

# LOKALE BOUWMATERIALEN IN DE BELGISCHE CONTEXT

ELINE VAN CAUWENBERGE



# **LOKALE MATERIALEN IN DE BELGISCHE CONTEXT**

**UNIVERSITEIT HASSELT**  
**Faculteit Architectuur en Kunst**

**MASTERSCRIPTIE**  
**2017-2018**

**ELINE VAN CAUWENBERGE**  
**Masteropleiding Architectuur**

SEMINARIE  
Bouwkundig Concept

PROMOTOR  
Dr. Ir. Elke Knapen

BEGELEIDSTER  
Elke Meex



## VOORWOORD

Voor u ligt de scriptie over lokale materialen in Belgische context. Deze scriptie is geschreven als afsluiting van de opleiding master in de Architectuur aan de Universiteit van Hasselt. Het schrijven van deze scriptie heb ik als leerrijk ervaren, al was het niet altijd even gemakkelijk.

Bij het schrijven van deze scriptie heb ik hulp gekregen van verschillende personen en daarom wil ik hen nog eens uitdrukkelijk bedanken. Als eerste zou ik graag mijn promotor Elke Knapen en mijn begeleidster Elke Meex willen bedanken voor hun waardevolle opmerkingen en begeleidingen, zodat ik deze scriptie tot een goed einde heb kunnen brengen. Bovendien wil ik iedereen bedanken die ik heb gemaïld en me heeft verder geholpen bij het vinden van relevante informatie voor mijn onderzoek, alsook alle architecten die hebben deelgenomen aan mijn enquête.

Ik zou graag mijn mama Ann Van Asbroeck willen bedanken voor het nalezen van deze scriptie. Voor het nalezen van mijn Franstalige enquêtevragen en het Engelstalige abstract wil ik ook graag een vriendin Tinne Vandecruys bedanken. Carolien Millis wil ik bedanken omdat ze haar ervaringen in verband met pelgrimage met mij heeft gedeeld. Tenslotte zou ik graag mijn vrienden, collega studenten en familie willen bedanken voor de steun die ze me hebben geboden doorheen de moeilijkere periodes bij het schrijven van deze scriptie.

Eline Van Cauwenberge

Geel, 13 april 2018

## ABSTRACT

In het kader van duurzaamheid is de term 'lokale materialen' vrij breed waardoor elke architect, bouwheer, aannemer, ... hier zijn eigen interpretatie aan geeft. Het doel van dit onderzoek is om te onderzoeken wanneer een materiaal lokaal beschouwd kan worden en op welke schaal hiervoor gekeken moet worden in de context van België.

Allereerst werd er literatuuronderzoek gedaan naar de factoren die bijdragen tot de milieu-impact van materialen en naar de geschiedenis van de Belgische bouwcultuur. De manier waarop grondstoffen en materialen getransporteerd worden, heeft een belangrijke invloed op de transportimpact en op de totale milieu-impact. De belangrijkste bouwmaterialen die in de Belgische bouwcultuur lokaal worden gebruikt, werden dieper onderzocht naar hun herkomst. De verschillende locaties (ontginning, productie en verwerking) worden voor elke materiaalcategorie weergegeven op een kaart van België. Ten slotte werd er een enquête rondgestuurd naar Belgische architecten om te achterhalen welke bouwmaterialen eerder intuïtief als lokaal worden beschouwd en welke redenen hiervoor zijn.

Op basis van de resultaten van dit onderzoek kan worden geconcludeerd dat de bouwmaterialen natuursteen, baksteen, hout, beton en glas in de Belgische context als lokaal kunnen beschouwd worden. Er is een duidelijk verschil tussen materialen die lokaal zijn en die lokaal beschouwd worden door Belgische architecten. Vooral 'oude' materialen zoals baksteen en natuursteen worden lokaal beschouwd en 'nieuwe' materialen zoals beton en glas minder. Door de situering van ontginnings-, productie- en verwerkingslocaties is er ook een opvallend verschil tussen de intuïtieve lokale beschouwing van Waalse en Vlaamse architecten. Architecten wonend in Vlaanderen beschouwen baksteen als het meest lokale materiaal. Waalse architecten daarentegen kiezen voor natuursteen als meest lokale materiaal.

## ABSTRACT IN ENGLISH

In the context of sustainability, the term 'local materials' is rather wide, therefore each architect, builder, contractor, ... has his own interpretation on it. The aim of this research is to investigate whether a material can be considered as local and on what scale this should be looked at in the context of Belgium.

First, literature research was done after the factors that contribute to the environmental impact of materials and after the history of Belgian building culture. The way in which raw materials and products are transported has an important influence on the transport impact and on the overall environmental impact. The most important building materials that are used locally in the Belgian building culture were examined deeper for their origin. The various locations (exploitation, production and processing) are shown on a map of Belgium for each material category. Finally, a survey was sent to Belgian architects to find out which building materials are more intuitively considered as local and what are the reasons for this.

Based on the results of this research, it can be concluded that the building materials natural stone, brick, wood, concrete and glass can be regarded as local in the Belgian context. There is a clear difference between local materials and those that are considered locally by Belgian architects. Especially 'old' materials such as brick and natural stone are considered locally and 'new' materials such as concrete and glass are less considered as locally. Due to the location of exploitation, production and processing sites, there is also a striking difference between the intuitive local consideration of Walloon and Flemish architects. Architects living in Flanders consider brick as the most local material. Walloon architects, on the other hand, choose for natural stone as the most local material.





# INHOUDSOPGAVE

<b>VOORWOORD</b>	<b>5</b>	<b>I. INLEIDING</b>	<b>21</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>6</b>	I.I Motivatie	<b>23</b>
<b>ABSTRACT IN ENGLISH</b>	<b>7</b>	I.II Verantwoording	<b>23</b>
<b>INHOUDSOPGAVE</b>	<b>9</b>	I.III Onderzoeksdoel	<b>24</b>
<b>LIJST MET FIGUREN</b>	<b>15</b>	I.IV Hoofd- en deelonderzoeksvragen	<b>25</b>
<b>LIJST MET TABELLEN</b>	<b>19</b>	I.V Onderzoeksmethodologie	<b>25</b>

<b>II. LITERATUURSTUDIE</b>	<b>29</b>	<b>III. EIGEN ONDERZOEK</b>	<b>59</b>
<b>1. Inleiding in duurzaamheid</b>	<b>29</b>	<b>4. Inventarisatie materialen</b>	<b>59</b>
1.1 Definitie duurzaamheid	29	4.1 Wat is lokaal?	59
1.2 Drie pijlers van duurzaamheid	29	4.2 Methodologie	60
1.3 Levenscyclusanalyse	31	4.3 Hout	61
1.4 Trias Materia	33	4.3.1 Hout als grondstof	62
1.5 Milieuverklaringen	34	4.3.2 Hout als bouw materiaal	62
		4.3.3 Cijfergegevens	63
<b>2. Inzichten in de factoren die bijdragen tot de milieu-impact van materialen</b>	<b>37</b>	4.3.4 Situering in België	63
2.1 Milieu impact	37	4.4 Natuursteen	66
2.2 Transportimpact	41	4.4.1 Natuursteen als grondstof	66
2.2.1 Afstand	41	4.4.2 Natuursteen als bouw materiaal	66
2.2.2 Gewicht	43	4.4.3 Belgische blauwe hardsteen	68
2.3 Productie-impact	43	4.4.4 Marmer	69
2.4 Kritische reflectie	44	4.5 Baksteen	71
2.5 Besluit	45	4.5.1 Klei als grondstof	71
2.5.1 Transportfase	45	4.5.2 Baksteen als bouw materiaal	71
2.5.2 Productiefase	46	4.5.3 Situering in België	73
<b>3. Lokale materialen door de eeuwen heen</b>	<b>47</b>	4.6 Beton	75
3.1 Vernaculaire architectuur	49	4.6.1 Granulaten als grondstof	75
3.2 Belgische bouwcultuur	50	4.6.2 Kalksteen als grondstof	77
3.2.1 Middeleeuwen en nieuwe tijd	50	4.6.3 Prefabbeton en stortklare beton als bouw materiaal	81
3.2.2 Wederopbouw	54	4.7 Staal	85
3.3 Besluit	57	4.7.1 IJzererts als grondstof	85

4.7.2 Staal als bouw materiaal	<b>86</b>	<b>5. Intuïtief lokaal</b>	<b>99</b>
4.7.3 Situering in België	<b>88</b>	5.1 Bevraging architecten	<b>99</b>
4.8 Glas	<b>90</b>	5.2 Achtergrondinformatie respondenten	<b>100</b>
4.8.1 Zand als grondstof	<b>90</b>	5.3 Enquête antwoorden	<b>103</b>
4.8.2 Glas als bouw materiaal	<b>90</b>	5.3.1 Betekenis lokaal materiaal	<b>103</b>
4.8.3 Beglazing als product	<b>91</b>	5.3.2 Materialen beschouwd als lokaal	<b>106</b>
4.8.4 Situering in België	<b>93</b>	5.4 Verwerking onderzoeksresultaten	<b>116</b>
4.9 Besluit	<b>95</b>	5.4.1 Beschouwde lokale materialen en woonplaats	<b>116</b>
		5.4.2 Beschouwde lokale materialen en leeftijd	<b>120</b>
		5.5 Besluit	<b>122</b>
		<b>6. Conclusie</b>	<b>125</b>

<b>7. Masterproject</b>	<b>129</b>
7.1 Pelgrimage	131
7.2 Concept labyrint	132
7.3 Ontwerplocaties	133
7.3.1 Baksteen	133
7.3.2 Zwarthout	134
7.3.3 Stampleem	135
7.3.4 Mergel	136
7.3.5 Beton	137
7.4 Reflectie	138

<b>LITERATUURLIJST</b>	<b>141</b>
------------------------	------------

<b>BIJLAGEN</b>	<b>155</b>
-----------------	------------

Bijlage 1: Online enquêtevragen in het Nederlands.	<b>155</b>
--	------------

Bijlage 2: Online enquêtevragen in het Frans.	<b>157</b>
--	------------





## LIJST MET FIGUREN

- Figuur 1:** Vereenvoudigd diagram van de onderzoeksmethodologie (eigen figuur)..... **27**
- Figuur 2:** Woningen gebouwd met Doornikse steen in Doornik (Editions de l'Avenir, 2015). ..... **51**
- Figuur 3:** Sociale woonwijk De Streyp in Mechelen (1956) vervaardigd uit rode baksteen onderaan en witgeschilderde baksteen bovenaan (Vandevorst, 2015). ..... **52**
- Figuur 4:** Noodwoningen van het Koning Albertfonds in Dendermonde (De Wolf, 2012). ..... **54**
- Figuur 5:** Experimentele woonwijk Het Rad in Anderlecht (Collectief ipé, 2012). ..... **55**
- Figuur 6:** Veelvuldig glasegebruik bij woning Leysen (1968) in Turnhout (Architectuurarchief Provincie Antwerpen, s.a.). ..... **57**
- Figuur 7:** FSC en PEFC gecertificeerde bossen (rood) en zagerijen voor structuurhout (blauw) in België (eigen figuur, gebaseerd op: FSC, 2017; PEFC Belgium, 2017; HoutInfoBois, 2018c)..... **65**
- Figuur 8:** Belgische blauwe hardsteen groeves (rood) en steenhouwers (blauw) in België (eigen figuur, gebaseerd op: Pierres&MarbresWallonie 2016; PierreBleueBelge, 2007a). ..... **68**
- Figuur 9:** Marmergroeves (rood) en marmerbewerkers (blauw) in België (eigen figuur, gebaseerd op: Pierres&MarbresWallonie, 2016; Natuursteen, s.a.). ..... **70**

**Figuur 10:** Klei- en leemgroeves (rood), baksteenproductie (blauw) en kleizones geschikt voor baksteen en gevelsteen (donkergrijs) in België (eigen figuur gebaseerd op: Belgische Baksteenfederatie, s.a.; Baksteenfederatie, 2017; CartologisUGent, 2010). ..... **74**

**Figuur 11:** Zand- en grindontginning (rood) en zand- en grindverwerking (groen) in België (eigen figuur gebaseerd op: Grindcomité, 2015; De Smet, Bogaert, Vandenbroucke, Van Hyfte & De Corster, 2009; Van de Velde et al., 2014; Fediex, 2015a)..... **77**

**Figuur 12:** Kalksteengroeves (rood) en cementproductie (blauw - cementoven en cementmaalderij: donkerblauw, cementmaalderij: lichtblauw) in België (eigen figuur gebaseerd op: Fediex, 2015b; Febelcem, 2016). ..... **80**

**Figuur 13:** Prefabbetonproductie (lichtblauw) en stortklare betonproductie (donkerblauw) in België (eigen figuur gebaseerd op: FEBE, 2017; Fedbeton, 2017). ..... **82**

**Figuur 14:** Kalksteengroeve (donkerrood), cementproductie (donkergroen), zand- en grindontginning (lichtrood), zand- en grindverwerking (lichtgroen), stortklare betonproductie (donkerblauw) en prefabbetonproductie (lichtblauw) in België (eigen figuur). ..... **84**

**Figuur 15:** Staalproductie (blauw – hoogoven en raffinage: donkerblauw, raffinage: lichtblauw) in België (eigen figuur, gebaseerd op: Steelbel, 2018). **89**

**Figuur 16:** Kwartszandgroeve (rood), glasproductie (blauw) en glasverwerking (groen) in België (eigen figuur, gebaseerd op FIV-VGI, 2018; Sibelco, 2006). **94**

**Figuur 17:** Aantal respondenten volgens leeftijdscategorie (eigen figuur). .. **103**

**Figuur 18:** Betekenis lokaal materiaal volgens architecten (eigen figuur). .... **105**



<b>Figuur 19:</b> Eerste, tweede en derde meest beschouwde lokale materialen in Vlaanderen: natuursteen (paars), baksteen (oranje), hout (rood), beton (groen) en anderen (grijs) (eigen figuur). .....	<b>109</b>
<b>Figuur 20:</b> Eerste, tweede en derde meest beschouwde lokale materialen in Wallonië: natuursteen (paars), baksteen (oranje), hout (rood), beton (groen) en anderen (grijs) (eigen figuur). .....	<b>112</b>
<b>Figuur 21:</b> Eerste, tweede en derde meest beschouwde lokale materialen in België: natuursteen (paars), baksteen (oranje), hout (rood), beton (groen) en anderen (grijs) (eigen figuur). .....	<b>114</b>
<b>Figuur 22:</b> Combinatie van langstdurende woonplaats van de respondent en bouwmaterialen die het meest als lokaal materiaal beschouwd worden door architecten in België: natuursteen (paars), baksteen (oranje), hout (rood) en beton (groen) (eigen figuur). .....	<b>117</b>
<b>Figuur 23:</b> Combinatie van langstdurende woonplaats van de respondent en bouwmaterialen die als tweede meest lokaal materiaal beschouwd worden door architecten in België: natuursteen (paars), baksteen (oranje), hout (rood) en beton (groen) (eigen figuur). .....	<b>118</b>
<b>Figuur 24:</b> Combinatie van langstdurende woonplaats van de respondent en bouwmaterialen die als derde meest lokaal materiaal beschouwd worden door architecten in België: natuursteen (paars), baksteen (oranje), hout (rood) en beton (groen) (eigen figuur). .....	<b>119</b>
<b>Figuur 25:</b> Meest beschouwd oud (natuursteen, hout of baksteen) of nieuw (beton) lokaal materiaal volgens leeftijdscategorie (eigen figuur). .....	<b>120</b>
<b>Figuur 26:</b> Jekervallei vanaf Tongeren tot Maastricht (zwart) met de vijf bijhorende ontwerplocaties (rood) (eigen figuur). .....	<b>130</b>
<b>Figuur 27:</b> De pelgrim en het labyrint (Kuijpers, 2016). .....	<b>132</b>

**Figuur 28:** Klei- en leemgroeves (rood), baksteenproductie (blauw) en kleizones geschikt voor baksteen en gevelsteen (donkergrijs) in België met de eerste ontwerplocatie (zwart) (eigen figuur). ..... **133**

**Figuur 29:** Saint-Laurent hoeve te Glaaien (eigen figuur). ..... **134**

**Figuur 30:** Kalksteengroeves (rood) in België met de vierde ontwerplocatie (zwart) (eigen figuur). ..... **136**

**Figuur 31:** Kalksteengroeve (donkerrood), cementproductie (donkergroen), zand- en grindontginning (lichtrood), zand- en grindverwerking (lichtgroen), stortklare betonproductie (donkerblauw) en prefabbetonproductie (lichtblauw) in België met vijfde ontwerplocatie (eigen figuur). ..... **137**



## LIJST MET TABELLEN

- Tabel 1:** Optredende milieueffecten op verschillende schaalniveaus (Yanovshtchinsky, V., Huijbers, K., Blokland, E., & van den Dobbelsteen, A., 2013). ..... **38**
- Tabel 2:** Milieu ingrepen bij levenscyclusfases van bouwmaterialen (van den Dobbelsteen & Alberts, 2001)..... **40**
- Tabel 3:** Impact coëfficiënten voor transport van 1 ton materiaal van productie naar bouwplaats (Zabalza Bribián et al., 2010). ..... **42**
- Tabel 4:** Productie, export, import en gebruik van baksteen in ton voor België 2010-2016 (Eigen tabel, gebaseerd op: Belgische Baksteenfederatie, 2017). **73**
- Tabel 5:** Productie, export, import en gebruik van cement in ton voor België 2010-2015 (Eigen tabel, gebaseerd op: Febelcem 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016). ..... **79**
- Tabel 6:** Productie, export, import en gebruik van halffabricaten en afgewerkte staalproducten in ton voor België 2010-2016 (Eigen tabel, gebaseerd op: Worldsteel, 2017; Steelbel, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017). ..... **88**
- Tabel 7:** Productie, export, import en gebruik van gesmolten glas in ton voor België 2010-2016 (Eigen tabel, gebaseerd op: VGI-FIV, 2016; VGI-FIV, 2017). **93**
- Tabel 8:** Achtergrondinformatie van de Nederlandstalige respondenten (eigen tabel). ..... **101**
- Tabel 9:** Achtergrondinformatie van de Franstalige respondenten (eigen tabel). ..... **102**
- Tabel 10:** Het aantal definities van een lokaal materiaal volgens architecten (eigen tabel). ..... **104**

**Tabel 11:** Antwoorden van architecten op de vraag: “Welke 5 bouwmaterialen worden door u het meest beschouwd als lokaal?” (eigen tabel)..... **107**

**Tabel 12:** Lokale materialen volgens een puntentelling in Vlaanderen met bijhorend cirkeldiagram (eigen tabel). ..... **111**

**Tabel 13:** Lokale materialen volgens een puntentelling in Wallonië met bijhorend cirkeldiagram (eigen tabel). ..... **113**

**Tabel 14:** Beschouwde lokale materialen volgens een puntentelling in België met bijhorend cirkeldiagram (eigen tabel)..... **115**



# I. INLEIDING

## I.I Motivatie

Bij het kiezen van een thesisonderwerk wekte de term 'lokale materialen' mijn nieuwsgierigheid. In de voorbije jaren van mijn opleiding architectuur leek het me altijd de beste keuze om lokale materialen te gebruiken in een ontwerp. Het was voor mij vanzelfsprekend dat lokale materialen bijdragen tot het genereren van een duurzaam ontwerp. Ik heb er echter nooit bij stilgestaan of dit effectief de juiste opvatting is. Het is ook niet altijd even duidelijk welke materialen nu als lokaal mogen beschouwd worden. Ik wilde dit dan ook graag verder onderzoeken om zo voor mezelf meer kennis te verkrijgen over materialen die in de Belgische context als lokaal mogen beschouwd worden. Dit onderzoek kan ook nuttig kan zijn in mijn verdere carrière als architecte. Met deze thesis wil ik de kennis die ik door dit onderzoek heb bekomen, delen met anderen. Zo kunnen zij ook een duidelijker beeld krijgen over lokale materialen in de context van België.

## I.II Verantwoording

De aandacht voor duurzaam bouwen wordt steeds groter. Energiebronnen en materialen worden schaarser en gebouwen hebben een enorm hoge milieu-impact. Architecten spelen een grote rol bij het bepalen van deze hoge milieu-impact, aangezien zij een belangrijke schakel zijn bij het overtuigen van de bouwheer om bepaalde keuzes te maken. De architect bepaalt, vaak samen met de bouwheer, de meest cruciale elementen die een gebouw duurzaam kunnen maken. De laatste jaren heeft men binnen duurzaam bouwen vooral gekeken naar de energieprestatie van gebouwen tijdens de gebruiksfase, die dankzij de steeds strenger wordende wetgeving al sterk verbeterd is. De focus verschuift dan ook steeds meer naar de globale milieu-impact van gebouwen, waarbij ook materialen een belangrijke rol spelen. Duurzaam materiaalgebruik is echter een heel brede term waaraan iedere architect, bouwheer, aannemer, ... momenteel een eigen interpretatie geeft. Voor sommigen komt dat vooral neer op het gebruik van lokale materialen. Ook de term 'lokale materialen' is vrij breed en kan door iedereen vrij ingevuld worden. Het is daarom belangrijk om te onderzoeken wanneer een materiaal lokaal beschouwd kan

worden en op welke schaal hiervoor gekeken moet worden. Uiteraard is het niet mogelijk om dit voor alle materialen te onderzoeken. Daarom worden er bepaalde materiaalcategorieën onderzocht, die bepaald worden aan de hand van veel gebruikte groepen materialen in de Belgische bouw.

### **I.III Onderzoeksdoel**

Het doel van dit onderzoek is om na te gaan welke materialen in de Belgische context als lokaal beschouwd mogen worden. De herkomst van een materiaal en haar grondstoffen bepaalt immers mee de milieu-impact van het materiaal en heeft onder andere een invloed op de transportafstanden en -wijze, maar ook de gebruikte ontginnings- en productieprocessen kunnen verschillen naargelang de herkomst van het materiaal. Het is echter belangrijk om niet enkel de milieu-impact door transport of productie, maar de volledige levenscyclus van materialen, gebouwelementen en gebouwen te beschouwen. Anders bestaat immers het risico op impactverschuiving van de ene naar de andere levenscyclusfase. Als bijvoorbeeld de impact door transport wat lager wordt door een kortere transportafstand, maar de lokale productie voor een veel hogere milieu-impact zorgt, kan dit

lokale materiaal nog steeds een hogere milieu-impact hebben dan een niet-lokaal materiaal.

Daarnaast moeten ook de andere pijlers van duurzaamheid, met name 'people' en 'profit', in het achterhoofd gehouden worden, aangezien deze pijlers, samen met de 'planet' pijler resulteren in een bredere kijk op duurzaamheid. Een belangrijk aspect van 'people' tijdens de productie van een bouw materiaal zijn veilige werkomstandigheden, het niet blootstellen aan gevaarlijke materialen, lokale tewerkstelling en culturele aspecten. Een belangrijk onderdeel van 'profit' is bijvoorbeeld dat een productieproces van bouwmaterialen ook effectief winstgevend is. Zo is bijvoorbeeld het drogen van constructiehout in open lucht beter voor het milieu dan het drogen in ovens. Maar in landen zoals België is het klimaat niet altijd geschikt om constructiehout te drogen in open lucht. Hierbij kan men zich dan afvragen of dit economisch zinvol is.



## I.IV Hoofd- en deelonderzoeksvragen

De hoofdonderzoeksvraag van dit onderzoek is: *“Welke bouwmaterialen kunnen als lokaal beschouwd worden in de Belgische context?”*

Om deze vraag te kunnen beantwoorden, worden nog een aantal specifiekere deelvragen gesteld:

Waarom is het gebruik van lokale materialen belangrijk in het kader van duurzaamheid? Hoe kunnen lokale materialen zorgen voor het verlagen van de milieu-impact van gebouwen? Welke materialen werden lokaal gebruikt in de Belgische bouwgeschiedenis? Hoe, hoeveel, waar worden deze lokale materialen momenteel geproduceerd? Welke bouwmaterialen worden als lokaal beschouwd door architecten in het werkveld en waarom? Is er een verschil in de perceptie van lokale materialen tussen de Vlaamse en Waalse architecten en tussen jongere en oudere architecten? Is er een verschil tussen materialen die door de architecten intuïtief als lokaal worden geïnterpreteerd en materialen die effectief als lokaal mogen beschouwd worden in de Belgische context?

## I.V Onderzoeksmethodologie

Om op bovenstaande onderzoeksvragen een antwoord te kunnen formuleren, wordt er in verschillende stappen gewerkt. De eerste twee stappen zijn onderdeel van het literatuuronderzoek en de laatste twee stappen behoren tot het eigen onderzoek (Figuur 1).

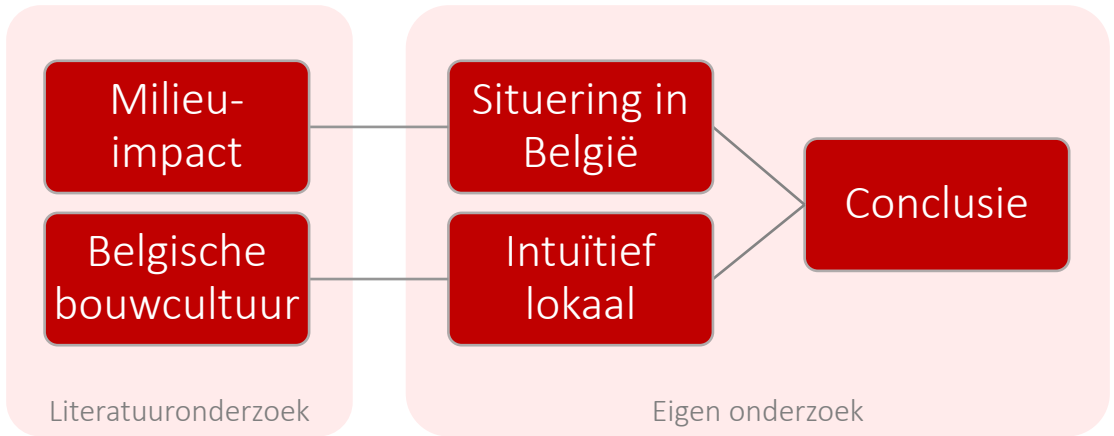
In een eerste stap worden inzichten verworven in de factoren die bijdragen tot de milieu-impact van materialen. Dit gebeurt aan de hand van berekeningen en data die terug te vinden zijn in de literatuur. De bekomen inzichten kunnen later in het onderzoek gebruikt worden om bepaalde criteria op te stellen voor het maken van een basiskaart van België. Op deze kaart wordt in stap drie de situering van ontginning, productie en verwerking weergegeven voor verschillende bouwmaterialen.

In een tweede stap wordt onderzoek gedaan naar de geschiedenis van bouwmaterialen. Aan de hand van literatuur wordt nagegaan welke lokale materialen door de eeuwen heen gebruikt werden. Deze informatie is belangrijk voor het onderzoek, aangezien dit historisch materiaalgebruik mogelijk een rol speelt bij het intuïtief beoordelen van materialen als lokaal.

In een derde stap wordt vastgelegd wanneer bouwmaterialen als lokaal beschouwd worden in dit onderzoek. In deze stap worden in België geproduceerde bouwmaterialen geïnventariseerd. Naast algemene informatie over het materiaal worden cijfergegevens over de import en de export verzameld. Vervolgens wordt er onderzoek gedaan naar de herkomst van deze verschillende materialen om de afstand tussen de grondstofwinning en de productielocatie te achterhalen. De verschillende locaties (ontginning, productie en verwerking) worden voor elke materiaalcategorie weergegeven op een kaart van België. Deze wordt aangevuld met inzichten uit de eerste stap, zoals de aanwezigheid van transportinfrastructuur. In deze stap zal er vooral gebruik gemaakt worden van informatie die te vinden is op sites van Belgische federaties van de verschillende bouwmaterialagroepen.

De vierde stap is een onderzoek naar het begrip “intuïtief lokaal”. Welke materialen worden door architecten in het werkveld intuïtief beschouwd als een lokaal materiaal? In dit onderzoek gaat men van volgende hypothese uit: vroeger was het werken met lokale materialen die beschikbaar waren vaak de enige mogelijkheid, maar in deze modernere tijden heeft men een veel breder aanbod aan bouwmaterialen waardoor de herkomst ervan minder duidelijk is.

Hierdoor worden modernere materialen minder snel beschouwd als een lokaal materiaal, terwijl ze dat misschien wel zijn. Deze hypothese zal dan ook verder onderzocht worden aan de hand van enquêtes die worden afgenomen bij verschillende architecten(bureaus) over heel België. Er zal hier een link gelegd worden met de tweede stap om te achterhalen of er een historische reden is dat bepaalde materialen als lokaal beschouwd worden. Ook wordt er onderzocht of er een verschil is tussen de materialen die effectief lokaal zijn en deze die door de architecten intuïtief als lokaal beschouwd worden.



*Figuur 1: Vereenvoudigd diagram van de onderzoeksmethodologie (eigen figuur).*



## II. LITERATUURSTUDIE

### 1. Inleiding in duurzaamheid

#### 1.1 Definitie duurzaamheid

Het begrip duurzaamheid heeft in de Engelse terminologie twee bewoordingen, namelijk 'sustainable' en 'durable'. De interpretatie van 'sustainable' verwijst naar de milieu-impact die een gebouw of een materiaal te weeg kan brengen. Niet enkel de bijdrage aan de klimaatverandering door bijvoorbeeld de uitstoot van CO<sub>2</sub> wordt beschouwd als een milieu-impact, ook overexploitatie van natuurlijke hulpbronnen, aantasting van de leefomgeving, het verlies aan biodiversiteit enz. vallen hieronder (Stofberg & Duijvestein, 2006). Het begrip 'durable' verwijst op zijn beurt naar materialen die tijdens hun volledige levensduur hun voorziene functie(s) kunnen blijven vervullen. In deze thesis zal er worden gewerkt rond de interpretatie van 'sustainable'.

#### 1.2 Drie pijlers van duurzaamheid

Volgens de VN-commissie Brundtland in de publicatie 'Our Common Future' kan men het volgende als definitie van duurzame ontwikkeling zien: *"Duurzame ontwikkeling is een ontwikkeling, die aansluit op de behoeften van het heden zonder het vermogen van toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien in gevaar te brengen."* (Brundtland, 1987, p.40).

Hieruit kan geconcludeerd worden dat duurzaam bouwen niet enkel bekeken mag worden op het vlak van milieuaspecten. Hieruit kunnen de drie pijlers of de drie P's van duurzaamheid kort aangehaald worden, namelijk People, Planet en Profit (Janssen, Delem & Van Dessel, 2012). Onder 'people' wordt verstaan dat duurzame materialen geen schade mogen toebrengen aan de levenskwaliteiten van de mens. Dit kan onder andere veroorzaakt worden door een materiaal dat tijdens zijn levenscyclus schadelijke stoffen uitstoot, die een probleem kunnen vormen voor de menselijke gezondheid. Het materiaal of zijn grondstoffen moeten bijvoorbeeld ook onder veilige werkomstandigheden kunnen ontgonnen

worden. Ook in de gebruiksfase van het materiaal moet met het begrip 'people' rekening gehouden worden. Er mogen bijvoorbeeld geen giftige of gevaarlijke stoffen bij het materiaal vrijkomen, die de omgevingslucht kunnen verontreinigen. Ook moet het gebouw zo ontworpen zijn, dat er bij het gebruik ervan geen ongevallen kunnen optreden, zoals uitglijden of brandwonden (van den Dobbelsteen & Alberts, 2001). Niet enkel fysieke gezondheid is een belangrijk onderdeel van 'people' maar ook tewerkstelling en culturele aspecten horen thuis bij deze pijler. Bijvoorbeeld het tewerkstellen van personen die op de arbeidsmarkt minder kansen krijgen, zoals mindervaliden of langdurig zieken.

De tweede P, planet, heeft betrekking op het leefmilieu. Bouwmaterialen moeten een zo min mogelijke impact teweegbrengen op het leefmilieu. Elk effect op het milieu kan immers leiden tot milieuproblemen. Er zijn drie milieuproblemen die men van elkaar kan onderscheiden, namelijk uitputting van grondstoffen, aantasting van ecosystemen en aantasting van de humane gezondheid. In eerste instantie moet er zuiniger worden omgaan met primaire grondstoffen, want als men deze allemaal gaat uitputten, zal de volgende generatie in problemen komen. Daarnaast komen er emissies, zoals CO<sub>2</sub>, vrij tijdens de productie, transport, ... van een bouw materiaal.

Hierdoor wordt onder andere het broeikas effect bevorderd, wat zorgt voor een opwarming van de aarde, het ontstaan van erosie, het verdwijnen van biotopen, ... Met andere woorden zorgen deze emissies mede voor een aantasting van ecosystemen (van den Dobbelsteen & Alberts, 2001).

De laatste pijler is profit, de economische pijler. Het prijskaartje van een gebouw is niet onbelangrijk. De mate waarin duurzaamheid hier zijn steentje kan bijdragen, is uiteraard afhankelijk van de kosten die duurzaam bouwen met zich meebrengt in zijn volledige levenscyclus (Stofberg & Duijvestein, 2006). Door duurzaam te bouwen kunnen er ook verschillende opbrengsten ontstaan, zoals minder energieverbruik voor verwarming door het gebruik maken van een beter isolatiemateriaal. Deze kunnen dan mee in rekening gebracht worden bij de kostenanalyse. Bouwmaterialen die lokaal ontgonnen en/of geproduceerd worden zullen ook de lokale economie een duw in de rug geven.

In een duurzame ontwikkeling moeten deze drie P's altijd evenwaardig samenwerken, dit wil zeggen dat een van de P's niet boven de andere twee mag uitsteken. Als men bijvoorbeeld te veel focus legt op het economische aspect van een bouw materiaal, zal dit nadelig zijn voor mens en natuur, door bijvoorbeeld slechte

werkomstandigheden waarin het materiaal geproduceerd wordt, of door het vernietigen van natuur (Wattanders, 2010). In deze thesis zal vooral de nadruk gelegd worden op de ecologische pijler, zonder de andere aspecten over het hoofd te zien.

### 1.3 Levenscyclusanalyse

Wanneer de milieu-impact van een materiaal wordt beoordeeld, moet er gekeken worden naar de volledige levenscyclus van het materiaal, van het ontginnings- en productieproces tot het transport, het gebruik en de einde levensduur (Van Genuchten & Poppeliers, 2013).

Duurzame bouwmaterialen worden binnen deze thesis beschouwd als materialen die een zo laag mogelijke milieu-impact hebben tijdens hun volledige levenscyclus. Om deze impact te bepalen wordt er steeds meer gebruik gemaakt van een levenscyclusanalyse, ook wel LCA genoemd. Het uitvoeren van een levenscyclusanalyse gebeurt in vier opeenvolgende stappen namelijk, doelbepaling en reikwijdte, inventarisatie, impactanalyse en interpretatie. Onder een volledige levenscyclus verstaat men bij bouwmaterialen, net zoals bij de mens, de periode vanaf zijn ontstaan tot aan zijn vernietiging (van wieg tot graf). Bij bouwmaterialen gaat men uit van vier op-

eenvolgende levenscyclusfasen namelijk: de productie in de fabriek, de installatie op de werf, het gebruik en de levenseindfase. In deze fasen houdt men rekening met de positieve en negatieve effecten van het bouw materiaal op het milieu (Janssen et al., 2012).

De eerste fase is de productie van het bouw materiaal. Dit omvat tevens ook de winning van de grondstoffen die nodig zijn om het bouw materiaal te bekomen. Ook het transport van de grondstoffen en de energie die nodig is voor de verwerking van de grondstoffen, zitten vervat in de eerste levenscyclusfase.

De tweede fase is de constructie van het bouw materiaal op de werf. Hierbij wordt ook het transport dat nodig is om het materiaal van de fabriek tot op de werf te krijgen in rekening gebracht.

De derde fase is het gebruik van het bouw materiaal en van het gebouw. Hierbij is het belangrijk hoe het materiaal onderhouden en schoongemaakt moet worden. Het energie- en waterverbruik bij het gebruik van bepaalde bouwelementen worden hierbij ook ingerekend. Ook herstellingen van het bouw materiaal of vervangingen ervan wanneer het zijn functie verliest, worden beschouwd in deze derde levenscyclusfase (Janssen et al., 2012). De afvalverwerking van het te vervangen mate-

riaal, het winnen van nieuwe grondstoffen, de productie van het nieuwe/het vervangende bouw materiaal, het transport enz. kunnen op hun beurt extra milieueffecten met zich meebrengen. Een materiaal een lange levensduur geven zodat het zo min mogelijk vervangen moet worden tijdens zijn levensfase kan ook nadelige gevolgen hebben. Er wordt bijvoorbeeld als bouw materiaal gekozen voor hardhout, dat van oorsprong een lange levensduur heeft, wat op zich een goede keuze lijkt te zijn. Maar veel van deze soorten hout komen vaak uit bossen waar geen duurzaam bosbeheer is, of zijn maar in beperkte hoeveelheden beschikbaar. Bouwmaterialen die van nature geen lange levensduur hebben, worden vaak behandeld met bijvoorbeeld een chemisch middel om hen toch een langere levensduur te geven. Dit kan dan op zijn beurt voor negatieve effecten zorgen in andere fases, bijvoorbeeld bij de afvalverwerking. (Stofberg & Duijvestein, 2006).

De vierde en laatste fase is het levens einde van het bouw materiaal. Deze fase bestaat uit het verwijderen, sorteren en transporteren van het materiaal alsook de afvalverwerking. De afvalverwerking kan men opdelen in twee categorieën. De eerste categorie is wanneer het bouw materiaal niet opnieuw wordt toegepast en dus definitief wordt ver-

wijderd. Voorbeelden van afvalverwerkingstechnieken uit deze categorie zijn verbranden, met eventuele energieretrieving, en storten van de afvalstoffen. Bij de tweede categorie spreekt men over nuttige toepassingen van de afvalstoffen van het bouw materiaal. De bouw materialen krijgen hier als het ware een nieuw leven. Voorbeelden hiervan zijn hergebruik en recyclage. Bij hergebruik worden de materialen opnieuw gebruikt, en vervullen ze dezelfde functie. Een voorbeeld hiervan is het terug proper maken van gebruikte bakstenen en deze nadien opnieuw gebruiken voor metselwerk. Bij recyclage daarentegen vervult het materiaal in zijn tweede leven niet dezelfde functie, maar wordt er van de afvalstoffen een nieuw product gecreëerd. Het gebruik maken van bouwpuin in de fundering van transportwegen is hiervan een voorbeeld (Janssen et al., 2012). Net zoals in het voorbeeld gaat dit echter vaak over downcycling, waarbij het materiaal na recyclage een minderwaardige functie heeft dan ervoor.

Een eerste aandachtspunt is dat een levenscyclusanalyse heel context gebonden is. De functionele eenheid binnen een LCA is belangrijk aangezien er altijd elementen met een gelijkaardige functie en prestatie met elkaar vergeleken worden bij voorkeur op element- of gebouwniveau. Ook de plaats van productie, de lokale energiemix die wordt gebruikt



(hernieuwbare, nucleaire etc.) ... spelen een belangrijke rol.

Een tweede aandachtspunt is de allocatieproblematiek die kan optreden bij het uitvoeren van een LCA. Allocatie heeft volgens Van Dale Groot Woordenboek als letterlijk betekenis, toewijzing (Van Dale Uitgevers, 2018). Er treedt allocatie op bij de productie van nevenproducten, bij recyclage of hergebruik van bouwmaterialen, aangezien hierbij verschillende producten ontstaan moeten de milieueffecten van de processen toegewezen worden aan deze verschillende producten. Deze milieueffecten kunnen op verschillende manieren toegewezen worden waardoor er totaal andere resultaten gevormd kunnen worden, dit noemt men de allocatieproblematiek. Een voorbeeld hiervan is de productie van schapenwolisolatie, waarbij twee allocatiemogelijkheden gevormd worden. Bij de eerste mogelijkheid wordt de schapenwol beschouwd als een restproduct, aangezien de schapen enkel voor vlees gekweekt worden. Hierdoor moeten de milieueffecten van de schapenkweek niet in rekening gebracht worden bij de wol, maar enkel bij het vlees. Bij de tweede mogelijkheid wordt ervanuit gegaan dat de schapen zowel voor het vlees als de wol gekweekt worden. Hier zal dus een deel van de milieueffecten van de schapenkweek in rekening ge-

bracht moeten worden bij de schapenwolisolatie. Deze laatste isolatie zal dan ook een hogere totale milieupact hebben dan de eerste (Janssen et al., 2012).

### 1.4 Trias Materia

De Trias Materia is een ontwerpstrategie die uitgaat van drie stappen om een duurzaam ontwerp te bekomen. De drie verschillende stappen zijn als volgt: beperk de hoeveelheid materiaal, gebruik duurzame materialen en gebruik niet-duurzame materialen zo efficiënt en schoon mogelijk (Bouwonderwijs, 2016).

Allereerst moet het gebruik van materialen zo veel mogelijk beperkt worden. Dit kan bekomen worden door onder andere voor een compactere bouwvorm te kiezen. Nog beter is om te kiezen voor herbestemming van een bestaand gebouw, zodat er niet noodzakelijk een nieuwbouw geplaatst moet worden. Er kan bijvoorbeeld ook gekozen worden in het ontwerp voor flexibele ruimtes. Zo kunnen ruimtes multifunctioneel gebruikt worden, en is het niet nodig om voor elke functie een aparte ruimte te bouwen.

Voor de materialen die men dan nog nodig heeft om het compacte gebouw te realiseren, moet men zo veel mogelijk gebruik proberen te maken van materialen met een lage milieu-

impact. Dit zou voor sommige materialen kunnen betekenen dat men gebruik maakt van lokale materialen, vermits het transport vaak een belangrijke bijdrage levert aan de globale milieu-impact van materialen. Toch is het belangrijk om ook de andere levenscyclusfasen in rekening te brengen bij het evalueren van de milieu-impact en heeft een lokaal materiaal niet noodzakelijk een lage milieu-impact.

Als laatste stap in het principe van Trias Materia, moeten de niet-duurzame materialen zo efficiënt en schoon mogelijk gebruikt worden. Dit kan bijvoorbeeld bekomen worden door een demontebaar gebouw te ontwerpen, waardoor de niet-duurzame materialen opnieuw gebruikt kunnen worden in een volgende fase van hun levenscyclus (Adriaanssen, 2014).

### 1.5 Milieuverklaringen

De mogelijke effecten op het leefmilieu die bouwmaterialen met zich mee kunnen brengen omwille van hun productieproces, hun toepassing, hun gebruik en hun verwijdering moeten meegenomen worden in het kader van duurzaam materiaalgebruik. Om milieu-informatie over producten en materialen te communiceren met bouwheren en architecten, bestaan er in Europa drie types van milieuverklaringen voor bouwproducten (Janssen et al., 2012). Type I zijn de milieulabels, type II zijn de eigenverklaringen en type III zijn de Environmental Product Declarations (EPD). Deze milieuverklaringen kunnen in het onderzoek geraadpleegd worden om zo nuttige informatie van bouwmaterialen te kennen.

Van type I bestaan er ondertussen al verschillende vrijwillige milieulabels die toegekend kunnen worden aan een bouw materiaal. Deze labels worden toegekend op basis van vaste criteria, die rekening houden met de volledige levenscyclus van het bouw materiaal. Sommige van deze labels zijn echter beperkt tot een bepaalde productcategorie. Zo bestaat er bijvoorbeeld het label FSC, Forest Stewardship Council, dat zich enkel toespitst op de productcategorie van hout.

De milieuverklaringen van type II zijn de zogenaamde eigenverklaringen, die worden opgemaakt door de producent of de verdeler van het product, zonder dat het door derden gecontroleerd wordt. Een voorbeeld hiervan is het label voor recycleerbare producten.

Het laatste type, de EPD (Environmental Product Declaration), is een onafhankelijk document dat gedetailleerde en vergelijkbare informatie bevat over de milieu- en gezondheidsaspecten van producten. Wanneer een product over een EPD beschikt, wil dit niet zeggen dat dit product het meest milieuvriendelijk is ten opzichte van zijn alternatieven. Het is enkel een transparante verklaring van de milieueffecten, die volledig gebaseerd is op levenscyclusanalyse (Environdec, 2017). In België heeft de FOD Volksgezondheid verschillende regels en procedures opgesteld, die gebaseerd zijn op Europese en internationale normen, om een B-EPD te kunnen genereren (Health Belgium, 2016). Een probleem met de EPD's en LCA in het algemeen is de technische aard van deze objectieve informatie en de beperkte kennis van architecten, bouwheren, aannemers,

etc. hierover. Dit bemoeilijkt vooralsnog de praktische toepassing ervan in de bouwsector.

Sinds 1 januari 2015 is er een nieuwe wetgeving van kracht omtrent milieuboodschappen op bouwproducten die in België in de handel worden gebracht of op de markt worden aangeboden. In het Koninklijk Besluit Milieuboodschappen van 22 mei 2014 wordt vermeld dat fabrikanten verplicht zijn om een levenscyclusanalyse te laten uitvoeren en deze te laten registreren in een publiek toegankelijke EPD-databank, wanneer ze een milieuboodschap willen aanbrenge(n) op hun product. Elke milieuverklaring voor bouwproducten die als basis een levenscyclusanalyse heeft, moet gecontroleerd worden door een derde, onafhankelijke partij ("Koninklijk besluit van 22 mei 2014 tot vaststelling van de minimumeisen", 2014). Deze EPD's zullen ook opgenomen worden wanneer de Belgische EPD-databank volledig is in de MMG (Milieu gerelateerde Materiaalprestatie van Gebouw(element)en), een beoordelingstool om de milieu-impact te berekenen op gebouwniveau (Trigaux et al., 2013).



## 2. Inzichten in de factoren die bijdragen tot de milieu-impact van materialen

---

In dit hoofdstuk wordt op basis van literatuuronderzoek nagegaan welke factoren de impact van materialen op het milieu bepalen. Hoewel bestaande wetenschappelijke studies vaak zijn uitgevoerd in een buitenlandse context en de milieu-impact sterk contextafhankelijk is, waardoor ze niet per se geldig zijn voor België, kunnen ze wel interessante en bruikbare inzichten opleveren op vlak van bijvoorbeeld de bijdrage van de transportimpact. De gevormde inzichten zijn belangrijk om na te gaan welke informatie verwerkt moet worden in de geografische kaarten van hoofdstuk 4.

In dit onderzoek over lokale materialen is het belangrijk om voor de verschillende ontginnings-, productie- en verwerkingslocaties te weten welke transportmogelijkheden aanwezig zijn. Daarom zal er in dit hoofdstuk gefocust worden op de levenscyclusfasen transport en productie.

### 2.1 Milieu impact

Doorheen de volledige levenscyclusanalyse van een bouwmateriaal kunnen er verschillende milieueffecten optreden op vijf verschillende schaalniveaus, namelijk mondiaal, continentaal, fluviaal, regionaal en stedelijk (zie ook Tabel 1). Deze milieueffecten kunnen ontstaan gedurende de hele levenscyclus van een materiaal door de winning van grondstoffen, het transport, de productie, het gebruik, de afbraak, ...

In Tabel 1 zijn de verschillende optredende milieueffecten weergegeven bij de hoogste schaal waarop ze invloed hebben. De tabel is een bewerking van het RIVM-vijfschalenmodel (1988). Zo zijn bijvoorbeeld de uitputting van grondstoffen veroorzaakt door ingrepen uit te voeren op kleine schaal, maar heeft het wel gevolgen op de hele wereld. Verzuring kan bijvoorbeeld optreden op kleine schaal, maar kan zich ook over grotere afstanden verspreiden (Yanovshtchinsky et al., 2013). De eerste drie milieueffecten die in de tabel zijn weergegeven maken onderdeel van het milieuprobleem "uitputting van grondstoffen". De optredende milieueffecten die horen bij het milieuprobleem "aantasting van de men-

## 2 - Inzichten in de factoren die bijdragen tot de milieu-impact van materialen

selijke gezondheid” kan men terugvinden bij het stedelijke schaalniveau. De overige milieueffecten zijn

onder te verdelen bij het milieuprobleem “aantasting van ecosystemen”.

Tabel 1: Optredende milieueffecten op verschillende schaalniveaus (Yanovshtchinsky, V., Huijbers, K., Blokland, E., & van den Dobbelsteen, A., 2013).

SCHAALNIVEAU	GLOBALE STRAAL	OPTREDENDE MILIEUEFFECTEN
Mondiaal	Hele Wereld	Grondstofverbruik Energieverbruik WATERverbruik Klimaatverandering Ozonlaagaantasting
Continentaal	1 000 – 10 000 km	Verzuring Verspreiding van stof Kernongevallen
Fluviaal	100 – 1000 km	Vermesting en eutrofiëring Verspreiding van schadelijke verontreinigingen
Regionaal	10 – 100 km	Erosie Landschapsaantasting Verdroging
Stedelijk	1 m – 10 km	Ozon op leefniveau Zomersmog Wintersmog Geluidshinder Stankhinder Verontreiniging in binnenmilieu Straling

## 2 - Inzichten in de factoren die bijdragen tot de milieu-impact van materialen

In Tabel 2 kunnen de belangrijkste ingrepen teruggevonden worden die horen bij verschillende fases uit de levenscyclus van materialen. Dit geeft een idee over welke aspecten in rekening moeten gebracht worden bij de beoordeling van de milieu-impact van bouwmaterialen (van den Dobbelsteen & Alberts, 2001).

Uiteraard dragen de levenscyclusfasen uit Tabel 2 niet allemaal evenveel bij tot de milieu-impact van materialen. De productie-, transport- en bouwfasen hebben vaak een ondergeschikte rol aan de gebruiksfase van gebouwen. Deze laatste heeft vaak een bijdrage tot de milieu-impact van meer dan 50 % en kan dan ook als de belangrijkste beschouwd worden (Andrea Blengini & Di Carlo, 2010). Deze grootste impact tijdens de gebruiksfase is natuurlijk afhankelijk van de gebruiker, aangezien deze bepaalt hoe vaak het gebouw onderhouden, hersteld, verbouwd, ... wordt. Ook het waterverbruik en het verwarmen van de woning is voor elke persoon anders (Vandaele, 2012-2013). In het kader van dit onderzoek is het van belang om de impact van andere fasen zoals productie en transport te bestuderen aangezien een architect minder vat heeft op de gebruiksfase. Uit verschillende onderzoeken blijkt dat de impact van het transport vaak een zeer klein aandeel heeft. Men zou er dus vanuit kunnen gaan dat men deze

fase kan verwaarlozen, maar uiteraard geldt hier de stelling 'alle beetjes helpen'. Wanneer men niet op alle, maar op bepaalde levenscyclusfasen gaat focussen om enkel bij deze de milieu-impact te verlagen, dan bestaat het risico op impactverschuiving van de ene naar de andere levenscyclusfase en zal er uiteindelijk toch geen verbetering plaatsvinden.

## 2 - Inzichten in de factoren die bijdragen tot de milieu-impact van materialen

Tabel 2: Milieu ingrepen bij levenscyclusfases van bouwmaterialen (van den Dobbelsteen & Alberts, 2001).

LEVENSCYCLUSFASE	MILIEU INGREEP
Winning	Exploratie Ontgravingen en kap Gebruik van energie en water Productie van overlast, emissies en afval
Transport (na winning, productie en afbraak)	Gebruik van energie Aanleg van transportwegen Productie van overlast Lekken en ongelukken
Verwerking	Gebruik van energie en water Productie van overlast, emissies en afval
Bouw	Gebruik van energie en water Productie van overlast, emissies en afval
Gebruik	Gebruik van energie en water Productie van emissies, straling en afval
Sloopfase	Gebruik van energie Productie van overlast, emissies en afval Stort of verbranding
Potentieel na sloop (hergebruik, recyclage, ...)	Gebruik van energie en water Productie van overlast, emissies en afval



## 2 - Inzichten in de factoren die bijdragen tot de milieu-impact van materialen

### 2.2 Transportimpact

Bij het gebruik van bouwmaterialen komt er altijd een vorm van transport aan te pas. Er moet transport gebeuren van grondstoffen, van het afgewerkte product en van de materialen na sloop. Transport heeft ook een invloed op de totale milieu-impact van een materiaal. De transportimpact heeft vooral te maken met afstand, gewicht, transportvoertuig en -methode. Deze factoren worden hieronder uitgebreider besproken.

Ovam heeft een MMG-methodologie (Milieugerelateerde Materiaalprestaties van Gebouwen) ontwikkeld waarmee ze onder andere de transportimpact in rekening kunnen brengen in een LCA-studie. Hierbij wordt een algemeen transportsce- nario opgesteld per materiaalcate- gorie. Voorbeelden van deze materi- aalcategorieën zijn: bulkmateriaal voor ruwbouw (cement, zand, grind), stortbeton, prefab-producten voor ruwbouw (welfsels, spanten), kalk- zandsteen, isolatie, afwerkingspro- ducten pleister (gipspleister, buiten- pleister, gipsplaten), ... Binnen dit transportscenario wordt voor elke materiaalcategorie een onderscheid gemaakt tussen het type traject, het type voertuig en de transportafstand. Voor het type traject zijn er twee ver- schillende mogelijkheden namelijk of

het product rechtstreeks getranspor- teerd wordt of dat het eerst langs een tussenhandelaar gaat. Er wor- den drie verschillende type voertui- gen beschouwd: zware vrachtwag- en (wanneer het eigen gewicht meer dan 16 ton bedraagt), lichte vrachtwagen (3,5 – 16 ton) en bestel- wagen (< 3,5 ton) (Debacker et al., 2012).

#### 2.2.1 Afstand

De totale primaire energie is de ener- gie die nodig is vanaf de bron bij het vervaardigen van een bouwmateri- aal. Deze primaire energie wordt on- der anderen bepaald door het transport. Deze transportimpact op de primaire energiebehoefte kan volgens formule 1 berekend worden. Transport zorgt voor de uitstoot van koolstofdioxide en zal dus een effect hebben op het GWP (Global War- ming Potential). De impact van het transport op dit Global Warming Po- tential kan op zijn beurt berekend worden met formule 1 (Zabalza Bribián, I., Valero Capilla, A., & Aranda Usón, A., 2010).

$$\text{Transportimpact} = m_1 \cdot d_1 + m_2 \cdot d_2 + m_3 \cdot d_3$$

Formule 1

## 2 - Inzichten in de factoren die bijdragen tot de milieu-impact van materialen

Tabel 3: Impact coëfficiënten voor transport van 1 ton materiaal van productie naar bouwplaats (Zabalza Bribián et al., 2010).

VORM VAN MILIEU-IMPACT	WEG ( $m_1$ )	SPOOR ( $m_2$ )	WATER ( $m_3$ )
Primaire energiebehoefte (MJ-Eq/km)	3,266	0,751	0,170
Global Warming Potential (kg CO <sub>2</sub> -Eq/km)	0,193	0,039	0,011
Waterbehoefte (l/km)	1,466	1,115	0,097

In Tabel 3 zijn de coëfficiënten  $m_1$ ,  $m_2$  en  $m_3$  van de verschillende transportmogelijkheden vermeld. In de formule betekent  $d_1$ ,  $d_2$  en  $d_3$  de afstand in km, die afgelegd is door elke vorm van transport (respectievelijk weg, spoor en water). Dit zijn de coëfficiënten om de transportimpact van 1 ton materiaal te kunnen berekenen. Uit de formule kan worden opgemerkt dat er een lineair verband is tussen de afgelegde afstand en de transportimpact voor de verschillende transportmogelijkheden.

Met een rekenvoorbeeld wordt aangetoond hoe er gewerkt kan worden met de transportimpact formule: beton wordt in een hoeveelheid van 1 ton 20 km over de weg en 50 km over het water getransporteerd. De formule wordt als volgt ingevuld voor de transportimpact op de primaire energiebehoefte:

Transportimpact primaire energiebehoefte =  $3,266 \text{ MJ-Eq/km} \cdot 20 \text{ km} + 0,751 \text{ MJ-Eq/km} \cdot 0 \text{ km} + 0,170 \text{ MJ-Eq/km} \cdot 50 \text{ km} = 73,82 \text{ MJ-Eq}$

Het resultaat van de transportimpact op de totale primaire energiebehoefte bedraagt 73,82 MJ-Eq voor 1 ton beton. Wanneer de totale afstand van 70 km over de weg getransporteerd wordt, zal er als resultaat voor de transportimpact 228,62 MJ-Eq bekomen worden voor 1 ton beton. Uit dit rekenvoorbeeld blijkt dat transport via de weg een grote rol speelt in de transportimpact. Er kan ook opgemerkt worden dat de transportimpact van 1 ton materiaal dezelfde waarde heeft, ongeacht de materiaalsoort en het volume van het materiaal dat getransporteerd wordt.

Opmerkelijk is dat de verschillende coëfficiënten voor transport via waterwegen zeer laag zijn. Voor de primaire energiebehoefte bedraagt de

## 2 - Inzichten in de factoren die bijdragen tot de milieu-impact van materialen

coëfficiënt voor transport over waterwegen maar 5 % van deze van wegtransport en 23 % van deze van spoorwegtransport. Afhankelijk van de gebruikte transportmethode voor het vervoeren van grondstoffen of producten kunnen er grote verschillen ontstaan in de transportimpact en dus ook in de totale milieu-impact van bouwmaterialen.

### 2.2.2 Gewicht

Niet alleen de afstand is belangrijk voor het brandstofgebruik, maar ook hoe zwaar het transportmiddel geladen is. Formule 2 brengt het brandstofgebruik in verband met de ladingsfactor  $x$  (Peeters et al., 2013, p. 116). Deze formule kan enkel gebruikt worden voor materialen die over de weg getransporteerd worden. De eenheid voor het brandstofgebruik is g/km en de ladingsfactor wordt uitgedrukt in procent.

Uit deze lineaire formule kan er geconcludeerd worden dat hoe zwaarder het transportmiddel geladen is hoe meer brandstof het zal verbruiken. Dit heeft uiteraard een invloed op de totale milieu-impact van een materiaal.

### 2.3 Productie-impact

Wanneer de totale milieu-impact van een bepaald materiaal groot is, maar het procentueel aandeel van transport is slechts laag dan kan er geconcludeerd worden dat het grootste aandeel van de milieu-impact niet te vinden is in de transportfase. Het grootste aandeel kan zich dan bijvoorbeeld bevinden in het productieproces. Wanneer de fase die het grootste aandeel heeft in de milieu-impact niet wordt verbeterd, heeft het niet veel zin om het product dichterbij de bouwplaats te produceren.

Uit een studie (Zabalza Bribián et al., 2010) van de Universiteit van Zaragoza (Spanje) blijkt dat de milieu-impact van cement veel hoger ligt dan die van beton. Dit lijkt op het eerste zicht onlogisch aangezien er cement nodig is voor de productie van beton. De reden hiervan ligt in het feit dat de resultaten worden weergegeven per kg. Het is dan ook logisch dat bij de vermenging van cement met zand, granulaten en water, die allemaal een lagere impact hebben de impact van beton ook laag is.

Ook de milieu-impact van cement moeten kritisch bekeken worden. De productie van klinker als een grondstof voor cement, heeft een grote invloed op de totale impactresultaten

$$\text{Brandstofgebruik} = 0,7262 \cdot x + 166,84$$

Formule 2

## 2 - Inzichten in de factoren die bijdragen tot de milieu-impact van materialen

bij de materialen waarin klinker verwerkt is. Het is dan ook erg bepalend welke brandstoffen er gebruikt worden voor de aandrijving van de machines die de klinker produceren. In de meeste gevallen worden hiervoor fossiele brandstoffen gebruikt. Wanneer er gebruik gemaakt wordt van hernieuwbare brandstoffen, zoals in Nederland voor meer dan 80% van de productie van klinker het geval is, zal ook de totale impact op de drie vormen van milieu-impact dalen (Zabalza Bribián et al., 2010).

### 2.4 Kritische reflectie

Materialen in de bouw zijn nodig om bepaalde functies te vervullen, en hier zijn bepaalde afmetingen en gewichten aan verbonden. De massa die nodig is om een bepaalde functie te vervullen kan erg verschillend zijn voor diverse materialen. Zo zal bijvoorbeeld een kolom vervaardigd uit hout over andere afmetingen en dus ook over een andere massa beschikken dan dezelfde kolom vervaardigd uit beton. Er moet dus opgelet worden wanneer er verschillende materialen met dezelfde massa met elkaar worden vergeleken door middel van een LCA.

Ook bij isolatiematerialen is de functie van belang. Hier moet een vergelijking gemaakt worden tussen de milieu-impact per thermische weerstandseenheid (U-waarde). Afhankelijk van het soort isolatiemateriaal dat gebruikt wordt, zullen ook verschillende diktes toegepast moeten worden om deze U-waarde te behalen. Wanneer een isolatiemateriaal een hogere en dus slechtere U-waarde heeft dan een ander isolatiemateriaal, zal er voor dezelfde wandopbouw meer van het eerste isolatiemateriaal nodig zijn om dezelfde U-waarde te bekomen voor de totale wand. Uit een studie van VITO en FOD – FPS Health (Peeters et al., 2013) blijkt dat een dunnere laag van een bepaald isolatiemateriaal toch kan resulteren in een zwaardere massa.

## 2 - Inzichten in de factoren die bijdragen tot de milieu-impact van materialen

Dit komt omdat verschillende producttypes vaak ook een andere dichtheid hebben, wat bepalend is om de nodige massa te berekenen. Bij glaswol bijvoorbeeld wordt er in de studie gebruik gemaakt van twee verschillende producten voor twee verschillende types van buitenwand. Dit komt omdat niet elk producttype glaswol geschikt is voor elke wandopbouw. Het product dat de kleinste dikte heeft, heeft ongeveer een dubbel zo grote dichtheid dan het product met de grootste dikte. Hierdoor zal de nodige massa van de glaswol met de kleinste dikte meer bedragen dan de glaswol met de grootste dikte. Uiteraard mag er niet enkel naar het aandeel van de isolatiematerialen gekeken worden ten opzichte van de klimaatverandering, maar moeten verschillende milieu-impacts met elkaar vergeleken worden. Het verbeteren van het ene kan namelijk nadelige effecten hebben voor het andere.

### 2.5 Besluit

In deze paragraaf worden de bekomen inzichten besproken die een belangrijke rol hebben bij de milieu-impact van materialen en die nodig zijn voor de volgende stappen.

#### 2.5.1 Transportfase

Voor de levensfase transport is vooral de aanwezigheid van waterwegen interessant aangezien deze de kleinste transportimpact heeft. Transport via waterwegen zou dus een goed alternatief kunnen zijn voor het wegtransport. Transport via spoorwegen zorgt voor een betere impact dan wegtransport, maar voor een slechtere impact dan transport via het water. Transport via het spoor zou ook een goed alternatief kunnen zijn voor wegtransport maar wanneer er waterwegen aanwezig zijn, zou er toch geopteerd moeten worden om voor deze transportmethode te kiezen.

Niet alleen de transportmethode speelt een belangrijke rol voor het bepalen van de totale milieu-impact, maar ook het gewicht van het materiaal dat getransporteerd moet worden. Wanneer twee materialen met eenzelfde volume, met hetzelfde transportmiddel over dezelfde afstand worden getransporteerd, maar het ene materiaal is zwaarder dan het anderen dan zal het zwaarste materiaal toch voor een hogere transportimpact zorgen aangezien er

## 2 - Inzichten in de factoren die bijdragen tot de milieu-impact van materialen

hiervoor meer brandstof nodig is om het te transporteren.

### 2.5.2 Productiefase

De productie-impact op de totale impact van een bouw materiaal is afhankelijk van verschillende factoren. Zo kan het gebruik van hernieuwbare brandstoffen voor de productiemachines zorgen voor een lagere impact. Ook het procentueel aandeel van een product in een ander product kan bepalend zijn voor de productie-impact. Wanneer een product met een hoge impact een klein procentueel aandeel heeft in de totale samenstelling van een product, dat verder is samengesteld uit lage impactproducten, dan zal die hoge impact minder bepalend zijn voor de totale productie-impact van het samengestelde product.







### 3. Lokale materialen door de eeuwen heen

---

Waarom materialen intuïtief als lokaal beschouwd worden zou een historische reden kunnen hebben. In dit hoofdstuk wordt daarom het gebruik van lokale materialen in België door de eeuwen heen onderzocht.

De materiaalkeuze voor een gebouw is afhankelijk van verschillende factoren zoals de constructie, de grootte, beschikbaarheid van materialen, het budget, de stijl van het gebouw enz. Tegenwoordig is er een groot aanbod aan bouwmaterialen, maar vroeger waren bepaalde bouwmaterialen niet altijd en overal beschikbaar. Daarom werd het uiterlijk van een gebouw bepaald door de locatie en pas daarna door de bouwstijl (Jones, 2013).

#### 3.1 Vernaculaire architectuur

De betekenis van vernaculaire architectuur kan omschreven worden als een architectuur die de tradities van een bepaalde streek toepast, en dit in de vorm van materialen, bouwmethoden, technieken en esthetische aspecten (Houyoux, 2015). Deze vorm van architectuur wordt daarom ook vaak beschouwd als de architectuur van het volk waarbij kennis wordt doorgegeven van generatie op generatie. De vernaculaire architectuur houdt rekening met de lokale klimatologische omstandigheden en de lokale culturele waarden en normen (Demasure, 2010).

Men kan 'authentieke' vernaculaire architectuur onderscheiden van 'nieuwe' vernaculaire architectuur. Het begrip 'authentieke' legt vooral de nadruk op het bouwen zonder een architect, gebaseerd op een voorkennis van de omgeving. Verschillende studies tonen aan dat amper tien procent van de gebouwen wereldwijd ontworpen zijn door architecten (Arboleda, 2006). Hierbij hebben niet enkel de beschikbare lokale materialen, keuze van locatie en het lokale klimaat een belangrijke impact op de vormgeving van het gebouw. Ook sociale factoren zoals het gezin, familie en de samenleving, en symbolische factoren zoals religie en cultuur hebben een invloed op deze

vormgeving. Volgens Lloyd Kahn kunnen vernaculaire tradities ingezet worden als kennisbronnen voor nieuwe architectuur. Het begrip 'nieuwe' vernaculaire architectuur sluit hierop aan. In zijn boek *Home Work* beschrijft hij verschillende woningen die vernaculair genoemd kunnen worden in die zin dat ze zijn gebouwd door hun bewoners naar gelang hun eigen wensen, noden en weersomstandigheden. Maar deze woningen zijn niet vernaculair in die zin dat ze niet zijn gebouwd volgens de manier waarop hun voorouders hun woningen bouwden. (Demasure, 2010).

## 3.2 Belgische bouwcultuur

### 3.2.1 Middeleeuwen en nieuwe tijd

In België zijn **stro, riet en hout** de oudste toegepaste bouwmaterialen. Stro en riet werden gebruikt als dakbedekking en voor de versteviging van lemen wanden door middel van vlechtwerk. Hiervan zijn nog amper gebouwen van terug te vinden, aangezien deze materialen snel verweeren in het Belgische klimaat. Hout werd gebruikt voor de draagconstructie van de woning (Meihuizen, 2011). Vaak hadden abdijen grote bossen ter beschikking die men kon ontginning voor de woningbouw. Deze bossen werden in zo'n grote mate ontgonnen dat men op het einde van de 13<sup>de</sup> eeuw hout moest importeren vanuit Nederlandse bossen langs de Maas en uit Scandinavië (Scheir, 2008).

Ook **natuursteen** is één van de oudste bouwmaterialen en gebouwen werden gemaakt met de soort van steen die ter plaatse beschikbaar was aangezien het een zwaar, moeilijk en daardoor ook een duur materiaal was om te transporteren (Jones, 2013). In Europa werd de **baksteen** voor het eerst in grote hoeveelheden toegepast wanneer de Romeinen het gebied overnamen. In de middeleeuwen verdween het gebruik van baksteen in landen ten noorden van de Alpen zoals België (Peirs, 1994) en vanaf de 10<sup>de</sup> eeuw werd er

### 3 - Lokale materialen door de eeuwen heen

aanzienlijk gebruik gemaakt van natuursteen. Vooral de kalksteen uit Doornik (Figuur 2) was een belangrijk bouw materiaal in de middeleeuwen omdat men hiermee grote en stevige gebouwen kon bouwen. Via de Schelde kon de Doornikse steen getransporteerd worden waardoor een stijleenheden gecreëerd werd in het Scheldegebied. Hier werd later de blauwe hardsteen en de kalkzandsteen uit Lede populairder dan deze uit Doornik. Langs de Maas werd er vooral gebruik gemaakt van mergel en natuursteen uit Namen. Ook in andere streken waar geen natuursteengroeven aanwezig waren zoals de kuststreek en het noorden van België groeide de interesse naar natuursteen. Aan de kuststreek was er wel

veldsteen (een groene, glauconiet houdende kalksteen) aanwezig, maar deze was moeilijk te bewerken en werd daarom na de 12<sup>de</sup> eeuw niet meer toegepast. Het transporteren van deze natuursteen was mogelijk via het water, maar erg duur waardoor het enkel beschikbaar was voor de rijken. Het begrip 'steenrijk' is dan ook hiervan afkomstig (Scheir, 2008). Tijdens de middeleeuwen werd in de Ardennen gebruik gemaakt van leien als dakbedekking (Meihuizen, 2011).

In de 12<sup>de</sup> eeuw werd er in België terug gebruik gemaakt van **baksteen**. Deze opkomst van baksteen heeft men niet te danken aan de bijna overal aanwezige klei (geschikt voor



Figuur 2: Woningen gebouwd met Doornikse steen in Doornik (Editions de l'Avenir, 2015).

### 3 - Lokale materialen door de eeuwen heen

de productie van baksteen), maar wel aan het feit of er goede natuursteen beschikbaar was of niet. In streken waar men over goede en makkelijk ontginbare natuursteen beschikte, werd er gebruik gemaakt van natuursteen in plaats van baksteen ook al was de geschikte klei hiervoor wel aanwezig. Wanneer er geen natuursteen kon ontgonnen worden, werd er wel gebruik gemaakt van baksteen, aangezien het transporteren van de natuursteen erg duur was. Omdat de natuursteengroeven zich vlakbij de Schelde situeerden, gebruikten men in Gent en Antwerpen nog natuursteen, terwijl men in Brugge al gebruik maakte van baksteen. Baksteen kende doorheen de geschiedenis een wisselende appreciatie op vlak van esthetiek. Architecten vonden het vaak

niet prestigieus genoeg waardoor de baksteen vaak werd bedekt met een laag pleisterwerk, een parement in natuursteen of door de baksteen wit te schilderen (Figuur 3). Het begrip 'lokale baksteen' is zowel cultuurhistorisch als stedenbouwkundig belangrijk. Aangezien baksteen redelijk zwaar is werd het vroeger niet over grote afstanden getransporteerd. In veel streken wordt de baksteenarchitectuur hierdoor gekenmerkt door eenzelfde kleur, bepaald door de lokaal gewonnen klei. Door de overheid werd er ook vaak een type baksteen voorgeschreven per stad of gemeente. Streken werden tot in de twintigste eeuw gekenmerkt door lokale formaten zoals het Kustformaat, het Aalsters formaat, het formaat van Trazegnies en het Gents formaat (Peirs, 1994).



*Figuur 3: Sociale woonwijk De Streyp in Mechelen (1956) vervaardigd uit rode baksteen onderaan en witgeschilderde baksteen bovenaan (Vandevorst, 2015).*

### 3 - Lokale materialen door de eeuwen heen

In streken waar weinig natuursteen en baksteen beschikbaar was, werden woningen gebouwd in een **hout**-constructie. In de woningen van ambachtsmannen en arbeiders was er een open stookplaats aanwezig, waarbij de rook kon ontsnappen via een gat in het plafond. Hierdoor vatte deze woningen gemakkelijk vuur en brandden zelfs volledige steden af. Op het einde van de middeleeuwen werden dan ook geldbedragen uitgedeeld aan diegene die hun woning 'versteenden'. Er werden bakstenen aangeraden voor de wanden en voor de dakbedekking gebakken dakpannen. Daken uit **stro en riet** werden echter nog tot de 16<sup>de</sup> eeuw gebruikt, en houten wanden verdwenen in de 19<sup>de</sup> eeuw door stadvernieuwingen en oorlogen (Scheir, 2008).

In de 12<sup>de</sup> eeuw werd er reeds gebruik gemaakt van **glas** voor de invulling van wandopeningen (Scheir, 2008), maar pas in de 19<sup>de</sup> eeuw werd glas als bouw materiaal toegepast dankzij de opkomst van de tuinarchitectuur. Exotische planten werden steeds populairder maar konden de koude Belgische winters niet overleven. Hiervoor werden dan oranjerieën of serres gebouwd (Seidel, 2008).

De eerste hoogovens in België werden in de 16<sup>de</sup> eeuw gebouwd. IJzererts en houtskool werden erin verward, waardoor ruwijzer ontstond.

In het begin van de 18<sup>de</sup> eeuw werd de mogelijkheid ontdekt om ruwijzer te produceren met steenkool. Steenkool is steviger dan houtskool en kon dan ook hoger gestapeld worden in de hoogovens, waardoor de temperatuur verhoogde en zo ook het rendement. Op het einde van de 18<sup>de</sup> eeuw werd ontdekt dat **staal** geproduceerd kon worden door de toevoeging van koolstof. De bepaling van het juiste koolstofgehalte was echter niet gemakkelijk waardoor de bouwindustrie het gebruik van staal uitstelde (Wouters & de Bouw, 2008).

Portlandcement, een product dat verkregen wordt door het branden van kalksteen en klei in steenkoolovens, werd door de Engelsman Aspdin ontdekt in 1824. De naam is afkomstig van de portlandsteen, die veel gelijkenissen vertoont met het portlandcement op vlak van kleur en hardheid (Febelcem, 2017a). In 1872 werd de eerste Belgische cementfabriek opgericht door Duffosse en Henry. De productiesite voor Portlandcement bevond zich in Wallonië, meer bepaald in Cronfestu, nabij La Louvière. Op het einde van de negentiende eeuw werd er in de bouwindustrie op grote schaal gebruik gemaakt van **beton** op basis van portlandcement (Febelcem, 2017a).



#### 3.2.2 Wederopbouw

De Eerste Wereldoorlog heeft voor een grote verandering gezorgd op vlak van architectuur. Woningen, fabrieken en steden waren op het einde van de Eerste wereldoorlog zwaar beschadigd. De weinig beschikbare traditionele bouwmaterialen (zoals baksteen en natuursteen) en geschoolde werkkrachten werden eerst ingezet voor de heropbouw van belangrijke gebouwen en pas later voor woningen. Hierdoor ontstond een woningnood. Deze nood werd deels beperkt door het bouwen van houten barakken (Figuur 4) gefinancierd door het Koning Albertfonds (Meganck, 2013). In het begin van de 20<sup>ste</sup> eeuw kende ook het gebruik van glas een grote

sprong, doordat Fourcault, een Belgische ingenieur een manier ontdekte om glas machinaal te produceren (Van de Voorde, Bertels & Wouters, 2015).

In 1920 werd er een wedstrijd uitgeschreven door de Nationale Maatschappij van Goedkope woningen voor een tuinvijk in Anderlecht (Figuur 5), waar geëxperimenteerd kon worden met verschillende nieuwe bouwmaterialen en constructietechnieken. De materialen en/of technieken die het beste scoorden volgens de Maatschappij konden vervolgens ingezet worden op andere plaatsen. De bedoeling was om op relatief korte tijd een oplossing te bieden voor de wederopbouw en huisvestingsproblematiek van België. Uit



Figuur 4: Noodwoningen van het Koning Albertfonds in Dendermonde (De Wolf, 2012).



*Figuur 5: Experimentele woonwijk Het Rad in Anderlecht (Collectief ipé, 2012).*

deze experimenten bleek dat beton economisch gezien niet altijd voordeliger was dan baksteen. Dit zou kunnen liggen aan het feit dat er telkens maar een klein aantal huizen werd gebouwd voor de experimenten, waardoor een groot deel van de voordelen van de geïndustrialiseerde of geprefabriceerde kenmerken verloren gingen. Bij grootschaligere projecten kan men de bekistingspanelen telkens opnieuw gebruiken, wat resulteert in een economisch voordeel. Een ander economisch voordeel is dat een betonconstructiemethode minder precisiewerk vergt, waardoor men minder of niet geschoolde arbeiders kon inzetten. Doorheen de jaren heeft beton een wisselende waardering gekend. Uiteraard kon men de verschillende

voordelen en de nieuwe toepassingsmogelijkheden niet ontkennen, maar op esthetisch vlak zag niet iedereen er een voordeel in. Sommige bestempelden beton als een uitgevonden en kunstmatig gecreëerd materiaal dat er lelijk, goedkoop en onwaardig uitzag ten opzichte van hout, baksteen of staal (Van de Voorde, 2008).

Ook na de Tweede Wereldoorlog was er nood aan wederopbouw van woningen en fabrieken, maar door de opkomst van de mijnindustrie werd de vraag naar (mijnwerkers)woningen alleen maar groter. Dit zorgde zowel voor een stimulans van de betonindustrie als voor de volledige bouwindustrie (Van de Voorde, 2008).

In deze periode werd ook de vraag naar grind groter voor het aanleggen van autostrades, voor de aanmaak van beton en het bouwen van steenkoolmijnen. In Maasmechelen, Dilsen-Stokkem, Maaseik en Kinrooi gebeurde de ontginning van grind grootschalig en in deze laatste twee gemeenten konden binnenschepen rechtstreeks beladen worden met behulp van een baggerinstallatie (PGC, 2016). In het begin van de jaren zeventig steeg de onrust bij buurtbewoners en verschillende organisaties in verband met de grootschaligheid van de grindwinning, en er werd een grindfonds opgericht op vrijwillige basis. Met het geld uit het grindfonds dat via geldelijke vergoeding per ton grind werd gevoed, stelde men herinrichtingsplannen op, herstructureerde en vulde men oude groeves opnieuw aan. Voorbeelden van ontgonnen gebieden die heraangelegd werden zijn: Kinrooi en Maaseik waterrecreatie met jachthaven, camping, strand en natuurgebied (Belbag, 2018a). In 1993 wordt een Grinddecreet opgesteld waarin vastgelegd wordt hoeveel, waar en tot wanneer grind mag ontgonnen worden alsook een nieuw Grindfonds dat niet meer vrijwillig is (PGC, 2016).

De wederopbouw na de Tweede Wereldoorlog zorgde ook voor de opkomst van de staalindustrie. De eerste staalbedrijven vestigden zich in het begin van de 20<sup>ste</sup> eeuw in de buurt van erts- en steenkoolmijnen in

Luik, Charleroi en Henegouwen en later ook in Limburg. Het geproduceerde staal werd voor het grootste deel geëxporteerd. Daardoor waren staalbedrijven erg kwetsbaar voor marktschommelingen (De Preter, 2016). Op het einde van de 20<sup>ste</sup> eeuw werd Belgische steenkool alsmaar duurder door uitputting van de meest rendabele lagen en moest men goedkopere steenkool importeren. Hierdoor werd voor staalbedrijven een ligging aan een haven of zee interessanter, bijvoorbeeld een ligging langs het zeekanaal in Gent (Heymans, 2007).

Niet enkel de beton- en staalindustrie kende na de Tweede Wereldoorlog een groei, ook voor de glasindustrie was dit het geval (Figuur 6). In 1950 werd de productie van floatglas ontdekt. Hierbij werd gesmolten glas over gesmolten metaal (meestal tin) gegoten, waardoor het glas zich gelijkmatig verspreidde over het metaal. Dit floatglas bevatte geen onvolkomenheden en strepen, wat men bij getrokken glas niet kon vermijden. Hoewel floatglas veelvuldig werd gebruikt na de oorlog, was vooral dubbel glas het populairste glasmateriaal dankzij zijn betere thermische en akoestische eigenschappen. Univerbel, Glaver en Glaceries de la Sambre waren in België de drie grootste bedrijven (Van de Voorde et al., 2015).





*Figuur 6: Veelvuldig glasgebruik bij woning Leysen (1968) in Turnhout (Architectuurarchief Provincie Antwerpen, s.a.).*

### 3.3 Besluit

De bouwmaterialen die het meest in de Belgische bouwcultuur voorkomen kunnen we onderverdelen in twee groepen. Een eerste groep zijn de materialen die voornamelijk gebruikt werden voor de Eerste Wereldoorlog namelijk hout, natuursteen en baksteen. De tweede groep zijn de bouwmaterialen die na de Eerste en Tweede Wereldoorlog een groei hebben gekend, namelijk beton, staal en glas. Het is dan ook mogelijk dat deze laatste bouwmaterialen eerder als nieuwe materialen beschouwd worden. De herkomst van beide groepen van materialen wordt in het volgende hoofdstuk uitgebreid besproken.



### III. EIGEN ONDERZOEK

## 4. Inventarisatie materialen

In dit hoofdstuk wordt onderzoek gedaan naar de herkomst van de verschillende groepen van bouwmaterialen op de Belgische markt. Meer concreet wordt er onderzocht waar de grondstoffen vandaan komen, waar de bouwmaterialen geproduceerd worden en/of waar ze verder verwerkt worden. Dit wordt in kaart gebracht voor België om te achterhalen welke materialen het meest als lokaal kunnen beschouwd worden. Uit hoofdstuk 3 kan geconcludeerd worden dat hout, natuursteen, baksteen, beton, staal en glas de belangrijkste bouwmaterialen uit de Belgische bouwcultuur zijn. Ze worden daarom in dit hoofdstuk uitgebreider besproken.

### 4.1 Wat is lokaal?

Alvorens van start te gaan met het praktische luik van het onderzoek is het belangrijk om het begrip 'lokaal' af te bakenen. In dit onderzoek wordt een materiaal als 'lokaal' beschouwd wanneer alle levenscyclusfasen van het bouw materiaal dicht bij elkaar plaatsvinden.

Om een concrete afbakening te maken omwille van praktische redenen, wordt er voor dit onderzoek gekozen voor de landsgrenzen van België. Dit wil dus zeggen dat zowel de ontginning, de productie en de eventuele verwerking in België gebeurt. Door de afbakening van de "lokale" zone aan de hand van de landsgrenzen kan ook een foutieve inschatting gemaakt worden. Een voorbeeld maakt dit duidelijk: de ontginning en productie van een eerste bouw materiaal bevindt zich in België, Maaseik, langs de grens met Nederland en de verwerking ervan is in België, Oostende, op ongeveer 175 km van Maaseik; een tweede bouw materiaal wordt ook ontgonnen en geproduceerd in Maaseik, maar hier vindt de verwerking ervan in Nederland, Roermond op ongeveer 25 km van

Maaseik. Bij het tweede bouw materiaal zal Nederland als buitenland beschouwd worden, en zal het niet beschouwd worden als een lokaal materiaal. Het eerste materiaal zal wel als lokaal beschouwd kunnen worden aangezien alle levensfasen in België plaatsvinden, maar als men naar de afstanden kijkt is in werkelijkheid het tweede bouw materiaal (voor Maaseik) meer lokaal. Deze foutieve inschatting kan vermeden worden wanneer de landsgrenzen genegeerd worden en er een straal van een aantal kilometer onderzocht wordt rondom de ontginnings-, productie- en verwerkingslocaties. Hier voor zal dan ook een groot deel van Nederland, Duitsland en Frankrijk onderzocht moeten worden, waardoor het onderzoek erg complex wordt. Om praktische redenen zullen dan ook de landsgrenzen van België behouden worden als afbakening van dit onderzoek, met mogelijke foutieve inschattingen in het achterhoofd.

### 4.2 Methodologie

Om de herkomst van de grondstoffen, de productie- en verwerkingslocaties te achterhalen wordt in eerste instantie gebruik gemaakt van informatie die te vinden is op de websites van federaties van de verschillende bouwmaterialenfabrikanten. Deze locaties worden op geografische kaarten aangegeven per materiaal-categorie (Figuur 7 tot Figuur 16). De ontginningslocaties worden telkens in een rode kleur aangeduid, de productielocaties in een blauwe kleur en de eventuele verwerkingslocaties in een groene kleur.

Aangezien uit het literatuuronderzoek blijkt dat de transportimpact erg afhankelijk is van het transportmiddel is het belangrijk om ook de transportmogelijkheden weer te geven op de kaarten. De autosnel-, spoor- en waterwegen worden aangeduid met respectievelijk rode lijnen, stippenlijnen en blauwe lijnen. Zo is meteen zichtbaar welke transportmogelijkheden aanwezig zijn bij de ontginnings-, productie- en verwerkingslocaties van grondstoffen en producten. De lijnen van de autosnelwegen zijn gebaseerd op informatie van WegenRoutes (2016), de spoorwegen zijn gebaseerd op informatie van Belgian Rail (2017) en de waterwegen zijn gebaseerd op informatie van Binnenvaart (2014). De verschillende diktes van de blauwe lijnen die de waterwegen aangeven, zorgen ervoor dat

er een onderscheid zichtbaar is tussen de verschillende klassen vaartuigen die erop toegelaten zijn. Er wordt onderscheid gemaakt tussen vijf klassen, die ingedeeld zijn volgens gewicht. Op waterwegen met klasse I zijn bijvoorbeeld enkel schepen toegelaten met een lading tussen 250 en 400 ton. Op klasse II waterwegen zijn schepen met een lading tussen 400 en 650 ton toegelaten, klasse IV tussen 1.000 en 1.500 ton, klasse V tussen 1.500 en 6.000 ton en tenslotte klasse VI tussen 3.200 en 18.000 ton. De klassen die schepen met het kleinste gewicht toelaten, worden op de kaarten met de dunste lijnen weergegeven.

### 4.3 Hout

Hout is een hernieuwbare grondstof, wat inhoudt dat het afkomstig is van een natuurlijke bron die opnieuw kan aangroeien. Om ervoor te zorgen dat de snelheid van de aangroei en ontginning op mekaar zijn afgestemd, is een goed en verantwoord bosbeheer noodzakelijk. Het ideale zou zijn dat er per jaar minstens evenveel bomen worden aangeplant dan dat er gekapt worden (Holvoet, 2015).

Het bezitten van een keurmerk wil zeggen dat het hout afkomstig is uit een duurzaam beheerd bos, met andere woorden dat men bijvoorbeeld de biodiversiteit beschermt, dat er geen pesticides worden gebruikt ('planet'), dat de rechten van de bevolking gerespecteerd worden, correcte werkomstandigheden gehanteerd worden ('people'), dat het welzijn van de bevolking verbeterd en beschermd wordt en dat er eerlijke lonen uitgedeeld worden ('profit') (Stofberg & Duijvestein, 2006). Het is een bosbeheer dat respectvol is ten opzichte van mens en natuur waarbij men ook denkt aan de volgende generaties. Indien een bedrijf een keurmerk wil verkrijgen voor een bepaald product, moet men zelf contact opnemen met een certificeerder. Het is dus niet zo dat als een bepaald houtproduct geen keurmerk bezit, het niet uit een duurzaam beheerd bos komt, maar dat er een

mogelijkheid is dat een bedrijf geen moeite heeft gedaan om zo'n certificaat te behalen. In België worden twee keurmerken (FSC en PEFC) gebruikt om toe te kennen aan een duurzaam beheerd bos.

### 4.3.1 Hout als grondstof

De meest gebruikte houtsoort voor het structurele gedeelte van houtconstructies is naaldhout. Voorbeelden van naaldhout die hiervoor gebruikt worden zijn vuren, grenen, soms ook lorken en douglas. Een aantal belangrijke voordelen van naaldhout zijn: een goede prijs-kwaliteitverhouding, licht van gewicht ten opzichte van zijn mechanische sterkte en een grote aanwezigheid in de Belgische bossen. Aangezien er in België meer naaldhout verbruikt wordt dan beschikbaar is, wordt er vooral uit Scandinavië en Rusland hout geïmporteerd (HoutInfoBois, 2018a).

### 4.3.2 Hout als bouw materiaal

Om hout als een product te verkrijgen, zijn er vier opeenvolgende fasen namelijk de productie, een eerste verwerking, een tweede verwerking en het verbruik. Onder productie wordt het aanplanten, de groei en het kappen van bomen verstaan. Een eerste verwerking houdt in: het zagen, schaven, drogen en drenken van het hout. Het is een vrij complexe sector waardoor er een onderscheid

wordt gemaakt tussen verschillende bedrijvigheden: zagerijen van naaldhout, snijfineerbedrijven, schilfineerbedrijven, bedrijven die zich focussen op het drogen, bewaren en drenken, ... Bij de eerste houtverwerking ontstaan er dus half afgewerkte producten. Tijdens de tweede houtverwerking wordt het hout afgewerkt tot een eindproduct dat bijvoorbeeld in de bouw kan gebruikt worden als gebinten, timmerwerk, parket, schrijnwerk etc. Bij de laatste fase, het gebruik, komt het eindproduct bij de gebruiker terecht via een houthandelaar (Frère, Langendries & Georges, s.a.). Het is natuurlijk niet zo dat deze verschillende fases telkens door een ander bedrijf of op een andere locatie worden uitgevoerd. Vaak zorgt de houthandelaar zelf voor de verwerking van het ruw ontgonnen hout tot eindproduct.

Hoe hoger de duurzaamheid van hout, hoe beter het hout weerstand biedt voor de aantasting van vocht, insecten en schimmels, en hoe langer zijn levensduur zal zijn. Wanneer het hout van nature deze duurzaamheid niet of onvoldoende heeft, dient het op kunstmatige wijze verduurzaamd te worden. De kunstmatige verduurzaming van hout gebeurt meestal met behulp van chemische producten zoals azijnzuuranhydride, die vaak niet alleen gevaarlijk zijn voor de insecten maar ook voor mens en milieu. De meeste loofhout-

soorten hebben geen extra verduurzaming nodig aangezien ze van nature een hoge duurzaamheid hebben. Voor naaldhoutsoorten is dit meestal niet het geval en is verduurzaming wel nodig (Belgian Woodforum, 2018).

### 4.3.3 Cijfergegevens

In een onderzoek van Office Economique Wallon du Bois (2017) zijn verschillende cijfergegevens terug te vinden in verband met de houtsector, hoofdzakelijk voor het Waalse gewest, maar ook op Belgisch niveau. In totaal is er 704.821 ha bosoppervlakte in België, waarvan 556.200 ha in Wallonië en 148.621 in Vlaanderen en Brussel. Voor Wallonië is het oppervlakte productief bos gekend en bedraagt het 475.200 ha, wat maar liefst 85% is van het Waals bosoppervlak. Zoals al eerder vermeld, wordt naaldhout het meest gebruikt in de bouw en hiervan is er maar liefst 193.100 ha (41% van het productief bos) beschikbaar in Wallonië. De houtoogst van deze naaldbomen wordt voor Wallonië geschat op 3.136.673 m<sup>3</sup> per jaar, terwijl de bijgroei 2.332.016 m<sup>3</sup> per jaar bedraagt (OEWB, 2017). Dit wil dus zeggen dat er meer naaldbomen worden gekapt dan dat er bijgroeien, waardoor het productief bosoppervlakte zal verminderen.

De Belgische naaldhoutzagerijen hebben een jaarlijkse behoefte van 3,3 miljoen m<sup>3</sup> aan rondhout (Boldrini, 2011). Rondhout is gekapt stamhout, met of zonder schors, dat geen zijtakken meer heeft, ontdaan is van het bovenste ongeschikte stamdeel en dat nog niet industrieel bewerkt is (Oldenburger, Van der Heyden, Voncken & De Somviele, 2017). 80% van dit naaldrondhout is afkomstig uit België en de overige 20% wordt geïmporteerd uit de buurlanden. 10,5% is afkomstig uit Frankrijk, 6,3% uit Duitsland, 2,7% uit Nederland en 0,5% uit Luxemburg. Jaarlijks wordt er in België ongeveer 1,2 miljoen m<sup>3</sup> gezaagd naaldhout geproduceerd dat bestemd is voor structuurhout (Boldrini, 2011). Een kritische opmerking hierbij is dat de meeste cijfergegevens die hierboven vermeld zijn, dateren van 2009 en dus minder representatief zijn.

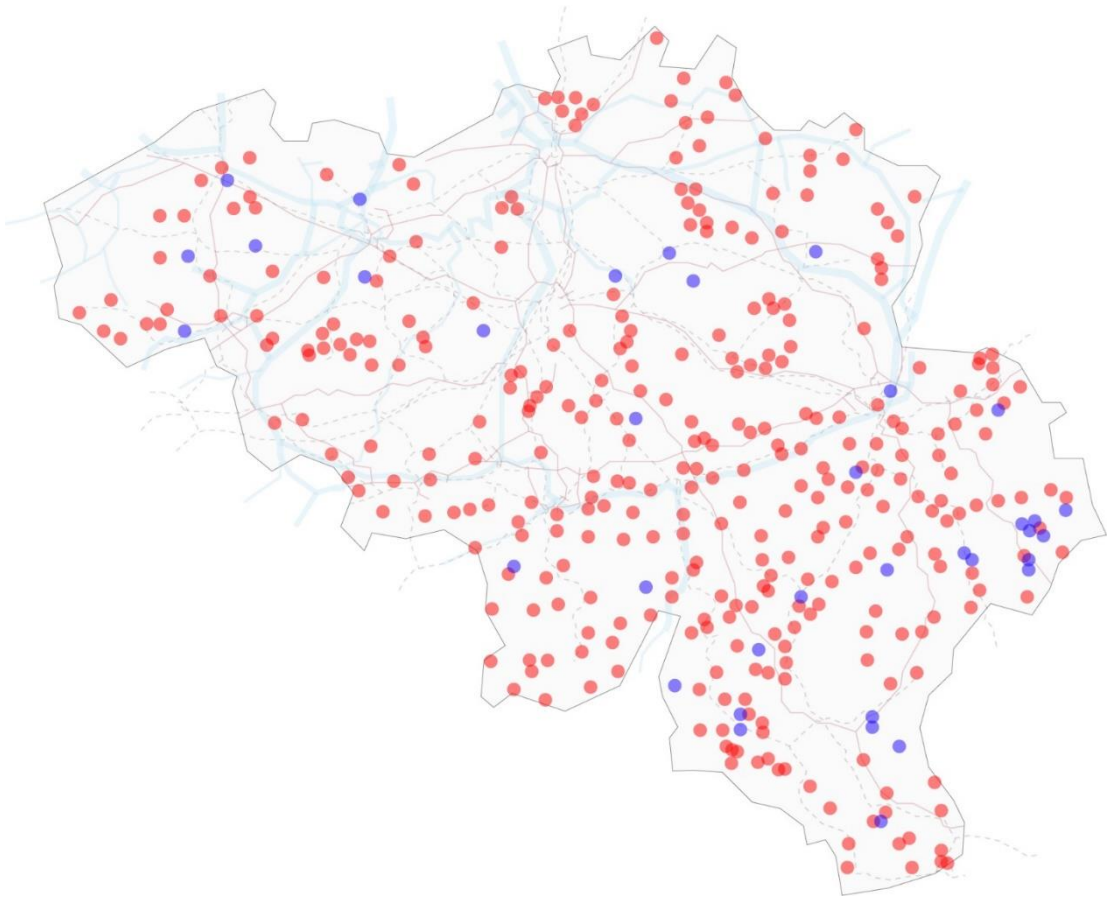
### 4.3.4 Situering in België

De houtsector bevindt zich voornamelijk in Wallonië door de grote beschikbaarheid aan hout (zie Figuur 7) (Fedustria, 2018). Alle zagerijen van België voor structuurhout die aangesloten zijn bij de Nationale Federatie van Zagerijen zijn ook weergegeven op Figuur 7. Het is niet duidelijk hoeveel zagerijen er niet zijn aangesloten bij de federatie en dus ook niet hoe representatief deze gegevens zijn.

Het is wel zo dat zagerijen die lid willen worden van de federatie een jaarlijkse bijdrage van €125 moeten betalen (HoutInfoBois, 2018b). Het is opvallend dat er in Wallonië bijna dubbel zoveel zagerijen voor structuurhout zijn dan in Vlaanderen. In Vlaanderen zijn deze zagerijen ook meer verspreid terwijl er in Wallonië meer clusters van zagerijen voor structuurhout zijn gevormd. Het is dan ook logisch dat de zagerijen gelegen in Wallonië zorgen voor 90% van de totale naaldhoutproductie (Boldrini, 2011).

Niet enkel de zagerijen voor structuurhout zijn weergegeven in Figuur 7, maar ook de FSC en PEFC gecertificeerde bossen in België. In 2014 beschikte Vlaanderen over 23.259 ha FSC gecertificeerde bossen en in 2016 beschikte Wallonië over 298.599 ha PEFC gecertificeerde bossen. België beschikt in totaal over 704.821 ha bossen, waarvan maar liefst 45,7% gecertificeerde bossen (OEWB, 2017). Uiteraard wordt er niet in al deze bossen hout gekapt voor toepassingen in de bouw, maar het is momenteel voor België niet duidelijk in welke bossen er hout wordt gekapt voor de bouw en welke enkel over een duurzaam bosbeheer beschikken. Dit in tegenstelling tot Nederland waar men wel beschikt over deze informatie dankzij een jaarlijkse informatieverzameling van de verschillende houtbedrijven (Oldenburger et al., 2017).





*Figuur 7: FSC en PEFC gecertificeerde bossen (rood) en zagerijen voor structuurhout (blauw) in België (eigen figuur, gebaseerd op: FSC, 2017; PEFC Belgium, 2017; HoutInfoBois, 2018c).*

### 4.4 Natuursteen

Uit hoofdstuk 3 blijkt dat natuursteen een belangrijk bouw materiaal is in België en er kunnen enorm veel verschillende soorten natuursteen onderscheiden worden op basis van herkomst, textuur en geologie (Livios, s.a.).

De natuursteensoorten die in België worden ontgonnen zijn Belgische blauwe hardsteen, kalksteen, Doornikse steen, marmer, zandsteen, arkose, kwartsiet, schist en silex (Focant & Lecocq, 2005). Aangezien in dit onderzoek niet al deze soorten besproken kunnen worden, worden de meest gebruikte in België, de Belgische blauwe hardsteen en marmer (Livios, s.a.), hieronder meer in detail besproken. Ook kalksteen is een veel gebruikte natuursteensoort in België, maar deze zal hier niet aan bod komen aangezien deze natuursteensoort in het onderdeel van beton (Paragraaf 4.6.2) dieper wordt besproken.

#### 4.4.1 Natuursteen als grondstof

Wanneer de natuursteen zich aan het oppervlakte bevindt, moet de groeve niet ondergronds gaan en wordt dit dagbouw genoemd. De ontginning zal grote putten achterlaten in het landschap. Een natuursteengroeve bestaat uit verschillende lagen, ook wel banken genoemd. Hoe men de natuursteen kan bewerken, hangt voor een groot

deel af van de natuurlijke scheiding tussen deze banken. Ook de gelaagdheid die sommige natuurstenen (bv. leisteen) bezit, bepaalt deels hoe men de natuursteen kan bewerken. Er wordt bijvoorbeeld een verschillend uitzicht gecreëerd wanneer de natuursteen wordt gezaagd met of tegen de gelaagdheid in. Wanneer de natuursteen wordt gezaagd tegen de gelaagdheid in is er een gewolkte structuur zichtbaar, met de richting mee daarentegen zorgt voor een gelijnde structuur. Voor beide structuren is er dan ook een andere toepassing mogelijk (Febenat, 2017).

Bij de winning wordt de natuursteen in de vorm van blokken ontgonnen. Een eerste stap in het productieproces is het zagen van verschillende platen. Hiervoor zijn drie mogelijkheden namelijk raamzagen, blokzagen of draadzagen. Hierna worden de platen verder op maat gezaagd door machines en/of manueel (Febenat, 2017).

#### 4.4.2 Natuursteen als bouw materiaal

Wanneer de natuurstenen platen in de gewenste dikte zijn gezaagd, worden ze verder afgewerkt. Bij deze afwerking is er vaak een samenwerking tussen machines en handarbeid. De machines zorgen dat het werk verlicht wordt voor de bewerker. Om

aan het eindresultaat een persoonlijke toets te kunnen geven is het manueel werk toch nog vereist (Febenat, 2017). De afwerking van de natuursteen is belangrijk voor het esthetische karakter. De kleur kan bijvoorbeeld verschillen naargelang een andere afwerking is toegepast. Er zijn verschillende mogelijkheden voor de afwerking van natuursteen. Uiteraard kunnen niet alle mogelijkheden op alle natuurstenen toegepast worden, men kan kalksteen bijvoorbeeld niet polijsten. Mogelijke oppervlakte-afwerkingen zijn gepolijst, verzoet, geschuurd, gezaagd, gevamd, gehamerd, gezandstraald, gekloven, ijsbloem, gefrijnd, oude frijnslag, getrommeld en geborsteld (Febenat, 2018a). Natuursteen kan voor verschillende toepassingen gebruikt worden zoals voor trappen, terrassen, keukens, badkamers, ...

### 4.4.2.1 Cijfergegevens

Jaarlijks wordt er in België ongeveer 1 miljoen ton natuursteen geproduceerd. Doordat er 60% afgewerkte producten worden geëxporteerd is België het vierde grootste exportland van siersteen in Europa en op wereldniveau het negende (Focant & Lecocq, 2005). Over de verschillende soorten natuursteen die in België worden ontgonnen, zijn er zo goed als geen cijfergegevens beschikbaar. Hierdoor zal er dan ook geen apart onderdeel gewijd worden aan de cij-

fergegevens, voor de natuursteensoorten die hieronder worden besproken.

Ook over de Belgische import van natuursteen zijn zo goed als geen cijfers beschikbaar. Het is wel zo dat Vietnamese en Chinese steen behoren tot de meest gebruikte soorten natuursteen in België (Livios, s.a.) en dat deze geïmporteerd worden.

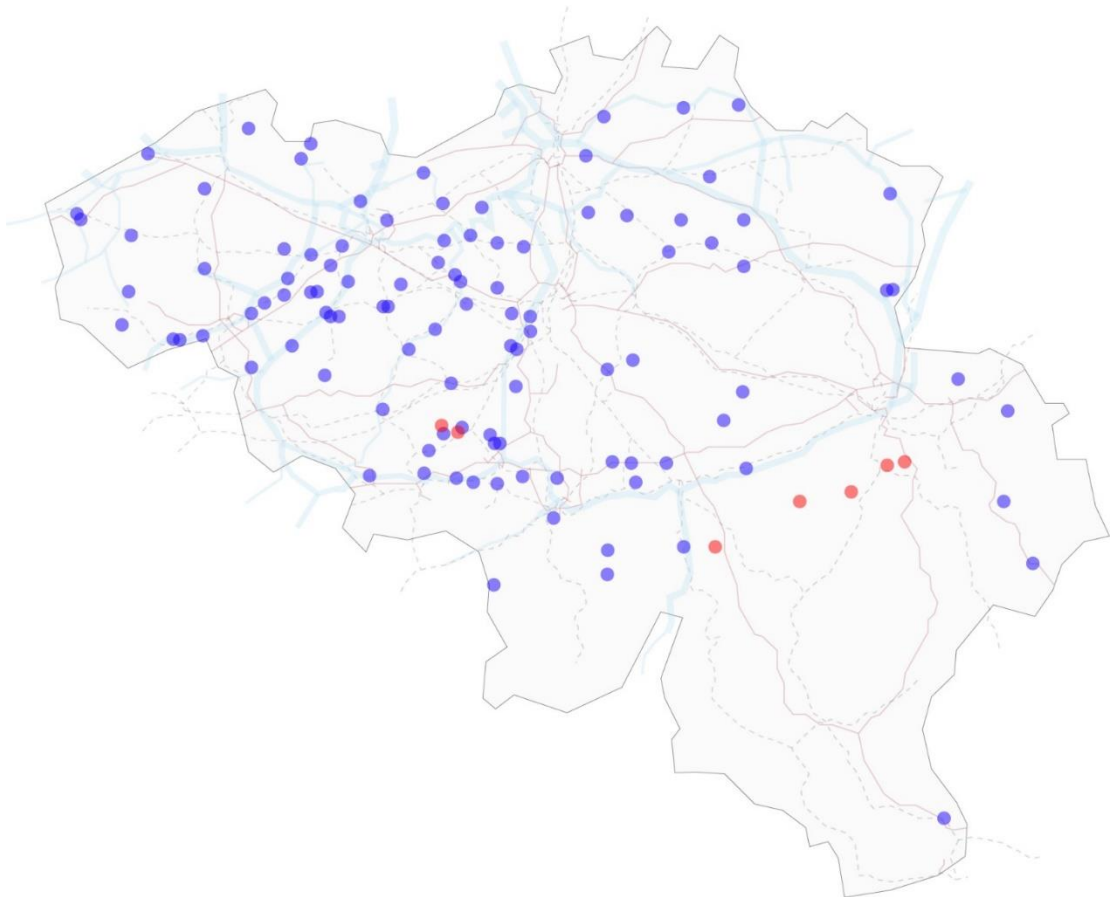
### 4.4.3 Belgische blauwe hardsteen

De meest bekende soort natuursteen die in België wordt ontgonnen is de Belgische blauwe hardsteen, ook wel petit granit of arduin genoemd (Pierres&MarbresWallonie 2016). Het is een soort kalksteen die enorm veel resten van crinoïden (zeelelie, zeedier met een kalkskelet) bevat, die schitteren als kristallen. Deze natuursteen bevindt zich in Wallonië in de omgeving van Soignies en Sprimont (DGO, 2010).

#### 4.4.3.1 Situering in België

De verschillende groeves voor Belgische blauwe hardsteen zijn weergegeven op Figuur 8 alsook de verschillende steenhouwers die deze natuursteen bewerken. De groeves zijn duidelijk te vinden in twee verschillende gebieden in Wallonië.

Hoewel de groeves zich enkel in Wallonië bevinden, zijn de meeste steenhouwers gelegen in Vlaanderen en dan vooral in het westelijk gedeelte van België. De oorzaak hiervan zou



*Figuur 8: Belgische blauwe hardsteen groeves (rood) en steenhouwers (blauw) in België (eigen figuur, gebaseerd op: Pierres&MarbresWallonie 2016; PierreBleueBelge, 2007a).*

kunnen liggen aan het feit dat Belgische blauwe hardsteen niet enkel populair is in België maar ook in andere landen zoals Frankrijk, Nederland, Zwitserland, Japan, Italië, Duitsland en Groot-Brittannië (PierreBleueBelge, 2007b). Er wordt namelijk jaarlijks een kwart van de ontgonnen blokken Belgische blauwe hardsteen geëxporteerd naar bovengenoemde landen (PierreBleueBelge, 2007c). Steenhouwers met een locatie in de buurt van een van de Belgische havens zijn daarom ideaal gelegen om hun afgewerkt product te transporteren naar een van bovenvermelde landen.

### 4.4.4 Marmer

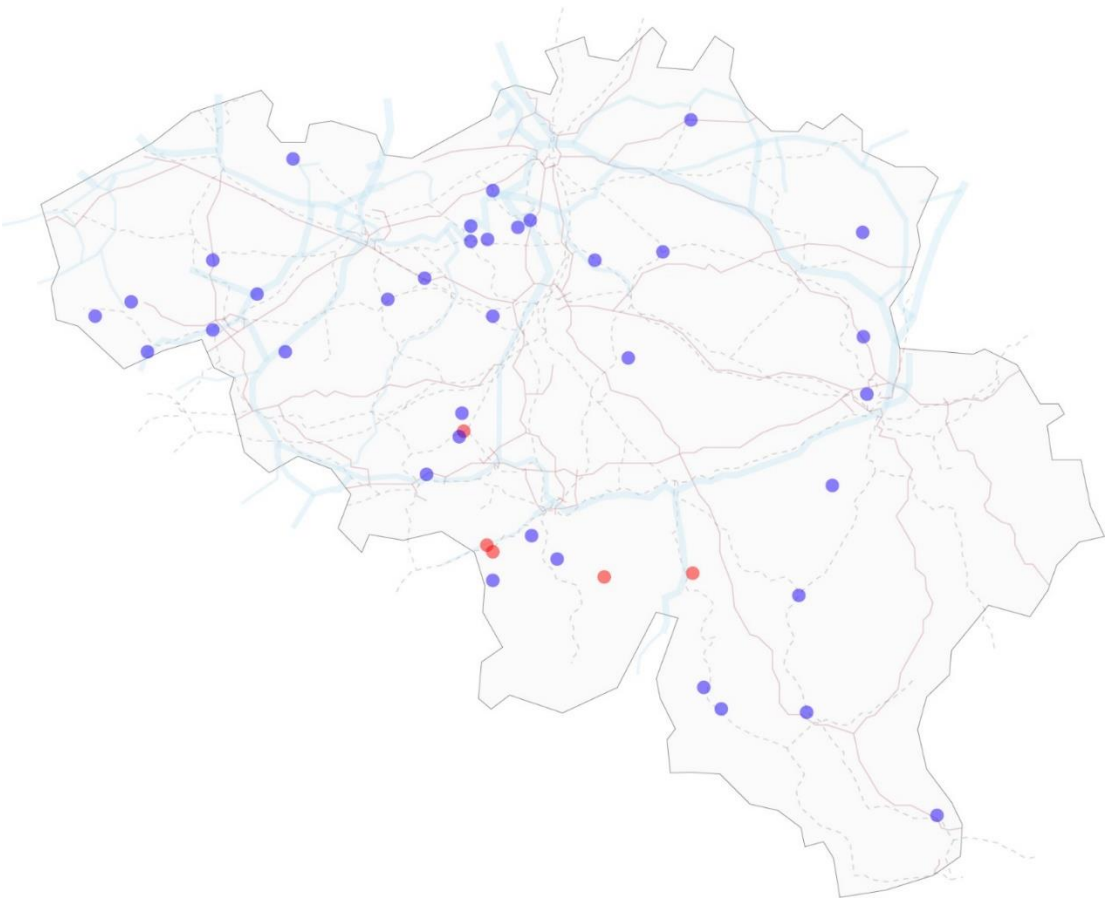
In België zijn er verschillende soorten en kleuren van marmer terug te vinden zoals zwarte, rode, roze en grijze marmer (Pierres&MarbresWallonie, 2016). Het is een metamorf gesteente afkomstig van kalksteen. Dit wil zeggen dat marmer werd gevormd doordat er hoge temperatuur en/of druk werd uitgeoefend op de kalksteen (Febenat, 2018b). De karakteristieke aderen en vlekken die zichtbaar zijn in het marmer werden veroorzaakt doordat kleine verontreinigde deeltjes zoals klei, zand, ijzeroxide, ... aanwezig waren in de kalksteen (Loeys & Peeters, 2017). Belgisch marmer is voornamelijk terug te vinden in Wallonië in de streken van Mazy, Dinant, Philippeville en Lustin.

#### 4.4.3.1 Situering in België

Op Figuur 9 zijn de verschillende marmergroeves in België weergegeven en net zoals de Belgische blauwe hardsteen bevinden deze groeves zich uitsluitend in het Waalse grondgebied van België. In een blauwe kleur worden de verschillende marmerbewerkers weergegeven op de kaart.

Het is erg opvallend dat de marmerbewerking erg verspreid is in België, en vooral in Wallonië. In Vlaanderen worden hier en daar clusters gevormd en de meeste marmerbewerkers zijn hier gelegen aan een waterweg en/of aan een spoorweg. Ook in Wallonië zijn de meeste gelegen langs een spoorweg, net zoals dat dit ook het geval is bij de marmergroeves. Het zou dus mogelijk zijn dat de ontgonnen marmer via het spoor wordt getransporteerd naar de be-

werkers en dat de Vlaamse marmerbewerkers het afgewerkte product verder transporteren via het water.



*Figuur 9: Marmergroeves (rood) en marmerbewerkers (blauw) in België (eigen figuur, gebaseerd op: Pierres&MarbresWallonie, 2016; Natuursteen, s.a.).*

### 4.5 Baksteen

In bepaalde landen zoals België en Nederland is het gebruik van baksteen in de architectuur duidelijk zichtbaar. Deze landen worden dan ook vaak 'typische baksteenlanden' genoemd. In Oostenrijk wordt er meer baksteen geproduceerd en gebruikt dan in Nederland, terwijl niemand Oostenrijk zal benoemen als 'baksteenland'. Dit komt omdat de bakstenen in Oostenrijk vaak verborgen zitten achter een laag pleisterwerk. België, Duitsland, Oostenrijk, Italië, Spanje en Portugal mogen als 'typische baksteenlanden' beschouwd worden aangezien het baksteenverbruik in deze Europese landen het hoogste is (Peirs, 1994).

#### 4.5.1 Klei als grondstof

De basisgrondstof voor baksteen is klei en bij de winning ervan kunnen er littekens in het landschap ontstaan die zich in de toekomst moeilijk kunnen herstellen (Yanovshtchinsky et al., 2013). Vaak worden de groeves na exploitatie herbestemd als natuur-, landbouw- en/of recreatiegebied (Wienerberger, 2011). Steengelaag vlakbij Stekene is zo bijvoorbeeld een natuurgebied geworden (Natuurpunt, 2018).

In België zijn er verschillende oppervlaktedelfstoffenzones voor leem en klei. Deze zones zijn de polderklei in de kustvlakte, leperse klei, Boomse klei in het Waasland, Boomse klei in

de Rupelstreek, klei van de Kempen, alluviale klei van Schelde en Maas, leem ten westen van Brussel, leem in Limburg en Vlaams-Brabant en tenslotte de schieferklei (Belgische Baksteenfederatie, s.a.). De leperklei wordt gebruikt voor handvorm- en strengpersbakstenen, de polderklei en alluviale klei wordt gebruikt voor de productie van specifieke gevelstenen. Voor de productie van hoogwaardige gevelstenen worden de leemafzettingen in Zuid-Vlaanderen gebruikt. Er wordt ook klei geïmporteerd, vooral de Westerwaldklei uit het plateau van Westerwald, gelegen in het westen van Duitsland (Jacobs, Vrancken, Van Dessel & Adams, 2004).

#### 4.5.2 Baksteen als bouw materiaal

Voordat de klei kan ingezet worden voor de productie van bakstenen wordt de klei geplet en gezeefd tot een homogene massa. Om aan bakstenen de beste kwaliteit te geven, worden er verschillende soorten klei gemengd. Afhankelijk van de baksteeneigenschappen die men wil bekomen, worden er nog andere stoffen aan het kleimengsel toegevoegd. Men kan bijvoorbeeld zage-meel toevoegen wat een invloed heeft op de porositeit van de uiteindelijke baksteen. Ook het toevoegen van een kleurstof wordt vaak toegepast. Wanneer het kleimengsel goed



gedoseerd is, krijgt het zijn uiteindelijke vorm. Voordat de stenen gebakken worden, moeten ze eerst gedroogd worden. Dit droogproces zorgt ervoor dat de gevormde klei-stenen een groot deel water verliezen en voorkomt dat ze kunnen barsten tijdens het bakproces. Tenslotte moeten de bakstenen afkoelen op een gecontroleerde manier om te voorkomen dat de stenen zouden scheuren (Belgische Baksteenfederatie, s.a.).

Bijna elke steenbakkerij in ons land beschikte vroeger over een eigen klei- of leemgroeve. Baksteenbedrijven vestigden zich vaak dichtbij de groeve waar de grondstoffen ontgonnen worden, waardoor de impact van het transport van grondstof naar fabriek beperkt bleef. De winning van grondstoffen die aan de klei en/of leem dienen toegevoegd te worden, bevonden zich vaak minder dicht bij de productielocatie maar de benodigde hoeveelheden ervan zijn wel beperkt (Belgische Baksteenfederatie, s.a.). De meeste baksteenbedrijven maken wel meer en meer gebruik van transport via het water, waar mogelijk, om hun grondstoffen en afgewerkte producten te transporteren (Belgische Baksteenfederatie, s.a.).

### 4.5.2.1 Cijfergegevens

In Tabel 4 wordt de productie, export, import en het gebruik van baksteen (zonder een onderscheid te maken tussen gewoon metselwerk en gevelmetselwerk) weergegeven voor de jaren 2010 tot en met 2016. Deze hoeveelheden worden hier weergegeven in ton, hoewel de hoeveelheden die terug te vinden zijn in het jaarverslag van de Belgische Baksteenfederatie (2017) weergegeven zijn in m<sup>3</sup>. Deze volumes werden vermenigvuldigd met een gemiddelde soortelijke massa van 1.770 kg/m<sup>3</sup>, van 25 verschillende soorten baksteen (Vandersanden, 2018), om de gegevens te kunnen weergeven in ton. De waarden van andere bouwmaterialen die besproken worden in dit onderzoek worden ook in gewichtshoeveelheden uitgedrukt. Op die manier kan er een correcte vergelijking gemaakt worden tussen de verschillende materialen. Het gebruik of het verbruik in België werd bepaald door het exportaanal af te trekken van het productieaanal, en daarbij het importaanal op te tellen.

Opvallend is dat de hoeveelheid geproduceerde bakstenen de laatste jaren ongeveer hetzelfde is gebleven, terwijl de export steeds groter wordt. De export bedraagt gemiddeld 22% van de productie en de import bedraagt gemiddeld 6,4% van het gebruik.



Tabel 4: Productie, export, import en gebruik van baksteen in ton voor België 2010-2016 (Eigen tabel, gebaseerd op: Belgische Baksteenfederatie, 2017).

JAAR	PRODUCTIE (ton)	EXPORT (ton)	IMPORT (ton)	GEBRUIK (ton)
2010	3.571.960	644.280	164.610	3.092.290
2011	3.623.190	700.920	171.690	3.093.960
2012	3.074.490	587.640	159.300	2.646.150
2013	2.952.360	626.580	182.310	2.508.090
2014	3.485.130	915.090	210.630	2.780.670
2015	3.465.660	837.210	175.230	2.803.680
2016	3.187.770	842.520	177.000	2.522.250
Gemiddelde	3.337.223	736.320	177.253	2.778.156

Hieruit kan duidelijk vastgesteld worden dat België een 'baksteenland' is aangezien de meeste bakstenen die in België worden gebruikt, ook in België geproduceerd worden en maar een kleine fractie ervan wordt geïmporteerd.

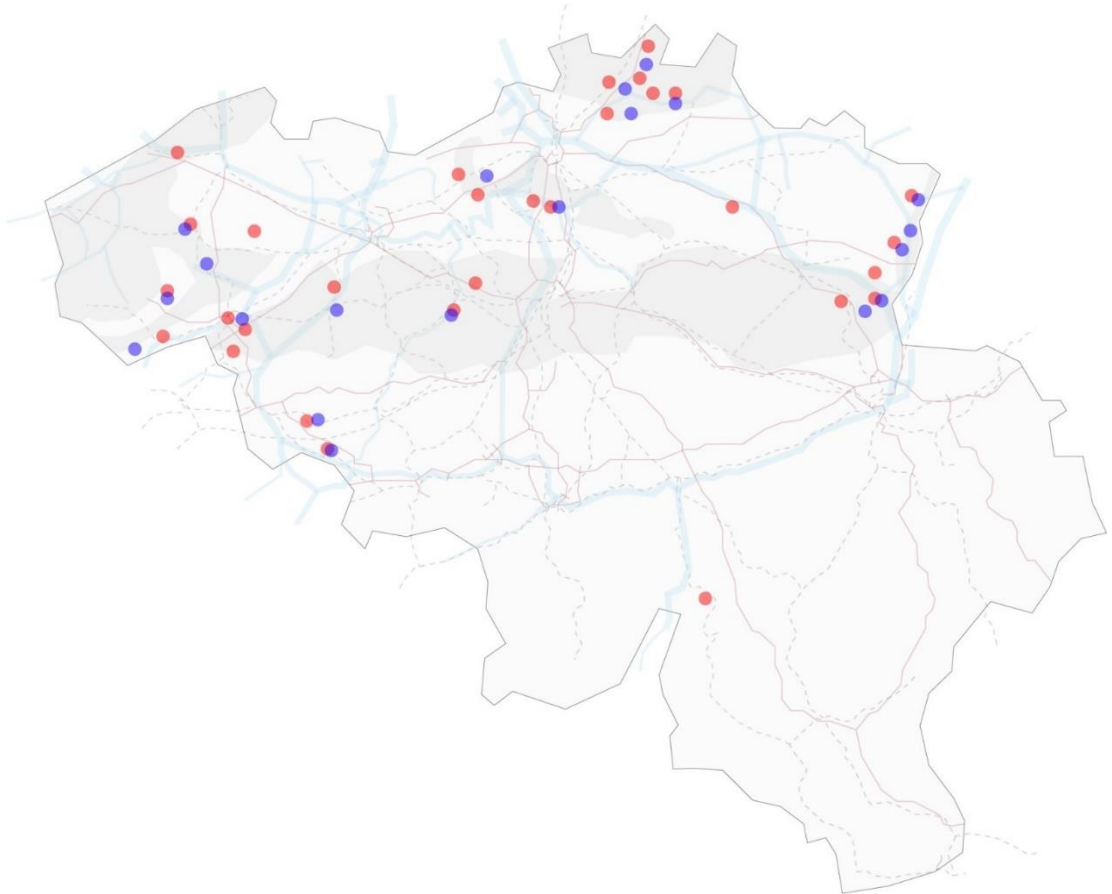
### 4.5.3 Situering in België

België kent een lange en rijke baksteen traditie en baksteen is dan ook het meest toegepaste keramische product in de bouw (Schellingerhout, 2009). Op Figuur 10 zijn de verschillende ontginningslocaties van klei en leem weergegeven, alsook de verschillende productielocaties van baksteen. Het is opvallend dat de groeves en de baksteenfabrieken zich voornamelijk in Vlaanderen bevinden.

#### 4 - Inventarisatie materialen

Op deze kaart zijn ook de kleizones weergegeven die volgens CartologisUGent (2010) geschikt zijn voor de productie van baksteen en gevelsteen. Er is dan ook een duidelijk verband zichtbaar tussen de ontginnings- en productielocaties en de verschillende kleizones. Dat de meest productielocaties dichtbij de klei- en leemgroeves zijn gelegen zou een historische verklaring kunnen hebben. Vroeger waren er namelijk niet zoveel transportmogelijkheden en

kon men de klei en leem niet over een grote afstand transporteren, waardoor de productielocaties zich vlakbij de groeves vestigden.



*Figuur 10: Klei- en leemgroeves (rood), baksteenproductie (blauw) en kleizones geschikt voor baksteen en gevelsteen (donkergrijs) in België (eigen figuur gebaseerd op: Belgische Baksteenfederatie, s.a.; Baksteenfederatie, 2017; CartologisUGent, 2010).*

### 4.6 Beton

Beton wordt verkregen door het samenvoegen van een bindmiddel en toeslagstoffen. Wanneer er naar de morfologische structuur wordt gekeken van beton kunnen twee bestanddelen van elkaar onderscheiden worden namelijk grove granulaten zoals grind (toeslagstof) en een mortel. Deze mortel bestaat op zijn beurt uit water, cement (bindmiddel), fijne granulaten (toeslagstof) en eventuele hulpstoffen (Febelcem, 2005).

#### 4.6.1 Granulaten als grondstof

Granulaten of toeslagstoffen kunnen opgedeeld worden in grove en fijne granulaten of in grind en zand. Men spreekt over zand wanneer de korrelgrootte minder dan 4 mm bedraagt, grind als de korrels tussen 4 mm en 30 mm groot zijn en grof grind als de korrelgrootte tussen 30 en 100 mm bedraagt. Zand en grind kan ontgonnen worden uit de zee, rivier of een steengroeve (Belbag, 2018b).

Om granulaten te ontginnen zijn er drie mogelijke methodes: nat-nat, nat-droog of droog-droog. Bij de eerste methode nat-nat bevinden de granulaten zich onder de grondwaterspiegel en sluit de groeve aan op een kanaal (bv. in Kinrooi-Maaseik). Zowel de ontginning als de verwerking van de granulaten gebeurt door drijvende machines. Ook bij de

tweede methode bevinden de granulaten zich onder de grondwaterspiegel, maar hier is de groeve niet gelegen aan een kanaal (Dilsen-Stokkem-Maasmechelen-Lanaken). De ontginning gebeurt net zoals bij de vorige methode met drijvende baggermachines, terwijl de verwerking op het land gebeurt. De droog-droog methode is verschillend van de twee andere methodes aangezien de granulaten zich hier boven de grondwaterspiegel bevinden (Kempisch plateau: Sibelco-groeve, LBU-Groeve en Algrî in Maasmechelen). De ontginning en de verwerking van de granulaten gebeuren beiden op het land (Belbag, 2018c).

Voor de verwerking van de granulaten worden een aantal mechanische processen toegepast. Allereerst worden de granulaten gewassen met hergebruikt (via bezinkingsbekkens) water. Vervolgens wordt het grind gebroken in mechanische brekers om verschillende korrelgroottes te bekomen. De verschillende korrelgroottes kunnen gesorteerd worden op verschillende manieren om zo een onderscheid te kunnen maken tussen zand en grind. Om een goede betonkwaliteit te verkrijgen moeten vervolgens onzuiverheden zoals klei en hout verwijderd worden (Belbag, 2018d).

### 4.6.1.1 Zand

Zand dat geschikt is in de betonindustrie (bouwzand) komt in Vlaanderen vooral voor aan de kustvlakte, in het dal van de Maas en in de Kempen. In 2002 werd er in het Vlaamse Gewest 1.577.000 ton bouwzand ontgonnen, deze hoeveelheid is echter niet voldoende om aan de Vlaamse vraag te beantwoorden. Grote hoeveelheden zeezand dienen geïmporteerd te worden vanuit Nederland, Duitsland en uit de Noordzee (Jacobs et al., 2004). Vanuit Nederland en Duitsland wordt voornamelijk rivierzand geïmporteerd. Belgische zandgroeves zijn eerder beperkt en het zand is van mindere kwaliteit voor de aanmaak van beton (D. Leys, e-mailbericht, 11 augustus 2017).

### 4.6.1.2 Grind

Men kan verschillende soorten grind onderscheiden namelijk berggrind (droge ontginning), riviergrind of valleigrind en zeegrind (beiden worden nat ontgonnen). Het grinddecreet van 14 juli 1993 heeft voor een gestructureerde en afbouwende grindwinning gezorgd want vaak is er geen geplande afbouw voor de ontginning van grondstoffen. Doorheen de jaren werden er verschillende wijzigingen toegepast aan het grinddecreet. Hierdoor zijn er momenteel drie uitzonderingen waarbij grindwinning mogelijk blijft: grindwinning als nevenproductie, grindwinning bij infra-

structuurwerken en projectgrindwinning (Grindcomité, 2015). Maar grind blijft een belangrijke grondstof voor verschillende economische activiteiten, waardoor het noodzakelijk is om grind te importeren (Jacobs et al., 2004). Zeegrind wordt voornamelijk geïmporteerd vanuit Engeland en riviergrind komt, net zoals rivierzand, voornamelijk uit Nederland en Duitsland (D. Leys, e-mailbericht, 11 augustus 2017). Grind kan in beton worden vervangen door bijvoorbeeld gerecycleerd bouwpuin of door industriële restproducten, maar door de unieke eigenschappen van grind (hardheid, zuiverheid en slijtvastheid) kunnen deze vervangers niet voor een gelijkwaardige betonkwaliteit zorgen (Belbag, 2018b).

### 4.6.1.3 Situering in België

De verschillende zand- en grindgroeves worden net zoals de zand- en grindverwerkingsbedrijven weergegeven op Figuur 11. Op deze kaart is duidelijk zichtbaar dat er in het Belgische deel van de Noordzee vier ontginningsgebieden voor zeegrind en zand bestaan. Een ontginningsgebied wordt gesloten wanneer het 5m diep ontgonnen is zodat het de tijd krijgt om terug te herstellen. Het grootste deel van de ontginning uit het Belgische deel van de Noordzee wordt getransporteerd naar Belgische havens zoals Brugge, Oostende en Nieuwpoort, waar de granulaten verder verwerkt worden. (Van de

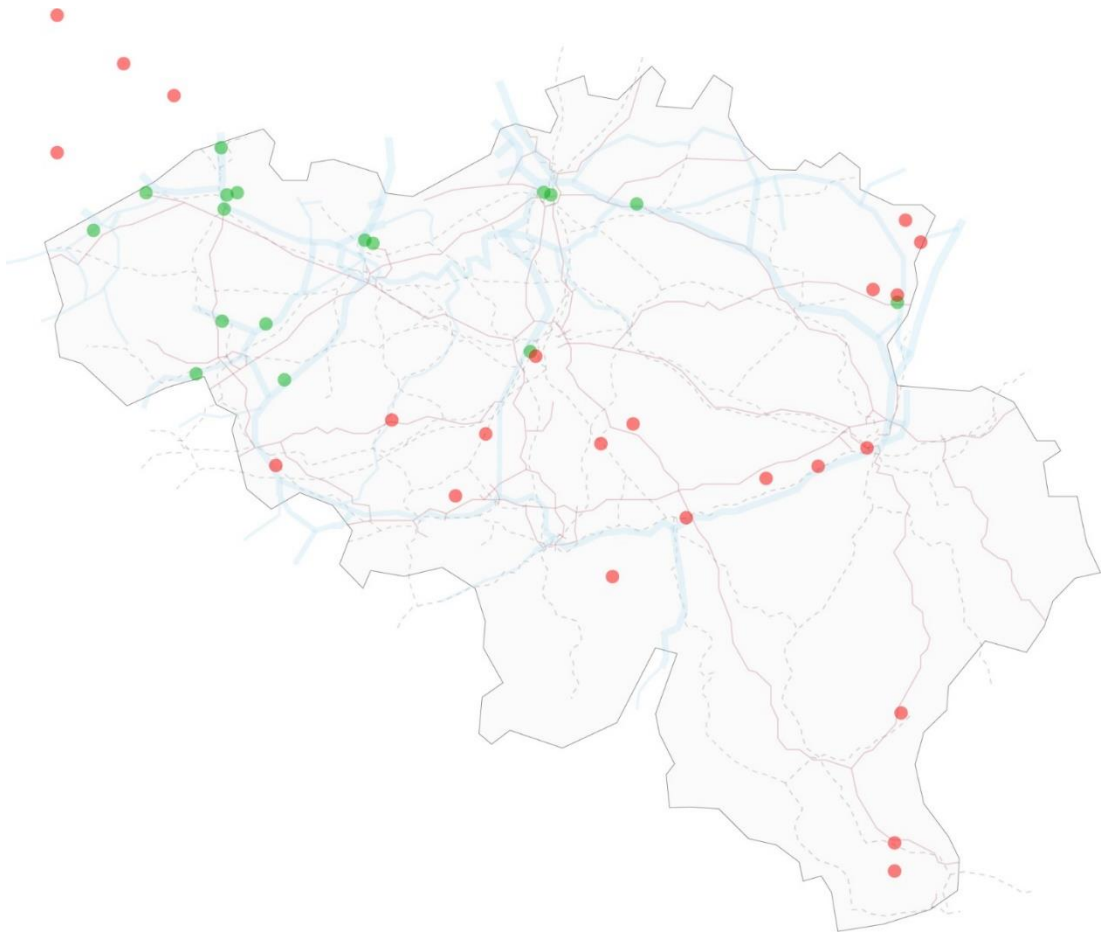
Velde, Rabaut, Herman & Vandendorre, 2014).

Het is opvallend dat alle zand- en grindverwerkingsbedrijven gelegen zijn langs een waterweg en dat deze allemaal terug te vinden zijn in Vlaanderen, terwijl de meeste groeves zich in Wallonië bevinden. Verder blijkt uit de gegevens dat de ontginningslocaties verspreid gelegen zijn ten opzichte van elkaar. Dit in tegenstelling

tot de verwerkingsbedrijven die eerder clusters vormen, maar meestal niet in de buurt van een groeve gelegen zijn.

### 4.6.2 Kalksteen als grondstof

De basisgrondstoffen voor de productie van cement zijn kalk dat gewonnen wordt in de vorm van kalksteen (mergel), klei en zand. Kalksteen of mergel is een soort natuur-



Figuur 11: Zand- en grindontginning (rood) en zand- en grindverwerking (groen) in België (eigen figuur gebaseerd op: Grindcomité, 2015; De Smet, Bogaert, Vandembroucke, Van Hyfte & De Corster, 2009; Van de Velde et al., 2014; Fediex, 2015a).

steen en wordt op dezelfde wijze ontgonnen als andere natuursteensoorten namelijk in de vorm van blokken (paragraaf 4.4). Net zoals bij de ontginning van klei kunnen ook hier milieueffecten optreden zoals de aantasting van het landschap en het aanwezige ecosysteem. Vooral bij grote, open groeves ontstaat er een litteken in het landschap dat zich in de loop der jaren moeilijk kan herstellen (Yanovshtchinsky et al., 2013).

Kalksteen voor de productie van cement wordt voornamelijk in Wallonië ontgonnen (Broothaers & Gullentops, 1996). De belangrijkste ontginningslocaties bevinden zich in de streek tussen Doornik en Antoing, in de streek van Charleroi, langs de Maasvallei, Namen, Andenne, Hoei, in het land van Herve, in de valleien van Mehaigne en Vesder. Kalksteen kan ook verkregen worden als een bijproduct door de winning van andere natuursteensoorten zoals in Zinnik, Ecaussinnes enz. waar Belgische blauwe hardsteen wordt ontgonnen (Gulinck, 1958).

### 4.6.2.1 Cement als product

Voor de productie van cement wordt kalksteen in een breekinstallatie gebroken en gezeefd. Er zijn nog vier minerale bestanddelen, namelijk calcium-, aluminium-, silicium-, en ijzeroxide, nodig (CBR, 2017). Voor deze laatste drie wordt er daarom klei, zand en/of pyriet-as gemengd met kalksteen. Dit homogene mengsel wordt vervolgens verwarmd in een cementoven, waardoor de verschillende oxiden zich met elkaar binden en er klinker ontstaat. Door een plotse afkoeling van de klinker, stopt het mengsel met transformeren. Hierna wordt de klinker vermengd met gips, wat het verhardingsproces verlengt, en vermalen tot een fijn poeder (Pinxten, 2013-2014). Naargelang het cementtype worden aan de klinker andere grondstoffen toegevoegd zoals vlieg-as, kalksteenmeel en hoogovenslak. Het cement kan hierna getransporteerd worden met vrachtwagens, per binnenschip of per spoor (CBR, 2017).

### 4.6.2.2 Cijfergegevens

In Tabel 5 is de productie, export, import en het gebruik van cement in België weergegeven voor de jaren 2010 tot en met 2015. De cijfergegevens voor 2016 konden nog niet worden weergegeven aangezien deze in het jaarverslag van 2017 verschijnen dat pas in mei

Tabel 5: Productie, export, import en gebruik van cement in ton voor België 2010-2015 (Eigen tabel, gebaseerd op: Febelcem 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016).

JAAR	PRODUCTIE (ton)	EXPORT (ton)	IMPORT (ton)	GEBRUIK (ton)
2010	5.990.000	1.697.000	1.532.000	5.825.000
2011	6.844.000	1.825.000	1.534.000	6.553.000
2012	6.280.000	1.602.000	1.732.000	6.410.000
2013	6.119.000	1.548.000	1.468.000	6.039.000
2014	6.364.000	1.521.000	1.280.000	6.123.000
2015	6.275.000	1.384.000	1.513.000	6.404.000
Gemiddelde	5.410.286	1.596.167	1.509.833	6.225.667

2018 wordt uitgegeven (Febelcem, 2017b). Ook hier worden de hoeveelheden in ton weergegeven om een vergelijking te kunnen maken tussen de verschillende besproken bouwmaterialen.

Uit de gegevens in Tabel 5 valt op te merken dat de laatste jaren alle hoeveelheden min of meer gelijk blijven. Er wordt gemiddeld ongeveer evenveel cement geëxporteerd dan dat er wordt geïmporteerd, waardoor ook het cementgebruik ongeveer hetzelfde is als de cementproductie in België. De export bedraagt gemiddeld een kwart (25,3%) van de productie en de import bedraagt gemiddeld een kwart (24,3%) van het cementgebruik.

#### 4.6.2.3 Situering in België

Intussen zijn er in België drie cementbedrijven te vinden die aangesloten zijn bij de federatie van de Belgische cementnijverheid, namelijk CBR, CCB en Holcim (Febelcem, 2016). Uit Figuur 12 blijkt dat de meeste cementfabrieken te vinden zijn in Wallonië vlakbij de ontginningszones van de kalksteen, dankzij de geologische structuur van de ondergrond in België.

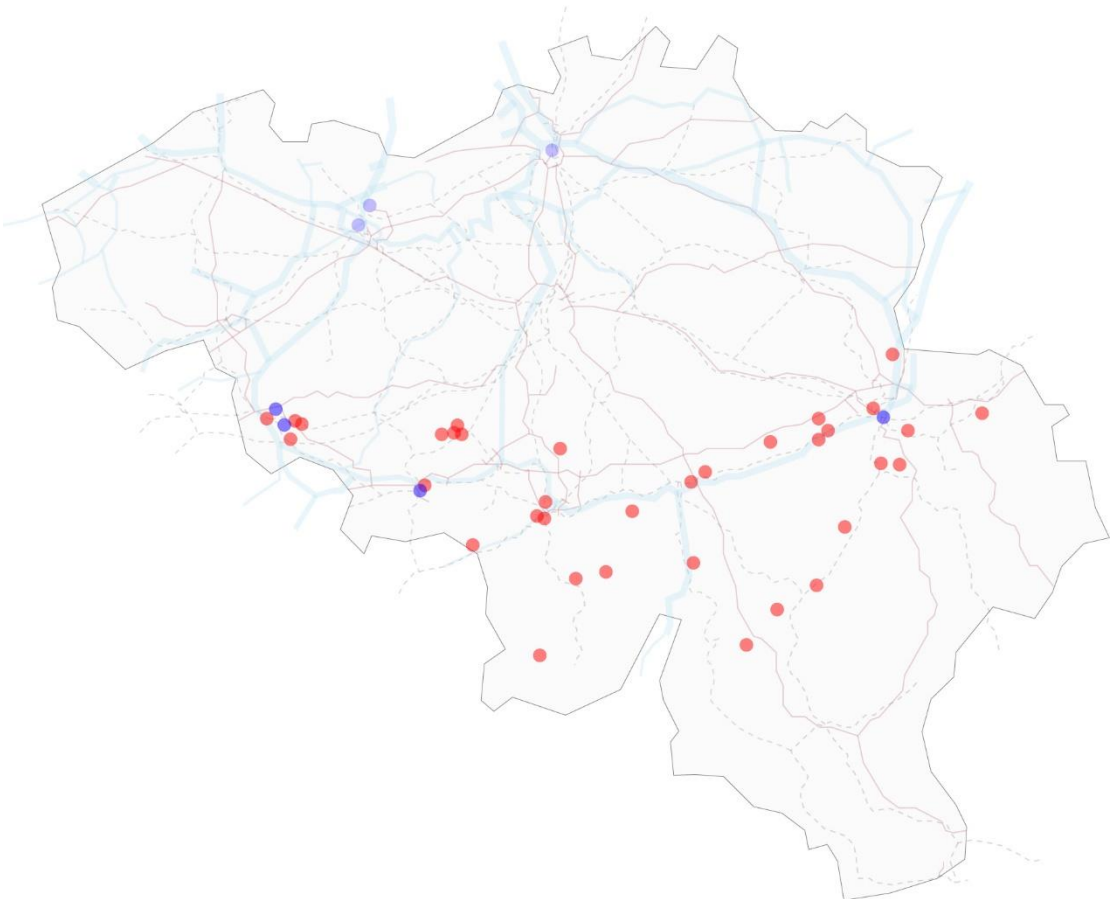
Op Figuur 12 wordt er voor de cementproductie een onderscheid gemaakt tussen fabrieken waar een cementoven aanwezig is en er dus klinker wordt geproduceerd en tussen fabrieken waar enkel componenten worden gemend tot een specifieke



cementsamenstelling. Locaties waar enkel een cementmaalderij aanwezig is, worden in het lichtblauw weergegeven. Dit is het geval voor Gent en Antwerpen. Locaties die zowel over een klinkerfabriek als over een cementmaalderij beschikken, worden op Figuur 12 weergegeven in het donkerblauw. Hierbij is de fabriek in Antoing een uitzondering, aangezien deze enkel over een klinkerfabriek beschikt en niet over een cement-

maalderij. De klinker die hier geproduceerd wordt, zal voornamelijk gebruikt worden bij de cementproductie in Gent (CBR, s.a.).

Bij alle vier de klinkerfabrieken (donkerblauw) is er ook een kalksteengroeve aanwezig. Hierdoor kunnen de productie- en levertermijnen ingekort worden. Voor de overige productiefabrieken waar enkel een cementmaalderij aanwezig is, is het minder relevant dat deze in de buurt



*Figuur 12: Kalksteengroeves (rood) en cementproductie (blauw - cementoven en cementmaalderij: donkerblauw, cementmaalderij: lichtblauw) in België (eigen figuur gebaseerd op: Fediex, 2015b; Febelcem, 2016).*



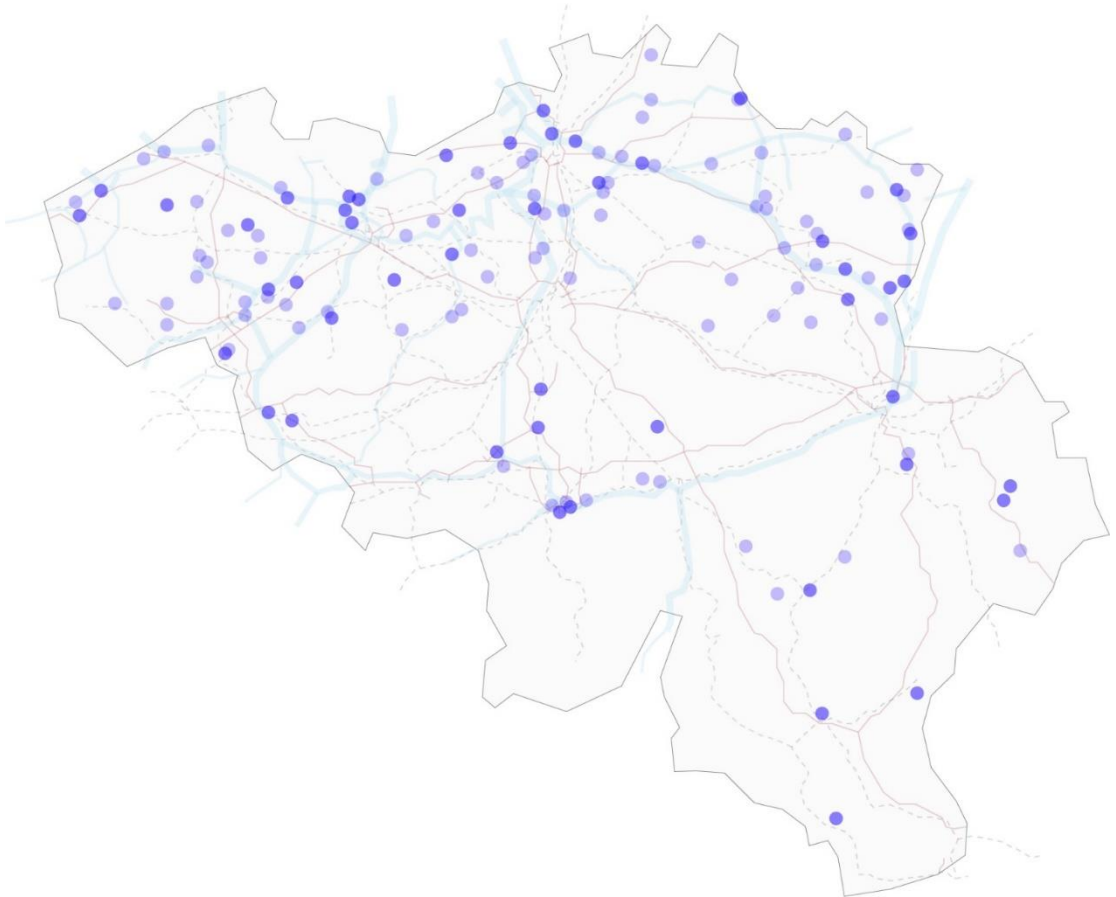
van de kalksteengroeves liggen aanzien hier componenten van verschillende oorsprong en dus locatie met elkaar gemengd worden. Uit een studie (Zabalza Bribián et al., 2010) blijkt dat transport via het water een minder grote transportimpact heeft dan transport via de weg. Vaak is het zo dat er een waterweg aanwezig is langs de cementfabrieken maar dat er geen gebruik van gemaakt wordt. Een voorbeeld hiervan is CBR Gent I. De import van de grondstoffen gebeurde in 2015 voor 52% per schip. Maar in hetzelfde jaar werd er maar liefst 96% via de weg geëxporteerd. Dit is te wijten aan het feit dat veel van hun klanten geen bulkvervoer kunnen ontvangen of dat de klanten niet voldoende opslagcapaciteit hebben om cement in bulk te ontvangen (CBR, 2016). Toch kan de oplossing misschien te vinden zijn in de combinatie van de verschillende transportmogelijkheden. De CCB-site van Gaurain bijvoorbeeld is niet gelegen langs de Schelde, maar beschikt wel over een laadperron voor binnenschepen op de Schelde (CCB, 2016). Zo kunnen ze toch voor een deel van hun transportafstand gebruik maken van waterwegen.

### 4.6.3 Prefabbeton en stortklare beton als bouw materiaal

Er kan een onderscheid gemaakt worden tussen stortklare beton en prefabbeton. Bij stortklare beton wordt de betonspecie in een truck-mixer aangevoerd op de bouwplaats. Hier kan het verpompt worden met een betonpomp of het kan met een betonkubel en kraan naar de stortplaats gehesen worden. Prefabbeton-elementen worden in de fabriek vervaardigd en aangeleverd op de bouwplaats. De betonelementen die prefab verkregen worden zijn meestal kleiner dan men op de bouwplaats kan realiseren aangezien ze nog getransporteerd moeten worden (Schellingerhout, 2009).

#### 4.6.3.1 Situering in België

Zowel de prefabbetonproductie (lichtblauw) als de stortklare betonproductie (donkerblauw) in België worden weergegeven op Figuur 13. Het is duidelijk dat er in België meer bedrijven zijn die zich richten op de productie van prefab betonelementen dan bedrijven die gericht zijn op stortklare beton. De prefabbetonproductie ligt in Vlaanderen erg verspreid, terwijl de stortklare betonproductie vooral geclusterd ligt in de regio van Antwerpen, Gent en Genk.



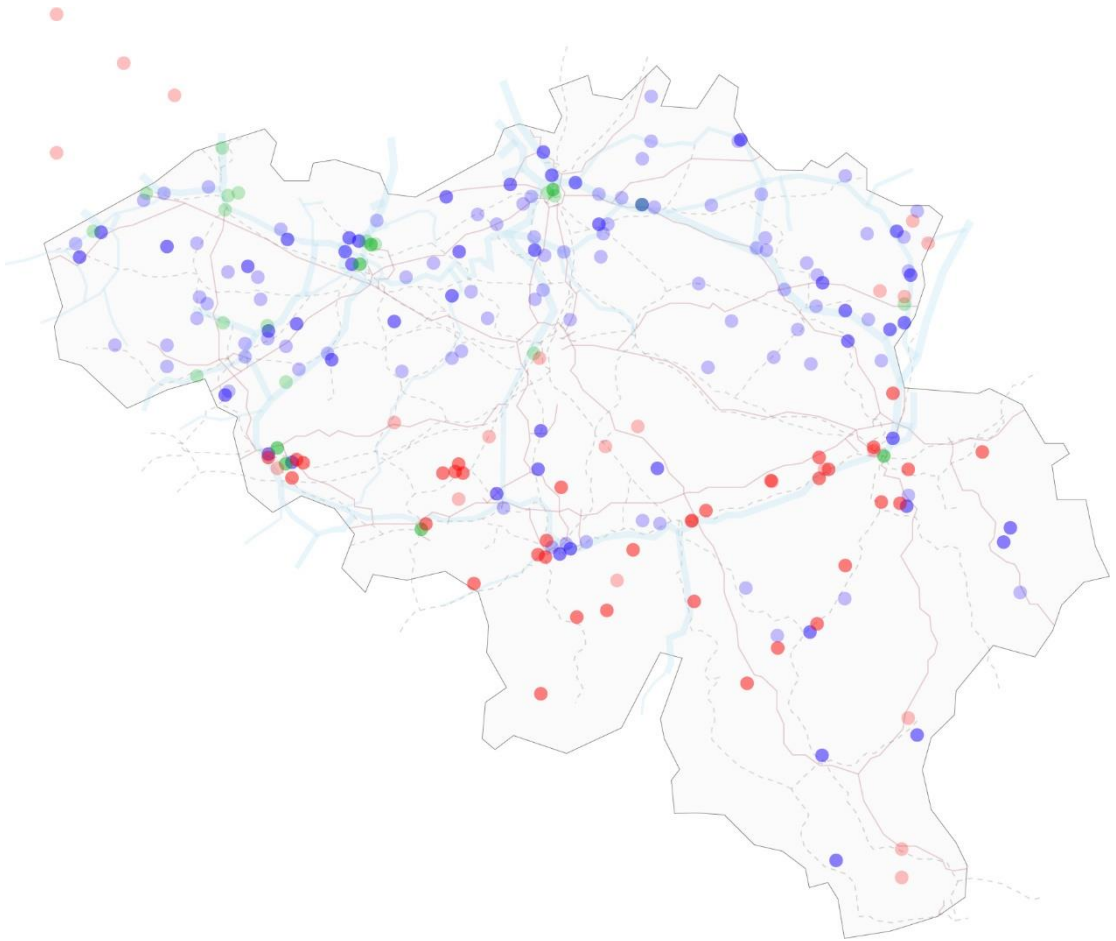
*Figuur 13: Prefabbetonproductie (lichtblauw) en stortklare betonproductie (donkerblauw) in België (eigen figuur gebaseerd op: FEBE, 2017; Fedbeton, 2017).*

Er is ook een duidelijk verschil merkbaar tussen Vlaanderen en in Wallonië. Opvallend is dat de meeste productielocaties van zowel prefabbeton als stortklare beton zich bevinden in Vlaanderen. In Vlaanderen is er op te merken dat hier meer fabrieken voor de productie van prefabbeton zijn gevestigd dan van stortklare beton, in Wallonië is dit omgekeerd en zijn er net meer fabrieken voor stortklare beton dan voor prefabbeton. De productielocaties van beide be-

tonproducten zijn in Wallonië bijna allemaal gelegen langs een spoorweg. Aangezien het spoorwegennetwerk in Wallonië minder uitgebreid is dan in Vlaanderen is deze lokalisering waarschijnlijk geen toeval en is dit een opmerkelijke vaststelling.

In Figuur 14 worden de verschillende kaarten (Figuur 11, Figuur 12 en Figuur 13) in verband met beton, die hierboven al werden besproken, samengevoegd tot één kaart. De kalksteengroeves worden in het donkerrood en de cementproductie in het donkergroen weergegeven. De zand- en grindontginningen worden in het lichtrood en de zand- en grindverwerkingen in het lichtgroen weergegeven. De productie van beton wordt in het blauw aangeduid op de kaart met een onderscheid tussen prefabbetonproductie (lichtblauw) en stortklare betonproductie (donkerblauw).

Opvallend is dat de ontginningen van zand, grind en kalksteen zich vooral situeren in het Waalse grondgebied van België, terwijl de betonproductie zich vooral in het Vlaamse gedeelte van België situeert. Toch zijn er twee locaties die in het oog springen namelijk Antoing en Luik. In de buurt van deze twee locaties situeren zich namelijk kalksteenontginningen, zand- en grindontginningen, cementproducties (met zowel cementoven als cementmaalderij) en stortklare betonproducties. Deze twee locaties zijn ook goed gelegen langs grote waterwegen, spoorwegen en snelwegen.



*Figuur 14: Kalksteengroeve (donkerrood), cementproductie (donkergroen), zand- en grindontginning (lichtrood), zand- en grindverwerking (lichtgroen), stortklare betonproductie (donkerblauw) en prefabbetonproductie (lichtblauw) in België (eigen figuur).*

### 4.7 Staal

Metalen kunnen niet ontgonnen worden in zuivere vorm, maar komen voor in bepaalde gesteenten in de vorm van ertsen (vb. ijzererts, zinkerts, looderts etc.). Het is vanzelfsprekend dat hoe kleiner het gehalte aan metaalerts is in een gesteente hoe meer afval er bij de ontginning en verwerking zal ontstaan (Yanovshtchinsky et al., 2013). Ondertussen zijn alle ertsafzettingen in België volledig uitgeput of niet meer ontginbaar (Gulinck, 1958). De meeste ertsen komen momenteel uit ontwikkelingslanden rond de evenaar (vb. Congo, Peru, Brazilië etc.) wat gepaard gaat met een lange transportafstand. Tijdens de verwerking van ertsen kan er geluidshinder optreden, maar kunnen ook schadelijke stoffen vrijkomen. Metaaldampen zijn bijvoorbeeld toxisch. Tijdens het gebruik kan het metaal corroderen, hierdoor kunnen schadelijke metaaloxiden vrijkomen in het milieu. Het voordeel is wel dat metalen over het algemeen een lange levensduur hebben wanneer ze onder juiste omstandigheden worden toegepast (Yanovshtchinsky et al., 2013). Metalen zijn over het algemeen ook goed recycleerbaar en de energie die men hiervoor nodig heeft is vaak lager dan bij de primaire productie (van den Dobbelen & Alberts, 2001).

#### 4.7.1 IJzererts als grondstof

De grondstof voor staal is ijzererts. In Midden en West Limburg werd ongeveer honderd jaar geleden ijzererts ontgonnen op vrij grote schaal. IJzer kwam in de Kempen vooral voor als ijzerzandsteen en als ijzeroer. IJzerzandsteen was voornamelijk te vinden in de buurt van Diepenbeek, Genk, Kermt, Oostham en Beringen. IJzeroer was enkel ontginbaar in de buurt van de Demer en de Nete. In 1570 werd een vergunning verleend voor de winning van ijzererts tussen Genk en Zutendaal. In Brasschaat en Kapellen werd in 1840 ijzererts ontgonnen en getransporteerd naar smeltovens in Henegouwen. Rond 1870 gebeurde de ontginning van ijzererts in de Kempen op grote schaal. (Dreesen, 2016). Het grootste aandeel ijzererts werd naar steden of gemeenten in Duitsland getransporteerd. De overige ijzererts werd getransporteerd naar hoogovens in Wallonië.

In dezelfde periode werd er vanuit Diepenbeek 6.300 ton ijzererts getransporteerd naar het station van Diepenbeek. In 1912 werd er 143.000 ton ijzererts geproduceerd in de provincie Antwerpen. Rond 1873 eindigde in Diepenbeek de ontginning van ijzererts terwijl op andere plaatsen de ontginning pas werd stopgezet bij het begin van de Eerste Wereldoorlog in 1914 (Dreesen, 2016). Na de Eerste Wereldoorlog in 1918 werd de ontginning van ijzererts nog

wel opgestart in Gelrode maar deze werd al in 1926 beëindigd (Malherbe & Gullentops, 1996). Sinds het begin van de twintigste eeuw wordt er geen ijzererts meer ontgonnen in België.

### 4.7.2 Staal als bouw materiaal

Staal is een ijzerlegering met een klein gehalte koolstof. Door een andere verhouding koolstof en/of door toevoeging van andere elementen kunnen er verschillende soorten staal ontstaan. Staal kan onderscheiden worden in drie soorten namelijk ongelegeerd staal (minder dan 1,5% legeringselementen), laag-gelegeerd staal (tussen 1,5% en 5% legeringselementen) en hoog-gelegeerd staal (meer dan 5% legeringselementen). Legeringselementen zijn bijvoorbeeld mangaan, silicium, chroom, nikkel, ... (VNMI, 2018).

Staal is in de bouw een vaak gebruikt materiaal dankzij de lichtheid, goede treksterkte, voorspelbaar gedrag, hoog vormingsvermogen, goede lasbaarheid, ... De bouwsector is dan ook de grootste gebruiker van staal. Het wordt in de bouw voor verschillende toepassingen gebruikt bijvoorbeeld als gevelbekleding, dakbedekking, profielen voor skeletten, wapening in beton, trappen, ramen, borstwering, enz. Het grote nadeel van staal, net zoals alle andere metalen, is dat het oxideert in aanraking

met corroderende elementen. Hierdoor kan het de kwaliteit en de levensduur van een gebouw verminderen. De corrosie van staal kan men voorkomen door het te behandelen of door het staal te legeren (WTCB, 2006).

Ijzererts wordt samen met zuivere koolstof en kalksteen verwarmd in een hoogoven zodat vloeibaar ruw ijzer ontstaat. Om staal te vormen wordt het koolstofgehalte gereduceerd tot minder dan 1,9 % koolstof door het inblazen van zuivere zuurstof (Schellingerhout, 2009). Doordat het koolstofgehalte vermindert krijgt het staal zijn buigende eigenschap. Volgens wordt het vloeibare staal in de gewenste vorm gegoten. Staal is vochtgevoelig en moet daarom een gepaste behandeling krijgen vooraleer het als bouw materiaal gebruikt kan worden. Staal kan gelegeerd worden met andere metalen. Zo wordt roestvaststaal verkregen door toevoeging van meer dan 5% nikkel, chroom en ijzer. Betonstaal of beter bekend als wapening wordt bekomen wanneer normaal staal koud vervormd, gerekend of geforceerd gekoeld wordt (Schellingerhout, 2009).

Aangezien er in België geen ijzererts meer wordt ontgonnen, moet het geïmporteerd worden om staal te kunnen produceren. In 2016 werd er 6.998.000 ton ijzererts geïmporteerd in België (Worldsteel, 2017). Men kan ook gerecycleerd staal verkrijgen

door schroot te smelten. Deze methode is de laatste jaren erg populair geworden. In 2012 werd er wereldwijd 1.547 miljoen ton ruwstaal geproduceerd en werd er 570 miljoen ton staalschroot gebruikt, dit is maar liefst 36,8% van de totale ruwstaal productie (BIR, 2013).

### 4.7.2.1 Cijfergegevens

De productie, export, import en het gebruik van halffabricaten en afgewerkte staalproducten worden voor België weergegeven in Tabel 6. De export- en importgegevens zijn gekend (Worldsteel, 2017) maar de productiegegevens voor halffabricaten en afgewerkte staalproducten niet. De productiegegevens voor ruwstaal zijn wel gekend maar hierdoor zou er geen vergelijking kunnen gemaakt worden tussen de productie, de import en export. In jaarverslagen van Steelbel is wel het procentueel aandeel terug te vinden van binnenlandse leveringen. Aan de hand van deze percentages werden de productiehoeveelheden berekend, die zijn weergegeven in Tabel 6.

Opmerkelijk is dat een zeer groot deel dat in België wordt geproduceerd ook wordt geëxporteerd. Gemiddeld bedraagt de export maar liefst 84,5% van de productie. Doordat er zo'n groot deel wordt geëxporteerd, moet er ook een groot deel opnieuw worden geïmporteerd om aan de Belgische staalvraag te kunnen voldoen. Dit lijkt echter niet logisch, aangezien de vraag perfect zou kunnen beantwoord worden door de Belgische staalproductie.

Tabel 6: Productie, export, import en gebruik van halffabricaten en afgewerkte staalproducten in ton voor België 2010-2016 (Eigen tabel, gebaseerd op: Worldsteel, 2017; Steelbel, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017).

JAAR	PRODUCTIE (ton)	EXPORT (ton)	IMPORT (ton)	GEBRUIK (ton)
2010	17.827.059	15.153.000	11.481.000	14.155.059
2011	19.813.253	16.445.000	13.309.000	16.677.253
2012	16.809.302	14.456.000	10.557.000	12.910.302
2013	16.323.529	13.875.000	10.109.000	12.557.529
2014	16.858.333	14.161.000	10.743.000	13.440.333
2015	18.097.619	15.202.000	12.073.000	14.968.619
2016	19.909.524	16.724.000	13.007.000	16.192.524
Gemiddelde	17.948.374	15.145.143	11.611.714	14.414.517

#### 4.7.3 Situering in België

Op Figuur 15 zijn de productielocaties van staal in België weergegeven. In België is er nog maar één hoogoven actief waar de productie van ruwijzer gebeurt. Deze locatie bevindt zich in Gent waar ook de raffinage tot afgewerkte staalproducten gebeurt (donkerblauw). De overige productielocaties waar enkel de raffinage gebeurt, zijn op Figuur 15 weergegeven in een lichtblauwe kleur.

Opvallend is dat deze productielocaties bijna allemaal in het Waalse grondgebied van België zijn gelegen. De locaties van staalproductie hebben dan ook een historische reden aangezien men vroeger de hoogovens vlakbij de erts- en steenkoolmijnen bouwden. Deze mijnen zijn nu niet meer aanwezig maar de productielocaties zijn wel gebleven. Aangezien de grondstoffen voor staal niet meer ontgonnen worden in België, kan dit bouw materiaal niet beschouwd worden als een lokaal materiaal.





*Figuur 15: Staalproductie (blauw – hoogoven en raffinage: donkerblauw, raffinage: lichtblauw) in België (eigen figuur, gebaseerd op: Steelbel, 2018).*

### 4.8 Glas

Glas kan men in de architectuur niet meer wegdenken, men komt het overal tegen in de vorm van ramen, deuren, trappen, borstwering, ... Er zijn dan ook verschillende soorten, kleuren en vormen van glas beschikbaar op de markt.

#### 4.8.1 Zand als grondstof

Zand, de basisgrondstof voor glas, is overal ter wereld beschikbaar maar niet elke soort zand is geschikt voor de productie van glas. Zand dat ideaal is voor de productie van glas zou volledig uit kwarts moeten bestaan maar heel vaak zijn zandkorrels verontreinigd en dus niet geschikt als industriezand (Malherbe & Gullentops, 1996).

In de twee streken Dessel-Mol-Lommel en Maasmechelen vindt men zand dat van uitzonderlijk goede kwaliteit is voor de productie van glas (Sibelco, 2006). In 1858 werd het Schelde-Maaskanaal met de aftakking naar Kwaadmechelen gegraven, hierbij trok het uitgegraven witte zand de aandacht. De eerste officiële ontginning van wit zand gebeurde in 1862 in Donk en Gompel en dit op een kleine schaal maar al snel werd dit een van de belangrijkste ontginningsgebieden van België. (Malherbe & Gullentops, 1996). Vanaf 1993 bevindt zich in België nog maar één bedrijf, SCR-Sibelco dat zich bezighoudt met de ontginning

en verdeling van kwartzand (Jacobs, Vrancken, Van Dessel & Adams, 2004).

#### 4.8.2 Glas als bouw materiaal

De belangrijkste grondstoffen voor de productie van glas kunnen opgedeeld worden in drie categorieën, namelijk glasvormende oxides, smeltmiddelen en stabiliserende elementen. Hieraan worden nog louteringsmiddelen, kleurmiddelen en troebelingsmiddelen toegevoegd afhankelijk van het eindproduct dat men wenst te produceren (VGI, 1999).

De glasvormende oxides zorgen voor de structuur van het glas. Het meest toegepaste oxide is siliciumoxide (zand). Na ontginning wordt het zand zowel mechanisch als chemisch gezuiverd om ongewenste mineralen uit het zand te verwijderen. Om ervoor te zorgen dat deze glasvormende oxides bij aanvaardbare temperaturen gesmolten kunnen worden, worden er smeltmiddelen (voornamelijk natrium- of kaliumcarbonaat) aan toegevoegd. Stabiliserende elementen zoals kalk, magnesium- en aluminiumoxide zorgen ervoor dat het gesmolten glas in de loop van de tijd niet aan kwaliteit verliest. De louteringsmiddelen of zuiveringsmiddelen (voornamelijk natriumsulfaat en natrium- en kaliumnitraat) zorgen voor de afvoer van gassen afkomstig van chemische reacties die optreden tijdens de productie van het glas. Kleurmiddelen worden toegevoegd om het glas zijn gewenste

kleur te geven. Hiervoor kan gebruik gemaakt worden van zwavel, oxides van mangaan, ijzer, nikkel, kobalt, chroom, koper... Ten slotte worden troebelingsmiddelen gebruikt om het glas ondoorzichtig te maken. Hiervoor wordt hoofdzakelijk gebruik gemaakt van fluoriden en fosfaten.

Wanneer deze grondstoffen in hun gewenste hoeveelheden zijn afgewogen, worden ze goed gemengd tot een homogeen mengsel. Hierna wordt het mengsel gesmolten in de smeltoven en volgt de zuiveringsfase, waarbij alle gassen uit het mengsel verdreven worden. Wanneer dit niet zou gebeuren, kunnen deze gassen later zorgen voor luchtbellens. Hierna wordt het glas naar vormingsmachines gebracht waar het zijn gewenste vorm verkrijgt. De laatste fase van de glasproductie is de harding (thermische of chemische harding). Deze fase is nodig om de inwendige spanningen uit het glas te halen zodat het bruikbaar wordt en het een mechanische en thermische weerstand krijgt (VGI, 1999).

### 4.8.3 Beglazing als product

De verwerking van glas tot beglazing, ook wel de secundaire glasfabricatie genoemd, is het bewerken of het verwerken van basisglas tot een glasproduct met andere eigenschappen (GBO, 2017). Voorbeelden hiervan zijn gecoat glas, gelaagd glas, gehard glas, gebogen glas, dubbele of driedubbele beglazing. Bij gecoat glas worden zeer dunne laagjes metaaloxides aangebracht. Dit versterkt de isolerende eigenschappen van het glas. Gelaagd glas is een soort veiligheidsglas, hierbij worden twee of meer glasbladen samengevoegd met daartussen één of meerdere polyvinylbutyral folies (Dumont & Devent, 2013). Dankzij deze PVB-folie blijven de glasscherven bij breuk kleven aan de folie en valt het niet uit elkaar. Ook gehard glas is een soort veiligheidsglas. Dit glas wordt tot 650 °C verhit en daarna plots afgekoeld. Dit zorgt ervoor dat het glas meer weerstand kan bieden tegen breuk en dat het glas bij breuk versplintert in kleine onscherpe stukjes (VGI, 2013). Twee of drie glasbladen worden bij dubbele of driedubbele beglazing van elkaar gescheiden door afstandhouders en een droog gas. Dit zorgt ervoor dat het glas thermisch of akoestisch isolerende eigenschappen krijgt (Dumont & Devent, 2013).

De meeste glasproducten hebben een gesloten levenscyclus: ze worden aan het einde van hun levens-

fase ingezameld en verwerkt tot kwaliteitsvolle glasscherven die opnieuw ingezet kunnen worden voor de productie van nieuw glas. Om deze recycling mogelijk te kunnen maken is het uiteraard belangrijk dat de afvalglasproducten geen verontreinigingen bevatten. Hittebestendig glas bijvoorbeeld kan niet mee versmolten worden waardoor het moeilijk recycleerbaar is (VGI, 2013).

### 4.8.3.1 Cijfergegevens

In Tabel 7 zijn de hoeveelheden in ton weergegeven voor de productie, export, import en gebruik van gesmolten glas in België van 2010 tot 2016. Voor het verkrijgen van deze tabel zijn enkel hoeveelheden in ton voor de productie van gesmolten glas direct beschikbaar (VGI-FIV, 2017). Verder waren ook gegevens beschikbaar over de productie, export en import van isolerende beglazing (VGI-FIV, 2016). Deze gegevens werden echter weergegeven in vierkante meter en dienden omgezet te worden naar ton. Hiervoor werd de massa  $20 \text{ kg/m}^2$  (van isolerende beglazing) genomen als rekenwaarde (AGC, 2016). De isolerende beglazing is maar een deel van de totale gesmolten beglazing die wordt geproduceerd. Aan de hand van de productiehoeveelheden in ton van zowel gesmolten glas als van isolerende beglazing werd het procentueel aandeel van isolerend glas op gesmolten glas berekend voor elk

jaartal. Met deze procentuele aandelen konden de export- en importgegevens van isolerende beglazing worden omgerekend naar export- en importhoeveelheden voor gesmolten glas. Er wordt hier dus verondersteld dat het procentueel aandeel van isolerende beglazing op de totale gesmolten glasproductie hetzelfde is als het procentueel aandeel voor de export en import. Deze gegevens zijn door deze aanname niet helemaal representatief maar ze kunnen toch een mogelijk beeld vormen.

Opvallend in Tabel 7 is dat de productie van gesmolten glas in 2016 sterk gedaald is ten opzichte van 2010 hoewel het de laatste drie jaren vrij stabiel is gebleven. Het nemen van conclusies over export, import en gebruik moet echter op een voorzichtige manier gebeuren aangezien deze mogelijk niet helemaal representatief zijn.

De voornaamste importlanden voor glasproducten zijn Duitsland, Frankrijk en Nederland. Een kleiner deel wordt geïmporteerd uit Tsjechië, Italië, het Verenigd Koninkrijk, Spanje en Polen (VGI-FIV, 2017)

Tabel 7: Productie, export, import en gebruik van gesmolten glas in ton voor België 2010-2016 (Eigen tabel, gebaseerd op: VGI-FIV, 2016; VGI-FIV, 2017).

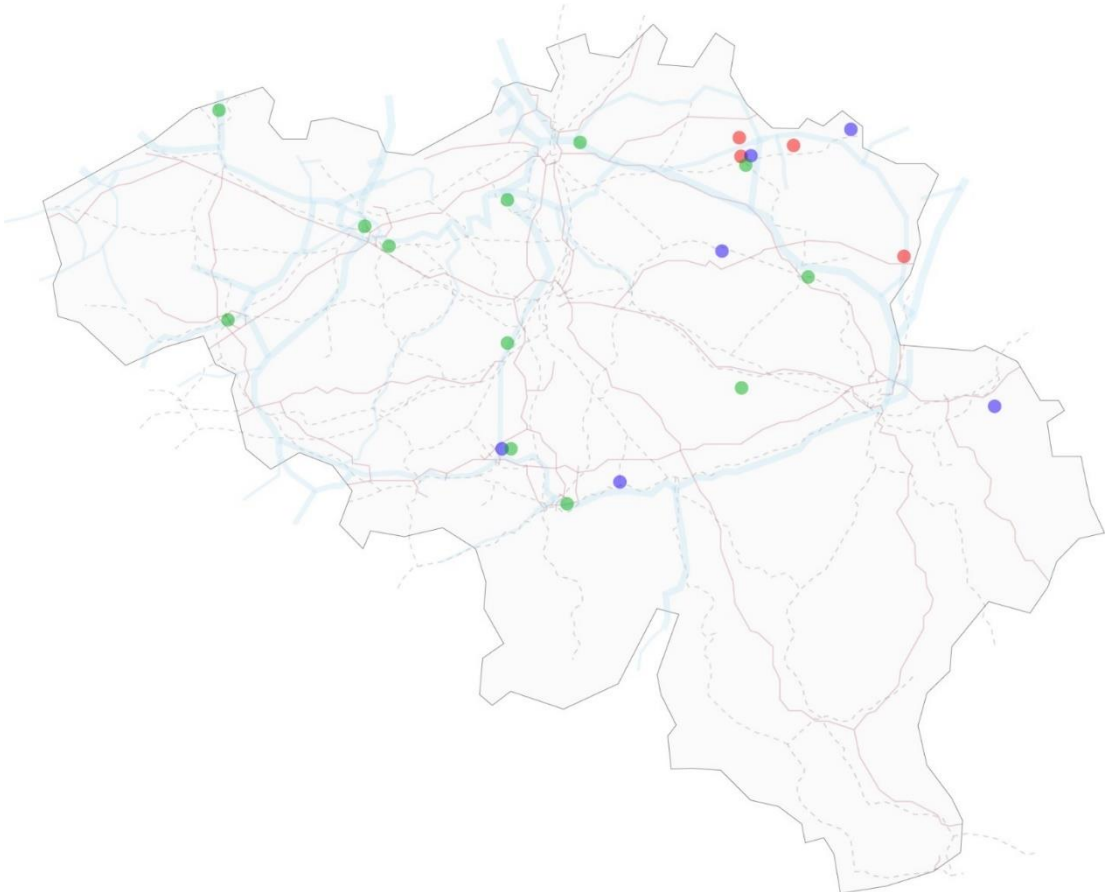
JAAR	PRODUCTIE (ton)	EXPORT (ton)	IMPORT (ton)	GEBRUIK (ton)
2010	1.837.729	337.967	199.119	1.698.880
2011	1.917.498	307.340	232.262	1.842.419
2012	1.624.472	204.670	217.381	1.637.184
2013	1.404.329	196.786	178.809	1.386.353
2014	1.455.263	/	/	/
2015	1.446.620	268.213	162.933	1.341.340
2016	1.469.070	/	/	/
Gemiddelde	1.593.569	262.995	990.504	1.581.235

#### 4.8.4 Situering in België

In Figuur 16 worden de verschillende locaties in België aangeduid voor de drie fabricagefasen van glas namelijk de ontginning van kwartzand, de productie en de verwerking van het glas. Net zoals bij de vorige besproken materialen worden deze fasen in dezelfde kleur weergegeven: ontginning in een rode kleur, productie in het blauw en de verwerking in het groen. Opvallend is dat de kwartzandgroeves zich uitsluitend in een bepaalde streek (Dessel-Mol-Lommel en Maasmechelen) bevinden. De reden hiervoor is de aanwezigheid van het wit kwartzand op die locaties.

Meteen valt er één locatie op waar deze drie fabricagefasen vlak bij elkaar liggen: Mol. Het is dan ook een uitstekende locatie aangezien er een kwartzandgroeve aanwezig is, een goede spoorwegverbinding en twee waterwegen met klassen II (400-650 ton) en V (1.500-6.000 ton). We zouden daarom kunnen stellen dat glas, waarvan het zand wordt ontgonnen in Mol, geproduceerd en verwerkt in Mol, kan beschouwd worden als het meest lokale glas van België. De andere locaties liggen verspreid. De verwerkingslocaties zijn eerder gelegen langs een haven, zoals Antwerpen en Gent. Hierdoor kan men mak-

kelijk onverwerkte glasproducten invoeren en verwerkte glasproducten exporteren via het water. Ook is het opmerkelijk dat er in Wallonië minder vestigingen, zowel productie als verwerking, zijn dan in Vlaanderen. Hier van zou de oorzaak kunnen liggen dat het spoor- en waternetwerk uitgebreider is in Vlaanderen en dat Wallonië niet beschikt over kwartzandgroeven. De verschillende locaties zijn allemaal gesitueerd langs een spoor- en/of waterweg.



*Figuur 16: Kwartzandgroeve (rood), glasproductie (blauw) en glasverwerking (groen) in België (eigen figuur, gebaseerd op FIV-VGI, 2018; Sibelco, 2006).*

### 4.9 Besluit

In België wordt vooral naaldhout gebruikt voor het structurele gedeelte van houtconstructies. De Belgische naaldhoutzagerijen hebben jaarlijks een behoefte van ongeveer 3,3 miljoen m<sup>3</sup> rondhout, waarvan 80% afkomstig is uit België. Het overige naaldhout wordt vooral geïmporteerd uit buurlanden Frankrijk, Duitsland en Nederland. Maar men zou eerder verwachten uit Scandinavische landen, aangezien men hier over enorm grote bosgebieden beschikt. Er zijn dubbel zoveel zagerijen gelegen in Wallonië dan in Vlaanderen (Figuur 7) en de naaldhoutzagerijen gelegen in Wallonië zorgen voor ongeveer 90% van de naaldhoutproductie. Ook zijn de meeste naaldbomen die in België worden gekapt voor structuurhout afkomstig uit Waalse bossen. Doordat het niet duidelijk is in welke bossen het hout wordt gekapt voor houtconstructies, is het moeilijk om hierover een juiste conclusie te vormen. Er kan wel besloten worden dat het grootste deel van het gebruikte hout in de bouw als een lokaal materiaal beschouwd kan worden, en dat deze lokale houtsector zich voornamelijk in het Waalse grondgebied van België situeert.

Natuursteen kan in de Belgische context zeker en vast beschouwd worden als een lokaal materiaal, aangezien bepaalde soorten, zoals Belgische blauwe hardsteen en marmer,

zowel in België worden ontgonnen als bewerkt tot afgewerkte producten. Doordat natuursteen al vroeg werd gebruikt in de Belgische bouwcultuur, zou men verwachten dat de natuursteenbewerkers in de buurt gelegen zijn van de natuursteengroeven, omdat dit zware materiaal niet ver getransporteerd kon worden. Uit Figuur 8 en Figuur 9 blijkt dat dit niet het geval is: de natuursteengroeven bevinden zich uitsluitend in Wallonië terwijl de meeste natuursteenbewerkers in Vlaanderen zijn gelegen. Het is echter wel zo dat maar liefst 60% van de afgewerkte natuursteenproducten worden geëxporteerd en dat veel soorten natuursteen uit Vietnam en China worden geïmporteerd.

Net zoals bij natuursteen, wordt ook baksteen al lang als bouw materiaal gebruikt in de Belgische bouwcultuur. Maar in tegenstelling met natuursteen, situeren de baksteenproductielocaties zich nog steeds in de buurt van de klei- en leemgroeves. Doordat de kleizones die geschikt zijn voor de productie van baksteen en gevelsteen in Vlaanderen zijn gelegen, zijn ook de meeste klei groeves en dus ook de meeste baksteenfabrieken gesitueerd in Vlaanderen (Figuur 10). Van de totale baksteenproductie in België wordt er 22% geëxporteerd en van het totale Belgische baksteengebruik wordt er maar 6,4% geïmporteerd (Tabel 4). Hierdoor kan België worden beschouwd als een 'typisch



baksteenland' en kan baksteen als een erg lokaal materiaal (vooral voor Vlaanderen) beschouwd worden.

Voor de productie van beton worden granulaten gemengd met water en cement. Granulaten zijn grondstoffen die ontgonnen kunnen worden, maar cement is een product afkomstig van de grondstof kalksteen en kan dus niet ontgonnen worden. Het productieproces van beton is dan ook minder direct dan dat van bijvoorbeeld baksteen aangezien er hiervoor verschillende producten nodig zijn, die op hun beurt op verschillende locaties worden geproduceerd of verwerkt. Granulaten zoals zand en grind die gebruikt worden voor de betonindustrie, worden vooral ontgonnen in het Belgische gedeelte van de Noordzee en in het Noordelijk gedeelte van Wallonië. De locaties waar de granulaten verder verwerkt worden tot bruikbare zanden en grindkorrels bevinden zich daarentegen vooral in het westelijke deel van Vlaanderen (Figuur 11). Er wordt ook een deel zand en grind geïmporteerd vanuit Engeland, Nederland en Duitsland, maar hierover zijn geen concrete cijfers beschikbaar. De ontginning van kalksteen gebeurt uitsluitend in Wallonië en ook de cementproductielocaties waar zowel een cementoven als een cementmaaldery aanwezig is, situeren zich in Wallonië en in de buurt van een kalksteengroeve. Er zijn een drietal cementmaalderyen gesitueerd in het

Vlaamse gedeelte van het Belgisch grondgebied (Figuur 12). Ongeveer 25,3% cement wordt geëxporteerd en 24,3% wordt opnieuw geïmporteerd, waardoor de productie in België ongeveer gelijk is aan het gebruik. De uiteindelijk betonproductie gebeurt voornamelijk in Vlaanderen en over het algemeen zijn er meer prefabbetonproductielocaties in België dan stortklare betonfabrieken (Figuur 13). Er zijn in België twee locaties, Antoing en Luik, waar de verschillende groeves voor de nodige grondstoffen en de verschillende productiesites voor de nodige producten van beton dichtbij elkaar gelegen zijn (Figuur 14). Net zoals hout, natuursteen en baksteen kan ook beton beschouwd worden als een lokaal bouw materiaal.

De grondstof voor staal, ijzererts, wordt niet meer ontgonnen in België en moet daarom geïmporteerd worden. De enige locatie in België waar de productie van ruwijzer gebeurt, is in Gent en omwille van historische redenen zijn de locaties waar de raffinage tot afgewerkte producten gebeurt vooral in Wallonië gelegen (Figuur 15). Van de geproduceerde halffabricaten en afgewerkte staalproducten in België wordt 84,5% geëxporteerd en ook opnieuw geïmporteerd (Tabel 6). Hierdoor zal het gebruikte staal in België vaak niet geproduceerd zijn in België. Al deze factoren zorgen ervoor dat staal niet kan



beschouwd worden als een lokaal materiaal in de Belgische context.

Het kwartzand dat over de nodige kwaliteiten beschikt voor de productie van glas bevindt zich in Dessel, Mol, Lommel en Maasmechelen. Hoewel de kwartzandgroeves zich voornamelijk in één streek bevinden, liggen de productie- en verwerkingslocaties eerder verspreid in België (Figuur 16). In Vlaanderen zijn er ongeveer evenveel productielocaties als in Wallonië, terwijl de glasverwerking zich voor het grootste deel in Vlaanderen bevindt. In de regio van Mol is echter zowel kwartzandontginning aanwezig, als glasproductie en -verwerking. Hierdoor kan er erg lokaal glas geproduceerd worden zonder dat er al te veel transport voor nodig is. De export van isolerende beglazing bedroeg in 2015 maar 18,5% van de productie en de import bedroeg 12% van het Belgische gebruik (Tabel 7). Over de totale hoeveelheden van glasproducten zijn er geen recente gegevens terug te vinden. Van de glasproducten die in België worden geïmporteerd, is het grootste deel afkomstig uit onze buurlanden: Duitsland, Frankrijk en Nederland. Glas kan dus vast en zeker ook als een lokaal bouw materiaal beschouwd worden, al zal het minder lokaal beschouwd worden dan bijvoorbeeld baksteen. Dit omdat de productiefases van glas verspreid gelegen zijn, terwijl de baksteenproductie zich

bijna altijd in de buurt van een klei- of leemgroeve bevindt.



## 5. Intuïtief lokaal

---

In dit hoofdstuk worden de huidige interpretaties van een "lokaal materiaal" dieper onderzocht. Via een enquête worden architecten(bureaus) over heel België hierover bevestigd. De bedoeling is om na te gaan welke materialen intuïtief als lokaal beschouwd worden door architecten in het werkveld.

### 5.1 Bevestiging architecten

De e-mailadressen van de architecten(bureaus) werden verzameld via de site van de Vlaamse ([www.architect.be](http://www.architect.be)) en Waalse ([www.archiconweb.be](http://www.archiconweb.be)) raad van de orde van architecten. Aangezien het onmogelijk is om alle architecten(bureaus) van België te contacteren, werden ongeveer de eerste veertig architecten(bureaus) uit een alfabetische lijst per provincie gekozen. Door deze werkwijze liggen deze architectenbureaus in verschillende willekeurige steden of gemeenten. Door deze willekeurige keuze van gecontacteerde architecten is het ook niet duidelijk hoe groot het architectenbureau is van de respondent. Er werden in totaal 374 architecten(bureaus) gecontacteerd waarvan 32 de vragenlijst volledig hebben ingevuld. De respons is klein en bedraagt slechts 9%. Dit zou deels als oorzaak kunnen hebben dat er geen herinneringsmail werd gestuurd. Op 6 februari 2018 werd de enquête naar de verschillende architecten(bureaus) doorgemaïld. De enquête werd zowel in het Nederlands als in het Frans opgesteld (zie bijlage 1 en 2).

Om te achterhalen waarom bepaalde materialen als lokaal beschouwd worden, werd er aan de architecten gevraagd naar de reden waarom ze een bepaald materiaal als lokaal beschouwen. Er werd ook gevraagd naar de locatie waar ze het langst hebben gewoond aangezien dit ook een reden zou kunnen zijn waarom ze bepaalde materialen wel of niet als lokaal beschouwen. De voornaamste vragen die aan de architecten gesteld werden over lokaal materiaalgebruik zijn:

Wat is volgens u de betekenis van een lokaal materiaal?

Welke materialen beschouwt u als lokaal en waarom?

Werd er door u reeds gebruik gemaakt van lokale materialen?

Wat was voor u de belangrijkste reden om gebruik te maken van lokale materialen?

Wat zijn volgens u de voordelen en/of nadelen bij het gebruiken van lokale materialen?

## 5.2 Achtergrondinformatie respondenten

In Tabel 8 en Tabel 9 wordt de belangrijkste achtergrondinformatie weergegeven van respectievelijk de Nederlandstalige en Franstalige respondenten. Deze informatie bevat de geboortedatum van de respondent, het geslacht, in welke stad/gemeente zijn of haar architectenbureau is gelegen en in welke stad/gemeente de respondent het langst heeft gewoond.

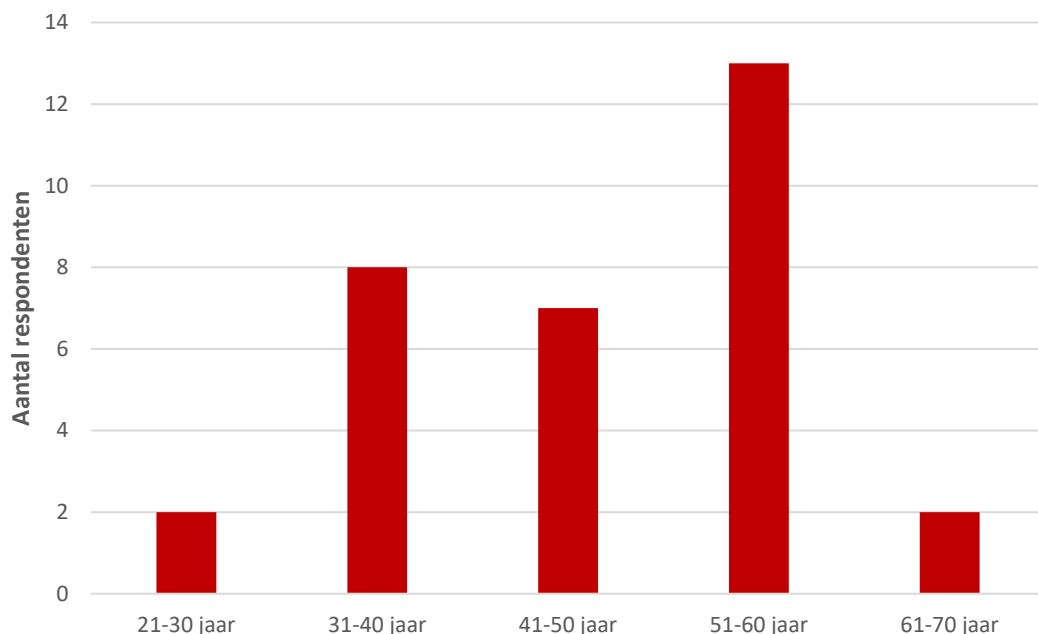
In Figuur 17 worden de verschillende respondenten volgens leeftijdscategorieën van telkens tien jaar ingedeeld. Zo kan er een duidelijk beeld gevormd worden van de spreiding van de leeftijd van de respondenten. Uit de figuur blijkt dat 88 % van de respondenten een leeftijd heeft tussen de 31 en 60 jaar. Dit is logisch aangezien dit ook de leeftijdscategorie is waarbinnen de meeste architecten aan het werk zijn. Opvallend is wel dat er een piek is bij de categorie 51-60 jaar. Mogelijke redenen hiervoor kunnen zijn dat deze leeftijdsgroep zich meer interesseert in dit thema en/of dat ze in hun loopbaan al vaker bewust met het thema te maken hadden.

Tabel 8: Achtergrondinformatie van de Nederlandstalige respondenten (eigen tabel).

GEBORTE DATUM	GESLACHT	WERKEN	WONEN
8.07.1970	Vrouw	Mechelen	Antwerpen
21.09.1987	Man	Antwerpen	Tongeren
15.07.1992	Man	Gent	Lichtervelde
29.07.1959	Man	Maldegem	Maldegem
21.06.1971	Man	Geel	Geel
27.01.1982	Man	Brussel	Harelbeke
12.12.1986	Vrouw	Antwerpen	Turnhout
11.08.1951	Man	Tremelo	Tremelo
18.04.1972	Man	Roeselare	Roeselare
3.08.1981	Vrouw	Oostkamp	Oostkamp
8.03.1958	Man	Herk-de-Stad	Herk-de-Stad
9.01.1978	Man	Haacht	Haacht
25.04.1983	Vrouw	Ukkel	Brugge
1.10.1961	Man	Aalter	Aalter
30.08.1967	Man	Brugge	Brugge
12.06.1964	Man	Oostende	Oostende

Tabel 9: Achtergrondinformatie van de Franstalige respondenten (eigen tabel).

GEBORTE DATUM	GESLACHT	WERKEN	WONEN
22.04.1961	Man	Brussel	Brussel
7.07.1957	Man	Brussel	Brussel
2.12.1972	Man	Aarlen	Aarlen
1.09.1977	Man	Luik	Luik
13.09.1960	Man	Andenne	Andenne
13.11.1956	Man	Bierges	Ukkel
18.04.1978	Man	Izel	Izel
11.01.1965	Vrouw	Bergen	Bergen
14.03.1968	Man	Barbençon	Ham-sur-Heure
11.08.1958	Man	La Bruyère	Namen
2.05.1962	Man	Saint-Nicolas	Saint-Nicolas
8.02.1967	Man	Chaumont-Gistoux	Chaumont-Gistoux
27.09.1971	Man	Libramont	Bouillon
15.12.1962	Man	Verviers	Theux
25.10.1986	Man	Stavelot	Trois-Ponts
28.06.1963	Man	Flémalle	Grâce-Hollogne



Figuur 17: Aantal respondenten volgens leeftijdscategorie (eigen figuur).

### 5.3 Enquête antwoorden

In deze paragraaf worden de antwoorden op de belangrijkste vragen besproken. De vragen worden in dezelfde volgorde besproken als ze gesteld werden in de enquête.

#### 5.3.1 Betekenis lokaal materiaal

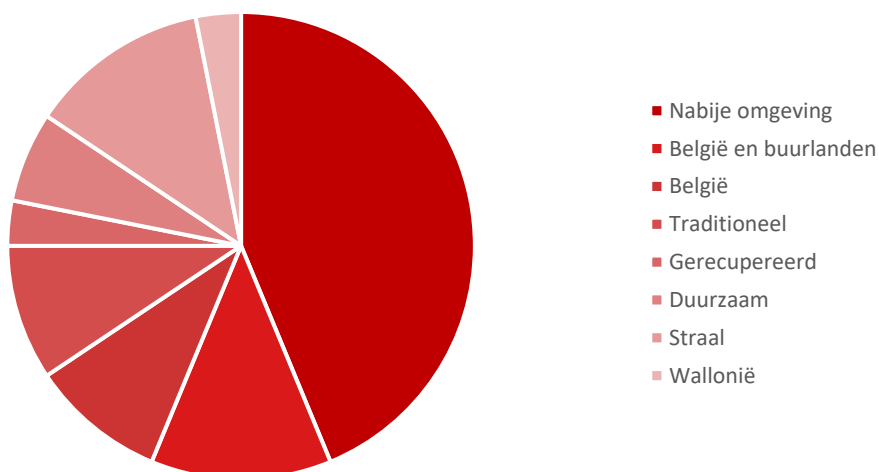
De eerste inhoudelijke vraag die aan de architecten werd gesteld was: "Wat is volgens u de betekenis van een lokaal materiaal?". De antwoorden werden verwerkt en zijn samengevat weergegeven in Tabel 10. In deze tabel wordt ook het aantal architecten weergegeven die dat bepaald antwoord hebben ingevuld in de enquête.

De antwoorden uit Tabel 10 zijn verwerkt in een cirkeldiagram, weergegeven in Figuur 18. In het cirkeldiagram zijn kernwoorden gebruikt om de antwoorden weer te geven. De drie antwoorden die een bepaald aantal km als straal vermelden, worden in het cirkeldiagram als eenzelfde antwoord beschouwd.

Tabel 10: Het aantal definities van een lokaal materiaal volgens architecten (eigen tabel).

ANTWOORDEN	AANTAL RESPONDENTEN	PROCENTUEEL AANDEEL
Materiaal dat in de nabije omgeving van de bouwplaats ontgonnen en geproduceerd wordt.	14	44 %
Materiaal afkomstig uit België, Nederland, Luxemburg, Duitsland of Frankrijk.	4	13 %
Materiaal afkomstig uit België.	3	9 %
Materiaalgebruik is traditioneel.	3	9 %
Materiaal dat duurzaam is.	2	6 %
Materiaal dat in een straal van 100 km van de bouwplaats ontgonnen en geproduceerd wordt.	2	6 %
Materiaal dat gerecupereerd wordt.	1	3 %
Materiaal dat in een straal van 50 km van de bouwplaats ontgonnen en geproduceerd wordt.	1	3 %
Materiaal dat in een straal van 150 tot 250 km van de bouwplaats ontgonnen en geproduceerd wordt.	1	3 %
Materiaal afkomstig uit Wallonië.	1	3 %





Figuur 18: Betekenis lokaal materiaal volgens architecten (eigen figuur).

Er zijn twee soorten antwoorden die werden gegeven door de architecten: antwoorden die gaan over duurzaamheid/recuperatie en antwoorden die refereren naar de omgeving/streek. Binnen deze laatste categorie van antwoorden kan er opnieuw een onderscheid worden gemaakt tussen twee soorten antwoorden: niet afgebakende antwoorden en duidelijk afgebakende antwoorden. Zowel uit de tabel als uit het cirkeldiagram blijkt dat 44 % van de architecten een lokaal materiaal beschouwen als een materiaal dat in de nabije omgeving van de bouwplaats wordt ontgonnen en geproduceerd. Hierbij is het opmerkelijk dat 'de nabije omgeving' geen duidelijke afbakening is. Het kan dus door iedereen vrij geïnterpreteerd worden. Enkele respondenten geven wel een antwoord met een duidelijke afbakening van de omgeving. In totaal

zijn er twaalf antwoorden (38 %) binnen de antwoordencategorie omgeving/streek met een duidelijke afbakening van de omgeving. Een eerste afbakening die gemaakt wordt is aan de hand van lands- en gewestgrenzen, zoals bijvoorbeeld België en Wallonië. Een tweede duidelijke afbakening die werd genoemd in de definities is door middel van een bepaalde afstand. Deze afstand is voor bepaalde architecten maar 50 km, terwijl dit voor andere een afstand kan betekenen van vijf keer zoveel, namelijk 250 km. Opvallend is wel dat bij zo goed als alle definities van een lokaal materiaal men zowel de ontginningslocatie als de productielocatie samen beschouwd.

### 5.3.2 Materialen beschouwd als lokaal

In de enquête werd aan de architecten gevraagd om vijf bouwmaterialen op te sommen die zij het meest als een lokaal materiaal beschouwen. De antwoorden op deze vraag worden weergegeven in Tabel 11. De eerste zestien antwoorden zijn deze van de Nederlandstalige respondenten en de laatste zestien antwoorden zijn van de Franstalige respondenten. Uit deze antwoorden blijkt dat het niet altijd eenvoudig was om vijf lokale materialen op te sommen. Aangezien het nodig was om alle vijf de antwoordmogelijkheden in te vullen voor men verder kon gaan naar de volgende vraag werd bijvoorbeeld voor de twee of drie laatste antwoordmogelijkheden een vraagteken of een aantal keer hetzelfde materiaal ingevuld. Hierdoor zullen enkel de eerste drie antwoorden op deze vraag verder in het onderzoek gebruikt worden.

Tabel 11: Antwoorden van architecten op de vraag: "Welke 5 bouwmaterialen worden door u het meest beschouwd als lokaal?" (eigen tabel).

EERSTE KEUZE	TWEEDE KEUZE	DERDE KEUZE	VIERDE KEUZE	VIJFDE KEUZE
Baksteen/ klei	Aluminium	Blauwe hard- steen	Zand voor productie be- ton	Glas
Baksteen	Dakpannen	Houten ra- men	Glas	/
Baksteen	Beton	Europees hout	Staal	Glas
Baksteen	Dakpannen	Beton	Gewelven	Isolatie
Gevelbak- steen	Houtsoort eik	Betonnen welfsels	Gevel ce- menteren	Beploistering
Natuursteen	Baksteen	Dakpannen	Hout	Tegels
Baksteen	Betonsteen	Keramische dakpannen	Leien	Vezelce- mentplaten
Baksteen	Natuursteen	Natuurleien	Dakpannen	Zink
Baksteen	Beton	Hout	Zand voor productie be- ton	Schrijnwerk
Recuperatie baksteen	Recuperatie dakpannen	Stro als isola- tie	Baksteen	Dakpannen
Baksteen	Dakpannen	Cement	Hout	Glas
Leem	Europees hout	Gevel- baksteen	Blauwe hard- steen	Hennep
Baksteen	Hout	Beton	Isolatie	Glas
Hout	Vlas	Bitumineuze dak-bede- king	Dakpannen	Cellulose vlokken
Blauwe hardsteen	Baksteen	Dakpannen	/	/
Baksteen	Dakpannen	Zand	Grind	Hout

Blauwe hardsteen	Baksteen	Hout	Terracotta	Terracotta
Beton	Terracotta	Hout	Glas	Staal
Klei	Stro	Hout	Hergebruikte materialen	Kalk en cement
Kalksteen	Zandsteen	Hout	Baksteen	/
Steen	Hout	/	/	/
Water	Zandsteen	Mortel	Hout	Steen
Steen	Hout	Beton	Staal	/
Hout	Steen	Beton	Terracotta	Glas
Steen	Hout	Baksteen	Beton	Staal
Steen	Hout	Leisteen	Baksteen	Staal
Steen	Leisteen	Hout	Zand	Grind
Baksteen	Blauwe hardsteen	Hout	Beton	Glas
Hout	Betonblokken	Beton	Hennep isolatie	Hout
Baksteen	Hout	Tegels	Natuursteen	Leisteen
Hout	Natuursteen	Hennep	Kalk	Stro
Blauwe hardsteen	Betonblokken	Hout	Baksteen	Gipspanelen

De enquêteantwoorden van de architecten uit Tabel 11 worden hieronder verwerkt in grafieken om te achterhalen welk materiaal het meest als lokaal beschouwd wordt. Hierbij worden telkens de eerste drie antwoorden gebruikt op de vraag: "Welke 5 bouwmaterialen worden door u het meest beschouwd als lokaal?". In de volgende paragrafen wordt een onderscheid gemaakt tussen Vlaanderen, Wallonië en heel België, waarbij de antwoorden van Brussel bij deze

van Vlaanderen worden genomen. De reden hiervoor is dat Brussel geografisch in het noordelijk landsdeel van België is gelegen, en dat de responsgroep te klein is om apart te bespreken.

De eerste drie grafieken (Figuur 19, Figuur 20 en Figuur 21) geven de eerste, tweede en derde meest beschouwde lokale materialen weer. Eenzelfde materiaal (bv. hout) kan in meerdere cirkeldiagrammen voorko-

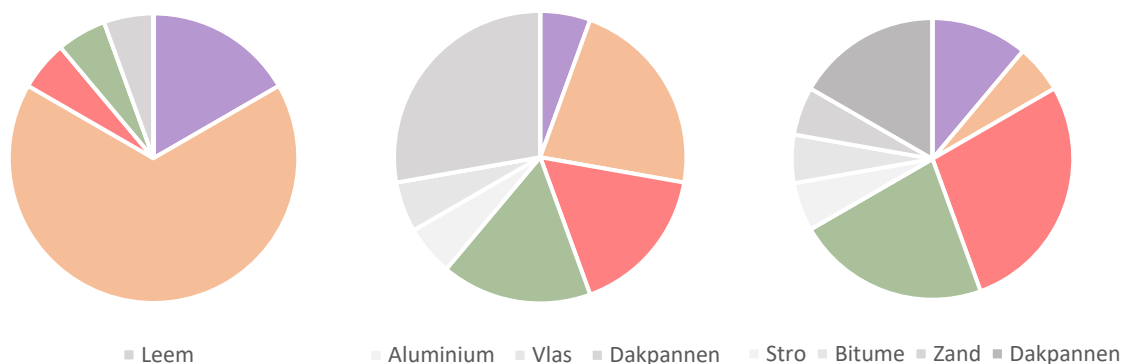
men. Om een top drie te kunnen opstellen van meest beschouwde lokale materialen worden punten toegekend. Een materiaal krijgt drie punten wanneer het door architecten op de eerste plaats werd gezet, twee punten voor de tweede plaats en één punt voor de derde plaats. De resultaten van deze berekeningen zijn weergegeven in een tabel en cirkeldiagram (Tabel 12, Tabel 13 en Tabel 14).

In de grafieken worden de cirkelsegmenten voor de materialen steeds in dezelfde kleur weergegeven: paars voor natuursteen, oranje voor baksteen, rood voor hout en groen voor beton. Materialen die eerder in dit onderzoek niet werden besproken maar toch door architecten als lokaal materiaal werden beschouwd, worden in grijswaardes weergegeven. De namen van deze materialen worden telkens onder de cirkeldiagrammen weergegeven met hun bijhorende grijswaarde.

### 5.3.2.1 Vlaanderen

Het meest linkse cirkeldiagram van Figuur 19 is dat van de meest beschouwde lokale materialen voor Vlaanderen. Het middelste diagram is dat van de tweede meest beschouwde lokale materialen en het rechtse diagram van de derde meest beschouwde lokale materialen.

Uit Figuur 19 blijkt dat baksteen door meer dan de helft van de Vlaamse architecten op de eerste plaats gezet wordt als meest lokale materiaal. Het tweede meest lokale materiaal is minder uitgesproken: baksteen, beton, hout en dakpannen hebben ongeveer hetzelfde aandeel in het cirkeldiagram. Dakpannen hebben hier als lokaal materiaal het grootste aandeel. Daardoor kan het als tweede meest lokale materiaal beschouwd worden. In het derde en laatste cirkeldiagram zijn hout en beton de materialen die het meest op de derde plaats werden gezet, met hout als koploper.



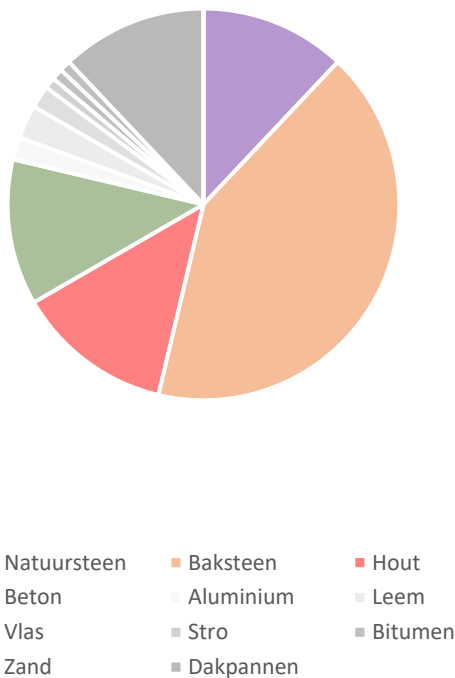
Figuur 19: Eerste, tweede en derde meest beschouwde lokale materialen in Vlaanderen: natuursteen (paars), baksteen (oranje), hout (rood), beton (groen) en anderen (grijs) (eigen figuur).

Het is opvallend dat baksteen steeds minder als tweede en derde keuze wordt opgegeven. Dit is te verklaren doordat het al door een groot deel van de architecten op de eerste plaats werd gezet. De materialen hout en beton worden meer als tweede en derde keuze opgegeven. Hier kan een stijgende trend worden waargenomen: hout en beton worden weinig aangeduid als eerste keuze, meer als tweede keuze en nog meer als derde keuze lokaal materiaal.

In Tabel 12 zijn voor Vlaanderen de lokale materialen weergegeven met hun scores op basis van de toekenning van punten die hierboven werd toegelicht. Daarnaast is een bijhorend cirkeldiagram weergegeven waarop de puntenaandelen van de materialen is uitgezet. Uit Tabel 12 en bijhorend cirkeldiagram blijkt dat baksteen in Vlaanderen als meest lokale materiaal beschouwd wordt. De materialen natuursteen, hout, beton en dakpannen scoren quasi evenveel punten. Hout kan (met 1 punt verschil) als het tweede meest lokale materiaal beschouwd worden voor Vlaanderen. Natuursteen, beton en dakpannen nemen een gezamenlijke derde plaats in.

Tabel 12: Lokale materialen volgens een puntentelling in Vlaanderen met bijhorend cirkeldiagram (eigen tabel).

MATERIAAL	PUNTEN	PROCENTUEEL
Baksteen	45	42 %
Hout	14	13 %
Natuursteen	13	12 %
Beton	13	12 %
Dakpannen	13	12 %
Leem	3	3 %
Aluminium	2	2 %
Vlas	2	2 %
Stro	1	1 %
Bitumen	1	1 %
Zand	1	1 %
Water	0	0 %
Hennep	0	0 %



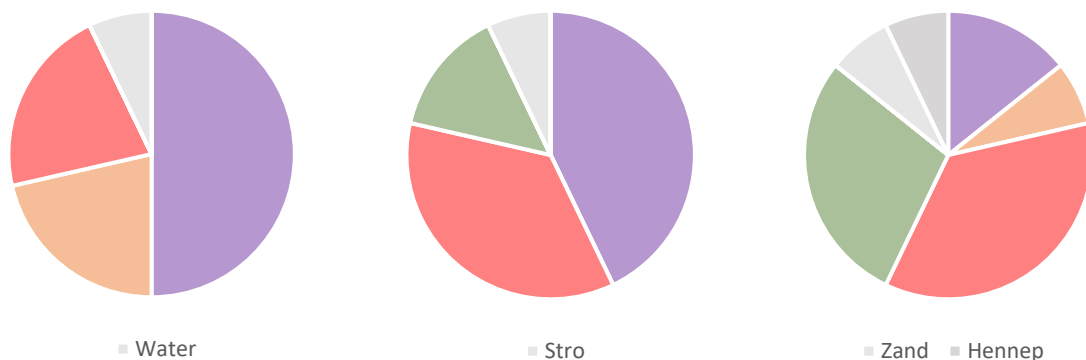
### 5.3.2.2 Wallonië

De eerste, tweede en derde meest beschouwde lokale materialen voor Wallonië zijn weergegeven in drie respectievelijke cirkeldiagrammen in Figuur 20.

In Wallonië wordt volgens Figuur 20 natuursteen het meest als lokaal materiaal beschouwd. Natuursteen en hout worden als tweede meest lokale materiaal aangeduid en als derde meest lokale materiaal worden hout en beton gekozen. Natuursteen wordt zeer prominent als eerste keuze en als tweede keuze lokaal materiaal beschouwd, ook als derde keuze blijft het aanwezig maar minder uitgesproken. Hout wordt zeer prominent als tweede en derde keuze lokaal materiaal beschouwd. Beton kent een stijgende trend: het werd niet als eerste keuze opgegeven, weinig als tweede en nog meer als derde keuze. Opvallend is dat op de tweede plaats geen enkele keer baksteen als lokaal materiaal wordt

opgegeven. Dakpannen worden nergens in de eerste, tweede of derde keuze genoemd, terwijl dit in Vlaanderen voor de tweede keuze op de eerste plaats staat.

Ook voor Wallonië worden de lokale materialen in Tabel 13 weergegeven met hun score volgens de toekenning van punten en een bijhorend cirkeldiagram. Net zoals voor Vlaanderen is er voor Wallonië duidelijk één materiaal dat als meest lokaal wordt beschouwd: natuursteen. Op de tweede en derde plaats staan respectievelijk hout en baksteen. Op de vierde plaats staat beton.

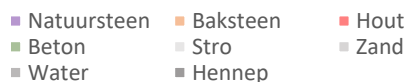
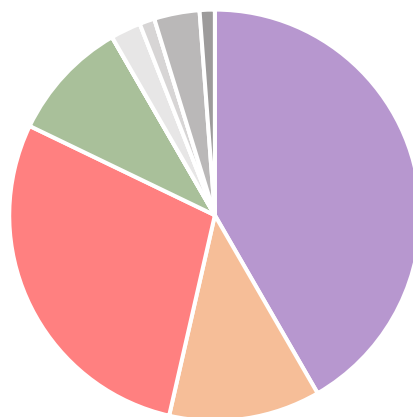


Figuur 20: Eerste, tweede en derde meest beschouwde lokale materialen in Wallonië: natuursteen (paars), baksteen (oranje), hout (rood), beton (groen) en anderen (grijs) (eigen figuur).



Tabel 13: Lokale materialen volgens een puntentelling in Wallonië met bijhorend cirkeldiagram (eigen tabel).

MATERIAAL	PUNTEN	PROCENTUEEL
Natuursteen	35	42 %
Hout	24	29 %
Baksteen	10	12 %
Beton	8	10 %
Water	3	4 %
Stro	2	2 %
Zand	1	1 %
Hennep	1	1 %
Aluminium	0	0 %
Leem	0	0 %
Vlas	0	0 %
Bitumen	0	0 %
Dakpannen	0	0 %



### 5.3.2.3 België

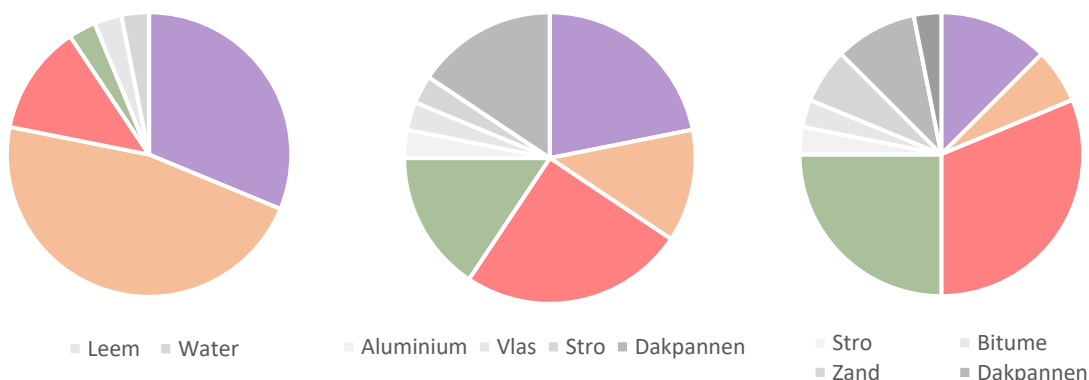
In Figuur 21 worden de eerste, tweede en derde meest beschouwde lokale materialen voor alle antwoorden weergegeven. Doordat de architecten uit Brussel worden meegeteld bij deze van Vlaanderen, zijn er niet evenveel respondenten in beide landsdelen. De Vlaamse architecten zullen hierdoor een groter aandeel hebben in de eindresultaten van België.

Voor België in het algemeen worden volgens Figuur 21 baksteen en natuursteen als meest lokale materialen beschouwd. Hout en natuursteen worden beschouwd als tweede meest lokale materialen. Als derde meest lokale materiaal komt opnieuw hout, maar ook beton voor. Omdat sommige materialen weer voorkomen in meerdere antwoordcategorieën is het nuttig om punten toe te kennen op basis van de methode die eerder werd toegelicht.

De resultaten van deze berekeningen zijn weergegeven in Tabel 14 met bijhorend cirkeldiagram.

Uit Tabel 14 met bijhorend cirkeldiagram, kan er een duidelijke top drie worden opgesteld voor de materialen die het meest als lokaal worden beschouwd in België. Op de eerste plaats staat baksteen, op de tweede plaats natuursteen en op de derde plaats hout.

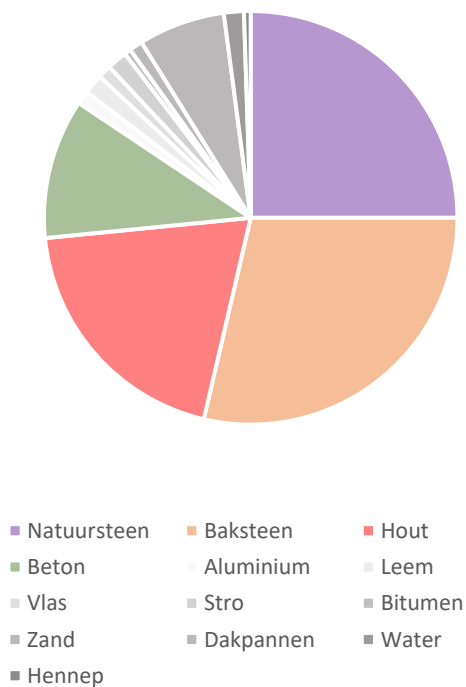
Doordat dakpannen in Vlaanderen wel als lokaal materiaal beschouwd wordt en in Wallonië helemaal niet staat dit materiaal voor België op de vijfde plaats. Beton dat zowel in Vlaanderen als Wallonië als lokaal materiaal beschouwd wordt, staat op de vierde plaats, nog boven dakpannen.



Figuur 21: Eerste, tweede en derde meest beschouwde lokale materialen in België: natuursteen (paars), baksteen (oranje), hout (rood), beton (groen) en anderen (grijs) (eigen figuur).

Tabel 14: Beschouwde lokale materialen volgens een puntentelling in België met bijhorend cirkeldiagram (eigen tabel).

MATERIAAL	PUNTEN	PROCENTUEEL
Baksteen	55	29 %
Natuursteen	48	25 %
Hout	38	20 %
Beton	21	11 %
Dakpannen	13	7 %
Leem	3	2 %
Stro	3	2 %
Water	3	2 %
Aluminium	2	1 %
Vlas	2	1 %
Zand	2	1 %
Bitumen	1	1 %
Hennep	1	1 %



## 5.4 Verwerking onderzoeksresultaten

In deze paragraaf worden verschillende resultaten van de enquête gecombineerd om zo verschillende inzichten te verkrijgen. Eerst worden de beschouwde lokale materialen gelinkt met de woonplaats van de architecten om te achterhalen of de woonplaats een reden zou kunnen zijn om een bepaald materiaal als lokaal te beschouwen. Vervolgens wordt ook de leeftijd van de respondenten gelinkt met de beschouwde lokale materialen om te onderzoeken of er een verschil in beschouwing is tussen de verschillende leeftijdscategorieën.

### 5.4.1 Beschouwde lokale materialen en woonplaats

In de volgende paragrafen worden de eerste, tweede en derde antwoordmogelijkheden apart besproken en in verband gebracht met de woonplaats van de respondent. Het eerste antwoord is het materiaal dat de architecten het meest als lokaal bouw materiaal beschouwden. Het tweede en derde antwoord zijn de materialen die respectievelijk als tweede en derde meest lokale materiaal beschouwd werden. De antwoorden worden met een gekleurde stip weergegeven op een kaart van België. De plaatsing van de stip op de kaart werd bepaald door het antwoord op de vraag: "In welke

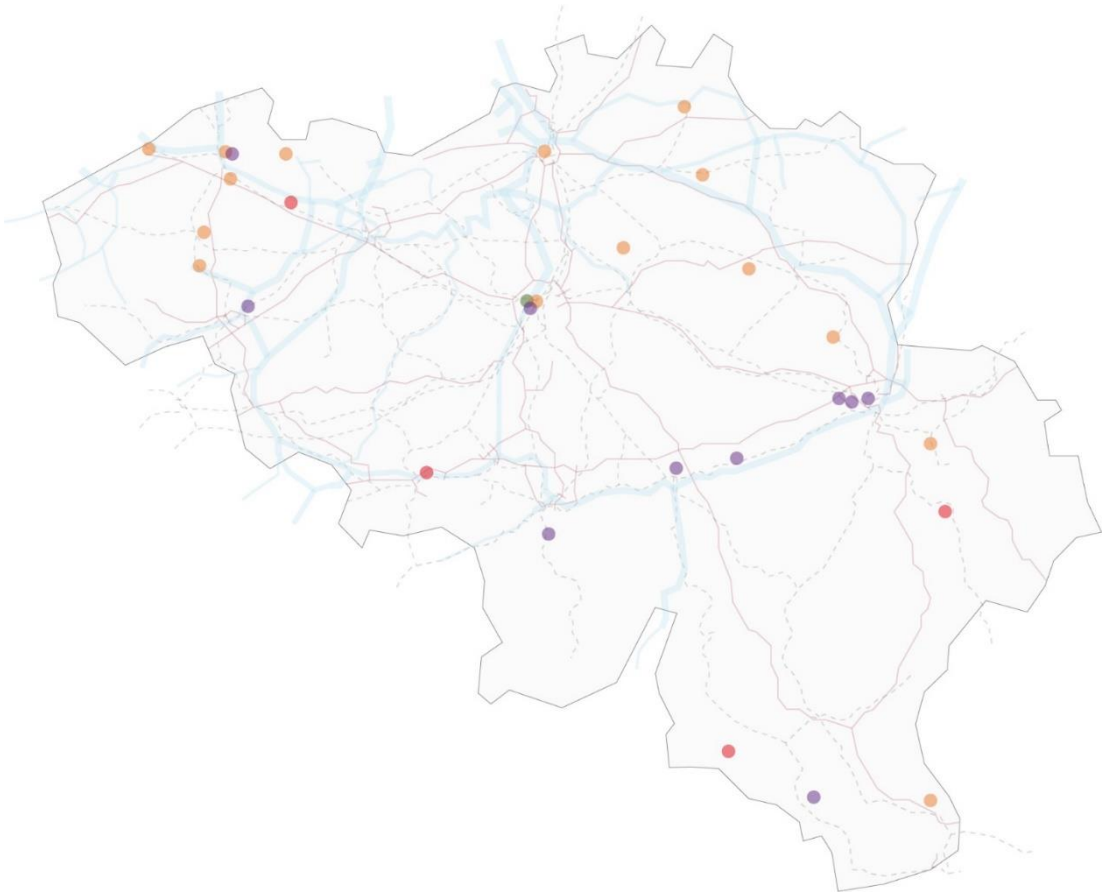
stad/gemeente hebt u het langst gewoond?". De kleur van de stip wordt bepaald door de bouwmaterialen die het meest als lokaal beschouwd worden in België namelijk, natuursteen, baksteen, hout en beton (Tabel 14). Enkel deze worden weergegeven op de kaarten. De materialen worden op de kaarten telkens in dezelfde kleur weergegeven als op bovenstaande cirkeldiagrammen: paars voor natuursteen, oranje voor baksteen, rood voor hout en groen voor beton.

#### 5.4.1.1 Eerste keuze

In Figuur 22 zijn stippen voorgesteld die de combinatie weergegeven van langstdurende woonplaats van de respondent en bouw materiaal dat door die persoon als meest lokaal materiaal werd beschouwd. Zoals uit het eerste cirkeldiagram van Figuur 21 blijkt, werd hier vooral voor baksteen gekozen. Ook natuursteen werd vaak als meest beschouwde lokaal materiaal gekozen, daarna volgen hout en in mindere mate beton.

Opvallend in Figuur 22 is dat er een onderscheid kan gemaakt worden tussen respondenten die een langsturende woonplaats hebben in Vlaanderen en deze in Wallonië op het vlak van meest beschouwde lokale materialen. De respondenten die een langsturende woonplaats hebben in Vlaanderen kiezen op de eerste plaats het meeste voor baksteen. De respondenten die een langsturende woonplaats hebben

in Wallonië kiezen meer voor hout en natuursteen. Van de tweeëndertig architecten is er één, het langst wonehend in Brussel, die beton als meest lokale materiaal beschouwd.

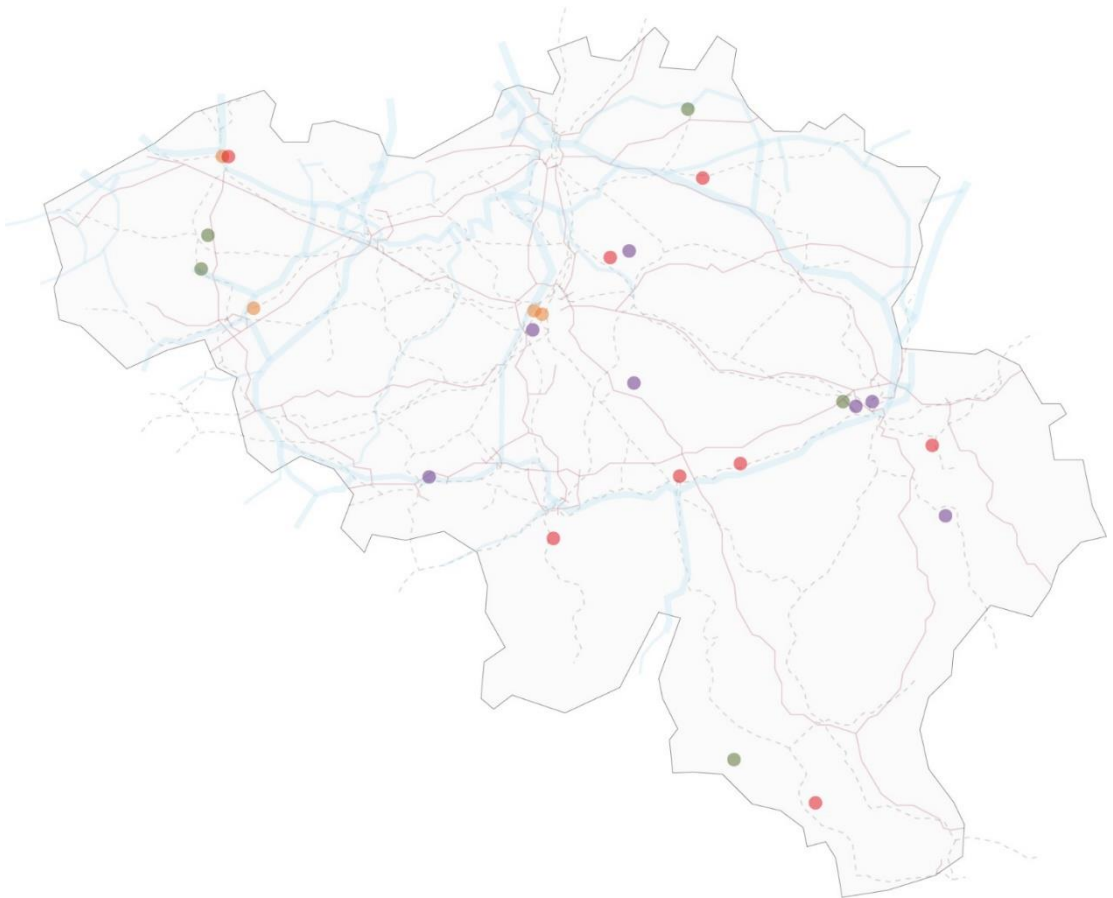


*Figuur 22: Combinatie van langsturende woonplaats van de respondent en bouwmaterialen die het meest als lokaal materiaal beschouwd worden door architecten in België: natuursteen (paars), baksteen (oranje), hout (rood) en beton (groen) (eigen figuur).*

#### 5.4.1.2 Tweede keuze

De combinatie van langstdurende woonplaats van de respondent en bouw materiaal dat als tweede meest lokale bouw materiaal worden beschouwd door architecten in België wordt weergegeven in Figuur 23. Hier valt op dat er een grotere variatie is in kleuren, dus ook in als tweede meest beschouwde lokale materiaal. Dit bleek ook al uit het tweede cirkeldiagram van Figuur 21.

Respondenten die het langst wonend zijn in Wallonië kiezen nog steeds voor natuursteen en hout. Door de respondenten die het langst wonend zijn in Vlaanderen wordt er als tweede keuze ook nog baksteen aangeduid, maar veel minder dan bij de eerste keuze en er wordt ook voor andere materialen gekozen zoals hout en beton.



*Figuur 23: Combinatie van langstdurende woonplaats van de respondent en bouwmaterialen die als t tweede meest lokaal materiaal beschouwd worden door architecten in België: natuursteen (paars), baksteen (oranje), hout (rood) en beton (groen) (eigen figuur).*

### 5.4.1.3 Derde keuze

De combinatie van langstdurende woonplaats van de respondent en bouw materiaal dat als derde meest lokale bouw materiaal worden beschouwd door architecten in België wordt weergegeven in Figuur 24. Net zoals bij de tweede keuze valt hier op dat er een grotere variatie is in kleuren, dus ook in als derde meest beschouwde lokale materiaal.

Als derde meest lokale materiaal wordt er meer voor hout en beton gekozen dan in de vorige keuzes. Dit bleek ook al uit het derde cirkeldiagram van Figuur 21. Vooral in het centrale gedeelte van België wordt hout het meest als derde lokaal materiaal beschouwd.



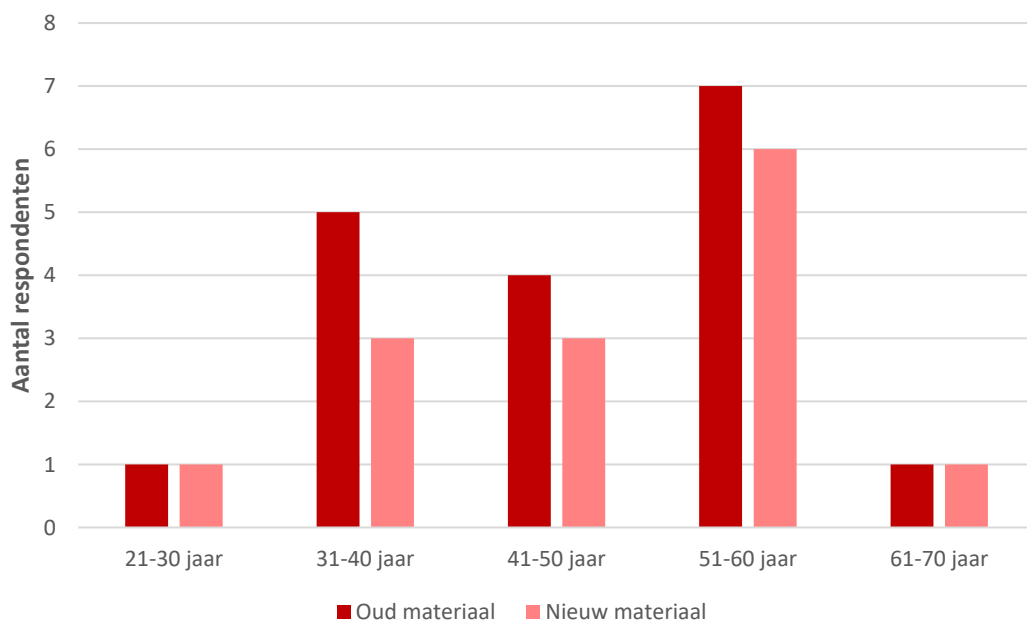
Figuur 24: Combinatie van langstdurende woonplaats van de respondent en bouwmaterialen die als derde meest lokaal materiaal beschouwd worden door architecten in België: natuursteen (paars), baksteen (oranje), hout (rood) en beton (groen) (eigen figuur).

### 5.4.2 Beschouwde lokale materialen en leeftijd

In deze paragraaf worden de beschouwde lokale materialen gecombineerd met de leeftijd van de architecten. Uit de literatuurstudie van de Belgische bouwcultuur kon er vastgesteld worden dat lokaal gebruikte materialen opgesplitst kunnen worden in twee categorieën namelijk de 'oude' en 'nieuwe' lokale materialen. Hout, natuursteen en baksteen worden als 'oude' materialen beschouwd. Ze werden voor de Eerste Wereldoorlog al gebruikt. De materialen beton, staal en glas die vooral na de Tweede Wereldoorlog hun bloei kenden, worden beschouwd als 'nieuwe' materialen. Er wordt hier onderzocht of de leeftijd een rol

speelt bij het aanduiden van een bepaald type van meest lokale materiaal (oud of nieuw).

Voor die architecten die in hun top 3 van lokaal beschouwde materialen geen enkele keer een 'nieuw' bouw materiaal hebben gezet, wordt het antwoord beschouwd als 'oud' bouw materiaal. Voor die architecten die één of meerdere keren een 'nieuw' bouw materiaal hebben gegeven in hun top drie van lokaal beschouwde materialen wordt het antwoord beschouwd als 'nieuw' bouw materiaal. In Figuur 25 worden deze antwoorden weergegeven voor de verschillende leeftijds categorieën van de respondenten. De donkerrode balken tonen het aantal res-



Figuur 25: Meest beschouwd oud (natuursteen, hout of baksteen) of nieuw (beton) lokaal materiaal volgens leeftijds categorie (eigen figuur).



pondenten dat uitsluitend oude materialen opgaf in de top drie. Met de lichtrode balken wordt het aantal respondenten weergegeven dat één of meerdere nieuwe materialen opgaf in de top drie van lokaal beschouwde materialen.

Het is duidelijk dat bij alle leeftijds categorieën tussen 31 en 60 jaar vaker wordt gekozen voor een 'oud' materiaal dan voor een 'nieuw' materiaal. Men zou eerder verwachten dat bij de oudere leeftijdscategorieën er veel meer wordt gekozen voor 'oude' materialen en dat bij de jongere leeftijdscategorieën 'nieuwe' materialen meer als lokaal worden beschouwd. De 'nieuwe' materialen zijn niet echt nieuw voor de oudere architecten. Ze zijn immers geboren na de Tweede Wereldoorlog en kennen de 'nieuwe' materialen al. Maar de 'nieuwe' materialen worden steeds meer gebruikt in de bouw, waardoor ze voor jongere architecten vanzelfsprekender lijken om ze te gebruiken. In de leeftijdscategorie van de 31- tot 40-jarigen is het verschil tussen oud en nieuw ook groter dan bij de 51- tot 60-jarigen, dit is echter maar een verschil van één en twee personen en dus ook niet helemaal representatief.

## 5.5 Besluit

Voordat er besluiten gemaakt kunnen worden, moet er eerst een kritische opmerking gemaakt worden in verband met de enquêteresultaten. Doordat de respons van de enquête slechts laag was (9 %) zijn de resultaten minder representatief.

Uit alle enquêteresultaten blijkt dat op de vraag "Welke vijf bouwmaterialen worden door u het meest beschouwd als lokaal?" zelden glas als antwoord ingevuld. Ook staal werd zelden als antwoord ingevuld, maar dit zou een logische verklaring kunnen hebben in het feit dat ijzererts niet meer in België wordt ontgonnen. Het wordt in dit onderzoek ook niet als een lokaal materiaal aangenomen. Dakpannen werden door een groot deel van de architecten ook beschouwd als een lokaal materiaal, maar in hoofdstuk 4 werd hier niet dieper op ingegaan. Zowel bakstenen als dakpannen zijn geproduceerd door het bakken van klei. Toch is het verschil groot in de perceptie van de architecten: baksteen wordt vooral als meest of tweede meest lokale materiaal beschouwd terwijl dakpannen vooral beschouwd worden als vierde of vijfde meest lokale materiaal. Dit zou verklaard kunnen worden door het feit dat bakstenen eerder beschouwd worden als een 'belangrijker' onderdeel van een gebouw dan dakpannen. Het dragende, constructieve gedeelte van

een gebouw kan namelijk gerealiseerd worden met bakstenen. Met dakpannen is dit niet mogelijk, deze kunnen enkel gebruikt worden als dakafwerking. Deze verklaring zou ook de reden kunnen zijn waarom glas zelden als lokaal bouw materiaal wordt beschouwd. Glas wordt in de bouw namelijk gebruikt als invulelement en niet als constructief structurelement. De materialen die het meest als lokaal worden beschouwd namelijk baksteen, natuursteen, hout en beton kunnen wel allemaal gebruikt worden voor het constructieve gedeelte van een gebouw.

Het is opmerkelijk dat er een groot onderscheid is tussen bouwmaterialen die in Vlaanderen en deze die in Wallonië als lokaal worden beschouwd. Over het algemeen wordt voor België baksteen beschouwd als het meest lokale materiaal (Tabel 14). België wordt dan ook niet voor niets een 'typisch baksteenland' genoemd. Wanneer de enquêteantwoorden echter worden opgesplitst in Vlaamse en Waalse respondenten blijkt dat architecten uit Vlaanderen vooral voor baksteen kiezen (Tabel 12), terwijl architecten uit Wallonië voornamelijk voor natuursteen kiezen. Ook hout wordt door een groot deel van de Waalse architecten als lokaal bouw materiaal beschouwd (Tabel 13). De reden hiervoor zou de ligging van de ontginning en productie in België van de verschillende bouwmaterialen (onderzocht in

hoofdstuk 4) kunnen zijn. Uit Figuur 10 blijkt namelijk dat het grootste deel van de klei- en leemgroeves en de baksteenproductie zich situeren in Vlaanderen. Het lijkt dan ook logisch dat vooral Vlaamse architecten baksteen als het meest lokale materiaal beschouwen. De natuursteengroeves daarentegen bevinden zich uitsluitend in het Waalse grondgebied van België (Figuur 8 en Figuur 9). De natuursteenbewerking gebeurt echter wel voor een groot deel in Vlaanderen maar dit was vroeger anders. Door de geringe transportmogelijkheden en het zware materiaal vestigden de natuursteenbewerkingen zich vroeger nabij een natuursteengroeve. Dit zou dan ook de reden kunnen zijn dat Waalse architecten vooral natuursteen kiezen als meest lokale materiaal. Ook het grootste deel van de naaldbomen voor structuurhout is afkomstig uit Wallonië en de Waalse zagerijen zorgen voor het grootste deel van de naaldhoutproductie in België. Net als bij baksteen en natuursteen is het ook voor hout logisch dat dit bouw materiaal door architecten uit Wallonië als meest lokale materiaal, na natuursteen, wordt beschouwd.

Bouwmaterialen zoals bijvoorbeeld beton en glas die in hoofdstuk 3 als 'nieuwe' materialen worden beschouwd, worden door architecten minder als lokaal beschouwd. De 'oude' lokale materialen zoals baksteen, natuursteen en hout worden

veel meer als lokale materialen beschouwd door Belgische architecten in het werkveld. De lokale materialen die we al het langst toepassen in de Belgische bouwcultuur worden dus als de meest lokale materialen beschouwd door architecten (Tabel 14). De hypothese dat het beschouwen van bepaalde materialen als lokale materialen een historische reden zou kunnen hebben, kan dus bevestigd worden.

Tussen de leeftijd van de respondenten en de als lokaal beschouwde materialen is er geen duidelijk verband. De zogenaamde 'oude' materialen zoals hout, baksteen en natuursteen worden door alle leeftijds-categorieën het meest als lokaal beschouwd. Door de geringe respons van de enquête geven de resultaten wel een beeld van de perceptie van de architecten op lokale materialen maar de resultaten kunnen niet representatief genoemd worden.



## 6. Conclusie

---

Bouwmaterialen mogen als lokaal beschouwd worden wanneer zowel de ontginning van de grondstoffen als de verwerking ervan, de productie van het materiaal en de eventuele verwerking van het materiaal gebeuren in de nabije omgeving van de bouwplaats. Deze nabije omgeving is echter een rekbaar begrip. Het begrip kan afgebakend worden door een bepaalde straal rondom de bouwplaats te nemen waarbinnen de ontginning en productie plaatsvinden. Er kan ook een afbakening gemaakt worden door lands- of gewestgrenzen te nemen voor het begrip 'nabije omgeving'. Hoe dichterbij de verschillende locaties (ontginning, productie en verwerking) van een bouw materiaal bij elkaar gelegen zijn hoe meer lokaal het materiaal mag beschouwd worden. Hierdoor blijft ook de transportimpact beperkt, al heeft dit maar een kleine impact op de totale milieu-impact van het bouw materiaal toch moet hiermee rekening gehouden worden. Een materiaal dat een grotere afstand moet overbruggen via een waterweg zal ook een kleinere milieu-impact hebben dan een materiaal dat over een minder grote afstand wordt getransporteerd via de weg. Hierdoor kunnen minder lokale materialen, doordat ontginning en productie

verder is gelegen van de bouwplaats, toch zorgen voor een lagere totale milieu-impact dan meer lokale materialen, die een ontginning en een productielocatie hebben dichterbij de bouwplaats.

Bouwmaterialen die in de Belgische context als lokaal mogen beschouwd worden zijn natuursteen, baksteen, hout, beton en glas. Door architecten in het werkveld worden vooral baksteen, natuursteen in grote mate en hout in mindere mate als lokaal beschouwd. Dit heeft voor een deel te maken met de historie van de Belgische bouwcultuur, maar het vindt ook zijn oorzaak in de huidige ontginning-, productie- en eventuele verwerkingslocaties van de bouwmaterialen. Bouwmaterialen zoals hout, natuursteen en baksteen, die eeuwen geleden al in België werden gebruikt, de zogenaamde 'oude' materialen, worden door Belgische architecten in het algemeen het meest als lokaal beschouwd. Architecten wonend in Vlaanderen beschouwen baksteen als het meest lokale materiaal, aangezien de ontginning van klei en de baksteenproductie zich momenteel voornamelijk in het Vlaamse deel van België situeren. Waalse architecten kiezen voor natuursteen als meest lokale materiaal doordat de natuursteengroeves zich

enkel in Wallonië bevinden. Alhoewel ook beton en glas beschouwd mogen worden als lokale materialen worden deze zelden door Belgische architecten als lokaal beschouwd. Een reden hiervoor zou kunnen zijn dat beide materialen vrij 'nieuw' zijn en dat ze dus niet traditioneel in België worden toegepast waardoor ze als minder lokaal beschouwd worden. Een andere reden hiervoor zou kunnen zijn dat beide materialen bestaan uit meerdere componenten en dat het voor de architect vaak onduidelijk is vanwaar de afzonderlijke componenten afkomstig zijn (lokaal of van veraf).

Men zou verwachten dat jonge architecten eerder kiezen voor 'nieuwe' materialen zoals beton en baksteen als lokale materialen en dat oudere architecten ook voor de 'oudere' materialen zoals hout, natuursteen en baksteen zouden kiezen. Dit is echter niet zo: alle leeftijds-categorieën van architecten die hebben deelgenomen aan de enquête kiezen meer voor 'oude' lokale materialen.

De achtergrondinformatie die in deze scriptie werd gegenereerd, vormt een goede basis voor verder onderzoek. Enerzijds kan er dieper ingegaan worden op de zin en onzin van bepaalde lokale materialen. Er kan nagegaan worden wanneer en in welke mate het gebruik van lokale

materialen zinvol kan zijn om de milieu-impact van een gebouw te verlagen. Anderzijds kan er verder onderzoek gedaan worden naar ontginnings- productie- en verwerkingslocaties in buurlanden van België. Als afbakening van dit onderzoek werd er gekozen voor de landsgrenzen van België. Hierdoor kloppen de bekomen resultaten van deze scriptie voor materialen die niet aan de landsgrenzen van België worden ontgonnen, geproduceerd of verwerkt. Ze zijn minder relevant voor materialen die dichterbij aan de Belgische grenzen worden ontgonnen, geproduceerd of verwerkt. Hier kunnen namelijk fouten optreden doordat één of meerdere fases van het productieproces zich kan bevinden in buurlanden van België, net aan de grens met België. Het is dan ook erg zinvol om hiernaar verder onderzoek te doen.

Niet alleen kan deze scriptie gebruikt worden voor verder onderzoek ook kunnen de situeringskaarten waarop de grondstofontginningen, grondstofverwerkingen, materiaalproductie en materiaalverwerking werden aangeduid, gebruikt worden door architecten als hulpmiddel bij het kiezen van bepaalde lokale materialen. Aan de hand van deze kaarten kan er gezocht worden naar het materiaal dat het dichtst bij de bouwplaats wordt ontgonnen, geproduceerd en verwerkt, en dus ook het meest lokaal is in die bepaalde situatie.







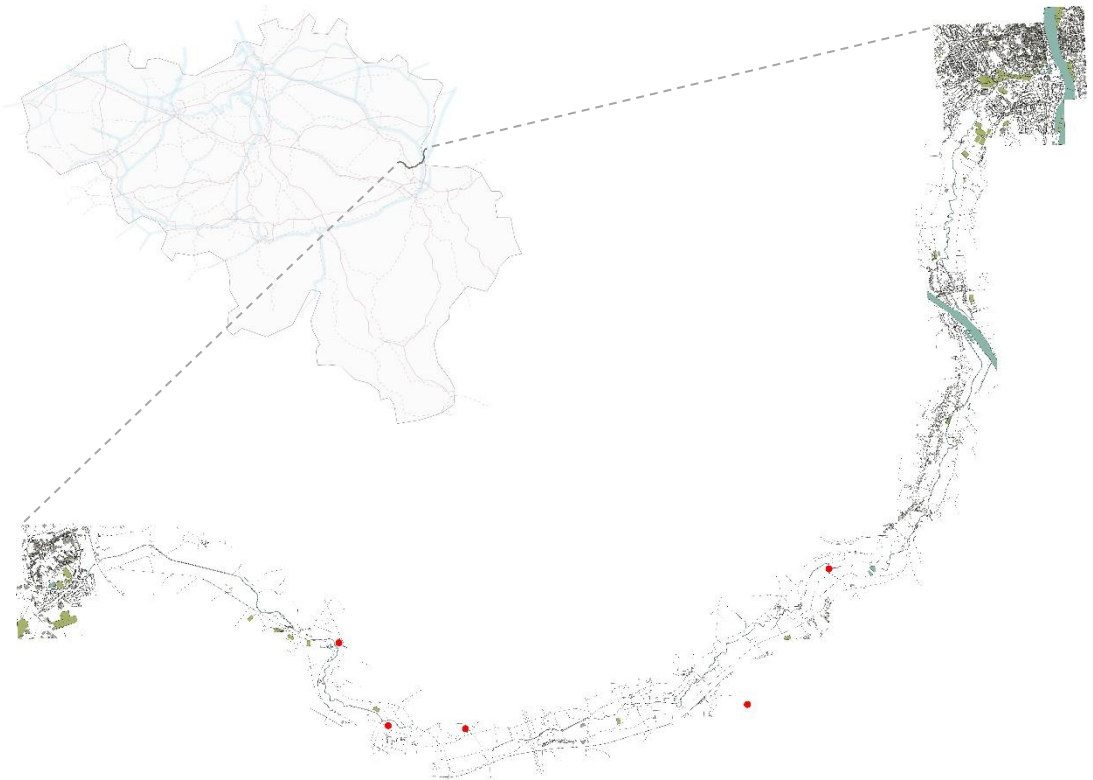
## 7. Masterproject

---

De opgave van het masterproject werd als volgt omschreven: 'Ontwerpen van een aantal elementen aan een pelgrimsroute. Deze pelgrimsroute is fictief in onze streek en zal de St-Servaasroute genoemd worden. St-Servaas was de eerste bisschop in de Nederlanden. Hij heeft iets met Tongeren en Maastricht te maken al is de geschiedenis daar niet zo duidelijk over. Deze route is onderdeel van een grotere route, maar zal voor de ontwerpogave beperkt worden tot de route die de basiliek van Tongeren verbindt met de St-Servaasbasiliek in Maastricht via de Jekervallei. Langs deze route zullen gebouwen, omgevingen, bezinningsruimten en verblijfsplekken ontworpen worden ter ondersteuning bij het bewandelen van deze route. Er zal op deze route minstens één overnachtingsmogelijkheid voor de pelgrims ontworpen dienen te worden. Het programma zal door de student zelf ontwikkeld worden en zal in samenspraak met de begeleiders afgestemd worden.' (G. Cleuren & J. Janssen, persoonlijke communicatie, 27 november 2017).

Op vijf verschillende locaties langs de Jekervallei werden elementen ontworpen die de contemplatieve ervaring van de pelgrims dienen te versterken (Figuur 26). Het ontwerpen op deze verschillende locaties was de uitgelezen kans om gebruik te maken van verschillende lokale materialen. Op elke locatie werd telkens een ander lokaal materiaal in de verf gezet.

Allereerst zal algemeen besproken worden wat pelgrimage juist inhoudt en wat het op architecturaal vlak kan betekenen. Vervolgens zullen de vijf locaties afzonderlijk besproken worden alsook het lokaal materiaal dat in het ontwerp gebruikt werd.



Figuur 26: Jekervallei vanaf Tongeren tot Maastricht (zwart) met de vijf bijhorende ontwerplocaties (rood) (eigen figuur).

## 7.1 Pelgrimage

Pelgrimstochten zijn van alle tijden. Tijdens de middeleeuwen waren christelijke zondaars verplicht om op pelgrimstocht te vertrekken als vorm van boetedoening. Op deze manier werd de zondaar tijdelijk gebannen uit de gemeenschap en had de pelgrimstocht ook een psychologisch doel. Niet enkel in het christendom, maar ook in andere religies is pelgrimage een onderdeel van het geloof. Zo is de bedevaart naar Mekka een verplichting bij de islam. Binnen alle religies verwijzen pelgrimstochten naar een heilige plaats of persoon waardoor de gelovige pelgrim verbondenheid, zegening, troost, sterkte, ... kan ervaren (van der Zanden, 2011). Pelgrimage hoeft niet noodzakelijk uit een geloofsovertuiging te gebeuren. Mensen trekken op pelgrimstocht omwille van verschillende redenen. Zo zullen sommigen op zoek gaan naar genezing, willen sommigen een bepaalde overgang markeren en willen anderen even ontsnappen uit het drukke leven (Wasser, 2010).

Uiteindelijk is bij een pelgrimage het onderweg zijn belangrijker dan het uiteindelijke doel. De weg die men aflegt is als een metafoor voor het leven met zijn meevallers en tegenslagen. Het is een zoektocht naar jezelf en de waarden en normen in de samenleving. Tijdens de tocht zal de pelgrim zaken die vanzelfsprekend lijken opnieuw gaan appreciëren, de kleine dingen in het leven maken hem gelukkig (C. Milis, persoonlijk gesprek, 31 januari 2018). Teruggrijpen naar de basisbehoeften, naar louter het noodzakelijke is voor pelgrims belangrijk om zo hun ervaring maximaal te kunnen beleven. Het is dan ook logisch dat elementen die ontworpen worden voor de pelgrims deze zelfde redenering volgen. Het gebruik maken van lokale materialen om de elementen mee te construeren is hier dan ook erg toepasselijk.

## 7.2 Concept labyrint

Een labyrint is vergelijkbaar met een doolhof, met als verschil dat een labyrint maar één weg heeft zonder kruispunten en vertakkingen. Op deze manier kan je niet verdwalen in een labyrint. Doordat de weg heen en weer kronkelt rond het middelpunt, kan je enkel het middelpunt bereiken met behulp van doorzettingsvermogen. Door de verschillende kronkels verlies je de oriëntatieproblemen waardoor je je kan concentreren op de innerlijke ervaring (Küstenmacher & Küstenmacher, 2001).

Net zoals de pelgrimstocht is ook het labyrint een metafoor voor onze weg door het leven. Het is goed om steeds je doel voor ogen te houden maar het is niet altijd even gemakkelijk om dat doel te bereiken. Middeleeuwse pelgrims tekenden vaak met hun wandelstok een labyrint in het zand (Figuur 27). Deze doorliepen ze dan ter voorbereiding op hun tocht, als een oefening voor de weg naar hun doel (Aarts, 2011-2018). Het labyrint, met als belangrijkste kenmerk "in beweging zijn" werd dan ook als concept en rode draad gebruikt voor de verschillende ontwerpen.



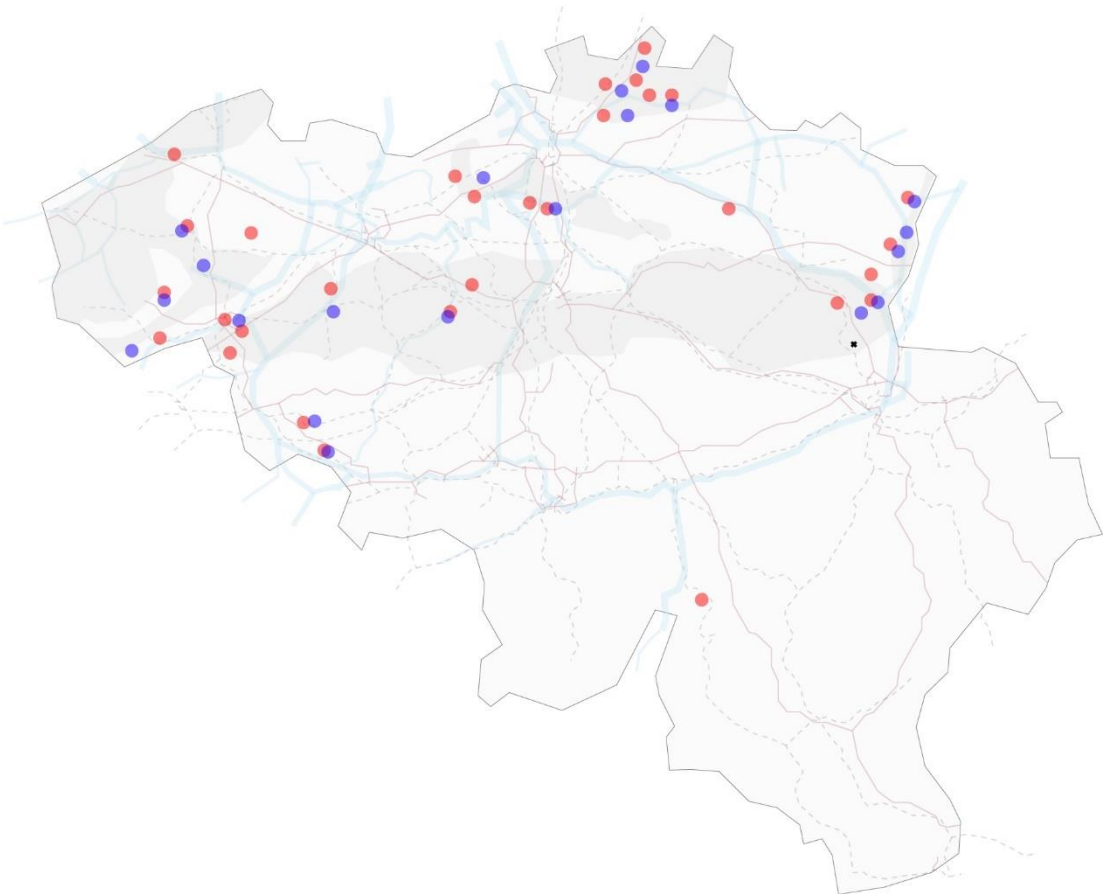
Figuur 27: De pelgrim en het labyrint (Kuijpers, 2016).

## 7.3 Ontwerplocaties

### 7.3.1 Baksteen

De eerste locatie waarlangs de pelgrims wandelen op hun route richting Maastricht is gelegen tussen Mal en Sluizen. Dit is de enige ontwerplocatie die gelegen is in Vlaanderen. Uit hoofdstuk 5 bleek al dat baksteen meer als lokaal materiaal wordt beschouwd door Vlaamse architecten dan door Waalse architecten. Zoals zichtbaar is op Figuur 28 is de ontwerplocatie gelegen in een kleizone

geschikt voor baksteen en gevelsteen. Voor het ontwerp op deze locatie werd dan ook gebruik gemaakt van het bouwmaterial baksteen. In de nabijheid is zowel een klei/leemgroeve als een baksteen-productiesite aanwezig, waardoor hier gebruik gemaakt wordt van een lokaal materiaal.



Figuur 28: Klei- en leemgroeves (rood), baksteenproductie (blauw) en kleizones geschikt voor baksteen en gevelsteen (donkergrijs) in België met de eerste ontwerplocatie (zwart) (eigen figuur).

### 7.3.2 Zwarthout

De tweede locatie waar een element werd ontworpen langs de fictieve pelgrimsroute situeert zich in de hoeve van Saint-Laurent te Glaaien (Figuur 29). De hoeve werd in de 17<sup>e</sup> en 18<sup>e</sup> eeuw gebouwd en was eigendom van de abdij van St. Lawrence in Luik (Dewez & Di Campli, 2007). De hoeve is gebouwd met verschillende lokale materialen zoals baksteen, vuursteen, kalksteen en tufsteen. In 1976 werd een groot deel van de hoeve verwoest door een brand (Mardage, 1980). Door de verwoesting van de brand kwam de hoeve leeg te staan en geraakte deze in verval waarbij de natuur de overhand nam. Het verlaten, mysterieuze en contemplatieve karakter van deze ruïne is een ideale locatie voor een bezinningsmoment van pelgrims.

Omwille van de veelvuldige overname van de natuur zullen een aantal bomen gekapt moeten worden om plaats te maken voor het ontwerp. Wanneer dit hout in het ontwerp wordt gebruikt, kan het gezien worden als een zeer lokaal materiaal aangezien er geen transport nodig is.

Om in het nieuwe ontwerp toch te refereren naar het verleden, naar de brand die de oorzaak was voor ruïnevorming, krijgt het hout een verkoolde laag. Het branden van naaldhout genaamd Shou Sugi Ban is een traditionele Japanse techniek. Het hout krijgt zo een brand-vertragende koollaag alsook een natuurlijke verduurzaming. De laag biedt namelijk weerstand tegen ongedierte en schimmels. Traditioneel worden drie houten planken samengebonden tot een schoorsteen en wordt aan de onderzijde een vuur aangemaakt (Zwarthout, 2018). Door het mogelijk



Figuur 29: Saint-Laurent hoeve te Glaaien (eigen figuur).

maken van deze techniek in het ontwerp kan net zoals de ontginning ook de verwerking op de locatie gebeuren. Deze installatie wordt ontworpen op de binnenplaats van de hoeve, zodat het achteraf als 'kampvuur' gebruikt kan worden. Hierdoor kan het een meerwaarde bieden aan de collectieve functie van de binnenplaats, waar pelgrims kunnen samenkomen en hun ervaringen kunnen delen met elkaar.

### 7.3.3 Stampleem

De derde locatie waar een element werd ontworpen situeert zich op een helling gelegen tussen Glaaien en Beurs. Er wordt een wandelpad ontworpen die start aan de Jekervallei en langs de flank omhoog slingert. Voor het ontwerp van de wandelpaden is het nodig om grond weg te halen. De weggehaalde grond zal vervolgens gebruikt worden om de wanden van het pad op te bouwen.

De eerste 10 m van de ondergrond is een niet-tabulaire Quartaire laag en bestaat uit klei, silt, leem, zand en grind. De volgende 14,1 m van de ondergrond bestaat uit mergelig krijt en zandige mergel en wordt de formatie van Gulpen, Lid van Beutenaken of de formatie van Dorne 1 genoemd. Deze informatie werd verkregen via een virtuele boring (GDI Vlaanderen, s.a.). Informatie over

zo'n virtuele boring kan enkel geraadpleegd worden voor Vlaamse grondgebieden. Aangezien de ontwerplocatie is gelegen op Waals grondgebied, werd de dichtstbijzijnde Vlaamse locatie gekozen voor de virtuele boring. Deze Vlaamse locatie is net zoals de ontwerplocatie gelegen in de Jekervallei en is in vogelvlucht op ongeveer 2 km van de ontwerplocatie gesitueerd. Hierdoor kan de verkregen bodeminformatie als relevant beschouwd worden voor de ontwerplocatie.

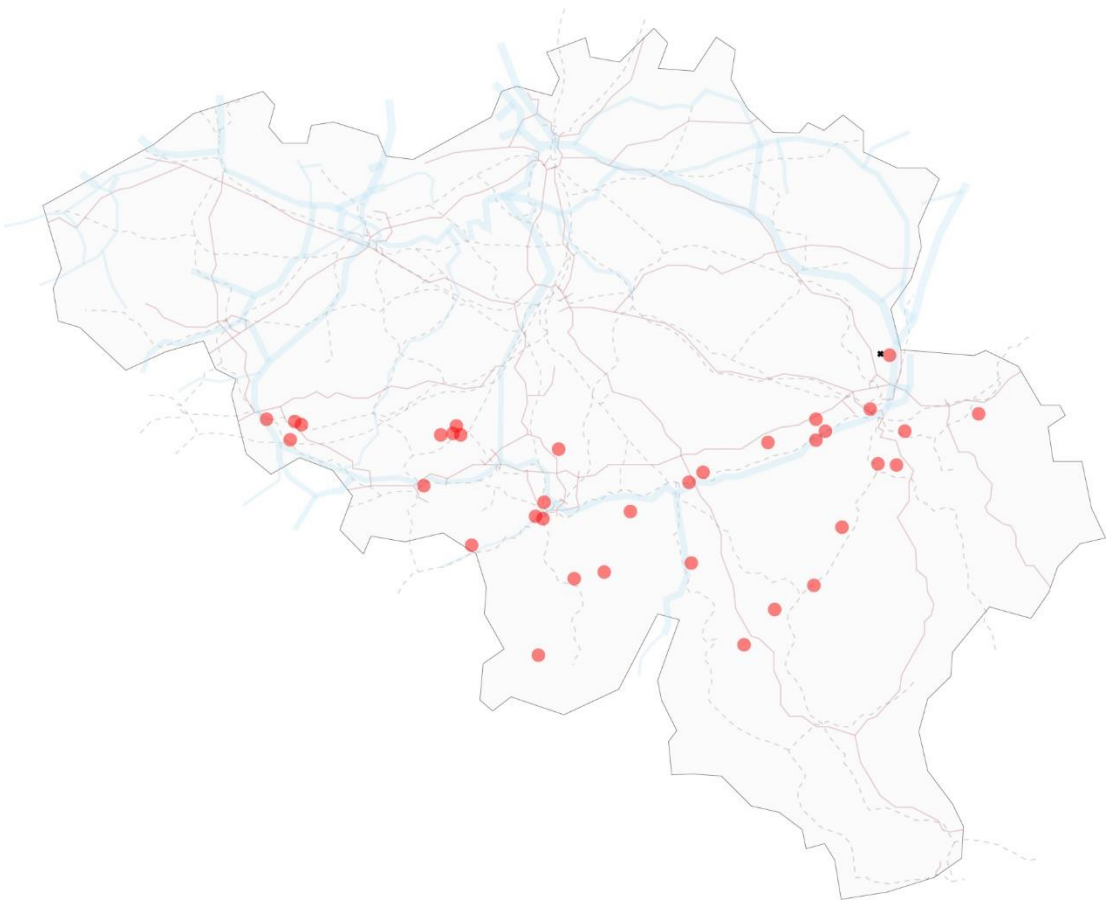
Door de uitgegraven aarde te gebruiken in de constructie van het ontwerp aan de hand van de stampleemtechniek (rammed earth of pisé) kan ook dit materiaal als lokaal beschouwd worden. Het wordt namelijk ter plaatse ontgonnen, verwerkt en gebruikt. Dit lokale materiaal werd echter nog niet eerder besproken in deze scriptie. De stampleemtechniek kan zowel gebruikt worden voor dragende als niet-dragende wanden. Een vochtig mengsel van zand, leem en klei wordt laag per laag tussen twee bekistingplaten aangebracht, aangestampt en hardt het uit (Ecomat, 2018).



### 7.3.4 Mergel

De vierde locatie waarlangs de pelgrims zullen wandelen op hun tocht richting Maastricht is gelegen op de flank van de Jekervallei in Bitsingen. Deze locatie bevindt zich op ongeveer 2 km vogelvlucht van de kalksteengroeve van Loën, zoals zichtbaar is op Figuur 30. De kalksteen die in deze groeve wordt ontgonnen, wordt verder verwerkt in de cementfabriek van Lixhe (Heidelberg Cement, 2017). Op deze derde locatie wordt een uitkijktoren ontworpen die

opgebouwd is uit gestapelde mergelblokken. Aangezien de mergel/kalksteen-groeve op amper 2 km is gelegen van de ontwerplocatie wordt ook hier gebruik gemaakt van een lokaal materiaal.



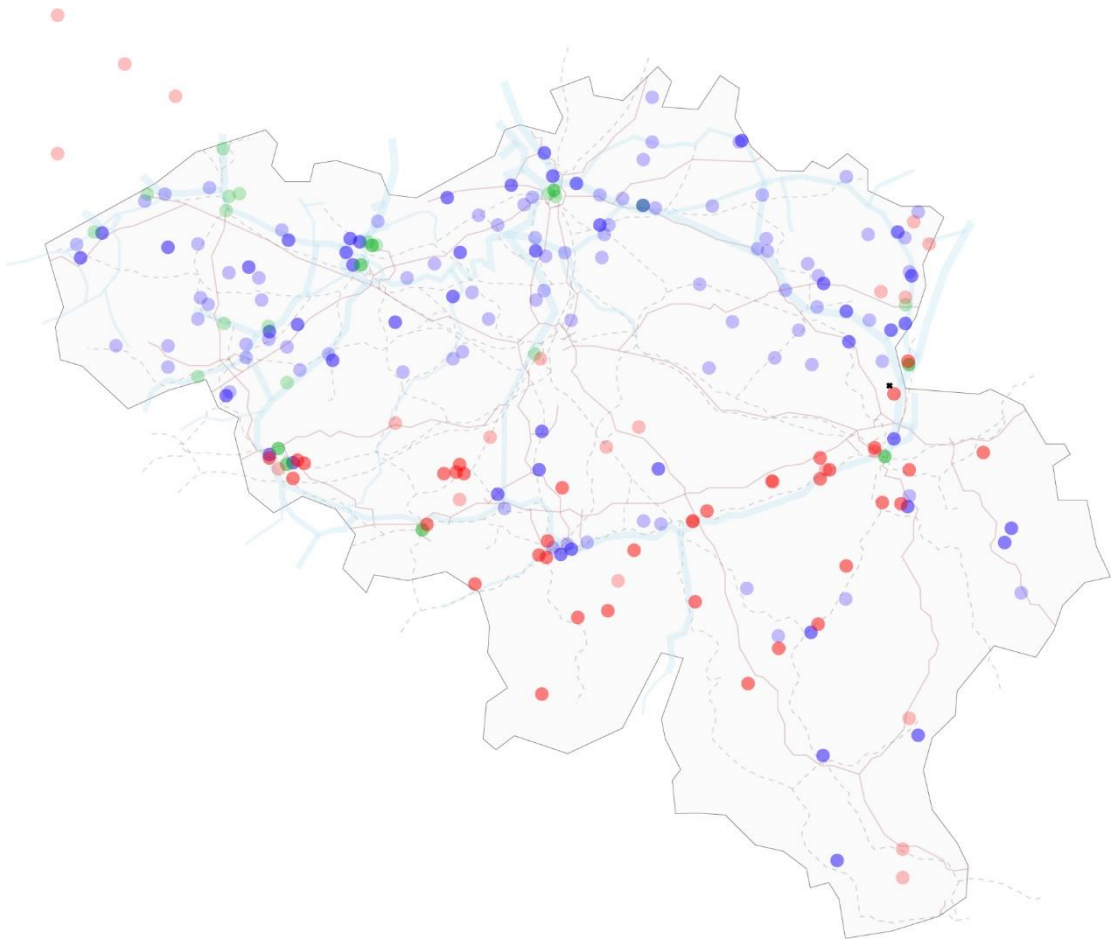
Figuur 30: Kalksteengroeves (rood) in België met de vierde ontwerplocatie (zwart) (eigen figuur).



### 7.3.5 Beton

In de buurt van Wonk is de vijfde ontwerplocatie gelegen langs de pelgrimsroute van Tongeren naar Maastricht. Op ongeveer 3 km afstand vogelvlucht is de groeve van Loën gelegen en op ongeveer 6 km van deze locatie is de Sint-Pietersberg gelegen. Deze laatste wordt gekenmerkt door een kalksteengroeve en een cementfabriek (ENCI Maastricht). In

juli 2018 zal hier de commerciële winning van kalksteen stopgezet worden. Ook de klinkerproductie zal in juli 2019 stopgezet worden. Vervolgens zal er klinker geïmporteerd worden om de cementproductie verder te kunnen zetten (ENCI, 2018). Wanneer in het ontwerp gebruik kan gemaakt worden van kalksteen uit de Loën groeve of van cement dat afkomstig is van ENCI kan dit opnieuw als lokaal



*Figuur 31:* Kalksteengroeve (donkerrood), cementproductie (donkergroen), zand- en grindontginning (lichtrood), zand- en grindverwerking (lichtgroen), stortklare betonproductie (donkerblauw) en prefabbetonproductie (lichtblauw) in België met vijfde ontwerplocatie (eigen figuur).

materiaal beschouwd worden (Figuur 31).

Maar aangezien er geen zand- en grindontginning, verwerking en betonproductie in de directe omgeving van de ontwerplocatie zijn gelegen zal dit beton minder lokaal beschouwd kunnen worden als de gebruikte materialen in bijvoorbeeld de tweede, derde en vierde ontwerplocaties. De dichtstbijzijnde zand- en grindontginning alsook de verwerking ervan bevinden zich in Maasmehelen en Luik. Zoals blijkt uit Figuur 31 zijn er redelijk dichtbij de ontwerplocatie zowel stortklare betonproductie als prefabbeton-productie aanwezig. Wanneer men stelt dat voor het beton gebruik gemaakt wordt van kalksteen en klinker afkomstig van ENCI, deze getransporteerd wordt naar Luik waar de verwerking van zand en grind gebeurt alsook de productie van beton. Maar wanneer hier kritisch naar gekeken wordt, zal beton geproduceerd in Luik met kalksteen afkomstig uit Luik als meer lokaal beschouwd kunnen worden dan wanneer de kalksteen afkomstig is uit de ENCI groeve of zelfs uit de groeve van Loën. Zoals in paragraaf 4.6.3.1 werd besproken, situeren zich in de omgeving van Luik namelijk kalksteenontginningen, zand- en grindontginningen, cement-producties (met zowel cementoven als cementmaaldrij) en stortklare beton-producties. Tijdens de volledige productiefase van het beton is amper

transport nodig, enkel om het beton te vervoeren naar de ontwerplocatie.

## 7.4 Reflectie

De kaarten uit hoofdstuk 5 met aanduiding van de ontginnings-, verwerkings- en productielocaties van de verschillende bouwmaterialen werden tijdens de ontwerpfase van het masterproject gebruikt. Hieruit kan er besloten worden dat deze kaarten vooral gebruikt kunnen worden om een globaal beeld te vormen van de verschillende ontginnings-, verwerkings- en productielocaties. Ze zijn gemakkelijk om een eerste idee te kunnen vormen over welke materialen het meest lokaal zijn voor een bepaalde locatie. Doordat deze kaarten werden gemaakt met een afbakening van de landsgrenzen van België, zijn ze niet relevant voor bouwlocaties in de grensgebieden. Hier zal in het buurland nog een apart onderzoek moeten gebeuren naar de dichtstbijzijnde ontginnings-, verwerkings- en productielocaties.





## LITERATUURLIJST

Cover foto: BC architects & studies. (s.a.). *BWMSTR Label – The act of building*.

Geraadpleegd op 8 mei 2018 via:

<https://desingel.be/nl/programma/architectuur/bwmstr-label-the-act-of-building-tentoonstelling>

Aarts, G. (2011-2018). *Wat is pelgrimeren*. Geraadpleegd op 14 maart 2018 via: <http://www.aartswandelreizen.nl/wat-is-pelgrimeren>

Adriaanssen, W. (2014). *De duurzame school: haalbaar, betaalbaar en met gegarandeerde prestaties*. Geraadpleegd op 9 juni 2017 via

<https://www.slideshare.net/adriwil/duurzaam-gebouwd-op-lokatie-duurzame-scholen-10-oktober-2014-presentatie-hevo-willem-adriaanssen>

AGC. (2016). *Glass Configurator: Isolerende beglazing Thermobel*. Geraadpleegd op 9 april 2018 via: <https://www.yourglass.com/configurator/nl/nl/toolbox/configurator/main.html>

Andrea Blengini, G. & Di Carlo, T. (2010). *The changing role of life cycle phases, subsystems and materials in the LCA of low energy buildings*. Turin: Elsevier B.V.

Arboleda, G. (2006). *What is Vernacular Architecture?* Geraadpleegd op 3 november 2017 via: <https://web.archive.org/web/20130718231229/http://vernaculararchitecture.com/>

Architectuurarchief Provincie Antwerpen. (s.a.). *Lou Jansen en Rudy Schiltz. Woning Leysen, Rubensstraat, Turnhout (1968)*. Geraadpleegd op 1 maart 2018 via: [http://www.debalansvanbraem.be/braem\\_over\\_bouwen/de\\_turnhoutse\\_school#](http://www.debalansvanbraem.be/braem_over_bouwen/de_turnhoutse_school#)

Baksteenfederatie. (2017). *Belgische dakpan- en baksteenfabrikanten*. Geraadpleegd op 17 augustus 2017 via <http://baksteenfederatie.be/media/1385/ledenlijst-2017-maart.pdf>

Belbag. (2018a). *Verleden*. Geraadpleegd op 16 januari 2018 via: <http://www.belbag.be/grindprojecten/verleden>

Belbag. (2018b). *Wat is grind?* Geraadpleegd op 16 januari 2018 via: <http://www.belbag.be/wat-is-grind>

Belbag. (2018c). *3 ontginningsmethodes: 3 mogelijke methodes: nat-nat, nat-droog, droog-droog*. Geraadpleegd op 16 januari 2018 via: <http://www.belbag.be/hoe-ontginnen/3-ontginningsmethodes>

Belbag. (2018d). *Mechanische procedés*. Geraadpleegd op 16 januari 2018 via: <http://www.belbag.be/hoe-ontginnen/mechanische-procedes>

Belgian Rail. (2017). *Reizigersnet*. Geraadpleegd op 21 januari 2018 via: <http://www.belgianrail.be/nl/klantendienst/infodiensten-reistools/~media/B47DA7B888224B87BF23077BD3D26D59.pdf>

Belgian Woodforum. (2018). *Houtverduurzaming*. Geraadpleegd op 5 april 2018 via: <http://www.woodforum.be/nl/toepassingen/houtverduurzaming>

Belgische Baksteenfederatie. (2017). *De Belgische baksteenindustrie in 2016*. Brussel: BBF Belgische Baksteenfederatie vzw. Geraadpleegd op 16 januari 2018 via: <http://baksteen.be/media/1569/jaarverslag-baksteenindustrie-2016.pdf>

Belgische Baksteenfederatie. (s.a.). *Baksteenfabricage: Gevelsteen, snelbouw, straatklinkers, ... allemaal gebakken aarde, een natuurlijk product* [Brochure]. Geraadpleegd op 8 augustus 2017: <http://baksteenfederatie.be/media/1262/baksteenfabricage.pdf>

Binnenvaart. (2014). *Waterwegen in Vlaanderen*. Geraadpleegd op 21 januari 2018 via: <https://www.binnenvaart.be/images/kaarten-CEMT/index.html>

BIR. (2013). *World steel recycling in figures 2008-2012: Steel Scrap – a Raw Material for Steelmaking*. Brussels: Bureau of International Recycling. Geraadpleegd op 9 april 2018 via: <http://www.bir.org/assets/Documents/publications/brochures/7587FerrousReport2013.pdf>

Boldrini, S. (2011). *De houtzagerijsector in België: Grondstofbehoefte en productie*. S.l.: Nationale Federatie der Zagerijen. Geraadpleegd op 7 april 2018 via [http://www.houtinfobois.be/wp-content/uploads/2015/01/FNS\\_NL\\_MR.pdf](http://www.houtinfobois.be/wp-content/uploads/2015/01/FNS_NL_MR.pdf)

Bouwonderwijs. (2016). *Duurzaam Bouwen: Materialen*. Geraadpleegd op 9 juni 2017 via [http://bouwonderwijs.net/Deelvakgebieden/Duurzaam\\_Bouwen/Materialen/Trias\\_Materia/Afbeeldingen\\_tm.html](http://bouwonderwijs.net/Deelvakgebieden/Duurzaam_Bouwen/Materialen/Trias_Materia/Afbeeldingen_tm.html)

Broothaers, L., & Gullentops, F. (1996). Grondstoffen uit het krijt. In Gullentops, F. et al. (Eds.) *Delfstoffen in Vlaanderen* (p. 144-148). Brussel: Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap.

Brundtland, G.H. (1987). *Rapport Brundtland*. Geraadpleegd op 10 april 2017 via <http://www.stephanedefis.com/arch/brundtland.pdf>

CartologisUGent. (2010). Delfstoffen: Klei als grondstof voor baksteen, dakpan, gevelsteen of glad aardewerk. Geraadpleegd op 11 januari 2018 via [http://cartogis.ugent.be/geologis/geologis/32\\_delfstoffen.html](http://cartogis.ugent.be/geologis/geologis/32_delfstoffen.html)

CBR. (2016). *Veiligheid en milieu CBR Gent II: Feiten & cijfers 2015*.

CBR. (2017, 6 februari). *Productieproces cement* [Videobestand]. Geraadpleegd op 8 augustus 2017 via: <https://www.youtube.com/watch?v=fGXS8KX8Ako&t=3s>

CBR. (s.a.). *Vestigingen: CBR Antoing*. Geraadpleegd op 4 april 2018 via <https://www.cbr.be/nld/cbr-antoing>

CCB. (2016). *Onze installaties: Fabriek van Gaurain*. Geraadpleegd op 9 augustus 2017 via: <http://ccb-cementir.be/nl/installaties/>

Collectief ipé. (2012). *Groen plan Het Rad*. Geraadpleegd op 1 maart 2018 via: [http://www.ipecollectif.be/projpla\\_nl.htm](http://www.ipecollectif.be/projpla_nl.htm)

De Preter, R. (2016). *De onzichtbare hand boven België, Een economische geschiedenis: De invloed van liberalisering, globalisering en europeanisering*. Antwerpen-Apeldoorn: Garant.

De Smet, L., Bogaert, S., Vandenbroucke, D., Van Hyfte, A. & De Corster, K. (2009). *Onderzoek duurzame bevoorrading: gebruik lokale oppervlaktedelfstoffen of import van minerale grondstoffen*. Brussel: Dienst Natuurlijke Rijkdommen. Geraadpleegd op 4 april 2018 via: [www.vliz.be/imisdocs/publications/233809.pdf](http://www.vliz.be/imisdocs/publications/233809.pdf)

De Wolf, P. (2012). *Noodbarakken, Koning Albert Fonds*. Geraadpleegd op 1 maart 2018 via: <http://www.ablhistoryforum.be/viewtopic.php?t=2245>

Debacker, W., Allacker, K., De Troyer, F., Janssen, A., Delem, L., Peeters, K., De Nocker, L., Spirinckx, C., & Van Dessel, J. (2012). *Milieugerelateerde materiaalprestatie van gebouwelementen*. Mechelen: OVAM.

Demasure, E. (2010). *De duurzame argumentering voor het zelfbouwen: Van de jaren '70 tot heden (met nadruk op Noord-Amerika)* [masterproef]. Ongepubliceerd manuscript, Universiteit Gent, Faculteit Ingenieurswetenschappen.

Dewez, B., & Di Campli, F. (2007). *Inventaire du patrimoine culturel immobilier: Ferme de Saint-Laurent*. Geraadpleegd op 14 maart 2018 via: [http://lamp-spw.wallonie.be/dgo4/site\\_ipic/index.php/fiche/index?codeInt=62011-INV-0035-02](http://lamp-spw.wallonie.be/dgo4/site_ipic/index.php/fiche/index?codeInt=62011-INV-0035-02)

DGO. (2010). *Les carrières en Wallonie: un monde à (re)découvrir*. Geraadpleegd op 5 april 2018 via: *Les carrières en Wallonie: un monde à redécouvrir*

Dreesen, T. (2016). *IJzerwinning in de Kempen*. Opoeteren: Heemkundige Kring "Utersjank". Geraadpleegd op 13 januari 2018 via: <http://utersjank.be/wp-content/uploads/2016/09/IJzerwinning-in-de-Kempen.pdf>

Dumont, L., & Devent, G. (2013). *Een heldere kijk op glas. Mogelijkheden, technieken en normering voor de architect*. Vitruvius Academy NAV. Geraadpleegd op 29 december 2017 via: <http://www.vgi-fiv.be/wp-content/uploads/2013/07/201304-NAV-Keuze-van-glas-1-slide-per-pagina.pdf>

Ecomat. (2018). *Leemmassiefbouw: Stampleem of pisé*. Geraadpleegd op 9 mei 2018 via: <http://ecomat.be/kennisbank/detail/lmb-leemmassiefbouw>

*Editions de l'Aveni*. (2015). *Le Tournai d'avant: maisons romanes, pont des Trouis, même combat!* Geraadpleegd op 1 maart 2018 via: [http://www.lavenir.net/cnt/dmf20151019\\_00721802](http://www.lavenir.net/cnt/dmf20151019_00721802)

ENCI. (2018). *Vestigingen: ENCI Maastricht*. Geraadpleegd op 9 mei 2018 via: <https://www.enci.nl/nl/enci-maastricht>

Environdec. (2017). *What is an EPD?* Geraadpleegd op 5 mei 2017 via <http://www.environdec.com/en/What-is-an-EPD>

FEBE. (2017). *Fabrikanten*. Geraadpleegd op 9 augustus 2017 via: <http://www.febe.be/nl/fabrikanten>

Febelcem. (2005). *ABC van cement en beton*. Brussel: Febelcem.

Febelcem. (2011). *Jaarverslag Belgische Cementnijverheid 2010*. Brussel: Federatie van de Belgische Cementnijverheid. Geraadpleegd op 6 april 2018 via: [https://bib.kuleuven.be/files/ebib/jaarverslagen/FEBELCEM\\_2010.pdf](https://bib.kuleuven.be/files/ebib/jaarverslagen/FEBELCEM_2010.pdf)

Febelcem. (2012). *Jaarverslag Belgische Cementnijverheid 2011: Een uitzonderlijk jaar als antwoord op de uitdagingen van de stad?* Brussel: Federatie van de Belgische Cementnijverheid. Geraadpleegd op 6 april 2018 via:



[http://www.febelcem.be/fileadmin/user\\_upload/rapports\\_annuels/RA11docNL-internet.pdf](http://www.febelcem.be/fileadmin/user_upload/rapports_annuels/RA11docNL-internet.pdf)

Febelcem. (2013). *Jaarverslag Belgische Cementnijverheid 2012: De grote uitdagingen van beton, passiefbouw en stedelijke hervorming*. Brussel: Federatie van de Belgische Cementnijverheid. Geraadpleegd op 6 april 2018 via: [http://www.febelcem.be/fileadmin/user\\_upload/rapports\\_annuels/RA12docNL-def\\_01.pdf](http://www.febelcem.be/fileadmin/user_upload/rapports_annuels/RA12docNL-def_01.pdf)

Febelcem. (2014). *Jaarverslag Belgische Cementnijverheid 2013: Beton, een belangrijke troef voor een duurzame en betaalbare woning*. Brussel: Federatie van de Belgische Cementnijverheid. Geraadpleegd op 6 april 2018 via: [http://www.febelcem.be/fileadmin/user\\_upload/rapports\\_annuels/RA13docNL.pdf](http://www.febelcem.be/fileadmin/user_upload/rapports_annuels/RA13docNL.pdf)

Febelcem. (2015). *Jaarverslag Belgische Cementnijverheid 2014: Beton van morgen, perspectieven in stedenbouw en architectuur*. Brussel: Federatie van de Belgische Cementnijverheid. Geraadpleegd op 6 april 2018 via: [http://www.febelcem.be/fileadmin/user\\_upload/rapports\\_annuels/RA14NL.pdf](http://www.febelcem.be/fileadmin/user_upload/rapports_annuels/RA14NL.pdf)

Febelcem. (2016). *Jaarverslag Belgische Cementnijverheid 2015*. Brussel: Federatie van de Belgische Cementnijverheid. Geraadpleegd op 6 april 2018 via: [http://www.febelcem.be/fileadmin/user\\_upload/rapports\\_annuels/RA\\_Febelcem\\_2015\\_nl-DEF.pdf](http://www.febelcem.be/fileadmin/user_upload/rapports_annuels/RA_Febelcem_2015_nl-DEF.pdf)

Febelcem. (2017a). *Historisch overzicht*. Geraadpleegd op 9 augustus 2017 via: <http://www.febelcem.be/nl/cement-en-toepassingen/geschiedenis-van-cement-de-oorsprong-van-het-gebruik-van-cement>

Febelcem. (2017b). *Jaarverslag van de Belgische Cementnijverheid 2016*. Geraadpleegd op 15 januari 2018 via: [http://www.febelcem.be/fileadmin/user\\_upload/rapports\\_annuels/RA\\_Febelcem\\_2016\\_nl.pdf](http://www.febelcem.be/fileadmin/user_upload/rapports_annuels/RA_Febelcem_2016_nl.pdf)

Febenat. (2017). *Ontginning*. Brussel: Febenat VZW. Geraadpleegd op 29 december 2017 via: <http://www.febenat.be/nl/natuursteen/ontginning/>

Febenat. (2018a). *Oppervlakte-afwerkingen van natuursteen*. Brussel: Febenat VZW. Geraadpleegd op 20 januari 2018 via: <http://www.febenat.be/nl/natuursteen/afwerking/>

Febenat. (2018b). *Wetenschappelijke en commerciële onderverdeling*. Geraadpleegd op 5 april 2018 via: <https://www.febenat.be/nl/natuursteen/wetenschap/>

Fedbeton. (2017). *Betonproducenten*. Geraadpleegd op 9 augustus 2017 via: <http://fedbetonbe.webhosting.be/nl/members/producent>

Fediex. (2015a). *Leden: Zand, Riviergranulaat en Zeegranaat*. Geraadpleegd op 4 april 2018 via: <http://www.fediex.be/members.php>

Fediex. (2015b). *Liste et coordonnées des membres de FEDIEX*. Geraadpleegd op 26 februari 2018 via: <http://www.fediex.be/coordonnees-de-nos-membres>

Fedustria. (2018). *Hout- en Meubelindustrie*. Geraadpleegd op 21 februari 2018 via: <https://www.fedustria.be/textiel-hout-meubel-industrie>

FIV-VGI. (2018). *Leden*. Geraadpleegd op 6 februari 2018 via: <http://www.vgifiiv.be/nl/sector/membres/>

Focant, G. & Lecocq, L. (2005). *Een natuurlijke behoefte aan steen*. Sprimont: Pierres et Marbres de Wallonie. Geraadpleegd op 8 april 2018 via: [http://www.pierresetmarbres.be/fileadmin/PMW\\_site/Publications/envie-de-pierre-2005-nl.pdf](http://www.pierresetmarbres.be/fileadmin/PMW_site/Publications/envie-de-pierre-2005-nl.pdf)

Frère, H., Langendries, D. & Georges, M. (s.a.). *Organigram van de houtkolom*. Brussel: NUHOS. Geraadpleegd op 5 april 2018 via: <http://www.nuhos.be/nl/union-nationale-des-entreprises-du-bois-2/houtkolom>

FSC. (2017). *FSC gecertificeerde bossen in België*. Geraadpleegd op 18 augustus 2017 via <http://www.fsc.be/nl-be/certificering-van-bos-of-bedrijf/fsc-boscertificering-fm/fsc-boscertificering-belgi>

GBO. (2017). *Moderne productie van vlakglas*. Geraadpleegd op 29 december 2017 via: [http://www.glasbrancheorganisatie.nl/glas-techniek/glas-door-de-eeuwen-heen/?page=8%2E\\_moderne\\_productie\\_van\\_vlakglas](http://www.glasbrancheorganisatie.nl/glas-techniek/glas-door-de-eeuwen-heen/?page=8%2E_moderne_productie_van_vlakglas)

GDI Vlaanderen. (s.a.). *Databank Ondergrond Vlaanderen: Virtuele boring*. Geraadpleegd op 9 mei 2018 via: <https://www.dov.vlaanderen.be/portaal/?module=verkenner#ModulePage>

Grindcomité. (2015). *Jaarverslagen 2015 Grindcomité en Subcomités, Projectgrindwinningscomité*. Hasselt: Grindcel. Geraadpleegd op 4 april 2018 via:

<https://www.vlaanderen.be/nl/publicaties/detail/jaarverslag-grindcomit-en-subcomit-s>

Gulinck, M. (1958). *Atlas van België: groeven*. Brussel: Militair Geografisch Instituut Ter Kameren.

Health Belgium. (2016). *Databank voor milieuproductverklaringen*. Geraadpleegd op 9 juni 2017 via <http://www.health.belgium.be/nl/databank-voor-milieuproductverklaringen-epd>

Heidelberg Cement. (2017). *Onze bedrijven*. Geraadpleegd op 9 mei 2018 via: <https://www.heidelbergcement.be/nl/onze-bedrijven>

Heymans, K. (2007). *De Belgische staalindustrie in de ban van de globalisering*. Hasselt: Universiteit Hasselt.

Holvoet, B. (2015). *Handleiding bouwen met FSC hout: van beleid tot realisatie*. Heverlee: FSC Belgium.

HoutInfoBois. (2018a). *Gebruikte houtsoorten*. Geraadpleegd op 8 februari 2018 via <http://www.houtinfo Bois.be/nl/bouwen-met-hout/gebruikte-hout-soorten/>

HoutinfoBois. (2018b). *Leden Nationale Federatie der Zagerijen*. Geraadpleegd op 3 april 2018 via: <http://www.houtinfo Bois.be/nl/privaat/>

HoutInfoBois. (2018c). *Nationale federatie der zagerijen*. Geraadpleegd op 9 februari 2018 via <http://www.houtinfo Bois.be/nl/tools/houtzagerijen/>

Houyoux, N. (2015). *Bouwen volgens een eigentijdse vernaculaire architectuur*. *Architectenkrant*, 291, 4. Geraadpleegd op 1 november 2017 via <https://www.architectenkrant.be/images/pdfs/architecten-krant-291.pdf>

Jacobs, A., Vrancken, K., Van Dessel, J., & Adams, W. (2004). *Beste Beschikbare Technieken (BBT) voor de ontginning van zand, grind, leem en klei*. Vito. Geraadpleegd op 28 december 2017 via: [https://emis.vito.be/sites/emis.vito.be/files/pages/migrated/bbt\\_rapport\\_ontginning\\_volledig.pdf](https://emis.vito.be/sites/emis.vito.be/files/pages/migrated/bbt_rapport_ontginning_volledig.pdf)

Janssen, A., Delem, L., & Van Dessel, J. (2012). *Principes en aandachtspunten bij de keuze voor duurzame bouwmaterialen*. S.l.: WTCB.

Jones, W. (2013). *Huizen architectuurgids: Geïllustreerd overzicht van huistypen, constructiemethoden en materialen* (R. de Koning, vertaler). Kerkdriel: Librero. (Origineel werk gepubliceerd in 2013).

Koninklijk besluit van 22 mei 2014 tot vaststelling van de minimumeisen voor het aanbrengen van milieuboodschappen op bouwproducten en voor het registreren van milieuproductverklaringen in de federale databank. (2014, 14 juli). *Belgisch Staatsblad*.

Kuijpers, M. (2016). *Het Weverslabyrint*. Geraadpleegd op 14 maart 2018 via: <http://weverslabyrint.blogspot.be/2016/07/begin-oktober-2013-heb-ik-het-idee.html>

Küstenmacher, M. & Küstenmacher, W. (2001). *Labyrinten: Een ontdekkingsreis door de wereld van labyrinten en doolhoven. Met illustraties uit dertig eeuwen* (A.C. Swierenga, vertaler). Katwijk: Panta Rhei.

Livios. (s.a.). *Soorten natuursteen*. Geraadpleegd op 29 december 2017 via: <https://www.livios.be/nl/bouwinformatie/afwerking/vloeren/natuursteen/soorten-natuursteen/>

Loeys, G. & Peeters, N. (2017). *Marmer: Wat is marmer?* Maldegem: Potier Stone. Geraadpleegd op 5 april 2018 via: <http://www.potierstone.be/Stenen/Marmer>

Malherbe, B., & Gullentops, F. (1996). IJzererts. In Gullentops, F. et al. (Eds.) *Delfstoffen in Vlaanderen* (p. 149-151). Brussel: Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap.

Mardage, P. (1980). *Le patrimoine monumental de la Belgique: Wallonie, Volume 8*. Liège: Solédi. Geraadpleegd op 14 maart 2018 via: <https://books.google.be/books?id=qxqlukdS1XEC&printsec=frontcover&hl=nl#v=onepage&q&f=false>

Meganck, L. (2013). *Interbellumarchitectuur in België*. Leuven: WTA Nederland-Vlaanderen.

Meihuizen, Y. (2011). *Historie van bouwtechnieken en bouwmaterialen*. Geraadpleegd op 7 februari 2018 via: <http://www.omgevingindepraktijk.nl/nieuws/historie-van-bouwtechnieken-en-bouwmaterialen>

Natuurpunt. (2018). *Steengelaag*. Geraadpleegd op 20 januari 2018 via: <https://www.natuurpunt.be/natuurgebied/steengelaag>

Natuursteen. (s.a.). *Partners: Marmerbewerkers*. Geraadpleegd op 5 april 2018 via: <http://www.denatuursteen.be/annuaire-liste>

OEWB. (2017). *PanoraBois Wallonie: édition 2017*. Marche-en-Famenne: Office Economique Wallon Du Bois. Geraadpleegd op 6 april 2018 via: [http://www.oewb.be/sites/default/files/contribute/panora-bois\\_2017\\_3165\\_9650\\_-\\_oewb\\_-\\_brochure\\_2017\\_300dpi-eb.pdf](http://www.oewb.be/sites/default/files/contribute/panora-bois_2017_3165_9650_-_oewb_-_brochure_2017_300dpi-eb.pdf)

Oldenburger, J., Van der Heyden, D., Voncken F., & De Somviele B. (2017). *Eco2eco werkpakket 3 Vraag en aanbod op de houtmarkt in Nederland en Vlaanderen: activiteit 1 Houtstromen in kaart brengen*. Gontrode: BOS+ Vlaanderen

Peeters, K., Van de Moortel, E., Spirinckx, C., Thoelen, P., De Troyer, F., Norton, A. et al. (2013). *Task 2: Life cycle assessment of thermal insulation materials for walls in the Belgian building context*. Brussel: Dirk Cuypers. Geraadpleegd op 17 augustus 2017 via: <https://www.health.belgium.be/nl/lca-isolatiematerialen>

PEFC Belgium. (2017). *Lijst gecertificeerde bossen*. Geraadpleegd op 21 februari 2018 via <https://www.pefc.be/nl/boseigenaar/lijt-gecertificeerde-bossen>

Peirs, G. (1994). *Baksteenarchitectuur in Europa*. Tielt: Uitgeverij Lannoo.

PGC. (2016). *Historiek*. Geraadpleegd op 16 januari 2018 via: <http://www.projectgrindwinningscomite.be/projecten.html>

PierreBleueBelge. (2007a). *Tailleurs de pierre – Steenhouwers*. Geraadpleegd op 20 februari 2018 via: <http://www.pierrebleuebelge.be/images/biblio/biblio-109-1441.pdf>

PierreBleueBelge. (2007b). *Het netwerk: andere landen*. Geraadpleegd op 4 april 2018 via: <http://www.pierrebleuebelge.be/andere-landen.420-nl.html>

PierreBleueBelge. (2007c). *Het bedrijf: Kerncijfers*. Geraadpleegd op 4 april 2018 via: <http://www.pierrebleuebelge.be/kerncijfers.45-nl.html>

Pierres&MarbresWallonie. (2016). *Carrière de pierre bleue de Belgique: Liste*. Geraadpleegd op 2 maart 2018 via: <http://www.pierresetmarbres.be/312/>

Pinxten, P. (2013-2014). *Materiaalleer 1: Bouwchemie – The chemistry of building materials – 1 Bachelor Architectuur*. Hasselt: Universiteit Hasselt.

Scheir, O. (2008). *Romaans en gotiek: Van het Gravensteen tot het Stadhuis van Leuven*. Tielt: Lannoo.

Schellingerhout, N.W. (2009). *Materialen in het bouwbedrijf*. (6<sup>de</sup> druk). Groningen/Houten: Wolters-Noordhoff.

Seidel, F. (2008). *Glas in architectuur* (P. Dal, vertaler). Kerkdriel: Librero.

Sibelco. (2006). *ID-kaart*. Dessel: Sibelco Benelux. Geraadpleegd op 11 augustus 2017 via: <http://www.sibelco.be/>

Steelbel. (2011). *Jaarverslag 2010*. Geraadpleegd op 6 april 2018 via <http://www.steelbel.be/images/2010NL.pdf>

Steelbel. (2012). *Belgisch Staal in 2011: Jaarverslag*. Brussel: GSV. Geraadpleegd op 6 april 2018 via <http://www.steelbel.be/images/2011NL.pdf>

Steelbel. (2013). *Belgisch Staal in 2012: Jaarverslag*. Brussel: GSV. Geraadpleegd op 6 april 2018 via <http://www.steelbel.be/images/2012NL.pdf>

Steelbel. (2014). *Belgisch Staal in 2013: Jaarverslag*. Brussel: GSV. Geraadpleegd op 6 april 2018 via <http://www.steelbel.be/images/2013NL.pdf>

Steelbel. (2015). *Belgisch Staal in 2014: Jaarverslag*. Brussel: GSV. Geraadpleegd op 6 april 2018 via <http://www.steelbel.be/images/2014NL.pdf>

Steelbel. (2016). *Jaarverslag: Belgisch Staal in 2012*. Brussel: GSV. Geraadpleegd op 6 april 2018 via <http://www.steelbel.be/images/2015NL.pdf>

Steelbel. (2017). *Belgisch Staal in 2016: Jaarverslag*. Brussel: GSV. Geraadpleegd op 6 april 2018 via <http://www.steelbel.be/images/2016NL.pdf>

Steelbel. (2018). *Leden*. Geraadpleegd op 9 februari 2018 via: <http://www.steelbel.be/nl/leden.html>

Stofberg, F., & Duijvestein, K. (2006). *Basisdocument Wat is duurzaam bouwen? Leidraad voor het samenstellen van lesmateriaal in het onderwijs voor de bouw, stedenbouw en GWW*. TU Delft: Faculteit Bouwkunde.

Trigaux, D., De Troyen, F., Debacker, W., Delem, L., Janssen, A., & Van Dessel, J. (2013). *Vertaling van de MMG-Output naar beleidstoepassingen in het kader van specifieke gebruikersdoelgroepen*. Mechelen: OVAM. Geraadpleegd op 28 december 2017 via: [https://www.ovam.be/sites/default/files/atoms/files/MMG-B\\_FINAAL%20RAPPORT\\_130903\\_0.pdf](https://www.ovam.be/sites/default/files/atoms/files/MMG-B_FINAAL%20RAPPORT_130903_0.pdf)

Van Dale Uitgevers. (2018). *Betekenis 'allocatie'*. Utrecht: Van Dale Uitgevers. Geraadpleegd op 12 januari 2018 via: [http://www.vandale.nl/gratis-woordenboek/nederlands/betekenis/allocatie#.WlnMPd\\_iaM\\_](http://www.vandale.nl/gratis-woordenboek/nederlands/betekenis/allocatie#.WlnMPd_iaM_)

Van de Velde, M., Rabaut, M., Herman, C. & Vandenborre, S. (2014). *Er beweegt wat op zee...: Een marien ruimtelijk plan voor onze Noordzee*. Brussel: FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu. Geraadpleegd op 4 april 2018 via: <https://economie.fgov.be/sites/default/files/Files/Entreprises/Sand/09-brochure-PAEM-NL.pdf>

Van de Voorde, S. (2008). *Beton in de Belgische architectuur*. UGent: Vakgroep Architectuur en Stedenbouw. Geraadpleegd op 15 januari 2018 via: <https://biblio.ugent.be/publication/424819/file/448655>

Van de Voorde, S., Bertels, I. & Wouters, I. (2015). *Glas en beglazing*. Brussel: Vrije Universiteit Brussel. Geraadpleegd op 8 februari 2018 via <http://naoorlogsebouwmaterialen.be/materiaal/glas-en-beglazing/>

Van den Dobbelsteen, A., & Alberts, K. (2001) *Milieueffecten van bouwmaterialen: duurzaam omgaan met grondstoffen*. Delft: TU Delft/Faculteit Civiele Techniek.

Van der Zanden, I. (2011). *Spiritueel pelgrimeren: Wegwijze voor de moderne pelgrim*. Delft: Uitgeverij Eburon.

Van Genechten, R., & Poppeliers, S. (2013). *Eco Passiefhuis Onderzoek naar een ecologisch verantwoorde woning die een hoog comfort biedt voor de gebruiker*. Tilburg: Avans Hogeschool Tilburg.

Vandaele, M. (2012—2013). *Levenscyclusanalyse van een nulenergiewoning: milieu-impact van bouwmaterialen en installaties*. UGent: Faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur. Geraadpleegd op 2 april 2018 via: [https://lib.ugent.be/fulltxt/RUG01/002/033/353/RUG01-002033353\\_2013\\_0001\\_AC.pdf](https://lib.ugent.be/fulltxt/RUG01/002/033/353/RUG01-002033353_2013_0001_AC.pdf)

Vandersanden. (2018). *Gevelstenen: Technische specificaties*. Geraadpleegd op 2 april 2018 via: <https://www.vandersandengroup.be/professionals/nl-be/gevelstenen>

Vandevorst, K. (2015). *Mechelen De Streyp 17-23*. Geraadpleegd op 2 april 2018 via: <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/302588/beelden>

VGI. (1999). *Glas als materiaal*. Brussel: Verbond van de Glasindustrie. Geraadpleegd op 14 augustus 2017 via: [http://www.vgi-fiv.be/wp-content/uploads/2012/09/Materiaal-glas\\_1999.pdf](http://www.vgi-fiv.be/wp-content/uploads/2012/09/Materiaal-glas_1999.pdf)



VGI. (2013). *Een andere kijk op beglazing en hun functies*. Brussel: Verbond van de Glasindustrie. Geraadpleegd op 29 december 2017 via: <http://www.vgi-fiv.be/wp-content/uploads/2012/11/Un-autre-regard-sur-les-vitrages-et-leurs-fonctions-2e-edition-Nl.pdf>

VGI-FIV. (2016). *Activiteiten verslag 2016: Een glasheldere kijk op de Belgische glasindustrie*. Brussel: Verbond van de glasindustrie. Geraadpleegd op 6 april 2018 via: <http://www.vgi-fiv.be/wp-content/uploads/2017/06/VGI-Activiteiten-verslag-2016.pdf>

VGI-FIV. (2017). *Statistische gegevens 2016: Een becijferde kijk op de Belgische glasindustrie*. Brussel: Verbond van de glasindustrie. Geraadpleegd op 9 april 2018 via: [http://www.vgi-fiv.be/wp-content/uploads/2018/01/VGI\\_Statistische\\_gegevens\\_2016\\_LR\\_web.pdf](http://www.vgi-fiv.be/wp-content/uploads/2018/01/VGI_Statistische_gegevens_2016_LR_web.pdf)

VNMI. (2018). *Staal*. Zoetermeer: VNMI. Geraadpleegd op 20 januari 2018 via: <https://www.vnmi.nl/index.php?page=14>

Wasser, B. (2010). *Pelgrimstochten: langs wegen en door tijden*. Amsterdam: Uitgeverij Boom.

Wattanders. (2010). *Wat is People, Planet, Profit?* Geraadpleegd op 10 april 2017 via [http://wattanders.nl/duurzaamheid/duurzaamheidsmeting/wat\\_is\\_people\\_planet\\_profit](http://wattanders.nl/duurzaamheid/duurzaamheidsmeting/wat_is_people_planet_profit)

Wegen-Routes. (2016). *Het snelwegennet in kaart: 1995*. Geraadpleegd op 6 februari 2018 via <http://www.wegen-routes.be/maps/1995n.html>

Wienerberger. (2011). *Kiezen voor groen produceren, bouwen en wonen met Wienerberger... is kiezen voor de toekomst* [Brochure]. Geraadpleegd op 17 augustus 2017 via: <http://www.wenz.be/opencms/export/sites/default/downloads/100710-BrochureDuurzaamheid-210x297-N.pdf>

Worldsteel. (2017). *Steel statistical yearbook 2017*. Brussels: World Steel Association. Geraadpleegd op 6 april 2018 via: <https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:3e275c73-6f11-4e7f-a5d8-23d9bc5c508f/Steel+Statistical+Yearbook+2017.pdf>

Wouters, I. & de Bouw, M. (2008). *IJzer en Staal: van smeden tot gieten ... Erfgoed van Industrie en Techniek*.



WTCB. (2006). *Staal in de bouw: Deel 1: Corrosiviteit van de milieus en staal-soorten*. Geraadpleegd op 20 januari 2018 via: [http://www.wtcb.be/homepage/download.cfm?dtype=publ&doc=wtcb\\_arton-line\\_2006\\_4\\_nr6.pdf&lang=nl](http://www.wtcb.be/homepage/download.cfm?dtype=publ&doc=wtcb_arton-line_2006_4_nr6.pdf&lang=nl)

Yanovshtchinsky, V., Huijbers, K., Blokland, E., & van den Dobbelsteen, A. (2013). *Architectuur als klimaatmachine: handboek voor duurzaam comfort zonder stekker*. Amsterdam: Uitgeverij Sun.

Zabalza Bribián, I., Valero Capilla, A., & Aranda Usón, A. (2010). *Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of their co-efficiency improvement potential*. Zaragoza: Elsevier Ltd.

Zwarthout. (2018). *Zwarthout - Shou Sugi Ban*. Geraadpleegd op 25 april 2018 via: <https://www.zwarthout.com/>



## BIJLAGEN

### Bijlage 1: Online enquêtevragen in het Nederlands.

Met behulp van deze enquête wens ik op zoek te gaan naar materialen die intuïtief als lokaal beschouwd worden door architecten in het werkveld en wat de reden hiervoor zou kunnen zijn.

Alvast bedankt om mij te helpen met mijn thesisonderzoek.

1. Wat is uw geboortedatum? (dd/mm/yyyy)

2. Wat is uw geslacht?

\*Man

\*Vrouw

3. In welke stad/gemeente hebt u het langst gewoond?

4. In welke stad/gemeente is uw architectenbureau gelegen?

5. Wat is volgens u de betekenis van een **lokaal bouw materiaal**?

6. Welke 5 bouwmaterialen worden door u het **meest** beschouwd als lokaal? (nr. 1 is voor u het meest lokale bouw materiaal)

1. \_\_\_

2. \_\_\_

3. \_\_\_

4. \_\_\_

5. \_\_\_

7. Geef per materiaal de **reden** aan waarom u dat materiaal als één van de vijf meest lokale bouwmaterialen beschouwd.

Antwoord 1: \_\_\_

Antwoord 2: \_\_\_

Antwoord 3: \_\_\_

Antwoord 4: \_\_\_

Antwoord 5: \_\_\_

8. Wat zijn volgens u de **voordelen** bij het gebruiken van lokale materialen?

9. Wat zijn volgens u **nadelen** bij het gebruiken van lokale materialen?

10. Hebt u in één of meerdere projecten reeds gebruik gemaakt van lokale materialen?

\*Ja

11. Welke bouwmaterialen hebt u in één of meerdere projecten gebruikt?

12. Wat waren de belangrijkste redenen om wel gebruik te maken van lokale bouwmaterialen in uw projecten?

\*Nee

13. Wat waren de belangrijkste reden om geen gebruik te maken van lokale bouwmaterialen in uw projecten?

14. Heeft u eerst vooronderzoek gedaan naar de voor- en/of nadelen van lokale materialen voor u ze wel/niet toepaste in één of meerdere projecten?

\*Ja

15. Welke bronnen hebt u voor dit vooronderzoek geraadpleegd?

16. Wat waren de belangrijkste factoren uit het vooronderzoek die u overtuigd hebben om te kiezen voor een bepaald lokaal materiaal?

\*Nee

17. Waarom heeft u geen vooronderzoek gedaan?

18. Heeft u opmerkingen bij deze enquête?

## Bijlage 2: Online enquêtevragen in het Frans.

---

À l'aide de cette enquête, je voudrais rechercher des matériaux qui sont intuitivement considérés comme locaux par les architectes sur le terrain et quelle en serait la raison.

Merci d'avance de m'aider avec ma thèse de recherche.

1. Quelle est votre date de naissance ? (dd/mm/yyyy)

2. Quel est votre sexe ?

\*Homme

\*Femme

3. Dans quelle ville/municipalité avez-vous vécu le plus longtemps ?

4. Dans quelle ville/municipalité se trouve votre agence d'architecture ?

5. Que pensez-vous de la signification d'un **matériel de construction local** ?

6. Quels matériaux de constructions êtes-vous **le plus** considéré un local ? (nr. 1 est le matériau de construction le plus local pour vous)

1. \_\_\_\_

2. \_\_\_\_

3. \_\_\_\_

4. \_\_\_\_

5. \_\_\_\_

7. Indiquez pour chaque matériau **la raison** pour laquelle vous considérez ce matériau comme l'un des cinq matériaux de construction les plus locaux.

Répondre 1: \_\_\_\_

Répondre 2: \_\_\_\_

Répondre 3: \_\_\_\_

Répondre 4: \_\_\_\_

Répondre 5: \_\_\_\_

8. Selon vous, quels sont **les avantages** de l'utilisation de matériaux locaux ?

9. Selon vous, quels sont **les inconvénients** de l'utilisation de matériaux locaux ?

10. Avez-vous déjà utilisé des matériaux locaux dans un ou plusieurs projets ?

\*Oui

11. Quels matériaux de construction locaux avez-vous utilisés dans un ou plusieurs projets ?

12. Quelles sont les raisons principales d'utiliser les matériaux de construction locaux dans vos projets ?

\*Non

13. Quelles sont les raisons principales de ne pas utiliser les matériaux de construction locaux dans vos projets ?

14. Avez-vous d'abord recherché les avantages et/ou les inconvénients des matériaux locaux avant de les appliquer dans un ou plusieurs projets ?

\* Oui

15. Quelles sources avez-vous consultées pour cette recherche préliminaire ?

16. Quels ont été les facteurs les plus importants de la recherche préliminaire qui vous ont convaincu de choisir un certain matériel local ?

\*Non

17. Pourquoi n'avez-vous pas effectué de la recherche préliminaire ?

18. Avez-vous des commentaires sur cette enquête ?

