Figur 29: LEED v4 Checklist voor projecttype "Building Design + Construction" (USGBC, 2016b)

## LT CREDIT: ACCESS TO QUALITY TRANSIT

### BD&C

#### 1-6 points

This credit applies to

- New Construction (1-5 points)
- Core & Shell (1-6 points)
- Schools (1-4 points)
- Data Centers (1-5 points)
- Warehouses & Distribution Centers (1-5 points)
- Hospitality (1-5 points)
- Retail (1-5 points)
- Healthcare (1-2 points)

### Intent

To encourage development in locations shown to have multimodal transportation choices or otherwise reduced motor vehicle use, thereby reducing greenhouse gas emissions, air pollution, and other environmental and public health harms associated with motor vehicle use.

### Requirements

#### NC, CS, DATA CENTERS, WAREHOUSES & DISTRIBUTION CENTERS, HOSPITALITY, RETAIL

Locate any *functional entry* of the project within a ¼-mile (400-meter) *walking distance* of existing or planned bus, *streetcar*, or *rideshare stops*, or within a ½-mile (800-meter) walking distance of existing or planned *bus rapid transit stops*, light or heavy rail stations, commuter rail stations, or commuter ferry terminals. The transit service at those stops and stations in aggregate must meet the minimums listed in Tables 1 and 2. Planned stops and stations may count if they are sited, funded, and under construction by the date of the certificate of occupancy and are complete within 24 months of that date.

Both weekday and weekend trip minimums must be met.

- Qualifying transit routes must have paired route service (service in opposite directions).
- For each qualifying transit route, only trips in one direction are counted towards the threshold.
- If a qualifying transit route has multiple stops within the required walking distance, only trips from one stop are counted towards the threshold.

**Table 1. Minimum daily transit service for projects with multiple transit types (bus, streetcar, rail, or ferry)**

Weekday trips	Weekend trips	Points BD&C (except Core and Shell)	Points BD&C (Core and shell)
72	40	1	1
144	108	3	3
360	216	5	6

**Table 2. Minimum daily transit service for projects with commuter rail or ferry service only**

Weekday trips	Weekend trips	Points
24	6	1
40	8	2

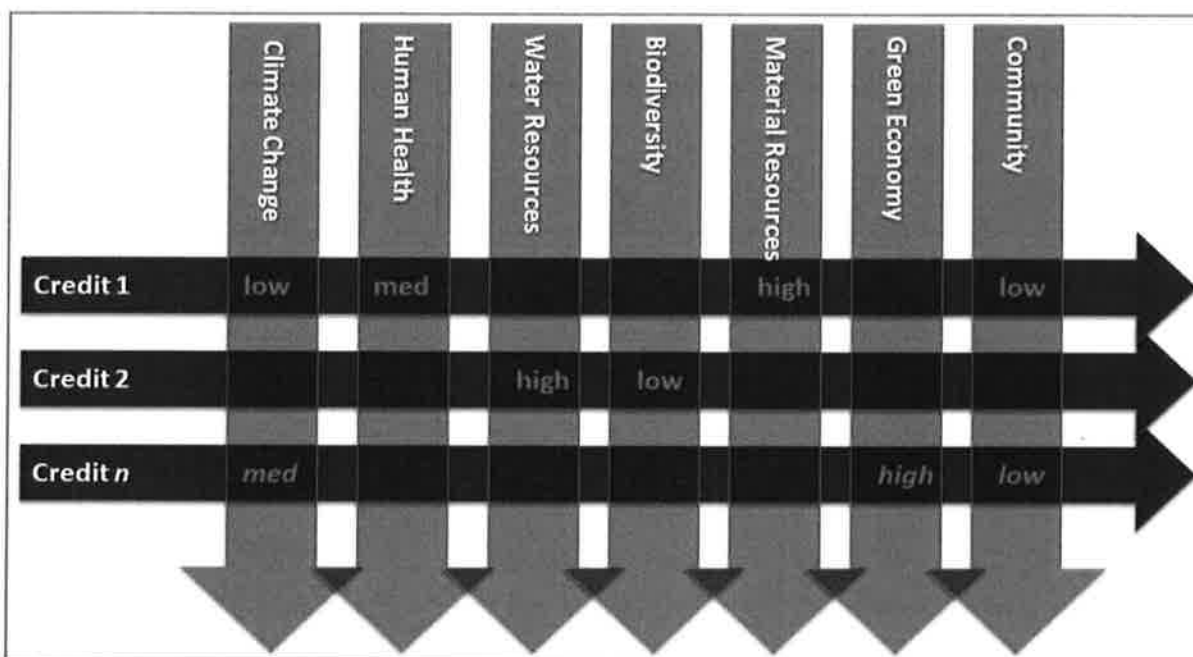
**Figuur 30: LEED v4 Rating Systeem voor credit "Access to Quality Transit) binnen projecttype "Building Design + Construction" (USGBC, 2016c)**

Binnen elk projecttype wordt vervolgens de duurzaamheid van het project bepaald aan de hand van zes duurzaamheidscategorieën, namelijk 'Locatie en Transport', 'Duurzame sites', 'Watergebruik', 'Energie en atmosfeer', 'Materialen en grondstoffen' en 'Kwaliteit van het binnenklimaat'. Deze zijn ook terug te vinden in de structuur van het excel-bestand zoals te zien is op Figuur 29. Om een LEED-certificaat te verkrijgen is het noodzakelijk om per duurzaamheidscategorie zowel aan een aantal verplichte criteria te voldoen als aan een aantal bijkomende eisen. In tegenstelling tot de verplichte criteria waaraan voldaan moet worden, deze worden in het excel-bestand aangegeven met het label "Required", zijn er



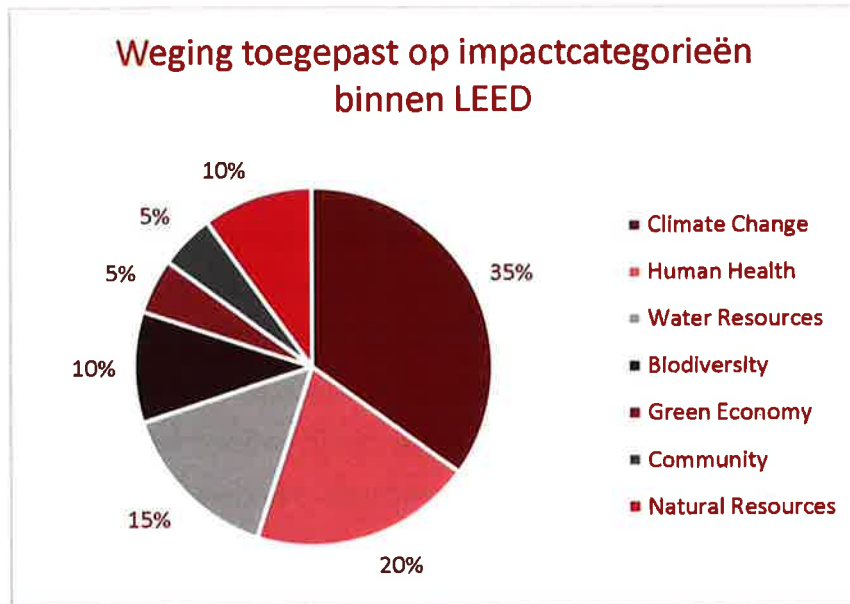
voor de bijkomende eisen credits te verdienen die bepalen welk certificaat toegekend kan worden aan het project. Hoe meer credits verdiend worden op de bijkomende eisen, hoe hoger de certificering van het project (Owens, Macken, Rohloff, & Rosenberg, 2016).

De duurzaamheidscategorieën die zonet besproken zijn, zijn categorieën waarbinnen bepaalde milieueffecten veroorzaakt worden. Achterliggend probeert LEED deze milieueffecten in rekening te brengen via zogenaamde impactcategorieën. Voorbeelden hiervan zijn "Klimaatverandering", "Gezondheid", "Watervoorraden", "Biodiversiteit", "Grondstoffen en materiaalgebruik", "Groene economie" en "Levenskwaliteit van de gemeenschap". De mate waarin een bepaalde credit invloed heeft op de verschillende impactcategorieën wordt door middel van analyses vastgelegd. Dit wordt schematisch weergegeven in Figuur 31. Hoe meer invloed deze credit heeft op een bepaalde impactcategorie, hoe meer credits hieraan toegekend worden (Owens et al., 2016).



Figuur 31: Invloed van een credit (rijen) op verschillende impactcategorieën (kolommen) (Owens et al., 2016)

Bovendien heeft de bouwsector op bepaalde impactcategorieën een grotere invloed dan op andere impactcategorieën. Daarom wordt binnen LEED ook een weging toegepast op de impactcategorieën onderling, zodat het totale gewicht van alle impactcategorieën 100% is. De weging van de impactcategorieën onderling wordt grafisch weergegeven in Figuur 32. We zien hierbij dat op impactcategorie "Climate Change" de grootste wegingsfactor toegepast wordt omwille van de grote invloed die de bouwsector hierop kan hebben enerzijds alsook de groeiende wereldproblematiek rond dit thema anderzijds (Owens et al., 2016).



**Figuur 32: Weging van de impactcategorieën binnen LEED (Owens et al., 2016)**

Tabel 9 toont in een fictief voorbeeld hoe deze twee wegingen samen toegepast worden. Enerzijds is de som van het impactcategoriegewicht voor de verschillende impactcategorieën gelijk aan 100%. In het voorbeeld bedraagt het impactcategoriegewicht voor impactcategorie "Klimaatverandering" 50%, het gewicht van de overige categorieën bedragen elk 25% waardoor het totale gewicht 100% bedraagt. Toegepast binnen LEED toont bovenstaande Figuur 32 de werkelijke wegingspercentages van alle impactcategorieën, dus 35% in het geval van "Klimaatverandering". Anderzijds bedraagt de som van alle creditgewichten per impactcategorie ook 100%. In het fictieve voorbeeld zijn er slechts vier credits te behalen, waarvan credit 1 het meest bijdraagt tot impactcategorie "Klimaatverandering" ten opzichte van de overige credits maar helemaal niet bijdraagt tot categorieën "Gezondheid" en "Watervoorraden". Hierdoor krijgt credit 1 binnen categorie "Klimaatverandering" een wegingspercentage van 65% toegekend en bij de overige impactcategorieën een wegingspercentage van 0% (Owens et al., 2016).

Impactcategorie-gewicht	50%	25%	25%
	Impactcategorie "Klimaatverandering"	Impactcategorie "Gezondheid"	Impactcategorie "Watervoorraden"
Credit 1	65	0	0
Credit 2	10	50	20
Credit 3	10	15	75
Credit 4	15	35	5
TOTAAL (%)	100	100	100

Tabel 9: Impactcategoriegewicht en creditverdeling binnen een impactcategorie (Owens et al., 2016)

Vervolgens werd door de USGBC de Scorekaart of Checklist opgesteld in excel-formaat, waarbij aan elke credit een aantal punten toegekend werd die in verhouding zijn met de vooraf bepaalde wegingsfactoren. De som van alle credits bedraagt 100 punten met een minimum van 1 punt per credit. De score op 100 die bekomen wordt na het invullen van de Scorekaart bepaalt de certificering die het project behaalt. Indien men minimaal 40 credits verdient, ontvangt men bijvoorbeeld certificering "Gecertificeerd". Voor minimum 50 credits ontvangt men "Zilver", voor 60 credits "Goud" en voor een minimum van 80 credits ontvangt men een "Platinum" certificering (Owens et al., 2016).

#### 2.3.4 Overzicht databanken, classificatiesystemen en tools

Tabel 10 geeft een totaaloverzicht van alle belangrijke databanken, classificatiesystemen en tools die gebruikt kunnen worden om de milieu-impact van materialen, gebouwelementen en gebouwen te bepalen. De Nederlandse en Belgische tools worden in hoofdstuk 0 verder uitgelegd om vervolgens in hoofdstuk 4 de kennis en het gebruik ervan in de praktijk te onderzoeken.

Naam	Type			Niveau			Land
	Databank (EPD / LCI)	Classificatie - systeem	Tool (LCA / Rating)	Materiaal	Element	Gebouw	
NMD	EPD / LCI			X			Nederland
Databank voor milieuproduct-verklaringen	EPD			X			België
Ökobaudat	EPD			X			Duitsland
INIES	EPD			X			Frankrijk

IBU	EPD			X			Duitsland
GreenBookLive Environmental Profiles	EPD			X			Verenigd Koninkrijk
ECO Platform	EPD			X			Internationaal
EcolInvent	LCI			X			Zwitserland
NetLZD	LCI			X			Duitsland
GEMIS / IINAS	LCI		LCA	X			Duitsland
European Life Cycle Database (ELCD)	LCI			X			Europa
GaBi	LCI		LCA	X	X	X	Duitsland
Athena Databank / EcoCalculator / Environmental Impact Estimator	LCI		LCA	X	X	X	Canada
Milieuprofiel van gebouwelementen	LCI				X		België
NIBE		X		X	X		Nederland
Green Guide Rating Tables / Calculator		X	LCA	X	X		Verenigd Koninkrijk
MRPI Freetool			LCA			X	Nederland
DGBC Materialentool			LCA			X	Nederland
GPR Bouwbesluit			LCA			X	Nederland
EcoQuaestor			LCA			X	Nederland
MMG-tool			LCA			X	België
GPR Gebouw			Rating			X	Nederland
E-Licco			LCA			X	Frankrijk
novaEQUER			LCA			X	Frankrijk
ÉLODIE			LCA			X	Frankrijk
IMPACT	LCI		LCA			X	Verenigd Koninkrijk
BREEAM / BREEAM-NL			Rating			X	Verenigd Koninkrijk / Nederland

LEED			Rating			X	Verenigde Staten
LEnSe			Rating			X	Europees
C2C Tool Woningbouw xx			Kruising LCA/Rating			X	Nederland

Tabel 10: Overzicht databanken, classificatiesystemen en tools



## 3 Nederland versus België: Stand van zaken

Om het gebruik van milieu-impactbeoordelingstools in de praktijk te kunnen onderzoeken, wat verder besproken wordt in Hoofdstuk 4, wordt er in dit hoofdstuk eerst gekeken naar de databanken en tools die al beschikbaar zijn in Nederland en België. In Nederland zijn er al tools beschikbaar en is men bovendien verplicht bij elke bouwaanvraag een milieu-impactberekening toe te voegen voor woningen en kantoren met een vloeroppervlakte groter dan 100 m<sup>2</sup>. In België daarentegen is een tool nog volop in ontwikkeling en volgt men de stapsgewijze invoering van de verplichte berekening in Nederland op om de effectiviteit ervan te zien in de praktijk. Dit hoofdstuk biedt daarom een antwoord op de volgende onderzoeksvragen: "Welke databanken, classificatiesystemen en tools zijn er beschikbaar in Nederland en in België?", "Welke methodes worden hiervoor gehanteerd?" en "Op welke manier zijn de verschillende databanken, methodes en tools gelinkt aan elkaar?".

### 3.1 Nederland

#### 3.1.1 Nationale Milieudatabase

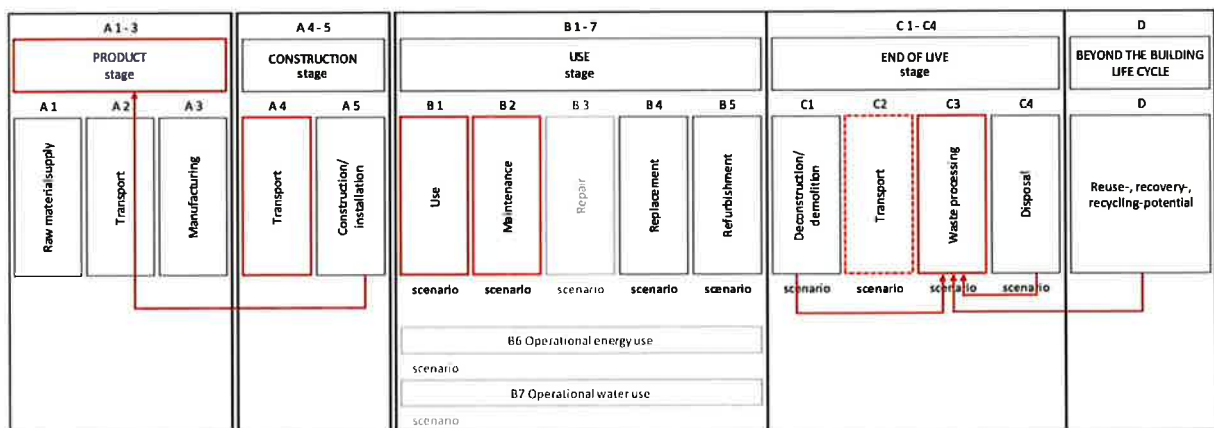
De Nationale Milieudatabase werd ontwikkeld door de Stichting Bouwkwiteit (SBK) om rekeninstrumenten, voor het berekenen van de milieu-impact van gebouwen en GWW-werken (Grond-, Weg- en Waterbouwwerken), te voorzien van consistente milieu-informatie over de volledige levenscyclus. Deze consistentie wordt bekomen door toepassing van de "*Bepalingsmethode Milieuprestatie gebouwen en GWW-werken*", waarin regels worden vastgelegd om EPD's op te stellen en te gebruiken die specifiek zijn voor de Nederlandse bouwsector (SBK, 2014).

De Nationale Milieudatabase bevat basisprofielen en productkaarten/itemkaarten van bouwproducten en gebouwelementen met informatie over hun milieu-eigenschappen (via de basisprofielen) enerzijds en hun algemene productgegevens (via de productkaarten/itemkaarten) anderzijds. Deze worden op pagina 76 en 77 in detail besproken. De gegevens die opgenomen worden in de Nationale Milieudatabase zijn telkens onderverdeeld in drie categorieën. Informatie over producten uit categorie 1 en 2 worden aangeleverd door producenten en voldoen aan de regels voor het opstellen van een EPD, zodanig dat ze eenvoudig en volgens een vast format opgenomen kunnen worden in de Nationale Milieudatabase (SBK, 2014). Bovendien voldoen producten uit deze categorieën aan het Toetsingsprotocol dat door de Stichting Bouwkwiteit werd opgesteld, genaamd

“Opname data in de Nationale Milieudatabase”. In tegenstelling tot producten uit categorie 1, die merkgebonden zijn, zijn producten uit categorie 2 en 3 merkloos (Anink et al., 2015). Producten uit categorie 2 bevatten hierdoor **generieke** data die representatief zijn voor een bepaalde productgroep. Daarnaast worden producten uit categorie 3 niet aangeleverd door producenten. Deze producten zijn enkel aanwezig in de databank om deze te vervolledigen en bevatten ongetoetste milieuprofielen (Anink et al., 2015; SBK, 2014). Kort samengevat kunnen we dus stellen dat producten uit **categorie 1** aangeleverd worden door **bedrijven** en producten uit **categorie 2** door **branches** binnen de bouwsector. Producten binnen **categorie 3** worden door SBK zelf toegevoegd en zijn **ongetoetst** (SBK, 2015a). Bovendien bevat de Nationale Milieudatabase LCA-data met milieu-impacten van grondstoffen en achterliggende processen die gebaseerd zijn op de Zwitserse databank EcolInvent, maar aangepast werden aan de Nederlandse context (Anink et al., 2015; SBK, 2014).

### Basisprofielen

De basisprofielen uit de Nationale Milieudatabase bevatten per levenscyclusfase milieu-impactinformatie die als basis dient voor de productkaarten (SBK, 2014). Dit levert vijf basisprofielen op, namelijk Productie (A1,A2,A3 (+A5)), Transport van fabriekspoort naar bouwplaats (A4), Emissies gedurende de gebruiksfase (B1), Onderhoud (B2) en Afvalverwerking (C3). Deze komen overeen met verschillende levenscyclusfasen (SBK, 2015a). Na invoer van de milieu-impacten per levenscyclusfase wordt vervolgens een gewogen schaduwprijs bekomen, uitgedrukt in euro (SBK, 2014). Figuur 33 geeft de vijf basisprofielen aan die nodig zijn voor het opstellen van de productkaarten (rood omkaderd).



**Figuur 33: Benodigde basisprofielen voor het opstellen van productkaarten in de NMD (SBK, 2015a)**

Figuur 34 toont hoe de invoer van basisprofielen in de Nationale Milieudatabase tot stand komt. Ten eerste moet een naam toegekend worden aan de profielenset en de individuele basisprofielen. Daarnaast moet zowel de categorie waartoe ze behoren (categorie 1, 2 of 3) en hun eenheid vastgelegd worden. Deze eenheid is later van belang als



het basisprofiel gekoppeld wordt aan een productkaart. Indien gewenst kunnen de basisprofielen ook toegevoegd worden aan de Processendatabank, waardoor ze beschikbaar gesteld worden voor andere LCA-toepassingen zoals SimaPro. Vervolgens worden de veroorzaakte milieueffecten ingevoerd. Deze moet afkomstig zijn van een EPD of LCA-studie die conform de bepalingmethode opgesteld is. Bepaalde kolommen kunnen leeg gelaten worden indien hier geen data voor beschikbaar is. Ten slotte zijn er ook nog milieu-indicatoren die ingegeven moeten worden om het basisprofiel te voltooien. Deze milieu-indicatoren zijn momenteel nog niet geïmplementeerd binnen de MPG-tools maar dit zal in de toekomst wel het geval zijn (SBK, 2015a).

Naam 'profielset'					
NMD-categorie -> selecteer	Categorie 2				
Toepassing -> selecteer	B&U				
<b>Basisprofielen</b>	<b>Productie: A1 A2 A3 (+A5)</b>	<b>Transport: A4</b>	<b>Emissies: B1</b>	<b>Onderhoud: B2</b>	<b>Afvalverwerking: C3 (+C1 C4 D)</b>
Naam basisprofiel					
Eenheid basisprofiel	kg	lkm	kg/jaar	kg	kg
Commentaar (optioneel)					
Ook opnemen in Processendatabank?	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee
Abiotic depletion, non fuel	kg antimon eq				
Abiotic depletion, fuel	kg antimon eq				
Global warming (GWP100)	kg CO2 eq				
Ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq				
Photochemical oxidation	kg ethyleen eq				
Acidification	kg SO2 eq				
Eutrophication	kg PO4 eq				
Human toxicity	kg 1,4-dichloorbenzeen eq				
Fresh water aquatic ecotox	kg 1,4-dichloorbenzeen eq				
Marine aquatic ecotoxicity	kg 1,4-dichloorbenzeen eq				
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-dichloorbenzeen eq				
Total renewable energy	MJ				
Total non renewable energy	MJ				
Total Energy	MJ				
Water, fresh water use	m <sup>3</sup>				
Waste, non hazardous	kg				
Waste, hazardous	kg				

Figuur 34: Invoer van basisprofielen in de Nationale Milieudatabank (SBK, 2015a)

## Productkaarten

Productkaarten daarentegen beschrijven de algemene kenmerken van het product, zoals zijn afmetingen, samenstelling, levensduur, het nodige onderhoud gedurende zijn volledige levenscyclus en de manier waarop het product op het einde van zijn levenscyclus verwerkt kan worden (hergebruiken, recycleren, afvoer naar een stortplaats, ...) (SBK, 2014). Ze worden samengesteld uit productonderdelen die op hun beurt bestaan uit de vijf basisprofielen die hierboven beschreven zijn (SBK, 2015a).

Figuur 35 toont een schermafbeelding van de structuur die gehanteerd wordt voor het invoeren van een productkaart. In het tabblad Product (Prod) worden eerst de algemene gegevens van het product ingevoerd. Vervolgens kan de gebruiker via de tabbladen P01 tot PO10 verschillende Productonderdelen invoeren waaruit het product is samengesteld. Deze productonderdelen kunnen ingedeeld worden in drie types, namelijk productonderdeel

“Product”, “Emissies” en “Onderhoud”. Deze productonderdelen verwijzen naar de gelijknamige kolommen uit Figuur 34. Basisprofielen die ingevoerd werden voor levenscyclusfase “Productie” kunnen hierdoor enkel gekoppeld worden productonderdeel “Product”. Een invoervoorbeeld voor het productonderdeel Product is te zien in Figuur 36, waarbij voor het veld “Code basisprofiel productie” de code voor een specifiek basisprofiel ingevoerd kan worden om deze te koppelen aan het productonderdeel en hierdoor ook aan de productkaart. Bovendien kan de gebruiker via de knop “Selecteer” zoeken naar specifieke basisprofielen. Deze zoekfunctie wordt weergegeven in Figuur 37 (SBK, 2015a).

Figuur 35: Invulformulier van een productkaart voor het invullen van algemene informatie (SBK, 2015a)

Figuur 36: Invulformulier voor het opstellen van een productonderdeel binnen een productkaart (SBK, 2015a)

Selecteer een item door er op te klikken		
Code	Naam	Maat
154	Merbau, planken, duurzame bosbouw	kg
155	Merbau, planken, standaard bosbouw	kg
156	Messing	kg
157	Metselspecie	kg
161	Moffellaag	kg
162	Multiplex, standaard bosbouw	kg

Figuur 37: Zoekfunctie voor basisprofielen (SBK, 2015a)

### 3.1.2 Milieuprestatieberekening Gebouwen (MPG)

Het Nederlands Bouwbesluit 2012 verplicht sinds 1 januari 2013 een MPG-berekening voor alle woningen en kantoren waarvan de totale oppervlakte groter is 100 m<sup>2</sup> (NVTB, 2012). Deze berekening moet voldoen aan de *“Bepalingsmethode Milieuprestatie gebouwen en GWW-werken”*, waarin rekenregels voor het berekenen van de milieu-impact alsook de koppeling met de Nationale Milieudatabase (NMD) vastgelegd worden (Anink et al., 2015; SBK, 2014). Een levenscyclusanalyse ligt aan de basis van deze milieuprestatieberekening, resulterend in een milieuprofiel voor het beschouwde gebouw of bouwwerk. Het milieuprofiel bevat gegevens over de milieu-impacten veroorzaakt door de gekozen materialen over hun volledige levensduur. Om de globale milieu-impact te achterhalen en te kunnen vergelijken met andere bouwwerken wordt vervolgens een weging toegepast om een schaduwkost te bekomen, die uitgedrukt wordt in euro (Aantoonbaar Duurzaam Bouwen, 2016; RVO, 2016b). Deze schaduwkost komt overeen met de kosten die optreden indien we de schade aan het milieu wensen te herstellen of de kosten die we als maatschappij bereid zijn te betalen om een bepaalde milieu-impact te vermijden (zie Tabel 11) (Anink et al., 2015).

	Milieueffectcategorie	Equivalenten eenheid	Weegfactor [€ / kg equivalent]
GRONDSTOFFEN	Uitputting abiotische grondstoffen (exclusief fossiele energiedragers) – ADP	Sb eq	€ 0,16
	Uitputting fossiele energiedragers – ADP	Sb eq	€ 0,16
	Klimaatsverandering – GWP 100 j.	CO <sub>2</sub> eq	€ 0,05
	Aantasting ozonlaag – ODP	CFK-11 eq	€ 30
	Fotochemische oxidantvorming – POCP	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
EMISSIONS	Humane toxiciteit – http	1,4-DCB eq	€ 0,09
	Zoetwater aquatische ecotoxiciteit – FAETP	1,4-DCB eq	€ 0,03
	Mariene aquatische ecotoxiciteit – MAETP	1,4-DCB eq	€ 0,0001
	Terrestrische ecotoxiciteit – TETP	1,4-DCB eq	€ 0,06

Tabel 11: Weegfactoren toegepast in de Bepalingsmethode voor milieueffectcategorieën (Anink et al., 2015)

### 3.1.3 MPG-Tools

Gezien alle MPG-tools gebaseerd zijn op dezelfde bepalingmethode en de gegevens uit de Nationale Milieudatabase, worden gelijkaardige resultaten voor de milieu-impact van een gebouw bekomen. In Nederland zijn er drie MPG-tools voor gebouwen die voldoen aan het bouwbesluit, namelijk de MRPI Freetool, GPR Bouwbesluit en DGBC Materialentool (Anink et al., 2015).

#### MRPI Freetool

De MRPI Freetool is een gratis online tool die ontwikkeld werd door de stichting Milieu Relevante Product Informatie (MRPI) om op een eenvoudige manier de milieu-impact van gebouwen te bepalen volgens een levenscyclusanalyse. Deze is beschikbaar via de website <http://www.mrpi-mpg.nl/Home/Home#>. Bovendien kunnen resultaten eenvoudig bewaard worden en nadien opnieuw geopend worden om de gegevens aan te passen. Hierdoor kunnen verschillende varianten doorgerekend worden, zoals een andere gevel- of vloeropbouw, en onderling vergeleken worden (Anink et al., 2015). In Figuur 38 wordt het startscherm van de MRPI Freetool weergegeven waar algemene informatie over het gebouw ingevuld wordt, zoals de gebruiksfunctie waarbij de gebruiker kan kiezen tussen een

kantoorgebouw of woongebouw. De levensduur van het gebouw wordt automatisch door de tool bepaald op basis van deze gebruiksfunctie (MRPI, 2016).

Figuur 38: Invoer Algemene gegevens over het gebouw in de MRPI Freetool (MRPI, 2016)

Vervolgens kan per bouwdeel de gebruikte hoeveelheid materiaal ingevoerd worden (zie Figuur 39). Elk bouwdeel wordt hiervoor opgesplitst in subcategorieën, waarna de materialen die gebruikt worden aangevinkt kunnen worden en de hoeveelheid ingevoerd kan worden. Bovendien geeft de tool aan of het gekozen materiaal getoetst of ongetoetst is (MRPI, 2016).

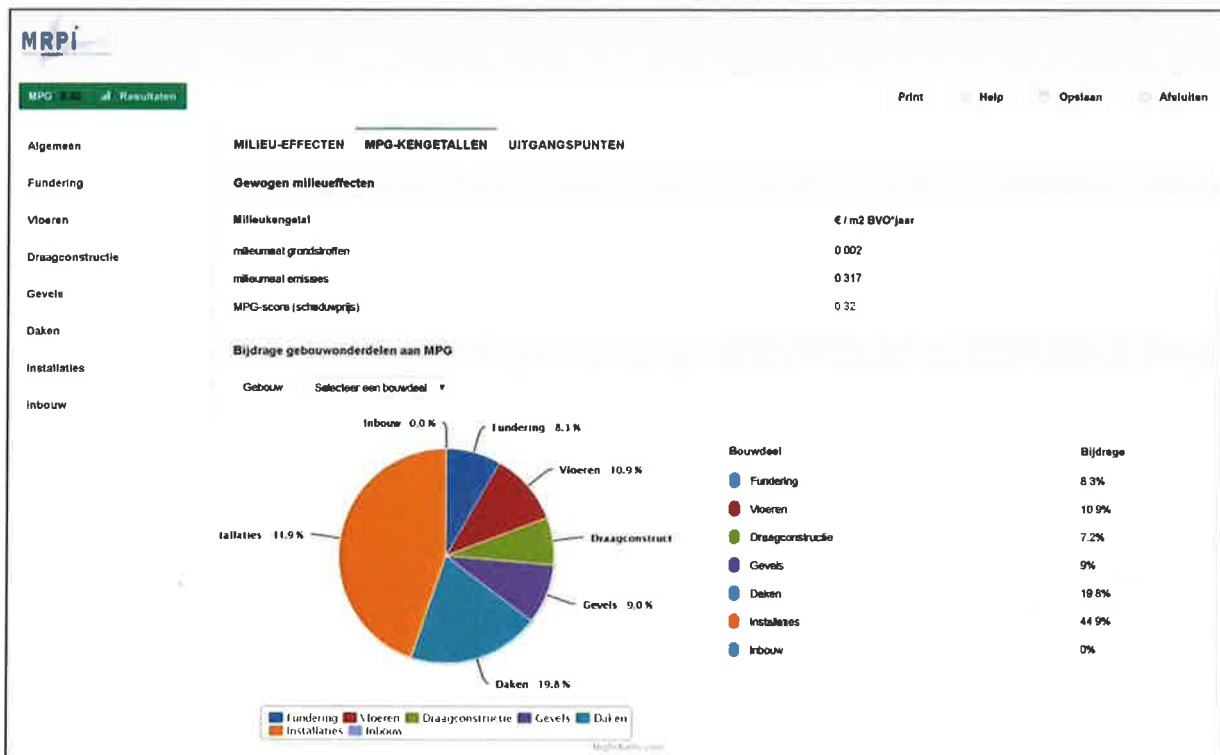
Figuur 39: Invoer hoeveelheid gebruikt materiaal per bouwdeel in de MRPI Freetool (MRPI, 2016)

Wanneer alle gebruikte materialen en installaties in het gebouw ingevoerd zijn, kunnen de milieuresultaten bepaald worden. De MRPI Freetool toont enerzijds de

ongewogen milieu-effecten en milieu-indicatoren die veroorzaakt worden door het bouwwerken (Figuur 40) alsook de **gemonetariseerde** milieu-effecten (Figuur 41) in de vorm van een schaduwprijs. De ongewogen milieu-indicatoren worden dus voorlopig nog niet meegenomen in de gewogen resultaten. De gewogen milieu-effecten worden veroorzaakt door grondstoffen en emissies, die samengeteld worden zodat de geaggregeerde MPG-score of schaduwprijs bekomen wordt, uitgedrukt in €/m<sup>2</sup> BVO\*jaar. Bovendien kunnen er grafieken geraadpleegd worden waarin het aandeel van elk bouwdeel op het totale milieueffect afgeleid kan worden, alsook het aandeel van elk bouw materiaal binnen een bouwdeel (MRPI, 2016).

	Ehd / m <sup>2</sup> BVO*jaar	Eenheid
<b>Milieueffecten voor Bouwbesluit</b>		
Uitputting abiotische grondstoffen (excl. fossiel)	5.17E-005	kg Sb eq
Uitputting fossiele energiedragers	1.46E-002	kg Sb eq
Klimaatverandering (100 jaar)	2.23E+000	kg CO <sub>2</sub> eq
<b>Milieueffect</b>		
Uitputting abiotische grondstoffen (excl. fossiel)	5.17E-005	kg Sb eq
Uitputting fossiele energiedragers	1.46E-002	kg Sb eq
Klimaatverandering (100 jaar)	2.23E+000	kg CO <sub>2</sub> eq
Ozonsaamstelling	1.77E-007	kg CFK-11 eq
Fotochemische oxidantvorming (smog)	1.05E-003	kg C2H2 eq
Verzuring	1.11E-002	kg SO <sub>2</sub> eq
Vernesting	2.11E-003	kg PO <sub>4</sub> eq
Humane toxiciteit	1.36E+000	kg 1,4-DCB eq
Zoetwater aquatische ecotoxiciteit	2.85E-002	kg 1,4-DCB eq
Maritieme aquatische ecotoxiciteit	1.48E+002	kg 1,4-DCB eq
Terrestische aquatische ecotoxiciteit	1.85E-002	kg 1,4-DCB eq
<b>Indicatoren</b>		
Indicator	Ehd / m <sup>2</sup> BVO*jaar	Eenheid
Totaal vernieuwbare energie	8.66791835098918	MJ
Totaal niet-vernieuwbare energie	32.8806510492805	MJ
Energie	40.1204782655212	MJ
Waterverbruik	6.3187122087842	m <sup>3</sup>

Figuur 40: Totaalhoeveelheid ongewogen milieueffecten en milieu-indicatoren veroorzaakt door het gebouw in de MRPI Freetool (MRPI, 2016)

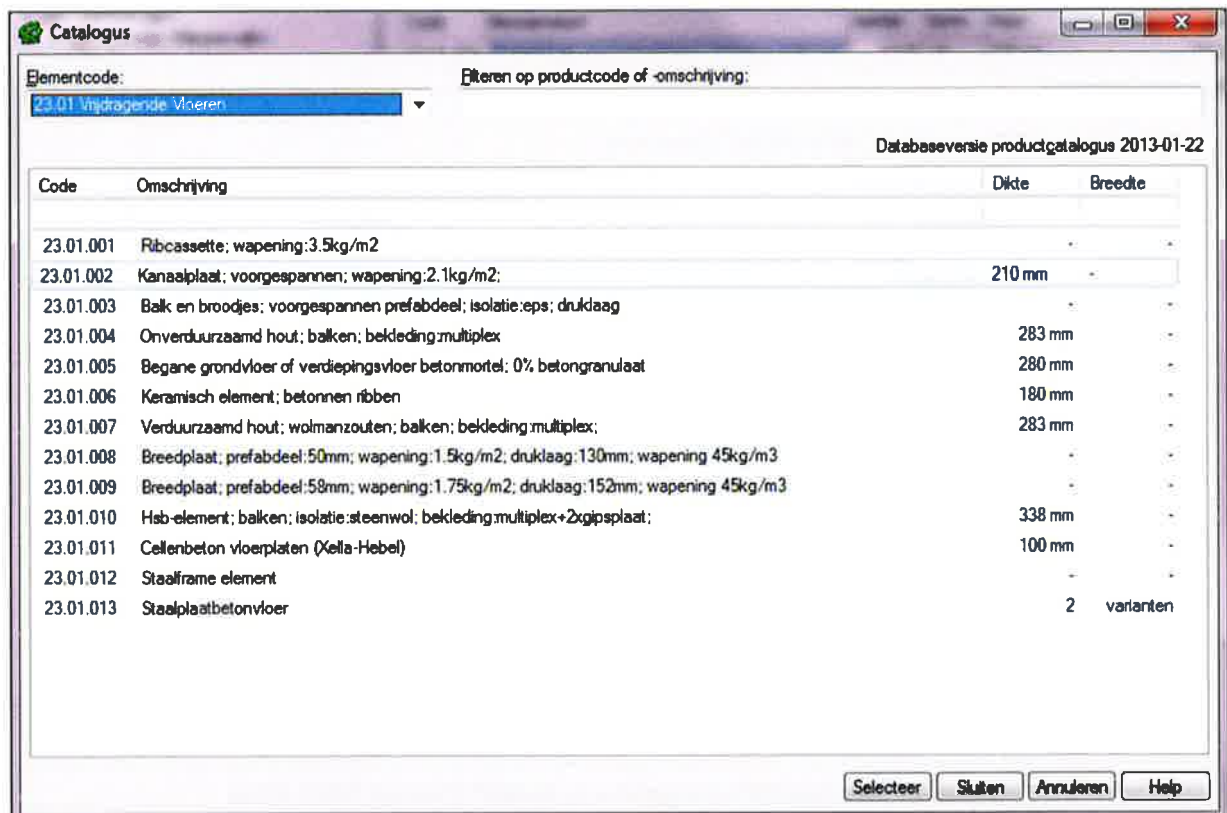


Figuur 41: Resultaat MPG-Kengetallen in de MRPI Freetool (MRPI, 2016)

## DGBC Materialentool

De DGBC Materialentool, een verderzetting van Greencalc+, berekent de milieu-impact van bouwmaterialen op wijk- of gebouwniveau en is na registratie gratis te downloaden via de website <https://www.dgbc.nl/eform/submit/downloadformulier-materialentool>. De invoer is uitgebreider dan bij de MRPI Freetool, maar biedt daardoor nauwkeurigere resultaten. Het uiteindelijke resultaat is een MPG-score (schaduwkost), uitgedrukt in euro per m<sup>2</sup> BVO per jaar (Anink et al., 2015).

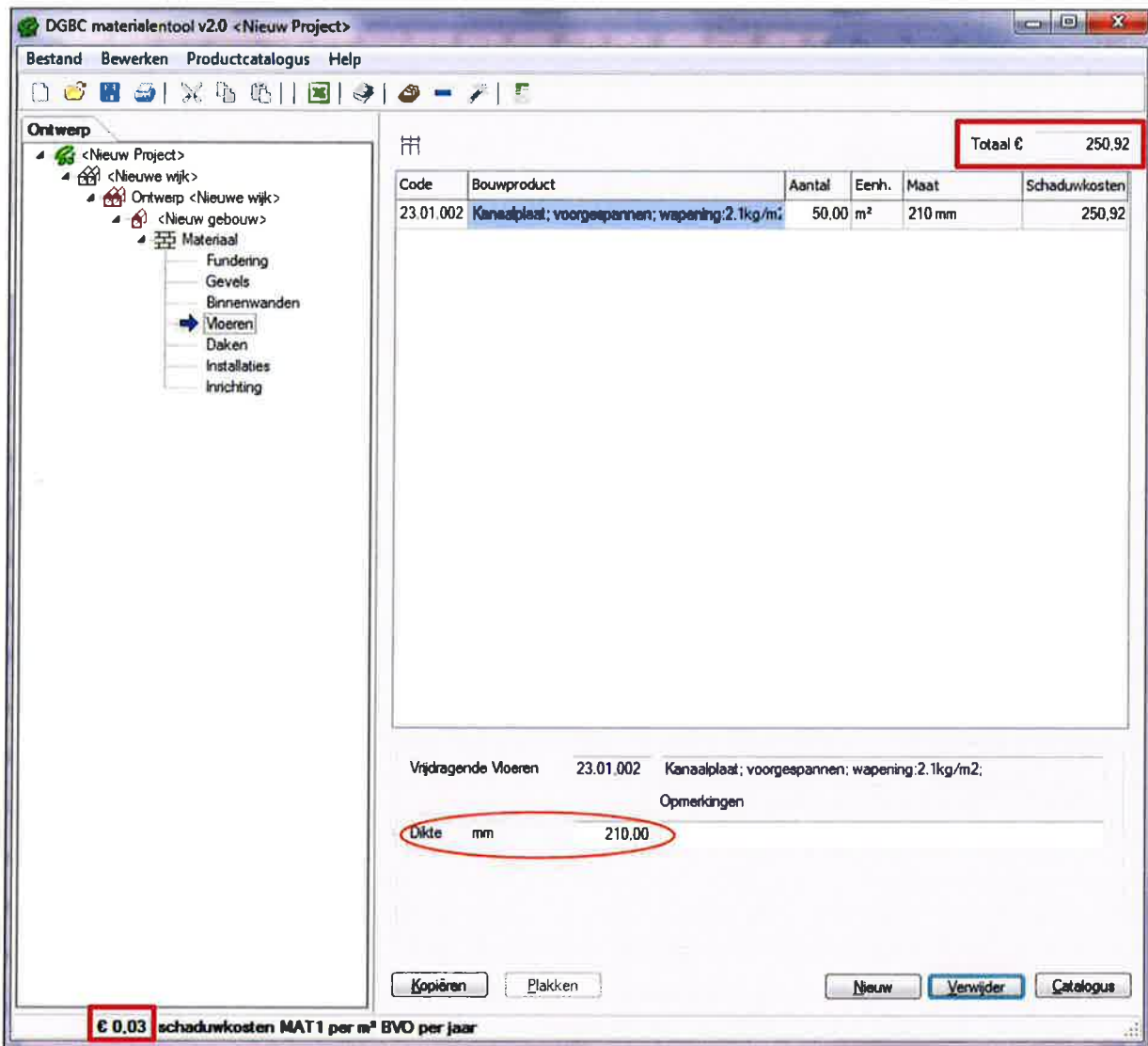
De tool is opgesteld volgens een boomstructuur, met als hoogste tak het wijkniveau. Binnen dit wijkniveau kunnen verschillende gebouwen toegevoegd worden die opgebouwd zijn uit gebouwonderdelen, zoals fundering, gevels, installaties, enzovoort. De invoer kan zowel handmatig gebeuren als via een wizard. Op gebouwniveau is de invoer van een aantal basisgegevens nodig, zoals de naam van het gebouw, het BVO, de levensduur en het gebouwtype. Vervolgens worden er verschillende materialen toegekend aan elk gebouwonderdeel. Deze kunnen handmatig ingevoerd worden of via een catalogus met zoekfunctie (zie Figuur 42) (DGBC, 2013a).



Figuur 42: Voorbeeldweergave materialencatalogus in de DGBC Materialentool (DGBC, 2013a)

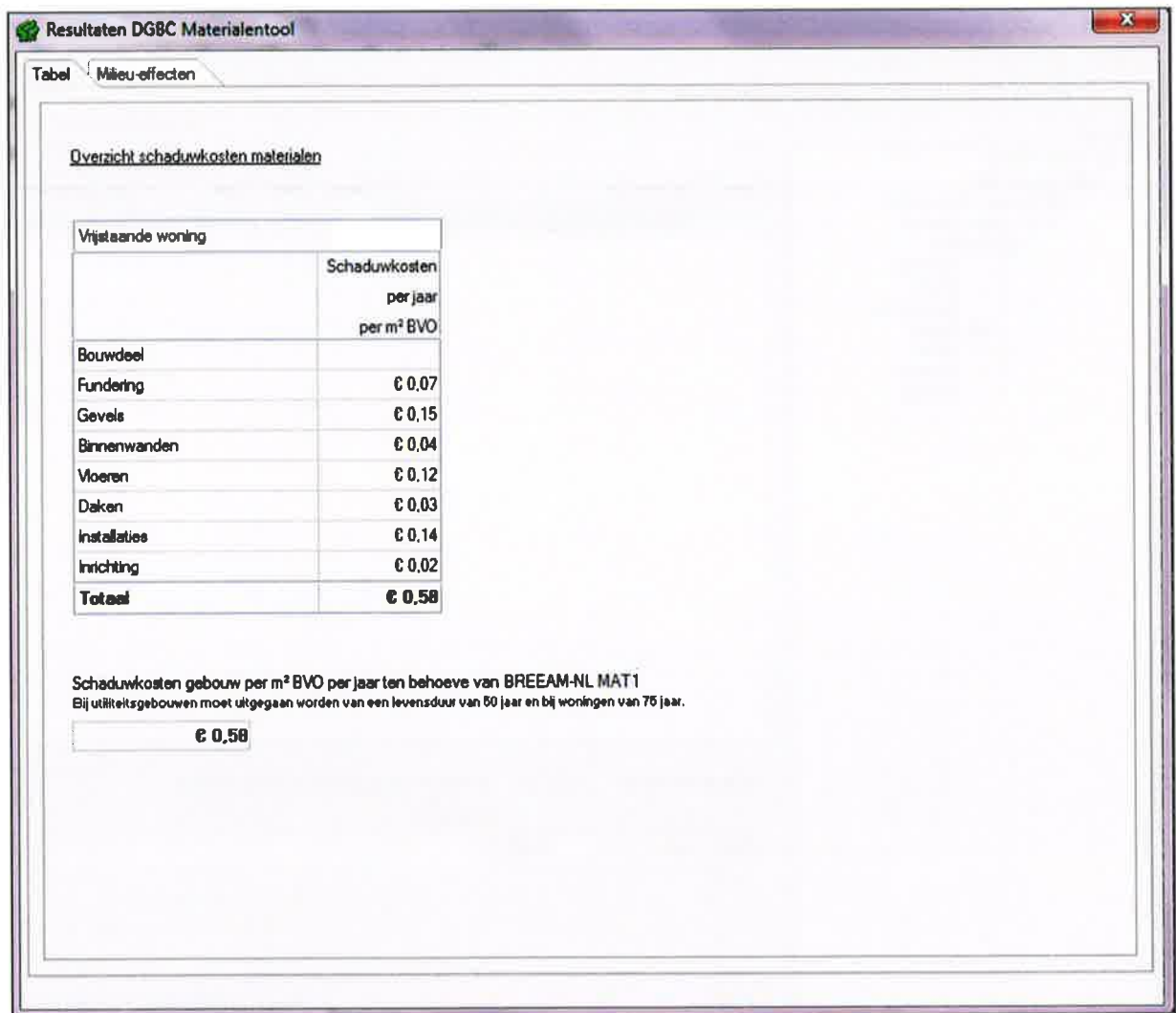
Nadat een materiaal ingevoerd werd in het gebouwelement verkrijgen we ten eerste een totale schaduwkost in euro voor dit gebouwonderdeel, zoals te zien is op Figuur 43. Daarnaast wordt ook de schaduwkost per m<sup>2</sup> BVO per jaar weergegeven onderaan het scherm voor het geselecteerde gebouwonderdeel in de boomstructuur. Indien er een gebouw geselecteerd wordt in de boomstructuur, dan zal de schaduwkost van het geselecteerde gebouw getoond worden in plaats van een gebouwonderdeel. Op elke rij is bovendien de totale schaduwkost van het materiaal zichtbaar alsook de dikte van materiaal, die aangepast kan worden zodat deze in overeenstemming is met het bouwproject. (DGBC, 2013a).





Figuur 43: Invoer van materialen per gebouwonderdeel in de DGBC Materialentool (DGBC, 2013a)

Indien alle wijken, gebouwen en gebouwonderdelen volledig ingevoerd zijn, kunnen gedetailleerde resultaten weergegeven worden via "Bestand – Resultaten MAT1 BREEAM". De resultaten worden uitgedrukt in schaduwkosten per m<sup>2</sup> BVO per jaar en zijn zowel beschikbaar voor het volledige gebouw als voor de afzonderlijke gebouwonderdelen, zoals zichtbaar is op Figuur 44. Daarnaast kan bij het exporteren van de resultaten ook de ingegeven data geëxporteerd worden, alsook een taartdiagram waarop de grootte van de veroorzaakte milieu-impact voor elk gebouwonderdeel binnen een gebouw zichtbaar is (DGBC, 2013a).



Figuur 44: Resultaten Schaduwkost per gebouwonderdeel in de DGBC Materialentool (DGBC, 2013a)

### GPR Bouwbesluit

GPR Bouwbesluit is een tool die ontwikkeld werd om de milieu-impact van materialen te berekenen en maakt deel uit van GPR Gebouw, een holistische duurzaamheidstool die meerdere aspecten van duurzaamheid in rekening neemt. Via de website <http://www.gprsoftware.nl/bestellen/> kunnen gebruikers een betalende licentie voor GPR Bouwbesluit alsook GPR Gebouw bestellen. Voor het bekomen van een bouwaanvraag volstaat een berekening door middel van GPR Bouwbesluit. GPR Gebouw daarentegen brengt naast materiaalgebruik ook nog andere duurzaamheidsaspecten in rekening, zoals energie, milieu, gezondheid, gebruikskwaliteit en toekomstwaarde. Beiden kunnen op meerdere momenten van het ontwerpproces gebruikt worden, zowel voor een snelle bepaling van de duurzaamheid als een gedetailleerde berekening conform het bouwbesluit (Anink et al., 2015).

Gelijkaardig aan de MRPI Freetool en DGBC Materialentool worden er binnen GPR Bouwbesluit eerst algemene gegevens over het gebouw ingevuld, zoals te zien is op Figuur 45 (W/E adviseurs, 2013).

**Gebouwenkenmerken**

**Gebruiksfuncties**

Gebruiksfunctie\*

Levensduur\*  jaar

Type\*

Baseren op

Bvo\*  m<sup>2</sup>

GO\*  m<sup>2</sup>

**Figuur 45: Invoer Gebouwenkenmerken in GPR Bouwbesluit (W/E adviseurs, 2013)**

De gebouwen worden vervolgens onderverdeeld in bouwdelen, zoals vloeren, daken, gevels, enzovoort en per bouwdeel nog verder onderverdeeld in hoofdelementen. Binnen bouwdeel vloeren werd in Figuur 46 bijvoorbeeld hoofdelement "Vloeren, begane grond" geselecteerd, waarna materialen en hoeveelheden toegevoegd kunnen worden aan dit element (W/E adviseurs, 2013).

**VLOEREN, BEGANE GROND**

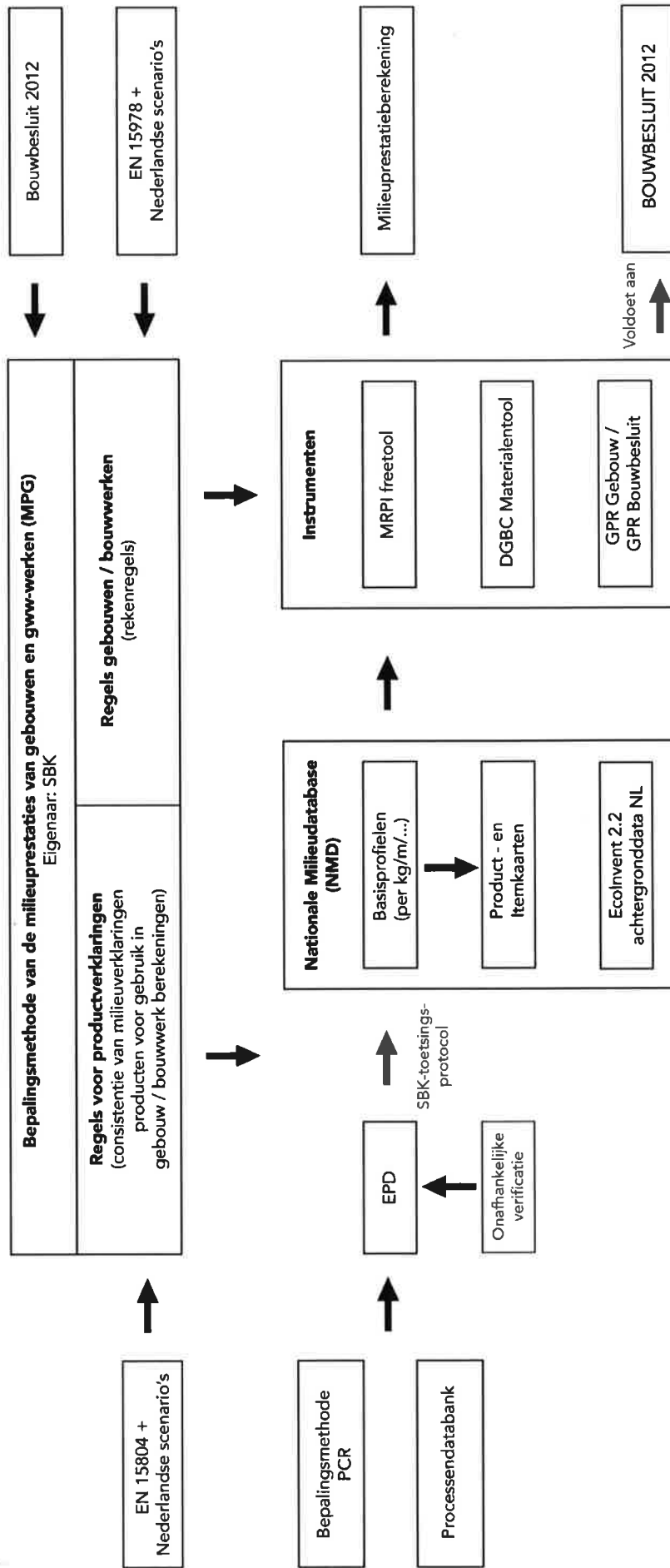
Elementen bewerken Alles uitklappen +

**Vloeren (1)**

Product	Schaduwprijs	Aantal	Dimensie 1	Dimensie 2
<input type="checkbox"/> Onverduurzaamd hout; balken; b...	2.27			
<input type="checkbox"/> Cellenbeton vloerplaten (Xella-H...	2.39			
<input checked="" type="checkbox"/> Hsb-element; balken; isolatie; st...	2.87	<input type="text" value="60"/> m2	<input type="text" value="338"/>	<input type="button" value="Toelichting"/>

**Figuur 46: Toevoegen van Materialen aan gebouwelementen in GPR Bouwbesluit (W/E adviseurs, 2013)**

De resultaten worden ten slotte getoond als een MPG-score, de schaduwprijs die het gebouw per m<sup>2</sup> BVO per jaar veroorzaakt. Bovendien kunnen grafieken gegenereerd worden waarop enerzijds de onderlinge verhouding van de milieueffecten van de afzonderlijke bouwdelen af te leiden is ten opzichte van het volledige gebouw, en anderzijds de verhouding van de milieueffecten van de afzonderlijke hoofdelementen binnen een bepaald bouwdeel (W/E adviseurs, 2013).



Figuur 47: Verband Bepalingsmethode Milieuprestatie van Gebouwen, Nationale Milieudatabase en MPG-tools. Eigen figuur op basis van externe bronnen (Anink et al., 2015; SBK, 2014)

## 3.2 België

### 3.2.1 Bepalingsmethode Milieu-gerelateerde Materiaalprestatie van Gebouw(element)en

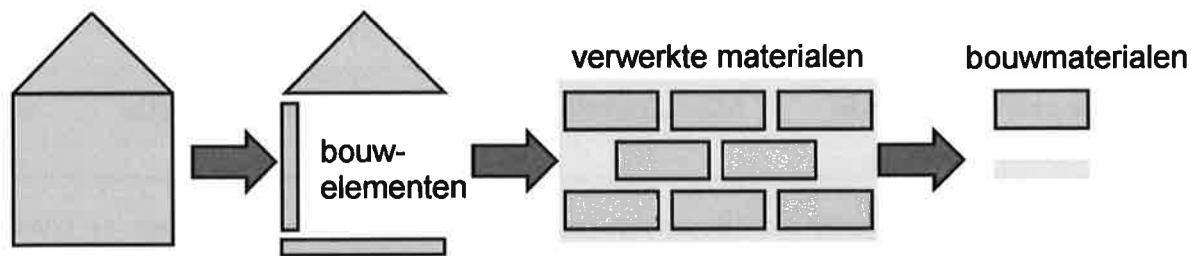
Gelijkaardig aan de Nederlandse “Bepalingsmethode Milieuprestatie gebouwen en GWW-werken” werd in België de bepalingmethode “Milieu-gerelateerde Materiaalprestaties van Gebouw(element)en” (MMG) ontwikkeld door de OVAM (Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij). Beide bepalingmethodes zijn gebaseerd op een volledige levenscyclusanalyse (cradle-to-grave). Voor de ontwikkeling van de Belgische bepalingmethode werd een expert-rekenmodel en een databank van bouwelementen ontwikkeld, maar in de toekomst zal er ook een MMG-evaluatietool op gebouwniveau beschikbaar zijn die momenteel ontwikkeld wordt door de OVAM (Vlaams gewest), BIM (Brussels Instituut voor Milieubeheer) en SPW (Service Public de Wallonie) (Rossi & Servaes, 2016; Servaes et al., 2013).

#### Beschouwde milieu-indicatoren

Conform de Europese normen CEN TC 350, bestaande uit EN 15804, EN15978, EN 15643-2 en TR 15941, werden verschillende milieu-indicatoren opgenomen in de bepalingmethode, genaamd “CEN indicatoren”. Daarnaast werden bijkomende milieu-indicatoren opgenomen die kaderen binnen Vlaamse en Belgische milieubeleidsthema’s, de zogenaamde “CEN+ indicatoren”. Alle indicatoren worden vermenigvuldigd met een karakteriseringswaarde zodat er per milieu-indicator een milieukost bepaald kan worden. Dit wordt monetarisatie genoemd. Net zoals bij de Nederlandse MPG-tools is deze milieukost een prijs die betaald moet worden om milieuschade te voorkomen (preventiekosten) of te herstellen (schadekosten) (Debacker et al., 2012; Servaes et al., 2013).

#### Analyseniveaus

Het expert-rekenmodel, dat deel uitmaakt van de bouwmaterialenmethodiek, kan de milieuprestatie bepalen op vier analyseniveaus, namelijk op gebouwniveau, elementniveau, op niveau van het verwerkte materiaal en op niveau van de individuele bouwmaterialen (zie Figuur 48). Deze zijn hiërarchisch opgebouwd zodat de hogere niveaus steeds bestaan uit elementen van het onderliggende niveau (Servaes et al., 2013).



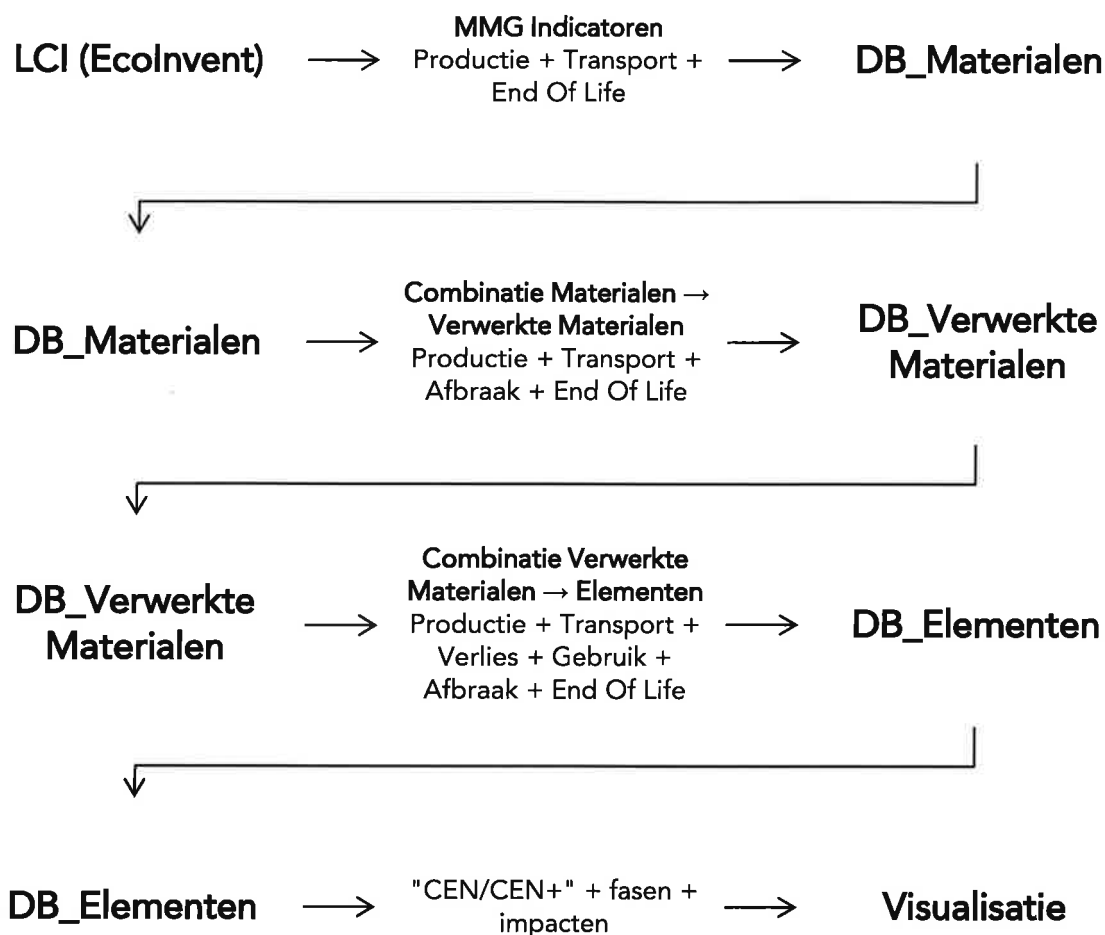
**Figuur 48: Opbouw van het expert-rekenmodel volgens de vier analyseniveaus (Servaes et al., 2013)**

De individuele bouwmaterialen bevinden zich op het laagste niveau en worden samengesteld tot verwerkte materialen. Voorbeelden van bouwmaterialen zijn gipskartonplaten ( $m^2$ ), schroeven (stuk) en gezaagd zachthout ( $m^3$ ) die samengesteld kunnen worden tot een verwerkt materiaal, namelijk een  $m^2$  geschroefde gipskartonplaten. De verwerkte materialen kunnen vervolgens toegepast worden in bouwelementen, die een specifieke functie vervullen, zoals vloeren, buitenwanden, binnenwanden, plafonds en daken. Indien we bijvoorbeeld een buitenwand beschouwen als bouwelement, bestaat deze uit de volgende verwerkte materialen: buitenspouwblad, isolatielaag, binnenspouwblad en een afwerkingslaag, zoals de geschroefde gipskartonplaten of een pleisterlaag. Ten slotte worden de verschillende bouwelementen samengesteld tot een gebouw, zoals een rijwoning, appartementsgebouw, schoolgebouw, kantoor, enzovoort (Debacker et al., 2012).

### 3.2.2 Databank Milieuprofiel van Gebouwelementen

De achterliggende databank bevat betrouwbare LCI-data die gebaseerd is op de Zwitserse databank EcolInvent, maar aangepast werd aan de Vlaamse en Belgische context (Servaes et al., 2013). Een voorbeeld hiervan is beton die volgens de EcolInvent-databank vervaardigd wordt uit CEM I cement, maar waarvoor binnen de Belgische context standaard CEM III A cement gebruikt wordt (Debacker et al., 2012). De milieu-impacten worden per levenscyclusfase bewaard in de databank. Voor de meeste materialen worden alle levenscyclusfasen beschouwd, maar in producent- of sectorspecifieke gevallen kan het voorkomen dat een product of element enkel 'cradle-to-gate' of 'cradle-to grave' LCI data bevat in plaats van volledige 'cradle-to-cradle' LCI data (Servaes et al., 2013).

Er zijn drie hoofddatabanken, namelijk de "Databank Materialen", "Databank Verwerkte Materialen" en "Databank Elementen" (zie Figuur 49) (Debacker et al., 2012). De hiërarchie van deze databanken maakt het enerzijds mogelijk om verschillende varianten te genereren en anderzijds kan de software hierdoor in de toekomst eenvoudig uitgebreid worden tot op gebouw- of wijkniveau (Servaes et al., 2013).



Figuur 49: Structuur Databank Milieuprofiel van Gebouwelementen (Debacker et al., 2012).

## Databank Materialen

Databank "Materialen" bevat de milieu-impacten van materialen en processen gedurende hun volledige levensduur, gaande van productie, transport en constructie tot het levenseinde en vormt de basis voor databank "Verwerkte Materialen". De databank "Monetarisatie" en basisdatabanken "Energie", "Transport" en "End Of Life (EOL)" zijn gekoppeld aan hoofddatabank "Materialen". Elk materiaal veroorzaakt namelijk een milieukost, behoort tot een bepaalde energie-, transport- en afvalcategorie, en bezit een End Of Life-scenario (Debacker et al., 2012).

De databank "Monetarisatie" bevat monetarisatiefactoren die de verschillende milieu-impactindicatoren omzetten naar milieukosten. Daarnaast zijn er nog drie basisdatabanken. De databank "Energie" bevat energiedragers, zoals natuurlijk gas, en hun overeenkomstige milieu-impact per milieu-indicator, wat *gekaracteriseerde* waarden genoemd wordt. Het expert-rekenmodel zet deze vervolgens om naar *gemonetariseerde* resultaten door middel van de monetarisatiefactoren uit databank "Monetarisatie", en

berekent ten slotte de totale milieukost veroorzaakt door enerzijds de CEN Indicatoren en anderzijds de CEN+ Indicatoren, ook wel *geaggregeerde* resultaten genoemd. Bovendien wordt ook de totale milieukost berekend door de milieukosten van de CEN en CEN+ Indicatoren op te tellen. De databank "Transport" daarentegen bevat milieu-impacten die veroorzaakt worden door enerzijds het transport van de fabriek naar de werf en anderzijds van de werf naar de geschikte End Of Life-verwerkingssites. De milieu-impact die hierdoor veroorzaakt wordt is sterk afhankelijk van de hoeveelheid materiaal (bv. per ton), de transportafstanden (bv. per km) en de transportwijze (bv. per tonkm). De bekomen impacten worden vervolgens, net zoals bij databank "Energie", omgezet in gekarakteriseerde, gemonetariseerde en geaggregeerde resultaten. Ten slotte ondergaan materialen op het einde van hun levenscyclus een End Of Life-behandeling, zoals afbraak, sortering, hergebruik, recyclage, verbranding en storten. Deze zijn opgenomen in databank "EOL" en veroorzaken een bepaalde milieu-impact, die ook weergegeven kan worden in de vorm van gekarakteriseerde resultaten, gemonetariseerde resultaten en geaggregeerde resultaten (Debacker et al., 2012).

Verschillende transport- en EOL-scenario's zijn mogelijk, die afhankelijk zijn van respectievelijk materiaal- en afvalcategorieën. De databank "Initieel Transport" enerzijds bevat scenario's voor het transport van de fabriek tot aan de werf. Deze scenario's kunnen uit meerdere transportmethoden bestaan en zijn afhankelijk van het gebruikte traject. Het aandeel van elke transportmethode of transportmiddel in dit traject wordt verrekend in deze scenario's, waardoor een representatieve milieu-impact per materiaalcategorie bepaald kan worden in de vorm van gekarakteriseerde, gemonetariseerde en geaggregeerde resultaten. Databank "EOL Transport en behandeling" anderzijds bevat verschillende afvalcategorieën waarvan de milieu-impact voor zowel het transport van de werf naar de EOL-verwerkingssite als de EOL-verwerking bepaald wordt. De scenario's zijn verschillend voor elke afvalcategorie, aangezien er verschillende transport- en afvalverwerkingsmethodes gehanteerd worden per afvalcategorie. (Debacker et al., 2012).

### **Databank Verwerkte Materialen**

Op niveau van de verwerkte materialen kunnen we twee databanken onderscheiden, namelijk hoofddatabank "Verwerkte Materialen" en databank "Schoonmaak en Onderhoud". De databank "Verwerkte Materialen" wordt beschouwd per gebouwelement aangezien verwerkte materialen, naargelang het gebouwelement waar ze in voorkomen, over een andere functie kunnen beschikken. Bovendien worden de aanwezige individuele materialen per verwerkt materiaal opgelijst, inclusief de gebruikte hoeveelheid per functionele eenheid verwerkt materiaal. Daarnaast wordt ook databank "Schoonmaak en



Onderhoud" gekoppeld aan de verwerkte materialen. Deze materialen kunnen namelijk het nodige onderhoud vergen, afhankelijk van hun toepassing. Om dit onderhoud in rekening te brengen worden schoonmaak- en onderhoudsscenario's voorzien die met een bepaalde frequentie uitgevoerd moeten worden. Bij deze scenario's worden ook specifieke materialen in rekening gebracht die nodig zijn voor dit onderhoud, zoals water en verf. De milieu-impacten van deze scenario's worden vervolgens vermenigvuldigd met het aantal vereiste schoonmaak- en onderhoudsbeurten per jaar om de totale milieu-impact door schoonmaak en onderhoud te bepalen (Debacker et al., 2012).

### **Databank Elementen**

De databank "Elementen" is samengesteld op basis van verwerkte materialen uit databank "Verwerkte Materialen", maar wordt voorzien van bijkomende parameters zoals productie, initieel transport, schoonmaak, klein en groot onderhoud, afbraak, transport naar EOL en EOL-behandeling. Daarnaast wordt ook de frequentie van onderhoud en vervanging bepaald voor een specifieke element. Het spreekt voor zich dat deze parameters afhankelijk zijn van het element waarop ze van toepassing zijn. Ten slotte speelt ook het verliespercentage van materiaal tijdens de bouwfase of EOL-fase een belangrijke rol bij het bepalen van de milieu-impact. Tijdens de constructie bijvoorbeeld zal namelijk meer materiaal of transport nodig zijn dan wat er werkelijk gebouwd wordt, door verlies, diefstal of schade (Debacker et al., 2012).

### **3.2.3 Ontwikkeling van de MMG tool**

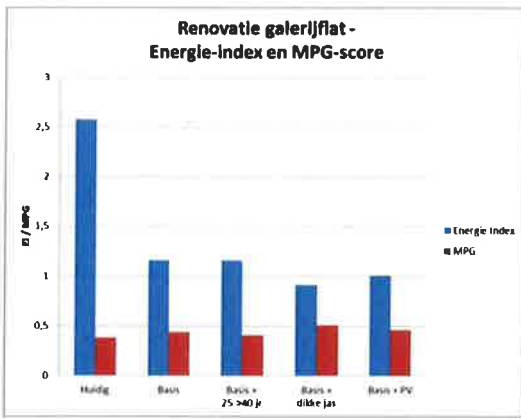
Het expert-rekenmodel vormt het vertrekpunt voor een gebruiksvriendelijke MMG-tool die in de toekomst uitgebracht zal worden door OVAM, de Vlaamse Overheid, SPW, BIM om architecten, bouwheren en producenten te helpen een duurzame materiaalkeuze te maken (OVAM, 2016). Daarnaast werken ook het VITO, KUL en het WTCB mee aan de ontwikkeling van deze tool (Debacker et al., 2012). De MMG-tool zal verder uitgebreid en verfijnd worden ten opzichte van het huidige expert-rekenmodel, zodat berekeningen op gebouw- en wijkniveau ook mogelijk worden. Daarnaast zal ook renovatie, waarbij bepaalde bestaande materialen behouden worden, in rekening gebracht worden (OVAM, 2016).

Ook de achterliggende databank zal in de toekomst wijzigen. Momenteel zijn de meeste bouwmaterialen en processen gebaseerd op LCI data uit de EcoInvent databank, maar in de toekomst moet het mogelijk zijn een Belgische EPD-databank aan te leggen, waar producenten de mogelijkheid hebben hun eigen producten toe te voegen en waardoor het aantal materialen in de databank fors kan toenemen (OVAM, 2016).

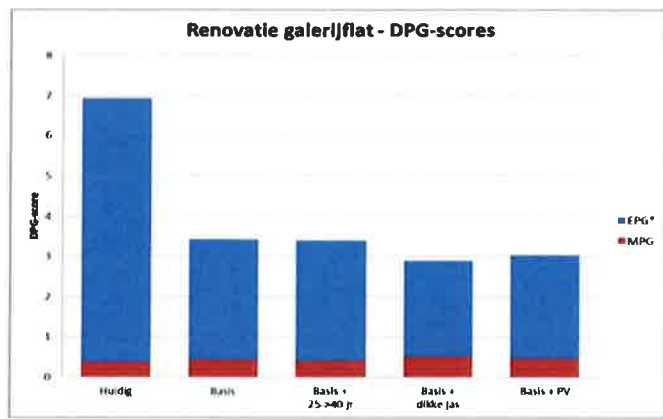
### 3.3 Vergelijking Nederland en België

Ten opzichte van Nederland had België het voordeel dat de ontwikkeling van de Belgische MMG-methodiek en -tool veel later plaatsvond dan de Nederlandse MPG-tools, waardoor de ontwikkelingen in België meteen conform waren met de Europese standaarden. In Nederland daarentegen waren er al tools en databanken op de markt en werd de bepalingsmethode en de Nationale Milieudatabase ontwikkeld om al deze data en rekenmethodes te harmoniseren, zodat voldaan werd aan deze Europese normen. Bestaande toepassingen zoals Greencalc<sup>+</sup> voldeden namelijk niet meer aan deze normen, waardoor herontwikkelingen en nieuwe toepassingen noodzakelijk waren.

Bovendien groeit bij Nederlandse architecten de vraag naar een koppeling tussen de energieprestatie van een gebouw (EPG) enerzijds en de materiaalprestatie anderzijds (Figuur 50). De DPG (Duurzaamheidsprestatie Gebouwen) indicator zou een antwoord kunnen bieden op deze vraag, waarbij de duurzaamheid van een gebouw beoordeeld wordt op een combinatie van beide prestaties. De indicator werd ontwikkeld voor de Nederlandse context door W/E adviseurs en TKI-KIES en is gebaseerd op de bestaande EPG- en MPG-berekeningen. Door de milieu-impacten te bepalen die veroorzaakt worden door enerzijds energieverbruik en anderzijds materiaalgebruik, kan een DPG-score vastgelegd worden. Hierdoor kan een optimaal ontwerpscenario gekozen worden op vlak van milieu-impact zoals te zien is in Figuur 51 en waarbij zowel energie- als materiaalgebruik in rekening wordt genomen. In Nederland zal DPG binnenkort geïntegreerd worden binnen GPR Gebouw om aan de vraag van architecten te beantwoorden (Quelle, 2016).



Figuur 50: EPG- en MPG-scores (Quelle, 2016)



Figuur 51: DPG-scores (Quelle, 2016)



## 4 Toepassing van de MPG Tool in Nederland

Om het effect van een milieu-impactbeoordelingstool en verplichte milieu-impactberekening op het ontwerpgedrag van architecten te bepalen, wordt er gekeken naar de Nederlandse context, waar een MPG-berekening al verplicht is sinds 1 januari 2013. Voorlopig is deze verplichting beperkt tot nieuwbouw woongebouwen en kantoorgebouwen met een vloeroppervlak groter dan 100 m<sup>2</sup> en is er voorlopig ook nog geen grenswaarde vooropgesteld waaraan men moet voldoen (deze grenswaarde zal in werking treden op 1 januari 2018) (Fraanje, 2017).

Dit gebeurt door middel van elektronische enquêtes die afgenomen worden bij architecten die actief zijn in de Nederlandse woningbouwsector (zie Bijlage 1: Enquête). Om zoveel mogelijk Nederlandse architecten te bereiken, werd er gebruik gemaakt van Google Maps om architecten in Nederland te zoeken. Hier is vaak een link naar de websites van architectenbureaus beschikbaar, waarop hun contactgegevens te vinden zijn. Vervolgens werden de architecten gecontacteerd via het contactformulier op hun website of via e-mail waarin een link naar de enquête toegevoegd werd. In totaal werden 569 bureaus aangeschreven, waarvan 60 personen de enquête ingevuld hebben (respons van 10,5%).

Daarnaast werd er in 2014 aan de Universiteit Hasselt een gelijkaardig onderzoek gevoerd bij Vlaamse architecten (Meex, Knapen, Nuyts, & Verbeeck, 2016). Hierdoor zullen de resultaten van de Nederlandse architecten op regelmatige basis teruggekoppeld worden naar de resultaten van het onderzoek bij Vlaamse architecten.

### 4.1 Opzet enquête

De enquête is opgebouwd uit vier thema's, namelijk "Algemene Gegevens", "Duurzaamheid", "Duurzaam materiaalgebruik" en "Duurzaamheidstools". In totaal werden 42 vragen voorzien in de enquête, waarvan vijf algemene vragen, vier vragen in verband met duurzaamheid, tien vragen over duurzaam materiaalgebruik, twintig vragen over duurzaamheidstools en drie afsluitende vragen. De vragen zijn terug te vinden in Bijlage 1: Enquête.

In het eerste deel worden algemene gegevens over de architect en het architectenbureau bevestigd, zoals de samenstelling van het bureau en eventuele samenwerkingen met specialisten zoals installatiedeskundigen, EPC-verslaggevers (België: EPB-verslaggever), aannemers en projectontwikkelaars. Vervolgens wordt in de vragenreeks omtrent duurzaamheid en duurzaam materiaalgebruik onderzocht hoe architecten tegenover duurzaamheid en de verplichte milieuprestatieberekening staan. Op basis van deze

vragenreeksen kan ook inzicht verworven worden in de rol die de milieu-impact van materialen speelt tijdens het ontwerpproces van de architect. Zo wordt onder meer bevraagd hoe architecten duurzaamheid en duurzaam materiaalgebruik in hun ontwerpen integreren en op basis van welke criteria zij bepaalde (duurzame) materiaalkeuzes maken. Ten slotte wordt in de vragenreeks omtrent duurzaamheidstools achterhaald welke LCA-gebaseerde milieuprestatiebeoordelingstools architecten gebruiken om de milieu-impact van hun ontwerp te beoordelen (bijvoorbeeld: gebruiken zij de beschikbare MPG tools?) en tijdens welke fase(n) van het ontwerpproces zij deze tools dan gebruiken. Verder wordt gekeken of zij voordelen halen uit het gebruik van deze tools en of zij nog andere tools kennen dan degenen die in deze enquête aan hen werden voorgelegd.

Om de enquête te testen werd een pilootstudie uitgevoerd. Hierbij werd een proefenquête ingevuld door 6 medestudenten, waardoor de geschatte tijdsbesteding en de duidelijkheid van de vragen gecontroleerd kon worden en eventuele fouten opgespoord konden worden.

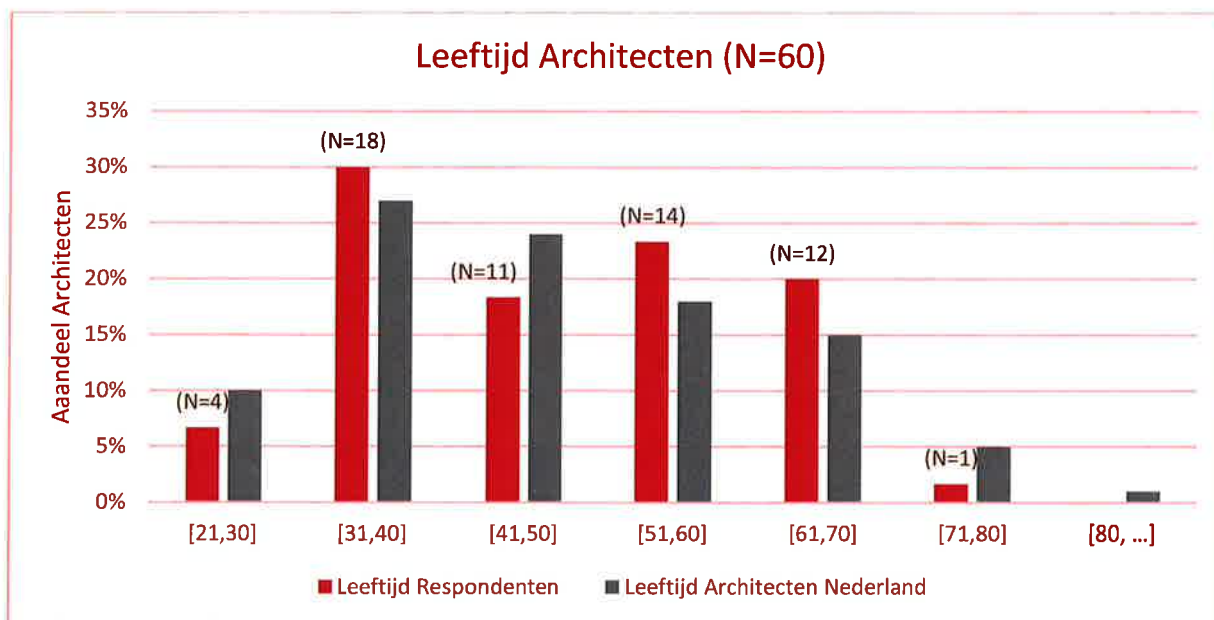
## 4.2 Verwerking Enquêtes

### 4.2.1 Algemene gegevens respondenten

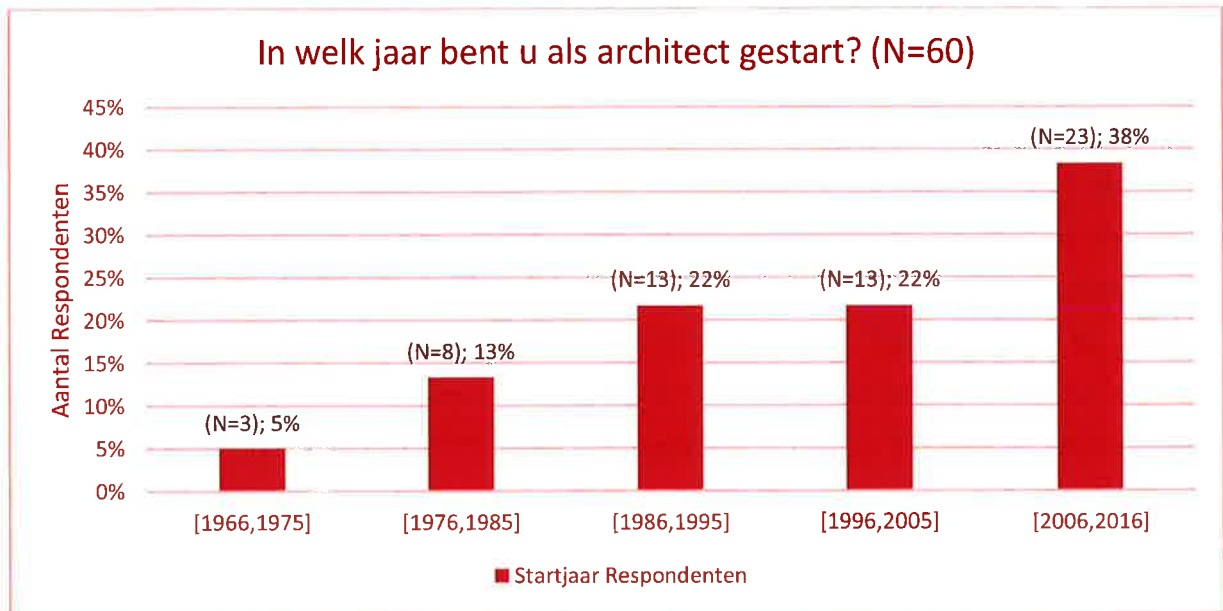
Om de representativiteit van de steekproef (N=60) te toetsen binnen de Nederlandse bouwcontext, worden de gegevens van deze respondenten vergeleken met de gegevens van de Nederlandse architecten die ingeschreven zijn in het Nederlandse Architectenregister (Bureau Architectenregister, 2016). Het Bureau Architectenregister (BA), dat instaat voor beheer van het register, is de Nederlandse instantie voor wat in België de Orde van Architecten genoemd wordt. Op 31 december 2016 waren er in Nederland 10668 architecten ingeschreven. Extra gegevens over de Nederlandse architectenpopulatie in 2016 zijn voorlopig nog niet beschikbaar gesteld door het Architectenregister, waardoor de gegevens van de respondenten vergeleken worden met de Nederlandse architecten die ingeschreven stonden in het Architectenregister in 2015 (N=10695). Deze gegevens zijn afkomstig uit het jaarverslag van 2015 dat gepubliceerd werd door het Nederlandse Architectenregister en is te raadplegen via de website: <https://www.architectenregister.nl/media/1029/jaarverslag-2015-definitief.pdf> (Bureau Architectenregister, 2016).

In totaal namen 60 architecten deel aan de enquête, waarvan 6 vrouwen (10%) en 54 mannen (90%). De Nederlandse architectenpopulatie in 2015 bestond daarentegen voor 22% uit vrouwen en voor 78% uit mannen, waardoor het aandeel vrouwelijke respondenten in de steekproef lager ligt dan in de werkelijke populatie.

Daarnaast werd de leeftijd van de respondenten bestudeerd. Zoals te zien is op Grafiek 1 lijkt de data op het eerste zicht een goede benadering van de leeftijdsverdeling van de totale populatie architecten. De grootste groep respondenten (91%), bevindt zich tussen de 31 en 70 jaar. De leeftijdsgroep tot 30 jaar is minder vertegenwoordigd, wat te verklaren is door het beperktere aantal architecten binnen deze leeftijdsgroep die ingeschreven zijn in het architectenregister. Daarnaast bedraagt de gemiddelde leeftijd waarop de respondenten als architect starten 30 jaar. De respondenten waren op het moment van de enquête gemiddeld 48 jaar oud, met een minimumleeftijd van 26 jaar en maximumleeftijd van 71 jaar. De mediaan bedroeg 49,5 jaar wat vrij dicht tegen het gemiddelde ligt.



Grafiek 1: Leeftijd steekproef (N = 60) t.o.v. leeftijd populatie van architecten in Nederland (N = 10695)



**Grafiek 2: Startjaar van respondenten als architect**

### Samenstelling bureau

64% van de respondenten gaf aan in klein bureau te werken, met 1 tot 2 werknemers, 28% daarentegen werkt in een middelgroot bureau bestaande uit 3 tot 10 werknemers en slechts 8% werkt in een groot bureau met meer dan 10 werknemers.

Bij een gelijkaardig onderzoek aan de Universiteit Hasselt, dat uitgevoerd werd bij Vlaamse architecten<sup>1</sup>, werden gelijkaardige resultaten bekomen: 56% van de Vlaamse architecten gaf aan in een klein bureau te werken, 32% werkt in een middelgroot bureau en 12% werkt in een groot bureau (Meex et al., 2016).

### Samenwerking met specialisten

Op de vraag met welke specialisten en ingenieurs de respondenten vooral samenwerken blijkt dat 97% samenwerkt met een **constructief ontwerper** (België: ingenieur). Deze respondenten gaven bovendien aan dat deze samenwerking voornamelijk plaatsvindt tijdens voorlopige ontwerpfase (VF) (72%), de definitieve ontwerpfase (DF) (83%) en gedurende de bouwaanvraagfase (BA) (71%). Tijdens de conceptuele fase (CF) is de samenwerking eerder beperkt. Vanaf de bouwaanvraagfase daalt de samenwerking licht tot 45% en 41%.

Bovendien werkt 83% van de respondenten samen met een **installatiedeskundige**. De mate waarin samengewerkt wordt met een installatiedeskundige tijdens de verschillende bouwprojectfasen is vrij gelijkaardig aan de samenwerking met een constructief ontwerper. De fase waarin het meest wordt samengewerkt met de installatiedeskundige is tijdens de

<sup>1</sup> De resultaten van dit onderzoek werden overgenomen uit: *Duurzaamheid en duurzaam materiaalgebruik bij Vlaamse architecten: stand van zaken* (Meex et al., 2016)



definitieve ontwerpfase (72%) en de bouwaanvraagfase (56%). Ook in de fasen die volgen wordt er nog in ongeveer de helft van de gevallen een beroep gedaan op een installatiedeskundige. De samenwerking tijdens de conceptuele fase is eerder uitzonderlijk.

Net als bij de installatiedeskundige gaf 83% van de respondenten aan een beroep te doen op een **EPC-verslaggever** (België: EPB-verslaggever). Aangezien het verplicht is een EPC-berekening uit te voeren en in te dienen bij een bouwaanvraag, wordt tijdens de bouwaanvraagfase de grootste samenwerking vastgesteld: 74% van de 50 respondenten gaf aan tijdens deze fase een beroep te doen op een EPC-verslaggever. Daarnaast werkt 60% reeds samen met een EPC-verslaggever tijdens de definitieve ontwerpfase en 24% doet dit zelfs al tijdens de voorlopige ontwerpfase. De samenwerking tijdens de conceptuele fase en de fasen na de bouwaanvraag is eerder beperkt.

Van alle respondenten gaf bovendien 42% aan dat ze tijdens de verschillende bouwprojectfasen samenwerken met een **duurzaamheidsspecialist**. De fase waarin dit het meest gebeurt is de definitieve ontwerpfase (72%), gevolgd door de voorlopige ontwerpfase (44%). Na de definitieve ontwerpfase wordt de samenwerking met een duurzaamheidsspecialist drastisch vermindert: 28% tijdens de bouwaanvraagfase en 24% tijdens de bestekfase. Er wordt geen samenwerking meer vastgesteld tijdens de uitvoeringsfase van het bouwproject.

Ten slotte gaf 38% van de respondenten aan samen te werken met een **MPG-specialist**. Net als bij een EPC-berekening is ook een MPG-berekening in bepaalde gevallen verplicht uit te voeren en toe te voegen bij een bouwaanvraag. Hierdoor is de grootste samenwerking vast te stellen tijdens de bouwaanvraagfase: bij 65% van de respondenten die aangaven een beroep te doen op een MPG-specialist gebeurt dit tijdens de bouwaanvraagfase. De samenwerking tijdens de conceptuele fase is beperkt (4%), maar stijgt lineair vanaf de voorontwerpfase (26%), tot de definitieve ontwerpfase (48%) en de bouwaanvraagfase, waar de samenwerking maximaal is. Na de bouwaanvraagfase neemt de samenwerking drastisch af.

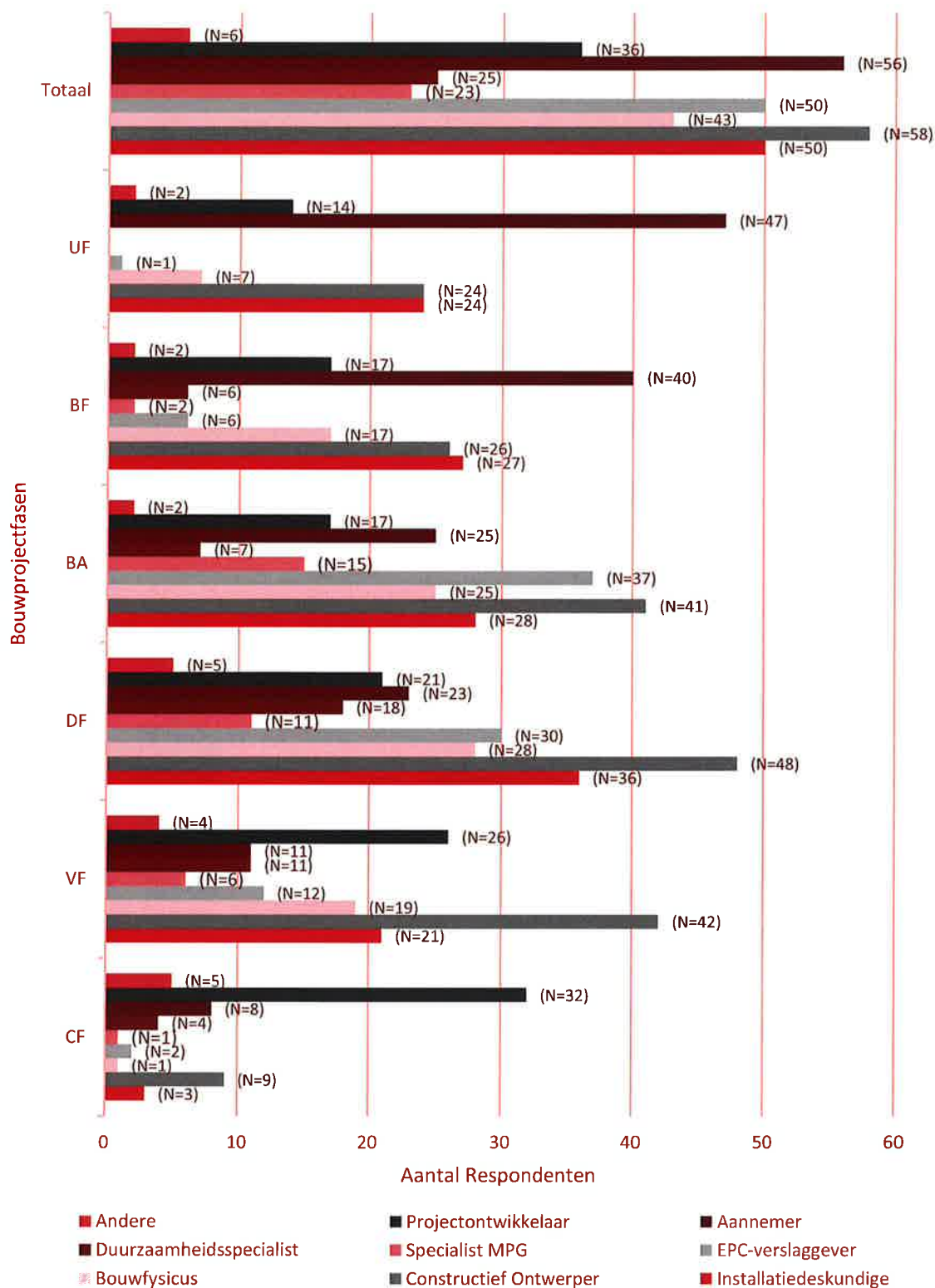
De respondenten gaven bovendien ook aan met andere specialisten samen te werken, waaronder een BIM 3d modelleur, kostendeskundige, tekenaar en een bouwregisseur, maar dit gebeurt slechts in beperkte mate.

Grafiek 3 geeft ten slotte een totaaloverzicht van de samenwerking van de respondenten met verschillende specialisten en ingenieurs tijdens de verschillende bouwprojectfasen. Zoals zichtbaar was in de voorgaande grafieken, is tijdens de conceptuele fase de samenwerking met projectontwikkelaars het grootste en neemt de samenwerking exponentieel af naarmate het bouwproject vordert. Dit in tegenstelling tot de aannemer

waarbij de samenwerking exponentieel toeneemt vanaf het begin van het bouwproces tot het einde van het bouwproces. De samenwerking met specialisten die gekoppeld zijn aan verplichtingen omtrent tot de bouwaanvraag zijn dan weer het grootst tijdens en in aanloop van de bouwaanvraag, zoals de EPC-verslaggever, MPG-Specialist en de bouwfysicus.

In "Bijlage 2: Samenwerking met specialisten" zijn bovendien de afzonderlijke detailgrafieken terug te vinden per specialist tijdens de verschillende ontwerpfasen.

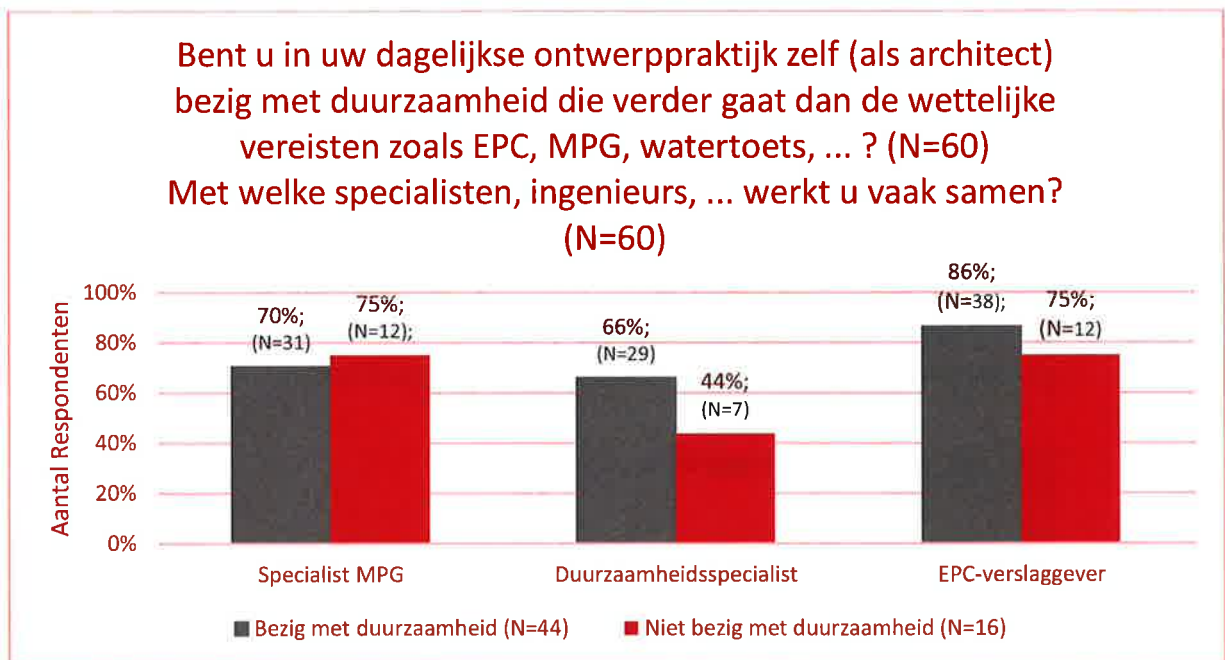
### Met welke specialisten, ingenieurs, ... werkt u vaak samen, en in welke fase(n)? (N=60)



Grafiek 3: Samenwerking van architectenbureaus met specialisten tijdens de verschillende bouwprojectfasen

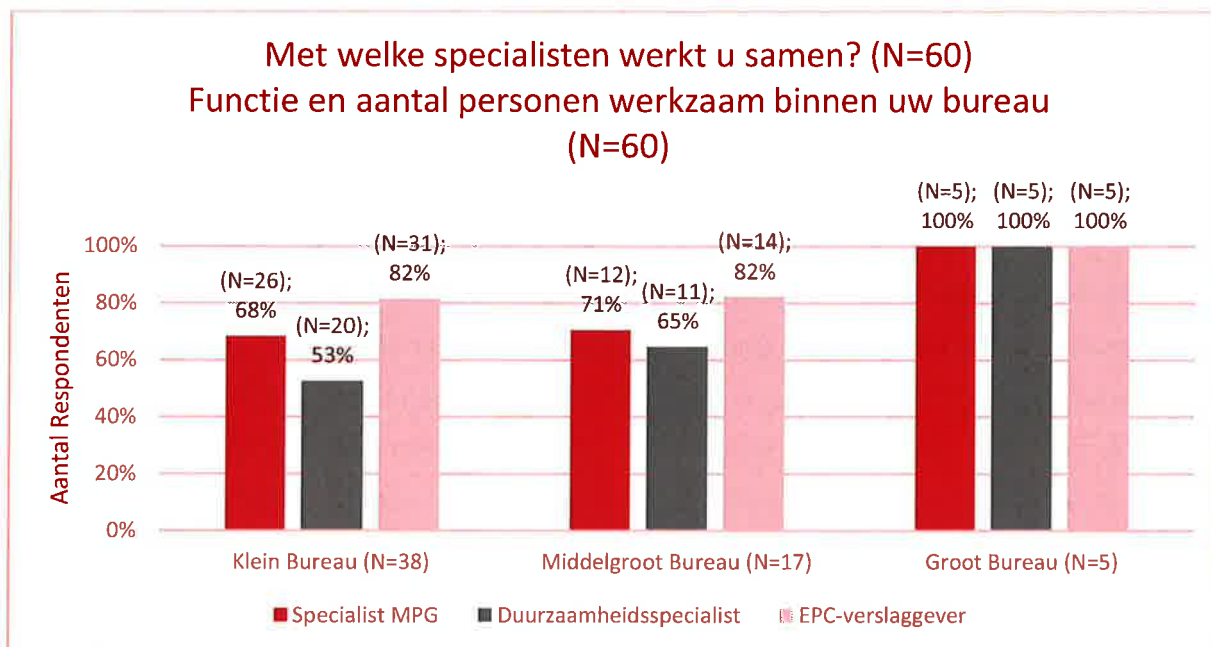
CF = Conceptuele fase	VF = Voorlopige ontwerpfase	DF = Definitieve ontwerpfase	BA = Bouwaanvraag	BF = Bestekfase	UF = Uitvoeringsfase
-----------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	----------------------	--------------------	-------------------------

Vervolgens werd gekeken naar het verband tussen respondenten die aangaven al dan niet zelf met duurzaamheid bezig te zijn en de mate waarin deze respondenten een beroep doen op specialisten (Grafiek 4). 66% van de respondenten die aangaven zelf met duurzaamheid bezig te zijn, doet een beroep op een duurzaamheidsspecialist. Het is echter opvallend dat bijna de helft van de respondenten (44%) die aangaven zelf niet met duurzaamheid bezig zijn, toch een beroep doet op een duurzaamheidsspecialist. Beide groepen van architecten doen het meest een beroep op een EPC-verslaggever en een MPG-specialist en het minst op een duurzaamheidsspecialist. Dit kan te verklaren zijn door de verplichte EPC- en MPG-berekening. Deze verplichte berekening kan bovendien ook de reden zijn dat er geen duidelijk verschil waar te nemen is tussen de mate waarin architecten met duurzaamheid bezig zijn en een beroep doen op EPC- en MPG-specialisten.



**Grafiek 4: Verband tussen de mate waarin architecten met duurzaamheid bezig zijn en een beroep doen op duurzaamheidsspecialisten**

Daarnaast werd er gekeken naar het verband tussen de grootte van een bureau en de mate waarin ze een beroep doen op duurzaamheidsspecialisten (Grafiek 5). Naarmate de grootte van een bureau toeneemt wordt er meer beroep gedaan op specialisten. De grote bureaus doen bovendien altijd een beroep op zowel een MPG-specialist, duurzaamheidsspecialist en EPC-verslaggever. 2 grote bureaus beschikken zelf over 1 tot 2 duurzaamheidsspecialisten, maar geen enkel groot bureau beschikt zelf over MPG-specialist.



**Grafiek 5: Verband tussen de grootte van het bureau en de mate waarin ze beroep doen op specialisten**

### 4.2.2 Duurzaamheid bij Nederlandse architecten

#### Houding ten opzichte van duurzaamheid

73% van de Nederlandse respondenten gaf aan zelf als architect bezig te zijn met duurzaamheid die verder gaat dan de wettelijke vereisten zoals de EPC- en MPG-berekening en de watertoets, zoals te zien is op Grafiek 6.

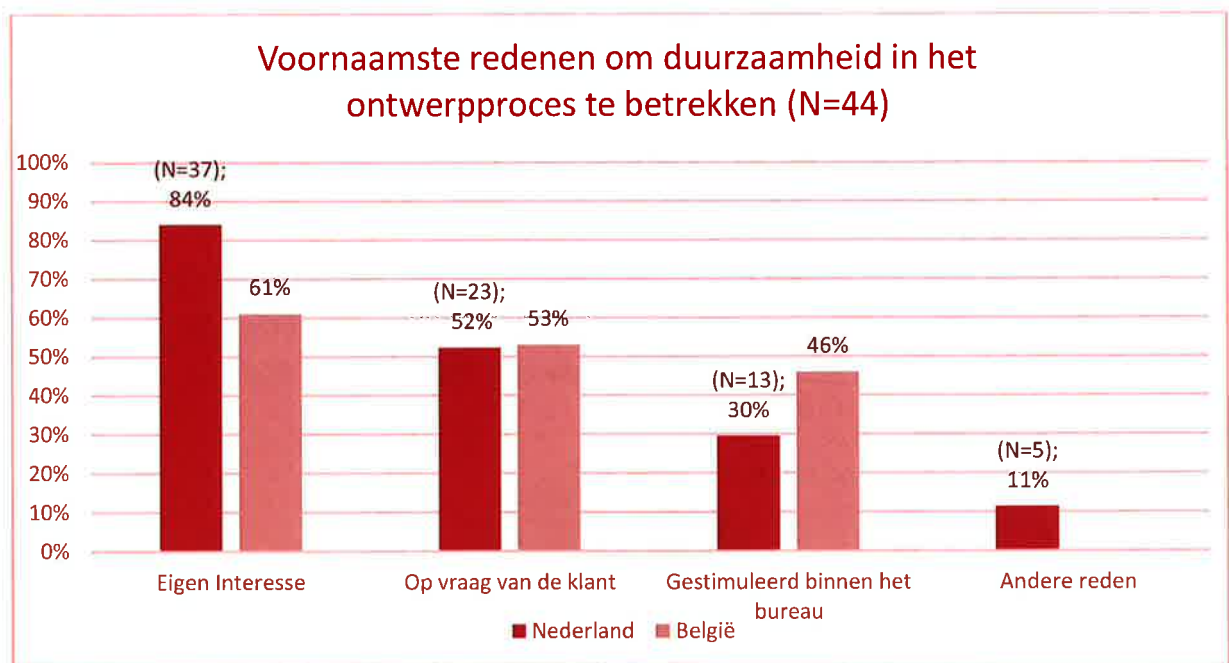


**Grafiek 6: Aantal Nederlandse architecten die in hun ontwerppraktijk actief met duurzaamheid bezig zijn**

Wanneer er vervolgens gevraagd werd naar de voornaamste redenen om duurzaamheid in het ontwerpproces te betrekken (Grafiek 7), gaf 84% van de Nederlandse architecten aan dat dit uit eigen interesse is. Daarnaast blijkt voor Nederland dat in 52% van

de gevallen de vraag naar duurzaamheid ook van de klant komt. Bovendien wordt bij 30% van de Nederlandse respondenten duurzaamheid gestimuleerd binnen het bureau en gaf ten slotte 11% van de Nederlandse architecten ook nog aan duurzaamheid te betrekken in het ontwerpproces omwille van andere redenen, zoals de maatschappelijke noodzaak, het belang van duurzaamheid in de toekomst en omwille van de wettelijke verplichtingen.

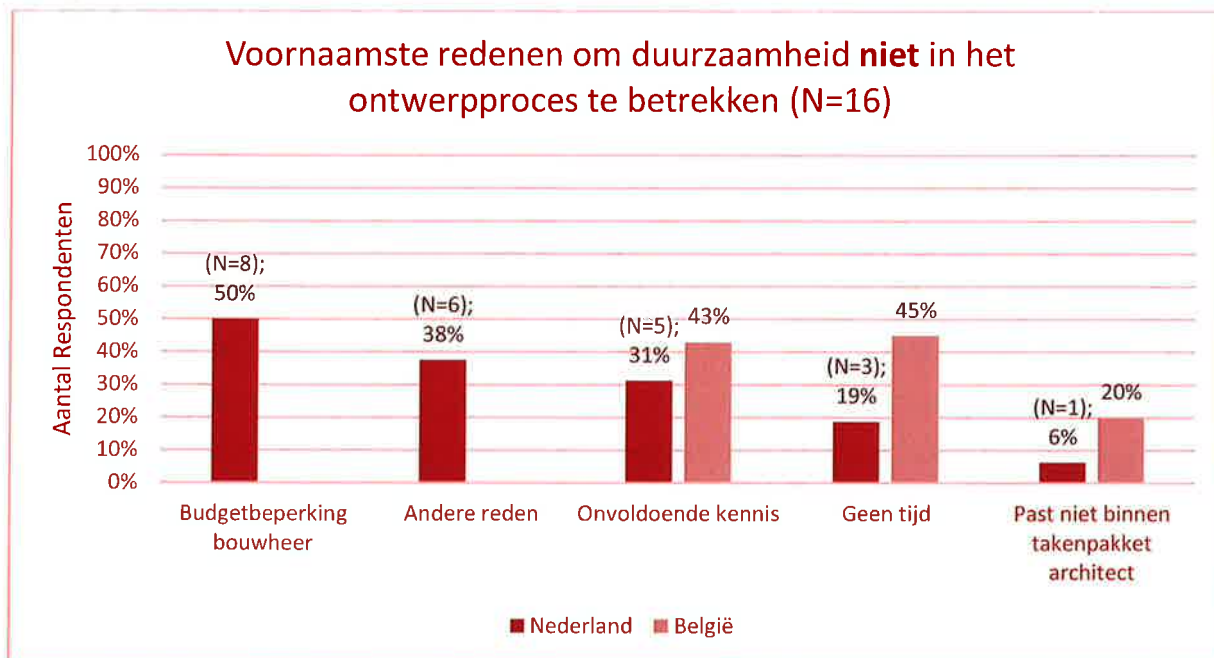
Bij een gelijkaardig onderzoek (Meex et al., 2016), uitgevoerd in 2014 en waaraan 364 Vlaamse architecten deelnamen, worden gelijkaardige resultaten bekomen. 67% van deze Vlaamse architecten (N=354) gaf aan met duurzaamheid bezig te zijn die verder gaat dan de wettelijke vereisten. Het aandeel Vlaamse architecten dat duurzaamheid uit eigen interesse betreft in het ontwerpproces ligt wel lager dan bij de Nederlandse architecten, namelijk 61% ten opzichte van 84% bij de Nederlandse architecten. Gelijkaardig aan de Nederlandse architecten komt in Vlaanderen in 53% van de gevallen de vraag naar duurzaamheid van de klant. Daarnaast ligt de stimulans vanuit het bureau, om duurzaamheid in het ontwerpproces te betrekken hoger bij de Vlaamse architecten (46%) in vergelijking met de Nederlandse architecten (30%).



**Grafiek 7: Voornaamste redenen om duurzaamheid in het ontwerpproces te betrekken in Nederland (eigen onderzoek) en België (Meex et al., 2016)**

27% van de Nederlandse respondenten gaf echter aan zelf niet met duurzaamheid bezig te zijn, met uitzondering van de wettelijke vereisten (Grafiek 6). 50% van deze respondenten gaf als voornaamste reden hiervoor de budgetbeperkingen van de bouwheer. Daarnaast gaf 31% aan zelf over onvoldoende kennis te beschikken, geen tijd te hebben (19%) of van mening te zijn dat dit niet past binnen het takenpakket van de architect (6%), zoals te zien is op Grafiek 8. Bovendien haalden een aantal architecten nog andere redenen

aan die aansluiten bij de voornoemde, zoals het feit dat anderen hiervoor gespecialiseerd zijn, dat ze er zelf nog nooit mee te maken gehad hebben in de praktijk, dat dit uitbesteed wordt of dat het niet vereist is binnen de opgave van de bouwheer, al dan niet om budgetredenen.



**Grafiek 8: Voornaamste redenen om duurzaamheid niet in het ontwerpproces te betrekken in Nederland (eigen onderzoek) en België (Meex et al., 2016)**

Uit een studie bij Vlaamse architecten (Meex et al., 2016) daarentegen blijkt 31% niet met duurzaamheid bezig te zijn, ten opzichte van 27% bij de Nederlandse architecten. De redenen hiervoor zijn echter sterk verschillend tussen België en Nederland (Grafiek 8). Budgetbeperkingen van de bouwheer wordt door de Vlaamse architecten niet genoemd als reden om duurzaamheid niet te betrekken in het ontwerpproces.<sup>2</sup> De belangrijkste redenen die de Vlaamse architecten dan wel aangeven zijn enerzijds het gebrek aan tijd (45%) en anderzijds dat ze over onvoldoende kennis beschikken (43%). Daarnaast geeft 20% ook aan dat dit niet past binnen het takenpakket van een architect (Meex et al., 2016).

Het feit dat opvallend meer Belgische architecten aangeven geen tijd te hebben of vinden dat dit niet binnen het takenpakket van een architect past ten opzichte van de Nederlandse architecten, kan te verklaren zijn doordat een MPG-berekening in Nederland al verplicht is. Nederlandse architecten zijn hierdoor enerzijds verplicht er tijd voor te maken en anderzijds het tot hun taken te rekenen.

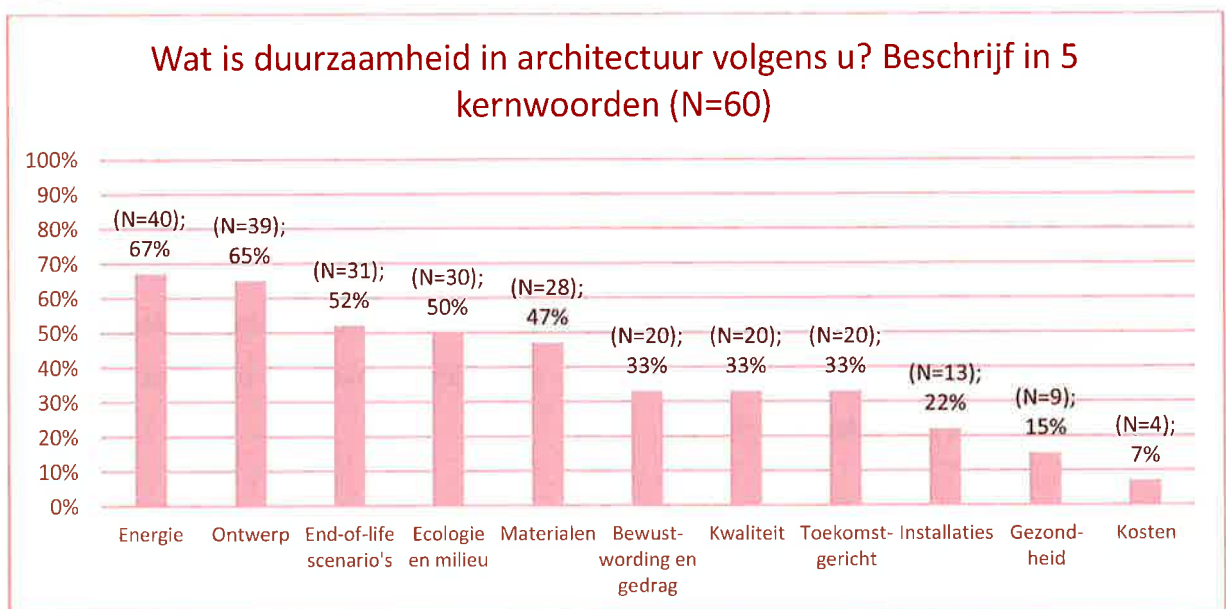
<sup>2</sup> In het onderzoek bij de Vlaamse architecten werd "Budgetbeperkingen bouwheer" niet als optie opgenomen (aan te vinken) in de bevraging, maar gaven enkele architecten dit wel aan als reden via de optie "Andere, nl.:". Indien deze reden als optie was opgenomen in de Vlaamse bevragingen zouden meerdere architecten dit vermoedelijk als reden aangegeven hebben (Meex et al., 2016).



## Interpretatie van duurzaamheid

Ten slotte werd aan de respondenten gevraagd om in 5 begrippen te omschrijven wat duurzaamheid in de architectuur volgens hen betekent. Na analyse konden alle begrippen onderverdeeld worden in 11 categorieën: Energie, Materialen, Ecologie en milieu, Ontwerp, Installaties, Gezondheid, Bewustwording en gedrag, Kwaliteit, Kosten en Toekomstgericht. Overlapping tussen verschillende categorieën is mogelijk: compact bouwen bijvoorbeeld heeft namelijk enerzijds te maken met het ontwerp, maar is anderzijds gerelateerd aan energie aangezien compact bouwen tot doel heeft het verliesoppervlakte van een woning te beperken. Een overzicht van deze categorieën is terug te vinden in Grafiek 9, welke hierna besproken wordt.

Van al deze categorieën werden de begrippen door de meeste respondenten gerelateerd aan energie (67%) en het ontwerp (65%). De verplichte EPB-regelgeving kan verklaren waarom duurzaamheid het vaakst aan energie gerelateerd wordt. Architecten worden namelijk het vaakst met dit aspect (en het ontwerp) geconfronteerd. Daarnaast associeert 52% van de respondenten duurzaamheid in architectuur met end-of-life scenario's zoals hergebruik, recyclage, hernieuwbaarheid, herbestemming en renovatie. 50% van de respondenten associeert duurzaamheid in architectuur bovendien aan ecologische en milieu gerelateerde aspecten, zoals Cradle tot Cradle, emissies en vervuiling, ecologische voetafdruk, natuur, milieu, levenslopen en ecologie. In de benoeming van de begrippen gerelateerd aan materialen daarentegen is vaak een link terug te vinden naar de categorieën "Ecologie en milieu" en "End-of-life-scenario's", zoals hergebruik van materialen, hernieuwbare en recycleerbare materialen en het beperken van de ecologische impact van materialen.





#### Grafiek 9: Categorieën geassocieerd aan duurzaamheid in architectuur

Vervolgens geeft 33% aan dat duurzaamheid in architectuur te maken heeft met kwaliteit, de toekomst en bewustwording en gedrag. Binnen de categorie "Toekomst", worden begrippen als toekomstbestendig, toekomstgericht, innovatie en houdbaarheid worden genoemd. Deze categorie is daarom sterk gerelateerd aan de definitie van duurzaamheid die geformuleerd werd in het Brundtland-rapport (zie Hoofdstuk 1.1 Totstandkoming van het begrip duurzaamheid), waarbij gesteld wordt dat de behoeften van de toekomstige generaties niet in het gedrang mogen komen. Slechts 22% van de respondenten koppelt duurzaamheid aan installaties. De begrippen in deze categorie zijn echter vaak gerelateerd aan de categorie "Energie", de categorie die het vaakst geassocieerd wordt met duurzaamheid. "Gezondheid" en "Kosten" worden ten slotte het minst geassocieerd met duurzaamheid.

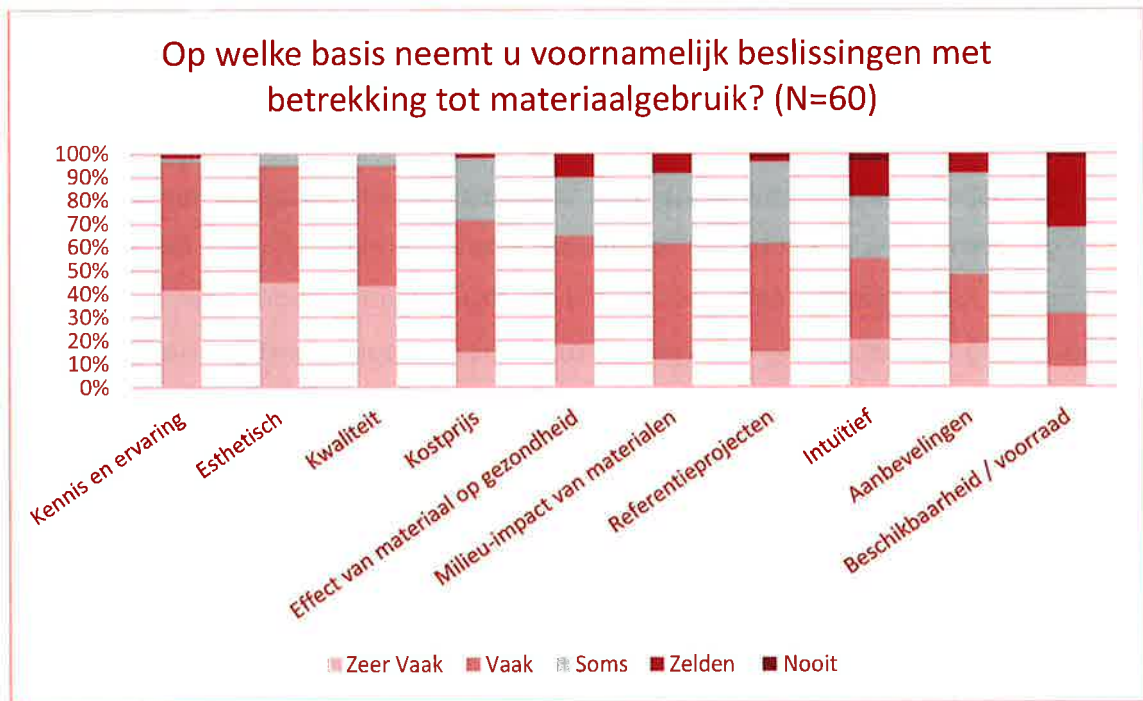
#### 4.2.3 Duurzaam materiaalgebruik bij Nederlandse architecten

Nadat duidelijk is geworden wat Nederlandse architecten verstaan onder het begrip "Duurzaamheid" werd vervolgens gekeken welke factoren een invloed hebben op de materiaalkeuze.

#### Factoren die de materiaalkeuze beïnvloeden

##### Algemene factoren

Meer dan 90% van de Nederlandse respondenten gaf aan **vaak tot zeer vaak** beslissingen met betrekking tot materiaalgebruik te nemen op basis van kennis en ervaring (97%), de esthetische aspecten (95%) en kwaliteit (95%) van materialen. Daarnaast gaf 60% tot 80% van de respondenten aan dat de kostprijs (72%), het effect van het materiaal op de gezondheid (65%), de milieu-impact van materialen (62%) en referentieprojecten (62%) de materiaalkeuze bepalen. Slechts 32% van de respondenten laat de materiaalkeuze afhangen van de beschikbaarheid of de beschikbare voorraad van het materiaal (Grafiek 10).



**Grafiek 10: Voornaamste aspecten die materiaalkeuze bepalen bij Nederlandse architecten**

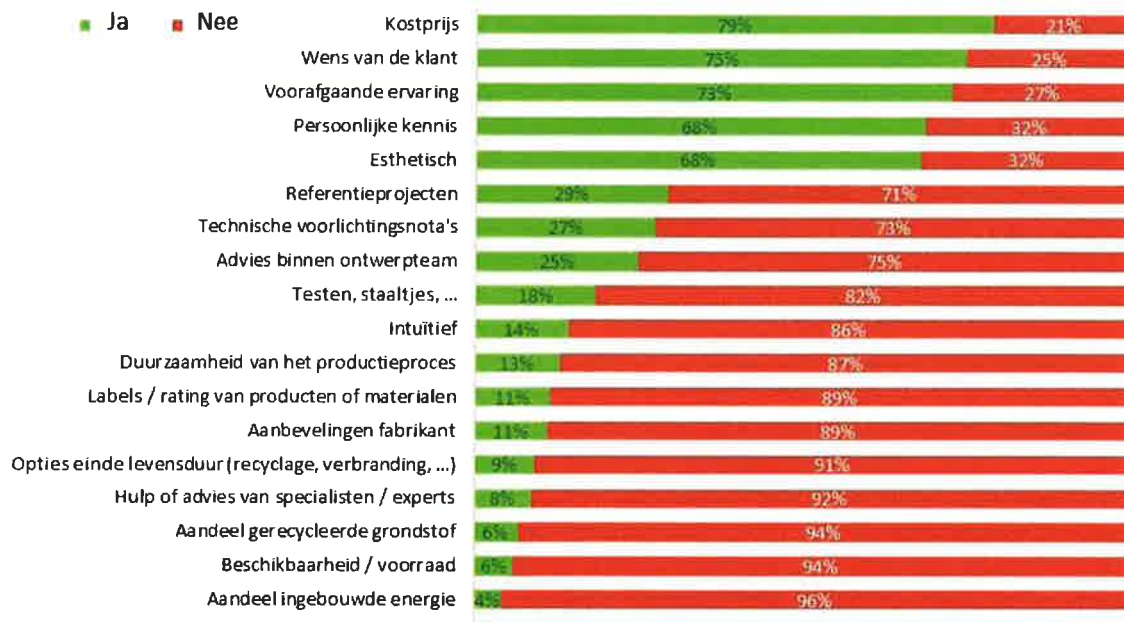
In tegenstelling tot de Nederlandse architecten is de voornaamste reden voor een bepaalde materiaalkeuze bij de Vlaamse architecten de kostprijs (79%), gevolgd door de wens van de klanten (75%), ervaring (73%), persoonlijke kennis (68%) en esthetiek (68%), zoals te zien is in Figuur 52 (Meex et al., 2016). Esthetiek, kennis en ervaring zijn dus opvallend minder doorslaggevend bij de Vlaamse architecten in vergelijking met de Nederlandse architecten.

### Duurzaamheidsfactoren

Op vlak van duurzaamheidsfactoren die de materiaalkeuze beïnvloeden zijn er ook duidelijke verschillen tussen de Nederlandse en Vlaamse architecten waar te nemen. 62% van de Nederlandse respondenten gaf aan dat de milieu-impact van materialen invloed heeft op de materiaalkeuze (Grafiek 10). De beschikbaarheid en voorraad van een bepaald materiaal is dan weer minder doorslaggevend op vlak van materiaalkeuze: slechts 32% van de Nederlandse architecten gaf aan hier vaak tot zeer vaak rekening mee te houden bij de keuze voor een bepaald materiaal.

Bij Vlaamse architecten daarentegen hebben de duurzame aspecten veel minder invloed op de materiaalkeuze. Slechts 13% van deze architecten geeft aan rekening te houden met de duurzaamheid van het productieproces, slechts 11% maakt materiaalkeuzes op basis van labels en ratings van de materialen, 9% houdt rekening met de opties bij het einde van de levensduur, 6% van de architecten houdt rekening met het aandeel aan gerecycleerde grondstoffen dat verwerkt werd in het materiaal en 4% houdt rekening met

de hoeveelheid ingebouwde energie in een materiaal. De beschikbaarheid en voorraad van een materiaal scoort ook slecht: slechts 6% van de Vlaamse architecten hield hier rekening mee. Een overzicht van deze criteria is terug te vinden in Figuur 52 (Meex et al., 2016).

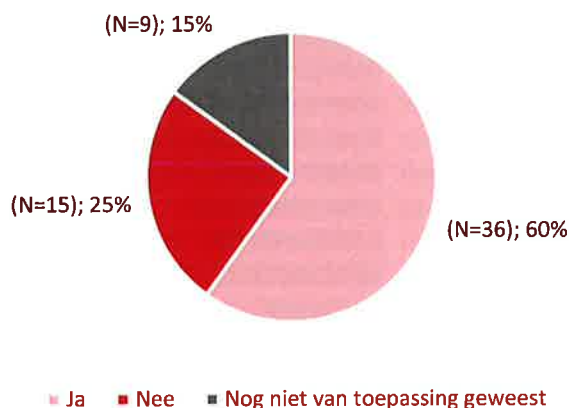


Figuur 52: Voornaamste aspecten die materiaalkeuze bepalen bij Vlaamse architecten (N=355) (Meex et al., 2016)

### Materiaalkeuze bij duurzame projecten

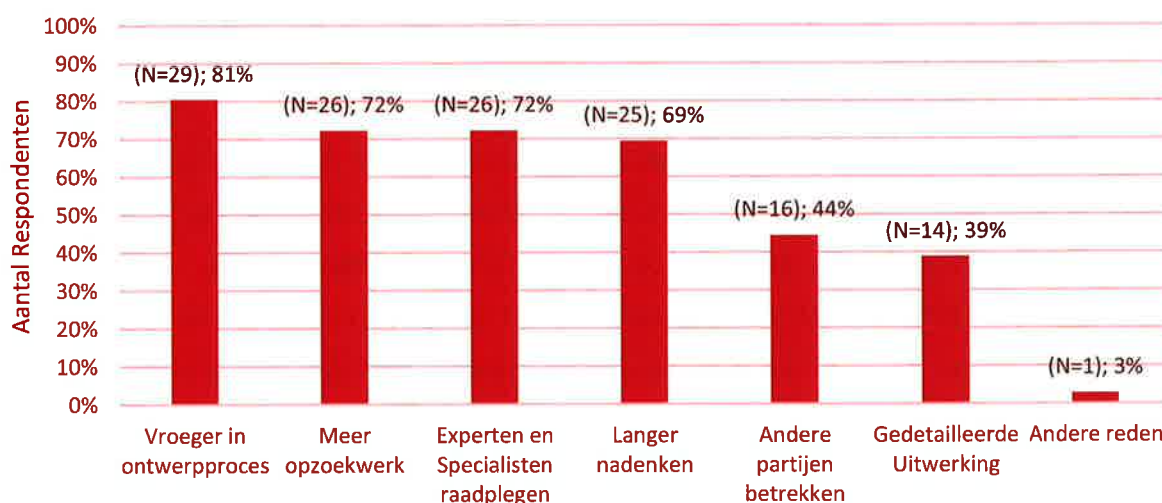
Er werd aan de respondenten gevraagd of de materiaalkeuze anders aangepakt wordt bij projecten met een duurzame focus. 60% van de Nederlandse respondenten gaf aan dat dit het geval is (Grafiek 11). 81% betreft hiervoor de materiaalkeuze vroeger in het ontwerpproces, 72% verricht meer opzoekwerk en raadpleegt experts en specialisten en 69% denkt langer na over de materiaalkeuze. Slechts 44% gaf aan andere partijen te betrekken en 39% gaat over tot een gedetailleerde uitwerking van de materialen. Dit is te zien op Grafiek 12. Daarnaast gaf 25% van de respondenten aan dat bij projecten met een duurzame focus de materiaalkeuze niet anders aangepakt wordt en 15% gaf aan dat dit in hun ontwerppraktijk nog niet van toepassing geweest is.

### Wordt het proces van de materiaalkeuze anders aangepakt bij projecten met een duurzame focus? (N=60)



Grafiek 11: Invloed van duurzame projecten op materiaalkeuze

### Indien de materiaalkeuze anders aangepakt wordt bij projecten met een duurzame focus, hoe pakt u dit aan? (N=36)



Grafiek 12: Aanpak materiaalkeuze bij duurzame projecten

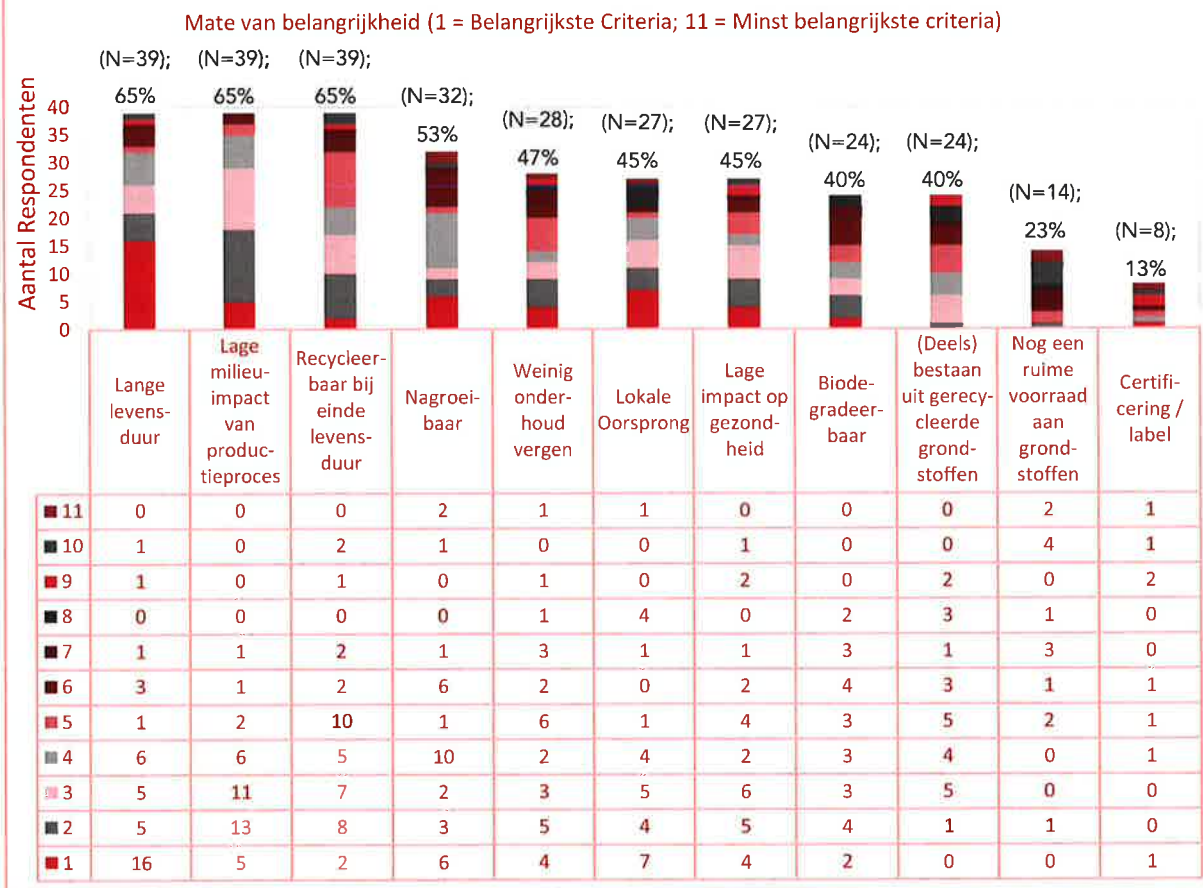
Uit het onderzoek bij Vlaamse Architecten (Meex et al., 2016) bleek echter dat slechts 45% het proces van de materiaalkeuze anders aanpakt bij projecten met een duurzame focus (ten opzichte van 60% bij de Nederlandse architecten). 15% zegt daarentegen de materiaalkeuze niet anders aan te pakken (ten opzichte van 25% bij de Nederlandse architecten) en bij 37% is dit nog niet van toepassing geweest (Meex et al., 2016). Er zijn dus in verhouding meer Nederlandse dan Vlaamse architecten die duurzaam materiaalgebruik trachten te integreren in duurzame projecten. De resultaten tonen echter ook dat meer Nederlandse architecten dan Vlaamse architecten duurzaam materiaalgebruik *niet* betrekken in projecten met een duurzame focus. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat duurzaam

materiaalgebruik voor de Nederlandse architecten dagelijkse kost is en deze projecten niet anders beschouwd worden omdat duurzaamheid voor alle projecten sowieso van toepassing is.

### **Interpretatie van “duurzaam materiaalgebruik”**

Daarnaast werd aan de Nederlandse respondenten gevraagd welke aspecten een materiaal duurzaam maken. Een overzicht hiervan wordt weergegeven in Grafiek 13. 65% beschouwde een lange levensduur, een lage milieu-impact van het productieproces en de recycleerbaarheid van een materiaal bij het einde van zijn levensduur als belangrijkste aspecten om een materiaal als duurzaam te beschouwen. Ongeveer de helft van de respondenten beschouwen nagroeibaar materiaal (53%), materiaal dat weinig onderhoud vergt (47%), materiaal van lokale oorsprong (45%) en materialen die een lage impact op gezondheid hebben als duurzaam. Materialen die biodegradeerbaar zijn of bestaan uit gerecycleerde grondstoffen worden door 40% van de respondenten als duurzaam beschouwd. Opvallend is dat 65% van de respondenten de **recycleerbaarheid** van een materiaal aan het einde van hun levensduur als duurzaam beschouwd en slechts 40% materialen die (deels) bestaan uit **gerecycleerde grondstoffen** als duurzaam beschouwd. Slechts 23% van de respondenten geeft bovendien aan dat duurzame materialen betrekking hebben op de mate waarin het materiaal nog voorradig is en 13% van de respondenten geeft aan dat een certificering of label aangeeft dat een materiaal duurzaam is. Zoals al aangegeven werd in Hoofdstuk 2.2.2 “Verschillende types milieuverklaringen” kan een type I-milieulabel inderdaad wel een indicatie geven over de duurzaamheid van een materiaal, maar kunnen deze op vrijwillige basis aangevraagd worden waardoor het materiaal niet automatisch het meest milieuvriendelijke is binnen zijn categorie. Type II-milieulabels voldoen daarentegen vaak aan één aspect van duurzaamheid, waardoor ze op andere aspecten van duurzaamheid slechter kunnen scoren (A. Janssen, 2012). Slechts 13% van respondenten gaf aan dat het gebruik van labels een goede indicatie is om de duurzaamheid te bepalen. Hieruit blijkt dat de respondenten toch eerder wantrouwig zijn ten opzichte van labels. Het gebruik van labels om de duurzaamheid te bepalen kan indien men het verschil tussen de labels in het achterhoofd houdt en men zich bewust is van draagwijdte van dit label op vlak van duurzaamheid.

## Welke aspecten maken een materiaal duurzaam volgens u? (N=60)



**Grafiek 13: Aspecten waarop duurzaamheid van een materiaal beoordeeld wordt, volgens mate van doorslaggevendheid (1 = meest, 11 = minst)**

Grafiek 13 geeft eveneens een indicatie van hoe doorslaggevend bepaalde aspecten voor de respondenten zijn om een materiaal duurzaam te noemen. Een lange levensduur wordt door 65% van de respondenten als duurzaam beschouwd en wordt bovendien door 27% van de respondenten als het **belangrijkste** aspect beschouwd. Hoewel de recycleerbaarheid van een materiaal bij het einde van zijn levensduur eveneens door 65% van de respondenten genoemd wordt als een aspect dat bepaalt of een materiaal duurzaam is of niet, wordt dit slechts door 3% van de respondenten genoemd als het belangrijkste aspect. Materialen daarentegen die van lokale oorsprong zijn, worden door 45% van de respondenten als een duurzaamheid aspect beschouwd, maar worden bovendien door 12% van de respondenten als het meest doorslaggevende aspect beschouwd om de duurzaamheid van een materialen te beoordelen.

Uit het onderzoek bij de Vlaamse architecten (Meex et al., 2016) werden gelijkaardige resultaten bekomen, maar liggen de percentages in het algemeen lager. Een lange levensduur (71% van de respondenten), de recycleerbaarheid van een materiaal bij einde

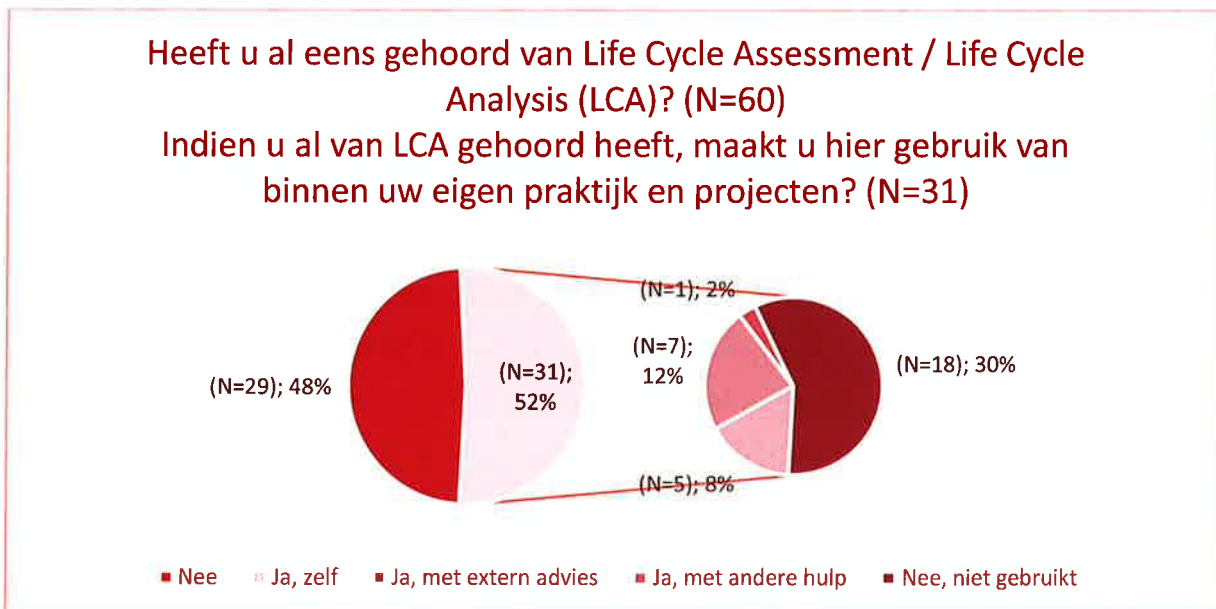


levensduur (54%) en de lage milieu-impact van het productieproces (53%) zijn net als bij de Nederlandse architecten de belangrijkste aspecten die bepalen of een materiaal al dan niet duurzaam is. De lokale oorsprong van materialen wordt, net als bij de Nederlandse architecten, door 45% van de respondenten genoemd. De mate waarin een materiaal nog voorradig is wordt door de Vlaamse architecten het minst genoemd als duurzaam aspect (slechts door 11%) (Meex et al., 2016).

### Kennis van LCA en EPD's

Aangezien een levenscyclusanalyse en EPD's aan de basis liggen van de een milieuprestatieberekening werd er ook gepolst naar de kennis en ervaring van Nederlandse architecten met deze toepassingen.

52% van de respondenten gaf aan al eens gehoord te hebben van LCA (Grafiek 14). 22% heeft dit zelfs al toegepast binnen zijn eigen praktijk en projecten, hetzij zelf (8%), hetzij met extern advies (12%) of met andere hulp (2%). Daarnaast heeft 30% wel al van LCA gehoord maar nog niet gebruikt en 48% heeft hier zelfs nog nooit van gehoord. 78% van alle respondenten heeft dus nog nooit gebruik gemaakt van een levenscyclusanalyse en 22% heeft dit wel al gebruikt binnen eigen projecten.<sup>3</sup>

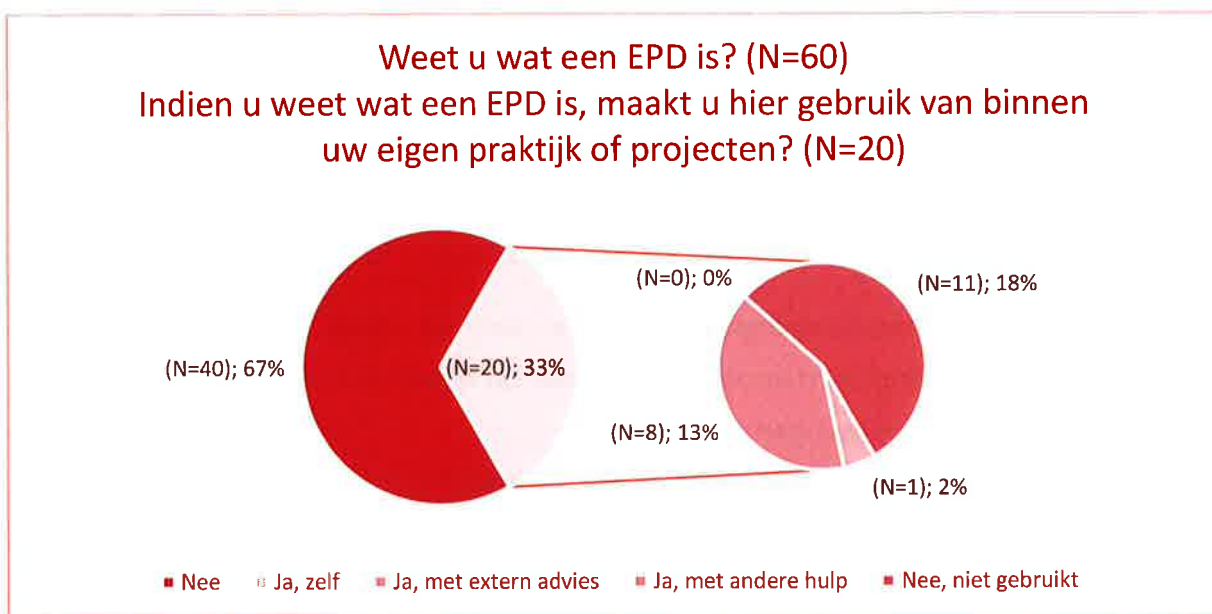


**Grafiek 14: Aandeel architecten dat al van LCA gehoord heeft en al toegepast heeft in ontwerp praktijk**

Daarnaast gaf 33% van alle respondenten aan dat ze weten wat een EPD is (Grafiek 15). 15% heeft dit zelfs al toegepast in zijn eigen praktijk of projecten, hetzij zelf (2%), hetzij met extern advies (13%). 18% geeft echter aan al van een EPD gehoord te hebben maar het zelf nog niet toegepast te hebben en 67% heeft zelfs nog nooit van een EPD gehoord. Dit

<sup>3</sup> Percentages zijn steeds beschouwd ten opzichte van alle respondenten (N=60).

wil dus zeggen dat 85% van alle respondenten nog nooit een EPD gebruikt heeft binnen zijn eigen projecten en slechts 15% hier wel al gebruik van heeft gemaakt.<sup>4</sup>



**Grafiek 15: Aandeel architecten dat weet wat een EPD is en hier al gebruik van heeft gemaakt in hun ontwerppraktijk**

Indien we deze resultaten vergelijken met het onderzoek dat gevoerd werd bij de Vlaamse architecten (Meex et al., 2016), blijkt dat de kennis over LCA en EPD's bij Vlaamse architecten lager ligt dan bij de Nederlandse architecten. 42% van de Vlaamse architecten gaf aan al van LCA gehoord te hebben ten opzichte van 52% bij de Nederlandse architecten. Slechts 10% heeft dit bovendien al toegepast in zijn praktijk. Daarnaast geeft slechts 15% van de Vlaamse architecten aan al van een EPD gehoord te hebben, ten opzichte van 33% bij de Nederlandse architecten (Meex et al., 2016). De kennis van Nederlandse architecten in verband met milieu-impactbeoordelingen is groter dan bij de Vlaamse architecten, wat te verklaren kan zijn door de verplichte MPG-berekening die in Nederland al ingevoerd is<sup>5</sup>.

Wanneer we ten slotte het gebruik van LCA en EPD's met elkaar vergelijken, merken we dat er meer gebruik gemaakt wordt van LCA dan van EPD's en dat, indien ze gebruikt worden, er opvallend meer externe hulp gevraagd wordt bij het gebruik van EPD's in vergelijking met LCA. EPD's bevatten namelijk een grote hoeveelheid informatie die vaak enkel te begrijpen is door specialisten, waardoor externe hulp vaak noodzakelijk is. In de tools daarentegen wordt zowel gebruik gemaakt van LCA als EPD's, waardoor architecten (al dan niet bewust) van beide gebruikmaken.

<sup>4</sup> Percentages zijn steeds beschouwd ten opzichte van alle respondenten (N=60).

<sup>5</sup> De studie bij de Vlaamse architecten dateert echter al van 2014, waardoor het mogelijk is dat de Vlaamse architecten intussen, zeker door de invoering van het Koninklijk Besluit over milieuverklaringen op bouwproducten in 2015, al meer bekend zijn met deze materie.



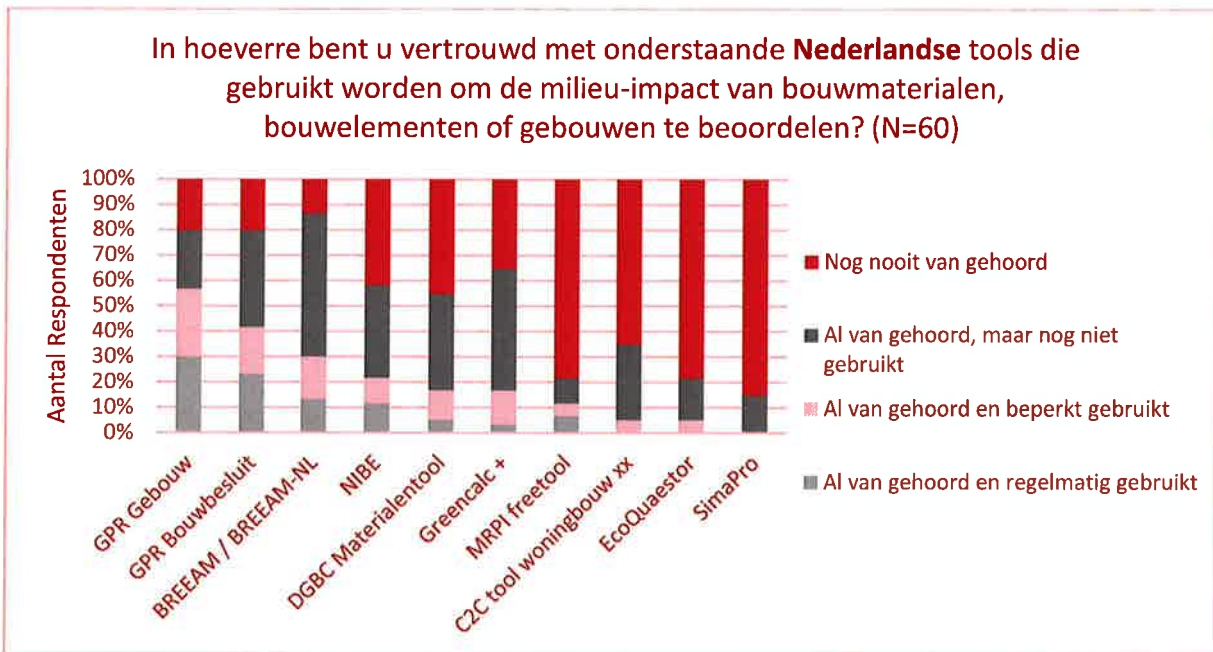
## Houding ten opzichte van duurzaam materiaalgebruik

Vervolgens werd bij de respondenten gepolst naar hun houding ten opzichte van duurzaam materiaalgebruik. Een uitgebreide bespreking van deze resultaten is terug te vinden in Bijlage 3: Houding ten opzichte van duurzaam materiaalgebruik.

### 4.2.4 Gebruikte tools voor het bepalen van milieu-impacten

#### Nederlandse tools

Hoewel het in Nederland enkel verplicht is om een milieuprestatieberekening toe te voegen bij elke bouwaanvraag, blijkt GPR Gebouw de meest gebruikte Nederlandse tool onder de respondenten: 57% geeft aan GPR Gebouw beperkt of regelmatig gebruikt te hebben, zoals te zien is op Grafiek 16. Een berekening op basis van GPR Bouwbesluit, een tool die door 42% van de respondenten beperkt of regelmatig gebruikt wordt, is echter voldoende om bij de bouwaanvraag toe te voegen.



Grafiek 16: Mate waarin Nederlandse tools gebruikt worden om de milieu-impact van bouwmaterialen, bouwelementen of gebouwen te bepalen

Zoals besproken werd in hoofdstuk "3.1.3 MPG-Tools" is GPR Gebouw een holistische duurzaamheidstool die niet enkel de milieu-impact van gebouw bepaalt, waardoor de invoer van gegevens uitgebreider is dan bij GPR Bouwbesluit. Dit geeft aan dat duurzaamheid ruimer bekeken wordt dan wat door de wet opgelegd wordt. Bovendien wordt dit bevestigd door het gebruik van BREEAM/BREEAM-NL, eveneens een holistische duurzaamheidstool, door 30% van de respondenten en het raadplegen van de NIBE-classificaties door 22% van de respondenten.

Van alle MPG-tools blijkt GPR Bouwbesluit het vaakst gebruikt, gevolgd door de DGBC Materialentool (slechts door 17% van de respondenten) en de MRPI Freetool (door 12% van respondenten). Opvallend is bovendien dat 78% van de respondenten nog nooit gehoord heeft van de MRPI Freetool. Deze tool is de minst gekende MPG-tool en zelfs de minst gekende Nederlandse tool voor het bepalen van de milieu-impact na SimaPro<sup>6</sup>.

Daarnaast zijn GPR Gebouw en GPR Bouwbesluit betalende tools en zijn de DGBC Materialentool en MRPI Freetool gratis te gebruiken. De kostprijs van de tool blijkt dus niet echt doorslaggevend bij de keuze van een tool. Bovendien is de invoer van de DGBC Materialentool uitgebreider dan bij de MRPI Freetool en GPR Bouwbesluit maar daardoor ook nauwkeuriger, wat vermoedelijk resulteert in een grotere invoertijd. De voor- en nadelen van elke MPG-tool worden verderop nog meer in detail besproken.

### **Buitenlandse tools en databanken**

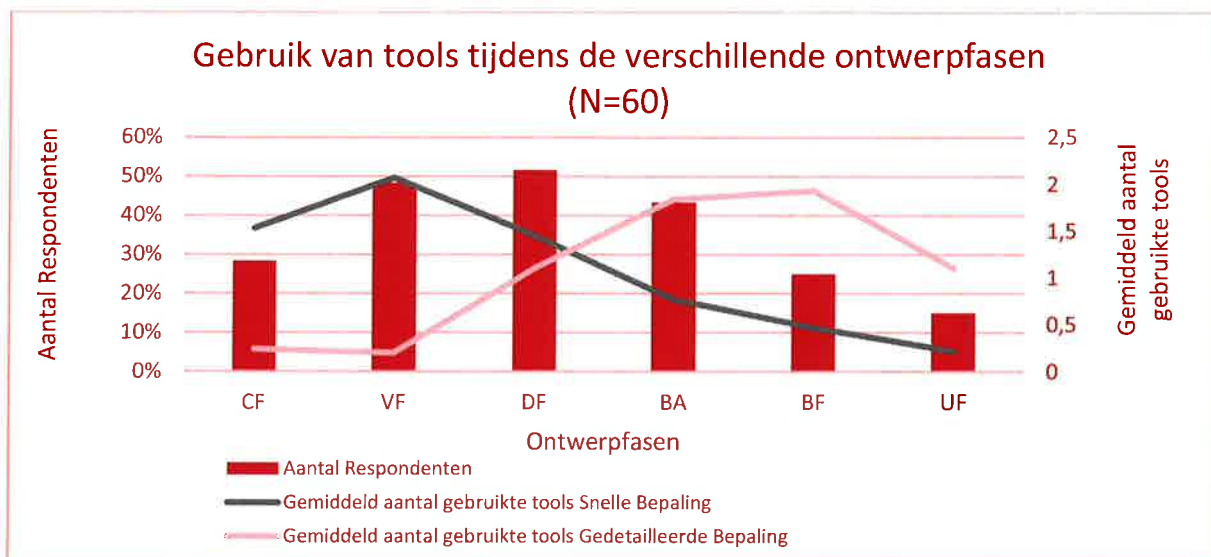
Aangezien de buitenlandse tools en databanken niet erg bekend waren voor de Nederlandse respondenten worden deze hier niet verder besproken. Een meer gedetailleerde bespreking over deze tools en databanken is terug te vinden in Bijlage 4: Tools en databanken buiten Nederland.

### **Toepassing van tools, classificatiesystemen en databanken tijdens de verschillende ontwerpfasen**

Zoals te zien is op Grafiek 17 worden tools het vaakst gebruikt tijdens de definitieve ontwerpfase (DF), door 52% van de respondenten, en het minst gebruikt tijdens de uitvoeringsfase (UF), door 15% van de respondenten. Daarnaast is er een opvallend verschil waar te nemen tijdens de verschillende ontwerpfasen. Tijdens de eerste ontwerpfasen worden tools vooral gebruikt voor een snelle bepaling van de duurzaamheid, terwijl een gedetailleerde bepaling van de duurzaamheid vooral gebeurt vanaf de definitieve ontwerpfase. De overgang tussen het gebruik van tools voor enerzijds een snelle en anderzijds een gedetailleerde bepaling van duurzaamheid is waar te nemen tijdens de definitieve ontwerpfase, waar het gebruik van tools maximaal is.

---

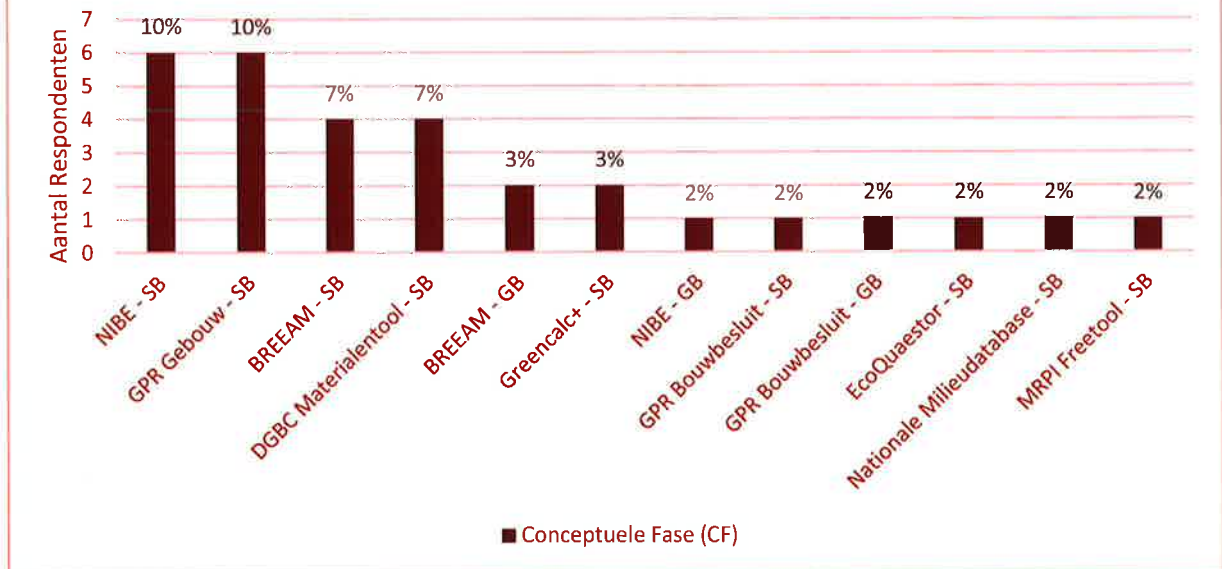
<sup>6</sup> SimaPro is een LCA-tool maar geen MPG-tool (op gebouwniveau), waardoor beide tools tot een andere categorie van tools gerekend kunnen worden.



**Grafiek 17: Gebruik van tools voor een snelle en gedetailleerde bepaling van de duurzaamheid tijdens de verschillende ontwerpfasen**

Grafiek 18 tot Grafiek 23 geeft een overzicht van de verschillende tools die tijdens de verschillende ontwerpfasen gebruikt worden. Zoals eerder vermeld, en ook te zien is op Grafiek 17, wordt er tijdens de **conceptuele fase (CF)** voornamelijk gebruik gemaakt van tools, classificatiesystemen en databanken voor een snelle bepaling van de duurzaamheid. Slechts 10% van de respondenten geven aan gedurende deze fase vooral gebruik te maken van de NIBE-classificatie en GPR Gebouw, gevolgd door BREEAM (7%) en de DGBC Materialentool (7%). Het gebruik van tools tijdens deze fase is te zien op Grafiek 18.

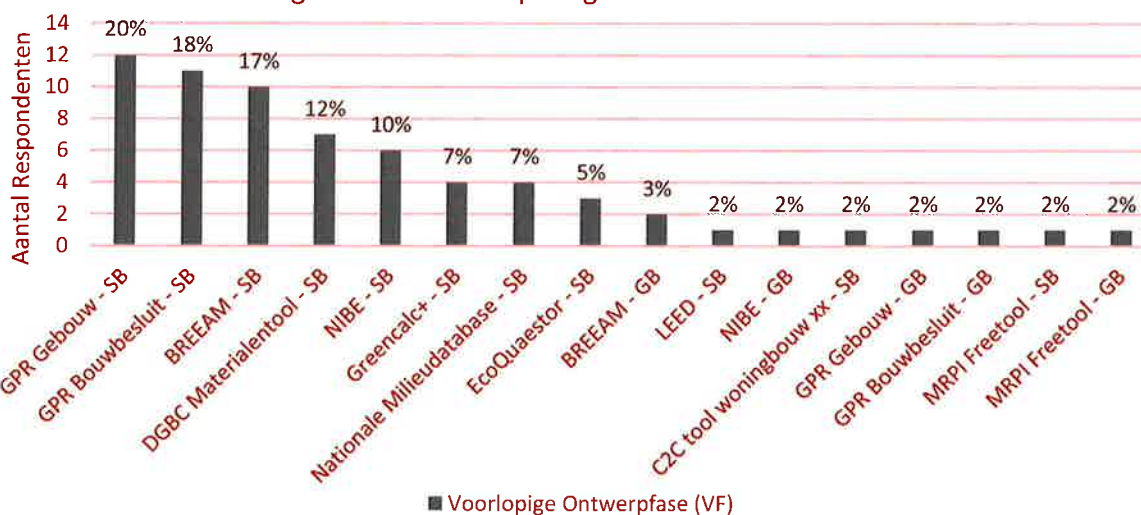
U gaf aan onderstaande tools, databanken of methodieken te kennen en te gebruiken in uw ontwerppraktijk. Wanneer voert u deze uit en gebruikt u deze tools, databanken of methodieken eerder om een snelle of gedetailleerde bepaling van de duurzaamheid?



Grafiek 18: Tools, databanken en methodieken gebruikt tijdens de conceptuele fase (CF) voor een snelle (SB) en/of gedetailleerde bepaling (GB) van duurzaamheid

Ook tijdens de voorlopige ontwerpfase (VF) wordt er vooral gebruik gemaakt van tools voor een snelle bepaling van de duurzaamheid. GPR Gebouw is opnieuw de meest gebruikte tool, gevolgd door GPR Bouwbesluit en BREEAM. Dit wordt grafisch weergegeven in Grafiek 19.

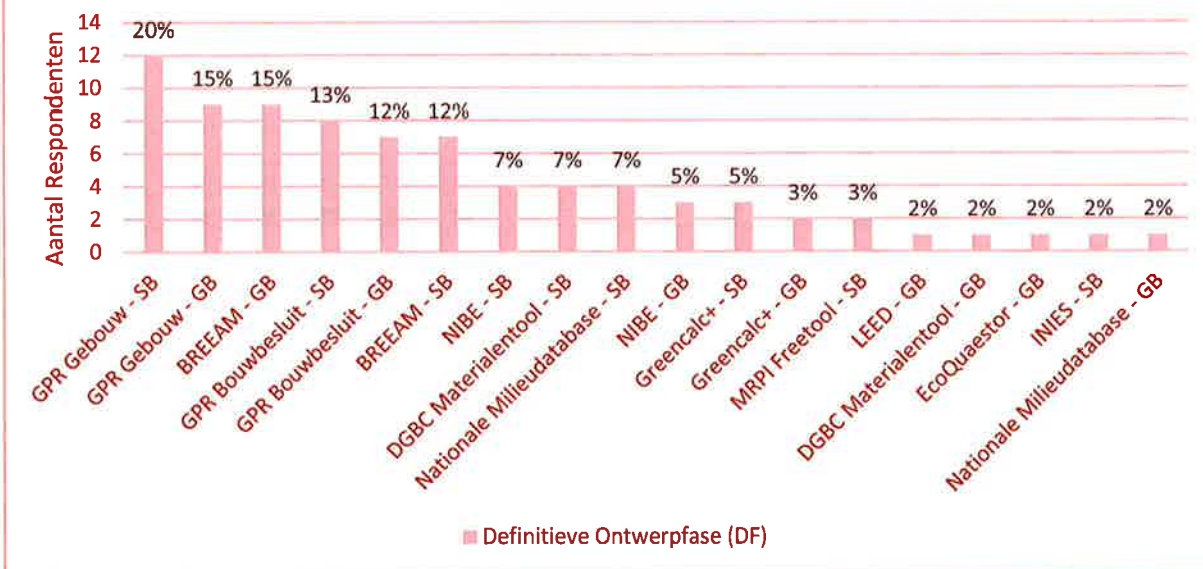
U gaf aan onderstaande tools, databanken of methodieken te kennen en te gebruiken in uw ontwerppraktijk. Wanneer voert u deze uit en gebruikt u deze tools, databanken of methodieken eerder om een snelle of gedetailleerde bepaling van de duurzaamheid?



Grafiek 19: Tools, databanken en methodieken gebruikt tijdens de voorlopige ontwerpfase (VF) voor een snelle (SB) en/of gedetailleerde bepaling (GB) van duurzaamheid

Tijdens de **definitieve ontwerpfase (DF)** daarentegen is het gebruik van tools voor een snelle bepaling (gemiddeld 1,45 gebruikte tools per gebruiker) en een gedetailleerde bepaling (gemiddeld 1,1 gebruikte tools per gebruiker) ongeveer gelijk. De tools die tijdens deze fase het meest gebruikt zijn, zijn GPR Gebouw voor zowel een snelle bepaling (20%) als een gedetailleerde bepaling (15%), gevolgd door BREEAM voor een gedetailleerde bepaling (15%) van de duurzaamheid, GPR Bouwbesluit voor een snelle bepaling (13%) en gedetailleerde bepaling (12%) en BREEAM voor een snelle bepaling (12%) van de duurzaamheid. Opvallend is dus dat tijdens de definitieve ontwerpfase de MPG-tools in eerste instantie aangewend worden voor een snelle bepaling, terwijl BREEAM tijdens deze fase voornamelijk gebruikt wordt voor een gedetailleerde bepaling. Het gebruik alle gebruikte tools tijdens de definitieve ontwerpfase wordt grafisch weergegeven in Grafiek 20.

U gaf aan onderstaande tools, databanken of methodieken te kennen en te gebruiken in uw ontwerppraktijk. Wanneer voert u deze uit en gebruikt u deze tools, databanken of methodieken eerder om een snelle of gedetailleerde bepaling van de duurzaamheid?

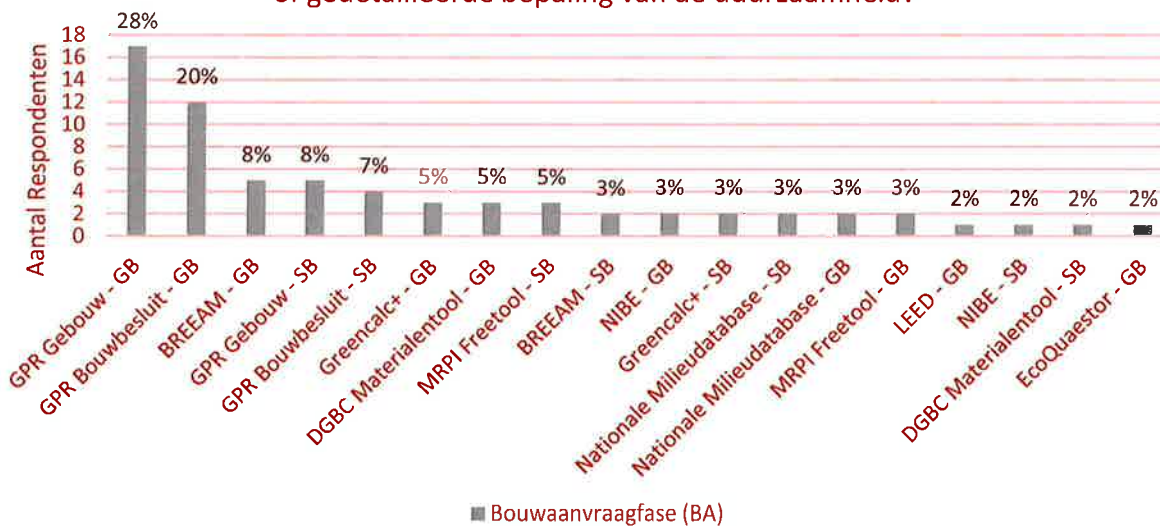


Grafiek 20: Tools, databanken en methodieken gebruikt tijdens de definitieve ontwerpfase (DF) voor een snelle (SB) en/of gedetailleerde bepaling (GB) van duurzaamheid

Tijdens de **bouwaanvraagfase (BA)** wordt vooral gebruik gemaakt van tools voor een gedetailleerde bepaling van duurzaamheid. Twee tools worden opvallend meer gebruikt tijdens deze fase: GPR Gebouw (28%) en GPR Bouwbesluit (20%), beiden voor een gedetailleerde bepaling van de duurzaamheid. De overige MPG-tools worden veel minder gebruikt tijdens deze fase. Daarnaast wordt GPR Gebouw meer gebruikt dan GPR Bouwbesluit, hoewel een berekening op basis van GPR Bouwbesluit in principe volstaat voor het verkrijgen van een bouwaanvraag. De gebruikte tools tijdens de bouwaanvraagfase wordt weergegeven in Grafiek 21.



U gaf aan onderstaande tools, databanken of methodieken te kennen en te gebruiken in uw ontwerppraktijk. Wanneer voert u deze uit en gebruikt u deze tools, databanken of methodieken eerder om een snelle of gedetailleerde bepaling van de duurzaamheid?



Grafiek 21: Tools, databanken en methodieken gebruikt tijdens de bouwaanvraagfase (BA) voor een snelle (SB) en/of gedetailleerde bepaling (GB) van duurzaamheid

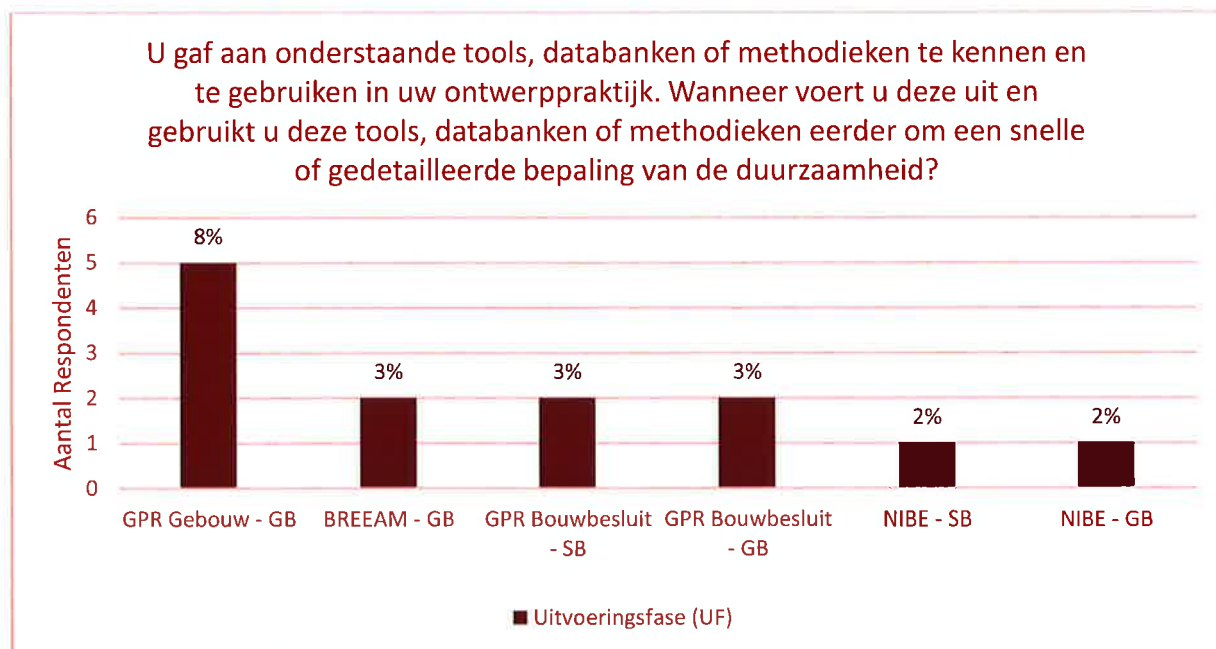
Ook tijdens de **bestekfase (BF)** blijft GPR Gebouw de populairste tool voor een gedetailleerde bepaling van de duurzaamheid, gevolgd door BREEAM en GPR Bouwbesluit, zoals te zien is op Grafiek 22.

U gaf aan onderstaande tools, databanken of methodieken te kennen en te gebruiken in uw ontwerppraktijk. Wanneer voert u deze uit en gebruikt u deze tools, databanken of methodieken eerder om een snelle of gedetailleerde bepaling van de duurzaamheid?



Grafiek 22: Tools, databanken en methodieken gebruikt tijdens de bestekfase (BF) voor een snelle (SB) en/of gedetailleerde bepaling (GB) van duurzaamheid

Ten slotte is het gebruik van tools het kleinst tijdens de **uitvoeringsfase (UF)** en ook tijdens deze fase is GPR Gebouw de meest gebruikte tool. De overige tools die gebruikt worden tijdens deze fasen zijn GPR Bouwbesluit, BREEAM en NIBE (zeer beperkt aantal respondenten, zie ook Grafiek 23).

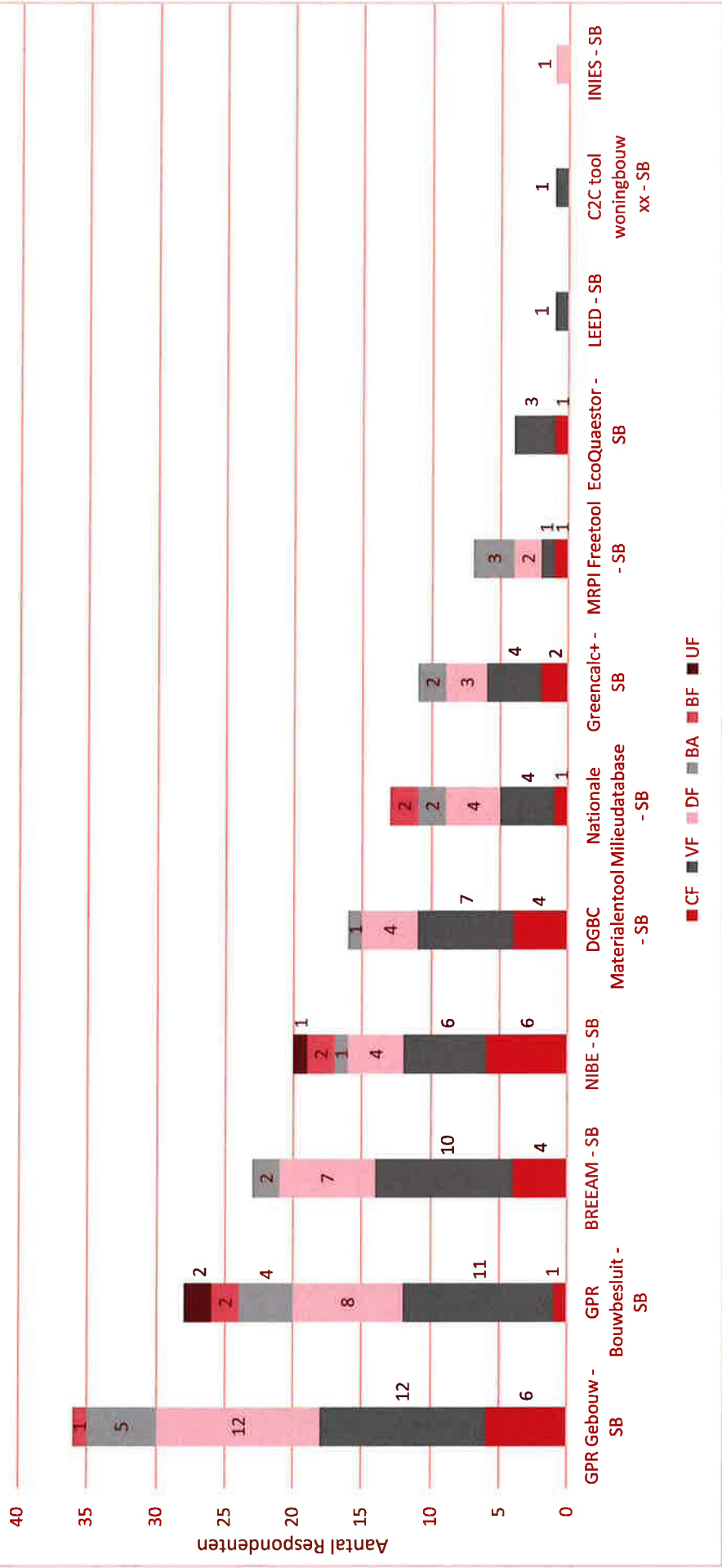


**Grafiek 23: Tools, databanken en methodieken gebruikt tijdens de uitvoeringsfase (UF) voor een snelle (SB) en/of gedetailleerde bepaling (GB) van duurzaamheid**

Grafiek 24 en Grafiek 25 geven ten slotte nog een overzicht van alle tools die gebruikt worden tijdens de verschillende ontwerpfasen. GPR Gebouw blijkt de meest gebruikte tool, gevolgd door GPR Bouwbesluit en BREEAM, zowel voor een snelle bepaling van de duurzaamheid (Grafiek 24) als een gedetailleerde bepaling van duurzaamheid (Grafiek 25).



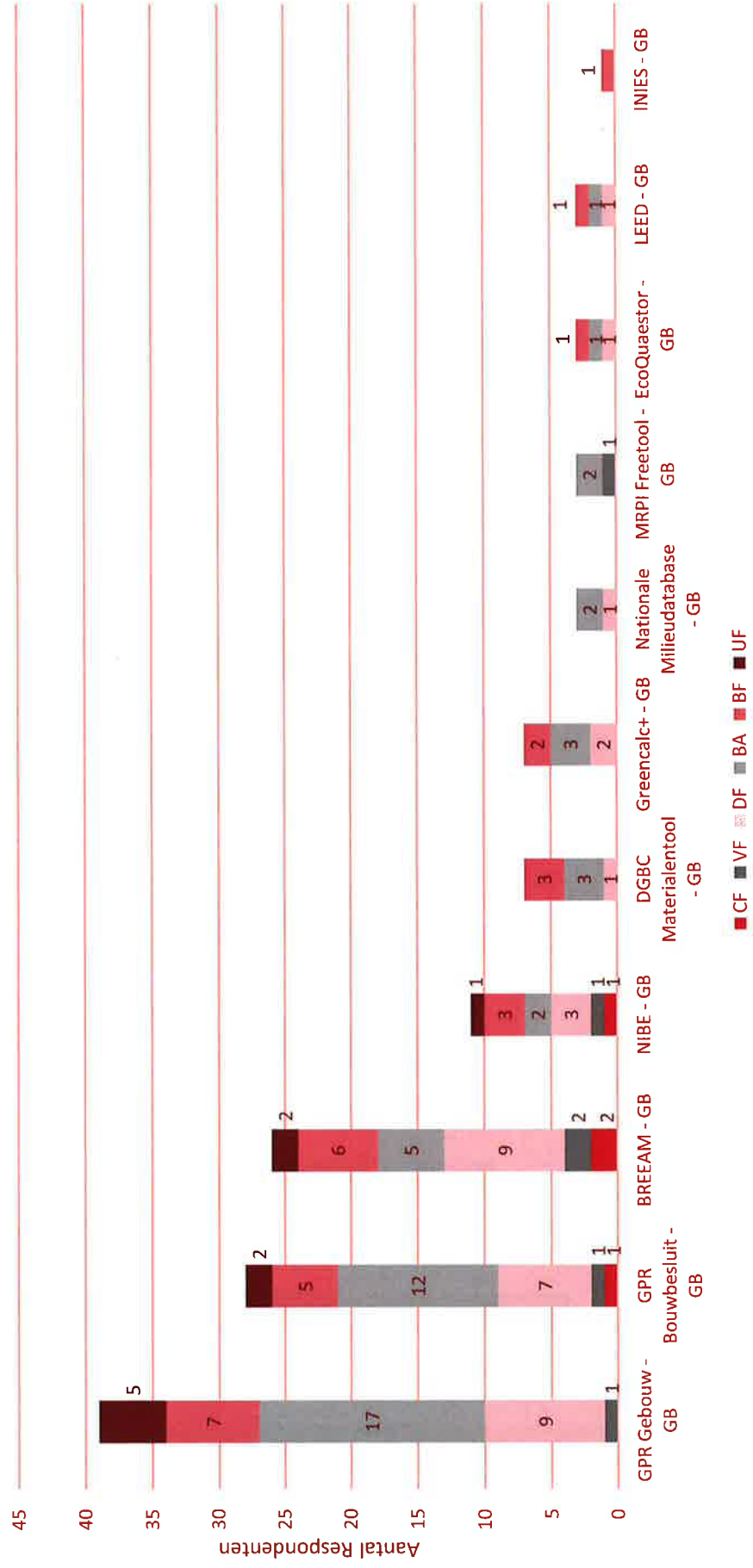
U gaf aan onderstaande tools, databanken of methodieken te kennen en te gebruiken in uw ontwerppraktijk. Wanneer voert u deze uit, wie voert deze uit en gebruikt u deze tools, databanken of methodieken eerder om een snelle of gedetailleerde bepaling van de duurzaamheid?



Grafiek 24: Gebruik van tools en databanken voor een snelle bepaling (SB) van duurzaamheid

CF = Conceptuele fase    VF = Voorlopig ontwerpfase    DF = Definitieve ontwerpfase    BA = Bouwaanvraag    BF = Bestekfase    UF = Uitvoeringsfase

U gaf aan onderstaande tools, databanken of methodieken te kennen en te gebruiken in uw ontwerppraktijk. Wanneer voert u deze uit, wie voert deze uit en gebruikt u deze tools, databanken of methodieken eerder om een snelle of gedetailleerde bepaling van de duurzaamheid?

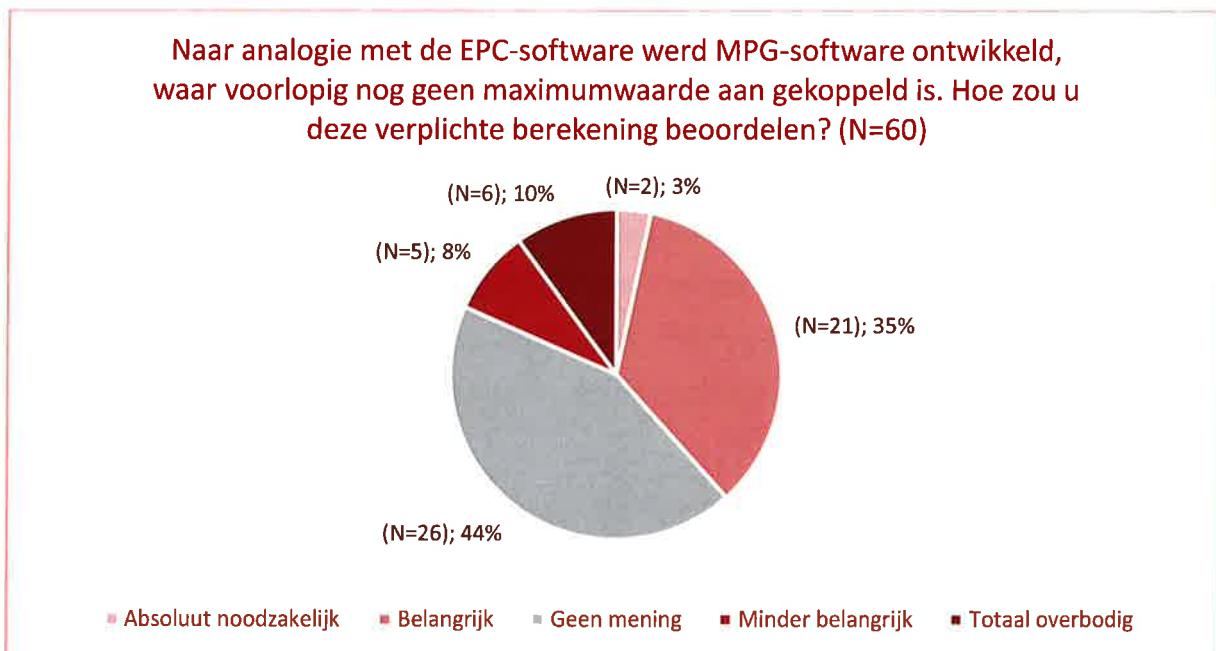


Grafiek 25: Gebruik van tools en databanken voor een gedetailleerde bepaling (GB) van duurzaamheid

CF = Conceptuele fase | VF = Voorlopig ontwerpfase | DF = Definitieve ontwerpfase | BA = Bouwaanvraag | BF = Bestekfase | UF = Uitvoeringsfase

## Houding van architecten ten opzichte MPG-berekeningen

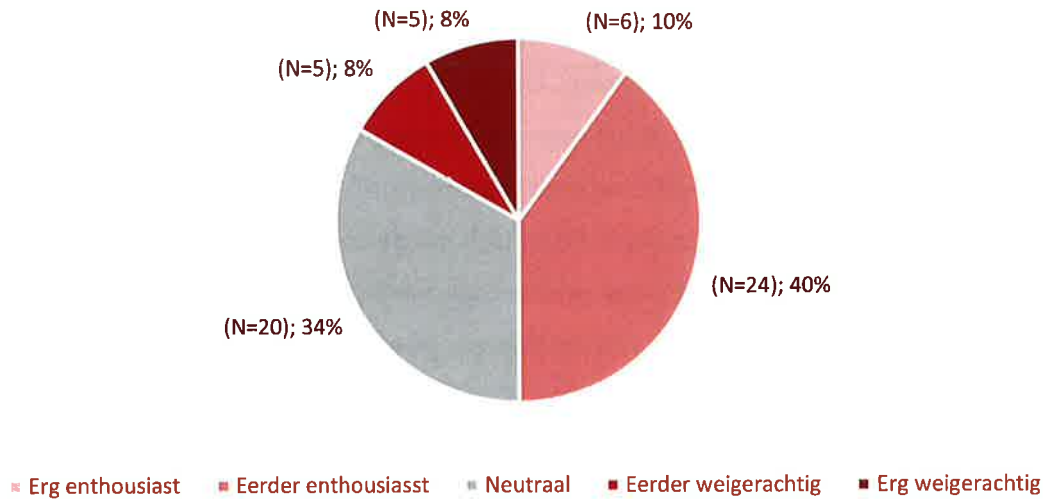
Vervolgens wordt er gekeken naar de houding van de Nederlandse respondenten ten opzichte van de verplichte MPG-berekeningen. In eerste instantie werd bevestigd hoe (on)belangrijk zij deze beoordeling vinden. Uit de resultaten blijkt dat bijna de helft van de respondenten (44%) geen mening heeft over de verplichte berekening. 38% daarentegen is eerder positief en vindt de verplichte berekening belangrijk (35%) en zelfs noodzakelijk (3%). Daarnaast reageren een aantal respondenten ook eerder negatief: 8% vindt de berekening minder noodzakelijk en 10% vindt deze zelfs totaal overbodig. We kunnen dus concluderen dat de grote meerderheid van de respondenten geen mening heeft over de verplichte berekening of eerder positief is, zoals te zien is op Grafiek 26.



Grafiek 26: Houding ten opzichte van de verplichte MPG-berekening

Wanneer er vervolgens gevraagd wordt naar hun houding ten opzichte van een opgelegde maximum waarde waaraan het ontwerp moet voldoen op vlak van materiaalimpact, is de helft (50%) van de respondenten (overwegend) enthousiast. Slechts 16% staat hier weigerachtig tegenover en de overige respondenten hebben hier geen mening over (Grafiek 27).

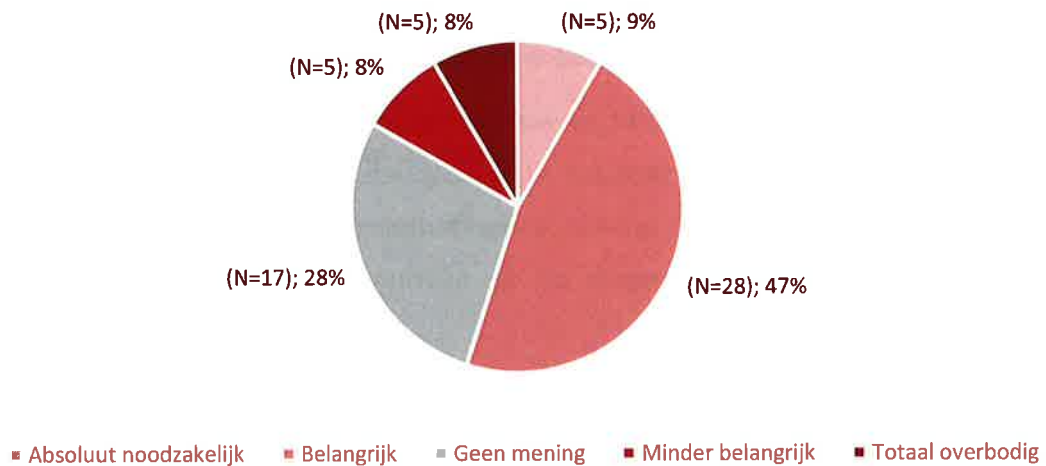
Hoe staat u tegenover een eventuele opgelegde maximum waarde waaraan uw ontwerp moet voldoen op vlak van materiaalimpact? (N=60)



Grafiek 27: Houding ten opzichte van een maximumwaarde waaraan het ontwerp moet voldoen op vlak van materiaalimpact

Ten slotte wordt er nog aan de respondenten gevraagd in hoeverre zij een eventuele opgelegde maximum waarde, waaraan een ontwerp moet voldoen op vlak van materiaalimpact, noodzakelijk achten. Ruim 56% geeft aan dit belangrijk of noodzakelijk te vinden. Opnieuw vindt 16% van de respondenten echter dat een maximum waarde minder belangrijk of overbodig is (Grafiek 28).

In welke mate acht u een eventuele opgelegde maximum waarde, waaraan uw ontwerp moet voldoen op vlak van materiaalimpact, noodzakelijk? (N=60)



Grafiek 28: Noodzaak van een maximumwaarde waaraan het ontwerp moet voldoen op vlak van materiaalimpact

Wanneer er vervolgens gekeken werd naar het verband tussen de respondenten die eerder enthousiast of weigerachtig staan ten opzichte van een maximumwaarde en anderzijds de respondenten die aangeven dat een maximumwaarde al dan niet noodzakelijk is volgens hun, blijkt dat respondenten die eerder weigerachtig of erg weigerachtig staan tegenover een maximumwaarde, de noodzaak van een maximumwaarde ook effectief negatief beoordelen. De respondenten die daarentegen neutraal stonden tegenover een opgelegde maximumwaarde zullen de noodzaak van een maximumwaarde eerder positief beoordelen, hoewel ze eerder neutraal blijven. De respondenten die ten slotte enthousiast reageerden zullen de noodzaak grotendeels positief beoordelen en in beperkte mate hier geen mening over hebben. Dit is te zien in Tabel 12.

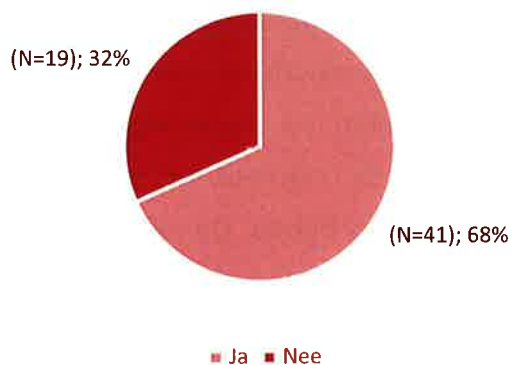
		Noodzaak van een opgelegde maximumwaarde waaraan het ontwerp moet doen op vlak van materiaalimpact				
		Absoluut noodzakelijk	Belangrijk	Geen mening	Minder belangrijk	Totaal overbodig
Houding ten opzichte van een maximumwaarde	Erg enthousiast	3	0	2	0	0
	Eerder enthousiast	0	22	2	0	0
	Neutraal	1	5	13	1	0
	Eerder weigerachtig	0	1	0	4	0
	Erg weigerachtig	0	0	0	0	5

Tabel 12: Houding van respondenten ten opzichte van een maximumwaarde voor de milieu-impact ten opzichte van de mate waarin respondenten een maximumwaarde noodzakelijk achten

### Invloed van de MPG Tools op de duurzaamheid van een ontwerp

68% van de respondenten geeft aan dat het gebruik van MPG-tools volgens hun een invloed heeft op de duurzaamheid van hun projecten (Grafiek 29). Bovendien gaf eerder al 58% van de respondenten aan zelf één of meerdere MPG-tools te gebruiken en 38% van alle respondenten doet beroep op een MPG-specialist zoals eerder al vermeld werd.

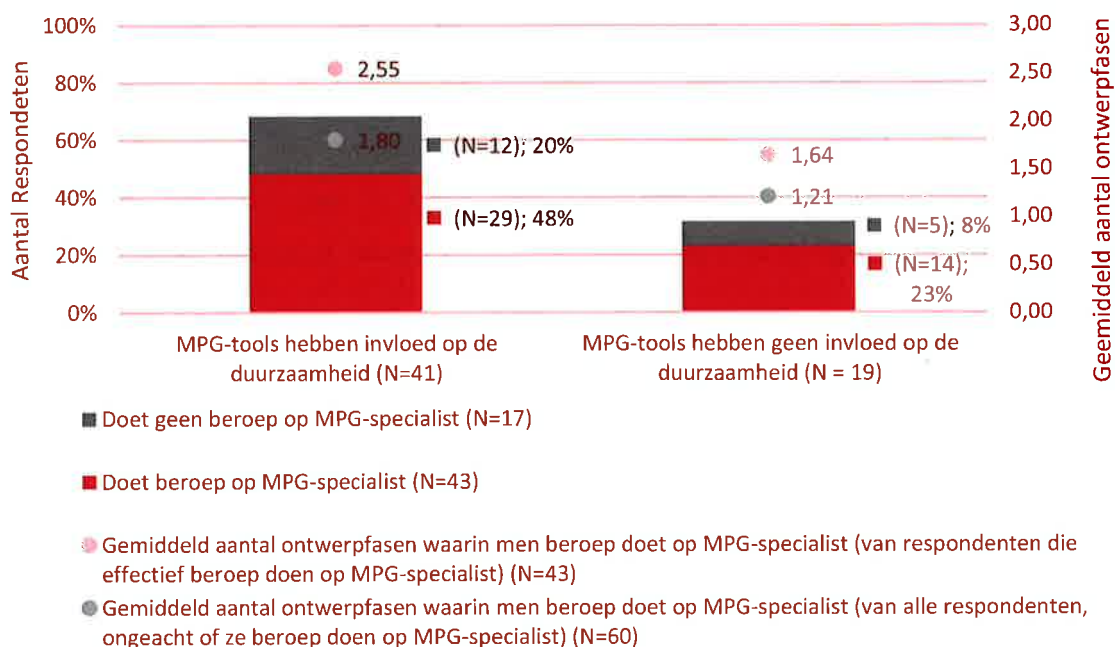
### Heeft het gebruik van MPG-tools volgens u een invloed op de duurzaamheid van uw project? (N=60)



**Grafiek 29: Invloed van het gebruik van MPG-tools op de duurzaamheid van een project**

Van de respondenten die aangaven dat het gebruik van MPG-tools een invloed heeft op de duurzaamheid van het project, doet 71% bovendien een beroep op een MPG-specialist. Dit is vrij gelijkaardig aan de respondenten die aangaven dat MPG-tools volgens hun geen invloed heeft op de duurzaamheid van een project: van deze groep gaf 74% aan een beroep te doen op een MPG-specialist tijdens één of meerdere fasen. Dit wordt weergegeven in Grafiek 30.

### Met welke specialisten, ingenieurs, ... werkt u vaak samen? (N=60) Heeft het gebruik van MPG-tools volgens u een invloed op de duurzaamheid van uw project? (N=60)

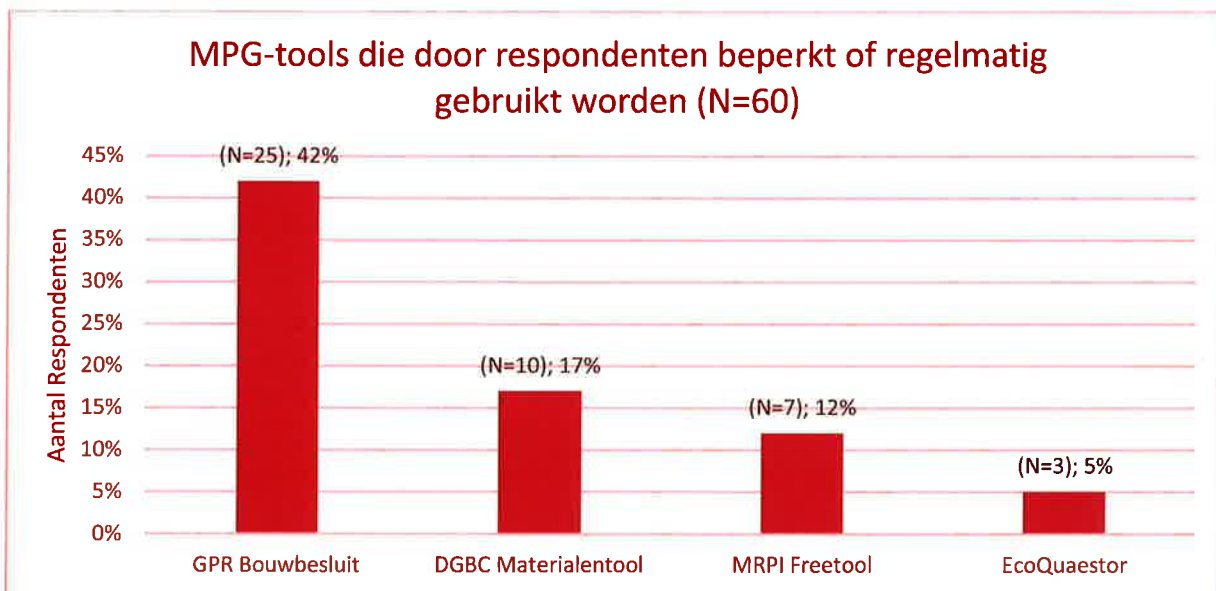


**Grafiek 30: Verhouding tussen het aantal respondenten dat al dan niet van mening is dat MPG-tools invloed hebben op de duurzaamheid van een project en de mate waarin ze beroep doen op MPG-specialisten**

Hoe vaak ze een beroep doen op een MPG-specialist verschilt echter wel sterk. Respondenten die beroep doen op een MPG-specialist én die van mening zijn dat MPG-tools invloed hebben op de duurzaamheid, doen gemiddeld tijdens 2,55 fasen van het ontwerpproces<sup>7</sup> een beroep op MPG-specialisten, ten opzichte van gemiddeld 1,64 fasen bij de respondenten die van mening zijn dat duurzaamheid geen invloed heeft op de duurzaamheid. Indien we daarentegen *alle* respondenten beschouwen (ongeacht of ze een beroep doen op een MPG-specialist of niet), doen de respondenten die van mening zijn dat MPG-tools een invloed hebben op de duurzaamheid, gemiddeld tijdens 1,8 fasen een beroep op een MPG-specialisten ten opzichte van gemiddeld 1,21 fasen bij de respondenten die van mening zijn dat MPG-tools geen invloed hebben op de duurzaamheid. Respondenten die van mening zijn dat MPG-tools wel degelijk een invloed hebben op de duurzaamheid van een project, doen dus opvallend meer beroep op MPG-specialisten dan respondenten die van mening zijn dat dit geen invloed heeft op de duurzaamheid.

### Populairste tools voor het bepalen van de milieu-impact

Zoals eerder al vermeld werd, is GPR Bouwbesluit de meest gebruikte MPG-tool die door 42% van de respondenten beperkt of regelmatig gebruikt wordt. Dit is te zien op Grafiek 31. GPR Gebouw wordt echter nog vaker gebruikt, maar wordt hierna niet verder besproken aangezien deze tool een holistische duurzaamheidstool is die verder gaat dan de verplichte MPG-berekening.



Grafiek 31: Gebruik van MPG-tools door de respondenten

<sup>7</sup> De verschillende fasen van het ontwerpproces die hiervoor in beschouwing zijn genomen zijn de "Conceptuele fase", "Voorlopige ontwerpfase", "Definitieve ontwerpfase", "Bouwaanvraagfase", "Bestekfase" en "Uitvoeringsfase".



## Voor- en nadelen van de verschillende tools

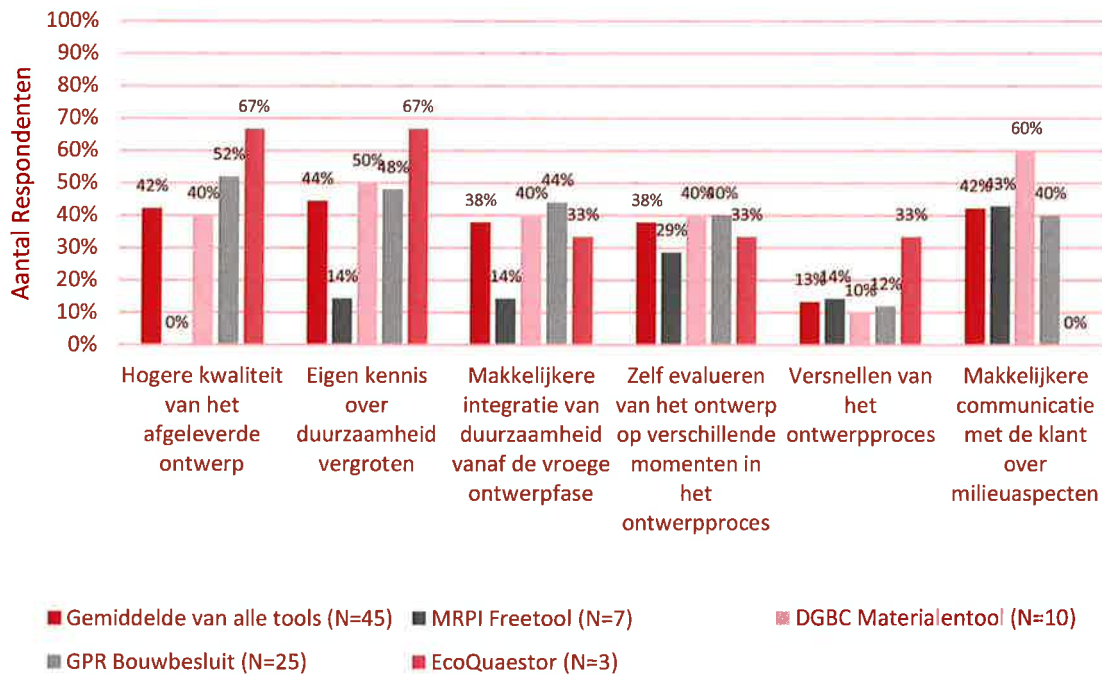
Aan de respondenten die zelf gebruik maken van MPG-tools werd gevraagd of zij "Heel vaak", "Vaak", "Neutraal", "Zelden" of "Nooit" bepaalde voordelen halen uit het gebruik van MPG-tools. Opvallend hierbij was dat **geen enkele respondent aangaf heel vaak** een bepaald voordeel uit een specifieke MPG-tool te halen. Het grootste nadeel dat respondenten ervaren, is dat de MPG-tools het ontwerpproces vertragen (Grafiek 32).

Bovendien is het opvallend dat de MRPI Freetool slecht scoort in vergelijking met andere MPG-tools. Geen enkele respondent gaf aan dat het gebruik van de MRPI Freetool leidt tot een hogere kwaliteit van het ontwerpproces. Het grootste voordeel van de MRPI Freetool daarentegen was een makkelijkere communicatie met de klant over milieuaspecten, maar ook bij dit aspect scoort de MRPI Freetool niet echt beter dan andere MPG-tools.

GPR Bouwbesluit scoort op alle aspecten opvallend goed. Meer dan 50% van de respondenten geeft aan dat het gebruik van GPR Bouwbesluit vaak leidt tot een hogere kwaliteit van het afgeleverde ontwerp. Het versnellen van het ontwerpproces daarentegen scoort als enige criteria opvallend slechter, net zoals dit het geval is bij alle andere MPG-tools. Daarnaast scoort ook EcoQuaestor heel goed, maar deze tool wordt slechts door 3 respondenten gebruikt waardoor de representativiteit niet volledig aangetoond kan worden. Grafiek 32 geeft een overzicht van de voordelen die vaak gehaald worden uit de verschillende MPG-tools, alsook de gemiddelde score van alle tools voor een bepaald criteria.



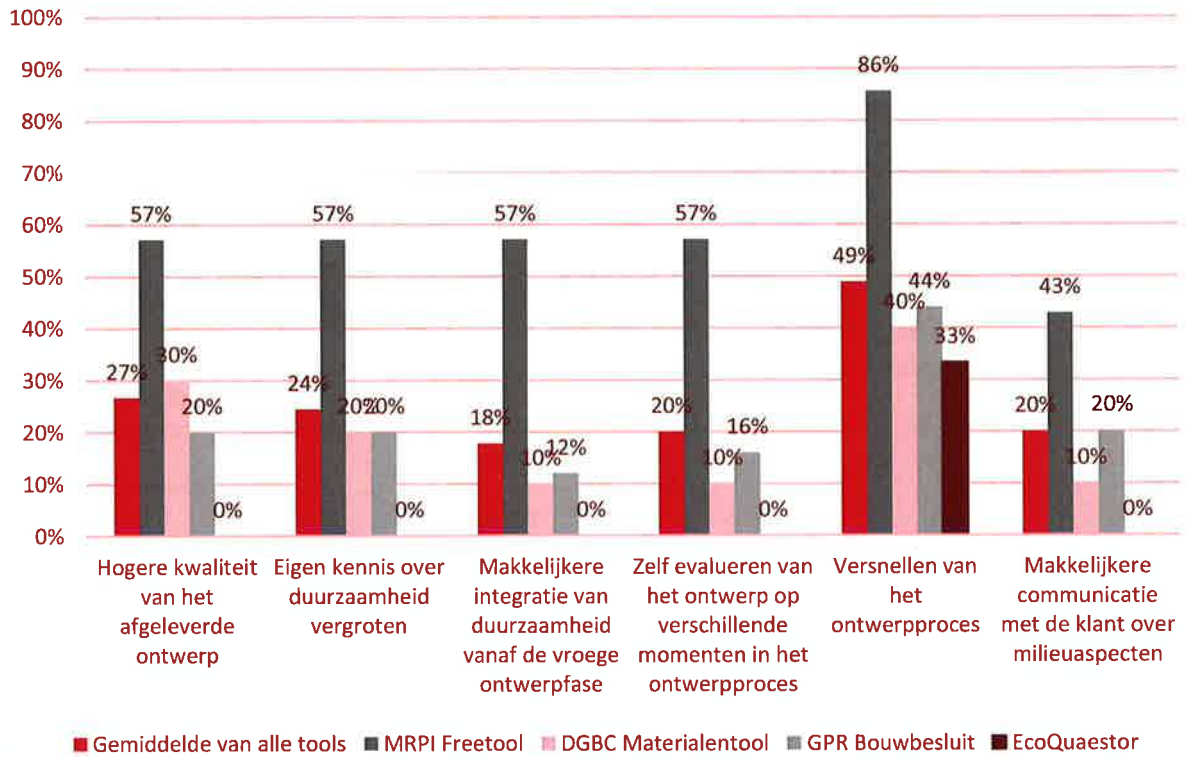
## Welke voordelen haalt u vaak uit het gebruik van MPG-tools?



Grafiek 32: Voordelen die vaak gehaald worden uit het gebruik van MPG-tools

Een groot deel van de respondenten gaf aan zelden of nooit voordelen te halen uit het gebruik van de MRPI Freetool, zoals te zien is op Grafiek 33. Daarnaast is het ook opvallend dat EcoQuaestor door geen enkele respondent op geen enkel criteria negatief beoordeeld wordt, met uitzondering van het versnellen van het ontwerpproces. De betrouwbaarheid van de beoordeling van deze tool is echter te onzeker door het beperkt aantal respondenten die gebruik maken van EcoQuaestor.

## Welke voordelen haalt u zelden of nooit uit het gebruik van MPG-tools?



Grafiek 33: Voordelen die zelden of nooit gehaald worden uit het gebruik van MPG-tools

## 4.3 Interviews

Om dieper inzicht te verwerven in de manier waarop architecten de tools gebruiken en welke invloed deze tools hebben op hun ontwerp en materiaalkeuze, werd een bijkomend interview afgenomen bij twee deelnemers van de enquête. Deze worden in dit hoofdstuk besproken.

De eerste architect is een 28-jarige man en een van de jongste architecten die deelgenomen heeft aan de enquêtes. Hij is voornamelijk actief in de particuliere sector en heeft sinds 2016 zijn eigen éénmansbureau. Daarnaast nam ook een 62-jarige mannelijke architect deel aan een interview die meer ervaring heeft met betrekking tot duurzaamheid. Hij startte rond 1980 als constructief ontwerper en is rond 1990 een éénmansbureau gestart met de focus op duurzaamheid en ecologisch bouwen. Bovendien heeft hij als BREEAM expert meegewerkt aan wat het duurzaamste kantoorgebouw ter wereld genoemd wordt, waardoor hij over de nodige ervaring en expertise beschikt.

De interviews werden opgevat als semigestructureerde interviews en duurden respectievelijk 1:00 uur en 1:45 uur. Voor de verwerking van de interviews werden de belangrijkste zaken die besproken werden gestructureerd binnen de thema's "Duurzaamheid", "Duurzaam materiaalgebruik" en "Duurzaamheidstools" en vervolgens besproken en teruggekoppeld naar Vlaanderen. De interviews worden hierna besproken.

### 4.3.1 Interview met startende architect

Het eerste interview werd afgenomen bij een startende architect die aangaf nog niet veel ervaring te hebben met duurzaam bouwen maar wel een groot belang hecht aan de integratie van energiemaatregelen in al zijn ontwerpen en zich daarnaast bewust is van het belang van duurzaam bouwen. De integratie van duurzaam materiaalgebruik in zijn ontwerpen is eerder beperkt.

#### Duurzaamheid

De verplichte EPC-berekening en MPG-berekeningen zijn volgens hem het bewijs dat duurzaamheid ontzettend belangrijk is. Daarnaast worden ook gezondheid, ventilatie en onderhoud door hem beschouwd als factoren die de duurzaamheid bepalen. Het boek "De blauwe economie" van Gunter Pauli zorgde bij hem voor deze andere kijk op duurzaamheid. De interesse in duurzaamheid is wel aanwezig, maar zijn kennis is eerder beperkt. Dit komt enerzijds doordat hij aangeeft zich er te weinig mee bezig te houden en anderzijds vindt dat het een te complexe materie geworden is voor architecten, vooral dan voor een éénmanszaak zoals hem. Een groter bureau daarentegen zou hiervoor een adviseur in dienst kunnen nemen.

Een verplichte regelgeving zou kunnen helpen. In zijn praktijk valt namelijk op dat de vraag naar duurzaam bouwen soms van de klant zelf komt, maar dat dit vooral het geval is bij nieuwbouwprojecten omdat het hiervoor verplicht is. Bij renovatieprojecten daarentegen moet hij duurzaam bouwen zelf introduceren. Daarnaast tracht hij klanten bewust maken van bepaalde duurzaamheidsaspecten, maar de kostprijs geeft vaak de doorslag in het wel of niet toepassen van deze aspecten. Het toepassen van duurzaamheid in het ontwerp wordt door de bouwheer dus eerder als een belemmering gezien, omwille van deze kostprijs. Er zijn wel bepaalde klanten die inzien dat het beter is voor het milieu en die hierin willen investeren, maar deze zijn eerder beperkt.

Daarnaast gaf de architect aan een beroep te doen op constructiebureaus (België: stabiliteitsbureau), vooral in de bestekfase of bouwvergunningfase. De EPC-berekening voert hij zelf uit op het einde van het ontwerpproces. Indien de klant echter een energiezuinige woning wil, wordt in de vroegere ontwerpfasen al een W/E-installateur betrokken. Naar de duurzaamheid van installaties zelf wordt niet gekeken.

### **Duurzaam materiaalgebruik**

Wat betreft duurzaam materiaalgebruik zijn alternatieve materialen, zoals houtskeletbouw, nog vaak een drempel voor bouwheren. Stenen huizen hebben door de jaren hun kwaliteit bewezen waardoor ze vaak de voorkeur hebben. De architect gaf bovendien aan zelf een houtskelet overwogen te hebben vanuit duurzaamheidsstandpunt, maar dit uiteindelijk niet volledig toegepast heeft omwille van de kostprijs van deze materialen. Bovendien vindt hij dat esthetiek op de eerste plaats komt.

Daarnaast beoordeeld hij (de duurzaamheid van) materialen op basis van het advies van fabrikanten en toeleveranciers, maar stelt hij zich de vraag in hoeverre dit advies betrouwbaar is. Hetzelfde geldt voor hem voor keurmerken (labels), die door een specifieke branche aangeleverd worden.

Bovendien vindt hij dat de overheid de regels moet verstrengen waardoor hij als architect een houvast heeft om klanten te overtuigen de woning te verbeteren op gebied van energie (zoals nu al het geval is door de EPC-eisen) en duurzaamheid materiaalgebruik (de MPG-eisen in de toekomst).

### **Duurzaamheidstools**

Daarnaast werd er gevraagd naar de MPG-tools die de architect gebruikt en de redenen hiervoor. Hij gaf aan beperkt gebruik gemaakt te hebben van de MRPI-Freetool en GPR Gebouw. De enige reden dat hij deze tools gebruikt is omdat het verplicht wordt door gemeenten om bij de vergunningaanvraag een MPG-rapport toe te voegen. Hij zou deze

tools niet gebruiken als het niet verplicht was omdat het voor extra kosten zorgt voor de klant. Welke tool hij gebruikt, de MRPI Freetool of GPR Gebouw, is afhankelijk van wat de gemeente vraagt.

### **Gebruik van tools**

De architect gaf aan de MPG-tools enkel te gebruiken voor de vergunningsaanvraag en hierdoor deze tools slechts één keer in het ontwerpproces te gebruiken. Het gebruik van tools beïnvloedt hierdoor zelden het ontwerp of de materiaalkeuze. De architect gaf echter wel aan zich te zullen verdiepen in de tools wanneer deze verplicht worden en wanneer er een maximumwaarde opgelegd wordt. Er wordt bovendien eerder gekozen voor energetische maatregelen dan voor maatregelen met betrekking tot (duurzame) materialen. De materiaalkeuze is bovendien vooral afhankelijk van esthetische parameters.

Aangezien hij zijn werkzaamheden communiceert naar klanten, ook inhoudelijk, wordt de output van de MPG-tools aan de klanten voorgelegd, maar deze worden niet gebruikt om het ontwerp te verbeteren en deze vormt eveneens niet de basis voor ontwerpkeuzes. Dit is te verklaren omdat de MPG-tools door hem gebruikt worden als het ontwerp voltooid is en er nog geen verplichte maximumwaarden zijn opgelegd die een aanpassing van het ontwerp of materiaalkeuze zouden vereisen.

Daarnaast is het beroep van architect volgens hem al complex genoeg om zich ook nog verder te verdiepen in deze tools en duurzaamheid. Als men deze zaken probeert mee te nemen in een ontwerp, gaat het altijd ten koste van iets anders, zoals constructie, esthetiek, functionaliteit, enzovoort. Het gebruik van tools zou volgens hem echter wel verplicht moeten worden waardoor het een noodzaak wordt om zich erin te verdiepen. Eventueel zal het dan nog steeds uitbesteed worden, maar basiskennis ervan is dan noodzakelijk om het werk van deze specialisten te kunnen controleren, zoals nu ook al het geval is voor bijvoorbeeld constructiewerken.

Ten slotte gaf hij nog aan dat hij BREEAM nog niet gebruikt heeft omdat hij zelf voornamelijk actief is in de particuliere sector en BREEAM meer geschikt acht voor grotere projecten. BREEAM geeft volgens hem ook inzicht in ruimere duurzaamheidsaspecten zoals de aanwezigheid van een bushalte en dergelijke.

### **Ruimte voor verbeteringen**

Op vlak van gebruiksvriendelijkheid zijn MPG-berekeningen volgens hem tijdsintensief, vooral door de nodige extractie van gegevens. Een koppeling met BIM-software zou handig zijn om deze gegevens eruit te halen, maar deze software is te duur voor een éénmansbureau. Daarnaast is een koppeling tussen EPC-software en MPG-software

wenselijk om de totale snelheid te verbeteren en geeft de architect aan dat het tijd zou besparen als de MPG-software zelf alternatieven zou genereren. Bovendien kan een verplichting ervoor zorgen dat er ook effectief meer gebruik gemaakt zal worden van de MPG-tools en dat hij hierdoor bovendien een reden heeft om het gebruik ervan gefinancierd te krijgen door de opdrachtgever.

## **Conclusie**

De architect gaf aan een voorstander te zijn van duurzaamheid en hiervoor een interesse te hebben, maar hij zal duurzaamheid en duurzaam materiaalgebruik niet bewust toepassen in zijn ontwerpen zolang het niet verplicht is. Aanpassingen aan het ontwerp gebeuren momenteel eerder vanuit energetisch oogpunt, omdat hij meer over deze kennis beschikt dankzij zijn vooropleiding en doordat hij zelf de EPC-berekeningen uitvoert. In de toekomst ziet hij zichzelf echter meer toeleggen op duurzaamheid, maar hij geeft aan dat hij als startende architect nu nog niet over al deze kennis kan beschikken. Bovendien is het moeilijk om de bouwheer, zonder verplichte regelgevingen, te overtuigen om duurzame materiaalkeuzes te maken, hoofdzakelijk omwille van de kostprijs en anderzijds omwille van alternatieve materialen die voor de bouwheer een drempel vormen.

### **4.3.2 Interview met ervaren architect**

Daarnaast werd er ook een interview afgenomen met een 62-jarige mannelijke architect die meer ervaring heeft met duurzaamheid, duurzaam materiaalgebruik en duurzaamheidstools. Deze architect werkt in een éénmanszaak en heeft door de jaren heen zijn kennis over duurzaamheid kunnen vergroten. Hij werkt voornamelijk in de particuliere sector maar verleent ook zijn medewerking aan grotere projecten als BREEAM-expert. Hij is van mening dat je met de kennis die je opdoet goede dingen moet doen, wat zich in de bouwkunde bijvoorbeeld vertaalt in duurzaam bouwen. Dit probeert hij in al zijn ontwerpen mee te nemen. Zelfs als de vraag naar duurzaam bouwen niet van de klant zelf komt, probeert hij bepaalde duurzaamheidsaspecten in het ontwerp te integreren.

## **Duurzaamheid**

Duurzaamheid is volgens hem een heel breed begrip, gaande van materiaal, energie en binnenklimaat tot esthetiek en onderhoud. Het esthetisch aspect is van belang omdat een gebouw dat niet esthetisch is snel wordt afgebroken. Daarnaast moet ook onderhoud in rekening genomen worden. Hij gaf hierbij het voorbeeld van raamkozijnen die hij in zijn eigen woning heeft toegepast. Aan de binnenzijde zijn deze gemaakt van hout maar aan de buitenzijde, waar het hout het meest kwetsbaar is, werd gekozen voor aluminium, waardoor het een duurzaam kozijn geworden is dat weinig onderhoud vergt.

Daarnaast is duurzaamheid volgens hem heel dynamisch en evolueert het heel snel, waardoor bijscholingen of lectuur noodzakelijk is. Door zijn ervaring met duurzaamheid beschouwt hij zichzelf op bepaalde vlakken als een meester, maar is hij zich er ook van bewust dat hij zelf ook zijn meesters heeft.

### **Duurzaamheid in het ontwerpproces**

Vanaf de vroege ontwerpfase (conceptfase/programmafase) probeert hij installatiespecialisten te betrekken. Het is in deze fase dat de esthetische en functionele eisen, waaraan het ontwerp moet voldoen, vastgelegd worden. Zowel de opdrachtgever als de architect spelen een belangrijke rol in deze fase. De opdrachtgever bepaalt "wat" er nodig is en de architect "hoe" dit geïmplementeerd wordt. Er is echter een spanningsveld tussen beide waarbij het grote verschil is dat de architecten er dagelijks mee in aanraking komen en de opdrachtgever slechts één, misschien twee, keer in zijn leven hiermee in aanraking komt.

Daarnaast past hij ook het principe van "Slim bouwen" toe in zijn ontwerppraktijk, wat eerder een economische benadering is van duurzaam bouwen. Hierbij wordt er een opsplitsing gemaakt tussen het casco, de schil, de installaties en de afbouw. Deze onderdelen hebben een verschillende levensduur waardoor de opsplitsing het mogelijk maakt de onderdelen op verschillende tijdstippen te vervangen. Flexibel en aanpasbaar bouwen houdt hierdoor ook verband met duurzaamheid.

### **Duurzaam materiaalgebruik**

Het materiaalgebruik is steeds zo duurzaam mogelijk maar de uiteindelijke keuze ligt hoofdzakelijk bij de opdrachtgever, vaak omwille van financiële redenen. Duurzame materialen zijn vaak nog een nichemarkt waardoor de producten duurder zijn, maar indien ze in de toekomst meer standaard worden zullen de prijzen vermoedelijk zakken, zoals ook het geval was voor zonnepanelen. Daarnaast is het een grote uitdaging om duurzaam materiaalgebruik 'verkocht' te krijgen, niet enkel aan de opdrachtgever, maar ook aan de uitvoerders. Het toepassen van andere materialen zorgt namelijk vaak voor andere detailleringen en uitvoeringsmethodes dan de standaardmethodes die routine zijn voor de uitvoerders.

Bovendien moet men volgens hem evolueren van een lineaire economie naar een circulaire economie, waarbij men meer gaat denken in kringlopen (de Cradle-to-Cradle-gedachte). De overheid kan hier een grote rol in spelen, bijvoorbeeld via regelgeving, maar dergelijke regelgeving is complexer voor materialen dan voor energie. Zonnepanelen bijvoorbeeld zijn duurzaam op vlak van energie, maar niet op vlak van materialen, door de

aanwezigheid van aluminium. Voor de productie van aluminium is namelijk de eindige delfstof bauxiet vereist en vergt de omzetting van bauxiet naar aluminium veel energie. Aan de andere kant is aluminium wel goed te recycleren, wat past binnen het circulair denken, en vergt het materiaal weinig onderhoud.

Ten slotte gaf de architect aan akkoord te zijn met de stelling “De vervuiler betaalt”, maar volgens hem moet dit eerder plaatsvinden op het niveau van de bedrijven en fabrikanten. De overheid moet eisen stellen aan het productieproces, bijvoorbeeld dat fabrikanten enkel gebruik mogen maken van FSC hout. De verantwoordelijkheid om duurzame producten te vervaardigen en te gebruiken ligt dan bij de fabrikanten in plaats van bij de opdrachtgevers.

### **Duurzaamheidstools**

De architect maakt gebruik van GPR Gebouw, BREEAM en de NIBE-classificatie. De EPC-berekening voert hij zelf niet uit. Uit ervaring weet hij wat nodig is in het ontwerp om aan de EPC-berekening te voldoen, maar tijdens het ontwerpproces is hij niet met de berekening bezig. Volgens hem biedt de EPC-berekening niet het inzicht in wat de woning effectief gaat verbruiken op vlak van energie. De PHPP-berekening (PassiefHuis ProjecteringsPakket), wat hij wel zelf al gebruikt heeft, verschaft hem dat inzicht wel.

### **BREEAM**

#### Voor- en nadelen

BREEAM is de tool die door deze architect het meest gebruikt wordt en biedt volgens hem verschillende voordelen. Ten eerste houdt deze tool rekening met alle aspecten van duurzaamheid (holistische tool), dus niet louter de milieu-impact. Daarnaast biedt BREEAM mogelijkheden om het bouwproces op het thema duurzaamheid aan te sturen, zelfs al vanaf de programmafase, waarin het programma van eisen bepaald wordt. Door zich te verdiepen in de beoordelingsrichtlijn van BREEAM is het bovendien mogelijk om de eigen kennis over duurzaamheid te vergroten. Daarnaast is het volgens hem een nuttige tool om (vooral) grotere projecten te certificeren, te toetsen en te beoordelen op vlak van duurzaamheid. Ten slotte zit er ook een goede organisatie achter, de Dutch Green Building Council, en levert de tool een internationaal aanvaarde score.

Daarnaast heeft BREEAM volgens hem ook enkele nadelen. De tool wordt vaak enkel gebruikt op vraag van de klant, voornamelijk voor grotere projecten. Bovendien worden er veel eisen gesteld en wordt er veel bewijsmateriaal gevraagd. Hierdoor is de invoer omvangrijk, tijdrovend en daardoor ook vaak te duur om toe te passen voor woningbouw.



## Gebruik

Indien BREEAM toegepast wordt binnen een ontwerp, is dit vaak een bewuste keuze waardoor de tool vanaf de beginfase gedurende meerdere fasen van het ontwerpproces gebruikt wordt om zo de beste resultaten te bekomen. Vanaf de beginfase worden alle criteria, in samenspraak met diverse partners, ten opzichte van elkaar afgewogen om een zo hoog mogelijke BREEAM-certificering te bekomen.

### **GPR Gebouw**

#### Voor- en nadelen

GPR Gebouw wordt door de architect regelmatig zelf gebruikt om te voldoen aan de verplichte milieuprestatieberekening. Ook deze tool biedt volgens hem een aantal voordelen. Ten eerste kan de tool gebruikt worden om het ontwerpproces aan te sturen. Net zoals BREEAM houdt deze tool namelijk rekening met meerdere aspecten van duurzaamheid die in het ontwerp geïmplementeerd kunnen worden. Daarnaast is de tool zo ontwikkeld dat het snel en eenvoudig in gebruik is. Hierdoor is de tool minder tijdrovend dan BREEAM en beter geschikt voor het beoordelen van woningen.

GPR Gebouw heeft echter ook een aantal nadelen. Ten eerste is de tool zo gemakkelijk gemaakt, waardoor het resultaat minder nauwkeurig is. Bovendien ligt de focus bij deze tool volgens hem op de score, maar een goede score wil niet onmiddellijk zeggen dat het ook een goede woning is. Ten slotte kunnen dergelijke beoordelingsmethodes volgens de architect heel belastend werken tijdens het ontwerpproces. Het ontwerpproces is namelijk een onvoorspelbaar proces met vele mogelijkheden, waarbij men niet continu wilt toetsen of alle duurzaamheidsaspecten aan bod komen.

#### Gebruik

De voornaamste reden om gebruik te maken van GPR Gebouw is om te voldoen aan de verplichte milieuprestatieberekening die door het gemeentebestuur gevraagd wordt voor het bekomen van een bouwaanvraag. De vraag komt zelden van de opdrachtgever zelf. Indien de tool voor de eerste keer gebruikt wordt, is het mogelijk dat deze tijdens meerdere ontwerpfasen gebruikt wordt om de gevraagde score te behalen. Nadat de tool al een aantal keer gebruikt werd, en de architect uit ervaring weet aan welke criteria voldaan moet worden om de verwachte score te behalen, wordt de berekening maar één keer tijdens het ontwerpproces uitgevoerd, namelijk voor het vervolledigen van de bouwaanvraag. De output van deze tool wordt niet aan opdrachtgever voorgelegd, maar wordt louter gebruikt voor de bouwaanvraag. Bovendien gaf de architect aan dat een GPR-berekening zeer populair is bij

verschillende gemeentes doordat de gemeente Tilburg meegewerkt heeft aan de ontwikkeling van deze tool.

De architect vindt GPR gebruiksvriendelijker dan BREEAM omdat bij BREEAM meer eisen gesteld worden en meer bewijsmateriaal gevraagd wordt. Hij maakt hierbij wel de opmerking dat de gebruiksvriendelijkheid van beide tools wel eerder een kwestie van gewoonte is.

### **DGBC Materialentool**

De architect gaf aan in het verleden beperkt gebruik gemaakt te hebben van de DGBC Materialentool. Hij beoordeelde deze tool eerder als een oppervlakkige tool, een soort van checklist waaraan voldaan moest zijn. Deze tool kan volgens hem handig zijn tijdens de programmafase maar niet voor een volledige beoordeling.

### **Redenen voor het gebruik van tools**

Wanneer gevraagd werd naar de redenen om deze tools te gebruiken gaf de architect aan dat dit voornamelijk gebruikt wordt om achteraf iets te kunnen aantonen. De tools zijn er volgens hem niet voor de architecten maar om leken te overtuigen dat het kwalitatief is. Ze worden vooral ingezet om indruk te maken of om zijn kwaliteit te kunnen communiceren. Aangezien ze op het einde van het ontwerpproces slechts éénmaal gebruikt worden, worden ze dus ook niet gebruikt om het ontwerpproces bij te sturen. De mate waarin tools gebruikt worden is afhankelijk van de opdrachtgever. Volgens hem is het belangrijk dat, als men duurzaam wil bouwen, men met de eigenaar of gebruiker aan tafel zit. Hij gaf hierbij als voorbeeld dat hij zelf als BREEAM adviseur betrokken was bij het duurzaamste kantoorgebouw ter wereld. De opdrachtgever heeft daar als doel om een heel duurzaam gebouw te maken, waardoor bij elke beslissing op vlak van duurzaamheid afgewogen wordt ten opzichte van andere alternatieven. Tools helpen op die momenten om de allerbeste beslissingen te nemen. Indien men op die momenten met een projectontwikkelaar of opdrachtgever aan tafel zit die niet duurzaam ingesteld zijn, dreigt het gevaar dat men vooral kijkt naar het financiële kader en niet naar de duurzaamheid.

### **Conclusie**

De architect werkt vanaf de vroege ontwerpfase (programmafase) samen met specialisten om bepaalde aspecten tijdig in het ontwerp te integreren zodat de gevolgen voor het ontwerp in een later stadium beperkt zijn. Hij handelt eerder op basis van kennis en ervaring dan op basis van exacte berekeningen, maar maakt hierbij een duidelijk onderscheid tussen beide methodes. De eerste keer zijn berekeningen nodig volgens hem, daarna kan een

beoordeling gebeuren op basis van kennis en ervaring. Men moet echter af en toe ijken of de kennis nog steeds voldoet en correct is.

Daarnaast heeft een architect volgens hem een leidende rol ten opzichte van de bouwheer inzake duurzaam materiaalgebruik en duurzaamheid. Indien de bouwheer niet expliciet om duurzaamheid vraagt, is het aan de architect om bepaalde duurzaamheidsaspecten in het ontwerp te verwerken.

Wat betreft de duurzaamheidstools gaat zijn voorkeur uit naar BREEAM voor grotere projecten. GPR Gebouw wordt in mindere mate door hem gebruikt maar de reden hiervoor is dat hij zelf meer in aanraking gekomen is met BREEAM en hij geeft hiermee aan hierdoor de tools niet objectief ten opzichte van elkaar te kunnen beoordelen. GPR Gebouw wordt enkel gebruikt op vraag van het gemeentebestuur voor het verkrijgen van een bouwvergunning en wordt bovendien maar één keer in het ontwerpproces gebruikt. Hierdoor hebben MPG-tools volgens hem geen invloed op de duurzaamheid van een project omdat de berekeningen altijd pas gebeuren na het voltooien van het ontwerp. De gebruiksvriendelijkheid van de tools zijn volgens hem in beide gevallen een kwestie van gewoonte, waardoor hij beide tools als goede tools beschouwd. GPR Gebouw zal dan eerder gebruikt worden voor de duurzaamheid van woningbouw te beoordelen en BREEAM voor de grotere projecten.

Bovendien is hij van mening dat tools niet nodig zijn als men weet wat duurzaam bouwen is. Vaak ontbreekt het architecten (en andere betrokkenen) echter aan deze kennis. Hij gaf wel aan dat tools in het algemeen wel enkele voordelen hebben. Het gebruik van tools vergroot de kennis en zijn goed om af en toe te toetsen of je goed bezig bent. Daarnaast ziet hij ook ruimte voor verbeteringen. De tools lijken ontwikkeld van achter een bureau, waardoor er mensen uit de praktijk betrokken moeten worden in de ontwikkeling van de tools zodat deze meer op de praktijk afgesteld worden. Bovendien moeten de EPC-berekening en de MPG-berekening in de toekomst samenvloeien zodat beiden geïntegreerd zijn in het Bouwbesluit als een standaardtoets voor een woning.

### 4.3.3 Vergelijkingen

#### Interviews

Beide Nederlandse architecten gaven aan dat duurzaamheid een complex begrip is en dat het tijd vergt om de nodige kennis en ervaring te verwerven. De startende architect moet deze kennis over duurzaamheid nog verwerven; de ervaren architect benadert duurzaamheid vanuit zijn ervaring en reeds verworven kennis. Beide architecten zijn bovendien vertrouwd met de EPC-berekening en gaven aan dat ze hiervoor bepaalde "vuistregels" hebben kunnen destilleren om te voldoen aan de EPC-regelgeving zodat een enkele berekening volstaat aan

het einde van het ontwerpproces. Ook voor deze berekening handelen beide architecten dus vanuit kennis en ervaring.

Daarnaast gaven beide Nederlandse architecten aan dat ze voornamelijk gebruik maken van GPR Gebouw voor de verplichte milieuprestatieberekening. Bovendien werd door beide architecten vermeld dat het gebruik van deze tool vaak aangestuurd wordt vanuit de gemeente waar een bouwvergunning aangevraagd wordt. Dit zou door één van de architecten te verklaren zijn door de medewerking van de gemeente Tilburg aan de ontwikkeling van deze tool en dit zou bovendien kunnen verklaren waarom GPR Gebouw door zoveel Nederlandse architecten gebruikt wordt. De geïnterviewde architecten gaven echter aan de MPG-tools slechts éénmaal te gebruiken in het ontwerpproces omdat het verplicht is.

Bovendien is BREEAM volgens beide architecten voornamelijk geschikt voor de beoordeling van grotere gebouwen en is GPR Gebouw geschikt om de duurzaamheid van woningen te bepalen.

### **Vergelijking met Vlaamse architecten**

Tijdens een workshop die in 2016 gehouden werd aan de Universiteit Hasselt, werd aan Vlaamse architecten gevraagd wat hun verwachtingen zijn voor een tool om de milieuprestatie van een gebouw te bepalen. De aanbevelingen die deze architecten gaven komen sterk overeen met bedenkingen en aanbevelingen die de Nederlandse architecten hadden over de bestaande MPG-tools.

Beide Nederlandse architecten gaven net als de Vlaamse architecten aan dat een koppeling tussen EPC-software (België: EPB-software) en MPG-software (België: toekomstige MMG-tool) wenselijk is om de totale invoersnelheid te verbeteren. Daarnaast zou het volgens de architecten ook tijd besparen als de software gekoppeld kan worden aan BIM-software of als de tools zelf meer duurzame alternatieven kunnen genereren. Bovendien gaven zowel de Nederlandse als de Vlaamse architecten aan dat holistische duurzaamheidstools, zoals BREEAM en GPR Gebouw (voor de Nederlandse architecten), niet enkel rekening houden met de milieu-impact maar met alle aspecten van duurzaamheid, wat als positief ervaren wordt. De tools moeten bovendien ook teruggekoppeld worden aan de praktijk door tijdens de ontwikkeling van de tools samen te zitten met mensen uit de praktijk. Op vlak van (duurzame) materiaalkeuzes gaven zowel de Vlaamse als Nederlandse architecten aan dat het gewoontepatroon van zowel de architect (bijvoorbeeld detailleringen, materialen), de aannemer (bijvoorbeeld uitvoeringsmethodes) als de bouwheer (bijvoorbeeld keuze voor traditionele materialen) een invloed heeft op de materiaalkeuze.

## 5 Conclusie

Deze scriptie biedt een antwoord op de volgende onderzoeksvraag: “In welke mate kunnen tools voor milieu-impactbeoordelingen, en dan hoofdzakelijk de verplichte MPG-tools, architecten en bouwheren helpen om een gefundeerde en duurzame materiaalkeuze te maken voor gebouwen?”. Om deze vraag te kunnen beantwoorden, wordt eerst toegelicht hoe Nederlandse architecten tegenover duurzaamheid staan, om vervolgens de factoren te bespreken die hun (duurzame) materiaalkeuze beïnvloeden en hoe ze de duurzaamheid van een materiaal beoordelen. Bovendien wordt er toegelicht hoe Nederlandse architecten tegenover de verplichte milieuprestatieberekening staan om vervolgens het gebruik van deze tools in de praktijk te bespreken. Ten slotte wordt ook de terugkoppeling naar België gemaakt en wordt er besproken welke aanbevelingen en verwachtingen de Nederlandse en Vlaamse architecten hebben met betrekking tot toekomstige ontwikkelingen van de milieu-impactbeoordelingstools.

### **Duurzaamheid**

Een grote meerderheid van de architecten gaf aan zelf met duurzaamheid bezig te zijn en doen dit vooral uit eigen interesse. Van de architecten die aangaven zelf niet met duurzaamheid bezig te zijn, met uitzondering van de wettelijke verplichtingen, gaf de helft aan dat de budgetbeperkingen van de bouwheer hiervoor de voornaamste reden is.

### **(Duurzaam) materiaalgebruik**

Wanneer gevraagd werd naar de factoren die hun keuze voor een bepaald materiaal beïnvloeden, blijkt dat de meeste beslissingen genomen worden op basis van kennis en ervaring, esthetische factoren en kwaliteit. Meer dan de helft van de architecten gaf bovendien aan dat de milieu-impact van een materiaal hun materiaalkeuze beïnvloedt.

Zo'n 60% van de architecten gaf bovendien aan de materiaalkeuze anders aan te pakken bij projecten met een duurzame focus. Zij betrekken hun materiaalkeuze vroeger in het ontwerpproces, verrichten meer onderzoekswerk, raadplegen experts en specialisten en denken langer na over hun materiaalkeuze. De lage milieu-impact van het productieproces, een lange levensduur en de recycleerbaarheid van een materiaal bij het einde van zijn levensduur worden bovendien door de respondenten als de belangrijkste aspecten beschouwd die de duurzaamheid van een materiaal bepalen.

## Houding ten opzichte van de verplichte milieuprestatieberekening

Wat betreft de verplichte milieuprestatieberekening gaf ongeveer een derde van de Nederlandse architecten aan deze berekening belangrijk of noodzakelijk te vinden. Bijna de helft heeft hier geen mening over en een minderheid vindt deze berekening minder belangrijk of zelfs overbodig. Wanneer vervolgens gevraagd wordt wat hun houding is ten opzichte van een eventuele maximumwaarde waaraan het ontwerp moet voldoen op vlak van milieu-impact, is de helft van de architecten enthousiast. Meer dan de helft van de respondenten gaf daarnaast ook aan een eventuele opgelegde maximumwaarde met betrekking tot milieu-impact noodzakelijk te vinden.

Daarnaast blijkt dat de respondenten die aangaven eerder weigerachtig te staan tegenover een maximumwaarde, een maximumwaarde ook niet als noodzakelijk beschouwen. De respondenten daarentegen die geen mening hebben over een eventuele opgelegde maximumwaarde, bleken deze maximumwaarde eerder noodzakelijk te vinden dan overbodig, hoewel het grootste deel van deze respondenten eerder neutraal bleef.

## Gebruik van MPG-tools in de praktijk

Het grootste deel van de respondenten gaf aan dat het gebruik van MPG-tools volgens hen invloed heeft op de duurzaamheid van een ontwerp. Er blijkt bovendien geen verband te zijn tussen het aantal respondenten dat beroep doet op een MPG-specialist en de mate waarin men vindt dat MPG-tools een invloed hebben op de duurzaamheid. Respondenten die van mening zijn dat MPG-tools invloed hebben op de duurzaamheid van een ontwerp blijken echter tijdens **meerdere** ontwerpfasen een beroep doet op een MPG-specialist. Bovendien gaf meer dan de helft van alle respondenten ook aan zelf één of meerdere MPG-tools te gebruiken.

De populairste tool is GPR Gebouw en wordt door meer dan de helft van de Nederlandse architecten gebruikt, maar ook GPR Bouwbesluit en BREEAM blijken populaire tools. Uit het onderzoek blijkt bovendien dat de populariteit van de GPR-tools te verklaren is door de voorkeur van gemeentes waar een bouwaanvraag ingediend wordt. Daarnaast is het opvallend dat een overgrote meerderheid van de architecten zelfs nog nooit van de MRPI Freetool hebben gehoord, hoewel deze tool gratis is.

## Gebruik van tools tijdens de verschillende ontwerpfasen

De MPG-tools worden voornamelijk gebruikt tijdens de definitieve ontwerpfase, gevolgd door de voorlopige ontwerpfase en de bouwaanvraagfase. Er is echter een duidelijk verschil tussen het gebruik van de tools om de duurzaamheid op een snelle manier enerzijds en een gedetailleerde manier anderzijds te bepalen. De tools die gebruikt worden voor een snelle

bepaling van de duurzaamheid worden voornamelijk gebruikt tijdens de voorlopige ontwerpfase. Voor een gedetailleerde bepaling van de duurzaamheid daarentegen worden de tools voornamelijk gebruikt tijdens de bestekfase en de bouwaanvraagfase.

GPR Gebouw blijkt tijdens **elke ontwerpfase** de populairste tool te zijn, zowel voor een snelle als voor een gedetailleerde bepaling van de duurzaamheid. Daarnaast is GPR Bouwbesluit de populairste MPG-tool gevolgd door de holistische duurzaamheidstool BREEAM. Beide tools worden zowel voor een snelle als gedetailleerde bepaling van de duurzaamheid gebruikt. Bovendien gaven beiden architecten tijdens de interviews aan dat ze GPR Gebouw eerder geschikt vinden voor woningbouw en BREEAM voor grotere projecten.

Tijdens de **voorlopige ontwerpfase** wordt GPR Gebouw voornamelijk gebruikt voor een *snelle* bepaling van de duurzaamheid, gevolgd door GPR Bouwbesluit en BREEAM. Daarnaast worden tijdens de **definitieve ontwerpfase** de tools gebruikt voor *zowel een snelle als gedetailleerde bepaling* van de duurzaamheid. GPR Gebouw is tijdens deze fase opnieuw de meest populaire tool, in de eerste plaats voor een snelle bepaling van de duurzaamheid maar daarnaast ook voor een *gedetailleerde* bepaling van de duurzaamheid, gevolgd door BREEAM en GPR Bouwbesluit die tijdens deze fase ook voor beide bepalingmethoden gebruikt worden. Tijdens de **Bouwaanvraagfase** ten slotte zijn GPR Gebouw en GPR Bouwbesluit veruit de populairste tools voor een *gedetailleerde* bepaling van de duurzaamheid, wat te verklaren is door de verplichte berekening voor het vervolledigen van de bouwaanvraag.

### **Uitvoerders van MPG-berekeningen**

Zoals eerder al werd aangegeven maakt ongeveer de helft van alle respondenten zelf beperkt of regelmatig gebruik van één of meerdere MPG-tools. Bovendien gaf 72% aan een beroep te doen op een duurzaamheidsspecialist tijdens de definitieve ontwerpfase en 44% tijdens de voorlopige ontwerpfase. Ten slotte blijkt 65% een beroep te doen op een MPG-specialist tijdens de bouwaanvraagfase en 48% tijdens de definitieve ontwerpfase.

### **Voor- en nadelen**

De voordelen die door de respondenten voornamelijk gehaald worden uit het gebruik van de tools is dat ze de eigen kennis over duurzaamheid vergroten (vooral bij holistische duurzaamheidstools), dat ze leiden tot een hogere kwaliteit van het afgeleverde ontwerp en een makkelijkere communicatie met de opdrachtgever mogelijk maken over bepaalde milieuaspecten. Het grootste nadeel dat de respondenten daarentegen aangaven is echter dat MPG-tools het ontwerpproces vertragen.

## Invloed van MPG-tools op het ontwerp of de materiaalkeuze

Uit de interviews blijkt dat MPG-tools een beperkte invloed hebben op het ontwerp of de materiaalkeuze. De architect die aangaf zelf over een beperkte kennis te beschikken, gaf aan dat het gebruik van MPG-tools te tijdrovend is en de klant hier niet extra voor wil betalen. De architect die daarentegen beschikt over een ruime kennis van duurzaamheid en dit ook altijd toepast in zijn ontwerpen, gaf aan dat tools niet nodig zijn als men weet wat duurzaamheid is. Het gebruik van deze tools, en dan hoofdzakelijk GPR Gebouw, wordt door beide architecten louter gebruikt voor de verplichte milieuprestatieberekening die noodzakelijk is bij de bouwaanvraag. Bovendien wordt de output door beide architecten niet gecommuniceerd naar de opdrachtgever om de duurzaamheid van het project te verbeteren. De architect die actief met duurzaamheid bezig is zal de tools echter sporadisch gebruiken om te toetsen of zijn kennis nog steeds voldoet.

### Aanbevelingen

Daarnaast gaven de architecten tijdens de interviews aan dat ze ook ruimte voor verbeteringen zien, die vaak gelijkaardig zijn aan de verwachtingen die Vlaamse architecten hebben over de toekomstige MMG-tool. Een koppeling tussen EPC-software en MPG-software, alsook een koppeling met BIM-software voor de extractie van gegevens, kan de invoertijd en kosten verminderen. BIM-software moet dan wel goedkoper worden zodat ze ook toegankelijk zijn voor éénmansbureaus. Bovendien gaven zowel de Vlaamse architecten als één van de Nederlandse architecten tijdens de workshop en het interview aan dat het handig zou zijn als de MPG-tools zelf duurzamere alternatieven genereert. Een verplichte regelgeving door de overheid kan de architecten bovendien helpen om opdrachtgevers te overtuigen duurzaam te bouwen en de veroorzaakte kosten te verantwoorden.

De resultaten van dit onderzoek verschaffen een inzicht in de manier waarop de Nederlandse architecten de bestaande MPG-tools (en andere duurzaamheidstools) gebruiken tijdens hun ontwerpproces en in hoeverre deze tools een invloed hebben op hun (duurzame) materiaalkeuzes. Bovendien kunnen de aanbevelingen van de architecten meegenomen worden in de verdere ontwikkeling en optimalisatie van zowel de toekomstige Vlaamse MMG-tool als de bestaande Nederlandse MPG-tools.



## 6 Architectuurproject

Tijdens het ontwerpend onderzoek werd de kennis en het onderzoek die verworven werd door het maken van deze scriptie, vertaald in een architectuurproject binnen Studio Tanzania. Dit architectuurproject is gelegen in Dar es Salaam (Tanzania), meer bepaald in de informal settlements van Msasani. Na een bezoek ter plaatse werd duidelijk dat kinderen een belangrijke plaats innemen in het dagdagelijkse leven. Om de ontwikkeling van deze kinderen te ondersteunen heeft de overheid van Tanzania ervoor gezorgd dat alle kinderen van gratis onderwijs kunnen genieten vanaf de lagere school (Right To Education Project, 2016). Uit onderzoek blijkt bovendien dat de eerste vijf levensjaren cruciaal zijn voor de ontwikkeling van kinderen. Tijdens deze jaren leren kinderen namelijk allerlei motorische, maar ook sociale en communicatieve vaardigheden die hun verdere ontwikkeling zullen beïnvloeden (Facts For Life, 2017). Tijdens het bezoek ter plaatse viel het echter op dat de allerkleinste kinderen doorheen de dag bij hun moeder blijven. Enkele kinderen werden ook ondergebracht in een geïmproviseerde kleuterklas in de informal settlements die geleid werd door twee vrijwilligers. Deze kleuterklas is te zien op Figuur 53.



**Figuur 53: Interieurzicht kleuterklas in de informal settlements van Msasani**

Daarnaast is het aanbod aan officiële kinderdagverblijven en kleuterscholen eerder beperkt en kunnen de prijzen sterk variëren van plaats tot plaats. De nood aan kwalitatieve

kinderdagverblijven en kleuterscholen die toegankelijk zijn voor iedereen is bijgevolg groot. Bovendien kan een kwalitatief kinderdagverblijf en kleuterschool de ontwikkeling van deze kinderen tijdens hun eerste levensjaren verder ondersteunen.

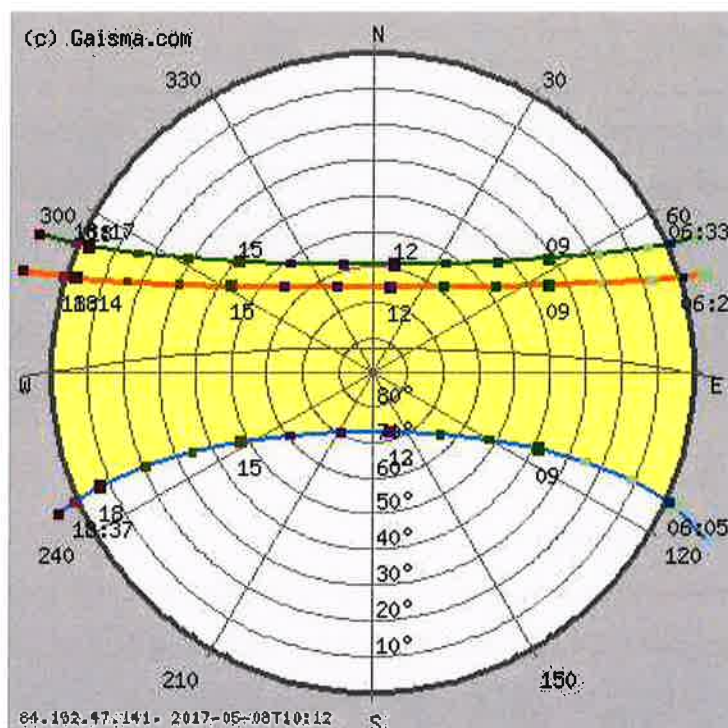
Het architectuurproject dat ontwikkeld werd biedt een antwoord op deze nood, namelijk de ontwikkeling van een kinderdagverblijf en kleuterschool dat toegankelijk is voor iedereen en bijdraagt aan de ontwikkeling van kinderen. Dit gebeurt door de aanwezigheid van creatieve ruimtes en plaatsen waar kinderen elkaar kunnen ontmoeten, kunnen rondrennen, klimmen en waar creativiteit en zelfontwikkeling gestimuleerd wordt. Gesitueerd in de informal settlements van Msasani kan dit architectuurproject het nieuwe hart van de gemeenschap worden en kunnen grenzen tussen verschillende sociale klassen overwonnen worden waardoor de gelijkheid en sociale interactie binnen de gemeenschap toeneemt.

## 6.1 Geografische condities

Doordat Dar es Salaam net onder de evenaar ligt, heerst er een tropisch klimaat dat warm en vochtig is (MeteoVista, 2017). Dit vereist andere bouwmethodes dan in België en extra aandacht voor comfort en binnenklimaat.

### 6.1.1 Zon

Aangezien de zon opkomt in het oosten, en ondergaat in het westen, staat de zon 's ochtends en 's avonds het laagst. Hierdoor, en omwille van de hoge temperaturen, is zonwering dus noodzakelijk op de oost- en westgevel. Bovendien zal de zon zelden rechtstreeks invallen op de zuidgevel, waardoor zonwering op deze gevel het minst noodzakelijk is. Tijdens de middag zal de zon het hoogste staan en op de meeste momenten van het jaar gericht zijn op de noordgevel. Op de noordgevel moeten luifels bijgevolg minder overhangen dan op de oost- en westgevel omwille van deze hoge zonnestand. De zonnestand voor Dar es Salaam tijdens het jaar wordt weergegeven op Figuur 54. De groene as toont de zonnestand in juni, de blauwe as toont de zonnestand in december en de grijze as toont de equinox, namelijk de zonnestand in maart en september waarbij de zon loodrecht boven de evenaar staat (Gaisma, 2017).



Figuur 54: Solar Chart van Dar es Salaam (Gaisma, 2017)

### 6.1.2 Neerslag

In Dar es Salaam valt er jaarlijks zo'n 1148 liter neerslag per m<sup>2</sup>, met een piek in november en december en tussen de maanden maart en mei. De overige maanden is de neerslag eerder beperkt. Door de beperkte neerslag gedurende het jaar en de grote ongelijke neerslaghoeveelheid tussen verschillende maanden is het noodzakelijk om efficiënt met water om te gaan en voorzieningen te treffen om voldoende neerslag op te vangen en te stockeren zodat deze ook tijdens de droge maanden aangewend kan worden. Figuur 55 toont per maand de gemiddelde neerslag, het aantal regendagen en het aantal zonnige dagen in Dar es Salaam (Climatemps, 2017).

	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Annual
Average Precipitation mm (in)	31 (1.2)	27 (1.1)	28 (1.1)	66 (2.6)	132 (5.2)	116 (4.6)	78 (3.1)	52 (2)	131 (5.2)	269 (10.6)	176 (6.9)	42 (1.7)	1148 (45.2)
Precipitation Litres/m <sup>2</sup> (Gallons/ft <sup>2</sup> )	31 (0.76)	27 (0.66)	28 (0.69)	66 (1.62)	132 (3.24)	116 (2.85)	78 (1.91)	52 (1.28)	131 (3.21)	269 (6.6)	176 (4.32)	42 (1.03)	1148 (28.16)
Number of Wet Days (probability of rain on a day)	4 (13%)	4 (13%)	5 (17%)	5 (16%)	7 (23%)	8 (26%)	6 (19%)	6 (21%)	11 (35%)	18 (60%)	13 (42%)	5 (17%)	92 (25%)
Percentage of Sunny (Cloudy) Daylight Hours	65 (35)	73 (27)	69 (31)	73 (27)	66 (34)	66 (34)	63 (37)	60 (40)	59 (41)	43 (57)	61 (39)	63 (37)	65 (35)

Figuur 55: Gemiddelde neerslag, aantal regendagen en percentage zonnige daguren in Dar es Salaam (Climatemps, 2017)

## 6.2 Duurzaamheid

De scriptie behandelt voornamelijk het ecologisch aspect van duurzaamheid, meer bepaald de milieu-impact van gebouwen. Beslissingen met betrekking tot materiaalgebruik en het ontwerp zullen daarom vanuit ecologisch oogpunt genomen worden teneinde een duurzaam kinderdagverblijf te ontwerpen. Daarnaast wordt er ook gekeken naar waterconsumptie, energiegebruik en de sociale impact die het project kan hebben op de samenleving en lokale bevolking om de duurzaamheid van het project zo breed mogelijk te beschouwen.

### 6.2.1 Materialen

#### Huidige toegepaste materialen

In de informal settlements wordt voornamelijk met betonblokken gebouwd die op een nabijgelegen terrein geproduceerd worden, zoals te zien is op Figuur 56. De productie van betonblokken vergt echter heel veel energie, meer bepaald voor de productie van cement, waardoor dit materiaal vanuit ecologisch standpunt geen goede keuze is. Vanuit economisch en sociaal oogpunt daarentegen zorgt de productie van deze betonblokken voor inkomsten en lokale werkgelegenheid. Bij de overweging van alternatieve materialen moet bijgevolg rekening gehouden worden dat de lokale werkgelegenheid niet in het gedrang komt.



Figuur 56: Productie van betonblokken in de informal settlements van Msasani



Als dakbedekking worden voornamelijk metalen golfplaten toegepast. Deze reflecteren het zonlicht waardoor er minder zonnewarmte de woning kan binnendringen. Bovendien zorgt deze lichte dakstructuur ervoor dat de warmte niet in het materiaal opgeslagen wordt, aangezien het materiaal een lage thermische massa heeft. Een voorbeeld van de metalen dakbedekking zoals deze toegepast wordt in de informal settlements is te zien op Figuur 57. Metalen zijn vanuit ecologisch standpunt echter niet duurzaam aangezien er, net zoals bij beton, veel energie nodig is om voor deze te produceren (Nordic Construct, 2017). Het gebruik van gerecycleerde staalplaten daarentegen is meer ecologisch aangezien de ontginning van grondstoffen niet meer in rekening wordt gebracht.



**Figuur 57: Metalen golfplaten als dakbedekking in de informal settlements**

Ten slotte wordt er hout toegepast voor ramen, deuren en als dakstructuur. In het straatbeeld zijn bovendien vaak houten constructies terug te vinden waarin zich winkeltjes of werkruimtes bevinden zoals te zien is op Figuur 58.

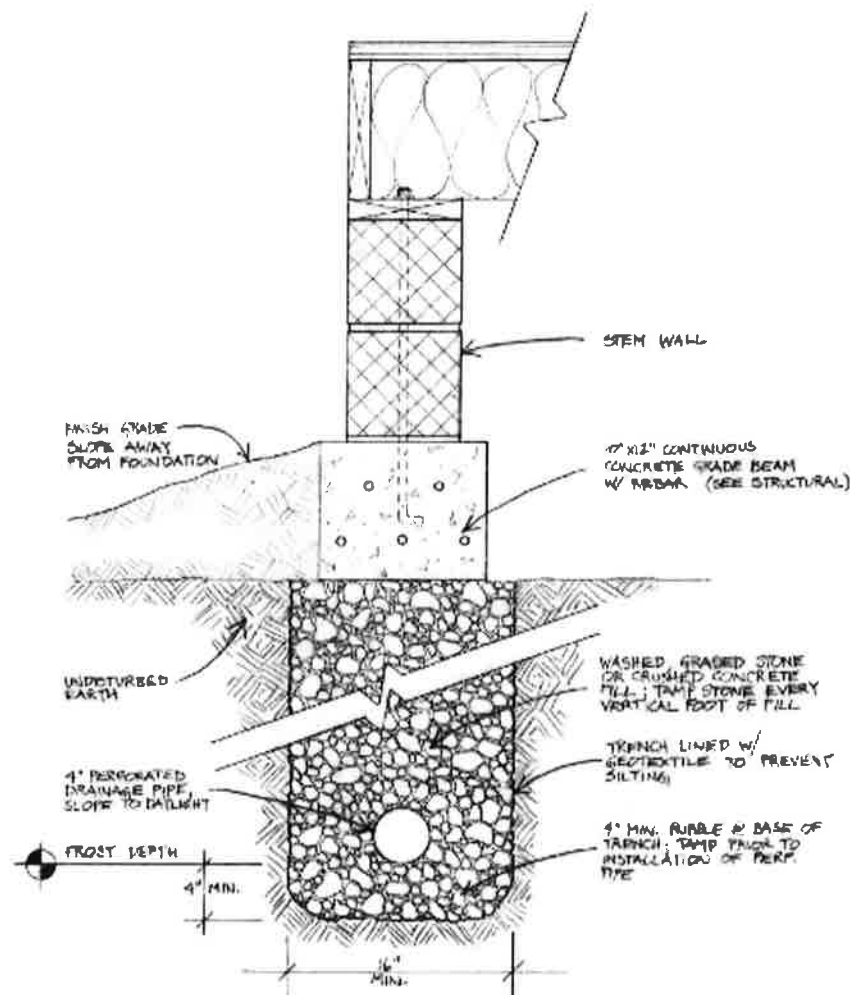


Figuur 58: Toepassing van hout

## Alternatieve materialen

### Rubble Trench Fundering

Een duurzaam alternatief voor funderingsmetselwerk uit betonblokken of funderings sleuven uit ter plaatse gestort beton is een "Rubble Trench Fundering". Zoals uit de naam afgeleid kan worden, wordt bij deze funderingsmethode steenpuin in een funderingsstrook gestort die compact aangedrukt wordt. Rond dit steenpuin kan een worteldoek aangebracht worden zodat vuil zich niet kan opstapelen tussen de stenen. Dit biedt als bijkomend voordeel dat de fundering drainerend werkt, waardoor de wanden droog blijven bij hevige regenval. Onderaan het steenpuin zorgt een drainagebuis vervolgens voor de afvoer van regenwater. Bovenop het steenpuin wordt vervolgens een ringbalk in beton gestort, waarop de bovenliggende wanden rusten. Deze ringbalk zorgt voor een gelijkmatige verdeling van de belastingen op de Rubble Trench fundering. Afhankelijk van de belastingen en de draagkracht van de grond, kan het nodig zijn dat de Rubble Trench fundering breder en/of dieper uitgevoerd moet worden (Koko, 2003). Een constructiedetail van deze funderingsmethode wordt weergegeven in Figuur 59.



Figuur 59: Constructiedetail Rubble Trench Fundering (Koko, 2003)

Hoewel er voor dit funderingstype ook beton nodig is, ligt de nodige hoeveelheid beton drastisch lager dan bij een strokenfundering die volledig uit beton bestaat. Afhankelijk van de fundering en het ontwerp kan de hoeveelheid beton hierdoor zelfs tot 80% verminderd worden. Dit funderingstype is bijgevolg een duurzaam alternatief voor betonnen funderingsstroken omdat de uitstoot van broeikasgassen beperkt wordt, de materialen goedkoper zijn, er gerecycleerde materialen gebruikt kunnen worden en het om een sterke constructie gaat indien deze correct toegepast wordt (Koko, 2011). Op Figuur 60 is ten slotte te zien hoe een Rubble Trench fundering uitgevoerd kan worden.





**Figuur 60: Uitvoering van een Rubble Trench Fundering (Irshadpp, 2013)**

### **Stenen**

Een grote meerderheid van de woningen in Tanzania zijn gebouwd met stenen. We kunnen drie duurzamere alternatieven voor betonblokken onderscheiden, namelijk "Fired Bricks", adobe en CEB (Compressed Earth Blocks). In tegenstelling tot de Fired Bricks worden adobe en CEB niet gebakken.



## Fired Bricks



Figuur 61: Fired Bricks (McCormack, 2007)

Fired Bricks worden gemaakt uit klei en water. Deze klei is terug te vinden in Dar es Salaam waardoor er een beperkt transport nodig is. Nadat de klei gemengd is met water, wordt deze gebakken in ovens door hout te verbranden. Door dit bakproces verkrijgt de steen zijn sterkte. Er zijn echter ook enkele nadelen verbonden aan dit proces. Ten eerste vereist deze methode veel hout en wordt er hierdoor vaak bespaard op het hout. Daarnaast wordt de hitte niet altijd goed verdeeld in de oven. Deze twee factoren zorgen ervoor dat niet alle stenen even sterk zijn, waardoor er niet enkel veel materiaal verloren gaat, maar ook veel energie. Ten slotte komen er ook grote hoeveelheden broeikasgassen vrij bij de productie van deze stenen wat nefast is voor het milieu (Hashemi & Cruickshank, 2015).

Het productieproces kan echter duurzamer gemaakt worden door het gebruik van sisalplanten waaruit biogas geproduceerd kan worden (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017). Door het gebruik van biogas, ter vervanging van hout, wordt ontbossing vermeden. De eigenschappen van sisal en zijn toepassingen worden verderop in detail besproken. Daarnaast kunnen ook verbeterde ovens de kwaliteit van de stenen verbeteren waardoor er minder materiaal verloren gaat.

## Adobe



Figuur 62: Adobe (Helman, 2010)

Naast Fired Bricks wordt er in Tanzania ook gebruik gemaakt van adobe, een steen die samengesteld wordt uit modder, klei, stro en water. De samenstelling wordt gemengd en met de hand in een mal geplaatst om de steen vorm te geven. Ten slotte wordt deze gedroogd in de zon. Er zijn echter ook varianten waaraan cement toegevoegd wordt of die gebakken worden om extra sterkte te verkrijgen. Dit heeft echter een negatieve invloed op de ecologische kwaliteiten van het materiaal. Adobe is namelijk een ecologisch materiaal zolang er geen cement aan toegevoegd wordt. Bovendien vereist een eventueel bakproces veel energie. De toepassing van adobe heeft ook een aantal nadelen en beperkingen. Ten eerste is adobe enkel toepasbaar voor woningen die maximaal twee verdiepingen hoog zijn, omwille van de beperkte sterkte, en daarnaast kan adobe niet toegepast worden in vochtige gebieden, waardoor de wanden aan de buitenzijde extra beschermd moeten worden door bijvoorbeeld een pleisterlaag om erosie te voorkomen (Brinson, 2012; Smith & Austin, 1989).



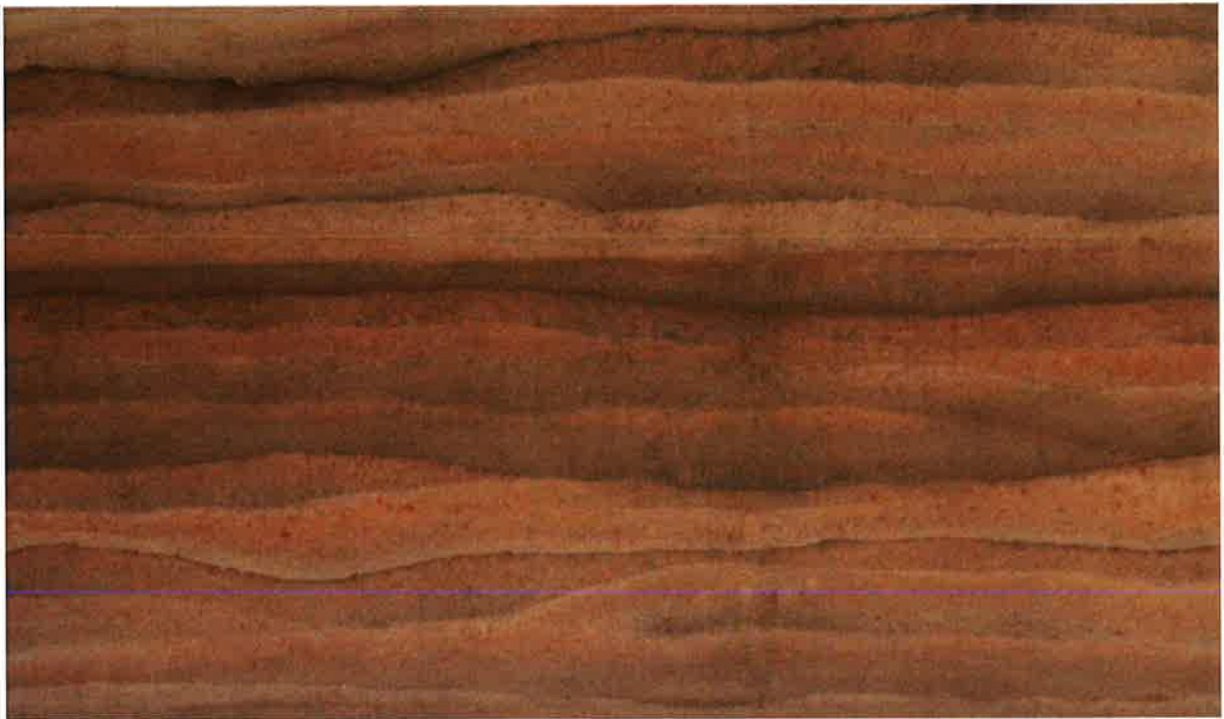
## Compressed Earth Blocks (CEB)



Figuur 63: Compressed Earth Blocks (Dwell Earth, 2013)

Net als bij Fired Bricks en adobe wordt CEB vervaardigd uit lokale materialen, meer bepaald uit modder, zand en klei. Deze materialen worden volgens vaste verhoudingen gemengd alvorens ze met behulp van een machine in een bepaalde vorm geperst worden. Vervolgens hebben de blokken enkele weken tijd nodig om te drogen via de lucht. Indien kalk toegevoegd wordt in de samenstelling neemt de sterkte drastisch toe. De toevoeging van deze kalk zorgt echter voor een verhoogde CO<sub>2</sub> uitstoot, wat een negatieve impact heeft op milieu-impact het product (Oskam-vf, 2017). CEB is vrij gelijkaardig aan adobe maar de uitvoeringsmethode is verschillend. Adobe wordt namelijk met de hand in een mal gevormd, terwijl CEB door een pers gevormd wordt. Omwille van de hoge druk die door de pers uitgevoerd wordt, verkrijgt CEB zijn sterkte (Smith & Austin, 1989). Daarnaast zorgt deze pers er ook voor dat de blokken gelijkaardige afmetingen hebben waardoor deze eenvoudig te stapelen zijn (Oskam-vf, 2017). Een nadeel is dan weer dat de bouwhoogte net als bij adobe beperkt is tot twee verdiepingen. De maximale hoogte van afzonderlijke muren daarentegen is voor alle aardestructuren gelijkaardig en afhankelijk van de dikte van de muur (State of New Mexico, 2004).

## Rammed earth



Figuur 64: Rammed Earth (Unknown, 2017)

Rammed earth is samengesteld uit zand, fijne grind, klei en water. Deze materialen worden gemengd en vervolgens, op de plaats waar de wand uiteindelijk komt te staan, tussen een houten of metalen bekisting gestort in verschillende lagen. Elke laag die in het frame gestort wordt, wordt manueel of met behulp van een machine aangedrukt zodat de wand zijn sterkte verkrijgt. Dit wordt herhaald tot de wand de gewenste hoogte verkregen heeft. Indien gewenst kan kalk of cement toegevoegd worden zodat de wand beschermd is tegen neerslag en extra sterkte verkrijgt. Aangezien wanden in rammed earth vaak veel dikker zijn dan wanden uit betonblokken, zal er echter een grotere hoeveelheid cement nodig zijn om deze wand te versterken, waardoor rammed earth wanden met cement minder ecologisch zijn dan wanden uit betonblokken. Indien er echter geen cement toegevoegd wordt aan de rammed earth, is dit een zeer ecologische constructiemethode. Bovendien kunnen wanden zonder toevoeging van cement na afbraak volledig gerecycleerd worden. Daarnaast wordt het gebruik van hout in rammed earth constructies beperkt doordat de bekisting hergebruikt kan worden en vinden er geen processen plaats die zorgen voor een uitstoot van broeikasgassen, zoals bijvoorbeeld verbranding van hout. Om de levensduur van de wanden te verhogen en de stabiliteit niet in het gedrang te brengen, is het echter noodzakelijk dat wanden zonder cement of kalk beschermd worden tegen neerslag zodat erosie van de wand voorkomen wordt. Daarnaast zorgt een bescherming, bijvoorbeeld via luifels, ervoor dat de wanden niet rechtstreeks aan zonlicht blootgesteld worden. Aangezien rammed earth over



een grote thermische massa beschikt, zal deze bescherming de opname van warmte beperken. Zonder bijkomende bescherming kunnen de temperaturen in de ruimtes namelijk sterk oplopen in een klimaat als Tanzania. Ten slotte zijn constructies tot vier verdieping hoog mogelijk met rammed earth, maar is een ringbalk bovenop elke wand vereist voor de stabiliteit (AsaDuru, 2017; Worby, 2014).

## Sisal



Figuur 65: Sisalplant (Planet a., 2006)

Sisal is een plant die oorspronkelijk afkomstig is van Mexico, maar ook goed groeit in andere landen waar een warm klimaat heerst, zoals Tanzania. De plant kan goed tegen droogte en kent verschillende toepassingen. Ten eerste kunnen uit de bladeren vezels onttrokken worden waaruit vervolgens tapijten en touw (Figuur 66) gemaakt wordt, maar ze kunnen ook verwerkt worden in kunststoffen als wapeningsmateriaal. Wanneer de vezels verwijderd zijn blijft er pulp over. Deze pulp kan enerzijds verwerkt worden tot veevoeder, maar kan ook omgezet worden in biogas. Daarnaast kent de pulp ook enkele farmaceutische toepassingen. De levensduur van een sisalplant bedraagt ongeveer 12 jaar en gedurende deze periode kan de plant tot 240 bladeren produceren. Op jaarbasis betekent dit dat 1 hectare met sisalplanten 1 tot 4 ton vezels produceren, afhankelijk van de lokale bodem- en

klimaatcondities. Doordat het materiaal volledig benut kan worden, het nagroeibaar is, het aan het einde van zijn levensduur volledig biodegradeerbaar is en bovendien meer CO<sub>2</sub> absorbeert dan het uitstoot wordt sisal al een duurzaam materiaal beschouwd (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017).



Figuur 66: Sisaltouw (Home Depot, 2017)

### Definitieve materiaalkeuze

In het architectuurproject werd vervolgens gekozen voor de volgende materialen: een rubble trench fundering, beton, hout, rammed earth en sisaltouw. Beton wordt in beperkte mate toegepast bovenop de rubble trench fundering om de lasten van de rammed earth wanden gelijkmatig te verdelen op de fundering. Door de toepassing van dit funderingstype wordt het gebruik van beton drastisch verminderd. De ringbalken bovenop de wanden worden om dezelfde reden uitgevoerd in hout in plaats van beton, voor zover de constructie dit toelaat.

Daarnaast werd er gekozen voor wanden uit rammed earth omwille van diverse redenen. De grondstoffen zijn lokaal beschikbaar, goedkoop en deze constructiemethode laat toe om vier verdiepingen hoog te bouwen. Bovendien vergt de constructiemethode weinig energie en kunnen lokale arbeidskrachten ingezet worden op de werf, wat de lokale werkgelegenheid ondersteunt. De wanden uit rammed earth worden niet voorzien van een stabilisator zoals kalk of cement om zo de milieu-impact van het gebouw te reduceren. Hierdoor hebben de wanden echter een bijkomende bescherming nodig tegen regeninslag

om erosie tegen te gaan en worden ze bovendien voldoende dik uitgevoerd om de levensduur te verlengen.

Door de toepassing van gaanderijen met houten kolommen rondom het gebouw en rondom de centrale patio, worden de wanden in rammed earth beschermd tegen regeninslag enerzijds en extreme hitte anderzijds. Deze gaanderijen worden op alle verdiepingen doorgetrokken zodat kinderen vrij kunnen rondrennen doorheen het gebouw en de lokalen een aangenaam binnenklimaat hebben. Bovendien bieden deze gaanderijen de nodige schaduw in de buitenruimtes. Naast de kolommen en ringbalken, worden ook de vloeren, deuren en ramen, alsook ruimtelijke elementen zoals een loopbrug, banken, enzovoort uitgevoerd in hout.

Rondom de patio wordt vervolgens op elk verdiep een net geplaatst om de veiligheid van de kinderen te garanderen. Bovendien wordt er ook een ruimte voorzien waar de kinderen via een net naar de volgende verdieping kunnen klimmen. Beide netten worden vervaardigd uit sisaltouw met de nodige dikte om te sterkte te garanderen. Deze worden ten slotte verankerd aan houten frames.

### **6.3 Bijkomende duurzaamheidsmaatregelen**

#### **Water**

Het gebruik van water wordt zoveel mogelijk beperkt door de installatie van composttoiletten. Daarnaast wordt regenwater opgevangen via het dak en gestockeerd in het gebouw. Aangezien de regenval in Tanzania niet gelijkmatig verspreid is over het jaar, moet voldoende opslag voorzien worden om de droge maanden te overbruggen. Het water wordt vervolgens gebruikt voor hygiënische toepassingen en voor de daktuinen. Drinkwater en water voor de bereiding van voeding kan niet door regenwater worden voorzien.

#### **Binnenklimaat en comfort**

Het binnenklimaat en comfort wordt enerzijds gegarandeerd door gaanderijen rondom het gebouw en de patio, waardoor de wanden in rammed earth niet blootgesteld worden aan direct zonlicht. Bovendien wordt zonwering toegepast op de gelijkvloerse ramen die blootgesteld kunnen worden aan de laagstaande zon in de ochtend en de avond. Via ventilatieopeningen in de ramen, en dit telkens aan weerszijden van het lokaal, wordt cross-ventilatie mogelijk. Daarnaast zorgt de opslag en distributie van water via de verlaagde plafonds in lokalen voor een bijkomende verkoeling van de ruimte.

## **Voeding en planten**

Op het dak worden kleine daktuintjes voorzien waar de kinderen zelf planten kunnen kweken. Daarnaast worden er ook planten gekweekt op verschillende plaatsen in het gebouw die langs de houten gevelbekleding groeien, waardoor ze zowel daglicht hebben, beschermd zijn tegen direct zonlicht, toegankelijk zijn voor de kinderen en bovendien de gevelstructuur kunnen gebruiken om tegenop te groeien. Het compost van de composttoiletten kan beperkt gebruikt worden om als bemesting van de daktuinen en planten.

## **Energie**

Voor de productie van energie wordt er gebruik gemaakt van een biogas toilet systeem. Hierbij wordt compost verzamelt in een biogas tank, waarna de vrijgekomen methaangassen omgezet worden in biogas. Dit biogas kan vervolgens gebruikt worden voor de bereiding van voeding en kan bovendien omgezet worden naar elektriciteit.

## **6.4 Conclusie**

De toepassing van de verschillende materialen en technieken zijn zorgvuldig gekozen zodat de milieubelasting zo klein mogelijk is, de waterconsumptie tot een minimum beperkt is, een aangenaam binnenklimaat gegarandeerd wordt, de lokale werkgelegenheid ondersteunt wordt en energie zelf opgewekt kan worden. Het ontworpen gebouw wordt door deze keuzes een duurzaam gebouw dat de aarde zo min mogelijk belast en zowel in dienst staat van de gemeenschap als van de kinderen.



## BIBLIOGRAFIE

- A. Janssen, L. D., J. Van Dessel. (2012). Principes en aandachtspunten bij de keuze voor duurzame bouwmaterialen. Geraadpleegd op 29 Februari 2016 via WTCB website: [http://www.wtcb.be/homepage/download.cfm?dtype=services&doc=duurzame bouwmaterialen TD Brussel finaal update jan 2013.pdf](http://www.wtcb.be/homepage/download.cfm?dtype=services&doc=duurzame%20bouwmaterialen%20TD%20Brussel%20finaal%20update%20jan%202013.pdf).
- Aantoonbaar Duurzaam Bouwen. (2016). Aantoonbaar Duurzaam Bouwen - Materialen. Geraadpleegd op 27 September 2016 via <http://www.aantoonbaarduurzaambouwen.nl/lca-3/>.
- Anink, D., Ewijk, H. v., Schuurmans, A., Nieman, H., Luijk, P. v., & Levels-Vermeer, J. (2015). Bepaling van de milieuprestaties van gebouwen en gww-werken (MPG) Geactualiseerde versie 2015. Geraadpleegd op 10 November 2016 via Milieudatabase website: <https://www.milieudatabase.nl/imgcms/brochure-bepalingmethode-milieuprestatie-feb-2015.pdf>.
- Arvanitoyannis, I. S. (2008). ISO 14040: life cycle assessment (LCA)-principles and guidelines. *Waste management for the food industries*, 97-132.
- AsaDuru. (2017). Rammed Earth. Geraadpleegd op 08 Mei 2017 via <http://www.asaduru.com/rammed-earth-2/>.
- Bosman, N. (2016). De jaren '70 en '80 einde aan ongelimiteerde welvaart en bipolaire verhoudingen. Geraadpleegd op 30 April 2016 via <https://duurzamesamenlevingeconomie.wordpress.com/de-jaren-70-en-80-einde-aan-ongelimiteerde-welvaart/>.
- Boxtel, R. v. (2014). Duurzaamheid steeds belangrijker. *Afbouwzaken*, 22-23.
- Bras-Klapwijk, R., Heijungs, R., & van Mourik, P. (2003). Levenscyclusanalyse voor onderzoekers, ontwerpers en beleidmakers. *Delft: VSSD*.
- BRE. (2016a). Green Guide Rating Table voor cellenglasisolatie. Geraadpleegd op 23 December 2016 via <https://www.bre.co.uk/greenguide/ggelement2.jsp?buildingType=Housing&category=15&parent=0&elementType=10032&eid=17674>.
- BRE. (2016b). Green Guide Rating Table voor isolatiematerialen. Geraadpleegd op 23 December 2016 via <https://www.bre.co.uk/greenguide/ggelement.jsp?buildingType=Housing&category=15&parent=0&elementType=10032>.
- BRE. (2016c). Green Guide Rating Table voor XPS-isolatie. Geraadpleegd op 23 December 2016 via <https://www.bre.co.uk/greenguide/ggelement2.jsp?buildingType=Housing&category=15&parent=0&elementType=10032&eid=17706>.
- BREEAM. (2016). Over BREEAM. Geraadpleegd op 27 December 2016 via <https://www.breeam.nl/over-breeam>.
- Brinson, L. C. (2012). How Adobe Construction Works. Geraadpleegd op 07 Mei 2017 via <http://home.howstuffworks.com/home-improvement/construction/materials/adobe-construction.htm>.
- Bureau Architectenregister. (2016). Jaarverslag 2015. Geraadpleegd op 29 januari 2017 via <https://www.architectenregister.nl/media/1029/jaarverslag-2015-definitief.pdf>.
- C2C Platform. (2016). Wat is Cradle to Cradle? Geraadpleegd op 04 Juni 2016 via <http://www.c2cplatform.be/node/8>.
- Climatemps. (2017). Rainfall in Dar es Salaam, Tanzania Average Precipitation and Wet Days. Geraadpleegd op 06 Mei 2017 via <http://www.dar-es-salaam.climatemps.com/precipitation.php>.
- Curran, M. A. (2006). LIFE CYCLE ASSESSMENT: PRINCIPLES AND PRACTICE.

- Debacker, W., Allacker, K., Troyer, F. D., Janssen, A., Delem, L., Peeters, K., . . . Dessel, J. V. (2012). Milieugerelateerde materiaalprestatie van gebouwelementen. Geraadpleegd op 10 november 2016 via OVAM website: [http://www.ovam.be/sites/default/files/FILE1349102121400ovor121001\\_MMG\\_eindrapport.pdf](http://www.ovam.be/sites/default/files/FILE1349102121400ovor121001_MMG_eindrapport.pdf).
- DGBC. (2013a). Beknopte startershandleiding DGBC materialentool v2.0. Geraadpleegd op 4 Januari 2017 via DGBC website: [https://www.dgbc.nl/downloads/Gebruikershandleiding\\_DGBC\\_materialentool\\_V2\\_0.pdf](https://www.dgbc.nl/downloads/Gebruikershandleiding_DGBC_materialentool_V2_0.pdf).
- DGBC. (2013b). DGBC Handleiding voor BREEAM-NL assessments. Geraadpleegd op 27 December 2016 via BREEAM NL website: [https://www.breeam.nl/sites/breeam.nl/files/bijlagen/BREEAM-NL\\_Gebruikershandleiding\\_v2.pdf](https://www.breeam.nl/sites/breeam.nl/files/bijlagen/BREEAM-NL_Gebruikershandleiding_v2.pdf).
- DGBC. (2014). BREEAM-NL Nieuwbouw en Renovatie - Keurmerk voor duurzame vastgoedobjecten. Geraadpleegd op 23 December 2016 via BREEAM NL website: [https://www.breeam.nl/sites/breeam.nl/files/bijlagen/20140930\\_Beoordelingsrichtlijn\\_BREEAM-NL\\_nieuwbouw\\_en\\_renovatie\\_2014\\_v1.01\\_webweb\\_0.pdf](https://www.breeam.nl/sites/breeam.nl/files/bijlagen/20140930_Beoordelingsrichtlijn_BREEAM-NL_nieuwbouw_en_renovatie_2014_v1.01_webweb_0.pdf).
- DGBC. (2016a). BREEAM-NL In-Use - Keurmerk voor duurzame vastgoedobjecten. Geraadpleegd op 23 December 2016 via BREEAM NL website: [https://www.breeam.nl/sites/breeam.nl/files/bijlagen/20140930\\_Beoordelingsrichtlijn\\_BREEAM-NL\\_nieuwbouw\\_en\\_renovatie\\_2014\\_v1.01\\_webweb\\_0.pdf](https://www.breeam.nl/sites/breeam.nl/files/bijlagen/20140930_Beoordelingsrichtlijn_BREEAM-NL_nieuwbouw_en_renovatie_2014_v1.01_webweb_0.pdf).
- DGBC. (2016b). Creditlijst BREEAM-NL schema In-Use.
- DGBC. (2016c). Criteria categorie transport BREEAM-NL schema In-Use.
- DUBOkeur. (2016). Het keurmerk voor duurzaam bouwen. Geraadpleegd op 27 November 2016 via <http://www.dubokeur.nl/>
- Dwell Earth. (2013). Sustainable Compressed Earth Block - Dwell Earth - Earth Block Experts. Geraadpleegd op 07 Mei 2017 via <https://www.youtube.com/watch?v=hKbdNqrQZ08>.
- Elixir Environmental. (2013). EPD Program Operator. Geraadpleegd op 13 September 2016 via <http://epdprogramoperator.com/>.
- Envirodec. (2016a). Five steps to create an EPD. Geraadpleegd op 28 November 2016 via <http://www.envirodec.com/en/Creating-EPD/Five-steps-to-EPD/>.
- Envirodec. (2016b). What is an EPD? Geraadpleegd op 02 April 2016 via <http://www.envirodec.com/en/What-is-an-EPD/>.
- ENVIS. (2015). Environment symbols for Kids. Geraadpleegd op 27 November 2016 via [http://www.wwfenvi.nic.in/KidsCentre/Environmentsymbols\\_5165.aspx](http://www.wwfenvi.nic.in/KidsCentre/Environmentsymbols_5165.aspx).
- Facts For Life. (2017). Child development and early learning. Geraadpleegd op 06 Mei 2017 via <http://www.factsforlifeglobal.org/03/>.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2017). Future Fibres: Sisal. Geraadpleegd op 07 Mei 2017 via <http://www.fao.org/economic/futurefibres/fibres/sisal/en/>.
- Foundation Future Generations. (2014). Duurzame Ontwikkeling. Geraadpleegd op 03 April 2016 via <http://www.foundationfuturegenerations.org/nl/duurzame-ontwikkeling>.
- Fraanje, P. (2016). MPG: samen het verschil maken. Geraadpleegd op 04 April 2016 via <http://www.duurzaamgebouwd.nl/visies/20160421-mpg-samen-het-verschil-maken>.
- Fraanje, P. (2017). Opdrachtgevers: vraag naar de MPG-score! Geraadpleegd op 17 Februari 2017 via <https://www.duurzaamgebouwd.nl/expertposts/20170109-opdrachtgevers-vraag-naar-de-mpg-score>.
- Gaisma. (2017). Dar es Salaam, Tanzania - Sunrise, sunset, dawn and dusk times for the whole year. Geraadpleegd op 06 Mei 2017 via <http://www.gaisma.com/en/location/dar-es-salaam.html>.
- Greenmax. (2015). Biologisch Afbreekbaar. Geraadpleegd op 27 November 2016 via <http://www.greenmax.eu/cms/index.php?mact=News,cntnt01,print,0&cntnt01articleid=179&cntnt01showtemplate=false&cntnt01returnid=44>.

- Guinee, J. B., Heijungs, R., Huppes, G., Zamagni, A., Masoni, P., Buonamici, R., . . . Rydberg, T. (2010). Life cycle assessment: past, present, and future†. *Environmental science & technology*, 45(1), 90-96.
- Haas, M. (2015). LCA, DUBOkeur, NMD, MRPI, EPD - snappen we het nog? Geraadpleegd op 28 November 2016 via [http://www.nibe.org/assets/images/content/user/files/Roofs2015%20Artikel%20NIBE\(2\).pdf](http://www.nibe.org/assets/images/content/user/files/Roofs2015%20Artikel%20NIBE(2).pdf)
- Hashemi, A., & Cruickshank, H. (2015). Embodied Energy of Fired Bricks: The Case of Uganda and Tanzania.
- Heijungs, R., Goedkoop, M., Struijs, J., Effting, S., Sevenster, M., & Huppes, G. (2003). Towards a life cycle impact assessment method which comprises category indicators at the midpoint and the endpoint level. *Report of the first project phase: Design of the new method VROM report*. Online: [http://www.leidenuniv.nl/cml/ssp/publications/recipe\\_phase1.pdf](http://www.leidenuniv.nl/cml/ssp/publications/recipe_phase1.pdf).
- Helman, V. (2010). Primitive Sod / adobe shelter construction - Heavy pictures - step by step instructi. Geraadpleegd op 07 Mei 2017 via <http://www.survivalistboards.com/showthread.php?t=113353>.
- Home Depot. (2017). Everbilt 3/8 in. x 50 ft Natural Twisted Sisal Rope. Geraadpleegd op 07 Mei 2017 via <http://www.homedepot.com/p/Everbilt-3-8-in-x-50-ft-Natural-Twisted-Sisal-Rope-73285/206094360>.
- Irshadpp. (2013). Random Rubble Masonry. In Random rubble masonry1.jpg (Ed.).
- Klöpffer, W. (1996). Allocation rule for open-loop recycling in life cycle assessment. *The international journal of life cycle assessment*, 1(1), 27-31.
- Koko, S. (2003). Rubble Trench Foundations - A Brief Overview. *Building Safety Journal, Volume 1*.
- Koko, S. (2011). What is a Rubble Trench Foundation. Geraadpleegd op 07 Mei 2017 via <http://buildnaturally.blogspot.be/2011/01/what-is-rubble-trench-foundation.html>.
- Leefmilieu Brussel. (2016). Groene Labels, 1-5. Geraadpleegd op 03 April 2016 via Leefmilieu Brussel website: [http://document.leefmilieu.brussels/opac\\_css/elecfile/IF Eco-construction ALG07 Part NL.PDF](http://document.leefmilieu.brussels/opac_css/elecfile/IF_Eco-construction_ALG07_Part_NL.PDF).
- LNE. (2012). Wat zijn EPD-fiches? Geraadpleegd op 05 September 2016 via LNE website: <https://www.lne.be/campagnes/bouw-gezond/fiches.../materialen3.pdf>.
- McCormack, J. (2007). Rice Husk Brick Kiln, Tanzania. Geraadpleegd op 07 Mei 2017 via <https://www.flickr.com/photos/stoneywish/3636368424>.
- Meadows, D. H. (1972). Club of Rome. The Limits to growth; a report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind. *Universe, New York*.
- Meex, E., Knapen, E., Nuyts, E., & Verbeeck, G. (2016). Duurzaamheid en duurzaam materiaalgebruik bij Vlaamse architecten: stand van zaken.
- MeteoVista. (2017). Het weer in Tanzania. Geraadpleegd op 06 Mei 2017 via <http://www.meteovista.be/Afrika/Tanzania/66>.
- MRPI. (2016). MRPI Freetool. Geraadpleegd op 4 Januari 2017 via <http://www.mrpi-mpg.nl/>.
- Mundy, J. (2015). The Green Guide Explained. Geraadpleegd op 23 December 2016 via BRE website: [https://www.bre.co.uk/filelibrary/greenguide/PDF/The-Green-Guide-Explained\\_March2015.pdf](https://www.bre.co.uk/filelibrary/greenguide/PDF/The-Green-Guide-Explained_March2015.pdf).
- NIBE. (2015). Nibe Tabellenboek Milieuclassificaties 2015. Geraadpleegd op 29 November 2016 via [http://www.nibe.org/nl/nieuws/NIBE Tabellenboek Milieuclassificaties 2015](http://www.nibe.org/nl/nieuws/NIBE_Tabellenboek_Milieuclassificaties_2015).
- NIBE. (2016a). Classificatietabel: Spouwisolatie. Geraadpleegd op 29 November 2016 via <http://www.nibe.info/nl/members#group-85-26>.
- NIBE. (2016b). Gezondheidsinformatie Steenwol Platen. Geraadpleegd op 29 November 2016 via <http://www.nibe.info/nl/members#gezondheid-4988-85-26>.
- NIBE. (2016c). Handleiding voor gebruik. Geraadpleegd op 29 November 2016 via [http://www.nibe.info/nl/handleiding\\_voor\\_gebruik](http://www.nibe.info/nl/handleiding_voor_gebruik).

- NIBE. (2016d). Milieu-informatie Steenwol Platen. Geraadpleegd op 29 November 2016 via <http://www.nibe.info/nl/members#product-4988-85-26>.
- Nieman, H. (2016). Wel BENG, niet duurzaam? Geraadpleegd op 15 Juli 2016 via <http://www.duurzaamgebouwd.nl/visies/20160607-wel-beng-niet-duurzaam>.
- Nordic Construct. (2017). Ecologisch bouwen met BEN-woning. Geraadpleegd op 07 Mei 2017 via <http://www.nordicconstruct.be/ecologisch-bouwen/>.
- NVTB. (2012). MRPI Freetool MilieuPrestatie Gebouwen 1.1 nu online. Geraadpleegd op 17 September 2016 via VNK website: <http://www.vnk.nl/folderindex/folderPDF/Freetool-MRPI.pdf>.
- Ode. (2016). Hernieuwbare energiebronnen. Geraadpleegd op 01 September 2016 via <http://www.ode.be/ode/hernieuwbare-energiebronnen>.
- Oskam-vf. (2017). Compressed Earth Blocks - Living Building Material. Geraadpleegd op 08 Mei 2017 via [https://www.oskam-vf.com/CEBS\\_living\\_building\\_material.html](https://www.oskam-vf.com/CEBS_living_building_material.html).
- OVAM. (2012). Milieuverantwoord materiaalgebruik in de bouw: draag uw steentje bij! In OVAM (Ed.): OVAM - Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij.
- OVAM. (2013). Materiaalbewust bouwen in kringlopen - Preventieprogramma duurzaam materialenbeheer in de bouwsector 2014 - 2020. Geraadpleegd op 1 mei 2016 via Ovam website: [http://www.ovam.be/sites/default/files/FILE1387460657455130930\\_Materiaalbewust\\_bouwen\\_kringlopen\\_2014\\_2020.pdf](http://www.ovam.be/sites/default/files/FILE1387460657455130930_Materiaalbewust_bouwen_kringlopen_2014_2020.pdf).
- OVAM. (2016). Toekomstperspectieven MMG. Geraadpleegd op 12 November 2016 via <http://ovam.be/afval-materialen/materiaalbewust-ontwerpen-produceren-en-aankopen/materiaalprestatie-gebouwen/toekomstperspectieven-mmg>.
- Owens, B., Macken, C., Rohloff, A., & Rosenberg, H. (2016). LEED v4 Impact Category and Point Allocation Development Process. Geraadpleegd op 28 December 2016 via USGBC website: [http://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20Impact%20Category%20and%20Point%20Allocation%20Process\\_Overview\\_0.pdf](http://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20Impact%20Category%20and%20Point%20Allocation%20Process_Overview_0.pdf).
- Paredis, E. (2001). Duurzame ontwikkeling: de ambities doorgelicht. *NoordZuid Cahier*, 33-46.
- Parra, F. (2004). *Oil politics: A modern history of petroleum*: IB Tauris.
- Planet a. (2006). Woman in Kanga Gathering Sisal- Tanga, Tanzania, 2006. Geraadpleegd op 07 Mei 2017 via <https://www.flickr.com/photos/forsevengenerations/3784490284/>.
- Platform Duurzaamheid. (2016). Wat is duurzaamheid? Geraadpleegd op 03 April 2016 via <http://www.platformduurzaamheid.net/index.php?/Wat-is-Duurzaamheid/achtergrond-duurzaamheid/wat-is-duurzaamheid.html>.
- Quelle, J. (2016). PERSBERICHT - DPG nieuwe standaard integrale milieukwaliteit gebouwen. Geraadpleegd op 4 Januari 2017 via <http://tki-kiem.nl/persbericht-dpg-nieuwe-standaard-integrale-milieukwaliteit-gebouwen/>.
- Rebitzer, G., Ekvall, T., Frischknecht, R., Hunkeler, D., Norris, G., Rydberg, T., . . . Pennington, D. W. (2004). Life cycle assessment: Part 1: Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. *Environment international*, 30(5), 701-720.
- Right To Education Project. (2016). Tanzania Implements Free Education Policy For Secondary Education. Geraadpleegd op 06 Mei 2017 via <http://www.right-to-education.org/news/tanzania-implements-free-education-policy-secondary-education>.
- Rossi, E., & Servaes, R. (2016). Een tool in ontwikkeling op basis van de MMG berekeningswijze. Geraadpleegd op 5 Januari 2016 via Leefmilieu Brussel website: [http://www.leefmilieu.brussels/sites/default/files/user\\_files/semi\\_12\\_160129\\_7\\_er\\_nl.pdf](http://www.leefmilieu.brussels/sites/default/files/user_files/semi_12_160129_7_er_nl.pdf).
- RVO. (2016a). Handreiking bij stap één in LCA: Doel & Scope, 1-10. Geraadpleegd op 03 April 2016 via RVO website: <https://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/Handreiking%20bij%20stap%201%20van%20een%20LCA%20-%20Doel%20Scope.pdf>.

- RVO. (2016b). MilieuPrestatie Gebouwen - MPG. Geraadpleegd op 27 September 2016 via <http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/wetten-en-regels-gebouwen/milieuprestatie-gebouwen>.
- SBK. (2014). Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken. Geraadpleegd op 24 September 2016 via Milieudatabase.nl website: [https://www.milieudatabase.nl/imgcms/20141125\\_SBK\\_Bepalingsmethode\\_versie\\_2\\_0\\_definitief.pdf](https://www.milieudatabase.nl/imgcms/20141125_SBK_Bepalingsmethode_versie_2_0_definitief.pdf).
- SBK. (2015a). Invoer en wijzigen data Nationale Milieudatabase - Gebruikershandleiding. Geraadpleegd op 30 December 2016 via Milieudatabase website: [https://www.milieudatabase.nl/imgcms/Handleiding\\_Invoer\\_data\\_in\\_NMD\\_versie\\_2.1.pdf](https://www.milieudatabase.nl/imgcms/Handleiding_Invoer_data_in_NMD_versie_2.1.pdf).
- SBK. (2015b). Tarieven Overzicht Gebruik Nationale Milieudatabase (NMD) 2016. Geraadpleegd op 25 Juli 2016 via [https://www.milieudatabase.nl/imgcms/Tarieven\\_overzicht\\_gebruik\\_Nationale\\_Milieudatabase\\_2016\\_v2.2\\_oktober\\_2015.pdf](https://www.milieudatabase.nl/imgcms/Tarieven_overzicht_gebruik_Nationale_Milieudatabase_2016_v2.2_oktober_2015.pdf).
- Seri Proje. (2016). Seri Proje Dogalgaz Mühendislik. Geraadpleegd op 10 Mei 2017 via [http://seriproje.com.tr/muhendislik/img/slider/2\\_1.png](http://seriproje.com.tr/muhendislik/img/slider/2_1.png).
- Servaes, R., Allacker, K., Debacker, W., Delem, L., Nocker, L. D., Troyer, F. D., . . . Dessel, J. V. (2013). Milieuprofiel van gebouwelementen. Geraadpleegd op 10 November 2016 via OVAM website: <http://www.ovam.be/sites/default/files/atoms/files/Milieuprofiel%20van%20gebouwelementen%2020160726.pdf>.
- Simonen, K. (2014). *Life Cycle Assessment*. London and New York: Routledge.
- Smith, E. W., & Austin, G. S. (1989). Adobe, pressed-earth, and rammed-earth industries in New Mexico. Geraadpleegd op 08 Mei 2017 via Geoinfo website: <https://geoinfo.nmt.edu/publications/monographs/bulletins/downloads/127/Bulletin127.pdf>.
- Stad Brussel. (2016). Eerste Autoloze zondag op 18 november 1973. Geraadpleegd op 17 Juli 2016 via <https://www.brussel.be/artdet.cfm/8064>.
- State of New Mexico. (2004). Compressed Earth Block Code. Geraadpleegd op 08 Mei 2017 via <http://www.midwestearthbuilders.com/code.html>.
- The Blue House. (2016). Wat is duurzaam bouwen? Geraadpleegd op 03 April 2016 via <http://www.bluehouseprize.be/nl/blue-house/wat-duurzaam-bouwen>.
- Unknown. (2017). Wyoming library texture. Geraadpleegd op 07 Mei 2017 via <https://artcarchitects.files.wordpress.com/2013/05/wyoming-library-texture-1280x1024.jpg>.
- USGBC. (2016a). LEED. Geraadpleegd op 29 December 2016 via <http://www.usgbc.org/leed>.
- USGBC. (2016b). LEED v4 for BD+C: New Construction and Major Renovation Checklist. Geraadpleegd op 29 December 2016 via <http://www.usgbc.org/resources/leed-v4-building-design-and-construction-checklist>.
- USGBC. (2016c). LEED v4 for Building Design and Construction Rating System. Geraadpleegd op 29 December 2016 via [http://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20BDC\\_04.05.16\\_current\\_0.pdf](http://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20BDC_04.05.16_current_0.pdf).
- Vlaamse Overheid. (2016). Energieprestatieregelgeving (EPB) voor nieuwbouw en renovatie. Geraadpleegd op 15 Juli 2016 via <http://www.vlaanderen.be/nl/bouwen-wonen-en-energie/bouwen-en-verbouwen/energieprestatieregelgeving-epb-voor-nieuwbouw-en-renovatie>.
- W/E adviseurs. (2013). Snelstart GPR Bouwbesluit. Geraadpleegd op 4 Januari 2017 via GPR Software website: [http://gprsoftware.nl/download/handleidingen/Snelstart-GPR-Bouwbesluit\\_versie-maart-2013.pdf](http://gprsoftware.nl/download/handleidingen/Snelstart-GPR-Bouwbesluit_versie-maart-2013.pdf).
- Wastiels, L. (2015). Milieuboodschappen op bouwproducten. Geraadpleegd op 27 April 2016 via <http://www.wtcb.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=bbri-contact&pag=Contact46&art=684>.
- Willaert, E. (2013). De milieukost van bouwmaterialen. *De koevoet*, 165, 38-42.

- Wolf, M.-A., Chomkamsri, K., Brandao, M., Pant, R., Ardente, F., Pennington, D. W., . . . Goralczyk, M. (2010). ILCD Handbook-General Guide for Life Cycle Assessment-Detailed Guidance.
- Worby, M. (2014). Using natural materials: A comparison. Geraadpleegd op 08 Mei 2017 via <https://naturalbuildingcollective.wordpress.com/2014/03/09/using-natural-materials-a-comparison/>.

# BIJLAGEN

## Bijlage 1: Enquête

### Deel 1: Algemene gegevens

#### 1.1

Beste architect,

Ik ben Chantal Goos, laatstejaarsstudente Architectuur aan de Universiteit Hasselt (België). Binnen mijn masterscriptie doe ik onderzoek naar milieu-impactbeoordeling van gebouwen. Centrale onderzoeksvragen hierbij zijn: Welke rol speelt de milieu-impact tijdens het ontwerpproces van architecten? Op welke manier beoordelen architecten deze milieu-impact? En is dit eerder kwalitatief of intuïtief? De focus ligt hier op Nederlandse architecten die actief zijn in de woningbouwsector.

Aangezien kennis en inzichten vanuit het beroepenveld onontbeerlijk zijn binnen mijn scriptieonderzoek, zou ik u willen vragen deze enquête in te vullen. Het invullen zal een 10-tal minuten duren.

De verworven gegevens zullen anoniem behandeld worden en enkel gebruikt worden binnen dit scriptieonderzoek (dat kadert binnen een lopend doctoraatsonderzoek) aan de Universiteit Hasselt. Uw gegevens zullen niet vrijgegeven worden aan derden.

Indien u graag op de hoogte gehouden wordt van de resultaten van het onderzoek, gelieve dan uw persoonlijke gegevens en e-mailadres in te vullen aan het einde van de enquête. Alvast bedankt voor uw medewerking.

Chantal GOOS

Masterstudente Architectuur, Universiteit Hasselt

chantal.goos@student.uhasselt.be

#### 1.2 Geslacht

M (1)

V (2)

1.3 Geboortjaar: \_\_\_\_\_

1.4 In welk jaar bent u als architect gestart? \_\_\_\_\_

1.5 Functie en aantal personen werkzaam binnen uw bureau: (aantal invullen voor juiste functies, inclusief uzelf)

- \_\_\_\_\_ Architecten (Senior) (1)
- \_\_\_\_\_ Bouwkundig ingenieur (2)
- \_\_\_\_\_ Bouwkundig tekenaar (3)
- \_\_\_\_\_ Interieurarchitecten (4)
- \_\_\_\_\_ Stedenbouwkundigen (5)
- \_\_\_\_\_ Energiedeskundige (6)
- \_\_\_\_\_ Specialist MPG (7)
- \_\_\_\_\_ Duurzaamheidsspecialist (8)
- \_\_\_\_\_ Assistent-ontwerper (9)
- \_\_\_\_\_ Constructief ontwerper (10)
- \_\_\_\_\_ Andere, nl.: (11)



1.6 Met welke specialisten, ingenieurs, ... werkt u vaak samen, en in welke fase(n)? (meerdere antwoorden mogelijk)

CF = Conceptuele fase

VF = Voorlopig ontwerpfase

DF = Definitieve ontwerpfase

BA = Bouwaanvraag

BF = Bestekfase

UF = Uitvoeringsfase

	CF (1)	VF (2)	DF (3)	BA (4)	BF (5)	UF (6)
Installatiedeskundige (1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Constructief ontwerper (2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bouwfysicus (3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EPC-verslaggever (4)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Specialist MPG (5)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Duurzaamheidsspecialist(7)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aannemer (8)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Projectontwikkelaar (10)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Andere, nl.: (6)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Deel 2: Duurzaamheid

2.1 Wat is duurzaamheid in architectuur volgens u? Beschrijf in 5 kernwoorden.

1. (1) \_\_\_\_\_
2. (2) \_\_\_\_\_
3. (3) \_\_\_\_\_
4. (4) \_\_\_\_\_
5. (5) \_\_\_\_\_

2.2 Bent u in uw dagelijkse ontwerppraktijk zelf (als architect) bezig met duurzaamheid die verder gaat dan de wettelijke vereisten zoals EPC, MPG, watertoets, ... ?

- Ja (1)
- Nee (2)

Als "Bent u in uw dagelijkse ontwerppraktijk zelf (als architect) bezig met duurzaamheid die verder gaat..." Ja Is Geselecteerd

### 2.3 Waarom?(meerdere antwoorden mogelijk)

- Eigen interesse: Zelf actief mee bezig: dingen uitzoeken, ... (1)
- Gestimuleerd binnen het bureau: samenzitten, ideeën uitwisselen, ... (2)
- Op vraag van de klant (3)
- Andere, nl.: (4) \_\_\_\_\_

Als "Bent u in uw dagelijkse ontwerppraktijk zelf (als architect) bezig met duurzaamheid die verder gaat..." Nee Is Geselecteerd

### 2.4 Waarom niet? (meerdere antwoorden mogelijk)

- Geen interesse (1)
- Budgetbeperkingen bouwheer (2)
- Onvoldoende kennis ter zake (3)
- Past niet binnen takenpakket architect (4)
- Geen tijd (5)
- Andere reden: (6) \_\_\_\_\_

### Deel 3: Materiaalkeuze

3.1 Op welke basis neemt u voornamelijk beslissingen met betrekking tot materiaalgebruik?

	Zeer vaak (1)	Vaak (2)	Soms (3)	Zelden (4)	Nooit (5)
Aanbevelingen (1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kwaliteit (2)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kennis en ervaring (3)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Beschikbaarheid / voorraad (4)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Intuïtief (5)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esthetisch (6)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kostprijs (7)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Referentieprojecten (8)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Milieu-impact van materialen (9)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Effect van materiaal op gezondheid (10)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3.2 Zijn er nog andere elementen die een rol spelen in uw materiaalkeuze?

---

---

---

3.3 Wordt het proces van de materiaalkeuze anders aangepakt bij projecten met een duurzame focus?

- Ja (1)
- Nee (2)
- Nog niet van toepassing geweest (3)

Als "Wordt de materiaalkeuze anders aangepakt bij projecten met een duurzame focus?"

Ja Is Geselecteerd

**3.4** Hoe pakt u dit aan? Duidt hieronder de stellingen aan die voor u van toepassing zijn.(meerdere antwoorden mogelijk)

- Materiaalkeuze wordt vroeger in het ontwerpproces in beschouwing genomen (1)
- Er wordt langer nagedacht over de materiaalkeuze (2)
- Er is een gedetailleerdere uitwerking op vlak van materialen (3)
- Er wordt meer opzoekwerk naar de juiste materialen gedaan (4)
- Experts en specialisten worden vroeger in het ontwerpproces betrokken (5)
- Er worden andere partijen bij betrokken (duurzaamheidsexperten, ...) die bij een "gewoon" ontwerp niet betrokken worden (6)
- Andere, nl.: (7) \_\_\_\_\_

**3.5** Welke aspecten maken een materiaal duurzaam volgens u? (relevante aspecten kiezen uit linkerkolom, slepen naar rechts in volgorde van belangrijkheid)

Duurzaam Materiaalgebruik	
_____	Lokale oorsprong (1)
_____	Certificering / label, namelijk: (2)
_____	Lange levensduur (3)
_____	Weinig onderhoud vergen (4)
_____	Lage milieu-impact van productieproces (5)
_____	(Deels) bestaan uit gerecycleerde grondstoffen (6)
_____	Recycleerbaar bij einde levensduur (7)
_____	Nog een ruime voorraad aan grondstoffen beschikbaar van het materiaal (8)
_____	Nagroeibaar (hout, stro, hennep, vlas, ...) (9)
_____	Biodegradeerbaar, opgaand in milieu na levensduur (10)
_____	Lage impact op gezondheid (11)
_____	Andere, nl.: (13)

**3.6** Heeft u al eens gehoord van Life Cycle Assessment / Life Cycle Analysis (LCA)?

- Ja (1)
- Nee (2)

Als "Heeft u al eens gehoord van Life Cycle Assessment / Life Cycle Analysis (LCA)?" Ja Is Geselecteerd

**3.7** Maakt u hier gebruik van binnen uw eigen praktijk en projecten?

- Ja, zelf (1)
- Ja, maar met extern advies (2)
- Ja, andere: (3) \_\_\_\_\_
- Nee, niet gebruikt (4)

Als "Heeft u al eens gehoord van Life Cycle Assessment / Life Cycle Analysis (LCA)?" Nee Is Geselecteerd

**3.8** Even ter info: "Een LCA of levenscyclusanalyse kwantificeert de milieu-impact van producten of gebouwen over hun volledige levenscyclus (van hun productie, over hun plaatsing en gebruik, tot het einde van hun levensduur)." Bron:

<http://www.portaalduurzaammbouwen.be>

**3.9** Weet u wat een EPD is?

- Ja (1)
- Nee (2)

Als "Weet u wat een EPD is?" Ja Is Geselecteerd

**3.10** Maakt u hier gebruik van binnen uw eigen praktijk of projecten?

- Ja, zelf (1)
- Ja, maar met extern advies (2)
- Ja, andere: (3) \_\_\_\_\_
- Nee, niet gebruikt (4)

Als "Weet u wat een EPD is?" Nee Is Geselecteerd

**3.11** Even ter info: "Een EPD® (Environmental Product Declaration) is een onafhankelijk, geverifieerd en geregistreerd document dat transparante en vergelijkbare informatie over de milieu-impact van een product levert." Bron: <http://www.environdec.com>

### 3.12 Met welke stelling bent u het meest akkoord?

- Ik zou mijn ontwerp op vrijwillige basis aanpassen in functie van duurzaam materiaalgebruik. (1)
- De overheid moet duurzaam materiaalgebruik stimuleren door het geven van subsidies, maar mag dit niet verplichten. (2)
- De overheid moet duurzaam materiaalgebruik verplichten door het opleggen van minimale eisen, zonder bijkomende subsidies te verlenen. (3)
- De overheid moet duurzaam materiaalgebruik verplichten door het opleggen van minimale eisen, en moet hiervoor de nodige subsidies verlenen. (4)
- De overheid moet duurzaam materiaalgebruik verplichten en stimuleren door het opleggen van minimale eisen en het geven van subsidies aan personen en instanties die hierbovenop nog bijkomende maatregelen willen nemen. (5)
- De overheid moet duurzaam materiaalgebruik stimuleren door het opleggen van boetes naargelang veroorzaakte milieukost. Principe van "De vervuiler betaalt". (6)

## Deel 4: Toolontwikkeling

4.1 In hoeverre bent u vertrouwd met onderstaande Nederlandse tools die gebruikt worden om de milieu-impact van bouwmaterialen, bouwelementen of gebouwen te beoordelen?

Optie 1 = Nooit van gehoord

Optie 2 = Van gehoord, maar (nog) niet gebruikt

Optie 3 = Van gehoord en beperkt gebruikt

Optie 4 = Van gehoord en regelmatig gebruikt in ontwerppraktijk

	Optie 1 (1)	Optie 2 (2)	Optie 3 (3)	Optie 4 (4)
BREEAM / BREEAM-NL (1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
NIBE (3)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C2C tool woningbouw xx (8)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
GPR Gebouw (9)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Greencalc + (4)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SimaPro (18)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
GPR Bouwbesluit (27)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
DGBC Materialentool (10)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
EcoQuaestor (11)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MRPI freetool (21)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**4.2** In hoeverre bent u vertrouwd met onderstaande buitenlandse tools die gebruikt worden om de milieu-impact van bouwmaterialen, bouwelementen of gebouwen te beoordelen?

Optie 1 = Nooit van gehoord

Optie 2 = Van gehoord, maar (nog) niet gebruikt

Optie 3 = Van gehoord en beperkt gebruikt

Optie 4 = Van gehoord en regelmatig gebruikt in ontwerppraktijk

	Optie 1 (1)	Optie 2 (2)	Optie 3 (3)	Optie 4 (4)
LEED (2)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
GEMIS / IINAS (6)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Athena Impact Estimator for Buildings (7)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
GaBi (17)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Green Guide to Specification (19)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
novaEQUER (22)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ELODIE (23)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
E-Licco (24)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
LCADesign (25)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
IMPACT (26)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**4.3** In hoeverre bent u vertrouwd met onderstaande databanken die gebruikt worden om de milieu-impact van bouwmaterialen, bouwelementen of gebouwen te beoordelen?

Optie 1 = Nooit van gehoord

Optie 2 = Van gehoord, maar (nog) niet gebruikt

Optie 3 = Van gehoord en beperkt gebruikt

Optie 4 = Van gehoord en regelmatig gebruikt in ontwerppraktijk

	Optie 1 (1)	Optie 2 (2)	Optie 3 (3)	Optie 4 (4)
Nationale Milieudatabase Nederland (14)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ecolnvent (5)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
INIES (12)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



**4.4** Kent u nog andere tools, classificatiesystemen of databanken?

---

---

---

**4.5** Naar analogie met de EPC-software werd MPG-software ontwikkeld, waar voorlopig nog geen maximumwaarde aan gekoppeld is. Hoe zou u deze verplichte berekening beoordelen?

- Absoluut Noodzakelijk (1)
- Belangrijk (2)
- Geen mening (3)
- Minder belangrijk (4)
- Totaal overbodig (5)

**4.6** Gelieve uw antwoord even kort toe te lichten:

---

---

---

**4.7** Hoe staat u tegenover een eventuele opgelegde maximum waarde waaraan uw ontwerp moet voldoen op vlak van materiaalimpact?

- Erg enthousiast (1)
- Eerder enthousiast (2)
- Neutraal (3)
- Eerder weigerachtig (4)
- Erg weigerachtig (5)

**4.8** Gelieve uw antwoord even kort toe te lichten:

---

---

---

**4.9** In welke mate acht u een eventuele opgelegde maximum waarde, waaraan uw ontwerp moet voldoen op vlak van materiaalimpact, noodzakelijk?

- Absoluut Noodzakelijk (1)
- Belangrijk (2)
- Geen Mening (3)
- Minder Belangrijk (4)
- Totaal Overbodig (5)

**4.10** Gelieve uw antwoord even kort toe te lichten:

---

---

---

Als "In hoeverre bent u vertrouwd met onderstaande Nederlandse tools die gebruikt worden om de milieu-..." - Optie 3 of 4 aangeduid is voor bepaalde tools

**4.11** U gaf aan onderstaande tools, databanken of methodieken te kennen en te gebruiken in uw ontwerppraktijk. Wanneer voert u deze uit en gebruikt u deze tools, databanken of methodieken eerder om een snelle of gedetailleerde bepaling van de duurzaamheid te bekomen?

CF = Conceptuele Fase

VF = Voorlopige ontwerpfase

DF = Definitieve ontwerpfase

BA = Bouwaanvraag

BF = Bestekfase

UF = Uitvoeringsfase

SB = Snelle Bepaling duurzaamheid

GB = Gedetailleerde Bepaling duurzaamheid

	CF		VF		DF		BA		BF		UF	
	SB	GB	SB	GB	SB	GB	SB	GB	SB	GB	SB	GB
BREEAM (1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LEED (2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
NIBE (3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Greencalc+ (4)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ecolnvent (5)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
GEMIS / IINAS (6)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Athena Impact Estimator for Buildings (7)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C2C tool woningbouw xx (8)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
GPR Gebouw (9)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
GPR Bouwbesluit (10)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DGBC Materialentool (11)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EcoQuaestor (12)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
INIES (13)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nationale Milieudatabase Nederland (15)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
GaBi (16)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SimaPro (17)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Green Guide to Specification (18)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MRPI freetool (20)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
novaEQUER (21)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ELODIE (22)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E-Licco (23)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LCADesign (24)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
IMPACT (25)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.12 Heeft het gebruik van MPG-tools volgens u een invloed op de duurzaamheid van uw project?

- Ja (1)
- Nee (2)

Als "In hoeverre bent u vertrouwd met onderstaande Nederlandse tools die gebruikt worden om de milieu-..". MRPI freetool - Optie 3 Is Geselecteerd Or "In hoeverre bent u vertrouwd met onderstaande Nederlandse tools die gebruikt worden om de milieu-..."  
 MRPI freetool - Optie 4 Is Geselecteerd

**4.13** Welke voordelen haalt u uit het gebruik van de MRPI Freetool?(meerdere antwoorden mogelijk)

	Nooit (1)	Zelden (2)	Neutraal (3)	Vaak (4)	Heel Vaak (5)
Eigen kennis over duurzaamheid vergroten (3)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hogere kwaliteit van het afgeleverde ontwerp (2)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Versnellen van het ontwerpproces (1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Makkelijkere communicatie met de klant over milieuaspecten (4)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Makkelijkere integratie van duurzaamheid vanaf de vroege ontwerpfase (5)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zelf evalueren van het ontwerp op verschillende momenten in het ontwerpproces (6)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Als "In hoeverre bent u vertrouwd met onderstaande Nederlandse tools die gebruikt worden om de milieu-..." MRPI freetool - Optie 3 Is Geselecteerd Or "In hoeverre bent u vertrouwd met onderstaande Nederlandse tools die gebruikt worden om de milieu-..." MRPI freetool - Optie 4 Is Geselecteerd

**4.14** Haalt u hier nog andere voordelen uit?(optioneel)

---

---

---

Als "In hoeverre bent u vertrouwd met onderstaande Nederlandse tools die gebruikt worden om de milieuo-..." DGBC Materialentool - Optie 3 Is Geselecteerd Or "In hoeverre bent u vertrouwd met onderstaande Nederlandse tools die gebruikt worden om de milieuo-..." DGBC Materialentool - Optie 4 Is Geselecteerd

**4.15 Welke voordelen haalt u uit het gebruik van de DGBC Materialentool?()**

	Nooit (1)	Zelden (2)	Neutraal (3)	Vaak (4)	Heel Vaak (5)
Eigen kennis over duurzaamheid vergroten (3)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hogere kwaliteit van het afgeleverde ontwerp (2)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Versnellen van het ontwerpproces (1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Makkelijkere communicatie met de klant over milieuaspecten (4)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Makkelijkere integratie van duurzaamheid vanaf de vroege ontwerpfase (5)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zelf evalueren van het ontwerp op verschillende momenten in het ontwerpproces (6)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Als "In hoeverre bent u vertrouwd met onderstaande Nederlandse tools die gebruikt worden om de milieu-..". DGBC Materialentool - Optie 3 Is Geselecteerd Or "In hoeverre bent u vertrouwd met onderstaande Nederlandse tools die gebruikt worden om de milieu-..." DGBC Materialentool - Optie 4 Is Geselecteerd

**4.16** Haalt u hier nog andere voordelen uit?(optioneel)

---

---

---



Als "In hoeverre bent u vertrouwd met onderstaande Nederlandse tools die gebruikt worden om de milieu-..". GPR Bouwbesluit - Optie 3 Is Geselecteerd Or "In hoeverre bent u vertrouwd met onderstaande Nederlandse tools die gebruikt worden om de milieu-..." GPR Bouwbesluit - Optie 4 Is Geselecteerd

4.17 Welke voordelen haalt u uit het gebruik van GPR Bouwbesluit?(meerdere antwoorden mogelijk)

	Nooit (1)	Zelden (2)	Neutraal (3)	Vaak (4)	Heel Vaak (5)
Eigen kennis over duurzaamheid vergroten (3)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hogere kwaliteit van het afgeleverde ontwerp (2)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Versnellen van het ontwerpproces (1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Makkelijkere communicatie met de klant over milieuaspecten (4)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Makkelijkere integratie van duurzaamheid vanaf de vroege ontwerpfase (5)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zelf evalueren van het ontwerp op verschillende momenten in het ontwerpproces (6)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Als "In hoeverre bent u vertrouwd met onderstaande Nederlandse tools die gebruikt worden om de milieu-..." GPR Bouwbesluit - Optie 3 Is Geselecteerd Or "In hoeverre bent u vertrouwd met onderstaande Nederlandse tools die gebruikt worden om de milieu-..." GPR Bouwbesluit - Optie 4 Is Geselecteerd

**4.18** Haalt u hier nog andere voordelen uit? (optioneel)

---

---

---

Als "In hoeverre bent u vertrouwd met onderstaande Nederlandse tools die gebruikt worden om de milieu-..." EcoQuaestor - Optie 3 Is Geselecteerd Or "In hoeverre bent u vertrouwd met onderstaande Nederlandse tools die gebruikt worden om de milieu-..." EcoQuaestor - Optie 4 Is Geselecteerd

4.19 Welke voordelen haalt u uit het gebruik van EcoQuaestor?(meerdere antwoorden mogelijk)

	Nooit (1)	Zelden (2)	Neutraal (3)	Vaak (4)	Heel Vaak (5)
Eigen kennis over duurzaamheid vergroten (3)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hogere kwaliteit van het afgeleverde ontwerp (2)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Versnellen van het ontwerpproces (1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Makkelijkere communicatie met de klant over milieuaspecten (4)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Makkelijkere integratie van duurzaamheid vanaf de vroege ontwerpfase (5)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zelf evalueren van het ontwerp op verschillende momenten in het ontwerpproces (6)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Als "In hoeverre bent u vertrouwd met onderstaande Nederlandse tools die gebruikt worden om de milieu-..." EcoQuaestor - Optie 3 Is Geselecteerd Or "In hoeverre bent u vertrouwd met onderstaande Nederlandse tools die gebruikt worden om de milieu-..." EcoQuaestor - Optie 4 Is Geselecteerd

4.20 Haalt u hier nog andere voordelen uit?(optioneel)

---

---

---

## Deel 5: Einde

5.1 Heeft u nog algemene of specifieke opmerkingen / bedenkingen na het overlopen van al deze vragen?

---

---

---

5.2 Wenst u na afloop van de enquête op de hoogte gehouden te worden van de resultaten van dit onderzoek?

- Ja. Email: (1) \_\_\_\_\_
- Nee (2)

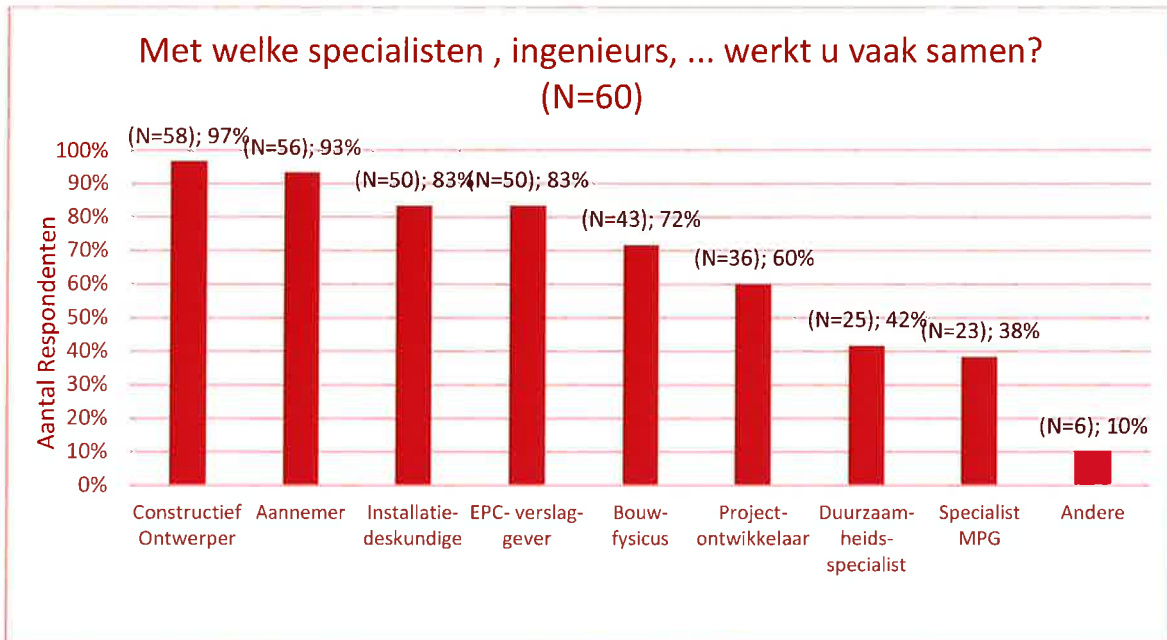
5.3 Indien u verdere medewerking wenst te verlenen aan mijn scriptieonderzoek door deel te nemen aan interviews, kan u hieronder uw contactgegevens achterlaten:

---

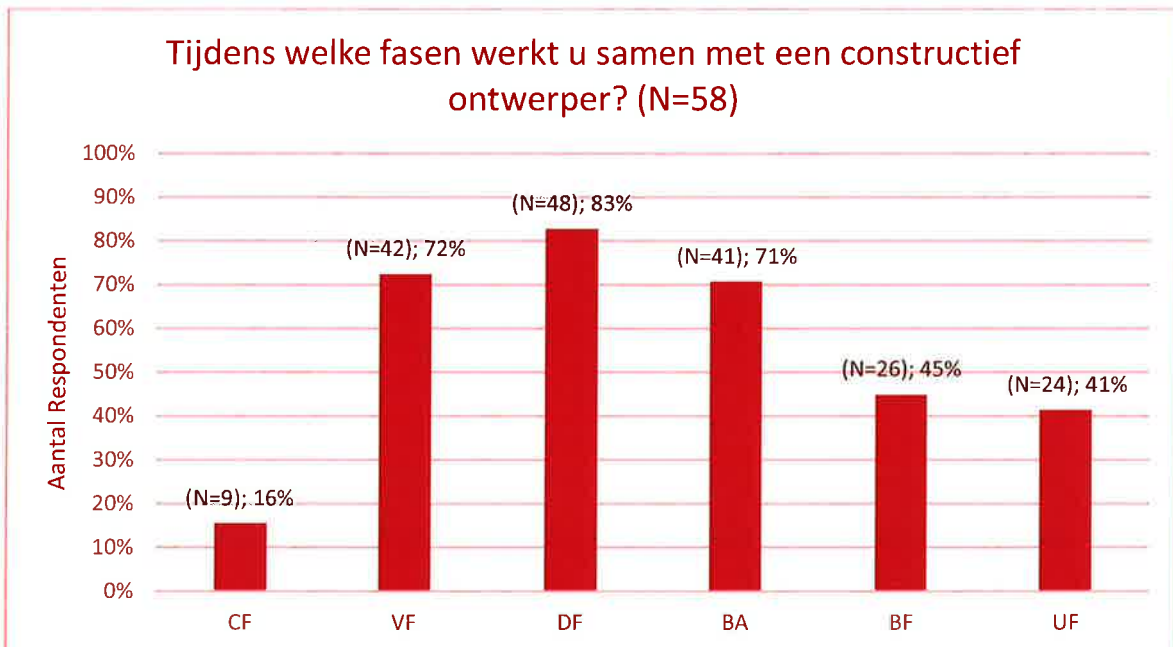
---

---

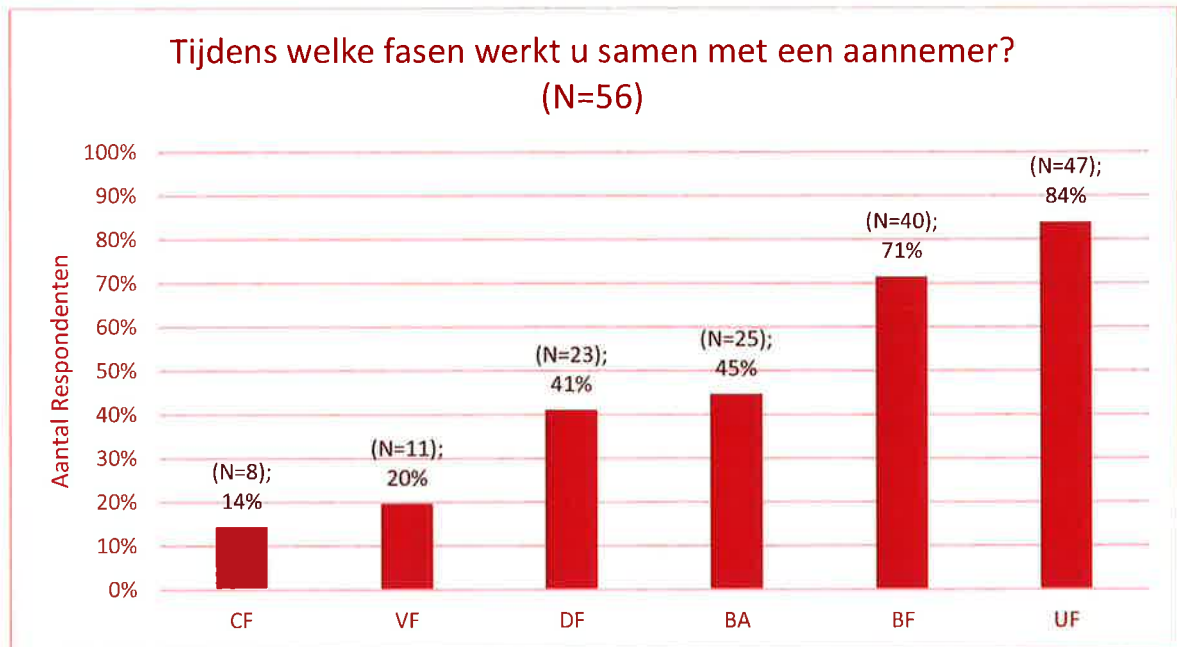
## Bijlage 2: Samenwerking met specialisten



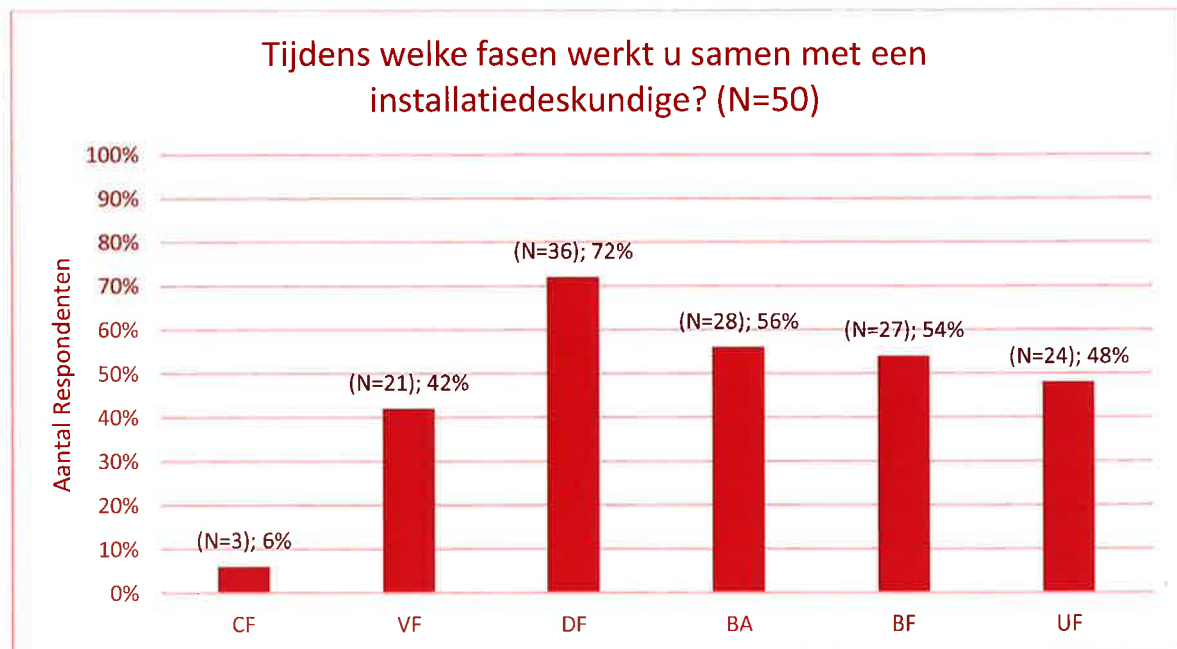
Grafiek 34: Samenwerking van respondenten met verschillende specialisten en ingenieurs



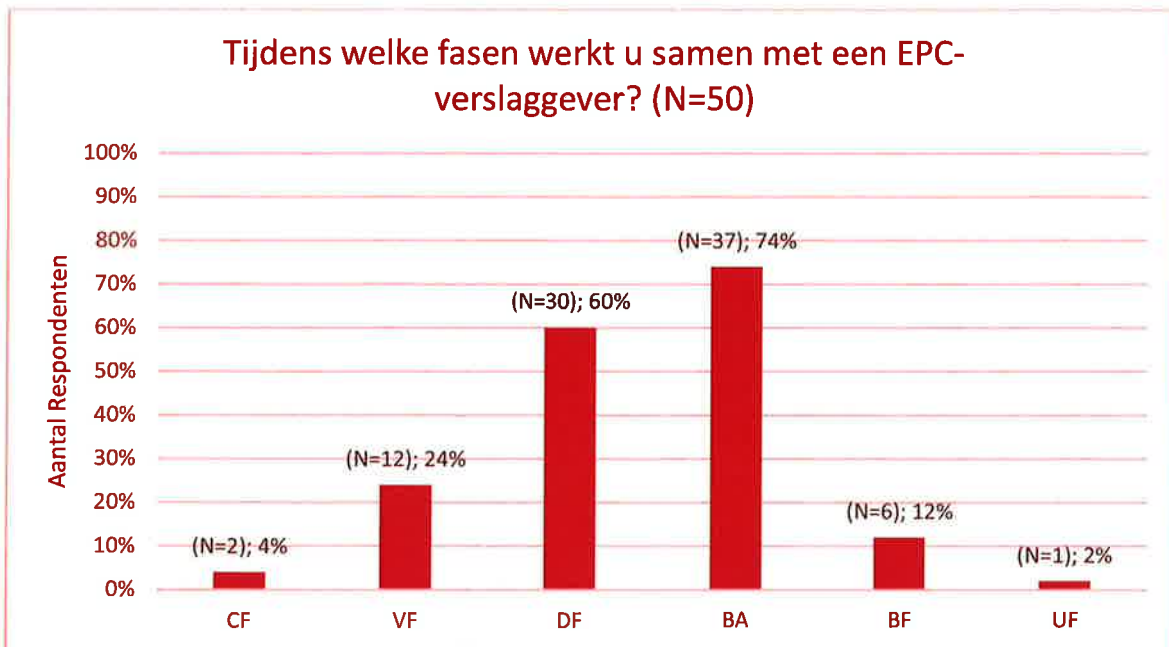
Grafiek 35: Samenwerking met constructief ontwerper tijdens de verschillende ontwerpfasen



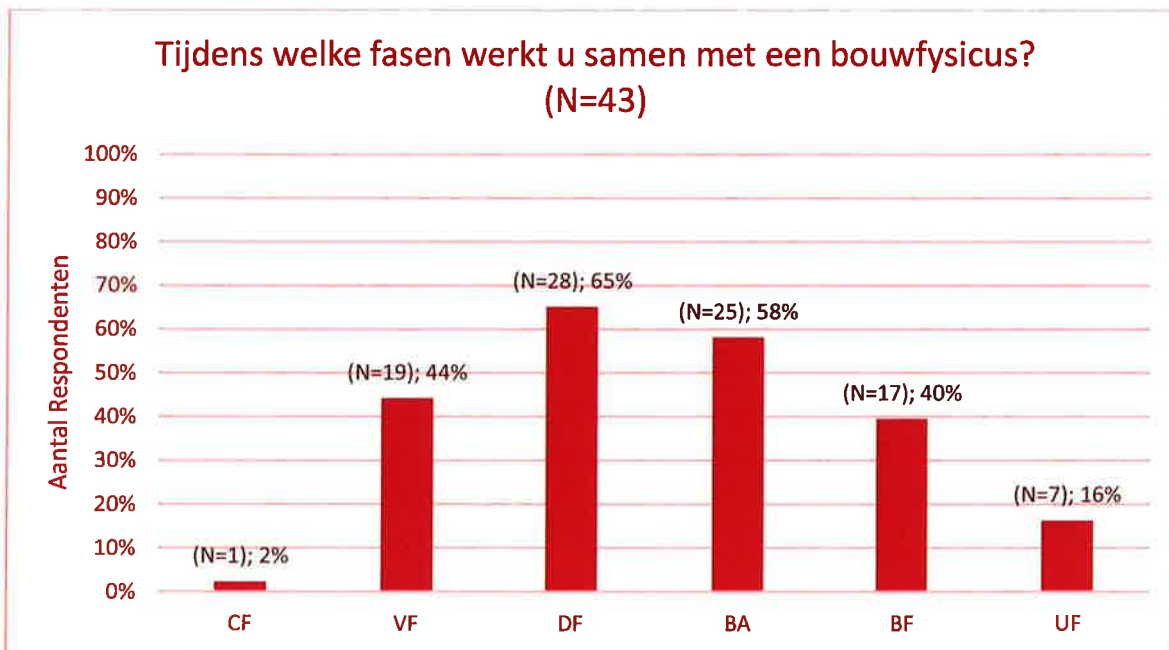
Grafiek 36: Samenwerking met aannemer tijdens de verschillende ontwerpfasen



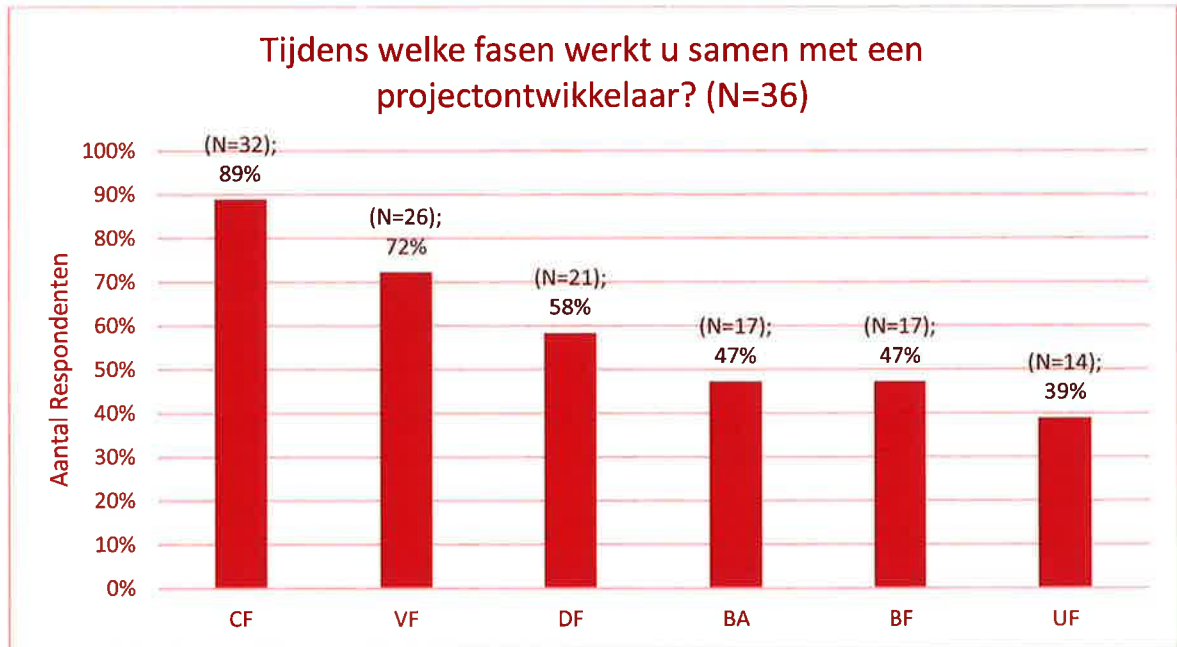
Grafiek 37: Samenwerking met installatiedeskundige tijdens de verschillende ontwerpfasen



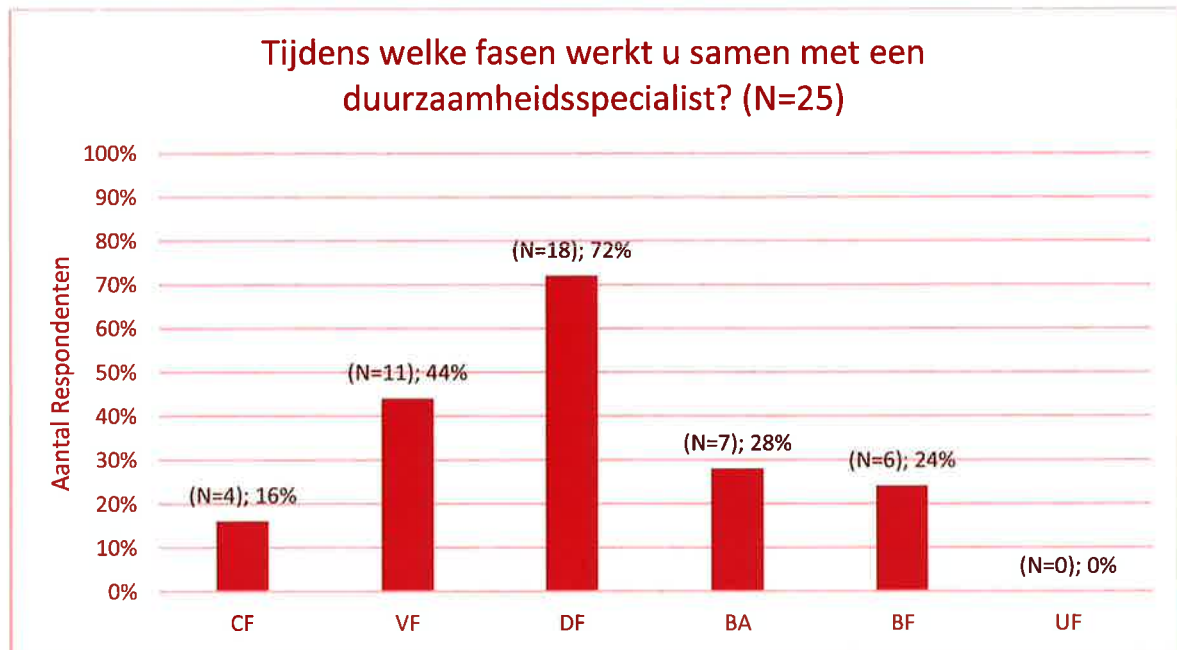
**Grafiek 38: Samenwerking met EPC-verslaggever tijdens de verschillende ontwerpfasen**



**Grafiek 39: Samenwerking met bouwfysicus tijdens de verschillende ontwerpfasen**

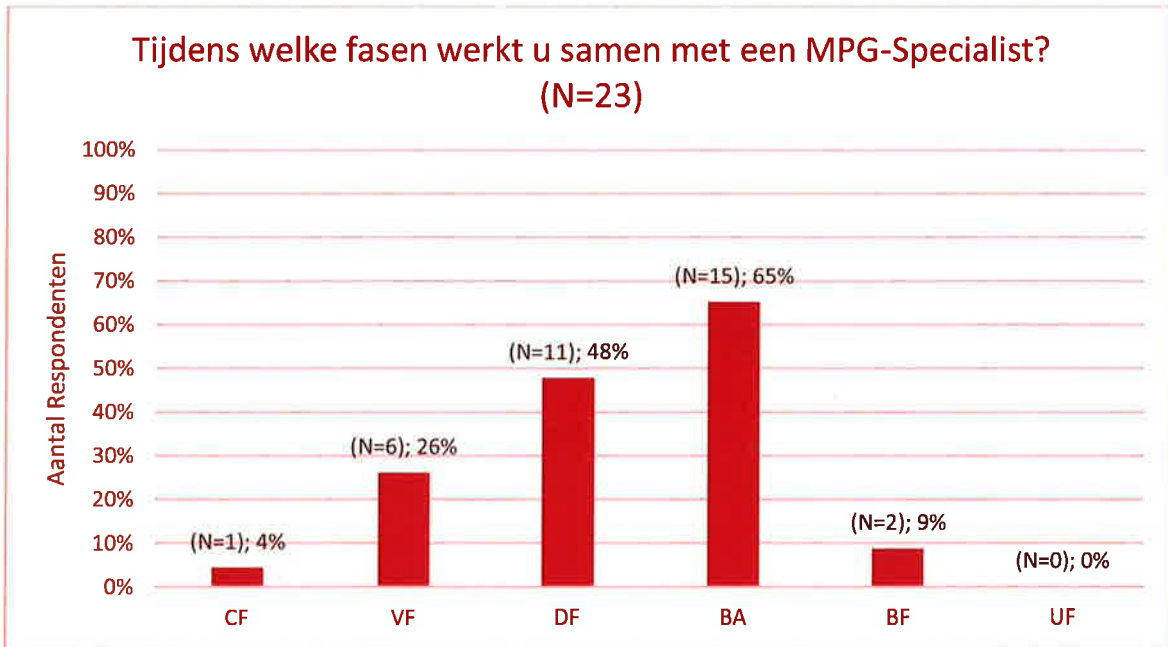


**Grafiek 40: Samenwerking met projectontwikkelaar tijdens de verschillende ontwerpfasen**



**Grafiek 41: Samenwerking met duurzaamheidsspecialist tijdens de verschillende ontwerpfasen**

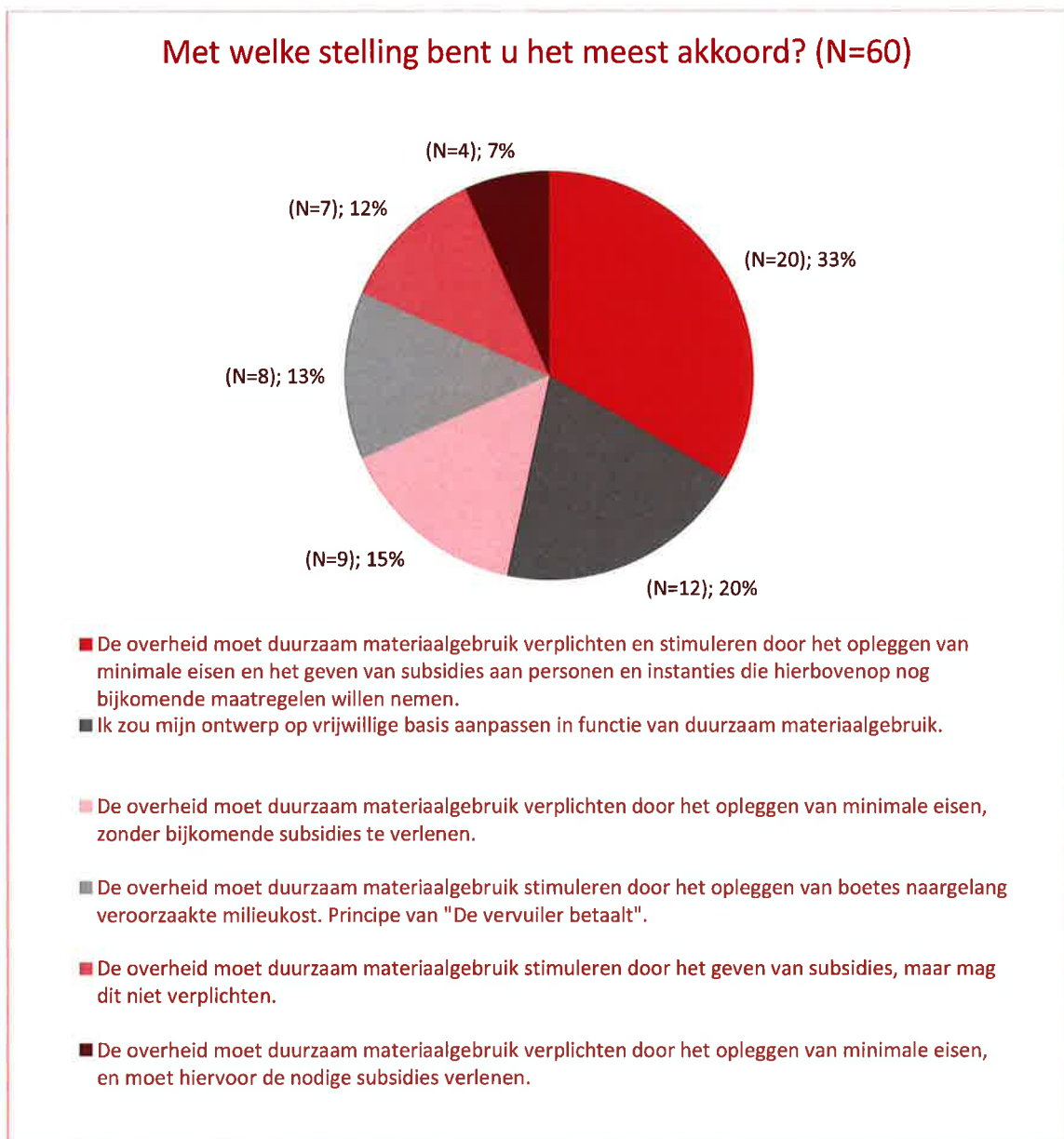




**Grafiek 42: Samenwerking met MPG-Specialist tijdens de verschillende ontwerpfasen**

### Bijlage 3: Houding ten opzichte van duurzaam materiaalgebruik

Ten slotte werd aan de respondenten gevraagd met welke stelling ze het meest akkoord gaan (Grafiek 43). 33% van de deelnemende architecten was het meest akkoord met de stelling dat de overheid duurzaam materiaalgebruik moet **verplichten en stimuleren** door het opleggen van **minimale eisen** en het geven van **subsidies** aan personen en instanties die hierbovenop nog bijkomende maatregelen willen nemen. Opvallend is dat de stelling die hierna het meest gekozen werd een heel andere visie nastreeft: 20% van de respondenten gaf aan zijn ontwerp op **vrijwillige** basis te willen aanpassen in functie van duurzaamheid. Een stimulans of verplichting vanuit de overheid is voor deze groep minder belangrijk.

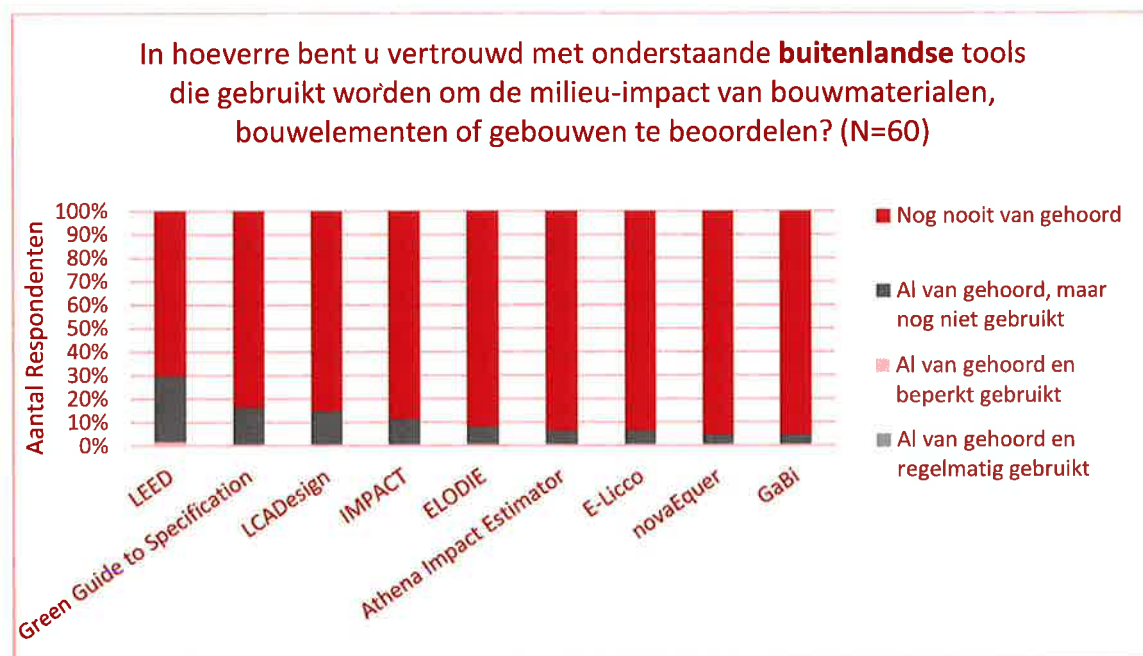


Grafiek 43: Houding van architecten ten opzichte van een verplichting of stimulans vanuit de overheid om duurzaam materiaalgebruik te promoten

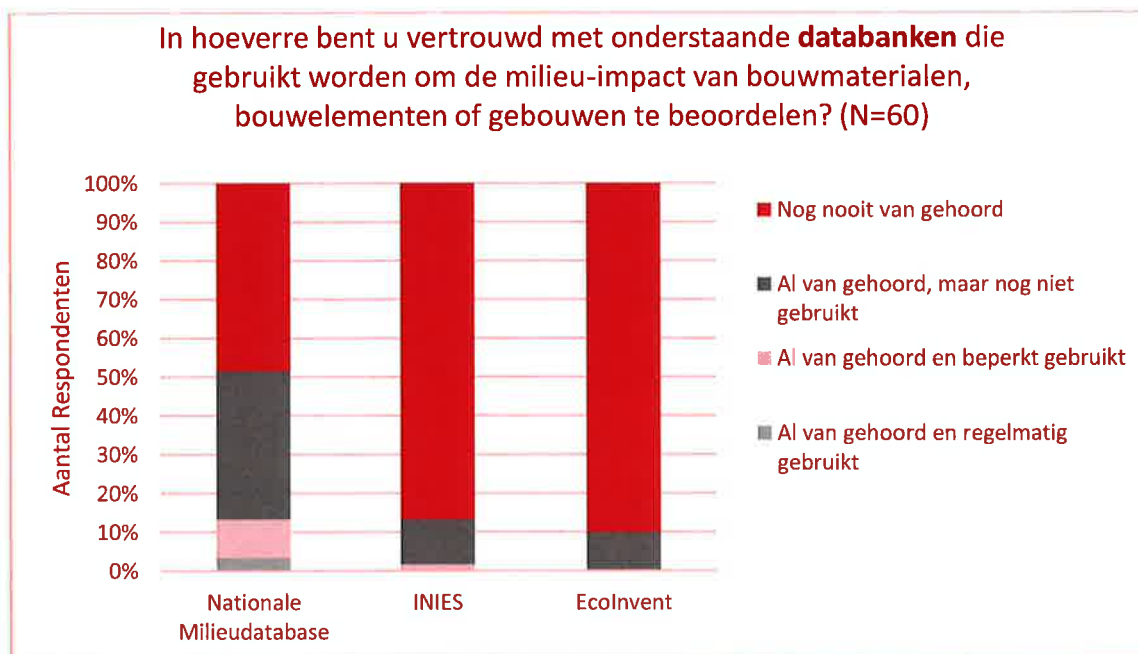
De stelling waarin de respondenten zichzelf het minst konden vinden was dat de overheid duurzaam materiaalgebruik moet verplichten door het opleggen van minimale eisen (zoals ook het geval is voor de eerste stelling die het meest populair was onder de respondenten), maar dat de overheid hier ook de nodige subsidies voor moet verlenen.

Hieruit kunnen we dus afleiden dat de respondenten in hoofdzaak van mening zijn dat de overheid duurzaam materiaalgebruik moet verplichten en stimuleren, maar dat de overheid de financiële gevolgen hiervan niet moet dragen, tenzij men bijkomende maatregelen wil nemen zoals eerder al vermeld werd. Deze houding van architecten wordt bijkomend versterkt door respectievelijk 15% en 13% van de respondenten die van mening zijn dat de overheid geen bijkomende subsidies moet geven en anderzijds akkoord zijn met de stelling dat de vervuiler moet betalen. Slechts 19% van de respondenten is namelijk van mening dat duurzaam materiaalgebruik verplicht of gestimuleerd moet worden door de overheid en dat de overheid hiervan de financiële last moet dragen door het verlenen van subsidies. Het is echter de vraag of bouwheren deze mening ook delen.

## Bijlage 4: Tools en databanken buiten Nederland

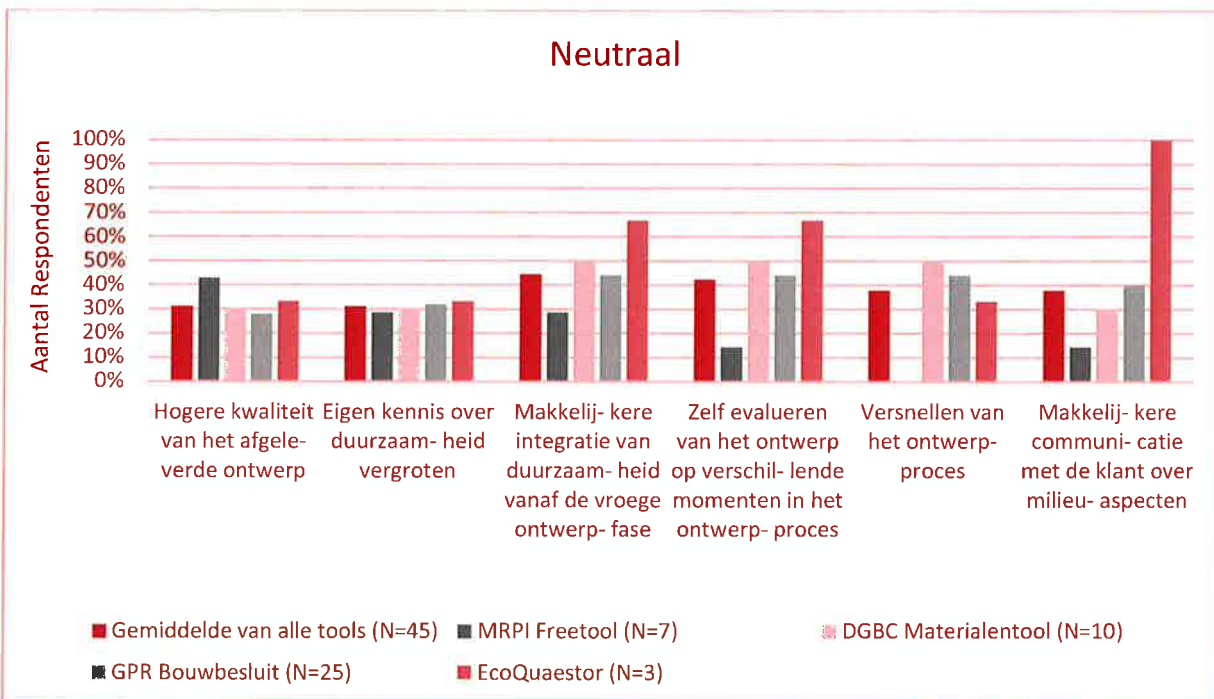


Grafiek 44: Mate waarin buitenlandse tools gebruikt worden om de milieu-impact van bouwmaterialen, bouwelementen of gebouwen te bepalen

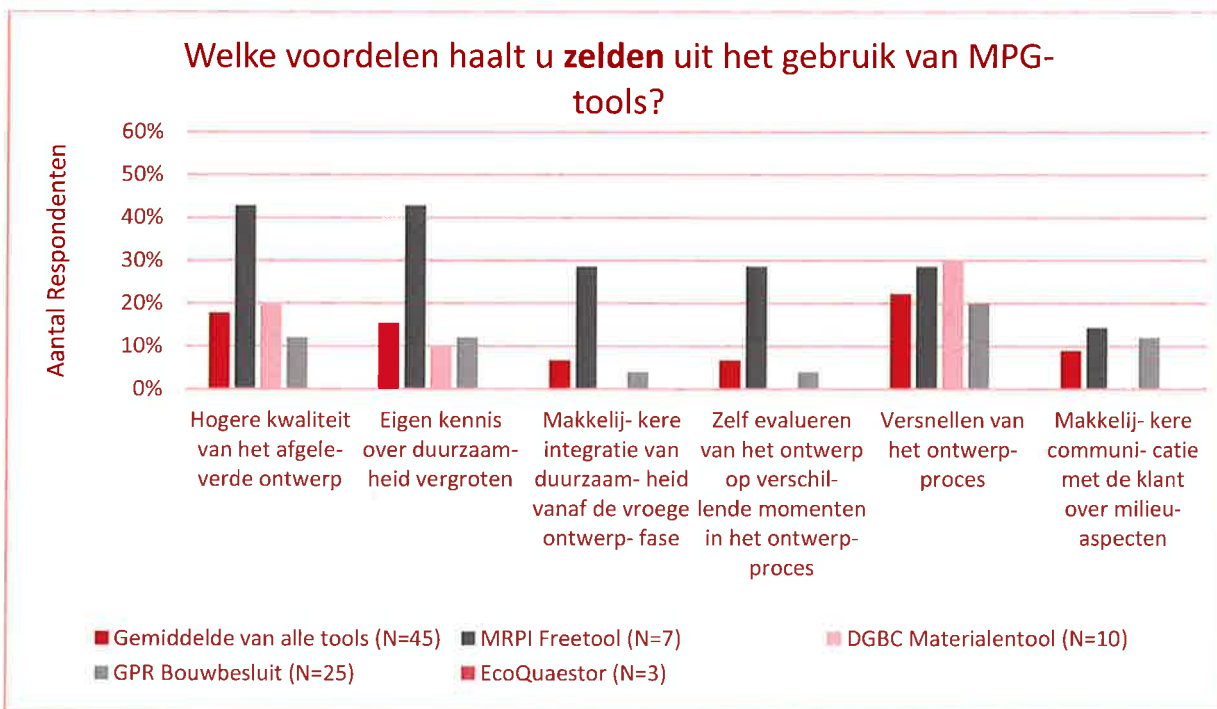


Grafiek 45: Mate waarin databanken gebruikt worden om de milieu-impact van bouwmaterialen, bouwelementen of gebouwen te beoordelen

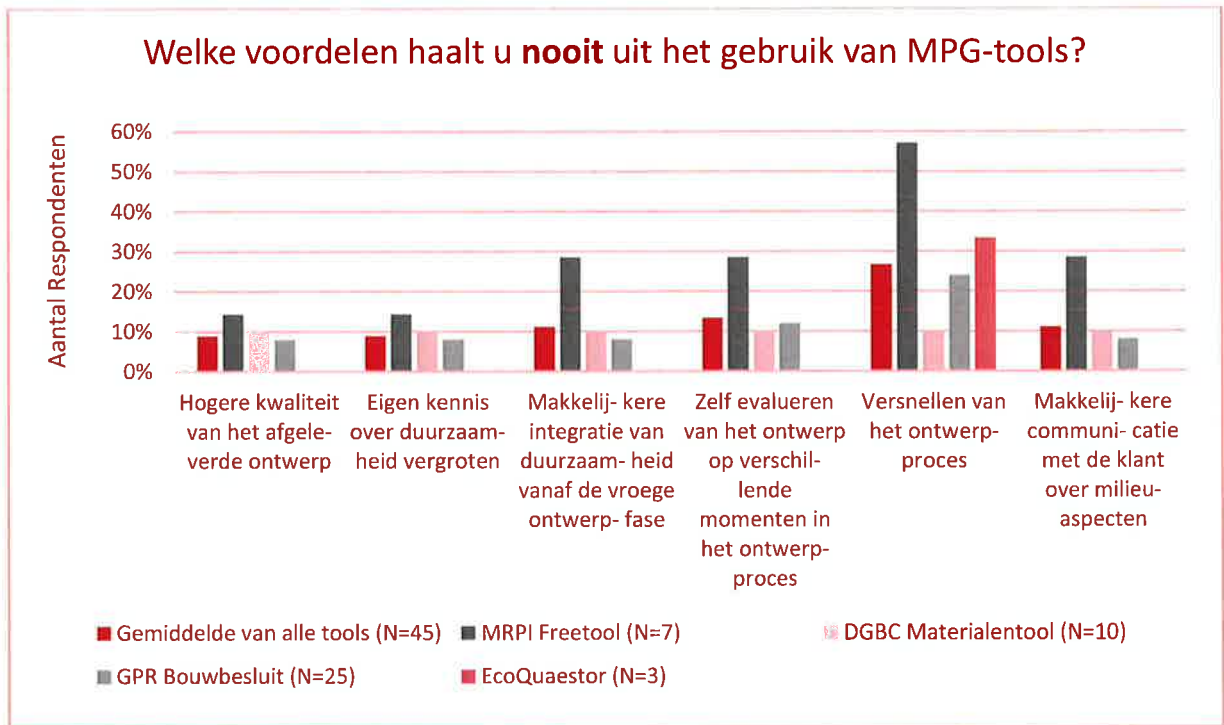
## Bijlage 5: Voordelen en nadelen van de verschillende MPG-tools



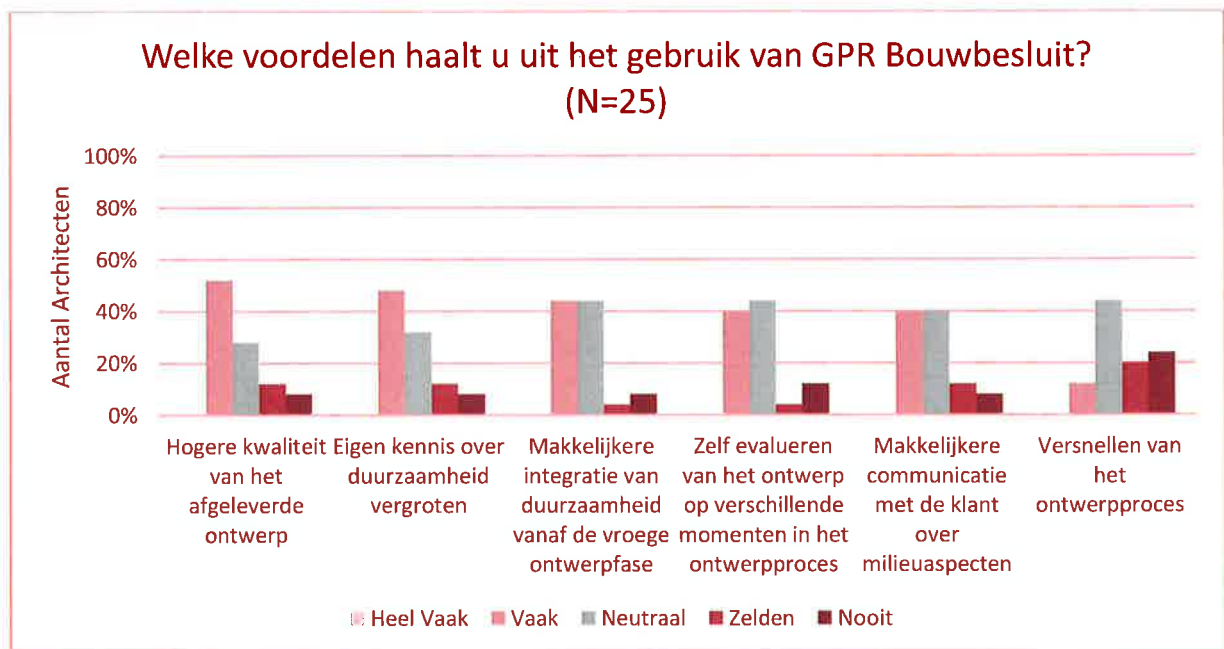
Grafiek 46: Voordelen die door de respondenten als neutraal beschouwd worden bij het gebruik van MPG-tools



Grafiek 47: Voordelen die zelden gehaald worden uit het gebruik van MPG-tools

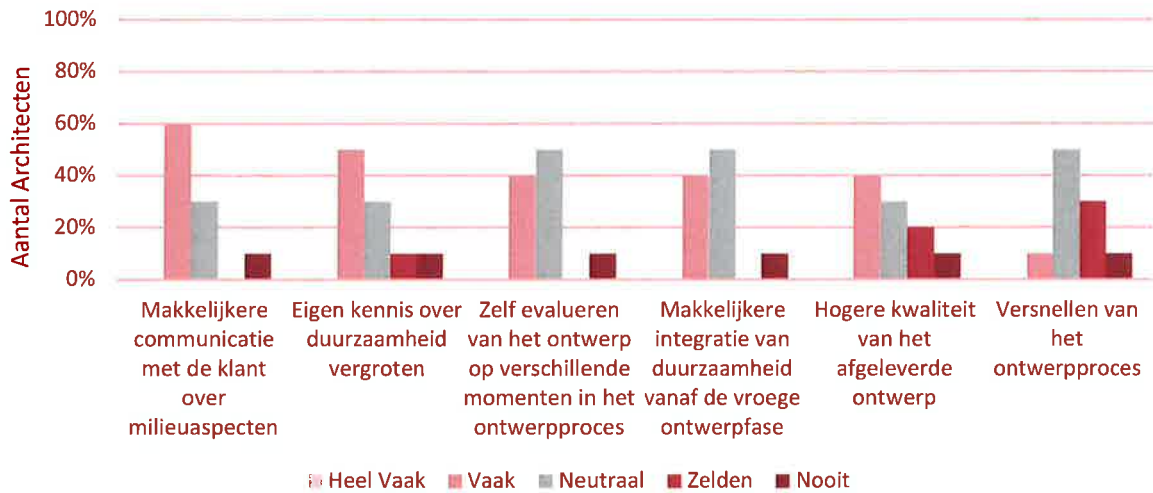


**Grafiek 48: Voordelen die nooit gehaald worden uit het gebruik van MPG-tools**



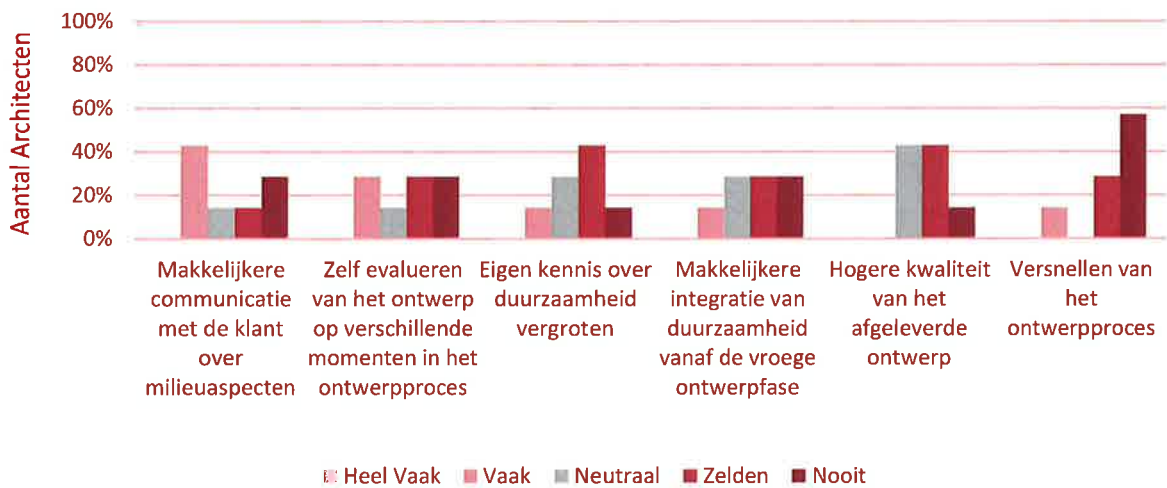
**Grafiek 49: Voordelen gehaald uit het gebruik van GPR Bouwbesluit**

### Welke voordelen haalt u uit het gebruik van de DGBC Materialentool? (N=10)

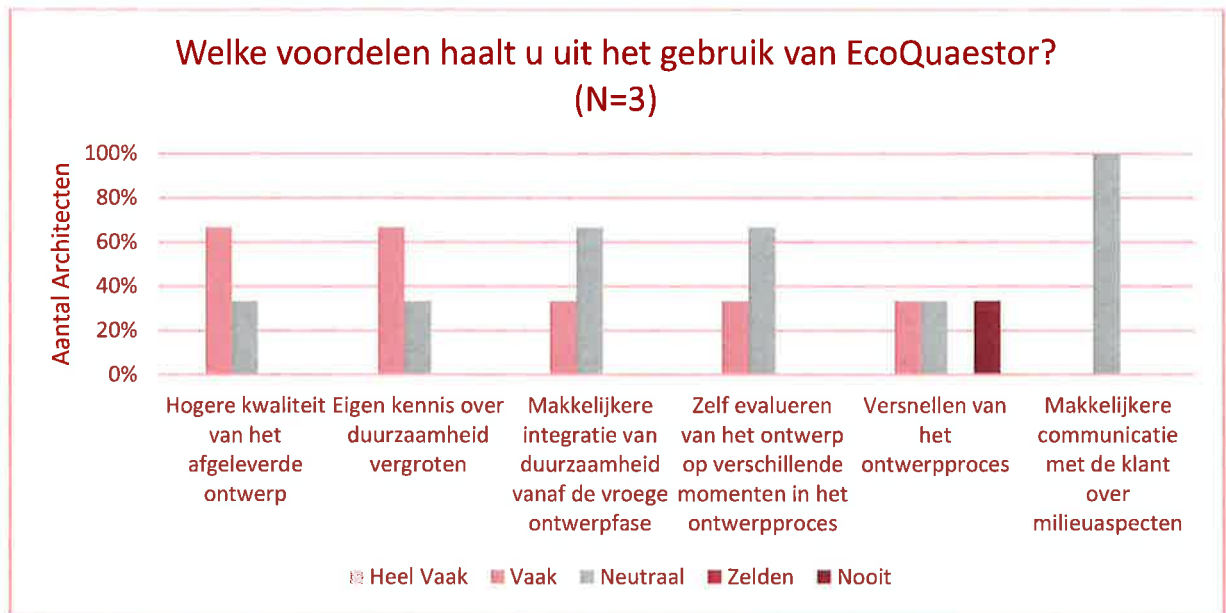


Grafiek 50: Voordelen gehaald uit het gebruik van DGBC Materialentool

### Welke voordelen haalt u uit het gebruik van de MRPI Freetool? (N=7)



Grafiek 51: Voordelen gehaald uit het gebruik van de MRPI Freetool



**Grafiek 52: Voordelen gehaald uit het gebruik van EcoQuaestor**





