

Woord vooraf

Deze thesis is tot stand gekomen naar aanleiding van lopend doctoraatonderzoek binnen de UHasselt waarbij de focus ligt op het geven van feedback aan architecten met betrekking tot een duurzame materiaalkeuze. Echter is de invloed van de aannemer en de rol die hij vervult bij de materiaalkeuze eerder ongekend. Deze trachten we via deze scriptie te achterhalen.

Via deze weg willen we graag een aantal belangrijke personen bedanken die ons begeleidden in het waarmaken van deze scriptie. Ze hebben ons enorm geholpen in deze laatste stap van onze opleiding industriële ingenieurswetenschappen bouwkunde.

In de eerste plaats willen wij onze promotoren dr. ir. E. Knapen en arch. E. Meex bedanken voor de professionele begeleiding, de opvolging van dit eindwerk en hun vrijgemaakte tijd. Het delen van hun kennis, adviezen en eerlijke feedback bracht ons in staat duidelijke verbeteringen aan te brengen.

Daarnaast gaat onze dank uit naar de verschillende aannemers voor het vrijmaken van hun tijd om onze vragen te beantwoorden. Zonder hen zouden de resultaten van dit onderzoek niet bestaan.

Verder bedanken we graag prof. dr. ing. B. Vandoren voor het nalezen, en waar nodig corrigeren, tijdens de tussentijdse evaluaties. Al doende uit onze fouten leren we.

Tot slot graag nog een dankwoord aan onze naaste omgeving die ons telkens bijstonden om deze masterproef tot een goed einde te brengen.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
1.1	Situering	1
1.1.1	Duurzame ontwikkeling	1
1.1.2	Duurzame ontwikkeling in de bouw	3
1.2	Probleemstelling	5
1.3	Doelstellingen	6
1.4	Onderzoeksmethode	6
2	Beoordeling van de milieu-impact van bouwmaterialgebruik	9
2.1	Levenscyclusanalyse (LCA)	9
2.1.1	Definitie	9
2.1.2	Vier stappen	10
2.2	Environmental Product Declarations (EPD's)	11
2.2.1	Huidige en toekomstige wetgeving omtrent EPD	11
2.2.2	Systeemgrenzen van een EPD	12
2.2.3	Algemene procedure voor het opstellen van een EPD	13
2.2.4	EPD's in verschillende landen	14
2.2.5	Voor- en nadelen EPD	15
2.3	Milieu-impact op materiaalniveau	16
2.3.1	Ecolizer	16
2.3.2	NIBE	19
2.4	Milieu-impact op elementniveau	24
2.4.1	MMG	24
2.5	Milieu-impact op gebouwniveau	25
3	Enquêtes	29
3.1	Algemene achtergrondinformatie: bouwpraktijk in België	29
3.2	Methodologie	31
3.3	Algemeen profiel aannemers	31
3.4	Algemene kennis duurzaamheid	38
3.4.1	Kennis over EPD en LCA	38
3.5	Algemene materiaalkeuzes	39
3.6	Bevindingen	40
4	Interviews	43
4.1	Methodologie	43
4.2	Codering van gegevens	43
4.2.1	Definities duurzaam bezig zijn en duurzaam materiaalgebruik	44

4.2.2	Interviewresultaten	49
4.3	Bevindingen.....	57
4.3.1	Relatie aannemer, architect en bouwheer.....	57
4.3.2	Traditioneel/houtskelet.....	58
4.3.3	Regelgeving	58
4.3.4	Vershil provincies.....	59
5	Koppeling NIBE-classificatie.....	61
5.1	Inleiding	61
5.2	Onderlinge vergelijking materialen	61
5.2.1	Structuur.....	62
5.2.2	Gebouwschil	77
5.2.3	Analyse resultaten.....	86
6	Besluit	89
7	Literatuurlijst.....	91
	Bijlage 1: Categorieën van algemene aannemingen	93
	Bijlage 2: Codering interviewresultaten.....	96
	Bijlage 3: Blanco vragenlijst enquête.....	102
	Bijlage 4: blanco vragenlijst interview	104

Lijst van tabellen

Tabel 1: Milieuklassen	20
Tabel 2: Verschillende mate van effecten op de gezondheid	20
Tabel 3: Voorbeeld gezondheidsklasse NIBE	21
Tabel 4: Indeling gezondheidsklassen	21
Tabel 5: Milieueffectcategorie NIBE-classificatie	22
Tabel 6: Gebouwbeoordelingsinstrumenten buurlanden.....	27
Tabel 7: Indeling klassen overheidsopdrachten	30
Tabel 8: Achtergrondprofiel aannemers	37
Tabel 9: Kennis duurzaamheid aannemers	41
Tabel 10: open en axiale codering van open enquêtevragen duurzaamheid	47
Tabel 11: selectieve codering van open enquêtevragen duurzaamheid.....	48
Tabel 12: Selectieve codering interviewvragen	51
Tabel 13: Selectieve codering interviewvragen	52
Tabel 14: Selectieve codering interviewvragen	53
Tabel 15: Selectieve codering interviewvragen	54
Tabel 16: Selectieve codering interviewvragen	55
Tabel 17: Selectieve codering interviewvragen	56
Tabel 18: Plaats in NIBE-classificatie.....	62
Tabel 19: Range NIBE metselmortel	63
Tabel 20: Milieuklassen massief dragende binnenwanden	68
Tabel 21: Milieuklassen massief niet-dragende binnenwanden	71
Tabel 22: Milieuklassen verdiepingsvloer.....	74
Tabel 23: Milieuklassen spouwisolatie	78
Tabel 24: Milieuklassen dakbedekking	83
Tabel 25: Overzichtstabel analyse ranges milieu-impact van materiaalkeuzes aannemers	86

Lijst van figuren

Figuur 1: Internationale doelstellingen Kyoto-protocol	2
Figuur 2: Aandeel van de totale cradle-to-gate-impact door gebruikte bouwmaterialen	4
Figuur 3: Totale ingebouwde energie bouwmaterialen, 2011	5
Figuur 4: Schaalniveaus duurzaam bouwen	9
Figuur 5: Systeempgrenzen EPD.....	12
Figuur 6: Algemene procedure EPD	13
Figuur 7: Inies	14
Figuur 8: IBU	15
Figuur 9: MRPI	15
Figuur 10: Ecolizer-tool categorieën	17
Figuur 11: Subcategorie beton-cementproductie	18
Figuur 12: Milieu-index gebouw	25
Figuur 13: Eco-bat	25
Figuur 14: Elodie	26
Figuur 15: Jaarlijkse omzet geïnterviewde aannemers	35
Figuur 16: Jaren ervaring in bouwpraktijk.....	35
Figuur 17: Leeftijdscategorie geïnterviewde aannemers.....	35
Figuur 18: Klasse geïnterviewde aannemers.....	35
Figuur 19: Constructietypes geïnterviewde aannemers	36
Figuur 20: Type projecten geïnterviewde aannemers	36
Figuur 21: Kennis LCA	38
Figuur 22: Kennis EPD.....	38
Figuur 23: Materiaalcategorieën waarbij de aannemer invloed heeft op de materiaalkeuze.....	39
Figuur 24: Classificatietabel metselmortel	63
Figuur 25: b2b-indicatoren metselmortel	64
Figuur 26: Milieuprofiel dunbedmortel.....	65
Figuur 27: Milieuprofiel cementmortel	65
Figuur 28: Milieuprofiel schelpkalkcementmortel.....	66
Figuur 29: Classificatietabel massief dragende binnenwanden	67
Figuur 30: Bron2Bron massief dragende binnenwanden	68
Figuur 31: Gezondheidsindicatoren massief dragende binnenmuren.....	69
Figuur 32: Classificatietabel massief niet-dragende binnenwanden incl. afwerking	70
Figuur 33: Bron2Bron massief niet-dragende binnenwanden incl. afwerking	71
Figuur 34: Gezondheidsindicatoren massief niet-dragende binnenmuren	72
Figuur 35: Classificatietabel verdiepingsvloer	73
Figuur 36: Bron2Bron verdiepingsvloer	74
Figuur 37: Gezondheidsindicatoren verdiepingsvloer.....	75
Figuur 38: Gezondheidsinformatie verdiepingsvloer	76
Figuur 39: Classificatietabel spouwisolatie	77
Figuur 40: Bron2Bron spouwisolatie	78
Figuur 41: Gezondheidsindicatoren spouwisolatie	79
Figuur 42: Gezondheidsinformatie glaswol	80
Figuur 43: Gezondheidsinformatie EPS-platen	80
Figuur 44: Gezondheidsinformatie schuimplaten PIR en PUR	81
Figuur 45: Classificatietabel dakbedekking	82
Figuur 46: Bron2Bron dakbedekking	83
Figuur 47: Gezondheidsindicatoren dakbedekking	84
Figuur 48: Gezondheidsinformatie EPDM-membraan	85

Figuur 49: Gezondheidsinformatie EPDM, sbs-cachering 85

Verklarende woordenlijst

AAU's	Assigned Amount Units
BIM	Brussels Instituut voor Milieubeheer
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology
CDM	Clean development mechanism
COP	Conference Of Parties
CWATUPE	Code Wallon de l'Aménagement du Territoire, de l'Urbanisme et du Patrimoine Energie
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive
EPD	Environmental Product Declaration
FOD	Federale OverheidsDienst
FDES	Fiches de déclaration environnementale et sanitaire
GPR	Gemeentelijke Praktijk Richtlijn
GWP	Global Warming Potential
HQE	Haute Qualité Environnementale
IBU	Institut Bauen und Umwelt
JI	Joint implementation
LCA	LevensCyclusAnalyse
LCI	LevensCyclusInventarisatie
MMG	Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouwelementen
MIG	Milieu-Index Gebouw
MRPI	MilieuRelevante ProductInformatie
NIBE	Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie
NRE	Non Renewable Energy
POCP	Photochemical Ozone Creation Potential
PV	Potentiële Verzuring
PCR	Product Category Rules
REF	Resource Efficiency Flagship
RERM	Roadmap to a Resource Efficient Europe
UBP	Umwelt Belastung Punkten
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
VDAB	Vlaamse Dienst voor Arbeidsbemiddeling
WTCB	Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf
KB	Koninklijk Besluit
Bre	Breeam
OVAM	Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij

Abstract

Duurzaam bouwen is een zeer actueel thema, maar wordt vooralsnog hoofdzakelijk gerelateerd aan de energieprestatie van gebouwen in het kader van de Europese 2020-doelstellingen. De focus verschuift echter stilaan naar de globale milieu-impact van gebouwen, waarbij duurzaam materiaalgebruik een belangrijke rol speelt. Naast de architect tijdens het ontwerp heeft ook de aannemer op de werf hier een invloed op. Binnen deze thesis wordt getracht te achterhalen in welke mate de aannemer invloed uitoefent op de definitieve materiaalkeuze op de werf bij de constructie van eengezinswoningen.

Door verschillende totaalaannemers, verspreid over Vlaanderen, te interviewen wordt enerzijds gepolst naar hun kennis omtrent en toepassing van duurzaam materiaalgebruik en anderzijds wordt gezocht naar de achterliggende drijfveren van de aannemer bij het maken van de definitieve materiaalkeuze. De interviewresultaten worden geanalyseerd en enkele frequent voorkomende keuzeopties worden gekoppeld aan de NIBE-classificatie, gebaseerd op een levenscyclusanalyse, om te kijken binnen welke impactrange de materiaalkeuze of –specificatie zich doorgaans bevindt.

Deze resultaten tonen aan dat alle aannemers invloed blijken te hebben op dezelfde materiaalcategorieën, nl. de structuur en de gebouwschil. Achterliggende drijfveren bij een materiaalkeuze steunen echter (nog) niet op het duurzaamheidsaspect (wegens onvoldoende kennis ter zake), maar eerder op de vertrouwensband, prijs en rendement van uitvoering.

Abstract in English

Sustainable construction is an important issue that, in general, is related to the energy performance of buildings in order to achieve the European 2020 objectives. However, recently, the focus is shifting to the global environmental impact of buildings; in which the impact of sustainable materials gains importancy. Architects and contractors are the key protagonists in this. The goal of this dissertation is to determine to what extent the contractor influences the final material choices during the construction of single-family homes.

Several contractors across Flanders are interviewed. The focus is both on their knowledge and application of sustainable materials and on their underlying motives in making the final material choice. The interview results are analysed and some of the commonly encountered choice options are linked to the NIBE classification, based on a life cycle analysis. That way, the general impact range of the material choice or specification can be found.

The results show that all contractors influence the same material categories, viz. the structure and building envelope. Their underlying motives, however, are not (yet) based on sustainability (due to insufficient knowledge of the subject), but on the relationship of trust, cost and implementation results.

1 Inleiding

1.1 Situering

“ People ‘over-produce’ pollution because they are not paying for the costs of dealing with it.”
Ha-Joon Chang (Chang, 2011).

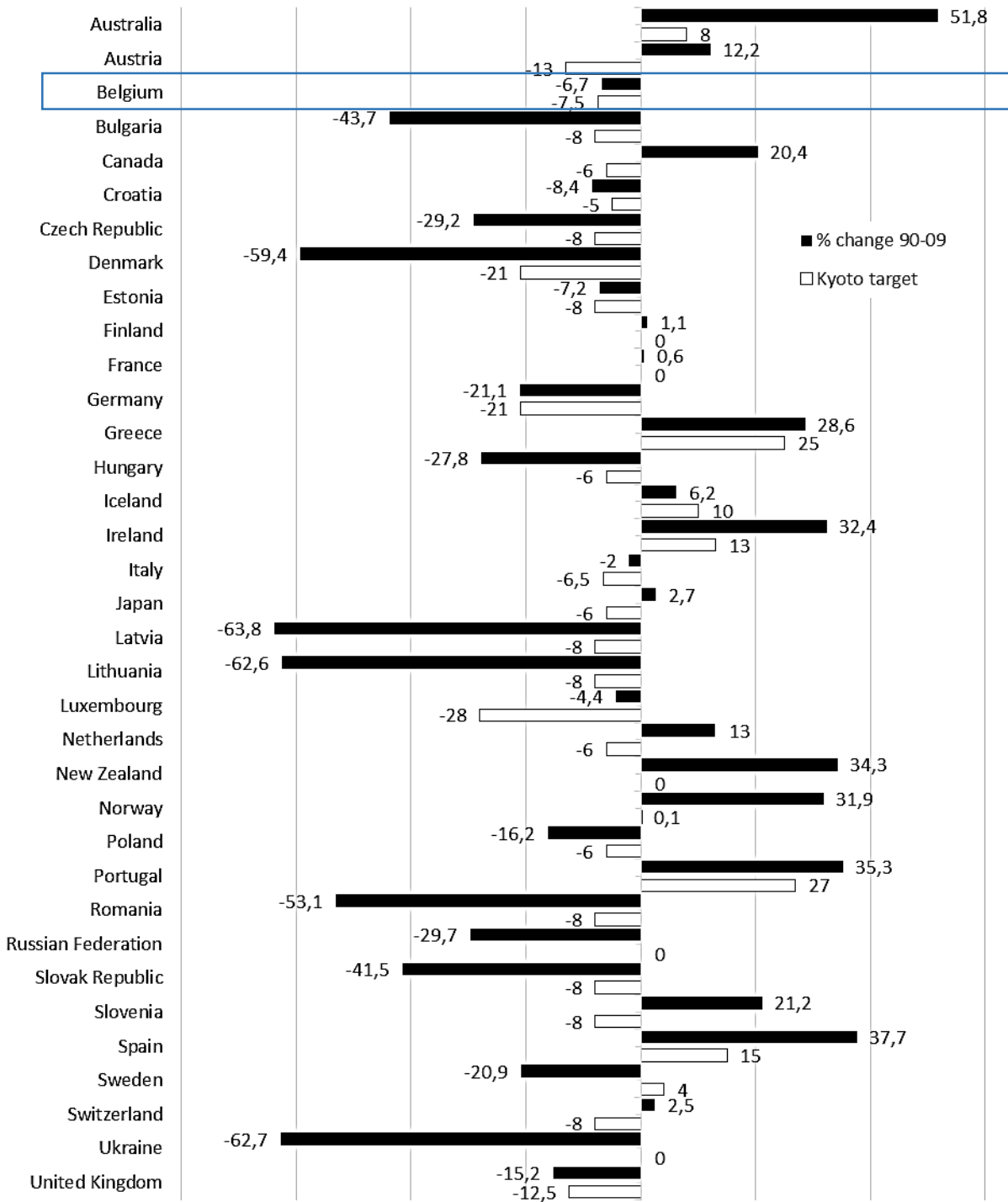
1.1.1 Duurzame ontwikkeling

De laatste jaren is er een enorme stijging van de wereldbevolking en -economie waar te nemen. Hierdoor groeit de vraag naar grondstoffen alsook hun prijs. De grondstoffenvoorraad is niet onuitputtelijk en grondstofwinning en -verbruik hebben een grote impact op het milieu. In eerste instantie werd er gefocust op het reduceren van het verbruik van de eindige voorraad fossiele brandstoffen en de emissies die gepaard gaan met de verbranding van deze fossiele brandstoffen. Daarom werd in 1997 op een conferentie in Japan het Kyoto-protocol opgesteld. Verschillende landen van de UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) kwamen tot een akkoord het huidige uitstootpercentage van de zes broeikasgassen, nl. CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, HFK's en PFK's, allen uitgedrukt in CO₂-equivalenten, in de atmosfeer drastisch te reduceren tot een niveau waarop gevaarlijke antropogene interferenties met de atmosfeer voorkomen worden. Er werd gestreefd naar een gemiddelde reductie in de broeikasgasemissies van 4,2 % voor de periode van 2008-2012 voor alle lidstaten van de Europese Unie. Voor België werd er getracht een reductie van 7,5 % te halen tegen 2008-2012 tegenover het basisjaar 1990. In 2009 werd deze doelstelling bijna bereikt zoals te zien in figuur 1. Daarom kwam er een uitbreiding van de doelstelling die tegen 2020 een reductie van broeikasgassen met 18 % tegenover 1990 tracht te bereiken. Dit werd gerealiseerd door het opstellen van verplichte interne maatregelen, beter bekend als de drie flexibiliteitsmechanismen. Deze zijn:

- 1) Clean development mechanism (CDM), waarbij er onder andere gestreefd wordt naar energie-efficiëntie bij projecten in ontwikkelingslanden die leiden tot extra emissiereductie.
- 2) Joint implementation (JI), waar er emissiereductie-eenheden, ofwel AAU's verdiend kunnen worden door de geïndustrialiseerde landen via emissiereductieprojecten in andere geïndustrialiseerde landen.
- 3) Internationale emissiehandel. Dit betekent dat landen met een tekort aan AAU's, dit tekort kunnen aankopen van landen met een overschot (Departement Leefmilieu, 2015).

Deze maatregelen leiden tot enkele sociaal-economische en milieudoelstellingen voor de Europese Unie tegen 2020.

Carbon dioxide emissions from fuel combustion and Kyoto Protocol targets



Figuur 1: Internationale doelstellingen Kyotoprotocol (Dr. Janssen, 2013-2014)

Op 3 maart 2010 werden de Europese 2020-doelstellingen opgesteld. Dit is een Europees programma met als doel de stabilisatie van de economie te bereiken. De Europese Unie tracht tegen 2020 vijf kerndoelstellingen te bereiken betreffende (1) werkgelegenheid, (2) onderzoek, ontwikkeling en innovatie, (3) klimaatverandering en energie, (4) onderwijs en (5) armoede en sociale uitsluiting. De kerndoelstelling “klimaatverandering en energie” houdt in dat de uitstoot van broeikasgassen met 20% verminderd moet worden tegenover het basisjaar 1990, 20% van de energie uit duurzame energiebronnen moet gehaald worden en de energie-efficiëntie met 20% moet stijgen. Men wil een duurzame groei voor een efficiënter gebruik van hulpbronnen waarnemen. Verder heeft de Europese

Unie zeven kerninitiatieven opgezet om deze doelstellingen te bereiken. Efficiënt gebruik van hulpbronnen is één van de zeven vlaggenschipinitiatieven die deel uitmaken van de Europese 2020-strategie die enerzijds streeft naar een slimmere en duurzamere groei en anderzijds naar een koolstofarme economie. Het initiatief tracht de omschakeling naar een economie die efficiënt omspringt met hulpbronnen bij een lage CO₂-uitstoot waar te maken door langetermijndoelstellingen op te leggen. Deze hebben betrekking op verschillende beleidsdomeinen zoals het klimaat, energie, vervoer, landbouw, biodiversiteit, industrie, grondstoffen, visserij en regionale ontwikkeling waarbij een hoog niveau van milieubescherming wordt beoogd. Gebouwen horen tot de belangrijkste sector binnen de Roadmap to a Resource Efficient Europe (RERM). Dit is een deel van de Resource Efficiency Flagship binnen de groeistrategie Europa 2020 van de EU (Commission, 2011).

Op 30 november 2015 ving de eenentwintigste jaarlijkse klimaatconferentie van de Verenigde Naties aan, nl. de COP21, waar alle partijen van de UNFCCC samenkwamen om nieuwe streefwaarden vast te leggen betreffende de opwarming van de aarde en de uitstoot van broeikasgassen.

Op 12 december 2015 kwamen alle deelnemers tot een nieuw klimaatakkoord dat, vanaf 2020, het mogelijk zou moeten maken een vervolg te breien aan de Europese 2020-doelstellingen. De belangrijkste streefwaarde is om onder de 2 graden extra temperatuurstijging van de aarde te blijven. Om dit te verwezenlijken dient de uitstoot van broeikasgassen ten minste met 50% te zijn afgenomen in 2050 ten opzichte van 1990. Ieder land moet zijn bijdrage leveren door het nemen van ingrijpende maatregelen. De belangrijkste doelstellingen zijn:

- 40% CO₂-uitstootreductie in 2030 t.o.v. 1992
- Opwarming van de aarde onder de 2°C houden
- 30% van energieopwekking door duurzame energiebronnen in 2030 (Europa Nu, 2015)

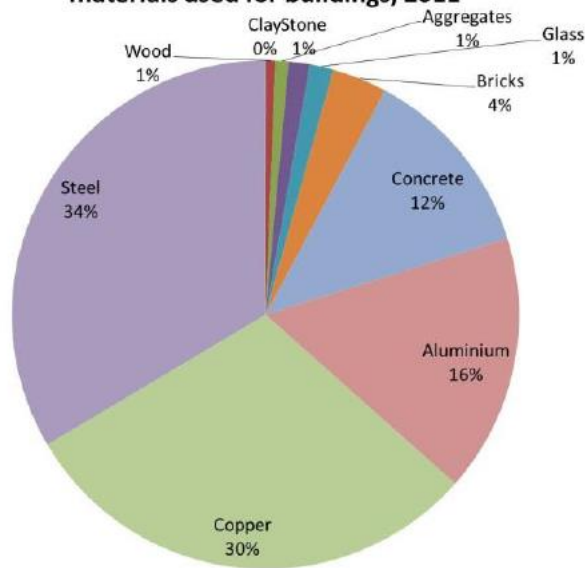
1.1.2 Duurzame ontwikkeling in de bouw

De Roadmap to a Resource Efficient Europe legt doelstellingen, te bereiken tegen 2050, op voor het efficiënt omgaan met hulpbronnen bij de constructie en het gebruik van gebouwen. Deze doelstellingen omvatten een besparing op energieverbruik (42%), de uitstoot van broeikasgassen (35%), de winning van materialen (50%) en waterwinning (30%). Vooruitblikkend op de toekomst is het absoluut noodzakelijk om bovenvermelde punten sterke prioriteit te geven.

De laatste jaren is er een enorme evolutie in het gebruik van hernieuwbare energie en energie-efficiëntie tot stand gekomen. Europa stelde op 22 december 2002 het Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) op. Hierin staan de richtlijnen van het Europees parlement en de raad van de Europese Unie beschreven betreffende de energieprestaties van gebouwen. De Europese lidstaten kregen vier jaar de tijd om deze richtlijnen om te zetten in de nationale en regionale regelgeving tegen 4 januari 2006. In België is het omzetten van de Europese richtlijnen een gewestelijke kwestie. Binnen Vlaanderen wordt dit gerealiseerd door het Energiebesluit, ministeriële besluiten en het Energiedecreet. Ook de (verplichte) EPB-tool is hier een gevolg van. Binnen het Brussels hoofdstedelijk gewest valt dit onder de taak van het Brussels Instituut voor Milieubeheer (BIM). Binnen het Waals gewest valt dit onder het energiediscreet CWATUPE (Code Wallon de l'Aménagement du Territoire, de l'Urbanisme et du Patrimoine Energie), (Herczeg, McKinnon, & Milios, 2014) & (Janssen, Delem, & Van Dessel, 2012).

In de toekomst moet er gekeken worden naar focuspunten voor een beleid omtrent het efficiënt gebruiken van hulpbronnen. De bouwsector heeft een grote impact op het milieu doordat er binnen deze sector een groot materiaalgebruik is. In figuur 2 is het aandeel van de totale cradle-to-gate-impact van bouwmaterialen weergegeven. Binnen deze cradle-to-gate-impact wordt er rekening gehouden met de opwarming van de aarde, het aandeel abiotische materialen en de toxiciteit. Staal heeft de grootste impact op het milieu(34%). De tweede grootste impact is afkomstig van koper(30%) gevolgd door aluminium(16%). Opvallend is dat dit drie staalsoorten zijn. Beton heeft een impact van 12% terwijl hout een beperkte impact heeft van 1%.

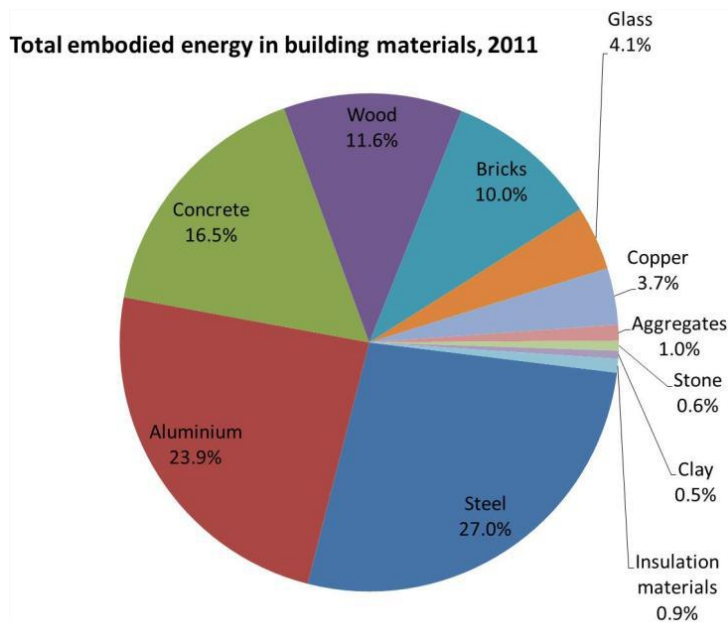
Share of cradle-to-gate total impacts (GWP, ADP and TP) by materials used for buildings, 2011



Figuur 2: Aandeel van de totale cradle-to-gate-impact door gebruikte bouwmaterialen (Herczeg, McKinnon, & Milios, 2014)

In Europa wordt er voornamelijk gebouwd met betonelementen die verantwoordelijk zijn voor het grootste deel van de uitstoot van broeikasgassen als gevolg van de productie. Ook wordt er veel gebruik gemaakt van abiotische materialen waarin staal, koper en aluminium het grootste aandeel bezitten. Deze drie staal soorten zijn samen verantwoordelijk voor 80% van de milieueffecten gedurende de ontginning, transport naar productieplaats en behandeling. De totale milieueffecten van beton hebben een aandeel van 12% zoals duidelijk waarneembaar op figuur 2. (Herczeg, McKinnon, & Milios, 2014)

De bouwsector is ook een hoofdspeler op het gebied van energieverbruik: uit een schatting in 2011 blijkt dat bouwmaterialen verantwoordelijk zijn voor een verbruik van 1.9 miljoen terajoule tijdens de productiefase. Figuur 3 geeft een meer gedetailleerd inzicht van het energieverbruik per materiaal. Van deze energie gaat 51% gedurende de volledige levenscyclus naar staal en aluminium, 17% wordt opgeëist door beton. Het grootste deel van deze energie wordt verbruikt in de productiefase. (Herczeg, McKinnon, & Milios, 2014).



Figuur 3: Totale ingebouwde energie bouwmaterialen, 2011 (Herczeg, McKinnon, & Milios, 2014)

1.2 Probleemstelling

Binnen de bouwnijverheid heeft duurzaamheid betrekking op meerdere aspecten. Verschillende thema's als energie, watergebruik, comfort, ecologie, toegankelijkheid, binnenhuismilieu, bereikbaarheid, ligging en materiaalgebruik komen de laatste jaren ruim aan bod. De focus van duurzaamheid binnen de bouwsector ligt vandaag de dag voornamelijk op energieverbruik. Er zijn immers al veel eisen en regels omtrent energiezuinig bouwen. Een ander belangrijk aspect bij het realiseren van een duurzame woning is het materiaalgebruik met zijn bijhorende milieu-impact. Maar omtrent materiaalkeuze is er nog geen wetgeving opgesteld; er mag momenteel vrij worden gekozen welk materiaal er zal gebruikt worden, zolang het niet schadelijk is voor de menselijke gezondheid. In de toekomst zal hier echter meer aandacht aan worden besteed en zal ook de milieu-impact ten gevolge van het materiaalgebruik bepaald moeten worden. Lopend doctoraatonderzoek aan de UHasselt spitst zich toe op het ontwikkelen van een tool die architecten gedurende het ontwerpproces feedback zal geven over de milieu-impact van de ontwerpbeslissingen op het vlak van materiaalgebruik (Meex, 2015).

Het materiaalgebruik in gebouwen levert, zoals reeds eerder aangegeven, een belangrijke bijdrage aan de milieu-impact van dat gebouw. Alles begint met een goed ontwerp waarin duurzaamheid in al zijn aspecten wordt meegenomen. Het begint met de juiste keuze van materialen. Geschikte materialen worden voorgeschreven door de architect in de bijhorende meetstaat. De uiteindelijke uitvoering op de werf ligt echter voor een groot stuk in de handen van de aannemer. De architect kan zich door de aannemer laten overtuigen een soortgelijk materiaal te gebruiken dat voldoet aan de technische eisen, maar minder kost of dat naar uitvoering makkelijker te plaatsen is, etc. De aannemer kan problemen met betrekking tot de uitvoering ondervinden bij de dwang om de door de architect vooropgestelde materialen te moeten gebruiken. Zo kan de architect bijvoorbeeld het verlijmen van baksteen voorschrijven, terwijl de aannemer steeds de traditionele metselmethode hanteert. Hij is niet vertrouwd met de nieuwe lijm methode. Deze mogelijke problemen kunnen het rendement van uitvoering op nadelige wijze beïnvloeden.

Indien men bij gerealiseerde gebouwen op termijn de milieu-impact ten gevolge van het materiaalgebruik wil begrenzen, is het belangrijk om te weten hoe ver de invloed van de aannemer op de werf reikt met betrekking tot materiaalkeuzes tijdens de constructiefase.

Met deze materie als achtergrond indachtig, levert deze thesis hieraan een bijdrage door onderzoek te doen naar de rol van de aannemer bij de materiaalkeuze tijdens de bouw van eengezinswoningen.

1.3 Doelstellingen

In deze thesis wordt gezocht naar een antwoord op volgende onderzoeksvraag:

“In welke mate oefent de aannemer invloed uit op de definitieve materiaalkeuze bij de constructie van eengezinswoningen?”

Bijkomende te onderzoeken aspecten hierbij zijn de achtergrondkennis van de aannemer inzake (duurzame) materiaalkeuzes, alsook de drijfveer van de aannemer om over te gaan tot een bepaalde materiaalkeuze. In hoeverre wordt het duurzaamheidsaspect hier in rekening gebracht? Op welke thema's wijken zij meestal af van de voorgeschreven materialen? Welke materialen worden meestal open gelaten?

Bovenstaande onderzoeksvraag kan worden opgedeeld in een aantal deelvragen. Een eerste deeldoelstelling is het verwerven van een goede basiskennis via een literatuurstudie. Een tweede doelstelling is het bepalen binnen welke materiaalcategorieën van een eengezinswoning (structuur, gebouwverschijning, gebouwschil, binnen afwerking, technische installaties) de aannemer inspraak heeft op de materiaalkeuze. Een derde doelstelling is het bepalen van verbanden tussen het profiel (leeftijd, opleiding, ervaring, regio) van de aannemers en hun kennis van duurzaamheid en materiaalkeuze. Een laatste doelstelling is het bepalen binnen welke range (NIBE-classificatie) de materialen zitten waarin de aannemer invloed op heeft bij een eengezinswoning. Is hier een mogelijkheid om deze keuze te verbeteren op milieugebied?

1.4 Onderzoeksmethode

Deeldoelstelling 1 houdt in dat er een grondige literatuurstudie wordt uitgevoerd. Er wordt een goede basiskennis verworven met het onderwerp, de huidige wetgeving en reglementering, etc. Duurzaam bouwen houdt rekening met verschillende aspecten als management, transport, water, landgebruik, vervuiling, energie, gezondheid, innovatie, materiaal en afval. Deze thesis legt de focus op duurzaam materiaalgebruik. Verschillende materiaalcategorieën in eengezinswoningen worden bestudeerd alsook hun milieu-impact. Vervolgens zullen verschillende methodes voor het bepalen van de milieu-impact van bouwmaterialen, -elementen en gebouwen worden doorgelicht.

Tijdens het praktische gedeelte van het onderzoek worden verschillende eengezinswoningen, verspreid over heel Vlaanderen, bestudeerd. Alle geselecteerde projecten bevinden zich in eindfase of waren reeds opgeleverd, zodat de aannemer duidelijk kan argumenteren waarom bepaalde materiaalkeuzes tijdens de uitvoeringsfase zijn gemaakt (deeldoelstelling 2). Hiervoor worden aannemers telefonisch gecontacteerd en wordt een plaatsbezoek op de werf ingepland. Er wordt afgesproken een volledige meetstaat ter plaatse te hebben. Op die manier kunnen de materialen post per post worden overlopen. Indien mogelijk, wordt een kopie van de meetstaat gevraagd voor de verwerking naderhand. Er wordt gekeken naar afwijkingen van de meetstaat, materialen die de aannemer aan de architect voorstelt ter

vervanging van een voorgeschreven materiaal, de invulling van niet specifiek voorgeschreven materialen, etc.

Er worden semi-gestructureerde interviews afgenomen van de aannemer op de site zelf. Indien er toelating is, worden deze interviews opgenomen om zo met meer aandacht te kunnen luisteren. Hierbij wordt allereerst gekeken naar de achtergrond van de aannemer en welk niveau van kennis hij heeft omtrent duurzaam materiaalgebruik. Dit gebeurt met behulp van een korte vragenlijst. Vervolgens wordt een goed voorbereid en semi-gestructureerd interview afgenomen, met een vooropgestelde duurtijd van 30 minuten, in verband met duurzaam materiaalgebruik. Waar zijn er toevoegingen aan de voorgeschreven meetstaat geweest en waarom? In welke gevallen doet de aannemer een andere suggestie voor een bepaald materiaal en wordt deze suggestie dan alsnog meegenomen in het ontwerp? In welke materiaalgroepen heeft de aannemer inspraak? Dit interview focust op de onderzoeksvragen van deze thesis en wil hierop een antwoord krijgen door sterk afgelijnde, doelgerichte vragen te stellen om een beeld te krijgen van de achterliggende drijfveren van de aannemers bij het maken van materiaalkeuzes. Ook wordt er dieper ingegaan op de mate waarin afgeweken wordt van de door de architect vooropgestelde materiaalkeuze.

De interviews worden geanalyseerd door deze te scannen op relevante informatie. De verkregen, nuttige resultaten worden gefilterd. Vervolgens worden er samenhangende verbanden gezocht tussen de verschillende aannemers verspreid over Vlaanderen (deeldoelstelling 3). Er wordt gekeken in hoeverre er een verband te vinden is met het profiel van de aannemer, zijn activiteitsgebied, zijn kennis omtrent duurzaamheid en duurzame materialen en de aard van de achterliggende drijfveren voor de materiaalkeuze bij de eengezinswoningen.

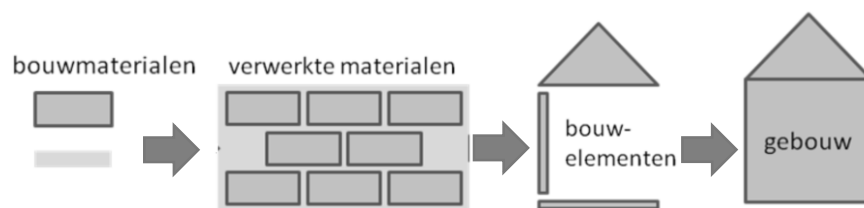
De laatste doelstelling wordt gerealiseerd door de relevante materialen te onderzoeken in de Nibe-classificatie. Hierbij wordt de positie bepaald waarin de gekozen materialen van de aannemer zich bevinden in de range van de NIBE-classificatie. Verder worden de milieu- en gezondheidsklassen bepaald van deze relevante materialen.

Verkregen resultaten zullen bijdragen tot de ontwikkeling van een evaluatietool binnen het eerder vermelde lopend doctoraatsonderzoek.

2 Beoordeling van de milieu-impact van bouwmaterialengebruik

Om materiaalgebruik en de milieueffecten die daarmee gepaard gaan te verminderen binnen de bouwsector, is er nood aan een levenscyclusbenadering die al de milieueffecten in rekening brengt (Herczeg, et al., 2014). Er wordt veel aandacht besteed aan de milieueffecten die energieopwekking met zich meebrengt, maar milieueffecten zoals verzuring, afvalwarmte, fotochemische oxidantvorming, etc. moeten ook in rekening gebracht worden.

Momenteel zijn er verschillende methodes voor de beoordeling van de milieu-impact van materiaalgebruik in gebouwen. Deze methodes/tools zijn onderverdeeld in materiaal-, verwerk materiaal-, element- en gebouwniveau (figuur 4). Eventueel kan vervolgens ook nog het wijkniveau worden behandeld waar er wordt gekeken naar het gebouw in zijn omgeving.



Figuur 4: Schaalniveaus duurzaam bouwen (Wille & OVAM, 2013)

In dit hoofdstuk wordt eerst de levenscyclusanalyse (LCA) besproken, die de basis vormt voor vele milieubeoordelingsinstrumenten. Vervolgens worden de Environmental Product Declarations (EPD) behandeld waarbij een milieubeoordeling op productniveau wordt opgesteld, gebaseerd op een levenscyclusanalyse. Verder worden er ook tools besproken waarmee de milieu-impact van materialen, elementen en gebouwen kunnen bepaald worden.

2.1 Levenscyclusanalyse (LCA)

2.1.1 Definitie

Een levenscyclusanalyse of LCA is een methodiek die de totale milieu-impact van een product (materiaal, gebouwelement of gebouw) bestudeert tijdens zijn volledige levenscyclus, gaande van wieg tot graf. Het proces omvat alle fasen die een bepaald (bouw)product ondergaat, gaande van de winning van de grondstoffen tot en met de afvalverwerking. Op deze manier kan er een duidelijk en helder inzicht verkregen worden in de productgerelateerde milieubelasting in iedere fase van de levenscyclus. De totale milieu-impact wordt bepaald door vier opeenvolgende fasen, nl. de productie in de fabriek, de installatie op de werf, het gebruik en de levenseindefase.

De productie van een bepaald product bestaat uit de ontginning en verwerking van primaire en secundaire grondstoffen en energie alsook het transport ervan naar de fabriek en de productie in de fabriek. De installatie op de werf omvat de bouw of constructie. In deze fase wordt het transport van de producten van de fabriek tot op de werf meegenomen en de installatie van de producten en materialen in het gebouw. Het gebruik bevat zowel het operationeel energie- en waterverbruik, als schoonmaak, onderhoud, herstellingen en vervangingen. Na het gebruik komt het product aan zijn levenseindefase. Het product wordt gesloopt, ontmanteld en beschouwd als slooafval. De laatste stap die het product doorloopt, is de finale afvalverwerking. Hier wordt het product getransporteerd van de werf naar het sorteerbedrijf. Het product wordt er gestort en vervolgens hergebruikt, gerecycleerd of

verbrand. Het storten en verbranden kan gebeuren met of zonder energierecuperatie. Bij hergebruik worden de producten opnieuw gebruikt voor hetzelfde doel zoals bijvoorbeeld de recuperatie van baksteen. Bij recycling worden de afvalstoffen opnieuw verwerkt tot andere producten of grondstoffen voor een ander materiaal waarbij een zeker kwaliteitsverlies optreedt ten opzichte van het originele materiaal. Een voorbeeld hiervan is de recycling van metselwerk tot puingranulaten (WTGB, Levenscyclusanalyse, 2015).

2.1.2 Vier stappen

De basisprincipes voor het uitvoeren van een LCA staan voorgeschreven in volgende normen:

- ISO normen 14040 en 14044
- Europees geharmoniseerde normen voor de milieu-evaluatie van bouwproducten en gebouwen: NBN EN 15804 en NBN EN 15978 (Servaes, Allacker, & Debacker, 2013).

Deze stellen vier fases die dienen uitgevoerd te worden bij een LCA, nl.:

1. doelbepaling en reikwijdte
2. inventarisatie
3. impactanalyse
4. interpretatie

De eerste fase is de vaststelling van doel en reikwijdte. In deze fase worden de grenzen van het systeem afgebakend waarbinnen de analyse zal gebeuren en wordt de functionele eenheid gedefinieerd. Deze bepaalt de eigenschappen en functies van het te onderzoeken product. Deze eenheid is een referentie-eenheid voor het bepalen van de milieu-impact.

In de tweede fase wordt de levenscyclusinventarisatie of LCI opgesteld. Alle detailgegevens worden verzameld. Er wordt een tabel opgesteld met alle milieugegevens uit de levenscyclus van het te onderzoeken product. Deze wordt opgedeeld in een aantal opeenvolgende deelprocessen waarvan alle verbruiken en emissies worden geïnventariseerd. Dit zijn de inkomende (primaire grondstoffen, hulpbronnen, land en energie) en uitgaande stromen (producten, emissies, gewijzigd landschap, afval). Deze worden gerelateerd aan de referentie-eenheid uit de analyse van de vorige stap.

Een derde fase is de impactanalyse. In een eerste stap worden de milieueffecten en de overeenkomende milieu-impactcategorieën en –indicatoren van het beschouwde product bepaald. Iedere fase oefent afzonderlijk een bepaalde impact op het milieu, weergegeven in een enkelvoudige totaalscore. Er wordt bepaald welke van deze effecten meegenomen worden binnen de analyse. De score wordt berekend door de som te nemen van volgende milieu-indicatoren of –impactcategorieën:

- klimaatverandering
- menselijke gezondheid
- aantasting van de stratosferische ozonlaag
- menselijke toxiciteit (kanker- en niet kankereffecten)
- fotochemische oxidantvorming (lage ozon, smog)
- fijnstofvorming
- ioniserende stralingseffecten op de mens
- ecosystemen
- verzuring van bodem en waterbronnen
- vermesting (eutrofiëring)

- ecotoxiciteit, (bodem, zoet en zout water)
- landbezetting (agrarisch en urbaan)
- natuurlijke landomvorming
- uitputting (mineralen en fossiele brandstoffen)
- waterschaarste

Vervolgens worden de inventarisatiegegevens geïnclassificeerd in bovenstaande impactcategorieën. Uiteindelijk zal hiermee de totale milieu-impact van het product worden berekend. Dit gebeurt door de bijdragen van de inkomende en uitgaande stromen in rekening te brengen. Alle emissies van elke afzonderlijke categorie worden vermenigvuldigd met een karakteriseringsfactor. Zo krijgen ze allemaal een gemeenschappelijke noemer zodat ze opgeteld kunnen worden. Op deze manier bekomt men een totale waarde voor elk van de impactcategorieën, waaruit het milieuprofiel van het verwante product wordt bekomen (Ecodesign, 2014).

Een interpretatie van de resultaten leidt tenslotte tot een duidelijk milieuprofiel van het product. Door bovenstaande resultaten in grafieken weer te geven, krijgt men een grafische weergave van de meeste en minste boosdoeners. Door normalisatie, groepering en weging worden de resultaten uitgedrukt ten opzichte van een gemeenschappelijke referentie, zodat deze dezelfde eenheid krijgen. De resultaten worden samengevoegd en uitgedrukt in een ééngetalscore. Dit is de globale milieu-impact, waardoor twee producten makkelijker met elkaar kunnen worden vergeleken (WTCB, Levenscyclusanalyse , 2015).

Een volledige LCA is een tijdrovende en complexe berekening. In de volgende paragrafen worden een aantal methodes en tools besproken om op een snellere manier een zicht te krijgen op de duurzaamheid van een bepaalde materiaalkeuze.

2.2 Environmental Product Declarations (EPD's)

Een Environmental Product Declaration geeft de mogelijkheid om de impact op het milieu en de menselijke gezondheid tussen producten onderling te vergelijken. Een EPD is gebaseerd op een levenscyclusanalyse, die uitgevoerd is door een externe partij aan de hand van een genormeerde methode. De verklaring geeft informatie over het gebruik van fossiele brandstoffen en grondstoffen en in welke mate een product bijdraagt aan het broeikas-effect, verzuring, vermesting, afbraak van de ozonlaag, fotochemische smogvorming, etc. De EPD behoort tot de milieuverklaringen van het ISO-type III en is gericht op verschillende doelgroepen zoals architecten, fabrikanten en bouwbedrijven. Elke EPD is gerelateerd aan een product, maar dit wil echter niet zeggen dat het een milieuvriendelijk product is. Het geeft de milieu-impact weer in cijfers waarmee experts, door het gebruik van software, EPD's kunnen samenvoegen om zo inzicht te krijgen in de milieu-impact van element- tot gebouwniveau. Het koppelen van grenswaarden aan de milieu-impact kan leiden tot het aftoetsen van duurzaamheid (European Commission, 2002).

2.2.1 Huidige en toekomstige wetgeving omtrent EPD

De eerste Europese norm (EN 15804) betreffende het opstellen van een EPD kwam in 2011. Deze werd opgesteld door de CEN/TC 350 met de bedoeling om te definiëren welke parameters in rekening gebracht moeten worden om de milieu-impact van een product te kwantificeren. De EN 15804 is geen

verplichte norm, maar kan op vrijwillige basis worden toegepast. Deze normering schrijft voor dat de EPD minimum de cradle-to-gate-analyse (zie paragraaf 2.2.2) moet bevatten. Vanaf 2012 zou een EPD die voldoet aan de EN 15804-normering in principe overal binnen Europa moeten aanvaard worden. Op 22 mei 2014 kwam er het eerste Belgische Koninklijke Besluit dat drie eisen voorschreef over de EPD, namelijk:

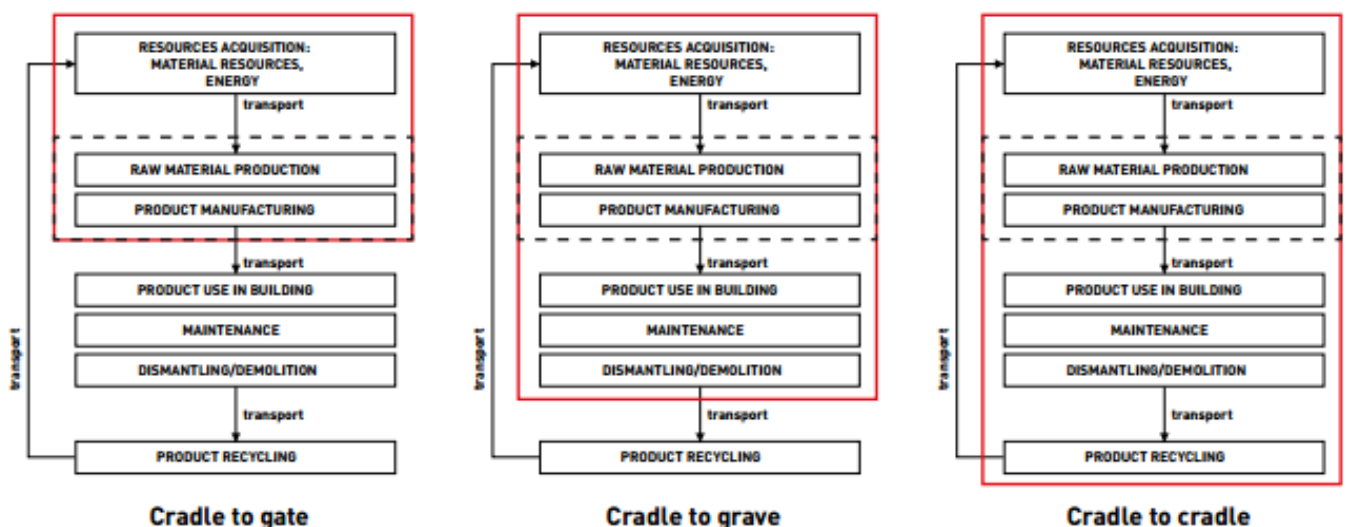
- Eis 1: Milieulabels op bouwmaterialen moeten voldoen aan de norm NBN EN ISO 14021
- Eis 2: Sinds 1 januari 2015 is elke fabrikant die een milieulabel wil aanbrengen op zijn product verplicht een EPD op te stellen conform de norm NBN EN 15804+A1. Hierin staan de verkregen resultaten van een LCA (beperkt tot cradle-to-gate) vermeld. Een EPD is niet verplicht indien men geen milieulabel wil aanbrengen.
- Eis 3: Elke milieuproductverklaring moet geregistreerd worden in de federale EPD-databank

Het Koninklijke Besluit van 22 mei 2014 schrijft voor dat een EPD tegen 2017 een volledige levenscyclusanalyse moet bevatten. Dit wil zeggen dat er overgegaan moet worden van een cradle-to-gate tot een cradle-to-grave-analyse (zie paragraaf 2.2.2). Binnen dit besluit werd ook de verplichting opgelegd om rekening te houden met toxiciteit en fijn stof. Toekomstgericht wordt er gestreefd om deze Belgische regelgeving om te zetten naar een nationaal document (Wastiels, 2015).

Naar aanleiding van dit Koninklijk Besluit is er een federale EPD-databank in ontwikkeling. In deze databank moeten alle milieuproductverklaringen geregistreerd worden (Eis 3). De databank is momenteel nog intern in ontwikkeling, maar wordt publiek toegankelijk gemaakt voor het merendeel van de informatie (FOD volksgezondheid, 2015).

2.2.2 Systeemgrenzen van een EPD

Een materiaal of product doorloopt een lang traject van ontginning tot afgewerkt product. De volledige levenscyclus kan opgedeeld worden volgens drie mogelijke afbakeningen van de systeemgrenzen, rood aangeduid in figuur 5.



Figuur 5: Systeemgrenzen EPD (Febe, 2015)

De drie mogelijke afbakeningen van systeemgrenzen zijn:

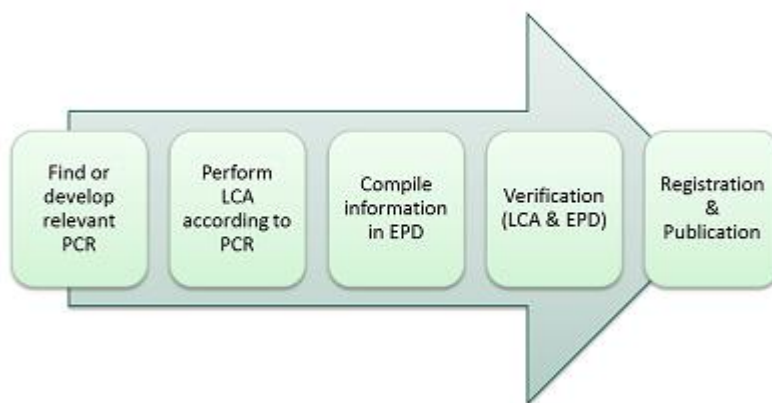
Cradle-to-gate: Binnen deze grenzen worden de grondstoffen ontgonnen, behandeld en getransporteerd naar de productieplaats. Deze fase is momenteel verplicht voor een EPD.

Cradle-to-grave: Binnen deze grenzen zit de cradle-to-gate, maar hier komt dan het transport naar de bouwplaats, de constructiefase, het gebruik gedurende de levensduur van het product en de afbraakfase bij. Deze fase is verplicht op te nemen in een EPD tegen 2017.

Cradle-to-cradle: Binnen deze grenzen zit de cradle-to-grave, maar hier komt nog recyclage, hergebruik van materialen en transport naar recyclageplaats bij (Febe, 2015).

2.2.3 Algemene procedure voor het opstellen van een EPD

Binnen de procedure voor het opstellen van een EPD kan men vijf grote fases onderscheiden waarin verschillende partijen betrokken zijn. Het doel hiervan is een procedure op te stellen die leidt tot objectieve en betrouwbare resultaten met betrekking tot duurzaamheid. Aan de hand van figuur 6 worden deze fases kort besproken.



Figuur 6: Algemene procedure EPD (EPD international, 2015)

- **Fase 1: Find or develop relevant PCR**

In deze eerste fase wordt er gekeken of er reeds een document bestaat met de product category rules over hetzelfde product. Deze PCR's bestaan al voor enkele productgroepen en worden bovendien voortdurend verder ontwikkeld en opgeslaan in het internationaal EPD-systeem. Indien dit niet bestaat wordt er een nieuw document met deze regels opgesteld voor het nieuwe product. Bij de opstelling van deze nieuwe regels is er een samenwerking tussen bedrijven en brancheorganisaties waardoor de specifieke kennis en deskundigheid gewaarborgd kan worden.

- **Fase 2: Perform LCA according to PCR**

In deze fase wordt de levenscyclusanalyse uitgevoerd volgens de voorgeschreven PCR's in de eerste fase. Bedrijven kunnen deze levenscyclusanalyse zelf uitvoeren, maar er is kennis van LCA vereist. Bij voordeel wordt de LCA uitgevoerd door een milieuadviseur. Het bedrijf moet het bewijs kunnen voorleggen door wie de LCA is uitgevoerd.

- Fase 3: Compile information in EPD

In deze fase wordt er een pdf-bestand gegenereerd met de vereiste informatie en de gebruikte product category rules. Dit pdf-bestand is de EPD en bevat de resultaten van de levenscyclusanalyse en bredere milieu-informatie.

- Fase 4: Verification(LCA en EPD)

De onafhankelijke verificatie en officiële registratie van de EPD is noodzakelijk om geaccepteerd te worden in de markt. Door de verificatie kunnen de milieu-gegevens betrouwbaar beschouwd worden.

- Fase 5: Registration and publication

Na de verificatie worden de EPD's geregistreerd en vervolgens gepubliceerd in de EPD-databank welke verschillend is binnen verschillende landen.

2.2.4 EPD's in verschillende landen

Het opstellen en gebruiken van EPD's is nog volop in ontwikkeling in België, maar er zijn al enkele landen die voorlopen op het gebied van kennis en tools over EPD's. In deze paragraaf wordt er kort vooruit gekeken wat de visie is in de buurlanden op het EPD-gebeuren. Volgende buurlanden hebben een eigen databank of tool: Duitsland (IBU 2004), Frankrijk (Inies 2004), het Verenigd Koninkrijk (Bre 1997) en Nederland (MRPI 1999). Deze organisaties werken met hun eigen PCR's, waardoor EPD's niet met elkaar vergeleken kunnen worden. De oprichtende organisaties werken nochtans binnen eenzelfde structuur en hanteren de ISO-standaarden (ISO 14025 en ISO 21930). De oplossing voor dit probleem kwam er door een nieuwe Europese standaard, ontwikkeld door CEN TC350 (2005-2012). Hierin staat beschreven dat de EPD-programma's moeten voldoen aan de IBU of het internationaal voorgeschreven EPD-programma. In onderstaande paragrafen wordt een duidelijk onderscheid gemaakt tussen de EPD's volgens de bovenvermelde normen, EPD-databanken en classificatiesystemen die gebaseerd zijn op EPD's waar ook een beoordeling aan gekoppeld is.

Verschiedende landen zijn in het bezit van een EPD databank. Zoals eerder vermeld is het, sinds januari 2015, in België verplicht een EPD-fiche te hebben en deze te registreren in de EPD-databank indien een fabrikant een duurzaamheidslabel wil aanbrengen op zijn product. Deze zijn nog niet allemaal beschikbaar aangezien de Belgische databank nog in ontwikkeling is (FOD volksgezondheid, 2015).

Fiches de déclaration environnementale et sanitaire (FDES) des produits de construction in Frankrijk (2004)



Figuur 7: Inies

Deze online databank bevat EPD's met zowel milieu-, comfort- als gezondheidsgegevens afkomstig van een volledige LCA (cradle-to-grave) gebaseerd op de Franse norm NF P01-010 Qualité environnementale des produits de construction-Déclaration environnementale et sanitaire des produits de construction. Binnen deze databank is er een opsplitsing tussen productspecifieke EPD's en EPD's voor productgroepen. Deze bestaat uit 1100 fiches voor 11

bouwproductgroepen. Verder is er de mogelijkheid om een product te zoeken binnen deze databank op de fabrikant of productienaam (WTCB, Duurzame materialen kiezen, 2012) & (Leefmilieu Brussel, 2015).

IBU Umwelt-Deklarationen in Duitsland(2004)



Institut Bauen
und Umwelt e.V.

Figuur 8: IBU

Duitsland bezit twee online databanken, waarvan één nieuwe die voldoet aan de EN 15804 normering(2012). Deze bevat EPD's met milieugegevens afkomstig van een LCA (cradle-to-gate) en optioneel een volledige LCA (cradle-to-grave). Deze methode werkt met 20 indicatoren die worden onderverdeeld in de vier fases van de levenscyclus: productie, uitvoering, het gebruik en het einde van de levensduur. In 2013 waren er 163 verklaringen geregistreerd in deze databank. Verklaringen kunnen gezocht worden op productnaam en fabrikant (WTCB, Duurzame materialen kiezen, 2012) & (European Commission, 2002).

Milieurelevante productinformatie (MRPI) in Nederland.



Figuur 9: MRPI

In Nederland zijn EPD's gekend als Milieurelevante productinformatie (MRPI). De MRPI is opgericht in 1999 met als doel een betere communicatie te realiseren over de milieu-impact van bouwmaterialen. De MRPI is erkend voor zowel Nederland als de Europese milieuverklaring en werkt op basis van een levenscyclusanalyse om bouwmaterialen te analyseren.

2.2.5 Voor- en nadelen EPD

Een EPD is een type III-milieuverklaring. Het grote voordeel hiervan is dat deze informatie objectief is en gebaseerd op feiten. Hierdoor kunnen producten onderling met elkaar vergeleken worden en afgetoetst op dezelfde criteria. Een EPD-fiche schept een zeer goede geloofwaardigheid wat vertrouwen geeft voor de klant, fabrikant en architect. Daarnaast biedt het de fabrikant ook objectieve gegevens om zijn product te verbeteren.

De uitgebreide milieu-informatie brengt heel veel werk met zich mee voor de producent. Zo moet de EPD volledig opgesteld worden volgens een genormeerde methode met als basis een levenscyclusanalyse. Deze uitgebreide informatie is een voordeel voor de fabrikant en architect, maar een enorme opdracht voor de producent en verdeler. Verder is deze informatie van een zodanige complexiteit dat de consument deze niet begrijpt (Wastiels, 2015).

Een ander nadeel is dat er in ieder land andere eisen gesteld worden, waardoor een EPD van een product niet onderling vergelijkbaar is tussen verschillende landen. De LCA-gegevens worden op verschillende manieren berekend, wat inhoudt dat producenten die hun product op de markt willen brengen in verschillende landen meerdere LCA's moeten laten uitvoeren. Dit leidt tot een enorme meerkost van het product. Hier is wel een evolutie bezig om eenduidige, genormeerde eisen op te stellen binnen Europa (Febe, 2015).

Het Eco-platform biedt de oplossing voor het nadeel van de EPD in verschillende landen. Zoals eerder vermeld, worden de LCA's van het ene land niet aanvaard in het andere land, wat kan leiden tot oneindige discussies tussen producenten. Dit vormt de ontstaansrede van het Eco-platform. De

hoofddoelstelling van het Eco-platform is het opstellen van genormeerde EPD's die erkend worden over de wereld. Dit platform bestaat uit operators, LCA-controleurs en andere belanghebbenden voor het opstellen van een eenduidige EPD. Het voordeel om een EPD te laten uitvoeren door het Eco-platform is de internationale erkenning van de EPD (NIBE, 2015).

Ook een belangrijk nadeel is dat de kans bestaat dat architecten of andere consumenten slechts één criterium uit deze EPD-analyse gebruiken om de producten te vergelijken, wat een totaal verkeerd beeld over de duurzaamheid van het product weergeeft. In de volgende paragrafen worden twee tools besproken waarmee de milieuscore van verschillende producten worden berekend.

2.3 Milieu-impact op materiaalniveau

Zoals hierboven aangegeven, kan de milieu-impact bepaald worden op verschillende niveaus (product-, element- en gebouwniveau). Hieronder wordt een overzicht gegeven van verschillende beoordelings- en classificatiesystemen op materiaalniveau.

2.3.1. Ecolizer

De Ecolizer is een ontwerptool voor ontwerpers en bedrijven die de milieu-impact van hun product willen bepalen. Met deze tool kan de totale milieu-impact van het product berekend worden, maar ook de impact per fase in de levenscyclus van een product. Zo kan men de milieu-impact van een bepaalde fase binnen de levenscyclus trachten te verkleinen.

De milieu-impact wordt berekend aan de hand van alle materialen en processen die een product ondergaat gedurende de volledige levenscyclus van dit product. De Ecolizer gebruikt deze informatie om de milieu-impact weer te geven in één cijfer, een eco-indicator, uitgedrukt in milieupunten.

De berekening is gebaseerd op gegevens uit de ecoinvent-databank. Dit is een Zwitserse LCI-databank die goed gedocumenteerde procesgegevens inzake de milieu-impact voor duizenden producten levert. De gegevens uit deze databank worden volgens de ReCiPe-methode omgezet in eco-indicatoren. Deze vatten in één cijfer de milieu-impact van materialen en processen samen. In volgende paragraaf wordt de bepaling van de eco-indicator beschreven.

De bepaling van de eco-indicator gebeurt in drie opeenvolgende stappen. De eerste stap is het verdelen van de gegevens uit de levenscyclusanalyse in 19 milieu-impact categorieën zoals: uitputting van grondstoffen, verzuring en vermisting, land- en watergebruik, etc. In een tweede stap worden deze 19 milieu-impactcategorieën verder onderverdeeld in drie milieu-schadecategorieën. Deze drie milieu-schadecategorieën zijn onderverdeeld in: schade aan menselijke gezondheid, uitputting grondstoffen, schade aan ecosystemen. Aan deze drie schadefactoren worden wegingsfactoren gekoppeld waardoor tenslotte de impact per schadecategorie uitgedrukt wordt in één indicator. (OVAM, 2015).

01 FERROMETALEN 02 NON-FERROMETALEN 03 KUNSTSTOFFEN 04 PAPIER + VERPAKKING	09.01 BETON- EN CEMENTPROD... beton (hoge sterkte eisen) 19979 beton (mager) 8020 beton (meest gebruikt) 16172 Meer (18)	09.02 GIPS- EN KALKPRODUCTEN basispleister 14 gips (CaSO ₄ *2H ₂ O) 3 gips pleisterplaat 35 Meer (8)	09.03 BAKSTEEN EN KERAMIEK baksteen 18 keramiek tegels (aardewerk) 128 klei daktegel 27 Meer (4)
	09.04 MINERALEN basalt 44 bentoniet 14 brandsteen 237 Meer (17)	09.05 ISOLATIE cellulose vezels 53 geëxpandeerd pertiet 92 geëxpandeerd vermiculiet 43 Meer (17)	09.06 GLAS dubbele beglazing 3122 dubbele beglazing, gelaag... 4323 glasvezel 273 Meer (6)
	09.07 MEUBELPLATEN Melamine-laminaat 20 mm 10788 solid surface (PMMA en Al(...)) 6716 solid surface (PMMA en Al(...)) 3458 Meer (6)	09.08 TEXTIEL fleece, PET 360 fleece, rPET 148 garen, jute 321 Meer (9)	09.09 ANDERE bitumineuze afdichting V60 150
	05 HOUT 06 ENERGIE 07 TRANSPORT 08 ELEKTRISCHE EN ELEKTRONISCHE APPARATEN EN COMPONENTEN 09 BOUWMATERIALEN 10 CHEMICALIËN		

Figuur 10: Ecolizer-tool categorieën (OVAM, 2015)

Figuur 10 geeft een duidelijke weergave van de Ecolizer-tool. Links worden alle bouwmaterialen uit de catalogus opgedeeld in tien categorieën. Rechts worden deze categorieën telkens onderverdeeld in subcategorieën. Ook wordt de onderverdeling van de bouwmaterialen weergegeven.

Voor de subcategorie beton- en cementproductie verkrijgt men figuur 11:

01 BETON- EN CEMENTPRODUCTEN		mPt/eenheid	
PRODUCTIE	beton (hoge sterkte eisen) ⓘ	m³	19979
	beton (mager) ⓘ	m³	8020
	beton (meest gebruikt) ⓘ	m³	16172
	beton bodemplaten en fundering ⓘ	m³	10606
	beton daktegel ⓘ	kg	15
	betonblok ⓘ	kg	9
	cellenbeton (gasbetonsteen) ⓘ	kg	28
	cement (hoogoven) ⓘ	kg	27
	cement (Portland Z 42.5) ⓘ	kg	48
	cement (Portland Z 52.5) ⓘ	kg	49
	cementmortel ⓘ	kg	13
	daklei uit cementvezel ⓘ	kg	62
	gevelplaat uit cementvezel ⓘ	kg	89
	kalksteencement (Portland) ⓘ	kg	42
	lichtgewicht betonblok, met geëxpandeerd vermiculiet ⓘ	kg	47
	lichtgewicht betonblok, met polystyreen ⓘ	kg	85
	lichtgewicht betonblok, met puimsteen ⓘ	kg	16
	wapeningsstaal	kg	197

Figuur 11: Subcategorie beton-cementproductie (OVAM, 2015)

Achter ieder type product wordt via een info-knop het soortelijk gewicht en de hoeveelheid bestanddelen weergegeven. Vervolgens worden de milieupunten opgesomd per eenheid in een eengetalscore. Via deze score kunnen verschillende producten met elkaar worden afgetoetst en komt het beste product, milieutechnisch bekeken, duidelijk naar voren. Door bovenstaande catalogus te raadplegen, wordt slechts enkel rekening gehouden met de milieu-impact in de productiefase. Om de andere fases mee in rekening te brengen, moet er zelf een nieuw ontwerp aangemaakt worden. Dit wordt toegepast in de verdere zelf opgestelde uitwerking van een spouwmuur (OVAM, 2015).

2.3.1.1 Ontwerp traditionele buitenmuur

Via onderstaand voorbeeld wordt een traditionele spouwmuur samengesteld, rekening houdend met de milieu-impact van alle vijf de fases binnen de LCA van de verschillende producten. De muur wordt, van binnen naar buiten, samengesteld uit een dragende binnenmuur (snelbouwsteen), isolatie en een gevelsteen.

Een eerste stap in het ontwerpproces is het aanmaken van een nieuw project waar de verschillende onderdelen van het desbetreffende product worden toegevoegd. Vervolgens worden de nodige grondstoffen en bewerkingen voor elk onderdeel gekozen. Er wordt gekeken naar de hoeveelheid die men nodig heeft van elk materiaal. De materialen worden gekozen uit de tien categorieën. Door invoer van de juiste hoeveelheid van elk materiaal wordt de totale milieuscore van de productiefase berekend.

In een tweede stap wordt de nodige (transport)verpakking van het product gekozen. Ook hier wordt deze verpakking gerelateerd aan een materiaal gekozen uit de tien categorieën. Hier kan bijvoorbeeld worden geselecteerd de snelbouwstenen op Europaletten te stapelen en te vervoeren. Bijkomend kan ook

de bewerking van het hout worden meegenomen in de berekening. Zo levert het impregneren van hout extra milieupunten op. Deze berekening past men toe Dit resulteert in een totale milieuscore voor de verpakkingsfase.

De derde stap brengt het transport van de producten mee in rekening. De af te leggen afstand van fabriek tot aan de klant en de vervoerswijze na productie worden hier bepaald. Deze berekening baseert zich op de belasting van emissies die zijn veroorzaakt enerzijds door het winnen en produceren van brandstof, anderzijds door het opwekken van energie uit deze brandstof tijdens het rijden. Er wordt zo een totaalscore afgeleid voor de transportfase.

De vierde stap houdt rekening met de gebruiksfase. Binnen deze fase wordt de levensduur ingegeven en wordt het elektriciteitsverbruik voor het desbetreffende product gekozen. Deze rekening baseert zich op de verschillende brandstoffen die in Europa worden gebruikt voor het opwekken van elektriciteit, met een duidelijk verschil tussen hoogspanning en laagspanning, respectievelijk industriële processen en huishoudelijk stroomverbruik. Ook wordt de nodige brandstof en het verbruik per dag of per jaar meegenomen in de berekening.

In een vijfde en laatste stap berekent Ecolizer de score voor de afdankingsfase van het product. Deze is gebaseerd op data voor de Europese afvalverwerking, rekening houdend met de verhouding storten/verbranden.

Voor de traditionele spouwmuur worden bovenstaande stappen toegepast op elk materiaal. Zowel op de snelbouw als op de isolatie en de gevelsteen. De afzonderlijke milieupunten uit iedere fase worden gesommeerd en zo wordt er een totaalscore bekomen van de traditionele spouwmuur. Er kan dan worden gekeken binnen welke fase er geoptimaliseerd kan worden.

De Ecolizer-tool geeft het grote voordeel door zijn eenvoud en snelle oplossing. Wanneer er getwijfeld wordt tussen bepaalde materiaalkeuzes kan deze tool snel tot een oplossing leiden. Deze tool is gratis online raadpleegbaar. De milieu-impact wordt weergegeven aan de hand van eengetalscores zowel binnen de vijf fases (productie, verpakking, transport, gebruik en afdanking) als een totaalscore. Met deze tool kunnen materialen onderling vergeleken worden, maar er is geen oordeel of dit een positieve of negatieve score is (OVAM, 2015).

2.3.2 NIBE

Achtergrond

Het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie (NIBE) is actief met duurzaam en energiezuinig bouwen. Ze onderzoeken, adviseren en ontwerpen op het vlak van milieu, gezondheid en bouwen. De NIBE-classificatie (sinds 2012 online beschikbaar) is een databank of classificatiesysteem voor bouwmaterialen en –producten, gebaseerd op de LCA-resultaten. De NIBE-classificatie wordt gezien als zeer gebruiksvriendelijk en biedt een breed gamma aan bouwproducten aan waarvan de milieubelastingsfactor kan worden opgezocht (NIBE, Onze missie , 2014).

Methode

De verschillende bouwmaterialen worden geïnclassificeerd in zeven milieuklassen (tabel 1). Binnen elke klasse zijn er drie voorkeuren, waarbij a steeds de eerste voorkeur krijgt (beste product vanuit milieuoogpunt). Des te lager de score, des te lager de milieu-impact. De indeling is gebaseerd op experimenteel onderzoek. Er zijn 21 verschillende productgroepen (NIBE, 2015).

Klasse	subklasse	omschrijving	milieubelastingsfactor
1	a	beste keuze	1,00 - 1,10
	b		1,10 - 1,32
	c		1,32 - 1,58
2	a	goede keuze	1,58 - 1,90
	b		1,90 - 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 - 35,14
	c		35,14 - 42,17

Tabel 1: Milieuklassen (NIBE, 2015)

Eenzijds wordt het product onderworpen aan een milieubeoordeling. Een tweede toegepaste methode is de gezondheidsbeoordeling, uitgevoerd in vijf verschillende fases met bijhorende criteria, nl. grondstof-, productie-, constructie-, gebruiks- en sloop/afvalfase. Samen vormen ze de levenscyclus van wieg tot graf. De bijhorende criteria zijn fysieke, chemische en biologische agentia, ergonomie en veiligheid. Ieder gezondheidsaspect wordt beoordeeld naarmate de ernst van het aspect. In tabel 2 wordt een overzicht gegeven van de beoordelingen.

Beoordeling	Beschrijving toekenning
+1	Positief gezondheidseffect
0	Geen gezondheidseffect bekend en/of verwacht
-1	Incidenteel negatief gezondheidseffect
-5	Chronisch negatief gezondheidseffect
-10	Kankerverwekkend en/of levensbedreigend gezondheidseffect

Tabel 2: Verschillende mate van effecten op de gezondheid

Bij de berekening van de gezondheidsscore worden de beoordelingen per fase opgeteld. Uiteindelijk resulteert dit in een cijfer en een letter, waarbij het cijfer is gebaseerd op de gebruiksfase. Dit is de belangrijkste fase en neemt het meeste tijd in beslag. Het beste product resulteert in de hoogste gezondheidsscore. Minder goede producten worden vergeleken ten opzichte van het beste product. Bij

de classificatie wordt tabel 4 gehanteerd. Het beste product bevindt zich altijd in klasse 1. Het allerbeste product is het product met klasse 1a. Onderstaand voorbeeld (tabel 3) verduidelijkt dat er in de klasse 1 ook producten kunnen voorkomen die minder goed scoren in de grondstoffase, productiefase, constructiefase, sloopafvalfase. Door deze nadelige invloed in de overige fasen bevindt dit product zich in de klasse 1d. De totale invloed binnen de overige fasen is -17 in vergelijking met het beste product binnen deze categorie ligt dit een factor tussen 4.73 en 8.17 hoger waardoor de gezondheidsklasse 1d wordt.

Gezondheids-informatie

NIBE gezondheidsklasse:

1 | d

Gebruiksfasen | Overige fasen

- negatieve invloed
+ positieve invloed

	Fysische agentia	Chemische agentia	Biologische agentia	Ergonomie	Veiligheid	Per fase
Grondstoffase	-1	-10				-11
Productiefase		-5				-5
Constructiefase		-1				-1
Gebruiksfasen						0
Sloopafvalfase						0

Totaal gebruiksfasen: 0
Totaal overige fasen: -17

Tabel 3: Voorbeeld gezondheidsklasse NIBE (NIBE, 2015)

Gezondheidsklasse gebruiksfasen	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

Tabel 4: Indeling gezondheidsklassen (NIBE, 2015)

Om de milieu- en gezondheidsinformatie van bouwproducten te verkrijgen, kan met de NIBE-database raadplegen. Deze is gebaseerd op twee methodes. Enerzijds op basis van milieuklassen en schaduwkosten, anderzijds is er de bron2bron-methode.

De eerste methode maakt gebruik van milieuklassen en schaduwkosten. De verschillende milieuklassen in de NIBE-classificatie werden hierboven reeds besproken. Een extra methode om producten te vergelijken is door deze te koppelen aan een milieukost, ook schaduwkost genoemd. Dit zijn theoretische kosten die de maatschappij wil uitgeven aan maatregelen om een milieudoel te bereiken. De grootte van de wegingsfactor wordt bepaald in functie van het belang dat de maatschappij hecht aan een bepaald milieueffect. Er zijn vier hoofdcriteria, nl. de emissies, de uitputting van grondstoffen, het landgebruik en de hinder. Deze worden verder onderverdeeld in milieueffectcategorieën. In tabel 5 worden de verschillende milieueffecten met hun bijhorende equivalente eenheid, opgenomen in de beoordeling, telkens weergegeven.

	Milieueffectcategorie	Equivalent eenheid	Methode	
Emissies	Klimaatsverandering – GWP 100 j.	CO ₂ eq	CML2-baseline	Nationale Milieudatabase
	Aantasting ozonlaag – ODP	CFK-11 eq	CML2-baseline	
	Humane toxiciteit – http	1,4-DCB eq	CML2-baseline	
	Zoetwater aquatische ecotoxiciteit – FAETP	1,4-DCB eq	CML2-baseline	
	Terrestrische ecotoxiciteit – TETP	1,4-DCB eq	CML2-baseline	
	Fotochemische oxydantvorming – POCP	C ₂ H ₂ eq	CML2-baseline	
	Verzuring – AP	SO ₂ eq	CML2-baseline	
	Vermesting – EP	PO ₄ eq	CML2-baseline	
Uitputting grondstoffen	Uitputting abiotische grondstoffen – ADP	Sb eq	CML2-baseline	NIBE
	Uitputting fossiele energiedragers	Sb eq	CML2-baseline	
	Uitputting biotische grondstoffen – BDP	mbp	TWIN	
Landgebruik	Landgebruik	PDF*m2yr	Eco-indicator '99	NIBE
Hinder	Hinder t.g.v. stank	OTV m3	CML2-baseline, inverse OTV	
	Hinder t.g.v. geluid door wegtransport	DALY	Müller-Wenk	
	Hinder t.g.v. geluid door productieprocessen	mbp	TWIN	
	Hinder t.g.v. licht	mbp	TWIN	
	Hinder t.g.v. kans op calamiteiten	mbp	TWIN	

Tabel 5: Milieueffectcategorie NIBE-classificatie (NIBE, 2015)

De tweede methode is de bron2bron methode. De Bron2Bron-indicator, kortweg B2B, geeft weer in welke mate een bouwproduct voldoet aan het cradle-to-cradleprincipe. Binnen het cradle-to-cradleprincipe is, zoals reeds beschreven in hoofdstuk 2.2.2, de materialenkringloop volledig gesloten. De B2B-factor is in 2011 ingevoerd in de NIBE-databank. Deze factor is opgebouwd uit vier verschillende factoren nl. materiaalgezondheid, materiaalhergebruik, gebruik duurzame energie en verantwoord watergebruik. Elk van deze factoren wordt uitgedrukt in een percentage dat aangeeft in welke mate het product aan het B2B-criterium voldoet. De berekening van de B2B-factor is gebaseerd op dezelfde criteria als het cradle-to-cradleprincipe. De vier factoren worden hieronder kort toegelicht.



Figuur 11: Bron2bron (NIBE, 2015)

1. Materiaalgezondheid

Het percentage van deze factor is gebaseerd op de aanwezigheid van bepaalde schadelijke stoffen. Deze gegevens zijn afkomstig uit een LCA van het product. Enerzijds wordt er gekeken naar deze stoffen in het eindproduct, maar anderzijds ook of deze stoffen aanwezig zijn binnen de verschillende productieprocessen. Volgende stoffen worden opgenomen binnen deze analyse: x-lijststoffen, gehalogeneerde koolwaterstoffen, zware metalen en vluchtige organische stoffen. De oorsprong van het hout wordt, indien van toepassing, ook verrekend in deze factor. Hierbij kan het hout illegaal gekapt zijn of afkomstig zijn uit duurzaam beheerde bossen.

2. Materiaalhergebruik

Deze factor geeft de hoeveelheid recyclage weer in een percentage. De hoeveelheid gerecycleerd materiaal dat gebruikt wordt bij de productie van het materiaal wordt voor één derde meegenomen in dit percentage. De overige twee derde omvat de hoeveelheid van het product dat gerecycleerd kan worden aan het einde van zijn levensfase. Materialen die blijven groeien, zoals hout bijvoorbeeld, worden beschouwd als gerecycleerd materiaal.

3. Gebruik duurzame energie

Deze factor geeft de verhouding weer tussen groene stroom en niet-groene stroom. Groene stroom is afkomstig van wind- en zonne-energie, energie opgewekt door waterkracht, energie uit biomassa en geothermische energie. Dit percentage stijgt naargelang er een hoger aandeel groene stroom gebruikt wordt.

4. Verantwoord Waterbeheer

De factor omvat de waterverontreiniging ten gevolge van een product gedurende het volledige productieproces in relatie tot andere materialen (NIBE, 2015).

DUBOkeurproducten

Binnen elk onderdeel in de NIBE-classificatie worden DUBOkeurproducten voorgesteld voor een milieuvriendelijkere keuze van materialen. Deze producten geven voordelen voor zowel de fabrikanten als het bouwteam en de klant. DUBOkeur is ontwikkeld om de milieuvriendelijkheid van materialen onderling te vergelijken. Enkel producten die het best scoren op milieu- en gezondheidsaspecten komen in aanmerking voor een DUBOkeurkenmerk. Deze producten moeten zich bevinden in de milieuklassen 1 of 2.

Fabrikanten:

Producenten krijgen een DUBOkeurlabel wat duidelijk maakt dat het product milieutechnisch beter is dan andere producten. DUBOkeur bewijst dat een product duurzaam is.

Bouwteam :

Duurzame kwaliteitseisen kunnen opgesteld worden voor het programma van eisen.

Tweejaarlijkse hercertificering zorgt voor actuele informatie over het product en helpt bij de keuze van materialen tijdens de bouwfase. Er is een garantie voor gezonde bouwmaterialen zonder schadelijke effecten (Dubokeur, 2014).

2.4 Milieu-impact op elementniveau

Door verschillende materialen samen te voegen, bekomt men een element. Een duidelijk voorbeeld is een spouwmuur, bestaande uit een snelbouw- en gevelsteen gescheiden door isolatiepanelen. Op elementniveau zijn er ook verschillende beoordelingssystemen beschikbaar waarvan enkele hieronder verder worden toegelicht.

2.4.1 MMG

De milieuprestatie van een gebouw wordt onder meer bepaald door de keuze van bouwmaterialen en de manier waarop deze materialen worden toegepast in gebouwelementen. Bouwen, renoveren en onderhoud zijn verantwoordelijk voor 40% van de grondstofconsumptie. Voor een typische Belgische woning gebouwd voor 2001 bedragen de milieukosten tot 30% van de hele levenscyclus. Indien er vooruit gekeken wordt op de toekomst gaat dit percentage enkel stijgen door de opkomst van lage-energiewoningen. Dit heeft de aanleiding gegeven om de MMG-bepalingsmethode te ontwikkelen. Deze methode is gebaseerd op de LCA en brengt Belgische data in rekening over transport, energie, constructie en afval. De gekozen milieu-indicatoren zijn gebaseerd op de Europese normering CEN TC 350. Naast de zeven CEN impactcategorieën worden er ook zeven CEN+- indicatoren opgenomen. Er werd reeds een databank gemaakt waarin 115 elementvarianten die frequent voorkomen in België zijn opgenomen. De elementvarianten zijn opgebouwd uit materialen en verwerkte materialen, beoordeeld conform het MMG- model.

Deze methode is vooralsnog enkel beschikbaar voor gebouwelementen, maar men is volop bezig met de ontwikkeling van een beoordelingsmethode op gebouw- en wijkniveau.

Toekomstgericht wordt er binnen deze methode een continue update geïmplementeerd naargelang de aanpassingen binnen de Europese normering. Verder komt er toekomstgericht een samenwerking van de Belgische EPD-database met dit model. Na de volledige ontwikkeling van het MMG-model wordt er een gebruiksvriendelijke tool online geplaatst.

Echter zijn er ook enkele nadelen gekend. Door op elementniveau te werken is de kans groot dat er overlappingen gebeuren tussen elementen onderling. Een keuze die je maakt op één element kan een ander element beïnvloeden. Een tweede nadeel is dat vervangingen van materialen binnen dit model gebeuren in hetzelfde materiaal dan oorspronkelijk ingevoerd. Hierdoor blijft het model niet up-to-date met vernieuwingen. (Servaes, Allacker, & Debacker, 2013)

2.5 Milieu-impact op gebouwniveau

Er bestaan ook beoordelingsmethodes om de milieu-impact van gebouwen te bepalen. Enkele voorbeelden hiervan zijn: Greencalc+, MRPI Freetool, Elodie en Eco-Bat.

Milieu Index Gebouw		MIG
nauwkeurigheid oplevering ± .. %
minder milieubelastend		
A		≥ 234
B		≥ 216
C		≥ 198
norm anno 2007	D	163-197
	E	≤ 162
	F	≤ 144
	G	≤ 126
meer milieubelastend		
Milieu Index Bedrijfsvoering	materiaal energie water	ABCDEFG
MIB	...	ABCDEFG

Greencalc+ (1996) is een tool die de mogelijkheid geeft om de milieu-impact van een gebouw en een wijk te bepalen. Dit rekenmodel geeft de milieuprestatie van een gebouw weer in één cijfer. Binnen deze milieu-index-gebouw (MIG) wordt de duurzaamheid van het gebouw uitgedrukt aan de hand van de thema's energie, materiaal en water. De MIG geeft aan hoeveel het beoordeelde gebouw beter of slechter is dan een standaard gebouw in 1990. Hoe hoger de MIG-factor, hoe hoger de duurzaamheid. Figuur 12 geeft de zeven klassen weer gaande van A tot G, gerelateerd aan de MIG-factor. GreenCalc+ is niet voor alle gebouwtypes mogelijk. De tool is gratis te raadplegen, maar ondertussen is de ontwikkeling van Greencalc+ ook stopgezet.

Figuur 12: Milieu-index gebouw (GreenCalc, 2014)



Figuur 13: Eco-bat (eco-bat, 2012)

Eco-bat (Zwitserland) geeft de mogelijkheid om een gebouw te modelleren en de milieubalans te berekenen gedurende de volledige levenscyclus. Echter is een energiebeoordeling van de levenscyclus de hoofdzaak van deze tool. De milieu-impact wordt berekend aan de hand

van volgende vijf indicatoren:

- Non renewable Energy (NRE)
Dit is de gebruikte hoeveelheid niet-hernieuwbare energie gedurende de volledige levenscyclus van het gebouw.
- Global Warming Potential (GWP)
Binnen deze indicator wordt er gekeken naar welke gassen een invloed hebben op het broeikaseffect.
- Potentiële verzuring (PV)
Deze indicator geeft de emissies van gassen die een invloed hebben op de vorming van zure regen. Er wordt gekeken naar het effect op planten, water en levende organismen.
- Photochemical Ozone Creation Potential (POCP)
Deze indicator geeft de hoeveelheid van stoffen weer die zorgen voor de vorming van ozon.
- Umwelt Belastung Punkten (UBP)
De milieubelasting uit het gebruik van energiebronnen en zoet water wordt berekend waarbij er rekening wordt gehouden met emissies in de lucht en de verwijdering van afval.

Deze software is gratis te raadplegen voor basisinformatie en betalend voor een gedetailleerde resultaatgeving (eco-bat, 2012).



Elodie (Frankrijk 2006) is een software waarmee de levenscyclus van het gebouw berekend kan worden en de resultaten kunnen vergeleken worden met een referentiegebouw. Deze software is betalend en werkt met producten die zijn opgenomen in de INIES-database.

Figuur 14: Elodie (CSTB, 2013)

Tabel 6 is een samenvattende tabel voor het bepalen van de duurzaamheid op gebouwniveau in België en buurlanden. Deze methodes hebben een grotere scope. Ze focussen zich niet alleen op duurzaam materiaalgebruik, maar nemen meerdere duurzaamheidsaspecten als energie, gezondheid, comfort en waarde mee in hun berekening (CSTB, 2013).

Het meest gebruikte duurzaamheidskeurmerk op gebouwniveau ter wereld is BREEAM, afkomstig van het Verenigd Koninkrijk. Ongeveer 80% van de markt van gecertificeerde commerciële gebouwen behoort tot BREEAM. Dit hoge percentage is te verklaren omdat BREEAM een uitgebreid beoordelings- en ratingsinstrument is voor duurzaamheid. Welgekende alternatieven uit de buurlanden zijn Valideo (BE), GPR Gebouw (NL), DGNB (DE) en HQE (FR), die allemaal zijn gebaseerd op hetzelfde principe. Het gebouw wordt onderworpen aan een multicriteria-evaluatie bestaande uit verschillende rubrieken zoals energie, water, onderhoud, gezondheid, gebruikskwaliteit, materiaal, etc. Op elk van deze categorieën wordt een individuele score behaald die vervolgens wordt vermenigvuldigd met wegingsfactoren. Deze worden opgeteld tot een uiteindelijke totaalpercentage. Het gebouw behaalt zo al dan niet een duurzaamheidslabel. Het grote nadeel is dat binnen al deze methodes onderling verschillende thema's en indicatoren worden gebruikt. Hierdoor is er geen vergelijking tussen de methodes mogelijk (Dr. Janssen, 2013-2014).

Land	België	Nederland	Duitsland	Frankrijk
Evaluatietool	Valideo	GPR Gebouw (Gemeentelijke Praktijk Richtlijn Gebouw)	DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen)	HQE (Haute Qualité Environnementale)
Evaluatie	Multi-criteria met 4 thema's en 16 rubrieken	Multi-criteria met 5 modules	Multi-criteria 6 topics met 49 criteria	Multi-criteria met 14 streefdoelen
Criteria	<p><i>Impact van het gebouw op de externe omgeving:</i></p> <p>Site en constructie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Impact site - Werf - Materialen - Aanpasbaarheid <p>Beheer:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Energie - Water - Onderhoud - Afval <p><i>Impact van het gebouw op de gebruikers en hun welzijn:</i></p> <p>Sociale waarde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gebruikskwaliteit - Toegankelijkheid - Mobiliteit - Inbraakveiligheid <p>Comfort:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hygrothermisch comfort - Visueel comfort - Akoestisch comfort - Gezondheid 	<ul style="list-style-type: none"> - Energie <ul style="list-style-type: none"> o Energieprestatie o Aanvullende energiemaatregelen - Milieu <ul style="list-style-type: none"> o Materiaal o Water o Milieuzorg - Gezondheid <ul style="list-style-type: none"> o Geluid o Luchtkwaliteit o Thermisch comfort o Licht en visueel comfort - Gebruikskwaliteit <ul style="list-style-type: none"> o Toegankelijkheid o Functionaliteit o Technische kwaliteit o Sociale veiligheid - Toekomstwaarde <ul style="list-style-type: none"> o Toekomstgerichte voorzieningen o Flexibiliteit o Belevingswaarde 	<ul style="list-style-type: none"> - Ecological quality - Economical quality - Social quality - Technical quality - Quality of the Process - Quality of the Location 	<ul style="list-style-type: none"> - Relation du bâtiment avec son environnement immédiat - Choix intègre des produits, systèmes et procédés de construction - Chantier à faible impact environnemental - Gestion de l'énergie - Gestion de l'eau - Gestion des déchets d'activités - Maintenance – performance environnementales - Confort hygrothermique - Confort acoustique - Confort visuel - Confort olfactif - Qualité sanitaire des espaces - Qualité sanitaire de l'air - Qualité sanitaire de l'eau
Label / certificaat / score	A t.e.m. D (slecht) Eindscore op 100	Duurzaamheidslabel met: - 5 te behalen sterren - Energielabel A tot G - Score op 10 (elke module)	- Totalscore [%] Graad 1 t.e.m. 5 Goud, zilver of brons	- 3 prestatieniveaus: Basis, performant of zeer performant

Tabel 6: Gebouwbeoordelingsinstrumenten buurlanden

3 Enquêtes

3.1 Algemene achtergrondinformatie: bouwpraktijk in België

De Belgische bouwcontext wordt getypeerd door de bouw van eengezinswoningen waar particuliere bouwheren doorgaans met hun eigen aannemer bouwen, die op zijn beurt werkt met onderaannemers via een onderaannemingscontract (zelfstandige overeenkomst tussen hoofd- en onderaannemer). In de bouwsector is beroep doen op een of meerdere onderaannemers altijd toegestaan¹. De hoofdaannemer krijgt in deze relatie de rol van opdrachtgever, waarbij hij de werkzaamheden van de onderaannemer mogelijk maakt en vergemakkelijkt en hem de uitgevoerde werken betaalt en oplevert (Agentschap ondernemen, 2014).

Het bouwteam, dat de realisatie van de woningen waarmaakt, bestaat uit een bouwheer, een architect, een ingenieur, een veiligheidscoördinator, een EPB-verslaggever en een aannemer. De bouwheer geeft de opdracht en bekostigt het hele bouwproject. De architect is een verplichte deelnemer aan het bouwproces voor het verkrijgen van een bouwvergunning. Deze wordt aangevraagd met inlevering van het voorontwerp volgens een bepaald concept. Na overleg met de klant wordt er een definitief ontwerp uitgewerkt dat gedetailleerd wordt besproken met de EPB-verslaggever en de ingenieur. Sinds 1 januari 2006 moeten woningen bij aanvraag van de bouwkundige vergunning om te bouwen of verbouwen, voldoen aan bepaalde minimumvereisten voor thermische isolatie, energieprestatie en een gezond binnenklimaat. De EPB-verslaggever berekent of er aan deze eisen wordt voldaan. Een ingenieur berekent de volledige structuurstabiliteit van de woning en controleert op deze manier of de visie van de architect in realiteit kan gebracht worden. Vervolgens zal het ontwerp in uitvoering gaan. Hierbij wordt er een hoofdaannemer met eventueel enkele onderaannemers betrokken. De aannemer zorgt voor de juiste uitvoering van de werken en dient hierbij gecontroleerd te worden door de architect. Wanneer de werken worden uitgevoerd door meer dan één aannemer, moet er een veiligheidscoördinator worden aangesteld. Hij controleert in hoeverre de veiligheidsmaatregelen worden nageleefd tijdens de uitvoering van de bouwwerken om het risico op ongevallen te verminderen (Vlaanderen, 2014).

In deze thesis ligt de focus op de uitvoeringsfase op de werf waarbij de bouwheer, architect en aannemer de meest betrokken partijen zijn. Zij zijn administratief en juridisch aan elkaar verbonden. De aannemer heeft een contract met de bouwheer. Dit is meestal een resultaatsverbintenis, wat impliceert dat er een absolute noodzaak is een bepaald resultaat te bereiken. Dit wordt opgenomen in contractuele verplichtingen.

De bouwheer en architect zijn juridisch met elkaar verbonden via een middelenverbintenis. Dit is een verbintenis die de architect ertoe verplicht de nodige inspanningen te leveren, door naleven van de regels van goede praktijk en toepassen van zijn kennis, met de bedoeling een gewenst resultaat te bereiken.

Voor de bouwheer is het belangrijk een onderscheid te stellen tussen beiden. Wanneer hij geconfronteerd wordt bij het voordoen van een geschil, is er tussen beiden een andere wijze van bewijslevering. Bij een middelenverbintenis zal de schuldeiser het bewijs moeten leveren van de fout, terwijl bij een resultaatsverbintenis de schuldenaar een fout begaat bij het niet bereiken van het beoogde resultaat (Orde van architecten, 2014).

¹Bij overheidswerken moeten zowel hoofd- als onderaannemer voldoen aan bepaalde voorwaarden. Hiervoor wordt verwezen naar de erkenning van de (onder)aannemer.

Een cruciale stap in het bouwproces is de oplevering, die opgedeeld kan worden in de voorlopige en de definitieve oplevering. De voorlopige oplevering is het einde van de uitvoeringsfase. De bouwheer overloopt in deze fase de woning met de architect en controleert op eventuele zichtbare gebreken. Indien deze zich voordoen, krijgt de aannemer tijd om deze te herstellen. Daarnaast is er, minstens één jaar na de voorlopige oplevering, de definitieve oplevering. De aannemer geeft hierbij aan dat hij alle opgestelde gebreken heeft opgelost. De bouwheer erkent dat het project ten einde is en dat de uitvoering voldoet aan de vooropgestelde bouwplannen en regels uit het lastenboek.

Na de definitieve oplevering zijn zowel architect als aannemer tien jaar aansprakelijk voor alle zichtbare en onzichtbare gebreken van een bouwwerk. De aansprakelijkheid van de architect beperkt zich tot conceptiefouten en fouten in de controle van het werk. De aannemer is aansprakelijk voor de uitvoering van het werk (Economie, 2010).

Om overheidsopdrachten te kunnen en mogen uitvoeren, moet de aannemer aan enkele vereisten voldoen voor het verkrijgen van een erkenning. Deze vereisten worden onderzocht door de FOD Economie. Daar wordt de technische bekwaamheid, financiële draagkracht en professionele integriteit van de aannemer gecontroleerd. De erkenning geeft enerzijds het bewijs dat de aannemer aan deze voorwaarden voldoet. Anderzijds geeft deze het vertrouwen aan de aanbestedende overheid het project te realiseren met een goede en degelijke uitvoering van de werkzaamheden.

De aard en moeilijkheidsgraad van overheidswerken verschilt. Ze worden opgedeeld in bepaalde categorieën met bijhorende subcategorieën. Een lijst hiervan is bijgevoegd in bijlage 1. Deze (sub)categorieën worden op hun beurt ingedeeld in acht klassen (tabel 7).

Klasse	Bedrag
1	tot 135 000 EUR
2	tot 275 000 EUR
3	tot 500 000 EUR
4	tot 900 000 EUR
5	tot 1 810 000 EUR
6	tot 3 225 000 EUR
7	tot 5 330 000 EUR
8	meer dan 5 330 000 EUR

Tabel 7: Indeling klassen overheidsopdrachten

Een aannemer met een erkenning in klasse 3 met subcategorie D8 mag enkel dakbedekkingen in asfaltproducten (of gelijkaardige) en dichtingswerken uitvoeren tot 500 000 EUR.

Voor start-upondernemingen is het moeilijk om goede referenties voor te leggen. Toch maakt de overheid het voor hen mogelijk om in te stappen. Dit gebeurt onder voorlopige erkenning waarbij er een deel voorwaarden versoepeld worden. De totale omzet moet niet worden bewezen en er dienen geen werkreferenties voorgelegd te worden (Economie, 2010).

3.2 Methodologie

Voor dit onderzoek werden 9 totaalaannemers op willekeurige wijze gekozen, verspreid over Vlaanderen. Ze werden telefonisch gecontacteerd om een plaatsbezoek op de werf in te plannen. Voorafgaand aan het onderzoek werden de aannemers duidelijk op de hoogte gebracht van de anonimiteit van het onderzoek, en van het feit dat de koppeling tussen de resultaten en hun identiteit enkel voor intern onderzoek zal worden gebruikt.

De enquête werd, voorafgaande aan het interview, schriftelijk ingevuld door de aannemers. De vragenlijst van de enquête is terug te vinden in bijlage 4. Voor de profielschets wordt er enerzijds gebaseerd op de verkregen achtergrondinfo uit de afgelegde enquêtes en anderzijds door hoe ze zichzelf profileren op hun eigen website.

In de vragenlijst werd ook reeds gepolst naar de categorieën van materialen binnen een gebouw waarop de aannemer nog invloed heeft tijdens de constructiefase. Hierop zal specifiekere worden ingegaan tijdens de bespreking van de interviewresultaten (Hoofdstuk 4).

Via de enquêtes werden er cijfermatige gegevens verzameld. Het is een kwantitatief onderzoek.

3.3 Algemeen profiel aannemers

Via de vragenlijst worden in eerste instantie algemene gegevens van de totaalaannemer verzameld, om zo een duidelijk profiel van de aannemer te verkrijgen. Aan de andere kant krijgt de aannemer ook meteen een duidelijk idee wat de bedoeling is van het achterliggende onderzoek. Er wordt gevraagd naar zijn leeftijd, opleiding, eventuele bijscholing, activiteit in de bouw, grootte van zijn bedrijf, etc. Ook de verhoudingen waarin bepaalde types van projecten voorkomen in de praktijk alsook de verschillende constructietypes voor nieuwbouwwoningen worden bevraagd. Hieronder worden de negen geïnterviewde aannemers voorgesteld.

De eerste geïnterviewde aannemer is de zaakvoerder van een bouwbedrijf gevestigd te Oost-Vlaanderen. Het is een 39-jarige man, afgestudeerd als graduaat bouwkunde en actief in de bouwpraktijk sinds 1997. Gedurende zijn carrière volgde hij extra bijscholingen bij de fabrikant van door hem vaak gebruikte bouwmaterialen. Zo vergaarde hij praktische, vakspecifieke en uitvoeringsgerichte kennis naar luchtdichtheid en dakbedekking toe. Zijn bedrijf telt zes personen. Het is een klasse 2-aannemer met een jaarlijkse omzet van 750 000 EUR.

Zijn bedrijf specialiseert zich in maatwerkbouwprojecten in houtskeletbouw. Het bedrijf spitst zich voornamelijk toe op particuliere woningbouw, maar ook appartementen, sociale woningbouw en kantoorgebouwen krijgen een beperkte aandacht. Energiezuinig bouwen staat centraal en daarom wordt er exclusief gekozen voor materialen die uitblinken in energieprestatie. Door het gebruik van energiezuinige bouwmaterialen wordt zo gedacht aan bijkomende energiebesparende maatregelen voor ieder bouwproject. Het bedrijf houdt bovendien rekening met zijn ecologische voetafdruk, en vindt het essentieel om bij te dragen aan de bescherming van het milieu.

De tweede aannemer is actief in West-Vlaanderen. Na zijn bouwopleiding en verschillende specialisatiejaren nam hij het truweel in eigen handen en besloot als zelfstandige in de sporen van zijn vader te treden. Hij richtte zijn eigen bedrijf op en spitst zich toe op het realiseren van nieuwbouw, voornamelijk eengezinswoningen. Ook renovaties en vloeren komen soms aan bod. Het interview werd afgenomen van de zaakvoerder. Hij is een 33-jarige totaalaannemer met een secundair diploma. Tot op heden volgde hij één bijscholing bij de fabrikant Tridex. Zij produceren een

duurzame EPDM-rubber, die wordt gebruikt voor de waterdichte afdichting van daken. Als zaakvoerder leidt hij een bedrijf met twee personen en bijkomend enkele personen die op zelfstandige basis werken. Jaarlijks wordt er een omzet van 150 000 euro gerealiseerd. Hij bevindt zich in klasse 2 voor overheidsprojecten. Dit bedrijf legt de focus volledig bij particuliere woningbouw met ervaring in verschillende constructietypes. Van de uitgevoerde projecten is 70% traditioneel, terwijl de andere 30% wordt ingevuld door betonwoningen.

De derde aannemer bevindt zich in de provincie Antwerpen. Deze aannemer is geregistreerd als energiebewuste aannemer in Vlaanderen. Aannemers die dit label dragen tonen aan hun klanten dat ze een bijscholing volgden in energiebewust (ver)bouwen. Dit kwaliteitslabel wordt toegekend door de Bouwunie. Samen met aannemer 9 zijn zij de enige twee die dit label bemachtigden.

Dit bedrijf is actief in nieuwbouw en renovatie met een duidelijke focus op energie. Het zwaartepunt ligt daarbij niet enkel op energiebewust bouwen, maar ook op de realisatie van duurzame woningen. Energiezuinig bouwen wordt door hen beschreven met tal van voordelen zoals stijgende waarde van de woning, krimpende energiefactuur en dus een extra budget in de portemonnee. Het scheidt gezondere woonruimtes en verkleint de milieu-impact.

Binnen deze onderneming werd een interview met de zaakvoerder afgenomen. Hij is een 59-jarige man met een ASO-opleiding in beroepspraktijk. Bijscholingen waren een maandelijks bezigheid, en variëren van opleidingen bij fabrikanten tot opleidingen binnen de bouwunie en de EPB-regelgeving. Als zaakvoerder leidt hij een bedrijf met vier personen met een jaarlijkse omzet van 450 000 euro. Dit bedrijf heeft geen aannemingsklasse omdat er geen overheidsprojecten worden uitgevoerd. De focus ligt op de realisatie van particuliere woningen, waarvan 95% traditioneel en 5% houtskeletbouw, die een energiezuinig en milieuvriendelijk resultaat geeft. Deze bouwmethode zorgt voor een snelle realisatie.

De vierde aannemer is actief in de provincie Vlaams-Brabant. Het is een kleine bouwonderneming, opgericht in 2001. De zaakvoerder, zelfwerkend aannemer, heeft 25 jaar ervaring in de ruwbouwsector en heeft twee werknemers in dienst. Ze bouwen in verschillende bouwstijlen zoals eigentijds, modern, pastoorij en bungalow en zijn gespecialiseerd in het lijmen van gevelsteen. Binnen deze onderneming werd een interview van de zaakvoerder afgenomen. Hij is een 46-jarige man met opleiding automechanica. Om zijn kennis in de bouwwereld te vergaren, volgde hij een bijscholing in het centrum voor volwassenonderwijs. Momenteel wil hij zijn ervaring en kennis overbrengen naar jongeren en volgt hij een opleiding praktijkleerkracht in de bouw. Als zaakvoerder van dit bedrijf is hij een klasse 5-aannemer bij de realisatie van overheidsprojecten. Deze aannemer is enkel actief in de particuliere woningbouw, gezet volgens de traditionele bouwtechnieken met aandacht voor duurzaam bouwen.

De vijfde aannemer is actief in de provincie Limburg. Via een kennis kwam hij in contact met een aannemer (eenmanszaak) die actief is in de bouw sinds 1982. In 2004 richtten ze samen een nieuwe bvba op: een flexibel bouwbedrijf dat dicht bij de klant staat. Het bedrijf is gespecialiseerd in particuliere woningen, villa's, appartementen, winkels, handelsruimten, renovaties en verbouwingen. Ook hier werd een interview met de zaakvoerder afgenomen. Hij is een 51-jarige man, opgeleid in de technische houtbewerking. Aan bijscholing werd niet veel aandacht besteed, maar toch heeft hij een extra opleiding bedrijfsbeheer gevolgd. Als zaakvoerder leidt hij een bedrijf bestaande uit tien personen met een jaarlijks omzet van 1,1 miljoen euro. Recent werd klasse 1 aangevraagd voor de realisatie van overheidsprojecten. Dit bedrijf is voor 40% bezig met particuliere woningbouw en voor

60% met de bouw van appartementen. Hoofdzakelijk wordt het traditionele constructietype toegepast, maar uitzonderlijk wordt er ook staalbouw gebouwd.

De zesde aannemer doet zaken in de provincie Vlaams-Brabant. Deze aannemer realiseert particuliere woningen, appartementen en renovatieprojecten.

Binnen deze bouwonderneming werd een interview met de zaakvoerder afgenomen. Dit is een 45-jarige man met een diploma industrieel ingenieur elektromechanica. Aan bijscholing wordt geen aandacht besteed. Als zaakvoerder leidt hij een bedrijf van twaalf personen dat actief is als klasse 5-aannemer binnen overheidsprojecten. De activiteiten bestaan voor 50% uit appartementen en voor 40% uit particuliere woningbouw. De overige 10% wordt besteed aan kantoorgebouwen. Traditionele constructietypes worden voor 80% toegepast binnen dit bedrijf. De overige 20% wordt gelijkmatig verdeeld tussen houtskeletbouw en betonwoningen.

De zevende aannemer besloot zijn zaak op te starten in de provincie Limburg. Dit bouwbedrijf bestaat al drie generaties lang en werd gesticht in de jaren 1925-1930. Deze aannemer, zaakvoerder sinds 1995, werkt nauw samen met zowel klant als architect. De aannemer garandeert het gebruik van de beste materialen en bouwleveranciers om de klanten zo een levenslange garantie te kunnen bieden. Aangezien producten constant evolueren probeert deze aannemer up-to-date te blijven met deze nieuwe producten.

Binnen deze onderneming werd een interview met de zaakvoerder afgenomen. Dit is een 50-jarige man met een diploma industrieel ingenieur bouwkunde. Deze aannemer heeft geen specifieke bijscholingen gedaan in de bouw, maar heeft wel een diploma als veiligheidscoördinator en boekhouder. Als zaakvoerder leidt hij een bedrijf van vijf personen dat een jaarlijkse omzet draait van 500 000 euro en actief is als klasse 3-aannemer binnen overheidsprojecten. Het type projecten dat gerealiseerd wordt in de praktijk beperkt zich voor 40% tot particuliere woningen en voor 60% tot appartementen. Alle woningen worden gerealiseerd volgens het traditionele constructietype.

De achtste aannemer verzorgt bouwprojecten in de provincie Antwerpen. Deze aannemer is gespecialiseerd in zowel nieuwbouw- als renovatieprojecten. Binnen elk project werken zij met duurzame kwaliteitsmaterialen en leggen ze extra nadruk op het correct plaatsen van isolatie. Zo wordt elke woning luchtdicht afgewerkt. Ecologisch bouwen is noodzakelijk voor het milieu, maar ook belangrijk voor de toekomst van de onderneming.

Binnen deze onderneming werd een interview met de zaakvoerder afgenomen. Dit is een 32-jarige man met een secundair diploma. Via de VDAB volgde hij 12 jaar geleden een opleiding voor aannemer in de bouw waarna hij stage volgde bij een totaalaannemer. Hier haalde hij de nodige ervaring zodat hij in 2012 zelfstandig kon beginnen. Als zaakvoerder leidt hij een bedrijf van drie personen. Hoofdzakelijk worden er particuliere woningen gerealiseerd, maar hiernaast realiseert hij ook appartementen, kantoorgebouwen en commerciële gebouwen. Het traditioneel constructietype wordt meestal toegepast, maar naargelang de wensen van de klant kunnen er ook betonwoningen worden uitgevoerd.

De negende aannemer is actief in Limburg. Het gaat om een jong en dynamisch bedrijf dat zich enkel beperkt tot het bouwen van passiefwoningen in houtskeletbouw en het renoveren van bestaande woningen tot lage-energiewoningen. De keuze van materialen ondergaat een grote selectie waardoor een zeer goede kwaliteit gegarandeerd kan worden. Het bedrijf wordt versterkt door enkele onderaannemers die ook gespecialiseerd zijn in de passief- en houtskeletbouw.

Binnen deze onderneming werd een interview met de zaakvoerder afgenomen. Dit is een 34-jarige man met een bachelordiploma houtbewerking. Deze aannemer behoort tot de beperkte groep van

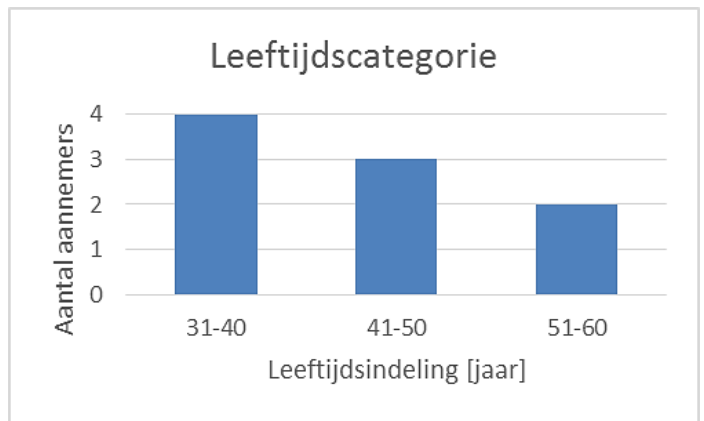
energiebewuste aannemers in Vlaanderen, waarvoor hij korte opleidingen heeft gevolgd. Het aantal bouwbedrijven dat effectief het label energiebewuste aannemer heeft, beperkt zich tot 104 (Bouwunie, 2015). Er zijn echter veel meer bedrijven die de principes van energiebewust (ver)bouwen kennen, maar deze zijn moeilijk te detecteren. Daarnaast zijn er ook BEN-aannemers. Voor het verkrijgen van dit label, wordt de aannemer niet belast met testen of andere voorwaarden. Een engagementsverklaring volstaat (Vlaanderen, 2015).

Bij aannemer 9 ontbreekt de interesse in bijscholingen van fabrikanten zoals EPDM zeker niet. Verder volgt hij bijscholingen over houtskeletbouw en luchtdichtheid op de voet. Momenteel is deze aannemer enkel zelf actief als zaakvoerder binnen zijn bedrijf, maar toekomstgericht is het de bedoeling om enkele mensen in dienst te nemen en zo niet enkel afhankelijk te zijn van onderaannemers. Zijn jaarlijkse omzet wordt op 300 000 euro geschat en hij heeft geen klasse voor openbare werken. Het type projecten dat gerealiseerd wordt in de praktijk is 100% particuliere woningen, allen in houtskeletbouw.

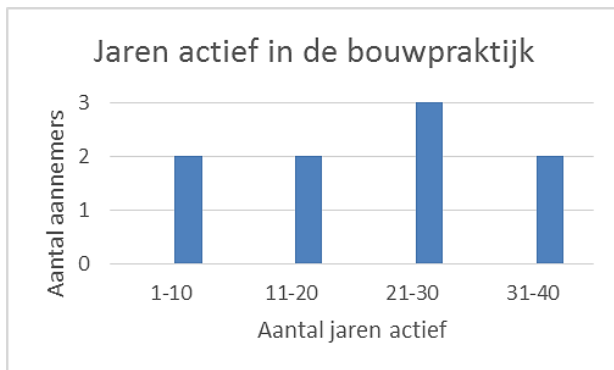
Figuren 15-18 geven een duidelijk beeld van het profiel van de geïnterviewde aannemers.



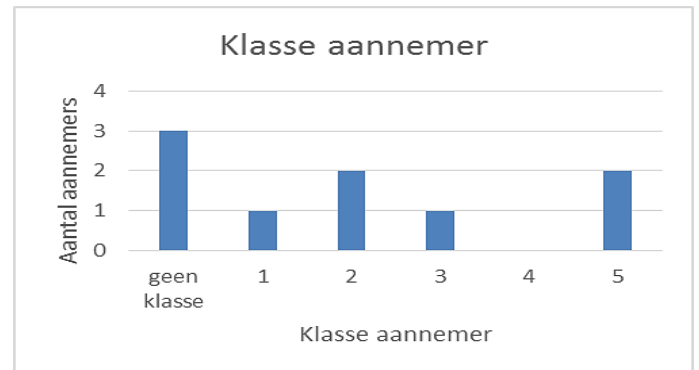
Figuur 16: Jaarlijkse omzet geïnterviewde aannemers



Figuur 15: Leeftijdscategorie geïnterviewde aannemers

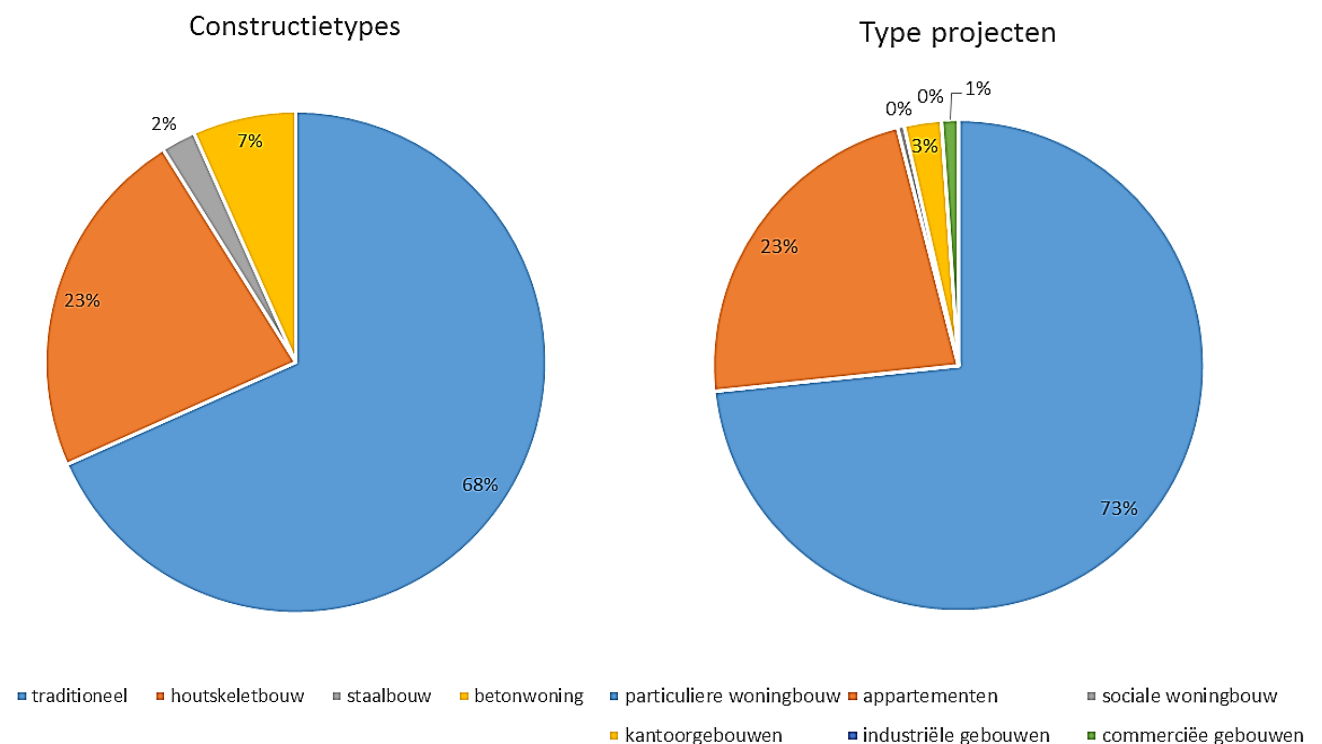


Figuur 18: Jaren ervaring in bouwpraktijk



Figuur 17: Klasse geïnterviewde aannemers

In figuur 19 en 20 worden het type projecten weergegeven die de geïnterviewde aannemers doorgaans aannemen. Het onderzoek legt de focus op eengezinswoningen. Uit figuur 20, die het gemiddelde van alle ondervraagde aannemers weergeeft, kan worden afgeleid dat de lukraak gekozen aannemers hieraan voldoen aangezien deze voor 73% bezig zijn in de particuliere woningbouw. De aannemer probeert echter wel een groter marktsegment te veroveren door zich flexibel op te stellen en ook projecten in de appartementsbouw aan te nemen. Van de geïnterviewde aannemers opteren 68% voor het traditionele constructietype en 23% voor houtskeletbouw. Ook de 7% betonwoningen en 2% staalbouw krijgen een beperkte aandacht (figuur 19).



Figuur 19: Constructietypes geïnterviewde aannemers

Figuur 20: Type projecten geïnterviewde aannemers

In tabel 8 wordt een overzicht gegeven van het achtergrondprofiel van de verschillende aannemers.

Wat de percentages van de individuele aannemers betreft, kan worden geconcludeerd dat de percentages enige spreiding vertonen ten opzichte van het gemiddelde. Aannemer 1 en 9 zetten hoofdzakelijk particuliere woningen in houtskeletbouw. Deze twee aannemers halen het percentage van de traditionele constructietype naar beneden. De verdeling van de overige aannemers komt nauw overeen met de gemiddelde waarden die getoond worden in figuren 19 en 20. Slechts twee van de negen aannemers zijn in beperkte mate tewerkgesteld in de staalbouw. Drie van de negen aannemers komen (beperkt) in aanraking met het uitvoeren van een betonwoning. Bij de interpretatie van deze resultaten moet wel steeds in acht genomen worden dat het hier slechts gaat om een kleine steekproef van 9 aannemers in Vlaanderen. Daarom mogen deze cijfers niet zomaar geëxtrapoleerd worden naar de rest van de Vlaamse aannemers. Dit geldt ook voor de bevindingen in de komende paragrafen.

analyse enquetes aannemers		Aannemer 1	Aannemer 2	Aannemer 3	Aannemer 4	Aannemer 5	Aannemer 6	Aannemer 7	Aannemer 8	Aannemer 9
1. Achtergrondinformatie		Man	Man	Man	Man	Man	Man	Man	Man	Man
Geslacht		39	33	59	46	51	45	50	32	34
Leeftijd										
Opleiding		Professionele bachelor bouwkunde	TSO: 4 jaar BSO: 2 jaar	ASO: 6 jaar praktijkopleiding	Auto mechanica	TSO: 6jaar Houtbewerking	Industrieel ingenieur elektromechanica	Industrieel ingenieur bouwkunde	TSO: 6jaar	Bachelor Hout
Bijscholing		Fabrikant: luchtdichtheid, dakbedekking	Fabrikant: Tritex	Fabrikant + Bouwunie EPB	CVO	Avondschool bedrijfsbeheer	/	Veiligheidscoördinator boekhouding	VDAB	Energie bewuste aannemer, EPDM, Luchtdichting, Houtskelbouw
Actief in de bouwpraktijk sinds		1997	2000	1977	1990	1982	1990	1988	2012	2011
Functie binnen bedrijf		Zaakvoerder	Zaakvoerder	Zaakvoerder	Zaakvoerder	Zaakvoerder	Zaakvoerder	Zaakvoerder	Zaakvoerder	Zaakvoerder
Grootte van het bedrijf										
Personen		6	1+ 2zelfstandige	5	3	10	12	5	3	0
Jaarlijkse omzet		750 000	150 000	450 000	/	1,1 miljoen	/	500 000	/	300 000
Klasse aannemer		2	2	/	5	1	5	3	/	/
Type projecten in de praktijk (som 100%)										
Particulier woningbouw		90%	100%	100%	100%	40%	40%	40%	50%	100%
Appartementen		4%				60%	50%	60%	30%	
Sociale woningbouw		4%								
Kantoorgebouwen		2%					10%		10%	
Industriële gebouwen										
Commerciële gebouwen									10%	
Ervaring met volgende constructietypes voor nieuwbouw woningen ? (som 100%)										
Traditioneel			70%	95%	100%	90%	80%	100%	80%	
Houtskelbouw		100%		5%						100%
Staalbouw						10%	10%			
Betonwoning			30%				10%		20%	

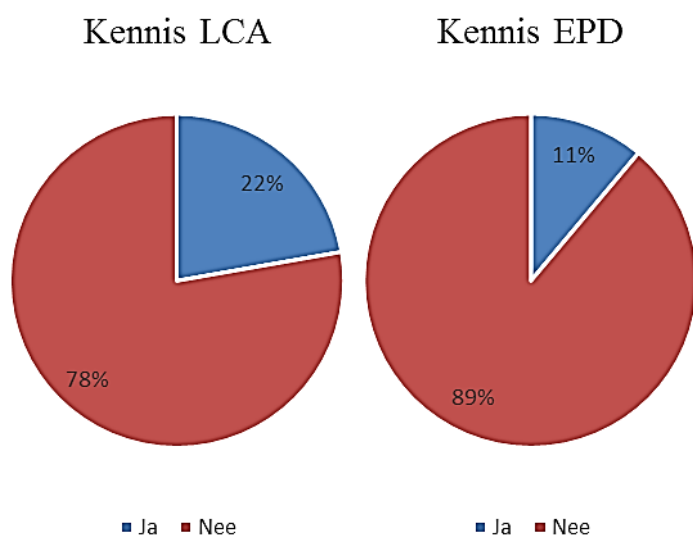
Tabel 8: Achtergrondprofiel aannemers

3.4 Algemene kennis duurzaamheid

Een tweede doel van de enquête is het achterhalen van de achtergrondkennis omtrent duurzaamheid van de betreffende aannemers en in hoeverre zij hiermee bezig zijn in de dagelijkse bouwpraktijk. De resultaten van de vragen rond duurzaamheid zijn terug te vinden in tabel 9 en worden hieronder vraag per vraag verder besproken.

3.4.1 Kennis over EPD en LCA

Figuur 21 en 22 geven de kennis over EPD en LCA weer van de geïnterviewde aannemers. Aan de hand van de ja/nee-vragen “Heeft u al eens gehoord van een environmental product declaration (EPD)?” en “Heeft u al eens gehoord van Life Cycle Assessment / Life Cycle Analysis (LCA)?” werd hun kennis getest.



Figuur 22: Kennis LCA

Figuur 21: Kennis EPD

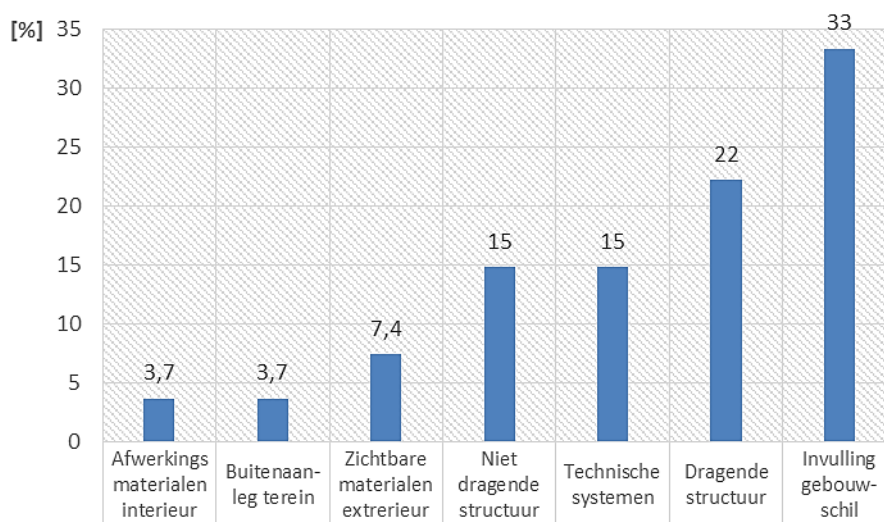
Uit deze resultaten kan geconcludeerd worden dat het EPD-gebeuren totaal onbekend is voor de kleinere aannemers in Vlaanderen. Acht van de negen geïnterviewde aannemers hebben hiervan zelfs nog nooit gehoord. Dit is duidelijk te zien in figuur 22. De overige aannemer kent alleen de naam EPD, maar kan er geen verdere betekenis aan geven. Hier kan in vraag gesteld worden of hij het begrip dan ook echt kent. De onwetendheid is te verklaren doordat EPD een relatief nieuw gegeven is in België en het enkel verplicht is sinds januari 2015 een EPD-fiche te hebben indien de fabrikant een duurzaamheidslabel wil op zijn product. Een EPD-fiche is ook vrij moeilijk te interpreteren, waardoor het de vraag blijft of een EPD het geschikte communicatiemiddel is naar aannemers toe omtrent de milieuvriendelijkheid van (bouw)materialen. Over het algemeen kan gesteld worden dat de aannemers de EPD (nog) niet gebruiken om materialen te selecteren.

Voor LCA zijn de cijfers niet veel beter. Een levenscyclusanalyse is gekend bij twee van de geïnterviewde aannemers zoals weergegeven in figuur 21. Deze aannemers zijn relatief jong ten opzichte van de andere aannemers. Mogelijk hebben zij deze kennis vergaard via hun opleiding. Dit blijkt ook zo bij het screenen van hun website. Ze leggen meer nadruk op duurzaam materiaalgebruik en de impact hiervan op het milieu.

3.5 Algemene materiaalkeuzes

Als laatste onderdeel binnen de enquête wordt er gekeken naar materialen waarop de aannemer invloed heeft tijdens de constructiefase. “Op welke materiaal-invullingen heeft u als aannemer nog invloed tijdens de constructiefase?” was de meerkeuzevraag die gesteld werd aan de aannemer. De verschillende materialen in een eengezinswoning kunnen opgedeeld worden in onderstaande categorieën, die ook worden meegegeven in de vragenlijst zodat de aannemer enkel zijn keuze moet aanvinken.

- Dragende structuur
- Niet-dragende structuur
- Invulling gebouwschil (isolatie, luchtdichting, waterdichting,...)
- Zichtbare materialen exterieur (gevel, dak, ramen en deuren, ...)
- Afwerkingsmaterialen interieur
- Technische systemen
- Buitenaanleg terrein



Figuur 23: Materiaal categorieën waarbij de aannemer invloed heeft op de materiaalkeuze

Figuur 23 geeft de resultaten van de enquête weer. Hieruit blijkt dat de aannemers het meeste invloed hebben op de invulling van de gebouwschil (33%). Deze categorie bevat isolatie, lucht- en waterdichting van wanden, vloeren en daken. Ook op de dragende structuur heeft de aannemer veel invloed (22%). Er is ook een beperkte invloed op technische systemen (15%) en de niet-dragende structuur (15%). Op zichtbare materialen (zowel binnen voor de afwerking als aan de buitenzijde van het gebouw) hebben ze merkkelijk minder invloed (respectievelijk 3,7% en 3,7%).

Voor de verdere bespreking van het type materialen binnen elke categorie en de beslissingen naar materiaalgebruik wordt verwezen naar hoofdstuk 4.

3.6 Bevindingen

Bij het overlopen van de enquête, waar een algemeen profiel van de aannemer wordt geschetst, kan duidelijk worden vastgesteld dat deze twee jongst geïnterviewde aannemers een actuelere kijk hebben op duurzaamheid. Ze zijn hier uit eigen interesse meer mee bezig dan de oudere aannemers. Deze laatsten geven via hun website aan hier veel aandacht aan te besteden, maar op basis van de enquêtes blijkt hun kennis zeer beperkt. Ze zijn zich wel bewust van het belang van duurzaamheid en gebruiken duurzaamheidsargumenten om hun concurrentiepositie ten opzichte van jongere aannemers te versterken.

Door dit leeftijdsverschil komen de jongere aannemers uit een andere generatie waarin duurzaamheid al meer geïntegreerd is. LCA bestaat al relatief lang, maar een aannemer is vooral praktisch en besteedt het meeste van zijn tijd aan de uitvoering. Zo hebben veel aannemers extra opleidingen gevolgd bij de fabrikanten van verschillende nieuwe materialen. De fabrikanten promoten dit product, maar extra kennis betreffende duurzaam materiaalgebruik krijgen ze hier ook niet mee. Enerzijds hebben deze oudere aannemers het duurzame gebeuren niet mee gekregen. Ze zitten nu in een gewoonte op het gebied van materiaalgebruik en manier van werken waardoor het een lastige overgang is om hiermee bekend te raken. Anderzijds was het destijds ook dat de opleidingen hier onvoldoende mee bezig waren. Tegenwoordig krijgt duurzaam bouwen steeds meer aandacht

2: Kennis duurzaamheid	Aannemer 1	Aannemer 2	Aannemer 3	Aannemer 4	Aannemer 5	Aannemer 6	Aannemer 7	Aannemer 8	Aannemer 9
Kennis EPD	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Ja	Nee
Kennis LCA	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Ja	ja
Dagelijkse bezigheid duurzaamheid?	Ja	Ja	ja	Ja	Ja	Ja	Nee	Ja	ja
Dagelijkse bezigheid materiaalgebruik?	ja	ja	ja	ja	ja	ja	Nee	Ja	ja
Materiaal- invullingen constructiefase?									
Dragende structuur									
Niet dragende structuur									
Invulling gebouwschil									
Zichtbare materialen exterieur									
Afwerkingsmaterialen interieur									
Technische systemen									
Buitenaanleg terrein									

Tabel 9: Kennis duurzaamheid aannemers

4 Interviews

Na een korte, vrij beperkte achtergrondschets, op basis van de enquêtes, worden er tijdens de interviews gerichtere vragen gesteld om de achterliggende drijfveren bij de materiaalkeuze te achterhalen en inzicht te verwerven in de kennis over en toepassing van duurzaam materiaalgebruik.

4.1 Methodologie

Het interview is een kwalitatief onderzoek, waarbij er waarnemingen, gedachtegangen en gespreksverslagen verzameld worden. Er werd gekozen voor deze onderzoeksmethode omdat er op deze manier een face-to-facegesprek kan worden gevoerd waarbij de ervaring en gedachten van de aannemer centraal staan. Het gaat om een kleine groep aannemers om de hoeveelheid verzamelde data verwerkbaar te houden binnen het kader van deze scriptie. Aannemers zitten zelf in een krap tijdschema. De snelste en meest effectieve manier was daarom ook om de aannemers zelf te spreken. Er is dan de mogelijkheid om extra bijvragen te stellen om meer details te verzamelen. Om deze reden werden twee vragen uit de enquête, waarin aan de aannemers gevraagd werd duurzaam bezig zijn en duurzaam materiaalgebruik in eigen woorden definiëren, mondeling afgenomen. Door deze open vraagstelling worden de resultaten van deze twee vragen beschouwd als interviewvragen en daarom opgenomen in dit hoofdstuk.

Het interview is opgebouwd uit een deel algemene vragen, gevolgd door enkele projectspecifieke vragen. Een blanco versie van deze interviewvragen is opgenomen in bijlage 5.

Bij de algemene vragen wordt dieper ingegaan op de algemene aanpak van materiaalkeuzes? van de aannemer na ontvangen van de meetstaat van de architect. Gezien het gaat om recente bouwprojecten, is de aannemer zich nog goed bewust van de materiaalkeuzes die hij nam in samenspraak met de architect. Zowel de vrije als door de architect ingevulde posten worden overlopen met een geïntegreerde focus op de achterliggende drijfveren en argumentatie bij de materiaalkeuze. Er wordt ook een uitdrukkelijke aandacht gelegd op de duurzaamheid en milieu-impact van de gekozen materialen. In hoeverre houdt de aannemer hier rekening mee? Hoe denkt hij hierover? Is dit aspect doorslaggevend? Waar zal de aannemer deze kennis halen?

In paragraaf 4.2 wordt ook het coderingssysteem nader verklaard en dat wordt toegepast op zowel de twee open enquêtevragen als op de antwoorden op de interviewvragen.

4.2 Codering van gegevens

Via codering worden de gegevens van de open enquêtevragen en de interviews gefilterd op relevantie.

Een eerste stap is het open coderen, waarbij labels worden toegekend aan de verschillende fragmenten. Dit maakt het achteraf mogelijk om per thema of trefwoord de resultaten te analyseren.

Vervolgens worden de aangehaalde fragmenten binnen elk label met elkaar vergeleken op verschillen en overeenkomsten. De onderwerpen worden nu axiaal gecodeerd. De opdeling in verschillende thema's werd enkele keren aangepast. De dataverzameling en analyse van de resultaten wisselen elkaar af volgens een iteratief proces. De weergegeven resultaten na open en axiale codering, ingedeeld per toegekend label, zijn terug te vinden in tabel 10.

In een volgende stap worden deze thema's en onderwerpen gescand op relevantie. In dit onderzoek is het voornamelijk van belang de achterliggende drijfveren van de aannemer bij de definitieve materiaalkeuze tijdens de uitvoering te achterhalen. Binnen de onderzoeksvraag ligt de nadruk hierbij vooral op het type materialen en de keuze die de aannemer hierin heeft. Een laatste stap in het filteren van de resultaten is het selectief coderen. Er wordt beslist de desbetreffende onderwerpen enkel als relevant te beschouwen indien er meer dan drie van de negen aannemers sterke overeenkomsten zijn waar te nemen. De rest van de data wordt verder meegenomen in de bespreking. De resterende onderwerpen worden geanalyseerd en er worden relaties gelegd. Enkel de relevante informatie die nuttig is om de vooropgestelde doelstellingen te kunnen beantwoorden, wordt hier opgenomen. De codering focust zich enkel op de hoofddoelstelling van dit onderzoek (Mortelmans, 2013).

4.2.1 Definities duurzaam bezig zijn en duurzaam materiaalgebruik

Voortkomende uit de open enquêtevragen werd de kennis rond duurzaamheid bij de verschillende aannemers reeds op de proef gesteld. Er werd gevraagd aan de aannemers om zelf hun persoonlijke definitie van het begrip 'duurzaam bezig zijn' en 'duurzaam materiaalgebruik' te beschrijven. Verder werd er gepolst naar de verschillende aspecten waarmee zij rekening houden, vb. de duurzaamheid van de gebruikte materialen in een gebouwwontwerp.

Hieronder is een overzicht te vinden waar de antwoorden op deze open vragen uit de enquête worden geciteerd per aannemer. Om meer details te verkrijgen, werd deze vraag mondeling besproken.

Duurzaam bezig zijn

“Duurzaam bezig zijn is voor mij vooral isolatiegericht. Ik kies voor de glaswol met de beste lambda-waarde. Ik houd me hier koppig aan vast ook al is deze vaak niet op stock bij de leverancier. Dit verraadt mijn concurrenten. Het maakt me echter iets duurder dan hen, maar ik doe dit uit ecologische overwegingen. Het is een kleine meerprijs die je op korte termijn terugverdient. Ik probeer zeker op duurzaamheid te letten, maar de enige factor waar de bouwheer naar kijkt, is de kostprijs. De architect wil graag duurzaam ontwerpen, maar moet ook binnen het beperkte budget van de bouwheer blijven” – **Aannemer 1**, provincie Oost-Vlaanderen.

“Duurzaam bezig zijn is werken met goede producten. Een product dat rendabel is voor de aannemer om mee te werken. Theoretisch kunnen alle materialen mooi beschreven worden, maar eenmaal in de praktijk blijkt dit anders” – **Aannemer 2**, provincie West-Vlaanderen.

“De levensduur van materialen is heel belangrijk. Woningen moeten een leven lang meegaan.” – **Aannemer 3**, provincie Antwerpen.

“Voor mij is duurzaam bezig zijn, werken met kwaliteitsmaterialen en het volgen van de EPB-regels. Hier wordt veel mee geknoeid. Sommigen kunnen de energiecificaten zo vastkrijgen blijkbaar. Er is geen controle bezig. Er zitten schandalen tussen, maar mensen zien niet alles wat ze kopen. Dit vind ik zeer erg en frustrerend. Zeker om dat ik zelf tracht alles zo eerlijk en goed mogelijk te laten verlopen en uit te voeren.” – **Aannemer 4**, provincie Vlaams-Brabant.

“De koudebruggen krijgen bij ons zeker extra aandacht. Op heel het isolatiegebeuren proberen we goed ons best te doen.” – **Aannemer 5**, provincie Limburg.

“Er moet goed geïsoleerd worden. Je moet energievriendelijk bouwen. Duurzaamheid wil ook zeggen een lange levensduur. Als wij een woning bouwen, gaat deze 100 jaar mee. Moet ik dan nog rekening houden met duurzaamheid? Ik houdt me voornamelijk bezig met het energiegebeuren. Ze gaan hier wel iets te ver in. De bouw zal nog een crisis tegemoet gaan omwille van energie en duurzaam bouwen. De kostprijs wordt gewoon veel te hoog. Het probleem kent zijn oorzaak bij de hogere mannen die constant lobbyen met isolatie en die de prijs dan ook nog eens schandalig hoog zetten.”
– **Aannemer 6**, provincie Vlaams-Brabant.

“Producten moeten levenslang meegaan. Hiermee bedoel ik minstens 50 jaar voor een woning.”
– **Aannemer 7**, provincie Limburg.

“Er wordt gekeken hoe ecologisch alles moet en kan zijn. Er worden berekeningen gemaakt naar isolatie en ventilatie toe. Hier heb ik weinig te zeggen. Ik leg vooral de aandacht op de goede plaatsing van de isolatie en dergelijke. Hier echt zelf over nadenken hoe ik bepaalde dingen kan optimaliseren naar duurzaamheid toe, valt buiten mijn takenpakket als aannemer. Toch interesseert het me ergens wel en probeer ik er, indien de tijd dit toelaat, de nodige aandacht aan te schenken.”
– **Aannemer 8**, provincie Antwerpen.

“Wij zijn ervan overtuigd dat als je begint met een goede basis in de passiefbouw, je niets duurzamer kan hebben. Ook werk ik altijd met dezelfde leveranciers.” - **Aannemer 9**, provincie Limburg.

Gezien het beperkte aantal ondervraagde totaalaannemers kunnen hier geen globale conclusies uit getrokken worden. Maar de duidelijk gerichte interviewvragen geven wel een goed idee van de interpretatie van het begrip duurzaamheid. De gecodeerde gegevens uit bovenstaande citaten worden weergegeven in tabel 10.

Hieruit kan worden waargenomen dat de fragmenten als relevant worden beschouwd indien meer dan drie aannemers deze vermelden. Conclusie is dat de meeste aannemers duurzaamheid koppelen aan het isolatiegebeuren. Zes van de negen aannemers leggen hier de aandacht op. Vier van deze zes aannemers geven duidelijk het belang van het vermijden van koudebruggen aan, waarbij ze goed op de uitvoeringsdetails letten. Vier van de negen aannemers vermelden het ecologische aspect, maar gaan hier niet verder op in. Volgens vier van de negen aannemers brengt het duurzaamheidsaspect een meerprijs met zich mee. Ze zijn hierin dan ook erg prijsgericht opgesteld.

Duurzaam materiaalgebruik

“Een heel belangrijke factor die altijd vergeten wordt, is de afvalhoop. Houtskeletbouw heeft heel weinig afval tegenover traditioneel bouwen. Bij traditionele woningbouw is de afval enorm. Als je deze zelfde stapel bij houtskeletbouw maakt, is deze berg niet te vergelijken. Het is zoveel minder. En het afval dat overblijft, is proper afval dat dus gerecycleerd kan worden. Gerecycleerd is altijd een degradatie van het materiaal. Hoe is de ecologische balans na 30 jaar? Dit is mij niet altijd duidelijk. Ik ben er in zeker mate mee bezig, maar ben er geen die-hard in.”
– **Aannemer 1**, provincie Oost-Vlaanderen.

“Ik kijk naar materialen die voldoen aan de E- en K-waardes. Ik werk graag met, op kwalitatief oogpunt, de beste materialen voor duurzaamheid. Materialen moeten goed gedimensioneerd worden.

Luchtdichtheid en geluid zijn zeer belangrijk. Ik werk enkel met materialen die Benor-gekeurd zijn. zo kan ik ook altijd een garantie geven aan de klant. Ik werk met materialen met een lange levensduur waar nog een ruime voorraad van beschikbaar is. Fabrikanten proberen ook altijd innovatieve, nieuwe producten op de markt te brengen, maar deze komen niet altijd door.”

– **Aannemer 2**, provincie West-Vlaanderen.

“De architect bepaalt de materialen, maar wij geven wel advies aan de klanten. Er zijn ecologisch bewuste klanten die opteren voor een duurzame aannemer. Zij zoeken op voorhand uit met welke materialen de aannemer werkt. Denk maar aan passiefwoningen. Recyclage van de gebruikte producten is belangrijk. Je moet al met houtskeletbouw gaan werken om ecologisch te zijn. cement en beton moeten eigenlijk uit de markt, maar dat gaat nooit lukken. Deze materialen hebben de zwaarste voetafdruk door de productie. Ik kies materialen die in de markt liggen. ”

– **Aannemer 3**, provincie Antwerpen.

“Ik gebruik enkel goede materialen, maar ik denk hier niet verder over na. Duurzaamheid is heel belangrijk en je mag nooit zomaar minder cement en wapening gebruiken dan voorgeschreven. Men moet alles volgen wat ingenieur en architect voorschrijven. Ik gebruik Benor-gekeurde materialen met een lange levensduur.” **Aannemer 4**, provincie Vlaams-Brabant.

“Hierbij denk ik onmiddellijk aan de EPB. Ik kan een hoop duurzame materialen opnoemen, maar dit zijn daarom nog geen ecologische materialen. De ecologische voetafdruk van de 14 cm dikke isolatie in huidig project, voor deze te maken en naar daar te brengen, krijgen ze nooit verdiend door daar minder te stoken. Zo wordt nooit geredeneerd, maar uiteindelijk hoort dit wel thuis in de berekening van dat huis. Duurzaamheid is ook rekening houden met de afstand tot de werf.”

– **Aannemer 5**, provincie Limburg.

“Als wij een bepaald materiaal kiezen, kijken wij niet naar de impact op het milieu. We hebben weinig keuze en moeten het lastenboek van de architect volgen. We gaan er vanuit dat alle materialen die op de markt komen voldoen aan duurzaamheid. Deze bedrijven zijn zelf bezig met duurzaamheid als ze een product op de markt lanceren. Zowel wij als de architect mogen zelfs geen materiaalnamen vernoemen, enkel CE-gekeurde materialen. Dus wij zijn niet bezig of de materiaalkeuze goed is voor het milieu. Dit is een onmogelijke zaak voor ons.“ – **Aannemer 6**, Vlaams-Brabant.

“Duurzaam materiaalgebruik betekent voor mij dat de producten levenslang meegaan en weinig onderhoud vergen.” – **Aannemer 7**, provincie Limburg.

“Duurzaam materiaalgebruik betekent voor mij niet hoe het materiaal gemaakt is, maar ik kijk eerder hoe het materiaal zich zal gedragen in de toekomst. Ook houd ik veel rekening met de afstand leverancier-werf. Op dat vlak focus ik dan wel op duurzaamheid. Het gebruik van materialen met een lange levensduur is zeer belangrijk, anders kan ik binnen 10 jaar terug gaan, wat niet de bedoeling is.”

– **Aannemer 8**, provincie Antwerpen.

“Ik baseer mij vooral op de ecologische en duurzame aspecten. Prijs-kwaliteit is het voornaamste. Als het hout is, moet dit FSC-hout zijn. Je kunt het allerbeste hout nemen, maar dit krijg je niet altijd verkocht. Ik ben redelijk overtuigd dat de materialen in de meetstaat een goede keuze zijn naar duurzaamheid en dat de architect hierover de nodige kennis bezit. In het begin zocht ik deze materialen allemaal zelf uit en nu werk ik met architecten die op dezelfde manier werken. Naar de

toekomst toe zijn wij wel van plan de materialen te blijven onderzoeken. Ik ben er van overtuigd dat we naar een duurzame markt moeten gaan. Alles hangt af van de overheid”

- **Aannemer 9**, provincie Limburg.

De meerderheid van de aannemers, nl. vijf van de negen, koppelen duurzaam materiaalgebruik aan het gebruik van goede, kwaliteitsvolle producten. Elke aannemer hecht belang aan materialen met een lange levensduur. Acht van de negen aannemers geven aan dat ze enkel werken met materialen die een label dragen zoals Benor, CE-markering en FSC. Vier van de negen aannemers houden rekening met de afstand leverancier-werf om zo de verplaatsingsimpact te beperken. Het belang van recycleerbaarheid wordt aangehaald door vijf van de negen aannemers.

Labels	Onderverdeling in fragmenten	Aannemer									som	%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Definitie duurzaam bezig zijn	isolatiegericht	1	1		1	1	1		1		6	67
	ecologisch	1		1					1	1	4	44
	op stock bij leverancier	1							1		2	22
	prijsgerecht	1					1	1		1	4	44
	grote hoeveelheden intrekken	1									1	11
	sorteren op werf	1									1	11
	koudebruggen vermijden		1			1	1		1		4	44
	rendement in uitvoering		1						1		2	22
	verschil theorie-praktijk		1								1	11
	Definitie duurzaam materiaalgebruik	afvalhoop	1		1							3
recyclage		1		1	1				1	1	5	56
Lamdawaarde		1	1			1					3	33
lange levensduur		1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	100
kwaliteitsvolle producten			1	1	1				1	1	5	56
labels (Benor, FSC, ...)		1	1	1	1		1	1	1	1	8	89
lokale materialen				1							1	11
beperkte verplaatsingsimpact		1				1			1	1	4	44
gedetailleerde hoeveelheidsberekening		1									1	11
luchtdichtheid			1								1	11
geluid			1								1	11
ruime voorraad			1						1		2	22
onderhoud						1	1	1			3	33

Tabel 10: open en axiale codering van open enquêtevragen duurzaamheid waarbij de getallen in het rood als relevant beschouwd worden(>3)

Labels	Onderverdeling in fragmenten	Aannemer									som	%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Definitie duurzaam bezig zijn	isolatiegericht	1	1		1	1	1		1		6	67
	ecologisch	1		1					1	1	4	44
	prijsggericht	1					1	1		1	4	44
	koudebruggen vermijden		1			1	1		1		4	44
Definitie duurzaam materiaalgebruik	recyclage	1		1	1				1	1	5	56
	lange levensduur	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	100
	kwaliteitsvolle producten		1	1	1				1	1	5	56
	labels (Benor, FSC, ...)	1	1	1	1		1	1	1	1	8	89
	bepaalde verplaatsingsimpact	1				1			1	1	4	44

Tabel 11: selectieve codering van open enquêtevragen duurzaamheid waarbij de getallen in het rood als relevant beschouwd worden(>3)

4.2.2 Interviewresultaten

Naast de open enquêtevragen, werden ook een reeks andere vragen gesteld aan de aannemers op de werf. De vragenlijst die gebruikt werd voor het semi-gestructureerde interview is terug te vinden in bijlage 5. Hier zijn een aantal meetstaat gerelateerde, projectspecifieke sleutelvragen. Hier wordt eerst kort geschetst wat een meetstaat is en welke gegevens een meetstaat bevat.

Startende van het ontworpen grondplan, wordt er door de architect een meetstaat opgesteld. Dit is een document waarin de architect de juiste hoeveelheden van de verschillende bouwmaterialen voor de hele woning berekent en opsomt. Vervolgens worden deze hoeveelheden gecombineerd met de hoeveelheden bouwmaterialen per functionele eenheid van het bouwelement. Een duidelijk verklarend voorbeeld hiervan is dat er x m² baksteen en y m² mortel nodig is voor 1 m² muur te metsen. Op deze manier bepaalt de architect de totale hoeveelheden aan bouwmaterialen van de hele woning. De meetstaat wordt opgesteld volgens chronologische volgorde van de aan te vangen bouwwerken. Deze worden opgedeeld in de volgende algemene categorieën:

- Aanneming en werfinrichting
- Water en werfaansluiting elektriciteit
- Grondwerken
- Funderingen
- Riolering en putten
- Onderbouw
- Bovenbouw
- Dakwerken
- Afwerking
- Technieken
- Meerwerken

Bovenvermelde opbouw kan, afhankelijk van architect tot architect, lichtjes verschillen.

In een meetstaat bevindt zich een omschrijving van de verschillende materialen, opgesomd volgens de juiste hoeveelheden en uitgedrukt in de desbetreffende eenheid. De hoeveelheden worden aangeduid als forfaitair (FH), vermoedelijk (VH) of som over geheel (SOG).

Bij forfaitaire hoeveelheden zijn de exacte hoeveelheden bepaald en staan deze vast. Ze zijn dus niet meer voor herziening vatbaar. Bij vermoedelijke hoeveelheden is dit echter wel het geval. Er wordt een schatting gedaan van de juiste hoeveelheden. Deze worden na uitvoering van de werken opnieuw opgemeten.

Onder iedere categorie staan de verschillende bestekposten gedetailleerd weergegeven. In een gedetailleerde meetstaat worden deze verder onderverdeeld in verschillende gebouwelementen. In een samenvattende meetstaat worden enkel de totalen weergegeven.

Daarnaast bestaat er ook een lastenboek. Het eerste hoofdstuk vat aan met een aantal bepalingen naar overeenkomst, omvang, veiligheid en verzekeringen toe. In de technische bepalingen worden alle uitvoeringswerken, overeenkomstig met de bestekposten van de meetstaat, nauwkeurig beschreven. Er worden richtlijnen gegeven voor de juiste uitvoering van de werken. Ook worden de exacte materiaalkeuzes, kleur, afmetingen, technieken, etc. vermeld.

De meetstaat is opgebouwd uit door de architect vooropgestelde en ingevulde bestekposten. De architect laat bepaalde posten ook vaak open. Voorbeeld hiervan is de ingenieursstudie. Na berekening moet de ingenieur dan zijn bekomen sterktes van beton en staal invullen.

Enkele meetstaatgerelateerde sleutelvragen binnen dit interview zijn als volgt: “Je hebt vrije en door de architect ingevulde posten. Binnen de vrije posten heb je zelf de keuze. Waarop wordt de invulling van deze post gebaseerd? Werk je altijd met dezelfde keuze van materialen of is dit zeer projectafhankelijk?”

“Wijk je vaak van de ingevulde posten af? Zelf worden er materialen voorgesteld ter vervanging van de voorgestelde materialen. Hoe gaat dit in zijn werk? Kun je hierbij duidelijk aangeven wat de achterliggende drijfveren zijn om deze materialen te kiezen?”

Een sleutelvraag binnen het projectspecifiek gedeelte van het interview is als volgt: “De afwijkingen die je maakt, in welke categorie vallen die voornamelijk? In welke categorie hebben jullie de meeste inspraak? Over welke materialen gaat dit en spreken we hier over grote hoeveelheden?”

Voor de verwerking van de interviewdata worden alle interviews volledig overlopen. De antwoorden op de interviewvragen worden aan de hand van codering gefilterd op relevantie.

De weergegeven resultaten na open en axiale codering zijn terug te vinden in bijlage 2 en worden onderverdeeld in labels. Deze labels worden op basis van de onderzoeksvragen verder onderverdeeld in materiaalcategorieën, drijfveren, overige aspecten. Binnen het onderdeel materiaalcategorieën wordt het label materiaalkeuze besproken. De drijfveren worden besproken aan de hand van de labels: vertrouwensband, kostprijs, technische eigenschappen, duurzaamheidsaspecten. In het laatste onderdeel van overige aspecten wordt de denkwijze van de aannemer aangehaald. Elk label heeft een bijhorende tabel die de relevante resultaten bevatten na het doorvoeren van de selectieve codering.

4.2.2.1 Inspraak materiaalcategorieën

Binnen deze paragraaf wordt er gekeken voor welke materiaalcategorieën de aannemer inspraak heeft. Hoofdzakelijk is deze informatie afkomstig van de volgende interviewvraag: “De afwijkingen die je maakt, in welke categorie vallen die voornamelijk? In welke categorie hebben jullie de meeste inspraak? Over welke materialen gaat dit en spreken we hier over grote hoeveelheden?” Waarbij de categorieën van de eengezinswoning als volgt worden ingedeeld: structuur, gebouwverschijning, gebouwschil, binnenafwerking en technische installaties. Binnen de categorie structuur kan er een verdere onderverdeling gemaakt worden in wanden, vloer op volle grond, tussenvloeren, dakstructuren, balken en kolommen. Met andere woorden bevat deze categorie al de structurele detailleringen. De tweede categorie is de gebouwverschijning waarin het gevel- en dakmateriaal en de ramen en deuren voor komen. Elk materiaal wat zichtbaar is aan de buitenkant van de woning valt binnen deze categorie. Een derde categorie is de gebouwschil wat de invulling van wanden, vloeren en daken omvat. Een vierde categorie is de binnenafwerking van wanden, vloeren, daken, trappen en andere zichtbare delen van de woning. Een vijfde en laatste categorie zijn de technische systemen waarin volgende onderdelen voorkomen: verwarming, ventilatie, hernieuwbare energie, elektriciteit, sanitair en riolering.

Het label materiaalkeuze kan verder onderverdeeld worden in de volgende fragmenten: isolatie, snelbouwsteen, mortel en beton, roofing en overige zoals weergegeven in tabel 12. Aan de hand van de beschreven categorieën van een eengezinswoning is het duidelijk dat deze fragmenten zich in de categorie structuur en gebouwschil bevinden.

Labels	Onderverdeling in fragmenten	Aannemer									Som	%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Materiaalkeuze	Isolatie											
	isolatie	1	1	1	1	1		1	1		7	78
	sputen met PUR	1				1	1	1		1	5	56
	sputen met PIR			1		1	1	1			4	44
	isolatie tapen	1	1	1					1	1	5	56
	Snelbouwsteen											
	snelbouw	1	1	1	1	1			1		6	67
	gebruik Ytong	1		1		1	1				4	44
	lamdablokken ploegsteert	1			1	1	1				4	44
	gevelsteen is keuze klant		1	1	1	1	1				5	56
	Mortel/beton											
	welfsel i.p.v. ter plaatse gestort		1		1	1	1	1			5	56
	predallen i.p.v. welfsels			1	1	1	1	1			5	56
	gelijmde stenen	1		1	1	1	1				5	56
	Roofing											
	EPDM	1	1		1				1	1	5	56
	Overige											
	kwaliteitsmaterialen		1		1	1		1	1		5	56
	voorstel materiaalwijziging	1		1	1	1	1	1	1	1	8	89

Tabel 12: Selectieve codering interview: materiaalkeuze

Zeven van de negen aannemers geven aan dat ze inspraak hebben in de isolatie. De overige twee nemen de voorgeschreven isolatie van de architect letterlijk over. Indien de aannemer opteert om te werken met een ander isolatiemateriaal gaat de keuze van de aannemer voor 56% uit naar het spuiten van PUR en voor 44% naar het spuiten van PIR. 56% van de aannemers vinden het aftapen van isolatie uitermate belangrijk voor de luchtdichtheid en de EPB-regelgeving.

Zes van de negen aannemers hebben inspraak in de keuze van de snelbouwsteen. De overige drie aannemers werken met de snelbouwsteen die is voorgeschreven door de architect. Indien er geopteerd wordt voor een andere snelbouwsteen gaat de keuze vooral uit naar Ytong en Lambablokken. Deze keuze is zowel prijsgericht als op het behalen van een hoger rendement in de uitvoeringsfase en een hoger comfort in de gebruiksfase. Ytongblokken worden verkozen omdat deze gelijmd worden en zo een luchtdichte structuur kan opgebouwd worden. Bij het zagen van deze blokken kan je achteraf beide delen nog gebruiken. Indien je in de door de architect voorgestelde blokken zaagt, levert dit problemen voor verder gebruik. Bij Ytongblokken is de werking na het doorzagen 100% gegarandeerd. De gevelsteen wordt hoofdzakelijk gekozen door de klant, maar de aannemer kan de klant wel in een bepaalde richting sturen.

Bij het onderdeel mortel en beton maakt de aannemer een belangrijke keuze in het type vloer. Vijf van de negen aannemers opteert voor welfsels in plaats van een ter plaatse gestorte vloer. De keuze hierbij is vooral gebaseerd op de praktische uitvoering. Een ter plaatse gestorte vloer is erg arbeidsintensief en vraagt veel bekistingwerk. Maar het voordeel is dat het kan uitgevoerd worden op complexe gebouwwormen en mogelijk is bij een beperkte toegankelijkheid van het gebouw. Het voordeel van welfsels is dat de uitvoering zeer snel plaats vindt en dat de vloer onmiddellijk overloopbaar is. 56% van de aannemers verkiest lijmen boven het gebruik van mortel. De keuze hierbij is gebaseerd op luchtdichtheid en het behalen van een hoger rendement.

Vijf van de negen aannemers verkiezen EPDM boven een roofing van een ander merk.

Acht van de negen annemers doen een voorstel aan de architect om een materiaal te wijzigen. Vijf annemers geven aan met kwaliteitsmaterialen te werken en kiezen voor een ander materiaal door de betere kwaliteitskenmerken van dit materiaal.

4.2.2.2 Belangrijkste drijfveren

De belangrijkste drijfveren van de aannemer om over te gaan tot een bepaalde materiaalkeuze worden besproken in deze paragraaf. Hoofdzakelijk is de informatie afkomstig van de volgende vraag uit het interview: “Wijk je vaak van de ingevulde posten af? Zelf worden er materialen voorgesteld ter vervanging van de voorgestelde materialen. Hoe gaat dit in zijn werk? Kun je hierbij duidelijk aangeven wat de achterliggende drijfveren zijn om deze materialen te kiezen?”

Een eerste drijfveer is de vertrouwensband met zowel de architect als de leverancier. Een tweede drijfveer is de kostprijs op materiaalniveau en vanuit de klant zijn oogpunt bekeken. Een derde drijfveer zijn de technische eigenschappen van de gekozen materialen. Een vierde drijfveer zijn de duurzaamheidsaspecten. Als laatste is er een categorie voor overige drijfveren. Deze drijfveren worden achtereenvolgens besproken aan de hand van de bijhorende tabel.

Bij drijfveren zoals kostprijs, duurzaamheidsaspecten en overige wordt er geopteerd om een toevoeging te doen aan de gegevens van de selectieve codering. Enkele relevante fragmenten kwamen herhaaldelijk naar voor, maar onvoldoende om op te nemen in de selectieve codering. Echter is dit relevant voor deze scriptie en is er geopteerd om dit kort te bespreken. Deze gegevens staan in bijlage 2 bij de axiale codering.

a. Vertrouwensband

De vertrouwensband tussen aannemer en architect en tussen aannemer en leverancier worden besproken aan de hand van tabel 13.

Labels	Onderverdeling in fragmenten	Aannemer									Som	%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Vertrouwensband	<i>Architect</i>											
	vertrouwen architect	1		1	1	1	1	1	1	1	8	89
	samenspraak architect	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	100
	<i>Leverancier</i>											
	bepalen leverancier op relatie en snelle levertijd	1		1	1	1	1	1	1	1	7	78

Tabel 13: Selectieve codering interview: vertrouwensband

De vertrouwensband tussen aannemer en de architect is uitermate belangrijk. De annemers vertrouwen volledig op de kennis van de architect omtrent duurzaamheid. Acht van de negen geïnterviewde annemers gaan er van uit dat de door de architect voorgeschreven materialen standaard een lage impact hebben op het milieu. Enkel aannemer 9 werkt samen met de architect op het vlak van materiaalkeuze. Op voorhand onderzoekt hij elk materiaal naar duurzaamheid, maar beperkt zich tot de duurzaamheids gerelateerde informatie op de technische fiche. Vervolgens stelt hij ze voor aan de architect. Dit is de omgekeerde werkwijze. Deze aannemer stelt zich vragen bij de kennis van de architect omtrent duurzaamheid en wil dit zelf controleren.

Al de geïnterviewde annemers geven aan dat ze elke materiaalbeslissing in samenspraak maken met de architect. Indien er een goede relatie is worden er meerdere materiaalvoorstellen goedgekeurd door de architect. In sommige gevallen is er geen inspraak van de aannemer omdat de architect enkel zijn visie wil doordrijven in de einduitvoering. Echter is de aannemer verplicht materiaalwijzigen te bespreken met de architect.

De vertrouwensband tussen de leverancier en de aannemer bepaalt de snelheid van de leveringen. 78% van de geïnterviewde aannemers bepaalt de leverancier op de relatieband.

b. Kostprijs

De drijfveer kostprijs kan onderverdeeld worden op materiaalniveau en de invloed van de klant zoals weergegeven in tabel 14.

Labels	Onderverdeling in fragmenten	Aannemer									Som	%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Kostprijs	<i>Materiaalniveau</i>											
	prijs-kwaliteitverhouding		1	1	1	1	1	1	1	1	8	89
	kostprijsgericht	1	1	1	1		1	1	1		7	78
	<i>Klant</i>											
	klant = enkel prijsgericht	1				1	1	1			4	44

Tabel 14: Selectieve codering interview: kostprijs

De kostprijs speelt een hoofdrol bij de materiaalkeuze van de aannemer. Acht van de negen aannemers geven aan dat ze een afweging maken tussen de prijs en de kwaliteit van het product bij een materiaalkeuze. Zeven aannemers beweren dat de kostprijs altijd de doorslaggevende factor is bij de keuze. De klant is enkel geïnteresseerd in de prijs volgens vier aannemers. Volgens deze aannemers opteren deze klanten voor een lagere kwaliteit en het goedkoopst product.

Zoals eerder aangehaald wordt er een toevoeging aan selectieve codering gedaan. Het gaat over het fragment waarbij drie aannemers aangeven dat duurzame materialen duurder zijn. Binnen de axiale codering kwam herhaaldelijk naar voor dat de klant niet bereid is een meerprijs te betalen voor een ontwerp dat meer duurzaam is. Volgens de aannemers is de klant niet geïnteresseerd in duurzaamheid omdat dit een extra prijs met zich mee brengt en de klant niet op de hoogte is van duurzaam materiaalgebruik. Echter geven de aannemers ook aan dat duurzame materialen op de markt moeten komen met lagere prijzen, want aannemers zijn wel bereid om met duurzame materialen te werken, maar niet als deze duurder zijn dan de andere materialen. Aannemers stellen hier voor dat de overheid subsidies moet geven aan aannemers die werken met duurzame materialen of aan de klanten die opteren voor duurzaam materiaalgebruik. Hierdoor kan volgens hen het duurzaam materiaalgebruik in de toekomst stijgen.

c. Technische eigenschappen

Materialen worden gekozen aan de hand van technische eigenschappen. Dit label kan onderverdeeld worden in vier fragmenten zoals weergegeven in tabel 15.

Labels	Onderverdeling in fragmenten	Aannemer									Som	%		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9				
Technisch	Regelgeving EPB-regels volgen				1	1	1	1	1	1			5	56
	Gebouwindeling structuur	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	100
	gebouwschil	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	100
	technische installaties				1			1	1		1		4	44
	Eisen luchtdichtheid	1	1	1	1		1	1	1				7	78
	akoestiek		1	1			1		1				4	44
	koudebruggen		1	1	1	1		1					5	56
	functionaliteit, uitvoering, kwaliteit			1	1			1	1				4	44
	materialen met certificering	1	1	1	1		1	1	1	1			8	89
	gebruik materialen met weinig onderhoud	1					1	1	1				4	44
	rekening houden met afstand leverancier		1	1		1		1	1				5	56
	vooral rendement, normering, degelijkheid		1		1			1	1				4	44
	Uitvoering rendement halen in uitvoering	1	1			1	1	1					5	56
	praktische uitvoerbaarheid			1	1	1	1	1	1	1			6	67

Tabel 15: Selectieve codering interview: technisch

Binnen het onderdeel regelgeving geven vijf aannemers aan dat ze strikt de EPB-regelgeving volgen. Ze isoleren om aan de normering te voldoen en in orde te zijn met de regelgeving. De overige aannemers voldoen ook aan de regelgeving maar opteren voor extra te isoleren zodat hun isolatiewaarde niet onmiddellijk achterhaald is bij een vernieuwing van de regelgeving.

In het onderdeel eisen geven zeven aannemers aan dat luchtdichtheid van een woning uitermate belangrijk is. Zoals eerder aangehaald zijn er aannemers die enkel luchtdicht bouwen om te voldoen aan de EPB-regelgeving. Echter zijn er ook aannemers die zelf het belang ervan inzien. Vier aannemers houden rekening met de akoestiek bij het bouwen. Het belangrijkste hierbij is het laten doorlopen van de isolatie doorheen de volledige structuur waardoor koudebruggen ook beperkt blijven. Op technisch vlak worden materialen gekozen met een certificering zodat de aannemer de klant een garantie op controle kan geven. Vier aannemers geven duidelijk weer dat de kwaliteit, degelijkheid en het rendement in uitvoering doorslaggevende factoren zijn bij de keuze van materialen. Vier aannemers opteren voor materialen met een minimaal onderhoud. Een ander belangrijk gegeven is de afstand van de leverancier tot de werf. Dit is belangrijk voor een snelle levering en het beperken van transportkosten.

Vijf aannemers vinden het rendement dat gehaald kan worden bij de uitvoering van een gebouw doorslaggevend voor een bepaalde materiaalkeuze. Door een goede praktische uitvoerbaarheid van het product kan bijgevolg het rendement in uitvoering stijgen.

d. Duurzaamheidsaspecten

Deze drijfveer kan onderverdeeld worden in recyclage en duurzaamheidsopvattingen zoals aangegeven in tabel 16.

Labels	Onderverdeling in fragmenten	Aannemer									Som	%	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Duurzaamheid	<i>Recyclage</i> materialen die gerecycleerd kunnen worden			1	1	1			1			4	44
	<i>Duurzaamheidsopvattingen</i> lange levensduur	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	100

Tabel 16: Selectieve codering interview: duurzaamheid

Uit de codering van de interviews komen enkele aspecten duidelijk naar voor. Binnen het onderdeel duurzaamheid blijven er na een selectieve codering enkel twee fragmenten over. Dit geeft al een voorspelling dat dit voor de aannemers niet de hoofdbezigheid is. 44% van de aannemers geeft aan dat er geopteerd wordt om te werken met gerecycleerde materialen indien mogelijk. 100% van de aannemers werkt met materialen met een lange levensduur. Dit is goed voor de milieu-impact, maar het merendeel van de aannemers doet dit enkel uit prijsoverwegingen.

Binnen de axiale codering wordt er bij het label duurzaamheid een onderverdeling gemaakt in recyclage, ecologisch, regelgeving en duurzaamheidsopvattingen. Echter was het aantal binnen het ecologisch en het regelgeving deel niet voldoende om op te nemen in de selectieve codering. Zoals eerder aangehaald worden deze toch kort besproken.

In het ecologische onderdeel geven aannemer één en negen aan dat ze bouwen met respect voor het milieu. Opvallend hierbij is dat deze 2 aannemers actief zijn in de houtskeletbouw. De overige zeven aannemers geven geen aandacht aan de milieu-impact van de materialen.

In het onderdeel regelgeving geeft aannemer negen aan dat er geen wetgeving is omtrent het bouwen met duurzame materialen. Aannemer zes beweert dat er veel gelogen wordt over het gebruik van duurzame materialen. Wat mogelijk is omdat er geen controle is door het ontbreken van een wetgeving. Aannemer zeven en acht beweren dat al de materialen die op de markt gebracht worden duurzaam zijn. Deze aannemers gaan ervan uit dat wanneer een fabrikant een product op de markt brengt dit product grondig onderzocht is op vlak van zijn bijdrage aan het milieu. Het blijkt dat de aannemers hun verantwoordelijkheid van zich af schuiven.

4.2.2.3 Overige aspecten

De denkwijze van de aannemers speelt een beslissende rol bij de materiaalkeuze. Aan de hand van tabel 17 wordt de denkwijze nader verklaard. Verder wordt er binnen deze paragraaf kort de gezondheid besproken van enkele ‘ongezonde’ materialen volgens de aannemer. De informatie over de denkwijze van de aannemers is verspreid over het volledige interview. Aangezien hier geen specifieke vragen over zijn opgesteld.

Labels	Onderverdeling in fragmenten	Aannemer									Som	%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Denkwijze	markt is beheerd door lobbyisten			1	1	1	1			1	5	56

Tabel 17: Selectieve codering interview: denkwijze

Bij het interviewen kwam duidelijk naar voor wat de invloed is van de denkwijze van aannemers. Indien de aannemers enkel denken in functie van de prijs was het moeilijk om andere achterliggende drijfveren te achterhalen. Alles stond in verband met de kostprijs. Aannemer 6 en 7 zijn hier een duidelijk voorbeeld van. Vijf van de negen aannemers ergeren zich aan het feit dat de markt wordt beheerd door lobbyisten. Dit gebeurt vooral binnen de isolatie en de snelbouwstenen. Hieronder een citaat van aannemer 6 waarmee de andere vier aannemers het hoofdzakelijk eens zijn. Enkele hiervan geloven echter wel in de duurzame evolutie indien er maatregelen genomen worden door de overheid.

‘De evolutie van duurzaam bouwen gaat er nooit komen. Ze zouden dan het isolatiemateriaal PUR al onmiddellijk moeten afschaffen en enkel met minerale wol of Rockwool werken. Dit gaat er nooit komen omdat er teveel gelobby is van hogere hand. 15 jaar geleden staken we 4 of 5 cm Styrofoam. Nu zitten we aan 12 tot 14 cm PU. Die fabrieken zijn gigantisch geworden. Dat is een miljardenomzet per jaar. Het lobbyen in Brussel bij de ministers is hier de oorzaak van.’ aldus aannemer 6.

Hierbij moet een kritische bemerking gemaakt worden dat het noodzakelijk is om mee te gaan met de energieprestatie-eisen. Het K- en E-peil moeten voldoen aan strengere eisen dan 15 jaar geleden.

Binnen de axiale codering wordt er bij denkwijze een onderverdeling gemaakt in gezondheden. Echter was het aantal niet voldoende om op te nemen in de selectieve codering. Dit is relevant voor deze scriptie er is geopteerd om dit kort te bespreken. Volgens aannemer 6 en 9 is cement nadelig voor de gezondheid. In het volgende hoofdstuk wordt er dieper ingegaan op de gezondheidsaspecten van de materialen. Aannemer 3 beweert dat Pur zeer nadelig is voor de gezondheid. Deze aannemer heeft dit zelf ondervonden bij het plaatsen van Pur. Bij het spuiten van pur komen gassen vrij waar een bepaalde groep mensen allergisch voor zijn. Ook bij het zagen van sandwichpanelen komen deze stoffen vrij. In Nederland zijn er actiegroepen tegen het gebruik van pur, maar het is nog niet verboden verklaard. In België zien ze het probleem er nog niet van in terwijl er toch mensen zijn die moeten verhuizen ten gevolge van de gassen die vrij komen in hun woning.

4.3 Bevindingen

In volgende paragrafen zullen de enquête- en interviewresultaten met elkaar in verband worden gebracht. Er wordt kritisch gereflecteerd over de relatie tussen aannemer, architect en bouwheer, het verschil tussen de traditionele bouwwijze en houtskeletbouw, de regelgeving in Vlaanderen en het verschil tussen de provincies.

4.3.1 Relatie aannemer, architect en bouwheer

Om het bouwproces zo soepel mogelijk te laten verlopen, speelt de relatie tussen aannemer, architect en bouwheer een grote rol. Bij de verwerking van de interviewresultaten komen er verschillende perspectieven naar voren. De eerste ontmoeting tussen architect en aannemer vindt plaats nadat het definitief ontwerp af is. De architect stuurt de bouwplannen, meetstaat en het lastenboek naar de aannemer. De aannemer analyseert het project. Hij rekent de materiaalhoeveelheden na en voegt hier zijn marktconforme eenheidsprijzen toe. Afhankelijk van de moeilijkheidsgraad en het type project stelt hij zijn offerte verder op om een realistische prijsraming te kunnen geven van het totale bouwproject. Meetstaat en lastenboek voorkomen eventueel optredende misverstanden en fouten in de uitvoering van de werken. Beide documenten helpen bij de aanvraag van prijsoffertes aan verschillende aannemers doordat deze snel en overzichtelijk met elkaar kunnen vergeleken worden. Op deze manier kunnen materiaalkeuze en budgetvriendelijkheid met elkaar worden afgewogen. In de volgende alinea worden nader ingegaan op de band tussen aannemer en architect. Enerzijds zijn de resultaten afkomstig uit de interviews van de negen ondervraagde aannemers, anderzijds uit de ontvangen meetstaten.

De oneerlijkheid van aannemers is helaas niet weg te denken. Niet alle architecten stellen een meetstaat en lastenboek op. Soms wordt er geopteerd te werken zonder of wordt een van beiden weggelaten. Op deze manier worden de kosten gedrukt voor de klant. Er zijn echter veel aannemers die hiervan profiteren. Bij de afrekening staan dan vaak onvoorziene meerprijzen vermeld die tijdens de bouwwerken zijn opgetreden. De meetstaat en het lastenboek bieden het voordeel dat er duidelijke afspraken worden gemaakt tussen aannemer en architect.

Sommige aannemers beweren dat zowel de architect als de bouwheer, bij ontvangen van de prijsofferte, enkel kijkt naar de totaalprijs van het project.

“ Ik probeer zeker op duurzaamheid te letten, maar de enige factor waar de bouwheer naar kijkt, is de kostprijs. De bouwheer neemt een offerte en kijkt alleen naar het onderste getal op de laatste pagina. Alles erboven wordt niet gelezen. Mensen laten zich blijkbaar graag bedriegen. Zo heb ik een groot werk kwijtgespeeld omdat een andere aannemer enkele posten zoals de rolluiken net voorzien had, om zo de prijs te verlagen.”, aldus aannemer 1.

Aannemer 1 doet hier een sterke uitspraak. Dit kan niet veralgemeniseerd worden. Elke aannemer probeert de goedkoopste te zijn, om de competitie met zijn concurrenten aan te gaan. Dit is mogelijk, maar de aannemers moeten hierbij wel reglementair en eerlijk blijven naar de bouwheer toe. Indien er geen lastenboek wordt opgesteld, kan er nergens naar worden teruggegrepen bij voorvallen als deze. Uiteindelijk worden deze ontbrekende bestekposten op de factuur vermeld als meerprijzen waardoor de desbetreffende, oneerlijke aannemer alsnog duurder blijkt te zijn dan zijn concullega's. De bouwheer koppelt vaak alles aan het financiële aspect. De architect moet zijn ontwerp beperken binnen het budget van de bouwheer waardoor een duurzaam gebouwoontwerp vaak niet realiseerbaar is.

4.3.2 Traditioneel/houtskelet

Traditionele aannemers en aannemers in houtskeletbouw hebben een andere visie op duurzaamheid. Bij de traditionele aannemer wordt alles praktisch bekeken en wordt er weinig belang gehecht aan duurzaamheid. De traditionele aannemer is vooral bezig met het isolatiegebeuren, waarbij net aan de norm voldaan wordt, en het zoeken naar een snelbouwsteen met de juiste prijskwaliteitsverhouding waarmee een hoog uitvoerigsrendement haalbaar is. Uit de vragenlijst kan er afgeleid worden dat er twee van de negen geïnterviewde aannemers tewerk zijn gesteld in de houtskeletbouw. Deze twee zijn relatief jong in vergelijking met de overige aannemers en hebben beiden een bachelordiploma.

Opvallend is dat beiden meer bijscholingen hebben gevolgd dan de traditionele aannemers en dit in luchtdichtheid en dakbedekking. De aannemers in houtskeletbouw zijn duidelijk bezig met de milieu-impact van materialen en dat is ook de reden waarom deze enkel met houtskelet werken. Zij zijn ervan overtuigd dat het verwezenlijken van eengezinswoningen in houtskeletbouw duurzamer is aangezien de kleinere en zuivere afvalhoop in vergelijking met de traditionele bouwwijze.

Aannemer 1 zegt: “ Een boom groeit, maar klei, dat gebruikt wordt bij het traditionele bouwen, groeit niet. Dus de put voor de klei te bakken, wordt elk jaar groter en er komt geen klei bij.”

Echter moet houtskeletbouw volgens hen nog groeien. De twee ondervraagde aannemers beweren dat werken met houtconstructies sneller en meer ecologisch is. *“Het biedt een hoger leefcomfort en een gezonder binnenklimaat. Naar verwerking toe is cement een chemisch product en niet gezond voor de mens. Je wil hier niet in wonen. Het is een droge bouwmethode en gemakkelijker voor luchtdichting. Bovendien volstaat een lichtere fundering. Het is een simpelere en snellere manier van bouwen. Er zijn voordelen genoeg dus ik zie niet in waarom we niet evolueren naar houtskeletbouw ”*, aldus aannemer 9.

Het blijft echter een bewering die tot zover nog niet onderbouwd is met wetenschappelijke studies. De overige geïnterviewde aannemers zitten langer in de bouwpraktijk en zijn niet betrouwd met het werken in houtskeletbouw. Ze worden vaak afgeschrokken door de nadelige invloed van vocht. Dit geeft aanleiding tot houtrot, schimmels en stabiliteitsverlies.

4.3.3 Regelgeving

Bij vele aannemers komt er naar voor dat er een regelgeving ontbreekt voor duurzame materialen in België. Elk materiaal kan gebruikt worden ook al heeft dit een enorme milieu-impact, je zal hier nooit op worden afgestraft. Verder is de aannemer ook onwetend over bepaalde tools of databanken om de milieu-impact van materialen op te zoeken of te vergelijken. De overheid zou hier het probleem ook enigszins kunnen oplossen door reglementeringen op te leggen of te werken met subsidies om zo de duurzame materialen te promoten. Momenteel wordt duurzaam materiaalgebruik in de opleiding tot aannemer niet behandeld. De focus ligt voornamelijk bij de administratieve kennis zoals het opstellen van offertes, erkenning van de aannemer, stappen van contract tot oplevering van de werken, overige verplichtingen. Binnen dit laatste deel van overige verplichtingen wordt er gesproken over milieuvergunningen, milieureglementering in verband met afval en bodem, veiligheid en welzijn. Een laatste onderdeel binnen deze opleiding bestaat uit algemene bouwcultuur. Hierin bespreekt men de verkrijgen labels en energieprestaties van gebouwen. Ook in dit onderdeel wordt er niets meegegeven over duurzaam materiaalgebruik aan de aannemers. Echter zou het al een hele vooruitgang zijn, moesten deze aspecten wel verder worden geïntegreerd in de opleiding van de aannemers.

Meerdere aannemers verduidelijken het belang van de vereiste EPB-regels. Er wordt voornamelijk geïsoleerd om aan deze regelgeving te voldoen. Bij de bouw van eengezinswoningen wordt hier veel mee geknoeid wat te wijten is aan de zeer beperkte controle. Achteraf ziet de klant hier tenslotte toch niets van. Over het algemeen verbinden de aannemers het begrip duurzaamheid voornamelijk aan het energiegebeuren.

4.3.4 Verschil provincies

Er is geen duidelijk verschil waarneembaar tussen verschillende provincies in Vlaanderen. Echter komt herhaaldelijk naar voor dat Gent de koploper is waar de evolutie van passief bouwen een enorme voorsprong heeft vergeleken met de andere provincies. Volgens aannemer 9 worden er in Gent al 10 jaar passiefwoningen gebouwd terwijl deze woningen in Limburg pas hun intrede doen. Hier moet het nog opkomen. Er is geen verplichting in Gent om ecologisch of passief te bouwen, maar de gemeente geeft het goede voorbeeld. Wanneer er scholen of statiegebouwen worden gebouwd worden deze allemaal passief uitgevoerd. Hierdoor sturen ze de inwoners in de juiste richting en worden er subsidies uitgegeven. In Gent hebben ze zelfs hun doel gezet om in 2020 volledig energie neutraal te zijn. Verder is er enkel een verschil te merken naar professionaliteit toe tussen de aannemers. In de dorpen in West-Vlaanderen werd er opgemerkt dat de regelgeving niet zo serieus genomen werd.

5 Koppeling NIBE-classificatie

Voor een verdere analyse van de resultaten worden enkel deze gefilterde materialen verder besproken door deze te koppelen aan de NIBE-classificatie. Via deze methode worden de materialen vergeleken in de range van de juiste categorie. Er wordt gezocht hoe de aannemer zijn keuze met het zicht op duurzamer materiaalgebruik, dus een mindere milieu-impact, kan optimaliseren.

5.1 Inleiding

De NIBE-classificatie geeft de gebruiker de mogelijkheid om producten onderling met elkaar te vergelijken op basis van milieu- en gezondheidsgegevens. Uit voorgaande bevindingen blijkt dat de aannemer een belangrijke rol speelt bij de keuze van materialen op de werf bij de bouw van eengezinswoningen. Uit de interviewresultaten blijkt dat de ondervraagde aannemers vooral inspraak hebben op de specificatie van snelbouwstenen, betonproducten (welfsels, ter plaatse gestort beton, predallen en mortel), isolatietypes en EPDM. Deze materialen worden hier onderling vergeleken op vlak van hun milieu-impact met de beschikbare gegevens uit de NIBE-database. Zo kan een duidelijk beeld betreffende de duurzaamheid van de door de aannemer gekozen materialen verkregen worden. In dit onderdeel wordt er in eerste instantie gekeken naar de impact-range waarbinnen de materiaalkeuze-opties voor deze producten liggen. Vervolgens wordt nagegaan hoe de aannemer, indien nodig, voor een meer milieuvriendelijk product kan kiezen en waarop deze keuze dan gebaseerd is. Binnen deze databank zijn er twee methodes voor een onderlinge vergelijking van materialen, nl. de milieuklassen, gelinkt aan de schaduwkosten en de bron2bron-methode. De achtergrond van beide methoden werd reeds besproken in paragraaf 2.4.2 (NIBE, 2015). In de volgende paragrafen worden ze toegepast op de materialen

5.2 Onderlinge vergelijking materialen

De materiaalkeuzes die doorgaans door de aannemer op de werf worden gemaakt, worden hier doorgelicht op vlak van milieu-impact. Dit gebeurt door deze te onderwerpen aan een ecopuntensysteem dat de milieu-impact van de materialen berekent van ontginning tot afbraak en eventuele recyclage.

Uit analyse en grondige codering van de interviews is gebleken dat aannemers inspraak hebben in de categorieën: structuur, gebouwschil en technische systemen. Binnen deze categorieën zullen de materialen waar de aannemers het meeste impact op hebben, worden vergeleken via koppeling aan de NIBE-classificatie aan de hand van de schaduwkosten en de b2b-methode. In tabel 18 wordt een overzicht gegeven van de materialen die in aanmerking komen voor een vergelijking. Binnen de categorie structuur zijn dit het soort mortel, soort snelbouwsteen, soort vloer. Binnen de gebouwschil is dit het soort isolatie, roofing. Binnen de technische systemen is dit het type regenwaterput. Er worden instructies gegeven voor het vinden van het juiste materiaal in de online boomstructuur.

Categorie	Materiaal/ Plaats NIBE-classificatie
Structuur	Soort Mortel Klasse: producten gebouwen 21 buitenwanden metselmortel

	Soort snelbouwsteen Klasse: producten gebouwen 22 binnenwanden massief dragende binnenwanden Soort vloer Klasse: producten gebouwen 23 vloeren Begane vloer, verdiepingsvloer
Gebouwschil	Soort isolatie Klasse: producten gebouwen 21 buitenwanden Spouwisolatie EPDM Klasse: producten gebouwen 27 daken dakbedekking plat dak, mechanisch bevestigd
Technische systemen	Regenwaterput Niet opgenomen in de classificatie

Tabel 18: Plaats in NIBE-classificatie

Elke categorie wordt in onderstaande paragrafen verder besproken. De getoonde figuren komen uit de NIBE-classificatie. Bovenaan kan telkens het tabblad schaduwkosten of bron2bron gekozen worden. Bij elk gekozen materiaal wordt de functionele eenheid weergegeven zodat er een referentievlak aanwezig is. Binnen elke categorie worden de keuzes van de aannemer weergegeven in een tabel en vergeleken met de beste keuze op het vlak van milieu-impact binnen deze categorie (in groen weergegeven). Er wordt gekeken binnen welke range (eerste kolom) het door de aannemer gekozen materiaal zich bevindt en hoe hij hoger in deze range kan klimmen. De door de aannemer gekozen materialen worden telkens omkaderd weergegeven. Als laatste wordt de gezondheidsinformatie over enkele geselecteerde producten besproken. Deze informatie wordt weergegeven binnen de NIBE-classificatie voor elk specifiek materiaal (reeds besproken in paragraaf 2.3.2). De materialen die hiervoor in aanmerking komen zijn materialen die slecht scoren op het gezondheidspercentage van de bron2bron methode. Echter ter verduidelijking is er geen relatie tussen het materiaalgezondheidspercentage van de bron2bron methode en de gezondheidsinformatie (gezondheidsklassen).

5.2.1 Structuur

Binnen de categorie structuur hebben de aannemers voornamelijk invloed op de keuze van de mortel, snelbouwsteen en vloeren. Deze worden telkens besproken op basis van de milieukosten, de b2b-indicatoren en de gezondheidsfactoren.

5.2.1.1 Mortel

Binnen deze eerste categorie wordt de metselmortel vergeleken. Als opmerking moet hier mee gegeven worden dat de lijmsorten niet binnen deze categorie worden opgenomen aangezien deze reeds worden ingecalculeerd bij de snelbouw- en gevelsteen zelf. Bijgevolg worden deze lijmsorten dan ook meegenomen in vergelijking bij de snelbouwstenen.

Classificatietabel: METSELMORTEL		21.12	
<div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black; padding-bottom: 5px;"> Schaduwkosten Bron2Bron Bouwkosten </div>			
<p>Functionele eenheid ⁱ</p> <p>Mortel toegepast als baksteenvoeg van de Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende 75 jaar. Vergeleken per functionele eenheid van 1 m2 geveleppervlak met waalformaat bakstenen, uitgegaan van een standaard voegdikte van 12 mm. In geval van een dunnere voegdikte is het verschil in hoeveelheid metselwerk per m2 meegenomen in de vergelijking.</p>			
<p>Tabel met milieuklasse ⁱ en schaduwkosten ⁱ</p>			
Product	Milieu klasse	Schaduwkosten	
Schelpkalkcement metselmortel	1a	€	0,72
Metselmortel met kalk	1b	€	0,85
Branchegemiddeld metselmortel (M10) met voegmortel (VH35) NeMO	1b	€	0,93
Dunbedmortel	1c	€	0,95
Doorstrijkmortel	2c	€	1,89
Cementmortel (incl. kleurstoffen en hulpstoffen)	3a	€	2,15

Classificatietabel: METSELMORTEL		21.12		
<div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black; padding-bottom: 5px;"> Schaduwkosten Bron2Bron Bouwkosten </div>				
<p>Functionele eenheid ⁱ</p> <p>Mortel toegepast als baksteenvoeg van de Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende 75 jaar. Vergeleken per functionele eenheid van 1 m2 geveleppervlak met waalformaat bakstenen, uitgegaan van een standaard voegdikte van 12 mm. In geval van een dunnere voegdikte is het verschil in hoeveelheid metselwerk per m2 meegenomen in de vergelijking.</p>				
<p>Tabel met Bron2Bron ⁱ gegevens</p>				
Product	B2B [%]			
	G	H	E	W
Schelpkalkcement metselmortel	93	0	7	100
Metselmortel met kalk	81	0	7	85
Branchegemiddeld metselmortel (M10) met voegmortel (VH35) NeMO	0	0	0	0
Dunbedmortel	94	29	1	99
Doorstrijkmortel	90	0	4	98
Cementmortel (incl. kleurstoffen en hulpstoffen)	90	0	4	98

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

Figuur 24: Classificatietabel metselmortel (NIBE, 2015)

Positie range	Product	Milieuklasse	Schaduwkosten	Bron2bron			
				G	H	E	W
1	Schelpkalkcement metselmortel	1a	0.72	93	0	7	100
4	Dunbedmortel	1c	0.95	94	29	1	99
6	Cementmortel	3a	2.15	90	0	4	98

Tabel 19: Range NIBE metselmortel (NIBE, 2015)

Milieuklassen

Range:

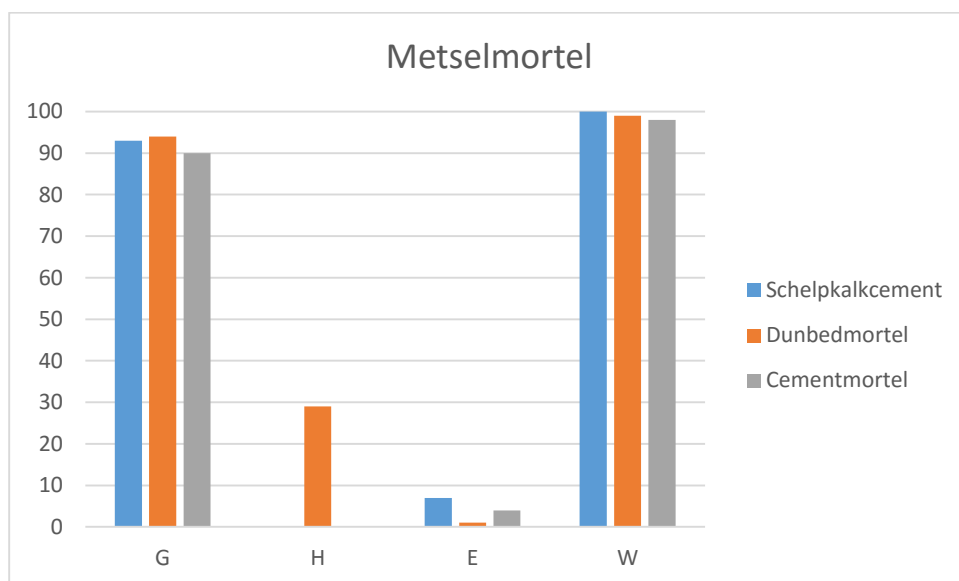
Dunbedmortel en cementmortel zijn de twee soorten mortel die voornamelijk door de aannemers gebruikt worden in Vlaanderen. Binnen de klasse metselmortel zijn er zes soorten mortel weergegeven, van boven naar beneden gerangschikt van een lage naar een hoge milieu-impact. Dunbedmortel bevindt zich op de vierde plaats binnen deze range terwijl cementmortel zich op de zesde en laatste plaats bevindt. Dit is te zien in tabel 19.

Verbetering:

Cementmortel is milieutechnisch gezien een slechte keuze. Echter wordt er opgemerkt dat dit nog steeds veel gebruikt wordt bij de traditionele aannemers. Toch werken een groot deel van de aannemers met dunbedmortel dat onbewust een vrij goede keuze is, maar deze is nog voor verbetering vatbaar. Milieutechnisch gezien kan hij kiezen voor de mortel met de laagste milieuklasse 1a. Dit komt overeen met schelpkalkcementmetselmortel (laagste schaduwkosten). Daarnaast kan de aannemer opteren voor het gebruik van DUBOkeurproducten die voorgesteld worden binnen deze categorie.

Bron2bron:

Binnen de categorie metselmortel wordt er gewerkt met gezonde materialen met een verantwoord watergebruik. Met het hergebruik van materialen en het gebruik van duurzame energie wordt geen tot nauwelijks rekening gehouden wat duidelijk zichtbaar is in figuur 25.



Figuur 25: b2b-indicatoren metselmortel

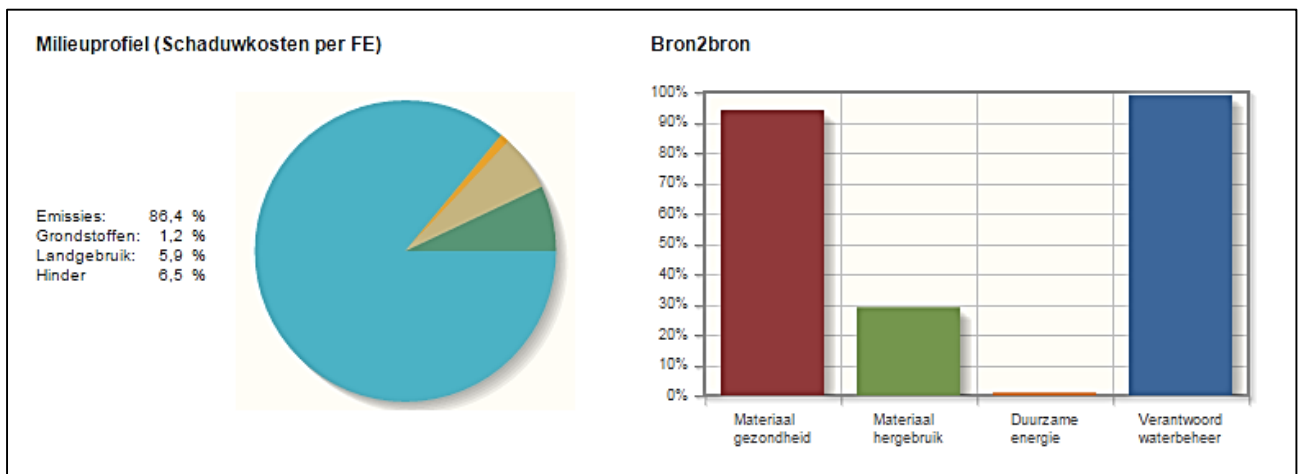
Gezondheidsklassen:

Zowel dunbedmortel als cementmortel scoren meer dan 90% op de gezondheidsklasse binnen de bron2bron methode. Beide types mortel bevinden zich in de gezondheidsklasse 1a.

Oorsprong van de schaduwkosten en B2B-factoren:

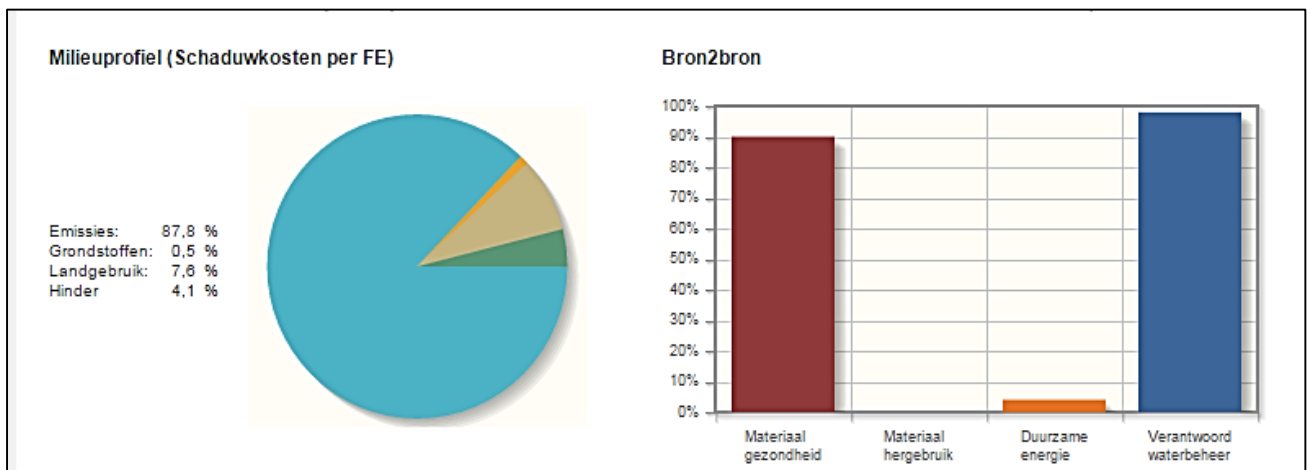
In figuren 26 tot 28 is er een visualisatie weergegeven van de waardes in zowel de schaduwkostmethode als de b2b-methode. Binnen de schaduwkostmethode zijn de resultaten uitgedrukt in een schijfdiagram binnen de vier categorieën, nl. emissies, grondstoffen, landgebruik en hinder. Ook binnen de b2b-methode zijn de percentages visueel weergegeven in een staafdiagram in de vier categorieën, nl. materiaalgezondheid, materiaalhergebruik, duurzame energie en verantwoord waterbeheer. Algemeen kan hier geconcludeerd worden dat emissies het overgrote deel verantwoordelijk zijn voor de schaduwkosten. Binnen de b2b-methode komt duidelijk naar voor dat deze drie morteltypes een gezond materiaal zijn en er verantwoord wordt omgegaan met het waterverbruik, maar slecht gescoord wordt op materiaalhergebruik en duurzame energie. Deze visualisatie wordt weergegeven in de NIBE-classificatie voor elk materiaal. Echter wordt dit enkel voor metselmortel opgenomen in de scriptie.

Dunbedmortel



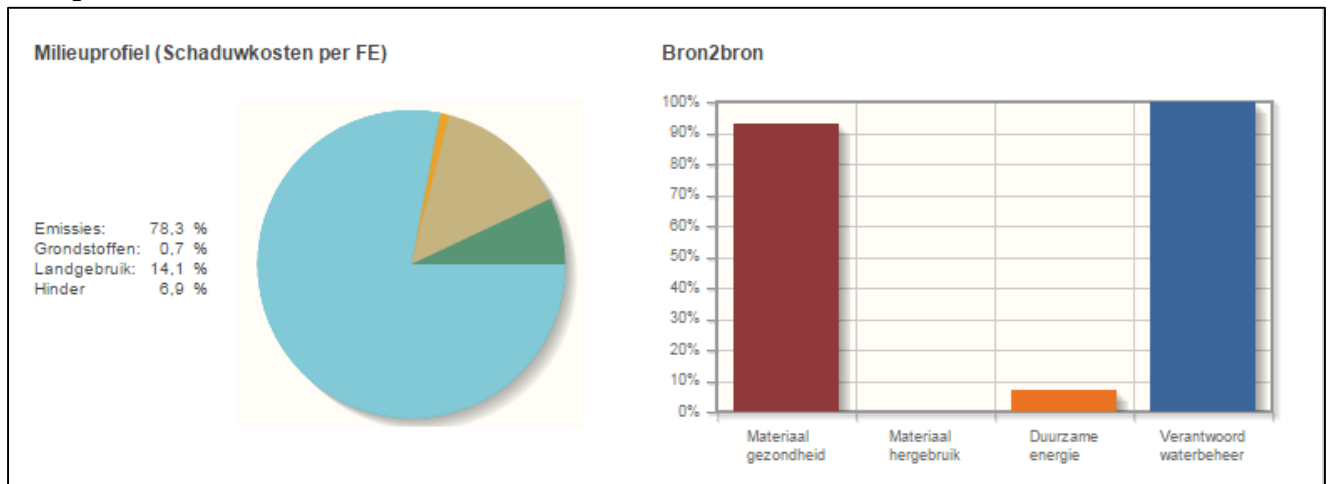
Figuur 26: Milieuprofiel dunbedmortel (NIBE, 2015)

Cementmortel



Figuur 27: Milieuprofiel cementmortel (NIBE, 2015)

Schelpkalkcementmortel



Figuur 28: Milieuprofiel schelpkalkcementmortel (NIBE, 2015)

5.2.1.2 Snelbouwsteen

De categorie snelbouwsteen kan worden opgedeeld in massief dragende binnenwanden enerzijds en massief niet-dragende binnenwanden inclusief afwerking anderzijds.

Binnen de functionele eenheid van de snelbouwstenen is, indien geopteerd voor het lijmen van de stenen, de lijm inbegrepen. Eerst worden de massief dragende binnenwanden behandeld.

Classificatietabel: MASSIEF DRAGENDE BINNENWANDEN		22.02
Schaduwkosten	Bron2Bron	Bouwkosten
<p>Functionele eenheid ⁱ</p> <p>Dragende binnenmuur, zonder afwerkingslaag. Vergeleken per functionele eenheid van 1 m² als vervaardigde constructieve binnenwand die minimaal voldoet aan de eisen van het Bouwbesluit. De brandwerendheid van de binnenmuur is minimaal 30 minuten. De minimale verticale weerstand van de binnenmuur (Nrd) is 140 N/m1 (bepaald volgens de NEN-EN 1996-1-1). Uitgangspunten voor de muur is een hoogte van 2800 mm en een wand breedte van 5400 mm.</p>		
<p>Tabel met milieuklasse ⁱ en schaduwkosten ⁱ</p>		
Product	Milieu klasse	Schaduw kosten
Kalkzandsteenelementen	1a	€ 1,76
Kalkzandsteenblokken (gelijmd)	1a	€ 1,84
Kalkzandsteenmetselwerk (gemetseld)	1b	€ 2,01
Betonblokken (gelijmd)	2a	€ 3,05
Grenen logs, niet verduurzaamd, db	2a	€ 3,34
Baksteen (gelijmd)	2b	€ 3,41
Betonsteenmetselwerk (gemetseld)	2b	€ 3,63
Stampleem	2b	€ 3,84
Holle betonblokken (gemetseld)	2b	€ 3,94
Grenen logs, niet verduurzaamd, sb	2b	€ 3,94
Geperforeerd baksteenmetselwerk (gemetseld)	2b	€ 3,95
Geperforeerd baksteenmetselwerk (gelijmd)	2b	€ 3,96
Beton, 20% puingranulaat; gewapend	2c	€ 4,13
Baksteenmetselwerk (gemetseld)	2c	€ 4,17
Beton; gewapend	2c	€ 4,44

Figuur 29: Classificatietabel massief dragende binnenwanden (NIBE, 2015)

Classificatietabel: MASSIEF DRAGENDE BINNENWANDEN					22.02	
Schaduwkosten		Bron2Bron		Bouwkosten		
Functionele eenheid						
<p>Dragende binnenmuur, zonder afwerkingslaag. Vergeleken per functionele eenheid van 1 m² als vervaardigde constructieve binnenwand die minimaal voldoet aan de eisen van het Bouwbesluit. De brandwerendheid van de binnenmuur is minimaal 30 minuten. De minimale verticale weerstand van de binnenmuur (Nrd) is 140 N/m¹ (bepaald volgens de NEN-EN 1996-1-1). Uitgangspunten voor de muur is een hoogte van 2800 mm en een wand breedte van 5400 mm.</p>						
Tabel met Bron2Bron gegevens						
Product	B2B [%]					
	G	H	E	W		
Kalkzandsteenelementen	100	65	0	100		
Kalkzandsteenblokken (gelijmd)	100	65	0	100		
Kalkzandsteenmetselwerk (gemetseld)	99	62	0	100		
Betonblokken (gelijmd)	91	71	5	100		
Grenen logs, niet verduurzaamd, db	0	3	4	93		
Baksteen (gelijmd)	100	63	0	99		
Betonsteenmetselwerk (gemetseld)	90	69	5	100		
Stampleem	94	66	8	100		
Holle betonnenblokken (gemetseld)	90	69	5	100		
Grenen logs, niet verduurzaamd, sb	0	3	4	93		
Geperforeerd baksteenmetselwerk (gemetseld)	97	59	1	99		
Geperforeerd baksteenmetselwerk (gelijmd)	100	64	0	100		
Beton, 20% puingranulaat; gewapend	86	72	5	100		
Baksteenmetselwerk (gemetseld)	96	55	1	99		
Beton; gewapend	93	66	1	100		

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

Figuur 30: Bron2Bron massief dragende binnenwanden (NIBE, 2015)

Positie range	Product	Milieuklasse	schaduwkosten	Bron2bron			
				G	H	E	W
1	Kalkzandsteenelementen	1a	1.76	100	65	0	100
2	Kalkzandsteenblokken (gelijmd)	1a	1.84	100	65	0	100
3	Kalkzandsteenmetselwerk (gemetseld)	1b	2.01	99	62	0	100
11	Geperforeerd baksteenmetselwerk (gemetseld)	2b	3.95	97	59	1	99
12	Geperforeerd baksteenmetselwerk (gelijmd)	2b	3.96	100	64	0	100

Tabel 20: Milieuklassen massief dragende binnenwanden (NIBE, 2015)

Milieuklassen

Range:

Binnen de range van massief dragende binnenwanden bevinden zich 15 verschillende producten. Uit analyse van de interviews is gebleken dat aannemers hoofdzakelijk werken met geperforeerde baksteenmetselwerk, zowel gelijmd als gemetseld. Deze twee materialen bevinden zich op de elfde en twaalfde plaats binnen de range van vijftien producten (tabel 20). Aannemer 6 opteert voor kalkzandsteenblokken, zowel gelijmd als gemetseld. Deze bevinden zich in de range op de tweede en derde positie.

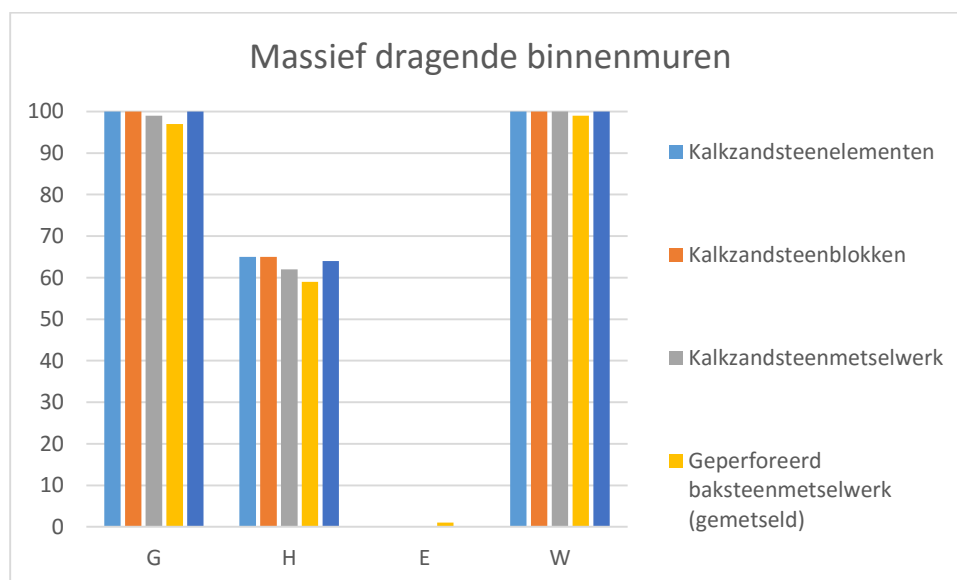
Verbetering:

Aannemer 6 maakt onbewust een zeer goede keuze op het vlak van milieu-impact. Zowel gelijmd als gemetseld kalkzandsteenmetselwerk bevindt zich in de eerste milieuklasse. Op het gebied van schaduwkosten is er een verschil van 17 eurocent tussen gelijmd en gemetseld. Hier kan de aannemer enkel overgaan naar kalkzandsteenelementen. Hierdoor blijft hij echter in klasse 1a zoals de gelijmde kalkzandsteenmetselwerk. Echter wil de maatschappij 8 eurocent meer investeren in kalkzandsteenelementen.

De vijf overige aannemers, exclusief de twee aannemers in de houtskeletbouw, opteren voor geperforeerd baksteenmetselwerk gelijmd of gemetseld. Beide producten bevinden zich in de milieuklasse 2b. Voor de schaduwkosten is er een verschil van 1 eurocent voor deze klassen. Daarnaast kan de aannemer opteren voor het gebruik van DUBOkeurproducten die voorgesteld worden binnen deze categorie.

Bron2bron

Opvallend binnen deze categorie is dat al de materialen uitstekend scoren op gezondheid en verantwoord watergebruik. Materiaal hergebruik is relatief goed met een gemiddelde van 63%. Het grote werkpunt binnen deze categorie is het gebruik van duurzame energie (NIBE, 2015). De categorie massief dragende binnenmuren (figuur 31) bevat materialen die uitermate goed scoren op het vlak van gezondheid en verantwoord materiaalgebruik. Het hergebruik van materialen is relatief goed met resultaten van 59% tot 65%. Ook binnen deze categorie scoort het gebruik van duurzame energie slecht met een maximum van 1%.



Figuur 31: Gezondheidsindicatoren massief dragende binnenmuren

Gezondheidsklassen

Kalkzandsteenblokken (gelijmd), kalkzandsteenmetselwerk (gemetseld), geperforeerd baksteenmetselwerk (gemetseld) en geperforeerd baksteenmetselwerk (gelijmd) scoren allemaal boven de 90% op de gezondheidsklassen binnen de bron2bron methode. Bijgevolg worden deze niet uitgebreid besproken.

Een tweede categorie waar de snelbouwstenen veelvuldig worden toegepast, zijn de massief niet-dragende binnenwanden, inclusief afwerking.

Classificatietabel: MASSIEF NIET-DRAGENDE BINNENWANDEN INCL. AFWERKING			22.11
Schaduwkosten	Bron2Bron	Bouwkosten	
Functionele eenheid ⁱ			
Massieve niet-dragende binnenwand toegepast in de Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar. Vergeleken per functionele eenheid van 1 m ² afgewerkte, niet-dragende binnenwand die minimaal voldoet aan de eisen van het Bouwbesluit.			
Tabel met milieuklasse ⁱ en schaduwkosten ⁱ			
Product	Milieu klasse	Schaduwkosten	
Kalkzandsteen lijmblokken; incl. stucwerk	1a	€	2,00
Rogips lijmblokken; incl. stucwerk	1a	€	2,14
Natuurgips lijmblokken; incl. stucwerk	1b	€	2,32
Licht leemsteenmetselwerk; incl. leemstuc	1c	€	2,65
Cellenbeton; incl. stucwerk	1c	€	3,00
Lichtgewicht beton met polystyreen; incl. stucwerk	2a	€	3,19
Stobalen (biologisch) met wapeningsnet; incl. stucwerk	2b	€	4,28
Lichte baksteenmetselwerk; incl. stucwerk	2b	€	4,42
Baksteen; geperforeerd; incl. stucwerk	2b	€	4,52
Stobalen (standaard) met wapeningsnet; incl. stucwerk	2c	€	4,65
Licht betonsteenmetselwerk; incl. stucwerk	3a	€	6,07
Baksteenmetselwerk; incl. stucwerk	3a	€	6,48
Beton, 20% puingran., ongewapend; incl. stucwerk	3b	€	7,67
Beton, ongewapend; incl. stucwerk	3b	€	7,88
Glazen bouwstenen	5a	€	16,51

Figuur 32: Classificatietabel massief niet-dragende binnenwanden incl. afwerking (NIBE, 2015)

Classificatietabel: MASSIEF NIET-DRAGENDE BINNENWANDEN INCL. AFWERKING					22.11
Schaduwkosten	Bron2Bron	Bouwkosten			
Functionele eenheid ⁱ					
Massieve niet-dragende binnenwand toegepast in de Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar. Vergeleken per functionele eenheid van 1 m ² afgewerkte, niet-dragende binnenwand die minimaal voldoet aan de eisen van het Bouwbesluit.					
Tabel met Bron2Bron ⁱ gegevens					
Product	B2B [%]				
	G	H	E	W	
Kalkzandsteen lijmblokken; incl. stucwerk	95	54	0	99	
Rogips lijmblokken; incl. stucwerk	73	3	2	99	
Natuurgips lijmblokken; incl. stucwerk	73	3	2	99	
Licht leemsteenmetselwerk; incl. leemstuc	94	66	8	100	
Cellenbeton; incl. stucwerk	83	49	3	99	
Lichtgewicht beton met polystyreen; incl. stucwerk	92	46	1	99	
Strobalen (biologisch) met wapeningsnet; incl. stucwerk	74	6	2	94	
Lichte baksteenmetselwerk; incl. stucwerk	86	34	2	99	
Baksteen; geperforeerd; incl. stucwerk	86	33	2	99	
Strobalen (standaard) met wapeningsnet; incl. stucwerk	69	6	2	96	
Licht betonsteenmetselwerk; incl. stucwerk	84	47	5	99	
Baksteenmetselwerk; incl. stucwerk	89	39	2	99	
Beton, 20% puingran., ongewapend; incl. stucwerk	89	63	5	100	
Beton, ongewapend; incl. stucwerk	90	69	5	100	
Glazen bouwstenen	16	37	3	95	
G = Materiaal Gezondheid H = Materiaal Hergebruik E = Gebruik Duurzame Energie W = Verantwoord Waterbeheer					

Figuur 33: Bron2Bron massief niet-dragende binnenwanden incl. afwerking (NIBE, 2015)

Positie range	Product	Milieuklasse	schaduwkosten	Bron2bron			
				G	H	E	W
1	Kalkzandsteenelementen incl. stucwerk	1a	2.00	95	54	0	99
5	Cellenbeton; incl. stucwerk	1c	3.00	83	49	3	99

Tabel 21: Milieuklassen massief niet-dragende binnenwanden (NIBE, 2015)

Milieuklassen

Range:

Binnen de range van de massief niet-dragende binnenwanden bevinden zich ook 15 verschillende producten. Vier van de aannemers opteren binnen deze klasse voor cellenbeton, zoals weergegeven in tabel 21. Cellenbeton bevindt zich in de range op de vijfde positie, maar nog steeds binnen milieuklasse 1.

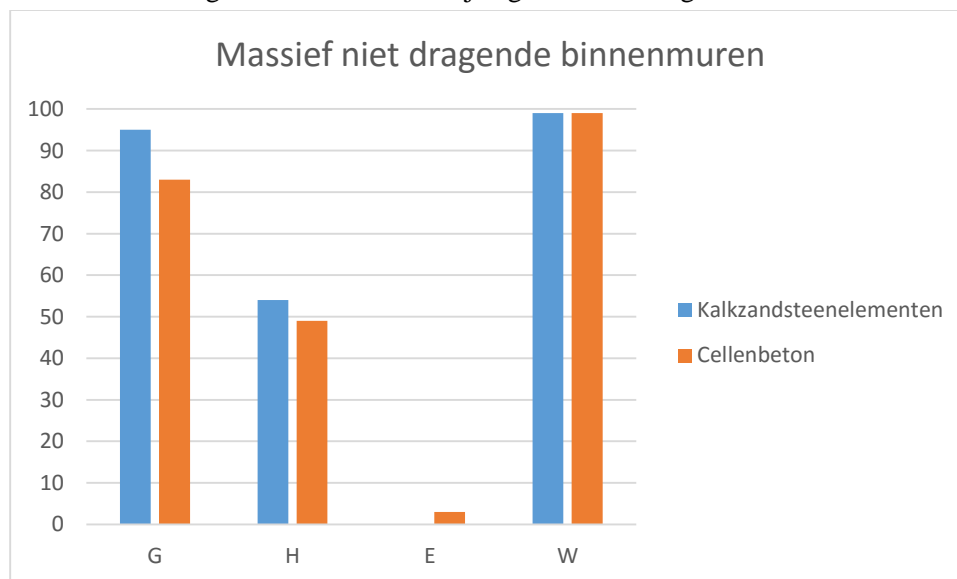
Verbetering:

De aannemer kiest hier voor materialen die, milieutechnisch, zeer goed scoren. Beide materialen bevinden zich in milieuklasse 1. Er is een verschil in schaduwkost van 1 euro. Uit dit verschil kan afgeleid worden dat cellenbeton zich in milieuklasse 1c bevindt. Er is namelijk een factor 1.5 verschil tussen de schaduwkost van kalkzandsteenelementen en cellenbeton. Deze factor kan opgezocht worden in tabel 21. Daarnaast kan de aannemer opteren voor het gebruik van DUBOkeurproducten die voorgesteld worden binnen deze categorie.

Bron2bron:

Het verschil zit vooral in de gezondheid en het hergebruik van het materiaal. Ook binnen de massief niet-dragende binnenwanden kan er geconcludeerd worden dat er extra aandacht moet gaan naar het duurzaam energiegebruik.

De massief niet-dragende binnenmuren zijn vergelijkbaar met de massief dragende muren. Enkel cellenbeton scoort minder op gezondheid met een percentage van 83 (figuur 34). Ook opvallend binnen deze categorie is dat er nauwelijks gebruik wordt gemaakt van duurzame energie.



Figuur 34: Gezondheidsindicatoren massief niet-dragende binnenmuren

Gezondheidsklassen

Zowel kalkzandsteenelementen incl. stucwerk als cellenbeton incl. stucwerk scoren goed op de gezondheidsklassen binnen de bron2bron methode. Echter bevinden beide materialen zich in de gezondheidsklasse 2. Dit kan verklaard worden omdat andere materialen binnen het deel niet massief dragende binnenmuren een positief getal scoren voor de gebruiksfase en deze twee materialen neutraal zijn. Wanneer er enkel naar de gebruiksfase gekeken wordt is het mogelijk om een beter materiaal te kiezen namelijk gips of leem omdat deze niet gevoelig zijn voor elektromagnetische velden.

5.2.1.3 Vloer

Classificatietabel: VERDIEPINGSVLOER (OVERSPANNING VAN 7,2 M)		23.02
Schaduwkosten	Bron2Bron	Bouwkosten
<p>Functionele eenheid ⁱ</p> <p>Verdiepingsvloer geschikt voor een minimale overspanning van 7,2 m gedurende een periode van 75 jaar. Vergeleken per functionele eenheid van 1 m² vloer die minimaal voldoet aan de eisen van het Bouwbesluit. De vloer is gelegen in één en dezelfde gebruiksfunctie en is niet woning- of functiescheidend. Dekvloer en vloerbedekking zijn buiten beschouwing gelaten.</p>		
<p>Tabel met milieuklasse ⁱ en schaduwkosten ⁱ</p>		
Product	Milieu klasse	Schaduw kosten
Houten kanaalplaatvloer (dikte 320 mm)	1a	€ 5,45
Prefab betonschil met I-profielen (IPE 300 h.o.h. 1200 mm)	1b	€ 7,15
Kanaalplaatvloer incl druklaag (dikte 260 mm)	2a	€ 9,38
Klimaatvloer (dikte 320 mm)	2a	€ 9,90
Massief houtenvloer (dikte 264 mm)	2b	€ 11,49
Bollenplaatvloer (dikte 280 mm)	2b	€ 11,58
Breedplaatvloer (dikte 230 mm)	2b	€ 11,73
In situ betonvloer (dikte 300 mm)	2c	€ 13,52
Cassettevloer (dikte 340 mm)	2c	€ 13,77

Figuur 35: Classificatietabel verdiepingsvloer (NIBE, 2015)

Classificatietabel: VERDIEPINGSVLOER (OVERSPANNING VAN 7,2 M)					23.02
Schaduwkosten	Bron2Bron	Bouwkosten			
Functionele eenheid ⁱ					
Verdiepingsvloer geschikt voor een minimale overspanning van 7,2 m gedurende een periode van 75 jaar. Vergeleken per functionele eenheid van 1 m ² vloer die minimaal voldoet aan de eisen van het Bouwbesluit. De vloer is gelegen in één en dezelfde gebruiksfunctie en is niet woning- of functiescheidend. Dekvloer en vloerbedekking zijn buiten beschouwing gelaten.					
Tabel met Bron2Bron ⁱ gegevens					
Product	B2B [%]				
	G	H	E	W	
Houten kanaalplaatvloer (dikte 320 mm)	1	0	3	88	
Prefab betonschil met I-profielen (IPE 300 h.o.h. 1200 mm)	85	66	1	99	
Kanaalplaatvloer incl druklaag (dikte 260 mm)	96	64	1	100	
Klimaatvloer (dikte 320 mm)	97	66	1	100	
Massief houtenvloer (dikte 264 mm)	0	0	3	88	
Bollenplaatvloer (dikte 280 mm)	92	66	1	100	
Breedplaatvloer (dikte 230 mm)	93	66	1	100	
In situ betonvloer (dikte 300 mm)	96	66	1	100	
Cassettevloer (dikte 340 mm)	92	66	1	100	
G = Materiaal Gezondheid H = Materiaal Hergebruik E = Gebruik Duurzame Energie W = Verantwoord Waterbeheer					

Figuur 36: Bron2Bron verdiepingsvloer (NIBE, 2015)

Positie range	Product	Milieuklasse	schaduwkosten	Bron2bron			
				G	H	E	W
1	Houten kanaalplaatvloer(320mm)	1a	5.45	1	0	3	88
3	Kanaalplaatvloer incl druklaag (260 mm)	2a	9.38	96	64	1	100
7	Breedplaatvloer (230 mm)	2b	11.73	93	66	1	100
8	In situ betonvloer (300 mm)	2c	13.52	96	66	1	100

Tabel 22: Milieuklassen verdiepingsvloer

Milieuklassen

Range:

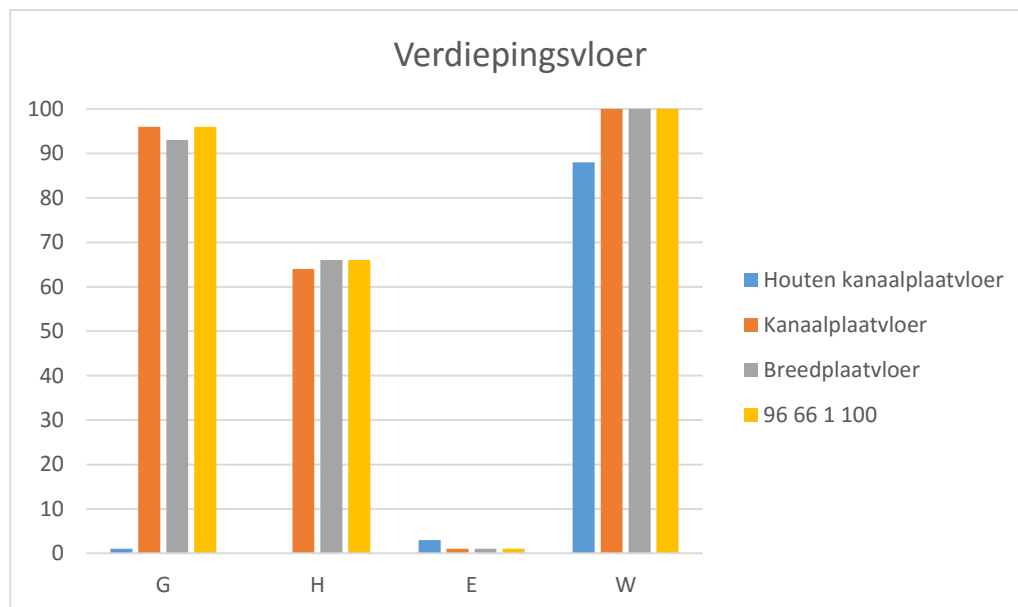
Binnen de range verdiepingsvloer zijn er 9 verschillende producten opgenomen. Kanaalplaatvloeren bevinden zich op een derde plaats terwijl breedplaatvloeren en een in situ betonvloer zich op een zevende en achtste plaats bevinden. Zeven van de negen aannemers (overige twee is houtskeletbouw) hebben de keuze tussen zowel kanaalplaatvloeren, breedplaatvloeren als in situ betonvloer. Alle drie deze keuzes bevinden zich in de tweede milieuklasse, opgedeeld van 2a tot 2c (tabel 22).

Verbetering:

De aannemer kiest doorgaans voor producten die milieutechnisch goed scoren. Echter kan er nog een duidelijke verbetering doorgevoerd worden door het kiezen van een houten kanaalplaatvloer. Binnen de betonproducten scoort de kanaalplaatvloer het beste met een schaduwkost van 9,38 en een bijhorende milieuklasse 2a. De in situ betonvloer scoort het slechtste onder de gekozen producten met een schaduwkost van 13,52 euro. Daarnaast kan de aannemer opteren voor het gebruik van DUBOkeur producten die voorgesteld worden binnen deze categorie.

Bron2bron:

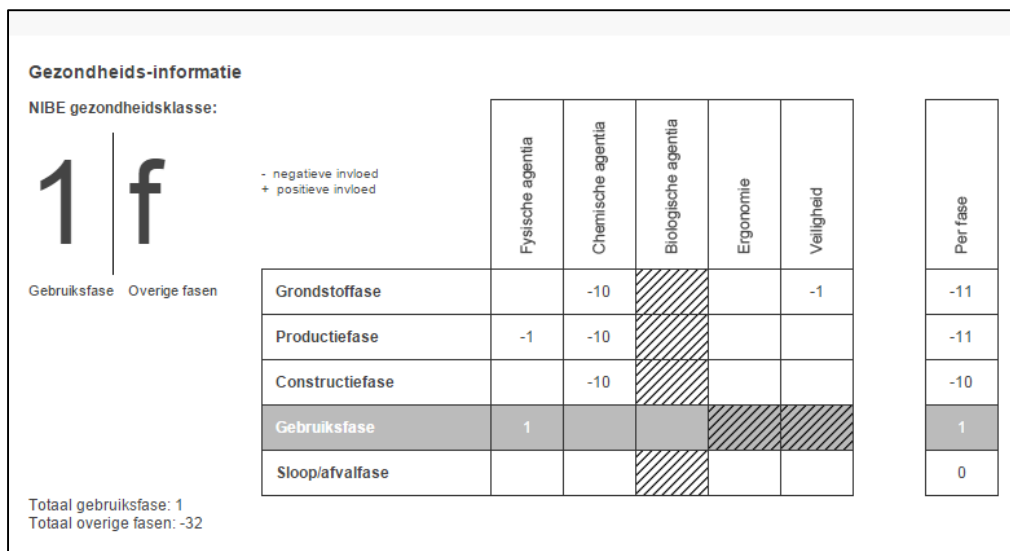
De lijn kan doorgetrokken worden binnen de verdiepingsvloeren voor het gebruik van duurzame energie. De betonproducten hebben een zeer hoog percentage (93%-96%) voor gezondheid en verantwoord watergebruik(100%). Het hergebruik van materialen is relatief goed met percentages tussen de 64% tot 66%. Opvallend scoren de houten kanaalplaatvloeren heel slecht op gezondheid (1%) en hergebruik(0%). Ook het verantwoord watergebruik ligt met 88% lager dan de andere materialen binnen deze categorie (figuur 37).



Figuur 37: Gezondheidsindicatoren verdiepingsvloer

Gezondheidsklassen

Dit materiaal bevindt zich in gezondheidsklasse 1f zoals weergegeven in figuur 38. Er is een duidelijke, nadelige invloed voor chemische agentia binnen de grondstof-, productie- en constructiefase. Aan deze fases wordt de meest nadelige score van -10 gekoppeld. Tijdens de grondstoffase worden er kleine hoeveelheden olie en aardgas gebruikt waarin stoffen zitten die kankerverwekkend zijn. Hierdoor wordt de meest nadelige factor van -10 aan de chemische agentia gekoppeld. Binnen dezelfde fase krijgt veiligheid ook een negatieve score van -1 omdat er gewerkt wordt met groot materiaal dat aanleiding kan geven tot ongelukken. Verder is er kans op brand en explosies. De productiefase krijgt een score van -10 voor chemische agentia omdat de verwerking van hout ernstige gezondheidseffecten kan veroorzaken. Het grootste probleem is het houtstof dat vrij komt. Fysische agentia scoort -1 omdat er veel geluid vrijkomt bij de verwerking van hout. In de constructiefase wordt er een score van -10 toegekend aan chemische agentia omdat er ernstige gezondheidsproblemen kunnen voorkomen. De belangrijkste fase is de gebruiksfase. Deze scoort een positief resultaat van 1 omdat hout niet statisch geladen kan worden en geen magneetvelden kan veroorzaken.



Figuur 38: Gezondheidsinformatie verdiepingsvloer (NIBE, 2015)

Er kan geconcludeerd worden dat de houten kanaalplaatvloeren een nadelige invloed hebben op de gezondheid, maar dat er geen invloed is op de gezondheid binnen de gebruiksfase. Dit is de reden waarom dit product nog steeds in gezondheidsklasse 1 geklasseerd is. In de b2b-methode scoort dit materiaal uitermate slecht op gezondheid. Hieruit kan geconcludeerd worden dat er enkel gekeken wordt naar de nadelige gezondheidseffecten in elke fase en geen prioriteit gegeven wordt aan de gebruiksfase. De aannemer komt enkel in contact met het materiaal gedurende de constructiefase waar de meest nadelige factor van -10 aan chemische agentia gekoppeld wordt. Hier is het noodzakelijk dat de aannemer zijn voorzorgsmaatregelen neemt om deze gezondheidsproblemen te voorkomen.

5.2.2 Gebouwschil

5.2.2.1 Spouwisolatie

Classificatietabel: SPOUWISOLATIE		41.04
Schaduwkosten	Bron2Bron	Bouwkosten
Functionele eenheid ⁱ		
Isolatiemateriaal toegepast in de spouwmuur van de Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar. Vergeleken per functionele eenheid van 1 m ² . Het isolatiepakket heeft een Rd waarde van minimaal 3,5 m ² .KW.		
Tabel met milieuklasse ⁱ en schaduwkosten ⁱ		
Product	Milieu klasse	Schaduw kosten
Steenwol platen	1a	€ 0,60
Glaswol platen	1a	€ 0,63
Schuimisolatie van biopolymeren (BIO-EPS)	2a	€ 1,03
EPS platen	2b	€ 1,37
PUR/PIRschuim platen (pentaan geblazen)	2c	€ 1,60
Resolschuim platen	3a	€ 1,69
Houtvezel flexibele isolatie	3a	€ 1,77
Vlasplaten; incl. dampremende PE-folie	3a	€ 1,96
Celluloseplaten, incl dampremende PE-folie	3b	€ 2,00
Cellulair glas	3c	€ 2,84
Kurkplaten, geëxpandeerd	4b	€ 3,92
XPS platen	4c	€ 4,48
Schapevool, incl dampremende PE-folie	6c	€ 13,76

Figuur 39: Classificatietabel spouwisolatie (NIBE, 2015)

Classificatietabel: SPOUWISOLATIE					41.04			
Schaduwkosten		Bron2Bron		Bouwkosten				
Functionele eenheid ⁱ								
Isolatiemateriaal toegepast in de spouwmuur van de Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar. Vergeleken per functionele eenheid van 1 m ² . Het isolatiepakket heeft een Rd waarde van minimaal 3,5 m ² .KW.								
Tabel met Bron2Bron ⁱ gegevens								
Product	B2B [%]							
	G	H	E	W				
Steenwol platen	100	7	0	96				
Glaswol platen	0	35	8	71				
Schuimisolatie van biopolymeren (BIO-EPS)	33	3	1	73				
EPS platen	0	3	0	0				
PUR/PIRSchuim platen (pentaan geblazen)	0	6	2	46				
Resolschuim platen	0	1	2	29				
Houtvezel flexibele isolatie	40	0	4	85				
Viasplaten; incl. dampremende PE-folie	0	0	2	82				
Celluloseplaten, incl dampremende PE-folie	0	0	4	96				
Cellulair glas	0	36	1	93				
Kurkplaten, geëxpandeerd	0	0	3	64				
XPS platen	0	3	1	66				
Schapevool, incl dampremende PE-folie	0	0	4	3				
G = Materiaal Gezondheid H = Materiaal Hergebruik E = Gebruik Duurzame Energie W = Verantwoord Waterbeheer								

Figuur 40: Bron2Bron spouwisolatie (NIBE, 2015)

Positie range	Product	Milieuklasse	schaduwkosten	Bron2bron			
				G	H	E	W
1	Steenwol platen	1a	0.60	100	7	0	96
2	Glaswol platen	1a	0.63	0	35	8	71
4	EPS platen	2b	1.37	0	3	0	0
5	Pur/pir (geblazen)	2c	1.60	0	6	2	46

Tabel 23: Milieuklassen spouwisolatie (NIBE, 2015)

Milieuklassen

Range:

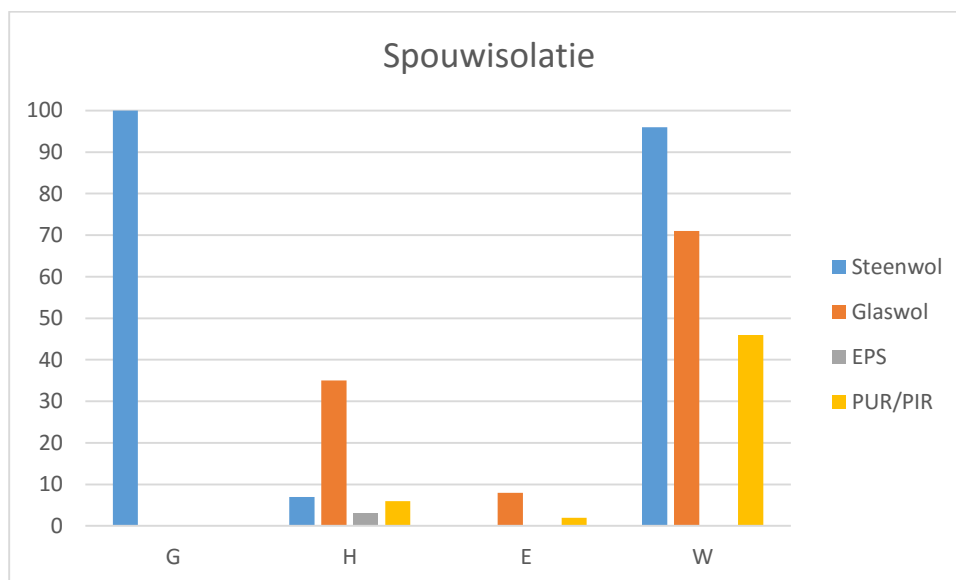
Binnen de range spouwisolatie zijn er 13 verschillende producten opgenomen. De aannemer in Vlaanderen kiest voornamelijk voor PUR/PIR en EPS-platen. De twee aannemers in de houtskelbouw kiezen voor glaswolplaten. Deze glaswolplaten bevinden zich op een tweede plaats in de range terwijl EPS en PUR/PIR zich op een vierde en vijfde plaats bevinden (tabel 23). Glaswol is milieutechnisch de beste keuze aangezien het zich in klasse 1a bevindt. EPS en PUR/PIR bevinden zich in klasse 2b en 2c.

Verbetering:

De aannemers in houtskeletbouw kiezen voor een zeer goed materiaal op milieugebied. De traditionele aannemers kunnen echter nog verbeteringen doorvoeren. Deze aannemers kunnen volgens de schaduwkostmethode het best kiezen voor steen- of glaswol. Echter zijn EPS en PUR/PIR ook goede keuzes. PUR/PIR heeft een schaduwkost die 23 eurocent hoger ligt dan EPS-platen die op hun beurt 74 eurocent hoger liggen dan de glaswolplaten. Daarnaast kan de aannemer opteren voor het gebruik van DUBOkeur producten die voorgesteld worden binnen deze categorie.

Bron2bron:

Binnen de categorie spouwisolatie is opvallend dat steenwol 100% gezond is terwijl de overige gekozen materialen 0% scoren op gezondheid. Steenwol heeft echter ook een verantwoord watergebruik van 96% (figuur 41). EPS scoort zeer slecht in vergelijking met de andere isolatiematerialen voor verantwoord watergebruik. Het hergebruik van materiaal scoort over het algemeen ondermaats voor deze isolatiematerialen. Opnieuw is het duidelijk dat er geen rekening gehouden wordt met duurzame energie. De gekozen isolatiematerialen worden gekoppeld aan de gezondheidsklasse om te kunnen concluderen welke fase in de levenscyclus het meest nadelig is. (NIBE, 2015)



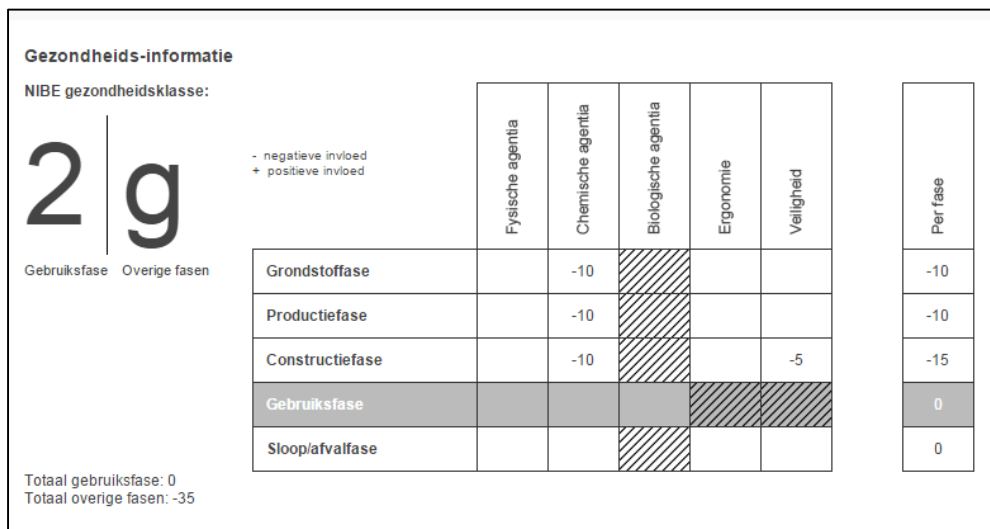
Figuur 41: Gezondheidsindicatoren spouwisolatie

Gezondheidsklassen

Glaswol bevindt zich in gezondheidsklasse 2g zoals weergegeven in figuur 42. Voor de grondstof-, productie- en constructiefase wordt er een negatieve factor van 10 aan de categorie chemische agentia gekoppeld. Tijdens de grondstoffase komen er stoffen vrij die ernstige gezondheidseffecten kunnen veroorzaken. De meest nadelige stof is dat afkomstig van kwartszand. Door het gebruik van aardolie en aardgas is ook hier er een risico op het vrijkomen van kankerverwekkende stoffen.

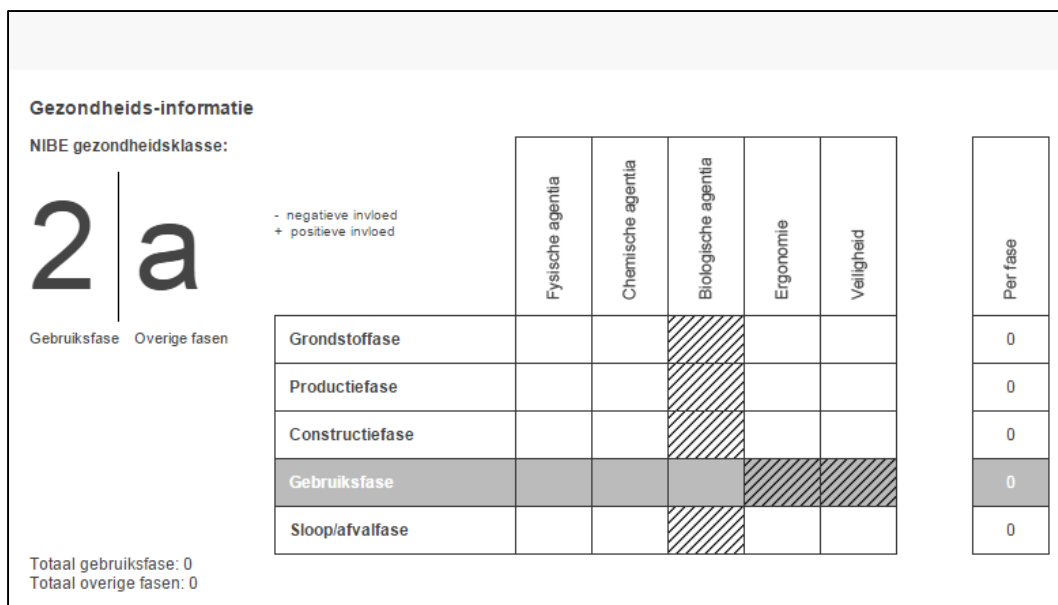
Binnen de productiefase worden de vezels gebonden met elkaar door het gebruik van kunstharsen. Deze harsen bevatten stoffen die schadelijk zijn voor de gezondheid zoals formaldehyde en andere vluchtige organische stoffen. Tijdens de constructiefase wordt er ook een factor van -10 toegekend aan de chemische agentia wegens deze nadelige gezondheidseffecten. Binnen deze fase wordt er een extra

negatieve factor van 5 toegekend voor veiligheid. Bij ieder gebruik van glaswol is het noodzakelijk dat er een goede ventilatie is en een afscherming van elk lichaamsdeel.



Figuur 42: Gezondheidsinformatie glaswol (NIBE, 2015)

Opvallend bij de EPS platen is dat er geen enkele negatieve of positieve invloed is in zowel de grondstof-, productie-, constructie-, gebruiksfase- en sloopafvalfase. EPS-platen bevinden zich in gezondheidsklasse 2a zoals weergegeven in figuur 43.



Figuur 43: Gezondheidsinformatie EPS-platen (NIBE, 2015)

PUR/PIR-schuimplaten bevinden zich in gezondheidsklasse 1f zoals weergegeven in figuur 44. In de grondstoffase krijgt dit materiaal een negatieve factor van 10 voor chemische agentia. PUR is voornamelijk opgebouwd uit aardolie. Tijdens de winning van deze aardolie komen er kankerverwekkende stoffen vrij. Aan de categorie veiligheid wordt -1 toegekend omwille de risico's op lekkages en explosies.

In de productiefase wordt er pentaan gebruikt om de PUR te blazen. Deze stof is licht brandbaar en schadelijk voor de gezondheid. Tijdens de productiefase komen er meerdere stoffen voor die schadelijk en giftig zijn voor de gezondheid.

In de constructiefase kan er zowel met platen als met de gespoten variant gewerkt worden. Bij het spuiten komen dezelfde schadelijke stoffen vrij dan in de productiefase. Deze kunnen leiden tot schade aan de gezondheid.

In de gebruiksfase wordt er een positieve factor van 1 toegekend aan de biologische agentia omwille van het feit dat PUR minder gevoelig is voor de vorming van schimmels.

Gezondheids-informatie

NIBE gezondheidsklasse:

1 | **f**

Gebruiksfase | Overige fasen

- negatieve invloed
+ positieve invloed

	Fysische agentia	Chemische agentia	Biologische agentia	Ergonomie	Veiligheid	Perfase
Grondstoffase		-10			-1	-11
Productiefase	-1	-5				-6
Constructiefase		-5				-5
Gebruiksfase	0		1			1
Sloop/afvalfase						0

Totaal gebruiksfase: 1
Totaal overige fasen: -22

Figuur 44: Gezondheidsinformatie schuimplaten PIR en PUR (NIBE, 2015)

Een belangrijke tekortkoming van de NIBE-classificatie is dat er geen opsplitsing is tussen PIR en PUR. Dit kwam herhaaldelijk terug bij het interviewen van de aannemers. De meeste aannemers stapten over naar PIR omdat dit een product is dat hoger scoort op het vlak van gezondheid en een betere lamda waarde heeft. Deze informatie is gebaseerd op de interviewresultaten en het gezondheidsgegeven kan dus niet verder wetenschappelijk onderbouwd worden.

5.2.2.2 Dakbedekking EPDM

Classificatietabel: DAKBEDEKKING PLAT DAK, MECHANISCH BEVESTIGD		47.04
Schaduwkosten	Bron2Bron	Bouwkosten
<p>Functionele eenheid ⁱ</p> <p>Een waterdichte dakbedekking voor een plat dak met een oppervlak van één vierkante meter, inclusief mechanische bevestiging. De gehanteerde beschouwingsperiode is 75 jaar.</p> <p>Tabel met milieuklasse ⁱ en schaduwkosten ⁱ</p>		
Product	Milieu klasse	Schaduwkosten
POCB; mechanisch bevestigd; met retoursysteem	1a	€ 1,51
EPDM-membraan; mechanisch bevestigd	1c	€ 1,99
Plantaardig membraan; enkel laags; mechanisch bevestigd	2c	€ 3,53
TPO-banen; mechanisch bevestigd	2c	€ 3,95
EPDM, sbs cachering; mechanisch bevestigd	3a	€ 4,16
PVC-banen; mechanisch bevestigd	3a	€ 4,61
Staal verzinkt; trapezium	4b	€ 9,40
Bitumen-SBS; tweelaags - mechanisch bevestigd	4c	€ 11,20
Bitumen-APP; tweelaags - mechanisch bevestigd	4c	€ 11,21
Aluminium; profiel-gecoat	5a	€ 13,24
Zinkplaten	5b	€ 16,97

Figuur 45: Classificatietabel dakbedekking (NIBE, 2015)

Classificatietabel: DAKBEDEKKING PLAT DAK, MECHANISCH BEVESTIGD					47.04
Schaduwkosten	Bron2Bron	Bouwkosten			
Functionele eenheid ⁱ					
Een waterdichte dakbedekking voor een plat dak met een oppervlak van één vierkante meter, inclusief mechanische bevestiging. De gehanteerde beschouwingsperiode is 75 jaar.					
Tabel met Bron2Bron ⁱ gegevens					
Product	B2B [%]				
	G	H	E	W	
POCB; mechanisch bevestigd; met retoursysteem	0	63	0	0	
EPDM-membraan; mechanisch bevestigd	0	8	1	11	
Plantaardig membraan; enkel laags; mechanisch bevestigd	0	60	1	5	
TPO-banen; mechanisch bevestigd	0	4	0	11	
EPDM, sbs cachering; mechanisch bevestigd	0	4	1	56	
PVC-banen; mechanisch bevestigd	0	43	1	73	
Staal verzinkt; trapezium	0	63	2	96	
Bitumen-SBS; tweelaags - mechanisch bevestigd	0	4	1	75	
Bitumen-APP; tweelaags - mechanisch bevestigd	0	4	1	75	
Aluminium; profiel-gecoat	0	75	13	1	
Zinkplaten	0	63	13	1	
G = Materiaal Gezondheid H = Materiaal Hergebruik E = Gebruik Duurzame Energie W = Verantwoord Waterbeheer					

Figuur 46: Bron2Bron dakbedekking (NIBE, 2015)

Positie range	Product	Milieuklasse	schaduwkosten	Bron2bron			
				G	H	E	W
1	POCB:mechanisch bevestigd	1a	1,51	0	63	0	0
2	EPDM-membraan	1c	1,99	0	8	1	11
5	EPDM,sbs cachering	3a	4,16	0	4	1	56

Tabel 24: Milieuklassen dakbedekking (NIBE, 2015)

Milieuklassen

Range:

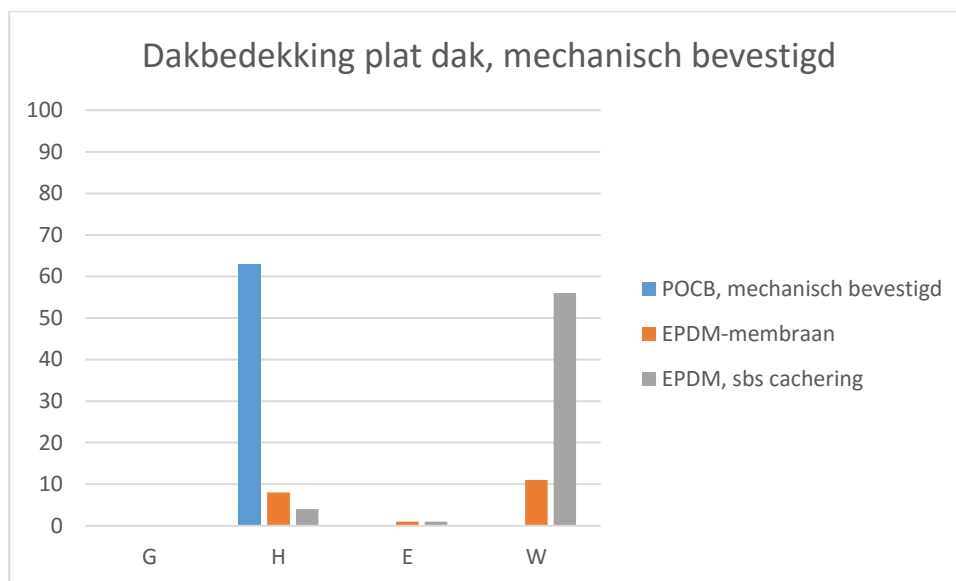
Binnen de range dakbedekking plat dak mechanisch bevestigd zijn er in totaal 11 onderverdelingen. Het EPDM-membraan bevindt zich op de tweede plaats terwijl de EPDM sbs cachering zich op een vijfde plaats bevindt (tabel 24).

Verbetering:

De aannemer kiest met het EPDM-membraan voor een materiaal met een milieuklasse van 1c, wat milieutechnisch een goede keuze is. Er kan gekozen worden voor het beste materiaal namelijk POCB dat ook mechanisch bevestigd wordt. Dit bevindt zich in milieuklasse 1a. De aannemers die kiezen voor EPDM sbs cachering maken een aanvaardbare keuze. Echter kan er nog een duidelijke verbetering doorgevoerd worden door het kiezen van POCB of het EPDM-membraan. Ook binnen deze categorie is het aangeraden om met DUBOkeurproducten te werken zoals voorgeschreven.

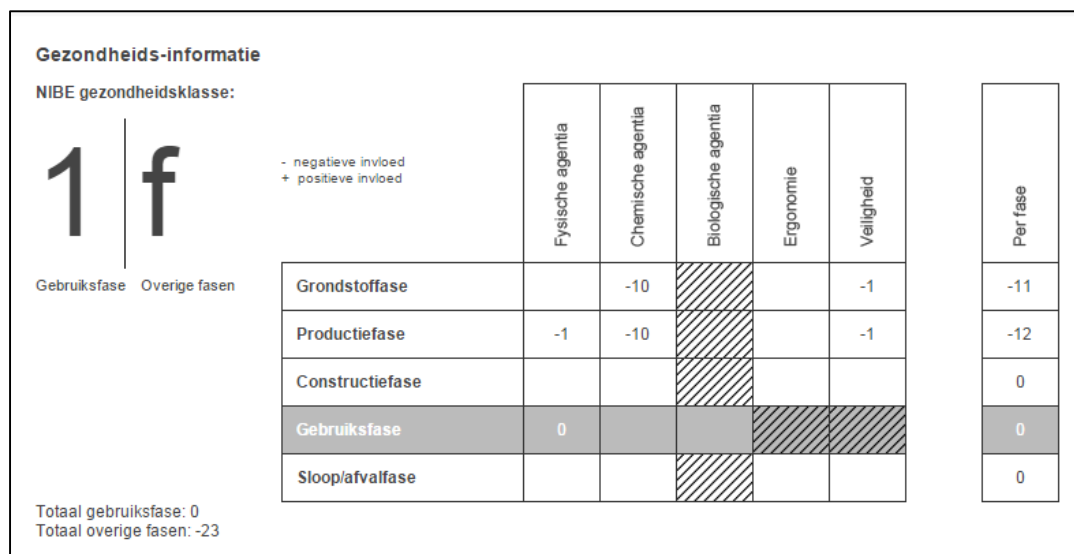
Bron2bron:

Opvallend binnen deze categorie is dat geen enkele dakbedekking gezond is (figuur 47). Ook hier kan geconcludeerd worden dat het gebruik van duurzame energie uitermate slecht scoort. POCB kan voor 63% hergebruikt worden en scoort hiermee duidelijk hoger dan EPDM. (NIBE, 2015).

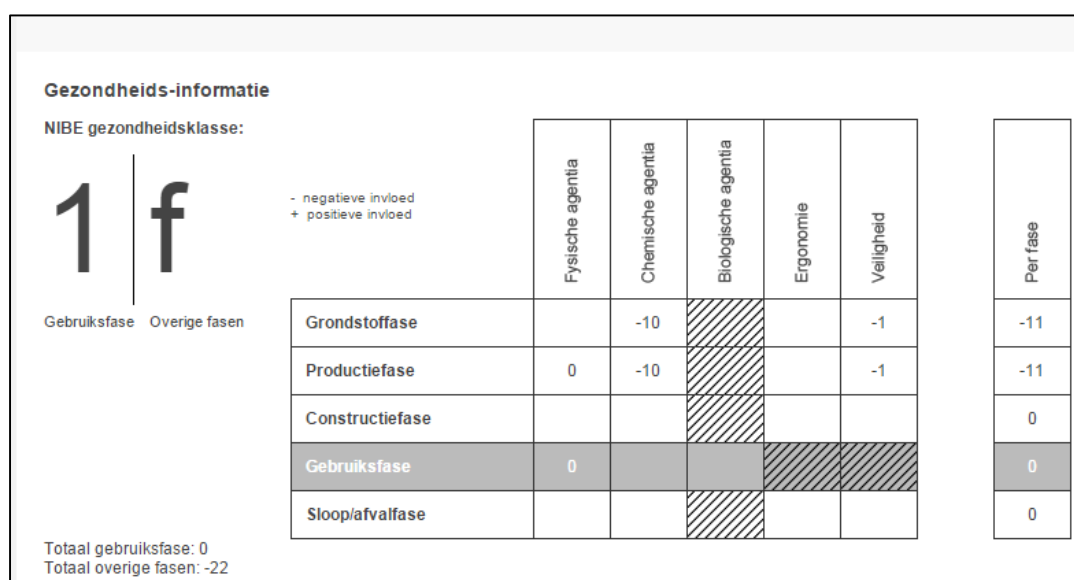


Figuur 47: Gezondheidsindicatoren dakbedekking

Gezondheidsklassen



Figuur 48: Gezondheidsinformatie EPDM-membraan (NIBE, 2015)



Figuur 49: Gezondheidsinformatie EPDM, sbs-cachering (NIBE, 2015)

Beide materialen bevinden zich in milieuklasse 1f (figuur 48,49) en worden samen besproken. Beide materialen krijgen een negatieve factor van 10 in de grondstoffase voor chemische agentia. De belangrijkste reden voor deze nadelige factor is de kankerverwekkende stoffen die vrijkomen bij de winning van aardolie. Ook binnen deze fase wordt er een factor van -1 toegekend aan veiligheid door het explosiegevaar bij de winning van aardolie en door de stofvorming bij de winning van kwartszand zijn er extra veiligheidsmaatregelen nodig.

In de productiefase krijgen beide materialen een factor -10 voor chemische agentia. EPDM is hoofdzakelijk opgebouwd uit propeen en etheen die in hoge concentratie in de lucht gevaarlijke gezondheidseffecten veroorzaken. Beide materialen krijgen -1 voor veiligheid binnen deze fase omwille van de vrijkomende gassen en de kans op explosies. Het EPDM-membraan krijgt ook -1 voor fysische agentia.

5.2.3 Analyse resultaten

Positie range	Product	Milieuklasse	schaduwkosten	Bron2bron			
				G	H	E	W
Metselmortel							
1	Schelpkalkcement metselmortel	1a	0.72	93	0	7	100
4	Dunbedmortel	1c	0.95	94	29	1	99
6	Cementmortel	3a	2.15	90	0	4	98
Massief dragende binnenmuren							
1	Kalkzandsteenelementen	1a	1.76	100	65	0	100
2	Kalkzandsteenblokken (gelijmd)	1a	1.84	100	65	0	100
3	Kalkzandsteenmetselwerk (gemetseld)	1b	2.01	99	62	0	100
11	Geperforeerd baksteenmetselwerk (gemetseld)	2b	3.95	97	59	1	99
12	Geperforeerd baksteenmetselwerk (gelijmd)	2b	3.96	100	64	0	100
Massief niet dragende binnenmuren							
1	Kalkzandsteenelementen incl. stucwerk	1a	2.00	95	54	0	99
5	Cellenbeton; incl. stucwerk	1c	3.00	83	49	3	99
Verdiepingsvloer							
1	Houten kanaalplaatvloer(320mm)	1a	5.45	1	0	3	88
3	Kanaalplaatvloer incl druklaag (260 mm)	2a	9.38	96	64	1	100
7	Breedplaatvloer (230 mm)	2b	11.73	93	66	1	100
8	In situ betonvloer (300 mm)	2c	13.52	96	66	1	100
spouwisolatie							
1	Steenwol platen	1a	0.60	100	7	0	96
2	Glaswol platen	1a	0.63	0	35	8	71
4	EPS platen	2b	1.37	0	3	0	0
5	Pur/pir (geblazen)	2c	1.60	0	6	2	46

Tabel 25: Overzichtstabel analyse ranges milieu-impact van materiaalkeuzes aannemers

5.2.3.1 Bespreking resultaten NIBE-classificatie

Algemeen kunnen we besluiten dat de aannemers, milieutechnisch bekeken, (vaak onbewust) een vrij goede materiaalkeuze maken. Al de gekozen materialen (per categorie) zitten binnen een range van 1a tot en met 2c. Enkel cementmortel is hierop een uitzondering met een score van 3a. Volgens de NIBE-classificatie zijn al de gekozen materialen dus te beschouwen als een goede keuze, enkel cementmortel is slechts een aanvaardbare keuze.

De materiaalkeuzes van de aannemers die werken in houtskeletbouw vallen binnen dezelfde categorieën als deze van de traditionele aannemers. Voor de structuur wordt bij de houtskeletbouwers echter gekozen voor cellenbetonblokken en houten kanaalplaatvloeren (terwijl traditionele aannemers kiezen voor geperforeerd baksteenmetselwerk gelijmd of gemetseld en kiezen voor welfsels, breedplaatvloeren, in situ betonvloer afhankelijk van de praktische uitvoering.) Voor de gebouwschil opteren deze aannemers voor glaswol (in tegenstelling tot traditionele aannemers die eerder werken met EPS platen, Pir en Pur). Wanneer de materiaalkeuzes van de houtskeletbouw-aannemers gekoppeld worden aan de NIBE-classificatie, is het opvallend dat deze materialen allemaal in milieuklasse 1 vallen. De houtskeletbouwers maken milieutechnisch dus (onbewust?) zeer goede keuzes. Echter op het vlak van gezondheid zijn dit niet de beste keuzes. Zowel glaswol, houten kanaalplaatvloeren als EPDM scoren volgens de b2b-methode niet meer dan 1% op materiaalgezondheid. De specifieke oorzaak hiervan is onduidelijk. Echter is de materiaalgezondheid afhankelijk van de schadelijke stoffen die vrijkomen gedurende het hele productieproces en van het eindproduct. De houten kanaalplaatvloeren kunnen afkomstig zijn van illegaal gekapt hout en hierdoor een zeer slecht percentage scoren. Dit is een veronderstellen aangezien verdere informatie hieromtrent ontbreekt.

Vooralsnog is de aannemer zich echter onvoldoende bewust van deze milieutechnische eisen bij materiaalkeuzes. De aannemer moet immers ook al aan technische eisen voldoen zoals draagkracht, genormeerde isolatiewaardes, etc. Hierdoor is het niet altijd mogelijk om te kiezen voor het product dat zich op positie 1 bevindt binnen deze classificatie

5.2.3.2 Toepassing NIBE-classificatie door aannemers

Zoals aangetoond in voorgaande paragrafen, kan het classificatiesysteem van NIBE (wetenschappelijk onderbouwd, gebruikmakend van de LCA-methodiek) helpen om een keuze te maken in duurzame materialen. Vooralsnog wordt het onvoldoende tot niet gebruikt door aannemers om hun materiaalkeuze te bepalen. Het zou hen echter kunnen helpen om op eenvoudige wijze een zicht te krijgen op de milieu-impact van verschillende bouwmaterialen op de markt. Deze aannemers zouden de milieuclassificaties kunnen raadplegen via de website, maar ook kunnen ze een app downloaden op hun smartphone. Dit biedt zeer interessante mogelijkheden gezien ze daarmee op de werf snel verschillende alternatieven zouden kunnen vergelijken. Naast de milieu-impact van bouwmaterialen zijn ook de gezondheidseffecten van een bouwproduct raadpleegbaar. De bouwproducten met een DUBOkeur-certificaat zijn ook terug te vinden. Producten die dit certificaat dragen, behoren tot de meest milieuvriendelijke keuzes.

6 Besluit

De hoofddoelstelling van deze scriptie was het achterhalen in welke mate de aannemer invloed uitoefent op de definitieve materiaalkeuze bij de constructie van eengezinswoningen. Aan de hand van een bevraging (korte enquête) en semi-gestructureerde interviews met negen verschillende totaalaannemers, verspreid over Vlaanderen, werd enerzijds gepolst naar hun kennis en toepassing van duurzaam materiaalgebruik, en anderzijds gezocht naar de achterliggende drijfveren van de aannemer bij het maken van een definitieve materiaalkeuze. Belangrijk gegeven is dat er slechts negen, weliswaar willekeurig gekozen, aannemers werden geïnterviewd, waardoor de verkregen resultaten niet kunnen veralgemeend worden.

De achtergrondkennis van de aannemer inzake (duurzame) materiaalkeuzes in Vlaanderen blijkt, voortkomend uit de duurzaamheidsvragen in de enquête, enorm beperkt. EPD en LCA zijn twee begrippen waarvan de kleinere, Vlaamse aannemers nauwelijks gehoord hebben. Acht van de negen geïnterviewde aannemers hebben nog nooit van EPD gehoord en LCA is bekend bij slechts twee van de negen bevroegde aannemers. De beperkte kennis is deels te verklaren omdat EPD relatief nieuw is in België (slechts ingevoerd sinds 1 januari 2015). LCA bestaat echter al langer, maar wordt niet vaak toegepast in de (Belgische) bouwwereld. Door het ontbreken van een wettelijke regelgeving betreffende materiaalkeuze blijven de toepassingen van EPD en LCA beperkt.

Aan de hand van de categorieën structuur, gebouwverschijning, gebouwschil, binnenafwerking en technische installaties werd er bepaald op welke materialen de aannemer vaak afwijkt t.o.v. de door de architect opgestelde meetstaat of een voorstel doet tot materiaalwijziging. Resultaten tonen aan dat elke aannemer (in een bepaalde mate) inspraak heeft op de categorie structuur en gebouwschil. Binnen de categorie structuur is de inspraak beperkt tot de keuze van de snelbouwsteen, het type mortel en het type draagstructuur voor de vloeren. Binnen de categorie gebouwschil heeft de aannemer keuzevrijheid in het isolatiemateriaal. Dit isolatiemateriaal moet gelijkaardige technische specificaties hebben als het voorgeschreven materiaal en de lamdawaarden moeten gelijk blijven of beter worden. De isolatiedikte wordt altijd bepaald in functie van de heersende EPB-regelgeving. Echter heeft de aannemer wel inspraak op de beslissing van de leverancier. Hij heeft de keuze in het merk en type materiaal met een bepaald lambda-waarde. Geen enkele aannemer heeft invloed op de gebouwverschijning en binnenafwerking. De klant kiest hier op esthetisch vlak. Qua technische installaties kan de aannemer de keuzes voornamelijk bijsturen door zijn praktijkervaring en vakkennis. Hier heeft hij ook de keuze in de leverancier van de systemen, echter wel conform het eisenpakket van de bouwheer en architect.

Het NIBE- classificatiesysteem NIBEhelpt op eenvoudige wijze de milieu-impact van bouwmaterialen in te zien en zou nuttig kunnen zijn voor aannemers bij de keuze voor duurzame materialen. Echter is deze classificatie vooralsnog totaal onbekend onder de bevroegde aannemers. Hierdoor hebben zij geen besef van de milieu-impact van de door hen gemaakte materiaalkeuzes, en dus ook geen weet van eventuele verbeteringsmogelijkheden. Desondanks kan er toch besloten worden dat de aannemers (onbewust) een vrij goede, milieutechnische materiaalkeuze maken. Alle gekozen materialen hebben een milieu-impactscore binnen een range van 1a tot en met 2c (wat overeen stemt met het label “goede keuze”), met uitzondering van cementmortel met 3a (“aanvaardbare keuze”)

Deze scriptie kan gebruikt worden als vertrekbasis voor verder en gedetailleerder onderzoek naar de invloed van de aannemer bij de materiaalkeuze bij de bouw van ééngesinswoningen. Verder kan er onderzocht worden in hoeverre de aannemers gebruik maken van tools en databanken voor duurzame

materialen. Er kan gevraagd worden naar de feedback van de aannemers over de kwaliteit van deze tools.

Dit toekomstig onderzoek kan ook teruggekoppeld worden naar de resultaten van deze scriptie, om zo te kijken hoe de keuzes van de aannemer evolueren (vb. als er nieuwe tools op de markt komen, als er wetgeving komt, ...).

7 Literatuurlijst

- Agentschap ondernemen. (2014). *De aannemer en beheerskennis in de bouw*. Opgehaald van <http://www.agentschapondernemen.be/content/de-aannemer-en-beheerskennis-de-bouw>
- Bouwunie. (2015). *Energiebewuste aannemers: een overzicht*. Opgehaald van Bouwunie : <http://www.vinduwaannemer.be/nl/faq/Energiebewuste-Aannemer>
- Chang, H.-J. (2011). *23 Things They Don't Tell You About Capitalism*. Penguin.
- Commission, E. (2011, 1 26). *A resource-efficient Europe - Flagship initiative under the Europe 2020 Strategy*. Opgehaald van resource-efficient Europe: http://ec.europa.eu/resource-efficient-europe/pdf/resource_efficient_europe_en.pdf
- CSTB. (2013). *conçu pour accompagner les acteurs du bâtiment durable*. Opgehaald van Elodie - Building the future : <http://www.elodie-cstb.fr/Default-EN.aspx>
- Departement Leefmilieu, N. e. (2015, 08 08). *Duurzame woningbouw*. Opgehaald van Vlaamse maatstaf voor duurzaam wonen en bouwen : <http://do.vlaanderen.be/maatstaf-voor-woningen>
- Dr. Janssen, A. (2013-2014). *Duurzaam bouwen hoofdstuk 1 - Duurzame ontwikkeling*. UHasselt.
- Dr. Janssen, A. (2013-2014). *Duurzaam bouwen hoofdstuk 3 - Duurzame gebouwen*. UHasselt.
- Dubokeur. (2014). *Het keurmerk voor duurzaam bouwen*. Opgehaald van DUBOkeur: <http://www.dubokeur.nl>
- eco-bat. (2012). *Eco Balance Assessment Tool*. Opgehaald van eco-bat: <http://www.eco-bat.ch/>
- Ecodesign. (2014). *4 fasen van een LCA*. Opgehaald van <http://www.ecodesign.be/content/4-fasen-van-lca>
- Economie, F. (2010). *Erkenning van aannemers*. Opgehaald van Indeling EA: http://economie.fgov.be/nl/binaries/IndelingEA_tcm325-62604.pdf
- EPD international. (2015). *five steps to EPD Environmental Product Declaration*. Opgehaald van Environdec.
- Europa Nu. (2015). *Klimaatconferentie Parijs 2015 (COP21)*. Opgehaald van Europa Nu: http://www.europa-nu.nl/id/vjmhg41ub7pp/klimaatconferentie_parijs_2015_cop21
- European Commission, D. E. (2002, september). *Evaluation of Environmental Product Declaration Schemes*. Opgehaald van <http://ec.europa.eu/environment/ipp/pdf/epdstudy.pdf>
- Febe. (2015). *Milieu-impact wordt meetbaar*. Opgehaald van EPD-fiches: <http://www.febe.be/frontend/files/userfiles/files/beton/Beton211/EPD-fiches-Milieu-impact-wordt-meetbaar.pdf>
- FOD volksgezondheid, v. v. (2015). *EPD databank*. Opgehaald van Databank voor milieuproductverklaringen (EPD): http://health.belgium.be/eportal/Environment/CommercialisationOfProducts/ConstructionProducts/EnvMessagesAndEPDs/DBAlert/19100266_NL?ie2Term=2015?&fodnlang=nl#.VmP3VDZdEeF
- GreenCalc. (2014). *GreenCalc+*. Opgehaald van <http://www.greencalc.com/index.html>
- Herczeg, M., McKinnon, D., & Milios, L. (2014). *Resource efficiency in the building sector*. Rotterdam: Ecorys.

- Janssen, A., Delem, L., & Van Dessel, J. (2012, september). *Duurzame materialen kiezen*. (Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf) Opgeroepen op 8 27, 2015, van http://www.wtcb.be/homepage/index.cfm?cat=services&sub=innov_support&pag=13&art=document&niv01=choose_durable_materials
- Leefmilieu Brussel. (2015). *Gids duurzame gebouwen*. Opgehaald van De levenscyclusanalyse van materialen: analyse, informatiebronnen en keuzehulpmiddelen.
- Meex, E. (2015). Development of a methodology for architects for the assessment and integration of sustainable material use from the early design phase on (lopend doctoraatsonderzoek). UHasselt.
- Mortelmans, D. (2013). *Handboek kwalitatieve onderzoeksmethoden* . ACCO Uitgeverij.
- NIBE. (2014). *Onze missie* . Opgehaald van <http://www.nibe.org/nl/over-nibe/onze-missie>
- NIBE. (2015). *Nibe stelt eerste EPD's op met Europese erkenning via het Eco-platform*. Opgehaald van NIBE : http://www.nibe.org/nl/nieuws/NIBE_Europese_EP/NMD_via_ECO-platform
- NIBE. (2015). *Omschrijving methode milieuclassificaties bouwproducten*. Opgehaald van [nibe.info](http://www.nibe.info): <http://www.nibe.info/nl>
- NSF. (2014). *The Public Health and Safety Organization* . Opgehaald van Product Category Rules, Life Cycle Assessments and Environmental Product Declarations: http://www.nsf.org/newsroom_pdf/SU_PCR_EP/White_Paper_LT_EN_LSU27230612.pdf
- Orde van architecten. (2014). *De bouwwerf begeleiden tot de oplevering*. Opgehaald van <http://architect.be/bouwheer/bouwwerf.php>
- OVAM. (2015). *Bepaal de milieu-impact van uw product en maak het verschil!* . Opgehaald van Ecolizer ontwerptool : <http://www.ecolizer.be>
- Servaes, R., Allacker, K., & Debacker, W. (2013). *Milieuprofiel van gebouwelementen*. Danny Wille, OVAM.
- Vlaanderen. (2014). *EPB-aangifte bij nieuwbouw en renovatie* . Opgehaald van <http://www.vlaanderen.be/nl/bouwen-wonen-en-energie/bouwen-en-verbouwen/epb-aangifte-bij-nieuwbouw-en-renovatie>
- Vlaanderen. (2015). *Bijna-energie neutraal (BEN)*. Opgehaald van [energiesparen](http://www.energiesparen.be/BEN) : <http://www.energiesparen.be/BEN>
- Wastiels, D. i.-a. (2015, februari). *Milieuboodschappen op bouwproducten* . Opgehaald van WTCB : <http://www.wtcb.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=bbri-contact&pag=Contact46&art=684>
- Wille, D., & OVAM. (2013, september). *Vertaling van de MMG-Output naar beleidstoepassingen ikv specifieke gebruikersdoelgroepen*. Opgehaald van OVAM: http://www.ovam.be/sites/default/files/MMG-B_FINAAL%20RAPPORT_130903_0.pdf
- WTCB. (2012, september). *Duurzame materialen kiezen*. Opgehaald van Principes en aandachtspunten bij de keuze voor duurzame bouwmaterialen.
- WTCB. (2015). *Levenscyclusanalyse* . Opgehaald van WTCB - Onderzoek, ontwikkeling en innovatie : http://www.wtcb.be/homepage/index.cfm?cat=services&sub=innov_support&pag=13&art=document&niv01=choose_durable_materials&niv02=4_1ca

Bijlage 1: Categorieën van algemene aannemingen

CATEGORIEËN VAN ALGEMENE AANNEMINGEN		ONDERCATEGORIEËN
A. Baggerwerken	A1	Schepen lichten en wrakken opruimen
B. Waterbouwkundige werken	B1	Waterlopen ruimen
C. Wegenbouwkundige werken	C1	Gewone rioleringswerken
	C2	Watervoorziening en leidingen leggen
	C3	Niet-elektrische verkeerstekens langs verbindingswegen, niet-elektrische veiligheidsinrichtingen, afsluitingen en schermen
	C5	Bitumineuze verhardingen en bestrijkingen
	C6	Sterkstroom- en telecommunicatiekabels in sleuven leggen, zonder aaneenkoppeling
	C7	Horizontale doorpersingen van buizen voor kabels en leidingen
	D. Bouwwerken	D1
D4		Geluids- en warmte-isolatie, lichte scheidingswanden, valse plafonds en blinde vloeren, al dan niet geprefabriceerd
D5		Timmerwerk, houten spanten en trappen
D6		Marmer- en steenhouwerswerk
D7		Smeedwerk
D8		Dakbedekkingen in asfaltproducten (of gelijkaardige) en dichtingswerken
D10		Tegelwerk
D11		Pleister- en raapwerk
D12		Bedekkingen die niet in metaal of asfalt zijn
D13		Verfwerk
D14		Glazenmakerswerk
D15		Parketwerk
D16		Sanitaire installaties en gasverwarmingsinstallaties met individuele toestellen
D17		Centrale verwarming, thermische installaties
D18		Ventilatie, luchtverwarming en airconditioning
D20		Metalen schrijnwerk
D21		Gevels reinigen en opknappen
D22		Metalen dakbedekkingen en zinkwerk
D23		Restauratie door ambachtslieden
D24		Restauratie van monumenten
D25	Muur- en vloerbekledingen met uitzondering van marmer-, parket- en tegelwerk	
D29	Vloerdeklagen en bekleding van industriële vloeren	

CATEGORIEËN VAN ALGEMENE AANNEMINGEN	ONDERCATEGORIEËN	
E. Burgerlijke bouwkunde	E1	Moerriolen
	E2	Paalfunderingen, dam- en diepwanden
	E4	Horizontale doorpersingen van onderdelen van kunstwerken
F. Metaalconstructies	F1	Montage- en demontagewerken (zonder leveringen)
	F2	Metalen draagstructuren bouwen
	F3	Industrieel schilderwerk
G. Grondwerken	G1	Borings- en sonderingswerken en injecties
	G2	Draineerwerken
	G3	Beplantingen
	G4	Speciale bekledingen voor sportvelden
	G5	Afbraakwerken
H. Spoorwerken	H1	Spoorstaven lassen
	H2	Stroomdraden plaatsen
K. Mechanische uitrustingen	K1	Uitrustingen van kunstwerken en industriële mechanica
	K2	Overladings- en hijstoestellen (kranen, rolbruggen...) installeren
	K3	Oleomechanische uitrustingen
L. Hydromechanische uitrustingen	L1	Leidingen plaatsen
	L2	Pomp- en turbinstations uitrusten
M. Elektronische uitrustingen	M1	Elektronische uitrustingen met industriële of hoge frequentie, voedingsstations inbegrepen
N. Transportinstallaties in gebouwen	N1	Liften, goederenliften, roltrappen en roltrapjes
	N2	Pneumatisch, mechanisch... vervoer langs kokers en buizen van voorwerpen, documenten of goederen
Elektrische installaties (erkenning in deze categorie bestaat niet, dus kunt u alleen in een ondercategorie worden erkend)	P1	Elektrische installaties in gebouwen, inbegrepen het installeren van stroomaggregaten, alarmtoestellen tegen brand- en diefstal, telecommunicatie in en om gebouwen en voorzieningen voor gemengde telefonie
	P2	Elektrische en elektromechanische installaties van kunstwerken en nijverheidsinrichtingen, en elektrische buiteninstallaties
	P3	Installaties van bovengrondse elektriciteitsleidingen
	P4	Elektrische installaties van haveninrichtingen
S. Uitrustingen voor telecommunicatie	S1	Openbare telefoon- en telegraafuitrustingen en databeheer
	S2	Uitrustingen voor afstandsbediening, -controle en -meting
	S3	Uitrustingen voor radio- en televisieuitzendingen, radar- en antenne-installaties
	S4	Uitrustingen voor informatieverwerking en procesregeling

CATEGORIEËN VAN ALGEMENE AANNEMINGEN	ONDERCATEGORIEËN	
Speciale installaties (erkenning in deze categorie bestaat niet, dus kunt u alleen in een ondercategorie worden erkend)	T2	Bliksemafleiders, ontvangstantennes
	T3	Koelinstallaties
	T4	Uitrustingen voor wasserijen en grote keukens
	T6	Slachthuisinrichtingen
U. Installaties voor huisvuilverwerking		
V. Installaties voor waterzuivering		

Bijlage 2: Codering interviewresultaten

Labels	Onderverdeling in fragmenten	Aannemer									Som	%	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Vertrouwensband	<i>Architect</i>												
	vertrouwen architect	1		1	1	1	1	1	1	1	1	8	89
	samenspraak architect	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	100
	<i>Leverancier</i>												
	altijd zelfde isolatie bij zelfde leverancier	1			1							2	22
	bepalen leverancier op relatie en snelle levertijd	1		1	1	1	1	1	1	1		7	78
	controle betonkwaliteit op werf door fabrikant	1										1	11
	keuze leverancier				1	1	1	1	1	1		5	56
	<i>Aannemer</i>												
	aannemer altijd problemen oplossen				1							1	11
	aannemer = technische kennis						1					1	11
	concurreren concullega's	1	1									2	22
	<i>Overige</i>												
samenwerken met bloeiende bedrijven		1									1	11	
eerlijkheid bij opstellen meetstaat	1										1	11	

Labels	Onderverdeling in fragmenten	Aannemer									Som	%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Materialenkeuze	Isolatie											
	isolatie		1	1	1	1	1		1	1	7	78
	Recticel als voorgeschreven isolatie	1		1							2	22
	gebruik glaswol	1							1		2	22
	spuiten met PUR		1		1	1	1		1		5	56
	spuiten met PIR			1	1	1	1				4	44
	isolatie tapen		1	1	1				1	1	5	56
	rotswol			1							1	11
	kurkisolatie			1							1	11
	gebruik Uniline i.p.v. Recticel		1	1							2	22
	Snelbouwsteen											
	snelbouw		1	1	1	1	1		1		6	67
	gebruik Ytong		1	1		1	1				4	44
	lamdablokken Ploegsteert		1		1	1	1				4	44
	cellenbeton			1							1	11
	gevelsteen is keuze klant			1	1	1	1	1			5	56
	verluchttingsroosters i.p.v. open stootvoeg		1								1	11
	silicaatstenen					1	1				2	22
	Mortel/beton											
	type mortel							1	1		2	22
	dunbedmortel						1	1	1		3	33
	keuze beton					1		1			2	22
	schuimbeton i.p.v. hellingschape							1			1	11
	gebruik geïsoleerde prefabelementen		1								1	11
	welfsel i.p.v. ter plaatse gestort			1		1	1	1	1		5	56
	predallen i.p.v. welfsels				1	1	1	1	1		5	56
	gebruik crepi	1									1	11
	gelijmde stenen			1		1	1	1	1		5	56
	Hout/staal											
	oregon hout		1								1	11
	staal i.p.v. hout			1				1			2	22
	OSB	1							1		2	22
	Roofing											
	EPDM	1	1		1				1	1	5	56
	roofing ander merk dan EPDM				1						1	11
	Regenwaterafvoer											
PVC i.p.v. Geberit		1	1							2	22	
regenwaterput				1	1	1				3	33	
keuze filter voor put				1						1	11	
Overige												
voorstel materiaalwijziging	1		1	1	1	1	1	1	1	8	89	
kwaliteitsmaterialen		1		1	1		1	1		5	56	

Labels	Onderverdeling in fragmenten	Aannemer									Som	%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Kostprijs	<i>Duurzaam/ ecologie</i>											
	duurzaam=duurder						1				1	11
	ecologisch = duurder	1					1	1			3	33
	vergelijken verschillende materialen op prijs en ecologische eigenschappen	1								1	2	22
	niemand betaalt voor ecologisch ontwerp	1					1	1			3	33
	oplossing = stijging energieprij	1					1				2	22
	= subsidies overheid duurzaam materiaalgebruik	1	1				1				3	33
	<i>Materiaalniveau</i>											
	kostprijsgericht	1	1	1	1		1	1	1		7	78
	prijs-kwaliteitverhouding		1	1	1	1	1	1	1	1	8	89
	gebruik goedkoper isolatiemateriaal met zelfde waarde				1	1			1		3	33
	<i>klant</i>											
klant = enkel prijsgericht	1					1	1	1		4	44	
werken zonder meetstaat (kostenbesparend)						1	1	1		3	33	

Labels	Onderverdeling in fragmenten	Aannemer									Som	%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Technisch	Regelgeving											
	bouwen om net aan norm te voldoen	1								1	2	22
	voldoen huidige regelgeving	1			1						2	22
	EPB-regels volgen				1	1	1	1	1		5	56
	energiebewuste aannemer		1							1	2	22
	strengere controle op werf	1									1	11
	Gebouwindeling											
	structuur	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	100
	gebouwverschijning		1	1							2	22
	gebouwschil	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	100
	binnenafwerking		1							1	2	22
	technische installaties		1			1	1			1	4	44
	Eisen											
	luchtdichtheid	1	1	1	1		1	1	1		7	78
	akoestiek		1	1			1		1		4	44
	koudebruggen		1	1	1	1		1			5	56
	functionaliteit, uitvoering, kwaliteit			1	1			1	1		4	44
	materialen met certificering	1	1	1	1		1	1	1	1	8	89
	gebruik materialen met weinig onderhoud	1				1	1	1			4	44
	ruime voorraad ter beschikking		1						1		2	22
	productieproces optimaal									1	1	11
	rekening houden met afstand leverancier		1	1		1		1	1		5	56
	vooral rendement, normering, degelijkheid		1		1			1	1		4	44
	Uitvoering											
	praktische uitvoerbaarheid			1	1	1	1	1	1	1	6	67
	oog op doordachte detaillering	1								1	2	22
	rendement halen in uitvoering	1	1			1	1	1			5	56
	I-liggers i.p.v. massief	1								1	2	22
gordingendak i.p.v. spanten						1				1	11	
materiaalkeuze op ervaring			1			1				2	22	
goedkeuren productvoorstelling in lijn materiaal						1		1		2	22	

Labels	Onderverdeling in fragmenten	Aannemer									Som	%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Denkwijze	<i>Gezondheid/comfort</i>											
	cellenbeton=comfort	1									1	11
	cement ongezond					1				1	2	22
	passiefwoning is ongezonde lucht							1			1	11
	PUR is nadelig voor gezondheid	1									1	11
	<i>Duurzaam</i>											
	milieuvriendelijkheid is belangrijk	1									1	11
	duurzaam bouwen als basis van de crisis					1					1	11
	geloofwaardigheid Ecoliser, Nibe									1	1	11
	<i>Toekomst</i>											
	werken naar de toekomst (2020)	1									1	11
	oplossing = aannemer verplichten tot energiebijscholing									1	1	11
	particulieren weten perfect wat ze willen							1			1	11
	moderne mens gericht op esthetiek	1									1	11
	steunen van innoverende producten	1									1	11
	onderzoek naar juiste klant									1	1	11
	<i>Overige</i>											
certificering heeft geen zin	1									1	11	
markt is beheerd door lobbyisten			1	1	1	1			1	5	56	
bedrog sleutel-op-deur			1						1	2	22	
probleem controle meetstaat (niet functie aannemer)				1	1					2	22	
generatie (moeilijk aanpassen)							1		1	2	22	
Limburg achterstand op gebied passiefwonen									1	1	11	

Labels	Onderverdeling in fragmenten	Aannemer									Som	%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Duurzaamheid	Recyclage											
	verschil theorie-praktijk omtrent recycleren	1	1								2	22
	afvalsortering op werf/weinig afval	1			1					1	3	33
	houtskeletbouw = kleine afvalhoop	1								1	2	22
	materialen die gerecycleerd zijn				1	1				1	3	33
	materialen die gerecycleerd kunnen worden enkel 100% recycleerbare materialen			1	1	1				1	4	44
	hergebruik	1									1	11
	gerecycleerde granulaten in beton					1					1	11
	Ecologisch											
	duurzaamheid = isolatie	1								1	2	22
	geen gebruik van lokale materialen	1	1								2	22
	bouwen met respect voor milieu	1								1	2	22
	ecologisch marktsegment niet bereikbaar	1									1	11
	niet kijken naar milieu-impact		1								1	11
	houtskelet=ecologisch	1	1							1	3	33
	Regelgeving											
	geen wetgeving duurzaam bouwen									1	1	11
	anderen liegen over duurzaamheid						1				1	11
	materiaal is duurzaam wanneer het op markt komt							1	1		2	22
	afkeuren sbs terwijl goed duurzaam beschreven				1						1	11
	gebruik LCA									1	1	11
	Duurzaamheidsopvattingen											
	duurzaamheid= energie					1	1			1	3	33
	passief= duurzaam									1	1	11
	toekomst= duurzame materialen									1	1	11
	passief = geen premies = passé	1									1	11
	duurzaamheid is werken in zelfde regio				1						1	11
lange levensduur	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	100	
beste keuze duurzaamheid	1	1							1	3	33	

Bijlage 3: Blanco vragenlijst enquête

1. ALGEMENE GEGEVENS

- 1.1 Geslacht: M V
- 1.2 Leeftijd:
- 1.3 Opleiding:
- 1.4 Bijscholing:
- 1.5 Actief in de bouwpraktijk sinds (*jaartal*):
- 1.6 Functie binnen het bedrijf:
- 1.7 Grootte van het bedrijf (*inclusief uzelf*): personen
..... jaarlijkse omzet
.....klasse aannemer

1.8 Type projecten in de praktijk (*% invullen op stippelijntjes, som = 100%*)

- Particulier woningbouw
..... Appartementen
..... Sociale woningbouw
..... Kantoorgebouwen
..... Openbare gebouwen
..... Industriële gebouwen
..... Commerciële gebouwen
..... Andere, nl.

1.9 Ervaring met volgende constructietypes voor nieuwbouw woningen? In welke verhouding (*som=100%*)

- Traditioneel
..... Houtskeletbouw
..... Staalbouw
..... Betonwoning
..... Andere, nl.

1.10 Heeft u al eens gehoord van een environmental product declaration (EPD)? Ja Nee

1.11 Heeft u al eens gehoord van Life Cycle Assessment / Life Cycle Analysis (LCA)? Ja Nee

2. DUURZAAMHEID IN BOUWPRAKTIJK

2.1 Bent u in uw dagelijkse bouwpraktijk zelf bezig met duurzaamheid? Ja Nee

→ Indien **JA**: 1) *Waarom?*

-
.....
2) *Wat is voor u "duurzaam bezig zijn" ? Met welke aspecten houdt u (extra rekening)?*
.....
.....

→ Indien **NEE**: *Waarom niet?* Geen interesse

(*meerdere antwoorden mogelijk*) Onvoldoende kennis ter zake

- Past niet binnen takenpakket aannemer, eerder een taak voor:
.....
- Geen interesse/vraag van de bouwheer
- Budgetbeperkingen van de bouwheer
- Geen tijd
- Andere, nl.:.....

2.2 Bent u in uw dagelijkse bouwpraktijk specifiek bezig met de duurzaamheid van de gebruikte materialen in een gebouwwontwerp? Ja Nee

→ Indien **JA**: 1) Wat is voor u “duurzaam materiaalgebruik”?

.....
.....

2) Met welke aspecten houdt u (extra) rekening? (meerdere antwoorden mogelijk)

- Gebruik van lokale materialen
- Gebruik van materialen met een certificering/label, nl.
- Gebruik van materialen met een lange levensduur
- Gebruik van materialen die weinig onderhoud vergen
- Gebruik van materialen met een lage milieu-impact bij productie, verwerking, ...
- Gebruik van materialen die gerecycleerd zijn
- Gebruik van materialen gerecycleerd kunnen worden (bij einde levensduur)
- Gebruik van materialen waar nog een ruime voorraad van beschikbaar is
- Niet te veel materialen gebruiken (doordacht detailleren, ...)
- Andere:

→ Indien **NEE**:

(meerdere antwoorden mogelijk)

- Geen interesse
- Onvoldoende kennis ter zake
- Past niet binnen takenpakket aannemer, eerder een taak voor:
.....
- Geen interesse/vraag van de bouwheer
- Budgetbeperkingen van de bouwheer
- Geen tijd
- Andere, nl.:.....

2.3 Op welke materiaal-invullingen heeft u als aannemer nog invloed tijdens de constructiefase?

(meerdere antwoorden mogelijk)

- Dragende structuur
- Niet-dragende structuur
- Invulling gebouwschil (isolatie, luchtdichting, waterdichting, ...)
- Zichtbare materialen exterieur (gevel, dak, ramen en deuren, ...)
- Afwerkingsmaterialen interieur
- Technische systemen
- Buitenaanleg terrein
- Andere, nl.

Bijlage 4: blanco vragenlijst interview

1. ALGEMENE VRAGEN

1.1 ALGEMENE AANPAK

Kunt u ons kort vertellen wat de algemene aanpak is na ontvangen van de meetstaat van de architect?

.....
.....
.....
.....

1.2 BESTEKPOSTEN MEETSTAAT

Er zijn vrije en door de architect ingevulde posten. Binnen de vrije posten hebt u zelf de keuze. Waarop wordt de invulling van deze post gebaseerd? Werkt u altijd met dezelfde materialen of is dit zeer projectafhankelijk?

.....
.....
.....
.....

Wijkt u vaak van de ingevulde posten af? Zelf worden er hierbij materialen voorgesteld ter vervanging van de voorgestelde materialen. Hoe gaat dit in zijn werk? Kunt u hierbij duidelijk aangeven wat de achterliggende drijfveren zijn om deze materialen te kiezen?

.....
.....
.....
.....

Bijvraag: Houdt u duurzaamheid en milieu-impact in het achterhoofd bij deze beslissingen?

.....
.....
.....
.....

2. PROJECTSPECIFIEKE VRAGEN

2.1 CATEGORIE

De eengezinswoning kan opgedeeld worden in volgende categorieën:

- 1) Structuur: wanden, vloer volle grond, tussenvloeren, dakstructuur van plat of hellend dak, balken en kolommen, verdere structurele detaillering
- 2) Gebouwverschijning: gevelmateriaal, dakmateriaal, ramen en deuren, ...
- 3) Gebouwschil: invulling van de wanden, vloeren, daken, ...
- 4) Binnenafwerking: wanden, vloeren, plafonds, trappen, ...
- 5) Technische installaties: verwarming, ventilatie, hernieuwbare energie, elektriciteit, sanitair en riolering, ...

De afwijkingen die u maakt, in welke categorie vallen deze voornamelijk? In welke categorie heeft u de meeste inspraak? Over welke materialen gaat dit en spreken we hier over grote hoeveelheden?

.....
.....
.....
.....

Zijn er binnen dit project specifieke keuzes genomen qua materiaalgebruik?

.....
.....
.....
.....

3. ANDERE PROJECTEN

3.1 MATERIAALKEUZES

Kunt u enkele voorbeelden geven van materiaalkeuzes die u gemaakt heeft binnen andere projecten en waarom?

.....
.....
.....
.....

4. SAMENVATTING

4.1 AANVULLINGEN

Vooraleer ons gesprek te beëindigen, zouden we u willen vragen of er nog iets is dat u wilt vertellen over uw ervaringen. Heeft u zelf nog verdere aanvullingen?

.....
.....
.....
.....

Auteursrechtelijke overeenkomst

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:

Rol van de aannemer bij de materiaalkeuze tijdens de bouw van eengezinswoningen

Richting: **master in de industriële wetenschappen: bouwkunde**

Jaar: **2016**

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Voor akkoord,

Claes, Niels

Smetsers, Jeroen

Datum: **14/01/2016**