



PREFAB KALKHENNEPELEMENTEN IN DE BOUWPRAKTIJK

Masterscriptie 2018 - 2019

Sam Pennemans
2^{de} Master Architectuur
Seminarie Bouwkundig concept



PREFAB KALKHENNEPELEMENTEN IN DE BOUWPRAKTIJK

“Hoe worden prefab kalkhennepanelen toegepast binnen de Vlaamse
bouwpraktijk?”

Masterscriptie 2018 - 2019

Sam Pennemans
2^{de} Master Architectuur
Seminarie Bouwkundig concept
Promotor – Elke Knapen



ABSTRACT

Titel Prefab kalkhennep-elementen in de bouwpraktijk

Auteur Sam Pennemans

Promotor Elke Knapen, UHasselt

Binnen deze scriptie wordt verder ingegaan op het thema materiaalbewust bouwen, meer bepaald op de toepassing van prefab kalkhennepanelen in de bouwsector. Hoewel het materiaal kalkhennep al bezig is met een opmars binnen Europa, blijft in Vlaanderen het gebruik van het materiaal voorlopig beperkt (WTCB 2018). Kalkhennep is nochtans een veelzijdig product met verschillende uitvoeringsvormen (in situ geplaatst, in blokvorm, prefab panelen, ...) en toepassingsmogelijkheden (isolatie van vloeren, wanden en daken, zowel bij nieuwbouw als renovaties, ...) en met een potentieel op bouwfysisch en ecologisch vlak. De combinatie van isolerende, vochtregulerende, ecologische en esthetische eigenschappen maakt het materiaal interessant om toe te passen binnen duurzame bouwprojecten.

Bij het gebruik is er echter een uitgebreide kennis nodig van de materiaaleigenschappen en het materiaalgedrag enerzijds en van de project specifieke randvoorwaarden anderzijds. Dit komt doordat men kalkhennep niet zomaar mag toepassen als een conventioneel bouw materiaal. Het materiaal bezit namelijk een specifiek hygrothermisch gedrag dat, indien fout toegepast, een groot risico op schadegevallen en vermindering van prestaties met zich mee kan brengen.

Vandaar dat het doel van deze scriptie om inzicht te verkrijgen in het gebruik van kalkhennep binnen de Vlaamse bouwpraktijk, meer bepaald in de toepassing van prefab kalkhenneppanelen. Om het ontwerp en de uitvoering met deze panelen in kaart te brengen, worden de verschillende fasen die de prefab panelen doorlopen binnen een bouwproject onderzocht door middel van een literatuurstudie gevolgd door verschillende casestudies.

Door de al uitgebreide beschikbaarheid van theoretische inzichten in de samenstelling en het bouwfysische gedrag van het materiaal kalkhennep, is het hoofdstuk hierover eerder een samenvatting onder de vorm van een literatuurstudie. De hoofdfocus ligt dan ook op het onderzoek naar de verschillende fasen binnen het bouwproces met de prefab kalkhenneppanelen vanuit de praktijk. Dit deel van het onderzoek wordt onderbouwd door analyses van verschillende cases van Vlaamse projecten, bevragingen van actoren uit de verschillende fasen van het bouwproces en observaties binnen het productieproces.

Een eerste onderzoek is naar de productie van de prefab kalkhenneppanelen zelf. Dit is onderzocht aan de hand van een observatie van een productie die op het moment van het onderzoek gaande is, aangevuld met een bevraging van de producent zelf. Hierdoor wordt er een inzicht verkregen in hoe de productie verloopt en wat de mogelijkheden en beperkingen zijn van de panelen.

Een volgend onderzoek is dat naar de uitvoeringsfase op de werf. Dit onderzoek verloopt door middel van plananalyses van een woning gebouwd met prefab kalkhenneppanelen, aangevuld met bevragingen van zowel de architect, bouwheer als producent/aannemer. Dit zorgt voor een meer duidelijke kijk op hoe de panelen geïntegreerd worden binnen het ontwerp en hoe de uitvoering op de werf verloopt.

Als laatste is het productie-, ontwerp- en uitvoeringsproces onderzocht door middel van bevestigingen van de bijhorende actoren van deze processen. Dit onderzoek focust meer op de linken tussen de verschillende processen van het project en wat de verschillende actoren doen binnen deze processen. Deze analyse verloopt dan ook op basis van bevestigingen van zowel de architect, bouwheer als producent/aannemer.

Aan de hand van deze verschillende onderzoeken en door deze onderling met elkaar te vergelijken, is er een conclusie gevormd die antwoord op de volgende onderzoeksvraag: *“Hoe worden prefab kalkhennepanelen toegepast binnen de Vlaamse bouwpraktijk?”* En de bijhorende deelvragen: *“Welke gevolgen heeft de toepassing van prefab kalkhennepanelen op het ontwerp- en uitvoeringsproces? Wat zijn de voordelen en wat zijn de aandachtspunten?”* en *“Wat zijn de drijfveren voor het gebruik van prefab kalkhennepanelen voor de verschillende actoren?”*

Uit het onderzoek blijkt dat er getracht wordt om de fysische, ecologische en economische eigenschappen van de panelen te optimaliseren. Hierbij wordt er getracht de integratie van de panelen binnen een project zo eenvoudig mogelijk te houden, zodat voorafgaande kennis van het bouwsysteem voor de bouwheer en architect niet noodzakelijk is om tot een volwaardig project te komen en men dus kan vertrouwen op de kennis en expertise van de producent/aannemer. Dit allemaal zonder dat de gewenste vormgeving van de bouwheer hierbij in het gedrang komt.

INHOUD

ABSTRACT	3
FIGURENLIJST.....	7
1 INTRODUCTIE.....	9
1.1 PROBLEEMSTELLING.....	9
1.2 DOEL	10
1.3 ONDERZOEKSVRAGEN	10
1.4 FOCUS.....	11
1.5 ONDERZOEKSMETHODOLOGIE	11
2 ACHTERGROND.....	12
3 KALKHENNEP ALS BOUWMATERIAAL.....	20
3.1 INLEIDING	20
3.2 HENNEP	21
3.3 KALK.....	23
3.4 KALKHENNEP	26
4 ONDERZOEKSMETHODOLOGIE CASES.....	37
4.1 ONDERZOEKSDOELSTELLINGEN	37
4.2 ONDERZOEKSMETHODES	38
4.3 CASESTUDIE 1	39
4.4 CASESTUDIE 2	40
5 FABRICATIE KALKHENNEPPANELEN	41
5.1 HET ONTWERP.....	41
5.2 PRODUCTIE	42
5.3 BEPLATING.....	44
5.4 KALKHENNEPMENGSEL	44
5.5 DROGING	46
5.6 LEVERING.....	46
5.7 INNOVATIE HENNEPPLATEN.....	47
5.8 BEVINDINGEN.....	48
6 ONTWERP EN UITVOERING OP DE WERF.....	49
6.1 WANDEN	49
6.2 VLOER- EN DAKOPBOUW	58
6.3 DETAILS.....	61
6.4 BEVINDINGEN.....	66
7 PROCES EN ACTOREN	67
7.1 BEVRAGINGEN.....	67

7.2	BEVINDINGEN.....	74
8	CONCLUSIE	77
9	MASTERPROJECT	79
	BIBLIOGRAFIE	81

FIGURENLIJST

Figuur 1-1: Trias Energetica (RVO 2015)	9
Figuur 2-1: EU 28 - Primair energieverbruik en ontwikkeling van het bbp (commissie 2017).....	12
Figuur 2-2: Evolutie van de productie van primaire energie, EU-28, 2006-2016 (Eurostat 2018).....	13
Figuur 2-3: productie van primaire energie, EU-28, 2016 (Eurostat 2018).....	14
Figuur 2-4: Afvalproductie in de EU-28 per sector, 2014 (Eurostat 2017).....	15
Figuur 2-5: Kosten-efficiëntie en kosten optimaal niveau (energieagentschap 2012)	17
Figuur 2-6: Piramide principe trias materia (Duurzaammo 2018)	19
Figuur 3-1: Dwarssectie hennepstengel (Khan 2014)	21
Figuur 3-2: De kalkcyclus (Verhoeven 2014)	23
Figuur 3-3: Karakteristieken van natuurlijke kalk (Sparrow 2014).....	24
Figuur 3-4: Kalkhennep toegepast met houtskeletbouw (huis 2018).....	28
Figuur 3-5: A) Hygroscopische absorptie B) Capillaire condensatie C) Oververzadiging (De Herde 2005)	29
Figuur 3-6: Vochtbufferwaarde classificatie tabel (Collet 2012).....	30
Figuur 3-7: Regional House Edegheem - BC architects (BC-architects 2015).....	31
Figuur 3-8: Aanbrengen van kalkhennep d.m.v. spuitmachine (Energieprovincie 2017)	32
Figuur 3-9: Isohemp Hennepblokken (Isohemp z.d.)	33
Figuur 3-10: Isohemp Linteel (Isohemp 2016)	33
Figuur 3-11: Plaatsing van kalkhennep prefab wanden (PUUR-bouwen z.d.)	34
Figuur 3-12: Sectie door HIAB-home V2 paneel (box z.d.).....	34
Figuur 4-1: Foto woning Heusden (PUUR-bouwen 2016)	39
Figuur 4-2: Bestaande woning (Google Street view).....	40
Figuur 5-1: Voorbeeld indeling panelen project Oosterzele (PUUR-bouwen 2016).....	41
Figuur 5-2: Voorbeeld individueel prefab paneel project Waasmunster (PUUR-bouwen 2018)	41
Figuur 5-3: Plannen beschikbaar op de werkplaats (eigen foto)	42
Figuur 5-4: Stockage gezaagde balken (eigen foto)	43
Figuur 5-5: Frames na montage balken (eigen foto).....	43
Figuur 5-6: Paneel met geperforeerde Fermacell plaat (eigen foto)	44
Figuur 5-7: Droger (eigen foto)	45
Figuur 5-8: Menger (eigen foto).....	45
Figuur 5-9: Stapeling panelen met houtwol (eigen foto)	46
Figuur 5-10: Hennepplaat (eigen foto).....	47
Figuur 6-1: Grondplan niveau -1 (1/150) (Beck 2014).....	49
Figuur 6-2: Grondplan niveau 0 (1/100) (Beck 2014).....	50
Figuur 6-3: Grondplan niveau +1 (1/100) (Beck 2014).....	51
Figuur 6-4: Bevestiging kalkhenneppanelen (PUUR-bouwen 2016)	52
Figuur 6-5: Muur met pleisterafwerking (eigen afbeelding).....	53
Figuur 6-6: Muur opbouw met pleisterafwerking horizontale snede (eigen afbeelding).....	53
Figuur 6-7: Muuropbouw met houtafwerking (eigen afbeelding)	54
Figuur 6-8: Muur opbouw met houtafwerking horizontale snede (eigen afbeelding)	55
Figuur 6-9: Opbouw binnenwand (eigen afbeelding)	55
Figuur 6-10: Opbouw uitzondering 1 (eigen afbeelding)	56
Figuur 6-11: Kolom ter hoogte van de carport (Beck 2014).....	57
Figuur 6-12: Kolom ter hoogte van raamopening (Beck 2014)	57
Figuur 6-13: Vloeropbouw eerste verdieping (eigen afbeelding)	58
Figuur 6-14: Vloeropbouw ter hoogte van de carport (eigen afbeelding).....	59

Figuur 6-15: Dakopbouw (eigen afbeelding).....	60
Figuur 6-16: Dakrand detail (1/10) (Beck 2014).....	61
Figuur 6-17: Maaiveld detail houten gevelbekleding (1/10) (Beck 2014).....	62
Figuur 6-18: Raam detail	63
Figuur 6-19: Detail uitkraging carport (1/10) (Beck 2014)	64
Figuur 6-20: Detail knooppunt carport (1/10) (Beck 2014).....	65
Figuur 9-1: Masterplan (eigen afbeelding).....	79
Figuur 9-2: Programma (eigen afbeelding)	80

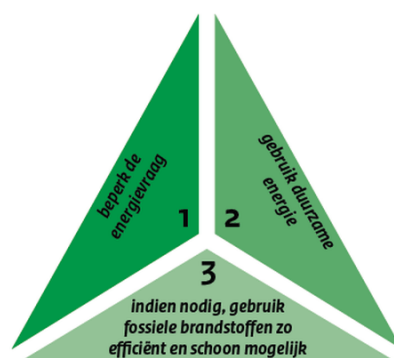
1 INTRODUCTIE

In dit hoofdstuk wordt de probleemstelling van deze thesis beschreven, gevolgd door een korte schets van de achtergrond van het onderwerp, het doel en de onderzoeksvraag van de scriptie, waar de focus op gelegd zal worden en hoe de structuur en het verslag gevormd is.

1.1 PROBLEEMSTELLING

Duurzaamheid als begrip wordt binnen het dagelijkse leven steeds belangrijker. Dit complexe begrip is echter zeer ruim en niet altijd even makkelijk te vatten. Toch is het zeer belangrijk om op zoveel mogelijke manieren duurzaamheid te integreren binnen het dagelijkse leven en andere sectoren.

Als men duurzaamheid toepast binnen de bouwsector, gaat het vaak over energie-efficiëntie. Hiervoor kan men bijvoorbeeld het principe van de trias energetica toepassen (zie Figuur 1-1). In een eerste stap dient de energievraag beperkt te worden door bv. gebruik te maken van energiezuinigere processen, met als voorbeeld uit de bouwsector het beter isoleren of compacter bouwen. De volgende stap is het gebruiken van duurzame energie zoals zonne- en windenergie of eventuele reststromen. Indien er dan nog bijkomende energie nodig is, moeten fossiele brandstoffen op een zo efficiënt en schoon mogelijke manier gebruikt worden door bv. hoge rendements-installaties of energie-efficiënte verlichting (RVO 2015).



Figuur 1-1: Trias Energetica (RVO 2015)

Naast het verhogen van de energie-efficiëntie wordt ook de impact die een gebouw heeft gedurende zijn volledige levenscyclus steeds belangrijker binnen het domein van duurzaam bouwen. Ook veranderingsgericht bouwen waarbij tijdens het ontwerp rekening wordt gehouden met mogelijke toekomstige veranderingen van de noden en wensen van de gebruikers, komt steeds meer onder de aandacht.

Deze scriptie zal verder ingaan op het gebruik van kalkhennep(panelen) binnen de bouwsector. Kalkhennep bestaat uit vier verschillende basiscomponenten, nl. hennepscheven, water, bindmiddel (kalk) en additieven. Kalkhennep kan op verschillende wijzen uitgevoerd worden (in situ gespoten, gestort worden of geprefabriceerd worden als blokken of platen) en voor verschillende toepassingen gebruikt worden, zoals voor wanden, vloeren, isolatie, afwerking, ... bij zowel renovatie als nieuwbouw.

Een belangrijk aspect van het materiaal kalkhennep en waarom dit toegepast wordt binnen de bouwsector, zijn de verschillende bouwtechnische eigenschappen die het materiaal bezit. Zo heeft kalkhennep onder andere zowel thermisch als akoestisch isolerende eigenschappen, kan het een ruimte ademende eigenschappen geven en het vochtgehalte natuurlijk regelen. Verder is het ook in bepaalde mate bestand tegen weersinvloeden, ongedierte, rotting en schimmels. Deze en nog andere bouwfysische aspecten zullen later in 3.4.2 verder bekeken worden.

Kalkhennep bezit op ecologisch vlak een sterk potentieel. Zo blijkt uit studies dat de fase van de productie van de grondstoffen de hoogste impact heeft en dat de balans voor het klimaat voordelig is doordat de CO₂, die opgenomen wordt door fotosynthese en carbonatatie meer is dan de uitstoot. Als men dit vergelijkt met een meer gangbare muuropbouw, zullen de hoge milieukwaliteiten van de kalkhennepmuur benadrukt worden (Prétot 2014). Verder bezit kalkhennep een zeer lange levensduur (> 100 jaar) en kan deze in bepaalde toepassingsvormen gedurende zijn hele levensduur CO₂ absorberen uit de lucht en opslaan (Prétot 2014).

Maar voor het toepassen van kalkhennep, heeft men nood aan een uitgebreide kennis van het materiaal zelf en de projectspecifieke randvoorwaarden. Kalkhennep verschilt immers van conventionele bouwmaterialen door zijn specifieke hygrothermische eigenschappen. Een correcte toepassing van kalkhennep is dan ook aangewezen om schadegevallen te vermijden.

Ondanks deze veelzijdigheid van kalkhennep, is het materiaal nog niet echt ingeburgerd. Toch is kalkhennep bezig aan een opmars binnen Europa, al blijft Vlaanderen voorlopig achter (WTCB 2018).

1.2 DOEL

Het doel van deze scriptie is het gebruik van geprefabriceerde kalkhenneppanelen binnen de Vlaamse bouwpraktijk in kaart te brengen. Zowel het productieproces van de panelen, de implicaties voor het ontwerpproces als de plaatsing en uitvoering op de werf worden bestudeerd. Daarnaast worden ook de drijfveren voor het gebruik van prefab kalkhenneppanelen en de gebruikerservaringen bevestigd.

1.3 ONDERZOEKSVRAGEN

- Hoe worden prefab kalkhenneppanelen toegepast binnen de Vlaamse bouwpraktijk?
- Welke gevolgen heeft de toepassing van prefab kalkhenneppanelen op het ontwerp- en uitvoeringsproces? Wat zijn de voordelen en wat zijn de aandachtspunten?
- Wat zijn de drijfveren voor het gebruik van prefab kalkhenneppanelen voor de verschillende actoren?

Omdat zowel het productieproces als het ontwerpproces, de uitvoering en het gebruik van prefab kalkhenneppanelen onderzocht worden, worden de sub-onderzoeksvragen onderverdeeld volgens onderstaande processen en bijhorende actoren.

- Productieproces (Producent)
 - Hoe verloopt het productieproces van prefab kalkhenneppanelen?
 - Wat zijn de huidige ontwikkelingen binnen het productieproces van prefab kalkhenneppanelen?
 - In welke mate wordt er rekening gehouden met recycling en hergebruik binnen het productieproces van kalkhenneppanelen?
- Ontwerpproces (Architect)
 - In hoeverre moet er rekening gehouden worden met de prefab kalkhenneppanelen binnen het ontwerpproces?
 - Wat zijn de ontwerprijheden en -restricties die kalkhenneppanelen met zich meebrengen?
 - Hoe verloopt de detaillering van een project met kalkhenneppanelen?
 - Wat is de drijfveer voor het gebruik van kalkhenneppanelen?

- Plaatsingsproces (Aannemer)
 - Hoe verloopt het plaatsingsproces van kalkhenneppanelen in de bouwpraktijk?
- Gebruiksfase (Gebruiker / inwoner)
 - Wat is de drijfveer voor het gebruik van kalkhenneppanelen?
 - Hoe wordt het gebruik van een woning bestaande uit kalkhenneppanelen ervaren (in vergelijking met traditionele woningbouw)?

1.4 FOCUS

Door de al uitgebreide beschikbaarheid van theoretische inzichten in de materiaaleigenschappen van kalkhennep zal het hoofdstuk hierover eerder een samenvatting zijn van bestaande literatuur. De hoofdfocus van deze scriptie ligt vooral op de praktijktoepassing van kalkhenneppanelen.

1.5 ONDERZOEKSMETHODOLOGIE

Binnen deze scriptie wordt gestart met een opbouw van kennis op basis van bestaande literatuur met betrekking tot kalkhennep, om meer inzicht te krijgen in de materiaaleigenschappen en toepassingen. Hierbij wordt vooral aandacht besteed aan de toepassing van prefab kalkhenneppanelen. Hierna wordt er onderzoek gedaan naar bestaande Vlaamse projecten die gebruik maken van prefab kalkhenneppanelen, waarbij de verschillende fasen van de levenscyclus van deze panelen onderzocht worden aan de hand van twee verschillende cases. De eerste case is een al eerder gerealiseerd project. De tweede case is een project dat tijdens het onderzoek van deze scriptie in productie is. Deze case bezit een gelijkaardige opbouw aan de eerste case.

Binnen deze cases bestaat het onderzoek uit drie verschillende onderdelen. Eerst is er onderzoek gedaan naar het productieproces van de panelen. Het tweede onderzoek bestaat uit een analyse van plannen, opbouwen, details, Het derde en laatste onderzoek is opgebouwd aan de hand van bevragingen van de verschillende actoren binnen de verschillende fasen van de levenscyclus van de prefab kalkhenneppanelen. Op deze manier is er getracht om een inzicht te krijgen in de praktische toepassing van kalkhennep in de Vlaamse context en de aandachtspunten bij het ontwerp en de uitvoering. Ook de drijfveren voor toepassing en de gebruikerservaring na ingebruikname van woningen met kalkhenneppanelen worden onderzocht.

Dit scriptieonderzoek sluit aan bij een parallel lopend onderzoek van de Faculteit Architectuur en Kunst van de UHasselt in samenwerking van WTCB en Pixii, met als titel "Ontwikkeling van ontwerp- en uitvoeringsondersteuning voor de toepassing van kalkhennep in de Vlaamse bouwsector".

2 ACHTERGROND

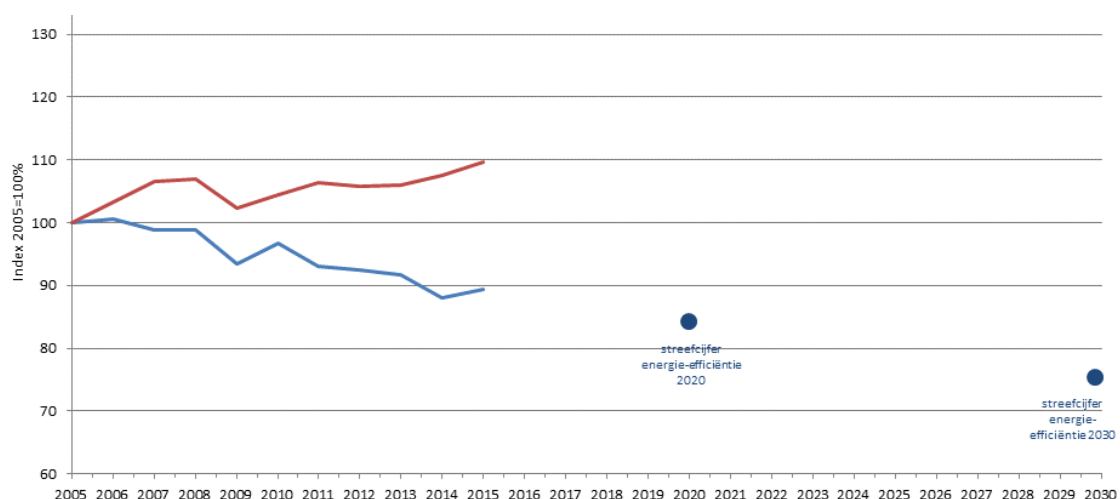
2.1.1 DUURZAAMHEID

Het begrip duurzaamheid wordt steeds belangrijker binnen het dagelijkse leven. Het is echter een heel ruim begrip. Zo slaat het bijvoorbeeld niet enkel terug op milieu-impact, wat natuurlijk wel een belangrijk aspect ervan is, maar ook op tal van andere deelaspecten die samen dit moeilijk te omvatten begrip vormen.

Duurzame ontwikkeling is, volgens (World Commission on Environment and Development. and Brundtland kommissionen. 1987) een ontwikkeling die voldoet aan de noden van de hedendaagse samenleving zonder deze van de toekomstige generaties in het gedrang te brengen. Het doel is dan ook het verbeteren van zowel hedendaagse als toekomstige menselijke behoeftes, zonder de invloeden op de natuurlijke bronnen en het milieu uit het oog te verliezen. De duurzame ontwikkeling kent ook limieten gekoppeld aan het heden. Zo is er nood aan een verbetering van de huidige technologie en sociale organisatie om de ontwikkeling extra te stimuleren.

Duurzame ontwikkeling is direct gelinkt aan de dynamische bevolkingsgroei. Bij een stabiele bevolkingsgroei, i.p.v. de huidige exponentiële groei, zou een duurzame ontwikkeling op een makkelijkere en consistente manier kunnen evolueren waarbij rekening gehouden kan worden met de capaciteit van het ecosysteem. Doordat deze groei zich exponentieel voordoet (Bank 2017), is er een verhoogde nood aan natuurlijke bronnen, waar deze bronnen eindig blijven, ondanks een toenemende kennis die een verhoogde productiviteit met zich meebrengt.

Net als de bevolking, ondergaat de industriële sector ook een aanhoudende groei (UNIDO 2018). Deze groei kent verschillende oorzaken, waaronder enerzijds de bevolkingstoename en de verhoogde levensstandaard en anderzijds de economische winst. Hierbij zorgt een toenemende kennis voor een hogere productiviteit, hogere efficiëntie en eventueel een lagere milieu-impact. Zo zal het proces minder materiaal- en energie-intensief kunnen verlopen. Dit wordt zichtbaar gemaakt in Figuur 2-1 voor de industriële sector van de EU. Hier is ondanks de toename van het BBP (bruto binnenlands product) met 10% in 2015 ten opzichte van 2005, de uitstoot van broeikasgassen aanzienlijk verminderd tot circa 90% van deze in 2005 (commissie 2017).



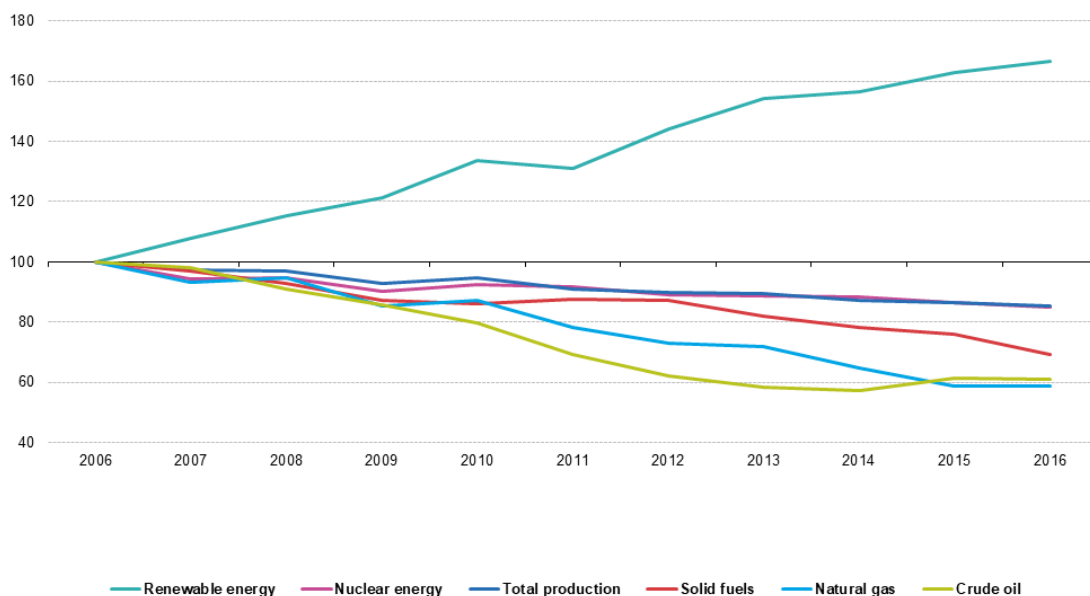
Figuur 2-1: EU 28 - Primair energieverbruik en ontwikkeling van het bbp (commissie 2017)

Ook onderlinge connecties en invloeden die verschillende sectoren of aspecten op elkaar uitoefenen maken van duurzaamheid een complexe materie. Zo kan bijvoorbeeld een waardevol stuk grond een degradatie ondergaan ten gevolge van vervuiling of een niet optimaal gebruik. Hier wordt de economische waarde van de grond benadeeld door ecologisch schadelijke acties. Ecologie en economie zijn dus niet altijd tegengesteld aan elkaar en is het nodig om beide samen te integreren bij het maken van beslissingen. Zo kan energie- en materiaalefficiëntie zorgen voor een gereduceerde prijs van producten en een lagere milieu-impact, maar kan een economische groei ook het risico meebrengen tot milieuschade door een toename van druk op de natuurlijke bronnen door het opgebruiken van eindige bronnen.

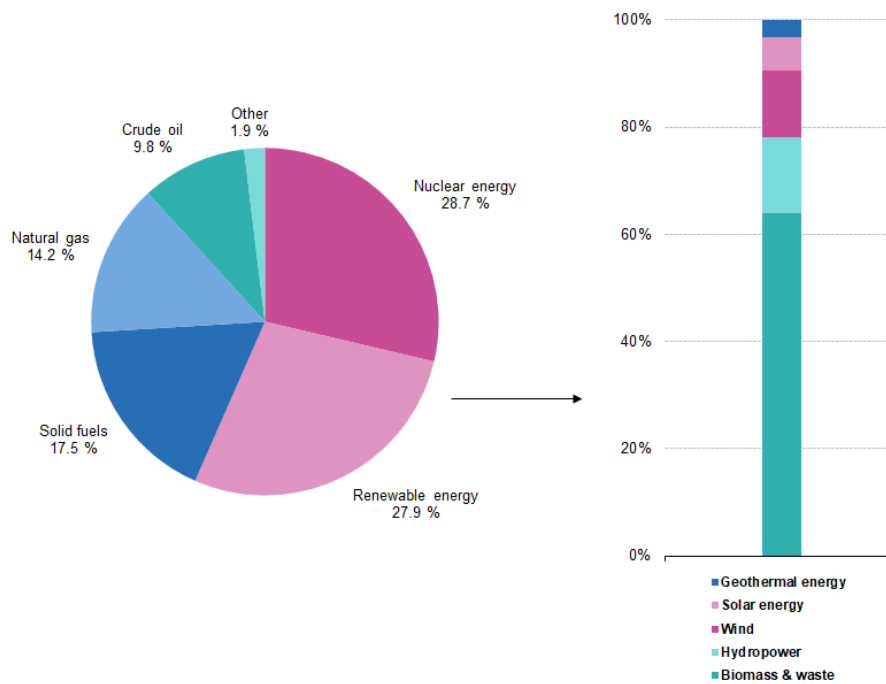
2.1.2 (NIET-) HERNIEUWBARE BRONNEN

De uitputting van niet-hernieuwbare bronnen is de dag van vandaag een vaak behandeld thema (Hier gaat het dan echter meestal over fossiele brandstoffen en blijven andere, bv. Minerale grondstoffen, zand, zink, ... buiten deze aandacht). Zo zal men rekening moeten houden met de snelheid van de uitputting. Een voorbeeld in de bouwsector is het opleggen van een maximaal E-peil voor een woning om zo de benodigde energie door het jaar te beperken. Hier zal, indien verwarmd wordt door middel van fossiele brandstoffen, de uitputting van fossiele brandstoffen vertraagd kunnen worden. Ook zoals eerder aangehaald zullen nieuwe technologieën helpen met het vertragen van deze uitputting of kan er gezocht worden naar een betere, al dan niet hernieuwbare vervanger.

Figuur 2-2 toont de procentuele evolutie van primaire energieproductie binnen de EU over een periode van 2005 tot 2015. Hier is 2005 genomen als het referentiepunt en ziet men duidelijk de toename in de opwekking van hernieuwbare energie, waar andere producenten een al dan niet lichte afname kennen. Echter door het procentuele karakter ten opzichte van 2005, wil dit niets zeggen over het aandeel binnen de totale energieproductie. Figuur 2-3 daarentegen laat zien dat hernieuwbare energie met 27,9% in 2016 een aanzienlijk aandeel bezit binnen de energieproductie binnen de EU (Eurostat 2018).



Figuur 2-2: Evolutie van de productie van primaire energie, EU-28, 2006-2016 (Eurostat 2018)



Figuur 2-3: productie van primaire energie, EU-28, 2016 (Eurostat 2018)

De overschakeling naar hernieuwbare bronnen is echter niet zo vanzelfsprekend. Vanuit de bouwsector bijvoorbeeld is het aangewezen om te starten vanuit energiebeperking. Dit is een belangrijk aspect en waarschijnlijk de makkelijkste manier om te werken aan een duurzame toekomst. Na energiebeperking wordt de overschakeling naar hernieuwbare bronnen een meer relevant thema. Deze duurzame bron moet namelijk voldoen aan de capaciteit van het ecosysteem zodat het proces tijd genoeg heeft om te regenereren en tevens aan de noden van de mens te voldoen.

2.1.3 EU-DOELSTELLINGEN

Vanuit de EU werd er in 2007 een zogenaamde 2020-strategie vastgesteld met een beperkt aantal kerndoelen op lange termijn, met groene economische groei als één van deze doelen. Hierbinnen tracht men de 20/20/20 – doelstellingen te vervullen tegen 2020 (commissie 2007):

- De uitstoot van broeikasgassen moeten met 20% worden verminderd t.o.v. 1990.
- De energie-efficiëntie moet met 20% verhoogd worden.
- 20% van de opgewekte energie moet op een duurzame wijze geproduceerd worden.
- Verhoging van het aandeel biobrandstoffen voor transport met 10%.

In oktober 2014 werd door de Europese raad dit doelstellingpakket herzien. Er werd dan het zogenaamde 2030 klimaat- en energiebeleid kader gevormd. De doelstellingen hier gesteld zullen behaald moeten worden in de periode tussen 2020 en 2030. Deze doelstellingen moet de EU helpen bij het behalen van een meer competitief, veilig en duurzaam energiesysteem, waarbij het langetermijnsdoel voor de broeikasgassen reductie 2050 verwezenlijkt kan worden (commissie 2014) (Nu z.d.).

2030 – doelstellingen (commissie 2014):

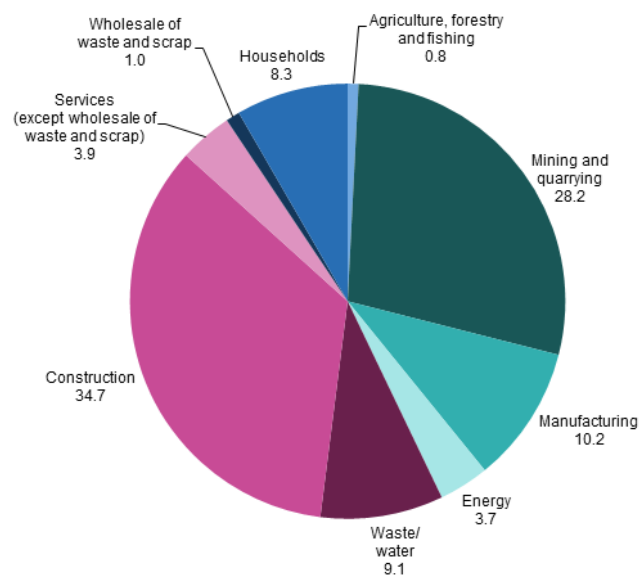
- De uitstoot van broeikasgassen moet met 40% worden verminderd t.o.v. 1990.
- Aandeel hernieuwbare energie verhogen tot 27% binnen totale energieconsumptie.
- Verhoging van de energie-efficiënte met minstens 27%.

Vanuit de EU zijn er dus al verschillende ambitieuze doelstellingen, maar of deze ook effectief verwezenlijkt worden zal vooral afhangen van de economische omstandigheden.

2.1.4 DE BOUWSECTOR

De bouwsector draagt een grote verantwoordelijkheid doordat de milieu-impact van de sector één van de hoogste is binnen de EU, door onder andere een hoge energieconsumptie, de productie van veel afval, hoge uitstoot van broeikasgassen, uitputting van grondstoffen, Zo is de bouwsector verantwoordelijk voor circa:

- 40% van de totale energieconsumptie (Europese commissie 2010).
- 36% van de CO₂ uitstoot (Europese commissie 2010).
- Het gebruik van 50% van de ontgonnen grondstoffen binnen de EU (Europese commissie 2010).
- 34,7% van de productie van afvalstoffen, zie Figuur 2-4 (Eurostat 2017), waarvan echter de hoeveelheid bouw- en sloopafval merendeels gerecycleerd wordt en nog toeneemt (Eurostat 2017). Bij deze vorm van recyclage is echter op te merken dat het vooral gaat om het type downcycling. Dit gaat gepaard met een waardeverlies van het materiaal en zal op lang termijn dus geen definitieve oplossing kunnen bieden.



Figuur 2-4: Afvalproductie in de EU-28 per sector, 2014 (Eurostat 2017)

2.1.4.1 ENERGIE-EFFICIËNTIE

Het is dus duidelijk dat om deze hoge klimaatimpact van de sector te kunnen minimaliseren, er een herziening nodig is van de huidige manier waarop wij bouwen. Ook hier zijn er vanuit de EU initiatieven opgestart om dit sneller realiteit te maken. Zo kwam er in 2010 het Energy Performance of Building Directive (EPBD) (commissie 2010) en in 2012 de Energy Efficiency Directive (commissie 2012). Beide zijn instrumenten van de EU die gebruikt worden voor het promoten van verbeterde energieprestaties van gebouwen en het voorzien van een stabiele omgeving voor het bieden van investeringsbeslissingen. In plaats van deze instrumenten op gestandaardiseerde basis te laten werken, is er gekozen om deze in te voeren met behulp van specifieke nationale standaarden. Op deze manier verkrijgt men een sterkere stap-voor-stap implementatie van het systeem, afgestemd op de individuele landen of regio's.

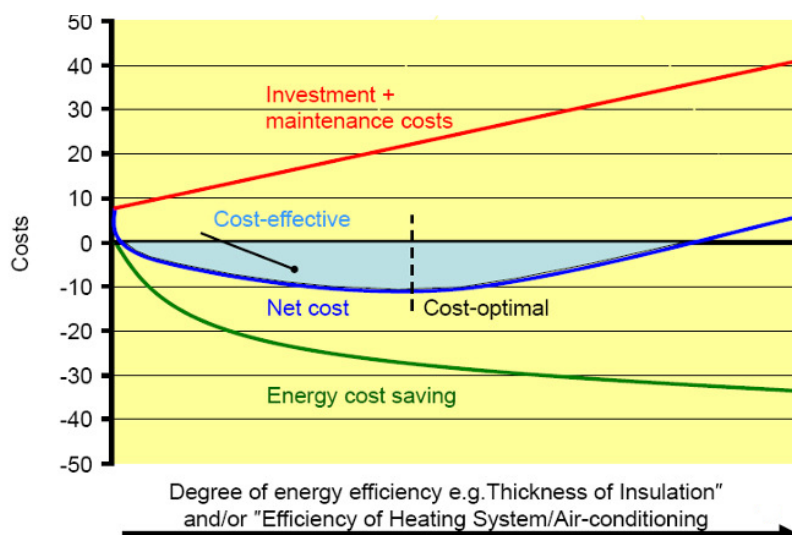
In 2016 kwam er dan nog een vernieuwing van de EPBD voor het promoten van smart technologie binnen gebouwen (commissie z.d.). Deze vernieuwing zal ook moeten helpen met het versnellen van renovatiebouw. Om verder de energieprestaties van woningen in Europa te kunnen monitoren, heeft de commissie de EU Building Stock Observatory opgericht onder de vorm van een gebouwen database met daarin een database, een datamapper en factsheets (commissie z.d.).

Binnen de doelstellingen van de EPBD staan ook enkele strategieën geformuleerd die op lange termijn moeten helpen tot het bekomen van het functioneren van alle gebouwen als energie neutraal. Hier volgen enkele van de belangrijkste strategieën:

- Alle nieuwe gebouwen moeten tegen eind 2020 Nearly zero-energy buildings (NZEBS) zijn (commissie z.d.).
- Waaraan publieke gebouwen hier eind 2018 al aan moeten voldoen (commissie z.d.).
- Gericht op lange termijn renovatie-strategie waar vanaf 2050 alle bestaande gebouwen energieneutraal moeten zijn (Parlement 2010).

Als men spreekt over NZEBs of in de Nederlandse term BEN-gebouwen (Bijna-energieneutrale gebouwen), heeft men het over woningen die weinig tot geen energie verbruiken voor verwarming, koeling, ventilatie en warm water waarbij de lage nood aan energie geleverd wordt door middel van hernieuwbare bronnen (commissie z.d.). De eisen omtrent deze gebouwen verschillen echter van land tot land. In België bijvoorbeeld mag een bestaand residentieel BEN-gebouw maximaal 54 kWh/m²y aan primaire energie verbruiken, waar een nieuwbouw maximaal 45 kWh/m²y mag verbruiken (BPIE 2015). Ook voor gebouwen in Vlaanderen gelden er verschillende eisen in verband met BEN-gebouwen, zo moet een BEN-woning een E-peil bezitten van E30 of lager en zijn er verschillende EPB-eisen aan deze gebouwen opgelegd (Energieagentschap z.d.).

Men mag binnen een BEN-woning de ingebedde energie van de gebouwschil en de technische installaties niet over het hoofd zien. Zo kan het namelijk zijn dat een woning in de gebruiksfase minder energie verbruikt, maar gebruik maakt van technieken met een hoge ingebedde energie. Het is dus aangewezen om te zoeken naar een economisch en ecologisch optimum zoals in Figuur 2-5 aangegeven wordt. In dit voorbeeld wordt het kosten-optimaal niveau in functie gesteld van de dikte van de isolatie of efficiëntie van warmte- en verluchttings-systeem.



Figuur 2-5: Kosten-efficiëntie en kosten optimaal niveau (energieagentschap 2012)

In dit voorbeeld kan men zien dat door een hogere initiële investering, de netto kosten gecompenseerd worden door een lager energieverbruik. De compensatie is zelfs zodanig hoog dat deze tot een “negatieve” netto saldo komt. Hier is sprake van zowel een economisch als ecologisch voordeel. Als men nu de isolatie nog verder verbetert, zal men tot een punt komen dat de compensatie van energiebesparing kleiner is dan deze van de initiële kosten. Met andere woorden is er enkel nog sprake van een ecologisch voordeel.

Voor een BEN-gebouw ligt de initiële investering, gezien duurdere bouwonderdelen en intensievere plaatsing, aanzienlijk hoger. Dit neemt echter niet weg dat het economisch geen voordelige investering zou zijn. Met opnieuw te zoeken naar het juiste economische optimum, zal op latere termijn tijdens de gebruiksfase, de initiële investering teruggewonnen worden onder de vorm van besparingen van energie. Voor het zoeken naar een ecologisch optimum moet verder ingegaan worden op de gebruikte materialen, van het ontstaan tot het einde van de levenscyclus. Dit om de volledige ecologische voetafdruk te kunnen bepalen. Dit wordt verder besproken in 2.1.5.

2.1.5 DUURZAAM BOUWMATERIAALGEBRUIK

Energiezuinigheid blijft een belangrijk aspect voor een gebouw, maar toch is een doordacht gebruik van materialen zeker even belangrijk om onze ecologische voetafdruk te verkleinen. Een goede en grondige kennis van de eigenschappen van de materialen of constructieonderdelen is de beste manier om een materiaal optimaal te kunnen gebruiken zodat de sterke eigenschappen tot hun recht komen binnen het gebouw. Deze kennis zal hier dan ook weer terugslaan op de gehele cyclus van de materialen. Welke de oorsprong van het materiaal is, de fysische eigenschappen, verschillende toepassingsmogelijkheden of opbouwen, ... ?

Een duurzaam bouw materiaal moet gedurende de vooropgestelde levensduur zijn beoogde technische en functionele prestaties kunnen vervullen, en heeft hierbij een minimale impact op het leefmilieu en de menselijke gezondheid. Dit gedurende zijn gehele levenscyclus, van ontginning van de primaire grondstof tot het einde van de levensduur. Wanneer men bouwmaterialen bekijkt op vlak van duurzame ontwikkeling, is dit de zoektocht naar een optimaal evenwicht tussen ecologische, sociale en economische belangen. Om de materialen op basis van één of meerdere van deze belangen te kunnen ordenen of inventariseren, kan men gebruik maken van verschillende tools.

Zo zijn er op het eerste vlak de wettelijke verplichtingen en de vrijwillige initiatieven. Deze gaan meestal gepaard met prestaties waaraan de bouwmaterialen moeten voldoen. Dit zijn eisen gesteld aan de bouwwerken (stabiliteit, mechanische sterkte, brandveiligheid, gebruiksveiligheid, energetische en akoestische prestaties, ...) of kunnen betrekking hebben op voorschriften zoals hygiëne of volksgezondheid.

Vervolgens zijn er de milieulabels en -verklaringen. Deze zijn onderverdeeld in 3 milieuverklaringstypes. Type I of de milieulabels gebaseerd op een reeks van vaste criteria die betrekking hebben op specifieke ecologische aspecten en in sommige gevallen ook op technische en gezondheidsaspecten. De criteria houden rekening met de volledige levenscyclus van het beschouwde materiaal. Type II of de eigenverklaringen worden door de producent of verdeler zelf geleverd en worden niet gecontroleerd. Bijgevolg zijn deze zelfverklaringen niet altijd even betrouwbaar. Als laatste zijn er nog de type III of de milieuproductverklaringen (EPD's). Deze bevatten zeer gedetailleerde en kwantitatieve informatie van de bouwmaterialen en worden vervaardigd door een derde, onafhankelijke partij. Voor het aanbrenge van milieuboodschappen op een bouwproduct moet de producten een vaststelling van de minimeisen laten uitvoeren (levenscyclusanalyse) en zullen de milieuproductverklaringen verplicht geregistreerd moeten worden in de federale databank zodat deze informatie toegankelijk geraadpleegd kan worden (staatsblad 2014).

2.1.5.1 LEVENSCYCLUSANALYSE

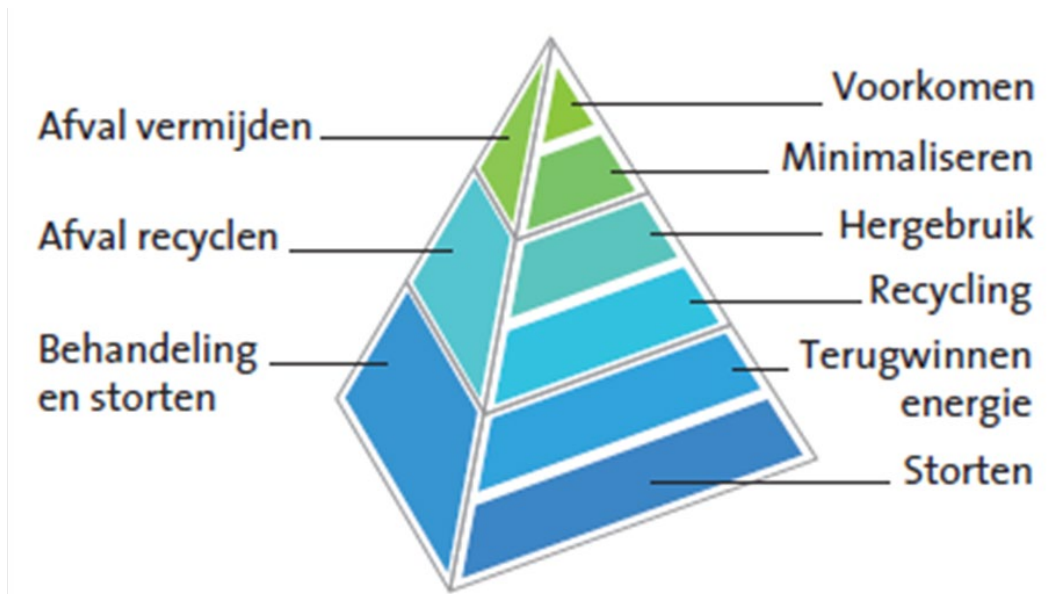
De meest aanvaarde en objectieve manier om de milieu-impact of ecologische belasting van een bepaald product of dienst te bepalen, is het uitvoeren van een levenscyclusanalyse (LCA). Deze techniek maakt de bepaling mogelijk voor de gehele levenscyclus of met andere woorden de van-wieg-tot-graf cyclus. De procedure voor het uitvoeren van een LCA is vastgelegd in de ISO normen NBN EN ISO 14040 (14040 2006) en bestaat uit 4 stappen:

- De doelbepaling en reikwijdte van de studie bepalen.
- Inventarisatie of verzameling van alle detailgegevens.
- Impactanalyse voor potentiële milieu-impact gedurende de gehele cyclus.
- De interpretatie of vergelijking van de gegevens.

De Europese normen NBN EN 15804 (15804 2014) en NBN EN 15978 (15978 2012) scheppen daarenboven een normatief kader voor de toepassing van een milieu-evaluatie van bouwproducten (EPD) en gebouwen. De Europese commissie heeft binnen (commissie 2003) dan ook geconcludeerd dat voor het bekomen van de potentiële milieu impact van producten, LCA momenteel het beste kader kan vormen. Hierbij moet wel gesteld worden dat LCA nog steeds in ontwikkeling is, wat dan ook extra onderlijnd wordt binnen dit besluit, en dat dus ook de aspecten van de milieu-impact beperkt kunnen zijn. De commissie streeft dan ook naar een verdere ontwikkeling van LCA door middel van een platform voor het ondersteunen van communicatie- en data-uitwisseling over levenscyclussen (commissie 2003).

2.1.6 TRIAS MATERIA

Naast de focus op energie, wanneer men spreekt over duurzaamheid of hernieuwbare bronnen, kan men de focus ook leggen op de materialen. Ook op de bouwmaterialen kan het principe van de trias (materia) toegepast worden. Het toegepaste principe is gevisualiseerd in Figuur 2-6 (Duurzaambo 2018). Hier wordt het materiaalgebruik opgedeeld in drie verschillende categorieën aan de linkerzijde van de piramide. De rechterzijde is dan weer een verdere opdeling van deze categorieën.



Figuur 2-6: Piramide principe trias materia (Duurzaammbro 2018)

Om dit schema toe te passen, moet er voor een duurzaam materiaalgebruik eerst gekeken worden naar de top van de piramide, hier is de ecologische voetafdruk (oppervlakte in de piramide) namelijk het kleinste. Hier moet men dus afval vermijden door middel van het voorkomen van materiaalverbruik en daarna het minimaliseren van het materiaalgebruik.

De volgende stap is het recyclen van het afval door middel van eerst hergebruik en indien dit niet mogelijk is, recycling. Recycling is hier slechts de tweede optie omdat dit meestal met een bepaald waardeverlies gepaard gaat.

Als laatste stap is er nog de optie om het afval te behandelen door bijvoorbeeld terugwinning van energie of als laatste optie het storten van het afval. Van deze opties is de oppervlakte van de piramide het grootste en zal dus ook de ecologische voetafdruk groter zijn. Deze kunnen dan best ook vermeden worden.

2.1.7 VERANDERINGSGERICHT BOUWEN

Om de impact van bepaalde materialen te beperken, het uitputten van primaire niet-hernieuwbare grondstoffen tegen te gaan en de nuttige levensduur van een gebouw te verlengen, doet men steeds vaker onderzoek naar het bouwen met het denkbeeld van kringlopen. In de praktijk komt dit echter nog niet veel voor. Dit denkbeeld kan uitgewerkt worden op verschillende niveaus binnen de bouwsector, van grondstoffen tot bouwelementen tot volledige constructies.

Door veranderingsgericht of dynamisch te bouwen en ontwerpen wordt er rekening gehouden met toekomstige functies van een gebouw en de hierbij horende noodzakelijke toekomstige aanpassingen (OVAM 2015). Door hier bij het ontwerp al rekening mee te houden, wordt het mogelijk om met minder vervuilende en materiaal-intensieve verbouwingswerken te voldoen aan de steeds veranderende noden en eisen van de individuele gebruikers. Hierdoor wordt de levensduur van het gebouw verlengd en kan het op een meer optimale manier benut worden.

3 KALKHENNEP ALS BOUWMATERIAAL

In dit hoofdstuk is kalkhennep als bouwmateriaal bestudeerd aan de hand van literatuur, waarbij zowel de bestanddelen, de eigenschappen als de toepassingen aan bod komen. De hierbij opgebouwde kennis is gebruikt als basis om in de rest van de scriptie prefab kalkhennep-toepassingen te analyseren.

3.1 INLEIDING

Kalkhennep is een materiaal waarvan de samenstelling, zoals de naam zelf al suggereert, bestaat uit een mengeling van kalk en hennep (namelijk de hennepscheven uit de plant) met hierbij een toevoeging van water en mineralen. De toepassingen van het materiaal zelf zijn ruim, zo wordt het ingezet bij nieuwbouw- en renovatieprojecten en kan het de rol vervullen van zowel ruwbouw- als isolatiemateriaal. De verschillende toepassingen komen ook samen met verschillende toepassingstechnieken. Zo bestaan er prefab elementen, waarbij deze met een gelaagde opbouw meer gebruikt worden bij nieuwbouwprojecten en prefab kalkhennepblokken vaker voorkomen bij renovatiewerken als bijvoorbeeld na-isolatie. Men kan kalkhennep ook manueel aanbrengen, wat vooral bij renovatieprojecten interessant is. Toch kan dit net als de prefab blokken ook toegepast worden bij nieuwbouwprojecten (Sparrow 2014).

Het bouwen met kalkhennep heeft verschillende voordelen. Op ecologisch vlak kent het verschillende duurzame aspecten, zoals de lage milieu-impact van de grondstoffen of verschillende fysische eigenschappen die andere bouwlagen overbodig maken. Anderzijds is er bij de productie en ontginning van kalkhennep een CO₂-uitstoot, al zal deze lager liggen dan vele andere traditionele bouwmethoden (Prétot 2014). Verder is het materiaal recycleerbaar, maar ten gevolge van het gebruik van een hydraulische binding, brengt dit met zich mee dat de grondstoffen niet meer naar hun oorspronkelijke staat kunnen terugkeren. Het is hier dan ook afhankelijk van de hoeveelheid en aard van de hydraulische bindmiddelen dat toch zal leiden tot downcycling. Het materiaal bezit verder goede thermische eigenschappen als ruwbouwmateriaal wat helpt bij het bouwen van een energiezuinige woning (Sparrow 2014).

Kalkhennep werkt eveneens als een goede vochtbuffer en zal ook optreden als een vochtregulerend materiaal, wat de kans op inwendige condensatieproblemen zal verlagen (Sparrow 2014). Als dampopen constructie zou kalkhennep voor een ademend binnenklimaat kunnen zorgen. Deze eigenschappen brengen met zich mee dat de nood aan technieken en ventilatiesystemen geminimaliseerd zouden kunnen worden. Verder bezit kalkhennep nog goede akoestische eigenschappen, is het in bepaalde mate bestand tegen weersinvloeden, brand, rotting en schimmels en bezit het architecturaal gezien een ruim aanbod aan mogelijkheden (Sparrow 2014).

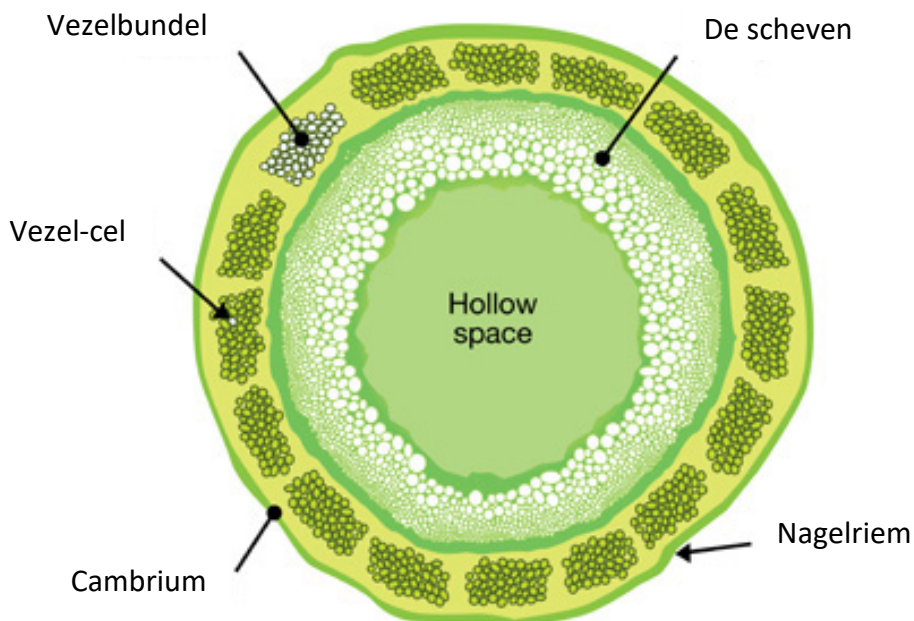
3.2 HENNEP

Hennep is een plant met vele mogelijke functies, meest gekend onder de vorm van de ontspanningsdrug. Dit brengt een controversiële naam met zich mee, wat wordt gevolgd door een verbod in de 20^e eeuw op de teelt van niet-industriële hennep (Sparrow 2014). De dag van vandaag kent de plant meer mogelijkheden en deze zullen beknopt in dit hoofdstuk beschreven worden samen met informatie over de plant zelf.

Hennep of de cannabisplant kent 3 verschillende types van plant: *Cannabis sativa*, *Cannabis indica* en *Cannabis ruderalis*. Hierbij is de laatstgenoemde afwijkend van de andere doordat deze bij het bloeien maar een kleine hoeveelheid THC bevat, het bestanddeel dat de effecten van de drug veroorzaakt (Sparrow 2014). Vanuit de Europese commissie is dan ook een limiet opgelegd bij het kweken van hennep op het THC gehalte met een maximum van 0,2% (commissie 2000). De plant is op die manier onschadelijk voor de menselijke gezondheid en zijn omgeving en verkrijgt zo de naam industriële hennep.

3.2.1 GROEIWIJZE

Hennep is een snelgroeiende plant (in sommige gevallen tot 4cm per dag) met maar enkele aftakkingen, meestal gelokaliseerd boven aan de plant. De maximale hoogte van de plant reikt tussen de 1,5m en 4m met een holle stengel met een diameter van 4mm tot 20mm afhankelijk van het type plant en de groeiomstandigheden. De slanke stengel bestaat uit verschillende lagen zoals zichtbaar in Figuur 3-1. De binnenste laag is het merg, hierrond zit een houterig materiaal, de scheven. De buitenste laag is het cambrium of opperhuid, een vezelachtige materie (Danckaert 2006). Het veelzijdige gebruik van de plant heeft het te danken aan de specifieke functies die bijna elk deel van de plant kan vervullen. Zeker ook de stengel, door zijn gelaagdheid, kan op een zeer efficiënte manier gebruikt worden.



Figuur 3-1: Dwarssectie hennepstengel (Khan 2014)

3.2.2 TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN

Zoals eerder vermeld heeft de hennepplant veel toepassingsmogelijkheden en kan bijna elk deel ervan gebruikt worden. In de volgende tussentitels zal er een beknopte lijst van deze mogelijkheden volgen.

3.2.2.1 ZAAD

Enkele types van hennep zijn geschikt voor de productie van zaad, nl. 1 tot 2 ton zaad per geogoste hectare (Danckaert 2006). Het zaad kan dan gebruikt worden binnen de sector voor menselijke voeding onder de vorm van bijvoorbeeld glutenvrije bloem. De zaden bestaan uit 30% olie die eveneens in de voedingssector gebruikt kan worden, maar ook als smeermiddel, in verf, in cosmeticaproducten,

3.2.2.2 BLOEMEN

Enkele variëteiten van de hennepbloemen bevatten een bedwelmend effect dat ook in de medische sector gebruikt wordt. Het telen (door het hoge THC-gehalte) en het medicinale en recreatieve gebruik ervan is echter niet toegestaan in België.

3.2.2.3 BIOMASSA

Door de hoge snelheid waarmee de hennepplant groeit, is deze ook geschikt voor teelt als biomassa (bijv. voor de productie van energie). Deze methaan- en methanol-brandstoffen kennen gemiddeld 50 – 60% minder vervuilende uitstoot dan fossiele brandstoffen (Carus 2011).

3.2.2.4 CAMBRIUM

Het cambrium of de stengelbast bestaat uit lange en stevige vezels. Deze worden bijvoorbeeld vaak gebruikt als grondstof binnen de papierindustrie. Voor de productie van een bepaalde hoeveelheid papier is er namelijk 4 maal minder grondoppervlakte nodig voor de hennepsteelt dan voor het kweken van bomen. De vezel kan zelfs gebruikt worden binnen de auto-industrie als composietmateriaal voor bijv. carrosserie en vele andere toepassingen, waarbij de hennepvezel wordt toegevoegd aan de grondstoffen voor een verhoogde stevigheid van het materiaal. Binnen de bouwsector kunnen de vezels ook gebruikt worden in isolatiemateriaal met een lambda-waarde van gemiddeld 0,040 W/mK (EN 12 667) (Hempflax 2017). Deze isolatieplaten zijn biologisch afbreekbaar en een milieuvriendelijk alternatief voor glasvezels. Verder zijn er nog talloze andere functies voor deze vezels zoals binnen de textielsector (Danckaert 2006).

3.2.2.5 STENDELKERN

De binnenzijde van de stengel, die een houterige structuur bezit, bestaat uit vezels korter dan deze van het cambrium en bevat meer lignine (houtstof). Deze vezels worden ook wel hennepscheven genoemd. Vaak wordt het gebruikt als strooisellaag in dierenstallen of als compostingsmateriaal omwille van het bijzonder hoge absorptievermogen. Ook bevat het een sterke akoestisch absorberende en thermisch isolerende werking ($\lambda = 0,038 - 0,042 \text{ W/mK}$) (Vandenberghe 2018) wat het een goed materiaal maakt om te gebruiken als isolatiemateriaal in de bouwsector.

Door deze hennepscheven met kalk te vermengen verkrijgt men het materiaal kalkhennep wat binnen de bouwsector verscheidene functies kan vervullen en dit onder verschillende vormen. De kalk zal hier dienstdoen als het bindmiddel van kalkhennep waardoor het onder andere zijn zelfdragende eigenschappen zal verkrijgen. Op de combinatie van deze twee materialen zal in paragraaf 3.4 verder ingegaan worden.

3.3 KALK

Naast de vezels uit de hennepplant, is kalk het tweede hoofdbestanddeel van kalkhennep. Kalk is hier namelijk het bindmiddel. Als natuurlijk voorkomend product met overvloedige bronnen is calciumcarbonaat in de geschiedenis veel gebruikt als bouw materiaal. Kalk wordt al duizenden jaren gebruikt bij het bouwen en bezit een groot belang als bestanddeel binnen mortels, pleisters, In deze paragraaf worden de eigenschappen en toepassingen van kalk in de bouwsector nader bekeken.

3.3.1 CHEMISCHE SAMENSTELLINGEN

De kalk die gebruikt wordt in de bouwsector, wordt vervaardigd uit calciumcarbonaat (CaCO_3) wat veelvuldig te vinden is in de natuur. De gedolven grondstof wordt dan in een oven verbrand, wat zorgt voor het vrijkomen van CO_2 en het achterblijven van calciumoxide (CaO) ook wel gekend als ongebluste of gebrande kalk. Wanneer deze ongebluste kalk in contact komt met water, komt er een zeer grote hoeveelheid warmte vrij. Door het toevoegen van water wordt er een proces gestart dat men blussen noemt waarbij calciumhydroxide (Ca(OH)_2) of gebluste kalk wordt geproduceerd. Dit product, toegepast in de bouw onder de vorm van bijv. mortel of pleister, zal ten gevolge van carbonatatie (reactie met CO_2 uit de lucht) langzaam uitharden.



Figuur 3-2: De kalkcyclus (Verhoeven 2014)

Doordat het eindproduct (na toepassing ervan) hetzelfde is als het originele ontgonnen product (CaCO_3) wordt het volledige proces ook wel de kalkcyclus genoemd. Deze cyclus is gevisualiseerd in Figuur 3-2. De delfstof en het uitgeharde bouw materiaal, beiden CaCO_3 , kunnen daarentegen sterk verschillen op vlak van uitzicht, eigenschappen, sterkte en hardheid (Sparrow 2014).

3.3.2 LUCHTKALK

Wanneer men werkt met relatief zuivere kalksteen als grondstof, heeft men 2 opties om tot gebluste kalk te komen d.m.v. blussen (Sparrow 2014):

- Wanneer iets meer dan de nodige hoeveelheid water om de kalk te blussen toegevoegd wordt, zal, door de geproduceerde warmte het overtollige water verdampen wat resulteert in een poeder. Dit poeder wordt vaak gebruikt als extra toevoeging om beter met cementmortels te kunnen werken. Op zichzelf is het poeder echter niet van de beste kwaliteit om als een goede kalkmortel of -pleister te kunnen fungeren.
- Als bij het blussen een grote hoeveelheid water te veel toegevoegd wordt, zal dit resulteren in een vrijlopende "kalkmelk". Deze substantie wordt gezeefd en opgeslagen tot er een dichte witte massa gevormd wordt. Dit wordt dan kalkplamuur genoemd.

Bij gebruik zullen beide vormen uitharden d.m.v. carbonatatie veroorzaakt door blootstelling aan de lucht, wat leidt tot de naam luchtkalk. Dit uithardingsproces verloopt echter zeer traag en kan verschillende weken of zelfs maanden duren.

3.3.3 HYDRAULISCHE KALK

Hydraulische kalk wordt gekenmerkt door een sneller uithardingsproces dan luchtkalk doordat er, naast de trage uitharding door reactie met CO₂ uit de lucht (carbonatatie), een snelle reactie met water (hydratatie) optreedt door de aanwezigheid van hydraulische componenten in de kalk. Hydraulische kalk heeft bijgevolg een hogere sterkte dan luchtkalk, maar ook een lagere permeabiliteit voor water en waterdamp.

Hydraulische kalk ontstaat door verbranding van kalksteen die minstens 9 tot 12 % kleiachtige elementen bevat. De kleirijke kalksteen of het mengsel van kalksteen en kleiachtige bestanddelen moet verhit worden tot een temperatuur die hoger is dan de 900°C die nodig is voor de decarbonatatie van zuivere kalksteen (van Hees 2003).

Er moet echter wel vermeld worden dat bij hydraulische kalk ten gevolge van de hydratatieproducten die er gevormd worden, de oorspronkelijke grondstoffen kalk en klei niet meer terug gerecupereerd kunnen worden. Dit is tegenstelling tot bij de luchthardende kalk waarbij zich de eerder besproken kalkcyclus voordoet en er opnieuw calciumcarbonaat gevormd wordt.

Het gebruik van hydraulische kalk brengt dus verschillende ecologische nadelen met zich mee. Niet enkel zal er zich geen materiaalcyclus kunnen vormen voor een optimaal hergebruik, maar ook de hogere productietemperatuur speelt een nadelige rol binnen het ecologische aspect.

In onderstaande Figuur 3-3, nog een overzicht van enkele eigenschappen van luchtkalk in vergelijking met hydraulische kalk en verschillende samenstellingen die gebruik maken van beide principes.

Type	Voorbeeld	Drogings-proces	Drogings-snelheid	Structurele Integriteit	Dampdoorlaatbaarheid	Sterkte
Luchtkalk	Stopverfalk	Carbonatatie	Traag	Zacht	Meer	Laag
NHL	Zwakke kalk	Vooraf Carbonatatie	↑ ↓	↑ ↓	↑ ↓	↑ ↓
	Matige kalk	Mix van Carbonatatie en hydraulische uitharding				
	Uitstekende kalk	Vooraf Hydraulische droging				
	Natuurlijke cementen	Hydraulische droging				

Figuur 3-3: Karakteristieken van natuurlijke kalk (Sparrow 2014)

3.3.3.1 NATUURLIJKE CEMENTEN

Wanneer kalksteen een zeer hoge graad van onzuiverheden bevat, kan er soms niet voldoende vrije kalk aanwezig zijn om brokken gebrande kalk te blussen. Deze hydraulische kalken zullen dan gebruikt worden als basis voor een poeder dat mits toevoeging van water en zand, een mortel vormt. Deze bezitten een zeer korte droogtijd en een hoge sterkte. In verschillende gevallen worden er nog vertragende chemicaliën toegevoegd om de verwerkingstijd te kunnen verlengen (Sparrow 2014).

3.3.3.2 PUZZOLANEN

Wanneer er geen hydraulische kalk aanwezig is en de eigenschappen van luchtkalk niet voldoen aan de vereisten, kan men bepaalde stoffen toevoegen aan de luchtkalk om deze toch hydraulische eigenschappen te geven. De stoffen die na toevoeging deze reacties kunnen veroorzaken, worden puzzolanen genoemd. Puzzolanen zijn poederachtige stoffen die, voor de toevoeging ervan, zelf geen hydraulische eigenschappen bevat. Ze bezitten wel bestanddelen die in staat zijn bij normale temperaturen het vrijgekomen Ca(OH)_2 te binden. Op deze manier worden er toch verbindingen gevormd die hydraulische eigenschappen bezitten.

Puzzolanen kunnen van verschillende oorsprong zijn en verschillende samenstellingen of eigenschappen hebben. Zo zijn er bijvoorbeeld de natuurlijke, zeer fijne en hoog reactieve deeltjes met vulkanische oorsprong of de geproduceerde puzzolanen door thermische activatie van kaolienkleien voor het bekomen van metakaolien. De meest gebruikte puzzolanen zijn echter verkregen als industrieel bijproduct zoals vliegias uit steenkoolcentrales (Gibbons 1997).

3.3.4 KALK VOOR TOEPASSING IN KALKHENNEP

Het bindmiddel dat gebruikt wordt voor de productie van kalkhennep is gemaakt op basis van kalk. Dit bindmiddel kan bestaan uit verschillende combinaties van kalkvarianten al dan niet met toevoeging van puzzolanen of andere toevoegsels. De keuze van het type kalk dat binnen de bouwsector gebruikt wordt hangt dan ook af van de functie die de kalkhennep moet vervullen. Zo is bij een zuivere luchtkalk op zichzelf de uitharding niet snel genoeg voor een constructieproces met ter plaatse gestorte kalkhennep. Deze zullen dan wel voldoen als bindmiddel voor prefab toepassingen zoals bouwblokken of panelen (Sparrow 2014).

3.4 KALKHENNEP

Wanneer men ervoor opteert om kalkhennep toe te passen in een bouwconstructie, kan men dit bijvoorbeeld doen om een goed isolerend bouwonderdeel te verkrijgen zonder gebruik te maken van synthetische isolatiematerialen. Deze laatstgenoemden bevatten namelijk een hoger milieu-impact dan kalkhennep en worden meestal vervaardigd uit niet-hernieuwbare materialen. Om de basis van kalkhennep beter te kunnen begrijpen en om later dieper te kunnen ingaan op de toepassingen ervan, zal nu eerst dieper ingegaan worden op het materiaal zelf, de verschillende samenstellingen en de basisprincipes ervan.

3.4.1 SAMENSTELLINGEN

Kalkhennep bestaat uit drie verschillende basiscomponenten: hennepscheven, bindmiddel (kalk) en water. Eventueel kunnen er nog additieven aan het mengsel toegevoegd worden om de eigenschappen van kalkhennep te verbeteren. Hier is dan ook de naam kalkhennep uit voortgevloeid. Door de samenstelling aan te passen kan men de juiste eigenschappen verkrijgen die nodig zijn voor een bepaalde functie. Zo zal het thermisch isolerend karakter bepaald worden door de juiste verhouding van de hennepvezels en de kalk. Hoe deze individuele componenten en de combinatie ervan invloed hebben op het eindproduct zal hieronder verder besproken worden.

3.4.1.1 HENNEPSCHEVEN

Binnen de hennepvezels gebruikt in gebouwen kent men in het algemeen niet veel variatie in bepaalde types. Toch is de lengte ervan belangrijk. Deze moeten namelijk tussen de 10mm en 25mm zijn (Sparrow 2014). Daarnaast bevatten deze best zo weinig mogelijk fijne stoffen. Wanneer men kalkhennep bekijkt die vervaardigd is uit kortere hennepscheven zal deze gebruikt worden voor spuittoepassingen van kalkhennep. Als het gaat om langere vezels kunnen deze namelijk voor problemen zorgen binnen de spuitslang. De grovere vezels komen dan wel in aanmerking bij toepassing d.m.v. plaatsing met de hand. Hier zullen de langere vezels zorgen voor een hechter en sterker netwerk dat meer open (ademend) zal zijn. Dit sterke netwerk vindt men dus niet op deze manier terug bij de kortere vezels, maar hier zal de adhesie en extra drukkracht bij het plaatsen zorgen voor compensatie van de verliezen in de structurele sterkte (Sparrow 2014).

3.4.1.2 BINDMIDDEL

Als men de droging van een kalkhennepwand met bekisting bekijkt, bestaat deze uit 2 verschillende fasen. De eerste fase loopt tot aan het punt waar de wand voldoende kracht bezit om zichzelf recht te houden zonder dat de bekisting hiervoor verder nodig is. Deze fase moet zo snel mogelijk bereikt worden zodat fase 2 kan beginnen. Deze fase is namelijk nodig voor een snellere droging van de wand en kan pas plaatsvinden na verwijdering van de bekisting. Deze tweede fase is een traag proces dat enkele weken zal duren, totdat al het overtollige water uit de wand verdwenen is.

Beide fasen van het drogen worden hoofdzakelijk bepaald door keuze van het toegepaste bindmiddel. Hiervoor is namelijk zoals de naam kalkhennep al suggereert, kalk gebruikt. Deze is gekozen voor het trage carbonatieproces dat compatibel is met de snelle wateropname van de hennepscheven (De Herde 2005). Hierbij zorgt de hoge pH-waarde van kalk er ook voor dat de hennepscheven in bepaalde mate beschermd zijn tegen bacteriën en schimmels.

Ondanks dat men al weet dat kalk het bindmiddel is, is de specifieke keuze ervan niet eenvoudig. Enkel een correcte samenstelling (vaak met nog andere toevoegingen dan kalk) zal uiteindelijk de juiste eigenschappen geven voor de beoogde functie. De uitharding van luchthardende kalk is een vrij traag proces, wat in contrast staat met de beoogde wensen op de bouwwerf. Hierdoor wordt er een bepaalde hoeveelheid hydraulische kalk en puzzolanen toegevoegd aan het bindmiddel om de beoogde eigenschappen te verkrijgen (De Herde 2005).

Hier volgen dan ook enkele randvoorwaarden voor de bindmiddelen van kalkhennep (Sparrow 2014):

- Wanneer de kalkhennepmuur gedroogd is, moet het bindmiddel zorgen voor voldoende draagvermogen om de volledige wand te kunnen dragen. (Sterke hydraulische binding)
- Na de initiële uitharding moet het bindmiddel verdere droging van de hennepscheven en de kalk toelaten. (Dampdoorlaatbaarheid)
- Over lange tijdsspanne moet het zijn sterkte t.o.v. de wand behouden. (Langdurige structurele sterkte)

3.4.1.3 ADDITIEVEN

Het is mogelijk om binnen de samenstelling van kalkhennep, additieven toe te voegen. Deze zijn op basis van natuurlijke mineralen. Zulke bestanddelen worden dan toegevoegd om de kalkhennepmengeling te voorzien van een verbeterde kleefkracht en versnellen van de start van het drogingsproces (De Herde 2005). Hier is het voornamelijk hydraulische kalk of portlandcement dat aan het mengsel wordt toegevoegd. Door deze echter te vervangen door puzzolanen zal de milieu-impact verlaagd kunnen worden doordat de milieu-impact van het mengsel voor het grootste deel bepaald wordt door het productieproces van het bindmiddel. Hydraulische kalk en portlandcement zorgen voor een hoge CO₂-uitstoot bij de productie, iets wat bij de puzzolanen in mindere mate voorkomt doordat het hier bijvoorbeeld kan gaan om stoffen die ontstaan als reststof tijdens een andere productie zoals vliegassen (Pavía 2014).

3.4.2 BOUWTECHNISCHE EIGENSCHAPPEN

Kalkhennep kent een wijde variatie aan voordelige bouwtechnische eigenschappen die, indien het materiaal goed toegepast wordt, een meerwaarde bieden aan het gebouw. In dit hoofdstuk zal er dieper ingegaan worden op deze verschillende bouwtechnische eigenschappen en de voordelen ervan.

3.4.2.1 THERMISCHE EIGENSCHAPPEN

De thermische eigenschappen van kalkhennep zijn afhankelijk van 3 verschillende parameters (Elfordy 2008):

- De aard van de gebruikte grondstoffen en de verhoudingen ervan. Dit slaat vooral terug op de verhouding kalk en hennepscheven.
- De wijze van productie. Hierin is het bijvoorbeeld de graad van het compacteren die de grootste rol speelt.
- De relatieve vochtigheid en de hoeveelheid water die toegevoegd wordt bij verwerking van kalkhennep.

De warmtegeleiding van een materiaal geeft het vermogen van een materiaal weer om warmte af te geven door middel van geleiding. Voor kalkhennep zal de warmtegeleiding (λ) gemiddeld variëren van 0,056 W/mK tot 0,08 W/mk (Grow2build 2015). Voor geprefabriceerde Isohemp hennepblokken bedraagt de lambda-waarde 0,07 W/mK (Isohemp 2017).

De thermische capaciteit (c) van een materiaal geeft voor dit materiaal weer wat de capaciteit is van de massa om warmte te absorberen of recupereren. Anders gezegd, de capaciteit van een materiaal om warmte op te slaan (Evrard 2008).

Een gevolg van de thermische capaciteit en lage warmtegeleiding van kalkhennep, is de thermische regeling die het materiaal bezit. Kalkhennep gaat namelijk de temperatuur op een natuurlijke manier regelen door middel van zijn vermogen om opgenomen warmte gelijkmatig terug af te geven aan de ruimte. Dit wil dus zeggen dat in de winter, de warmte langer vastgehouden zal worden in de ruimte, waar het in de zomer oververhitting zal voorkomen (Evrard 2008).

3.4.2.2 LUCHTDICHTHEID

Door de monolithische structuur van kalkhennep en de betere aansluiting op het constructieve metselwerk, worden luchtlekken en luchtcirculatie vermeden. Dit brengt met zich mee dat kalkhennep een goede luchtdichtheid bezit (Grow2build 2015) (Sutton 2011). Dezelfde eigenschappen zorgen ook voor het minimaliseren van de kans op koudebruggen (Sutton 2011).

3.4.2.3 DAMPDOORLATENDHEID

Doordat er gebruik gemaakt wordt van hennepscheven en kalk als bindmiddel binnen het kalkhennepmengsel brengt dit ook dampdoorlatendheid als eigenschap met zich mee. Mortels en pleisters op basis van kalk hebben namelijk een goede dampdoorlatendheid die hoger is dan bv. een cementmortel. Dit brengt met zich mee dat het helpt om de vochtigheid binnen de structuur te reguleren en daardoor de constructiematerialen in goede conditie kan houden (Sparrow 2014).

3.4.2.4 DRAAGKRACHT

Kalkhennep is een zelfdragend materiaal maar de draagkracht is niet groot genoeg om als drager van vloer of daken te functioneren (Grow2build 2015). (Treksterkte: 0,08 – 0,25N/mm² en druksterkte: 0,40 – 1,20N/mm²) (Bouwen z.d.). Hierdoor zal er in geval van een dragende constructie, om de stabiliteit te verzekeren, gebouwd worden met een combinatie van kalkhennep en een andere dragende structuur zoals houtskelet, staal of beton (Grow2build 2015). In Figuur 3-4 is een voorbeeld te zien van de combinatie van kalkhennep met houtskeletbouw.



Figuur 3-4: Kalkhennep toegepast met houtskeletbouw (huis 2018)

3.4.2.5 POROSITEIT

De porositeit van een materiaal (ϵ) is de graad van poriën binnen het totale volume. Dit is een belangrijke karakteristiek, het gaat namelijk de vochtigheidsgraad en het warmtetransport mede bepalen. Dit heeft dus ook invloed op de hygrothermische eigenschappen van het materiaal. Als men kalkhennep bekijkt, kan men de poriën onderverdelen in 3 verschillende klassen (De Herde 2005) (Evrard 2008):

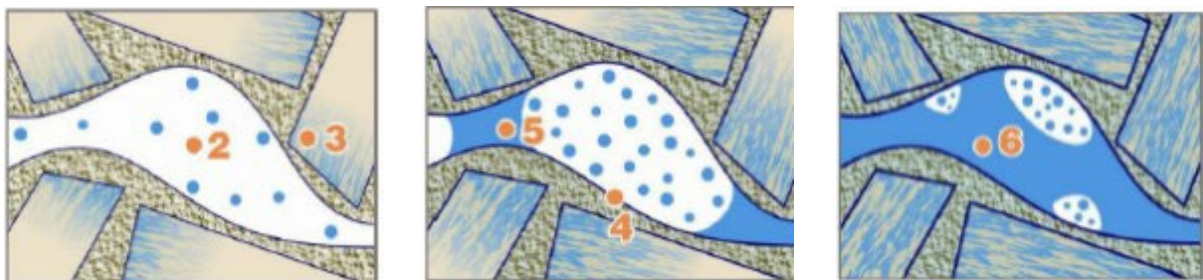
- Macroscopische poriën (gemiddelde diameter: 1mm): Bepaald door de grootte en schikking van de hennepscheven.
- Mesoscopische poriën (gemiddelde diameter: 100 μ m): Bepaald door de poriën in de hennepscheven zelf.
- Microscopische poriën (gemiddelde diameter: 0,01 μ m): bepaald door kalk als bindmiddel.

De porositeit is vooral bepaald door de verhouding hennepscheven/kalk en heeft een gemiddelde waarde tussen 72 en 79% afhankelijk van deze verhouding. Deze porositeit kan bekomen worden aan de hand van luchtdoorlaatbaarheid metingen (Evrard 2008).

3.4.2.6 VOCHTOPSLAG

Doordat kalkhennep een vrij poreus materiaal is, is het ook nodig om de vochttopslag binnen het materiaal te bekijken. Aan de hand van laboproeven kan dit gemeten worden. Het materiaal wordt gewogen in zowel een droge toestand als een toestand waarbij het materiaal verzadigd is met water. Dit wordt dan uitgedrukt in een verschil van gewicht. Absorptie kan op drie verschillende niveaus voorkomen (De Herde 2005) (Evrard 2008).

- Hygroscopische absorptie (Figuur 3-5 (A)): De relatieve vochtigheid is laag en het vocht wordt enkel in het materiaal geabsorbeerd aan het poriënoppervlak (2). Na de grote poriën zal dit zich ook voortdoen in de rest van de poreuze structuur (3).
- Capillaire condensatie (Figuur 3-5 (B)): Hier neemt capillaire condensatie de overhand boven de hygroscopische absorptie. Naast de oppervlakte absorptie zal er zich tegelijkertijd oppervlakte diffusie (4) en capillaire condensatie (5) voortdoen.
- Oververzadigd gebied (Figuur 3-5 (C)): Alle poriën zijn gevuld met ongebonden water (6). Deze wordt echter meestal niet in rekening gebracht binnen de bouwfysica.



Figuur 3-5: A) Hygroscopische absorptie B) Capillaire condensatie C) Oververzadiging (De Herde 2005)

Zoals eerder aangehaald, kan de hoeveelheid vocht binnen kalkhennep de thermische eigenschappen van het materiaal in bepaalde mate aanpassen. Dit zal gebeuren doordat het vocht in de wand een warmtebuffering veroorzaakt bij stijgende en dalende temperaturen (Evrard 2008). Ook kan een fasetransformatie latente warmte vrijgeven of opnemen. Denk maar aan waterdamp die condenseert naar waterdruppels en hierbij warmte afgeeft. De impact van vocht zal dus een complexe invloed hebben op de hygrothermische eigenschappen van de wand (Evrard 2008).

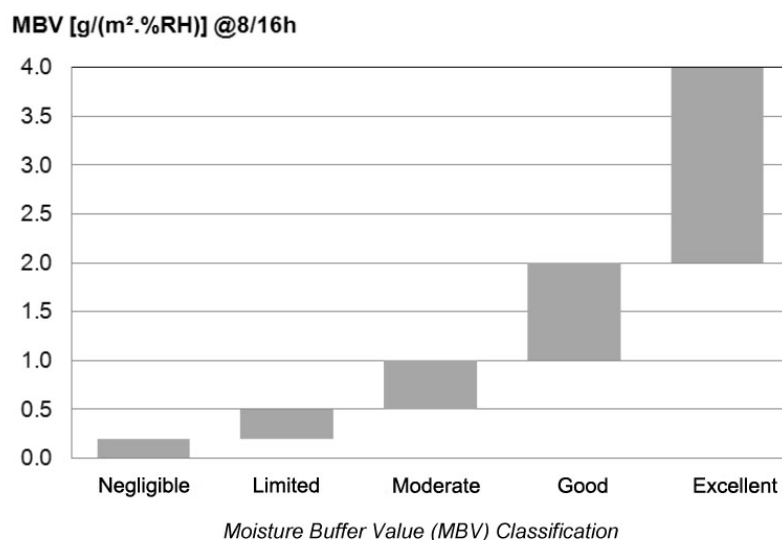
Verder zal, indien de relatieve vochtigheid varieert, de vochtopslag ook veranderen. Zo zal kalkhennep bij een relatieve vochtigheid van 50% een vochtopslag van circa 22% bezitten. Wanneer de relatieve vochtigheid verhoogd tot 93% zal de vochtopslag ook verhogen tot circa 45%. Hierdoor heeft de relatieve vochtigheid ook een invloed op de thermische eigenschappen van kalkhennep (De Herde 2005) (Evrard 2008).

Bij het opnemen en afgeven van vocht zal kalkhennep ademende eigenschappen verkrijgen. Dit gebeurt in overeenstemming met de bouwstructuur die in contact staat met schommelingen in temperatuur en relatieve vochtigheid (Wright z.d.). Door deze ademende eigenschap van kalkhennep zal de luchtvochtigheid constant geregeld worden, wat de luchtkwaliteit binnen de ruimtes verhoogt (Grow2build 2015).

3.4.2.7 VOCHTBUFFER

De term hygroscopisch vochtgehalte slaat terug op de hoeveelheid water dat wordt geabsorbeerd en gedesorbeerd bij een bepaalde relatieve vochtigheidsverandering over een bepaalde periode. Een goede vochtbuffer bezit dan de capaciteit om de invloeden van een veranderende relatieve vochtigheid op te vangen en te matigen (Wright z.d.).

Om deze vochtbufferwaarde van materialen te meten, gebruikt men een dynamische cyclus over een tijdsperiode van 24 uur. De eerste 8 uur zal de relatieve vochtigheid op 75% geregeld worden, tijdens de volgende 16 uur deze tot 33% gebracht wordt. De vochtbufferwaarde wordt dan bepaald door de hoeveelheid geabsorbeerd en gedesorbeerd vocht van een bepaalde oppervlakte van het materiaal, wanneer het materiaal een verandering van 1% relatieve vochtigheid moet ondergaan (Collet 2012).



Figuur 3-6: Vochtbufferwaarde classificatie tabel (Collet 2012)

Om materialen te classificeren volgens de vochtbufferwaarde wordt de grafiek van Figuur 3-6 toegepast. Als men dit bekijkt met betrekking tot kalkhennep, bezit deze gemiddeld een vochtbufferwaarde van 1,99 tot 2,53 g/(m².%RH) (Collet 2012). Dit geeft kalkhennep een classificatie van goede tot uitstekende vochtbuffer (Collet 2012).

3.4.2.8 BESTENDIGHEID TEGEN WEERSINVLOEDEN

Doordat kalkhennep van zichzelf (in beperkte mate) bestendig is tegen ongedierte, rotting, schimmels, vuur en vocht, is het mogelijk om kalkhennep buiten toe te passen zonder dat deze een verdere afwerking zal nodig hebben. Toch ziet men dat er meestal voor een afwerking geopteerd wordt (Grow2build 2015).

De brandreactie van kalkhennep in de Europese klassering volgens NBN EN 13501-1 in klasse B s1 d0 (Isohemp 2017) Hierbij staat B voor heel moeilijk brandbaar, s1 voor een geringe rookproductie en d0 voor geen productie van brandende delen of druppels (WTCB z.d.). Verder bezit een wand met een dikte van 300mm een brandweerstand van 105 minuten (Bouwen z.d.).

Wanneer een ruimte te langdurig aan te veel vocht is blootgesteld, kan dit negatieve invloeden hebben op die ruimte. De woning zal een versnelde achteruitgang kennen, schadelijke schimmels kunnen zich gaan ontwikkelen, onaangename geuren ontstaan, gezondheidsproblemen en de stookkosten kunnen verhogen (Isohemp z.d.). Maar zoals eerder aangehaald bezit kalkhennep ademende eigenschappen en waterdampdoorlaatbaarheid. Hierdoor bezit kalkhennep de eigenschap om de luchtvochtigheid constant te regelen. Dit heeft tot gevolg dat het materiaal de mogelijkheid heeft om bovenstaande gevolgen te vermijden of de kans erop te verkleinen (Isohemp z.d.).

3.4.2.9 AKOESTISCHE EIGENSCHAPPEN

Kalkhennep heeft de eigenschap om een groot bereik van frequenties en golflengtes te kunnen absorberen en voor de nodige geluidsdemping te zorgen bij luchtgeluid (VIBE 2018). Naargelang de toegepaste dikte van kalkhennep, zal deze namelijk een akoestische dempingsindex bezitten tussen 37 en 45dB. (Isohemp z.d.), waar de geluidsabsorptie coëfficiënt tussen 0,3 en 0,9 zal liggen (Bouwen z.d.).

3.4.3 ESTHETISCHE EIGENSCHAPPEN

Een bijkomend voordeel van kalkhennep is dat het op esthetisch vlak een meerwaarde kan bieden aan een ontwerp. Dit doordat een verdere afwerking niet noodzakelijk is en het materiaal dus zichtbaar kan blijven als de afwerking zelf. Zoals in Figuur 3-7 te zien is, kan men door middel van kalkhennep een alternatieve afwerking voorzien met veel mogelijkheden die een meerwaarde kan bieden aan het ontwerp zelf.



Figuur 3-7: Regional House Edegem - BC architects (BC-architects 2015)

3.4.4 BASISPRINCIPES

Als men kalkhennep toepast binnen de bouwsector kan men de toepassingsprincipes onderverdelen in 2 verschillende categorieën: In situ plaatsing van het materiaal of het gebruiken van geprefabriceerde elementen.

3.4.4.1 IN SITU PLAATSING

Door de kalkhennep mengeling te verwerken met water, kan het mengsel handmatig en in situ toegepast worden op 2 verschillende manieren. De eerste door middel van een bekisting waarin het kalkhennepmengsel gestort wordt. Hierbij is het wegnemen van de bekisting echter bijna onmogelijk. Een tweede wijze is het spuiten van het mengsel tegen de bestaande muur met een spuitmachine zoals in Figuur 3-8 afgebeeld wordt (Grow2build 2015).



Figuur 3-8: Aanbrengen van kalkhennep d.m.v. spuitmachine (Energieprovincie 2017)

In beide toepassingsvormen ontstaat een volledige aansluitende laag tegen de bestaande muurconstructie. Ook zal door het toepassen van deze natte vorm, een massief en luchtdicht geheel verzekerd worden. De kans op koudebruggen worden eveneens geminimaliseerd door de natuurlijke aanhechting van het kalkhennepmengsel (Sutton 2011). De muur zal echter nog enkele weken dienen te drogen voordat een eventuele afwerking aangebracht kan worden (Grow2build 2015).

3.4.4.2 PREFAB ELEMENTEN

Wanneer men werkt met in prefab vervaardigde kalkhennepproducten, zullen hierbij de initiële kosten hoger liggen dan bij de ter plaatse gestorte of gespoten kalkhennep. Het bouwproces zelf zal via deze prefab systemen vlotter verlopen doordat men niet met de droogtijden van kalkhennep zit en de plaatsing zelf ook vaak eenvoudiger is. Binnen de prefab kalkhennep-elementen bestaan er 2 verschillende varianten die vaker te zien zijn.

3.4.4.2.1 KALKHENNEPBLOKKEN

Een eerste type zijn de kalkhennepblokken met als voorbeeld Isohemp, te zien op Figuur 3-9. Deze hennepblokken worden gefabriceerd in België. De elementen zijn zelfdragend en hebben thermisch isolerende eigenschappen ($\lambda < 0,07\text{W/mK}$), (Isohemp 2017) maar kunnen geen constructieve rol vervullen (Isohemp 2017).



Figuur 3-9: Isohemp Hennepblokken (Isohemp z.d.)

Kalkhennepblokken worden toegepast met een halfsteensverband en worden verbonden door middel van een mortellijm aan de onderzijde en tegen de binnenzijde van een dragende muur (Isohemp 2017). De samenstelling van deze blokken bestaat uit 75 – 80% hennepscheven met een korrelgrootte van 2 – 20mm, 10 – 15% luchtkalk en 5 – 10 % hydraulische kalk (Isohemp 2017). Dit mengsel wordt eerst gegoten in een mal, daarna geperst en zal hierna uitharden aan lucht zonder dat hiervoor een warmtebron gebruikt moet worden (Isohemp 2017).

Kalkhennepblokken kunnen verschillende toepassingen vervullen binnen zowel renovaties als nieuwbouw. Hierbij kan deze de rol vervullen van buitenisolatie, binnenisolatie, vloerisolatie en niet dragende binnenmuren. Ook kan het als muur gebruikt worden om deze bestendig te maken tegen slechte weersomstandigheden (Isohemp 2017). Ondanks de hoge weerstand tegen weersomstandigheden moet de onderste laag blokken beschermd worden tegen optrekkend vocht en mogen ze buiten pas toegepast worden 15 cm boven het maaiveld (Isohemp 2017).

Ook bestaat er voor het werken met kalkhennepblokken een oplossing voor raamopeningen. Hiervoor heeft Isohemp bijvoorbeeld de Isohemp lintelen ontwikkeld zoals te zien in Figuur 3-10. Deze helpen het voorkomen van koudebruggen en zorgt voor een continue en identieke onderlaag voor de afwerking (Isohemp 2016).



Figuur 3-10: Isohemp Linteel (Isohemp 2016)

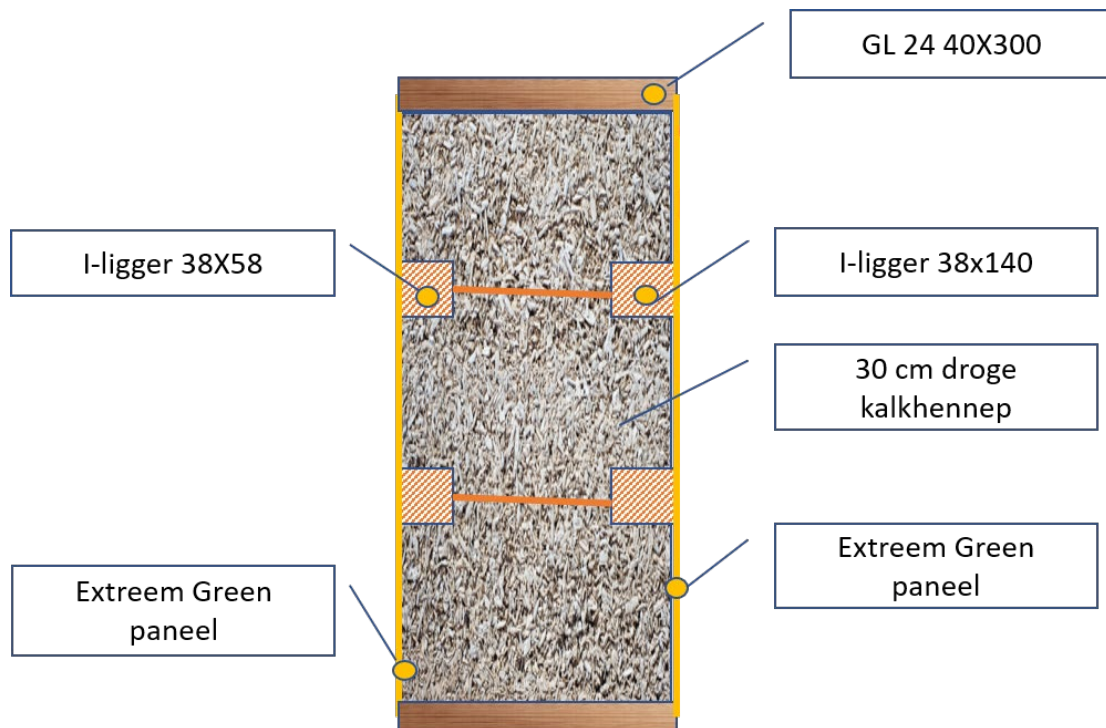
3.4.4.2.2 KALKHENNEP PANELEN

Een tweede prefab systeem waar kalkhennep bij toegepast wordt zijn prefab panelen, waarvan de plaatsing te zien is op Figuur 3-11. Hierbij speelt men in op het feit dat kalkhennep geen dragende functie kan vervullen door tijdens de productie een dragende structuur zoals hout- of staalskeletbouw samen met kalkhennep te integreren in 1 prefab element. Hier zal de initiële kost nog hoger liggen dan bij de kalkhennepblokken maar het bouwproces zal dan ook vlotter verlopen (Grow2build 2015).



Figuur 3-11: Plaatsing van kalkhennep prefab wanden (PUUR-bouwen z.d.)

In België zijn er momenteel 2 grotere producenten die de prefab kalkhenneppanelen produceren. Dit zijn PUUR-bouwen en Hemp in a box. Beide werken ze vanuit een houtskeletstructuur, waar PUUR-bouwen zich meer focust op één enkel type opbouw van de panelen voor alle gebruikelijke toepassingen en Hemp in a box verschillende types panelen ontwikkeld.



Figuur 3-12: Sectie door HIAB-home V2 paneel (box z.d.)

Een voorbeeld van dit systeem zijn HIABHOME-panels: HIAB-home V2 (zie Figuur 3-12) van fabrikant Hemp in a box (box z.d.). Hierbij maken ze gebruik van een houten frame als dragende structuur met I-liggers om de wand een dragende functie te kunnen laten uitoefenen. In dit frame wordt een kalkhennepmengeling aangebracht met vooropgestelde specificaties. Dit zal resulteren in een solide, winddichte en geïsoleerde wand. Verder bestaat er ook de mogelijkheid om extra isolatie, wachtbuizen of een bepaalde afwerking aan te brengen (box z.d.). De panelen kunnen snel geplaatst worden na levering op de werf. Na deze installatie kan men direct beginnen aan de afwerking van de panelen (box z.d.).

In de verdere hoofdstukken van deze scriptie zal er dieper ingegaan worden op deze prefab kalkhenneppanelen en dit van de productiefase tot de gebruiksfase. Er wordt dus onder andere bekeken hoe deze panelen gefabriceerd worden, hoe ze geïntegreerd kunnen worden binnen een ontwerp en hoe de plaatsing ervan gebeurt, om zo te kunnen kijken wat iemand drijft voor het gebruik van deze panelen en wat het gebruik ervan met zich meebrengt.

4 ONDERZOEKSMETHODOLOGIE CASES

Binnen dit hoofdstuk wordt uitgelegd hoe de prefab kalkhennepanelen verder onderzocht worden, verder bouwend op de voorafgaande literatuurstudie. Eerst wordt er gesteld wat er onderzocht werd en waarom, gevolgd door de verschillende onderzoeksmethodes die hierbij toegepast zijn. Als laatste wordt de algemene informatie van de twee casestudies toegelicht die in verdere hoofdstukken gebruikt worden voor het onderzoek.

4.1 ONDERZOEKSDOELSTELLINGEN

Om een inzicht te krijgen in het gebruik van de prefab kalkhennepanelen, is deze analyse opgedeeld in drie verschillende onderdelen. De productie, het ontwerp en de uitvoering op de werf en het proces met de actoren. Deze onderdelen hebben elk een eigen doel met andere vragen die beantwoord worden door de verschillende onderzoeken. Deze zijn dan ook op verschillende manieren en vanuit verschillende standpunten geanalyseerd.

4.1.1 FABRICATIE KALKHENNEPPANELEN

Als eerste zal het productieproces van de prefab kalkhennepanelen onderzocht worden. Dit wordt gedaan om een inzicht te krijgen in het maakproces van de panelen (van de voorbereiding van de productie tot en met de levering van de afgewerkte panelen op de werf) en de materialen ervan, maar ook om te kijken welke mogelijkheden en beperkingen de panelen met zich meebrengen. Deze analyse zal verlopen aan de hand van een interview met de producent en een observatie van de productie die op het moment van dit onderzoek gaande is.

4.1.2 ONTWERP EN UITVOERING OP DE WERF

Het volgende onderzoek is deze van het ontwerpen met de prefab kalkhennepanelen en hoe de uitvoering op de werf verloopt. Dit wordt onderzocht aan de hand van casestudie 1 waarbij een plananalyse gebruikt zal worden om een reconstructie te vormen van de uitvoering op de werf. Het onderzoek wordt verder nog aangevuld met informatie uit de bevestigingen van de verschillende actoren (architect, bouwheer, producent/aannemer) binnen de verschillende fasen van de case. Dit onderzoek zal een inzicht geven hoe de panelen toegepast worden binnen de verschillende opbouwen in praktijk, hoe de detaillering ervan verloopt en hoe ze geïntegreerd kunnen worden binnen een ontwerp.

4.1.3 PROCES EN ACTOREN

Het laatste onderzoek is dit naar het volledige proces met de verschillende actoren. Hier wordt onderzocht hoe de verschillende onderdelen van een bouwproces aan elkaar gelinkt zijn, waar de bijhorende actoren in het proces voorkomen en hoe of welke interacties ze met elkaar moeten of kunnen aangaan. Dit onderzoek verloopt hoofdzakelijk met bevestigingen van zowel de architect, bouwheer en producent/aannemer van de twee verschillende casestudies.

4.2 ONDERZOEKSMETHODES

4.2.1 DATA COLLECTIE

Om een waardevolle studie te kunnen uitvoeren moet er geopteerd worden voor de juiste methodes van datacollectie. Deze keuzes variëren voor verschillende types van onderzoek. De verschillende types van datacollectie gebruikt voor de analyse van de casestudies zullen hieronder uitgelegd worden.

4.2.2 DOCUMENTATIE

De start van het onderzoek werd gemaakt vanuit de documentatie door middel van o.a. een literatuurstudie. Dit zorgt voor een goede en uitgebreide kennis van het thema en voor een gerichte oriëntatie van het uitzetten van deze scriptie. In volgende hoofdstukken volgt een documentatie in de vorm van een plananalyse waarbij de plannen van de casestudies onderzocht worden om een beter inzicht te krijgen in de specifieke toepassing van prefab kalkhenneppanelen binnen deze projecten.

4.2.3 INTERVIEWS

Om naast de documentatie en analyses de inzichten en kennis verder op te bouwen, zullen er interviews plaatsvinden in de vorm van een formeel gesprek waarbij de interviewer interactie aangaat met de bevrageerde om zo inzicht en informatie te verkrijgen over een bepaald onderwerp. Deze methode kan gebeuren op verschillende niveaus (Walliman 2011):

- Gestructureerd interview: Standaardvragen gelezen door de interviewer volgens een vooraf bepaalde planning. Meestal gaat het hier om gesloten vragen.
- Ongestructureerd interview: Een flexibel formaat van interview. Meestal gebaseerd op enkele richtinggevendende vragen waar het formaat van het interview de keuze van de interviewer blijft. Dit geeft de kans om door te vragen om betere inzichten vanuit het perspectief van de bevrageerde te verkrijgen. Hier zijn dan ook open vragen meer aan de orde.
- Deels-gestructureerd interview: Een mix van bovenstaande types interview met zowel open als gesloten vragen.

De interviews die voor deze scriptie afgenomen worden zullen een deels-gestructureerd karakter hebben. Er zullen namelijk gesloten vragen zijn om basisinformatie te verkrijgen, maar het merendeel zal in de vorm van open vragen zijn. Deze vragen zullen voorbereid worden waarbij andere vragen specifiek gebonden zullen zijn aan dat interview, waar andere ook zullen voorkomen bij andere interviews.

De interviews zullen verder nog opgedeeld worden volgens de verschillende actoren binnen het proces van de cases. Zo zullen zowel de producenten/aannemers, architecten en bouwheren bevrageerd worden.

4.2.4 OBSERVATIES

Deze methode van data verzamelen maakt gebruik van observaties i.p.v. bevragingen. Het doel is om een objectief standpunt in te nemen bij een fenomeen en een onzichtbare factor te zijn. Deze techniek wordt vooral toegepast bij het bestuderen van mensen of dieren (Walliman 2011).

Binnen deze scriptie zal het productieproces onderzocht worden aan de hand van een observatie van een productie die op het moment van dit onderzoek gaande is. Hierbij verloopt de observatie dan ook gelijktijdig met een bevraging van de producent om zeker een duidelijk beeld te kunnen vormen van dit proces.

4.3 CASESTUDIE 1

4.3.1 ALGEMENE INFORMATIE

- Adres : Koreinrede 6 – 9070 Destelbergen
- Architect : Baeyens & Beck ir. architecten
- Bouwheer : Dhr. & Mevr. Dealemans - Jacobs
- Aannemer / Fabrikant : PUUR bouwen
- Type gebouw : Nieuwbouw – Vrijstaande moderne eengezinswoning
- Bouwjaar : 2015 - 2016

4.3.2 ALGEMENE OMSCHRIJVING PROGRAMMA

Deze woning gelegen in Destelbergen betreft een nieuwbouw villa met 3 niveaus: kelderniveau, gelijkvloers en een eerste verdieping. Het kelderniveau werd opgebouwd op een traditionele wijze met betonstenen en een plafond uit betonnen breedplaatelamenten, waar men voor de rest van de woning gebruikmaakt van een combinatie van prefab kalkhenneppanelen en houtskeletstructuur. Verder wordt de woning aan de buitenzijde afgewerkt met witte pleister (zie Figuur 5-1) en houten accenten. Aan de binnenzijde worden de kalkhennep wanden afgewerkt met een witte kalkpleister. De woning is met de voorgevel noordoost gericht en beschikt over vloerverwarming en een balans ventilatiesysteem.



Figuur 4-1: Foto woning Heusden (PUUR-bouwen 2016)

Het programma bestaat uit een eengezinswoning met 3 slaapkamers gelegen op de eerste verdieping samen met een studieruimte en een badkamer. Op het gelijkvloers bevindt zich de leef- en eetruimte, de keuken, een bureau, een schoonmaakberging, een toilet, een koele berging, een wasplaats/bijkeuken en een overdekte carport. Verder bestaat de kelderverdieping uit 4 aparte ruimtes waarvan 1 een technische ruimte en 1 een archiefruimte is.

4.4 CASESTUDIE 2

4.4.1 ALGEMENE INFORMATIE

- Adres : Kerkstraat 81 – 9250 Waasmunster
- Architect : ROBUUST architecten
- Bouwheer : Joris Haems
- Aannemer / Fabrikant : PUUR bouwen
- Type gebouw : Nieuwbouw – Rijwoning
- Bouwjaar : 2019

4.4.2 ALGEMENE OMSCHRIJVING PROGRAMMA

Deze woning gelegen in Waasmunster betreft een nieuwbouw rijwoning bestaande uit 3 niveaus: Gelijkvloers, een eerste verdieping en een zolder. Het gaat hier over een afbraak van de bestaande woning (zie Figuur 4-2) doordat deze niet te renoveren was. De afwerking van de buitenmuren zal gebeuren met een mix van pleisterwerk en houten gevelbekleding. Aan de binnenzijde zullen de wanden met een pleisterwerk afgewerkt worden. De woning is met de voorgevel noordoost gericht en beschikt over vloerverwarming aangevoerd door een warmtepomp en een ventilatiesysteem D met zomer bypass die ook op vraag bestuurd kan worden.



Figuur 4-2: Bestaande woning (Google Street view)

Bij het ontwerp wordt er vooral gefocust op openheid en transparantie zowel naar binnen als naar buiten. Via verschuifbare lamellen verkrijgt men verder de nodige privacy. Ook is er bij het ontwerp extra rekening gehouden met de zon, om deze maximaal te kunnen benutten.

Het programma bestaat uit een eengezinswoning met 3 slaapkamers gelegen op de eerste verdieping samen met 2 badkamers en een polyvalente ruimte. Op het gelijkvloers bevindt zich een open keuken met zitruimte, een koele berging, een leefruimte gelegen in een zitkuil, een terras, een toilet en een inkomberging. Verder wordt de zolder opgedeeld in een bureau, een berging en een ruimte voor technieken.

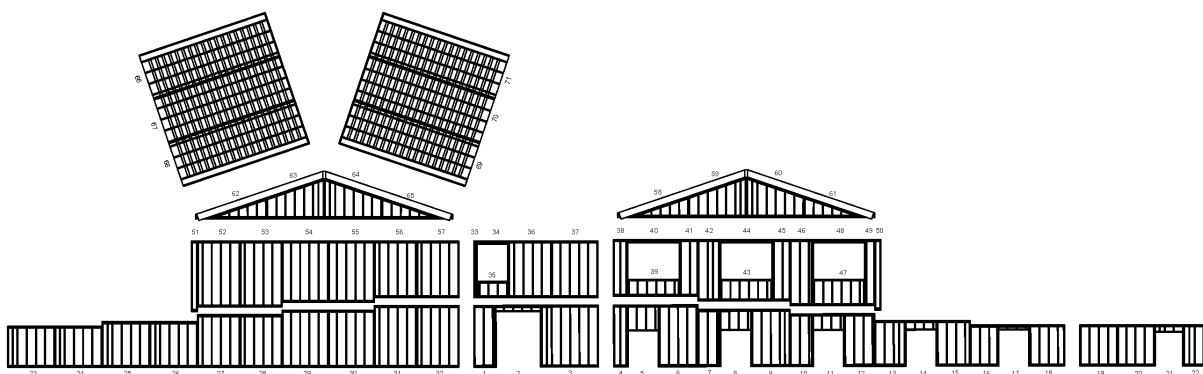
5 FABRICATIE KALKHENNEPPANELEN

Om te starten binnen de analyse van de prefab panelen, wordt in dit hoofdstuk de fabricatie van deze panelen tot de levering en plaatsing ervan op de bouwwerf bekeken. Hiervoor worden de prefab kalkhennepanelen van PUUR-Bouwen bekeken, waarbij het productieproces gedocumenteerd wordt aan de hand van een lopende productie van panelen voor een project in Waasmunster.

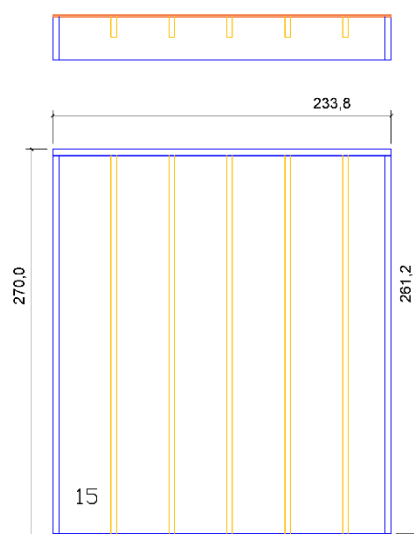
5.1 HET ONTWERP

Een project uitgevoerd met prefab kalkhennepanelen start, zoals elk ander project, met een voorontwerp. Dit voorontwerp zal uitgetekend worden door een architect. Men kan de producent binnen deze fase al betrekken. Dit gebeurt ongeveer in de helft van de projecten van PUUR-bouwen en heeft als voordeel dat de budgettering van het project beter ingeschat kan worden. Bij andere projecten, waar al dan niet beslist is om met de panelen te werken, zal de producent pas na het verkrijgen van de vergunning een rol spelen binnen het project.

Het voorontwerp zal dan na het verkrijgen van een vergunning voorgelegd worden aan de producent. Deze zal de plannen door een interne ingenieur laten uittekenen, zodat het ontwerp voldoende aangepast is aan de panelen. Hij zal dus nodige muur-opbouwen aanpassen, de wanden opdelen in de panelen (zie Figuur 5-1) en elk individueel paneel uittekenen (zie Figuur 5-2). Al deze plannen worden dan voorgelegd aan de hoofdverantwoordelijke van het project, die altijd zijn goedkeuring moet verlenen voordat men verder mag werken aan het project.



Figuur 5-1: Voorbeeld indeling panelen project Oosterzele (PUUR-bouwen 2016)



Figuur 5-2: Voorbeeld individueel prefab paneel project Waasmunster (PUUR-bouwen 2018)

Indien de hoofdverantwoordelijke de plannen accepteert, worden deze doorgestuurd en gecontroleerd door een externe ingenieur stabiliteit om deze daarna terug te sturen naar de architect zodat deze de afmetingen voor de uitvoeringsplannen kan aanpassen. Als laatste worden de plannen bezorgd aan de bouwheer zodat deze de nodige technieken zoals schakelaars en potjes kan aanduiden. Deze technieken zullen namelijk in de prefab productie voorzien worden. Indien deze plannen goedgekeurd worden door alle betrokken participanten, kan de producent starten met de productie.

5.2 PRODUCTIE

5.2.1 VOORBEREIDING

Doordat tijd een zeer belangrijk aspect is van de prefab kalkhennepanelen, is men zeer gedreven in de ordening tijdens de productie. Dit zodat het tijdsaspect zeker niet in waarde zal verliezen. Men start de productie dan ook vanuit een 3D-beeld van het volledige ontwerp en een lijst van elk individueel paneel. Deze panelen zullen elk dan ook een individueel nummer hebben. De nummering hiervan gebeurt op een logische manier om zo de panelen in een logische volgorde te kunnen produceren. Deze informatie wordt opgehangen in de werkruimte zodat iedereen deze kan consulteren indien nodig en zo misverstanden vermeden kunnen worden (Zie Figuur 5-3).



Figuur 5-3: Plannen beschikbaar op de werkplaats (eigen foto)

5.2.2 HET FRAME

Nadat de nodige voorbereiding getroffen is, kan men beginnen aan de productie van de frames. Deze start dan vanuit de eerder vernoemde lijst met de individuele panelen. De frames van de prefab panelen zullen dienst doen als de draagstructuur. Deze kan vergeleken worden met een houtskeletstructuur en wordt vervaardigd uit CLS balken. De balken worden op maat gezaagd, waarbij men rekening houdt met de lengtes om zoveel mogelijk afvalstukken te vermijden. Na het verzagen worden de balken genummerd op de uiteinden en gestockeerd in rekken (zie Figuur 5-4) om vermenging van balken voor verschillende panelen te vermijden.



Figuur 5-4: Stockage gezaagde balken (eigen foto)

Binnen de panelen worden er twee verschillende afmetingen van balken gebruikt. De eerste heeft een doorsnede van 7 x 30 cm en wordt gebruikt voor het buitenste deel van het frame. Deze balken zijn afgebeeld in Figuur 5-2 met een blauwe kleur. Het tweede type balk heeft een doorsnede van 3,8 x 14 cm en doen dienst als verticaal lattenwerk binnen het eerder vernoemde buitenframe. Dit lattenwerk wordt op een h.o.h. afstand van 40 cm van elkaar voorzien en is afgebeeld in Figuur 5-2 in een gele kleur.

De volgende stap in het proces is het ineenzetten van de frames. Ook dit gebeurt weer op een gestructureerde wijze zodat de juiste panelen klaar zijn voor de volgende stap wanneer nodig. Na het ineenzetten van deze frames nemen deze namelijk aanzienlijk meer plaats in. Voordat de balken effectief aan elkaar bevestigd worden, worden ze nog eens geïnspecteerd op eventuele fouten en worden ze doormiddel van schroeven aan elkaar bevestigd (zie Figuur 5-5). De frames worden na deze stap nog eens gecontroleerd. Indien er nu nog fouten gevonden worden, zijn deze op dit moment nog makkelijk te demonteren om ze dan aan te passen.

Indien de panelen een zekere hoogte hebben, kan men een extra horizontale verbinding aanbrengeen tussen het verticale lattenwerk die dienst doen als verstevingen (zie Figuur 5-5).



Figuur 5-5: Frames na montage balken (eigen foto)

5.3 BEPLATING

Nadat de frames goedgekeurd zijn, wordt een op maat gezaagde Fermacell plaat met een dikte van 1,2 cm op 1 zijde van de frames bevestigd. Deze plaat is weergegeven in Figuur 5-2 met een rode kleur. Deze bevestiging zal altijd op de zijde van de panelen gebeuren die dienst doet als binnenzijde van de wand. Deze plaat is namelijk gemakkelijker om de binnenafwerking in de latere fasen van het bouwproces op aan te brengen. Ook hier gebeurt de bevestiging door middel van schroeven.

Deze Fermacell plaat vervult verschillende functies. Als eerste doet de plaat dienst als verloren bekisting tijdens de fase van het vullen van het frame met het kalkhennepmengsel. Verder heeft de plaat een uitstijvende functie om stijfheid van de panelen te verzekeren, zorgt de bevestiging ervan voor een extra controle op haaksheid van de panelen en geeft het een goede ondergrond voor de uiteindelijke afwerking van de wand. Na de bevestiging van de Fermacell platen, worden deze platen geperforeerd (zie Figuur 5-6) om de geforceerde droging van de kalkhennep mogelijk te maken. De perforatie van de Fermacell platen brengt wel met zich mee dat deze geen luchtdichting kunnen garanderen. De panelen zullen dus altijd moeten voorzien worden door bijvoorbeeld een pleister die de luchtdichtheid kan verzekeren.



Figuur 5-6: Paneel met geperforeerde Fermacell plaat (eigen foto)

Binnen deze fase zal men ook de nodige potjes, trekkabels, ... voorzien in de panelen. De panelen zijn namelijk al afgewerkt met een afwerkingspaneel, klaar om bepleisterd te worden. Het zou enkel extra werk geven indien de panelen hiervoor open gezaagd moeten worden. Naast extra werk kan dit zelfs in lichte mate de uitstijvende functie van de Fermacell plaat aantasten.

5.4 KALKHENNEPMENGSSEL

Na het monteren van de Fermacell plaat, wordt het paneel plat op de droger (zie Figuur 5-8) gelegd met de zijde van de plaat aan de onderkant en kan men beginnen met het mengen van het kalkhennepmengsel. Dit zal gebeuren in de menger (zie Figuur 5-7). Het mengsel zal bestaan uit een verhouding van circa 100 kg hennepscheven, 100 kg hydraatkalk, 80 L water en 12 kg additief. Deze verhoudingen zullen wel licht verschillen volgens de functie van de panelen. De controle op de samenstelling gebeurt door weging en een visuele controle tijdens het mengen.

Wat speciaal is aan het mengsel bij het prefab gegeven, is dat het maar ongeveer de helft water nodig heeft tegenover een ter plaatse gestorte kalkhennep. Dit komt doordat bij het ter plaatse aanbrengen het mengsel gespoten wordt door een spuit wat dan ook een minder vast mengsel nodig heeft. Doordat er minder water aanwezig is in het mengsel voor de prefab panelen, zal er bij de droging minder krimp voorkomen, wat zeker een voordeel is om een goed massief en aansluitend geheel te vormen binnen de panelen.

Bijkomend moet men ook letten op de kwaliteit en samenstelling van de hennepscheven. Als hier namelijk te veel vezels in zitten, moet men extra kalk in het mengsel toevoegen.



Figuur 5-7: Droger (eigen foto)



Figuur 5-8: Menger (eigen foto)

Als het kalkhennepmengsel goedgekeurd is, kan men dit gaan storten in de panelen. De storting zal gebeuren in twee lagen. Dit zodat men na elke laag het product kan aanstampen door middel van een houten voet. Indien men dit in 1 keer zou storten kan men niet meer genoeg druk zetten om het mengsel te verdichten. Na het aanstampen wordt de tweede laag direct aangebracht om een goede hechting tussen de twee lagen te verzekeren.

Binnen de panelen zal de kalkhennep met een totale dikte van 14 cm gestort worden, wat ook de dikte is van het verticale lattenwerk binnen de panelen. Deze dikte is aangenomen om de snelheid van de droging te kunnen verzekeren. De drogingstijd zal namelijk exponentieel toenemen naargelang de dikte van de kalkhennep toeneemt. Verder wordt deze dikte ook aangenomen doordat je vanaf 14 cm het potentieel van de inertie van kalkhennep bereikt en je alle voordelen van de vochtregulatie van het materiaal verkrijgt.

5.5 DROGING

Nadat het kalkhennepmengsel gestort is, kan het drogingsproces gestart worden. Dit proces zal men geforceerd uitvoeren door middel van een ventilator die onder het rooster van de droger gelegen is (zie Figuur 5-7). Dit wordt uiteraard gedaan om de droging sneller te doen verlopen. Zoals eerder vermeld zijn de Fermacell platen dan ook geperforeerd zodat er voldoende lucht door kan om de snelheid van de droging te verzekeren.



Figuur 5-9: Stapeling panelen met houtwol (eigen foto)

Na de droging kan de zachte houtwol isolatie met een dikte van 16 cm in het paneel gelegd worden. Er wordt hier gekozen voor de houtwol isolatie omdat men de voordelen van kalkhennep al binnen de laag van 14 cm heeft zitten en houtwol een betere U-waarde aan de uiteindelijke wand zal geven. Het paneel wordt dan van de droger gehaald met een rolbrug en op een logische volgorde gestapeld met andere panelen tot een hoogte van 6 panelen (zie Figuur 5-9).

5.6 LEVERING

De gestapelde panelen zijn dan klaar en kunnen nog verder drogen tot ze getransporteerd moeten worden naar de werf. De panelen worden dan met de rolbrug op de vrachtwagen gestapeld in de volgorde dat ze geplaatst moeten worden op de werf. Ook hier zullen de panelen tot een hoogte van 6 lagen gestapeld worden.

Tijdens het transport is er geen extra PE-folie nodig bij elk paneel, enkel wordt het bovenste paneel afgedekt met een houten plaat. De houtwol is namelijk bestand tegen een redelijke hoeveelheid water die door de snelheid van het proces, de kwaliteit van de panelen niet in het gedrang zal brengen. Bij de levering op de werf zijn de panelen direct klaar voor montage en zullen de gevulde panelen voor het eerst rechtgezet worden.

5.7 INNOVATIE HENNEPPLATEN

De productie die in dit hoofdstuk geanalyseerd wordt, is het laatste dat PUUR-bouwen zal opbouwen met de Fermacell platen. Hierna zullen ze namelijk overstappen naar hennepplaten (zie Figuur 5-10). Deze platen worden vervaardigd door het persen van hennepscheven en hebben geen andere toeslagstoffen nodig. Dit zorgt dus voor een zuivere materiaalstroom gemaakt van hernieuwbare producten.



Figuur 5-10: Hennepplaat (eigen foto)

Net als de Fermacell platen, vervullen de hennepplaten de functie als bekisting, zorgt deze voor stijfheid in de panelen, kan er gemakkelijk een afwerking op voorzien worden en geeft het een extra controle op de haaksheid van de panelen. Verder zijn er nog enkele extra voordelen om deze platen te gebruiken. Om de droging van het kalkhennepmengsel geforceerd te laten verlopen, moet men geen gaten meer boren doordat de platen niet luchtdicht zijn. Dit was namelijk een zeer intensief proces bij de Fermacell platen.

De hennepplaten zullen verder niet enkel de Fermacell platen vervangen. Ze worden namelijk op beide zijden van de panelen aangebracht door middel van nietjes. Aan de buitenzijde van de wand zorgt de plaat er voor dat er op de werf geen houtwolplaten meer aangebracht moeten worden.

5.8 BEVINDINGEN

5.8.1 KENNIS BIJ EEN VOORONTWERP

Bij het maken van een voorontwerp van een project dat gebruik maakt van prefab kalkhenneppanelen is de nood aan kennis ervan voor de bouwheer of de architect geen essentie. Dit vloeit voort uit het feit dat de panelen al een zeker opbouw kennen. Deze opbouw focust op het meebrengen van de voordelige fysische eigenschappen van de kalkhennep op een zo efficiënt mogelijke manier. Hierdoor kan men na het voorontwerp, mits controle en aanpassingen door specialisten, overschakelen van een traditionele opbouw naar deze met de prefab kalkhenneppanelen.

Ondanks dat deze kennis niet essentieel is, zal het wel voordelen opleveren om hier in een vroeg stadium al rekening mee te houden. Zo zal men door het vroegtijdig betrekken van de prefab kalkhenneppanelen producent, de budgettering van het project beter kunnen inschatten.

5.8.2 VOORBEREIDING EN CONTROLE

Tijd is een zeer belangrijk aspect voor de panelen. Hier gaat het dan over zowel de snelheid van de productie als de snelheid van de plaatsing van de panelen op de werf. Dit is dan ook iets waar binnen elk onderdeel van de productie rekening mee gehouden wordt, zelfs binnen het transport en uiteraard ook in verdere stappen zoals de plaatsing en het voorzien van leidingen en elektriciteit.

Hierdoor zijn voorbereiding, orde en controle centrale termen binnen het productieproces. Met deze focus kan men zorgen voor een productie, levering en plaatsing met een zo kort mogelijke doorlooptijd. Deze korte doorlooptijd vormt zo één van de belangrijke eigenschappen van het werken met de panelen.

Deze voorbereiding neemt verder ook een economisch en ecologische aspect met zich mee. Zo zal men namelijk de materialen efficiënter gaan verwerken en toepassen zodat er hier ook minder afval gevormd wordt.

5.8.3 KALKHENNEP SAMENSTELLING EN DIKTE

Het werken met kalkhennep binnen een prefab systeem heeft een positieve invloed op de samenstelling van de kalkhennep. Het mengsel heeft namelijk ongeveer 50% minder water nodig dan een kalkhennepmengsel binnen andere toepassingen. Dit heeft als voordeel dat droging ervan minder krimp zal ondergaan en dus een beter aansluitend geheel zal vormen.

Binnen de panelen werkt men met een laag van 14 cm kalkhennep en de overige 16 cm van het paneel wordt gevuld met houtwolmatten. Bij deze dikte bereikt kalkhennep zijn potentieel van de thermische inertie en bezit het materiaal alle vochtregulerende eigenschappen, de droogtijd van de kalkhennep wordt beperkt en de U-waarde van de gehele wandopbouw wordt omhoog getrokken.

5.8.4 INNOVATIES

Ook innovaties zijn belangrijk binnen het gegeven van de prefab kalkhenneppanelen. Niet enkel optimalisatie van tijd is belangrijk, maar ook optimalisatie van het product zelf en de eigenschappen ervan hebben belang. Deze innovaties kunnen focussen op het kalkhennepmengsel zelf, maar de samenstelling zal afhangen van de functie die het paneel zal vervullen.

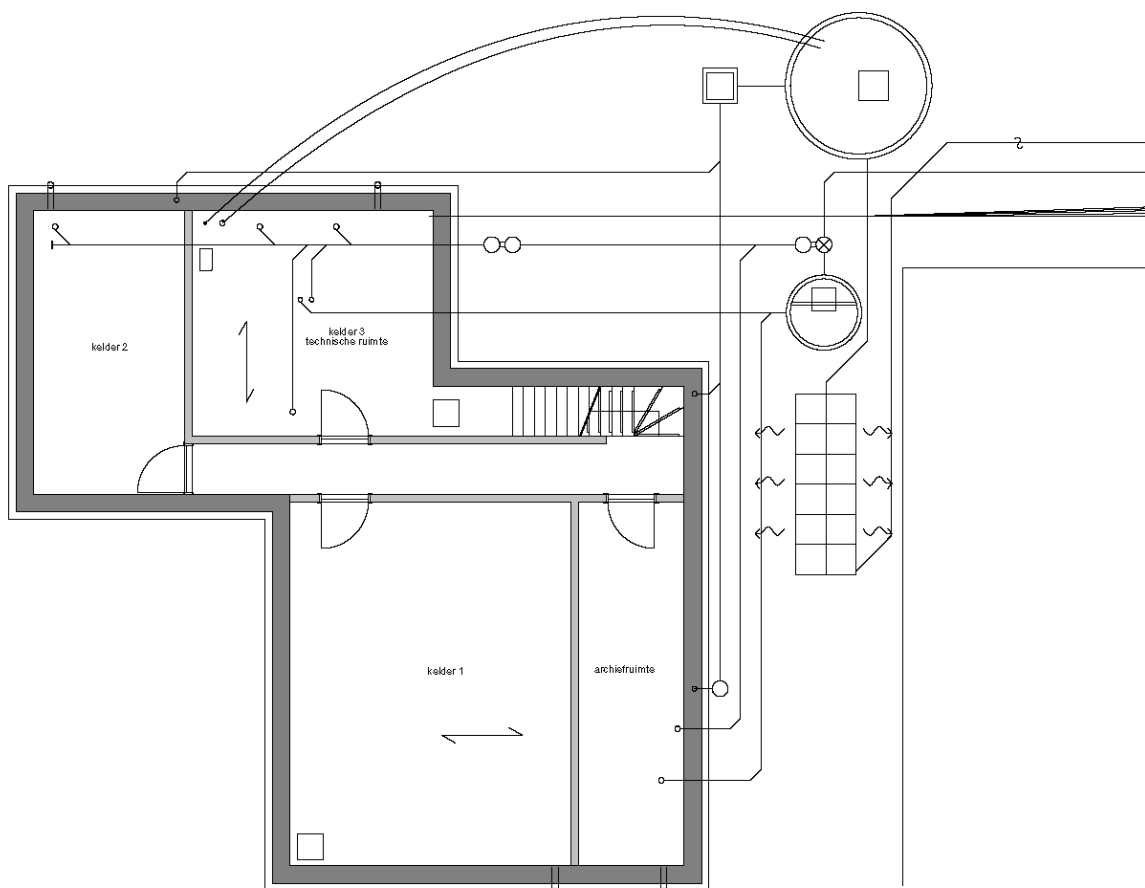
De focus van de innovaties zal dan ook eerder liggen bij het verbeteren van de andere materialen zoals het kader of de beplating. Hier gaat het om een zoektocht naar materialen die bijvoorbeeld de fysische eigenschappen van de panelen kan verbeteren, materialen die meer in lijn liggen met de gedachtegang achter het gebruik van kalkhennep of materialen die verbeteringen brengen binnen het productieproces zoals een snellere doorlooptijd.

6 ONTWERP EN UITVOERING OP DE WERF

In dit hoofdstuk wordt er aan de hand van de eerste case (zie 4.3) een analyse gedaan rond het ontwerp en de uitvoering van een project opgebouwd met prefab kalkhenneppanelen. Dit is gedaan door middel van een plananalyse waaruit de reconstructie gevormd is van de verschillende stappen die doorlopen worden na de levering van de panelen op de werf.

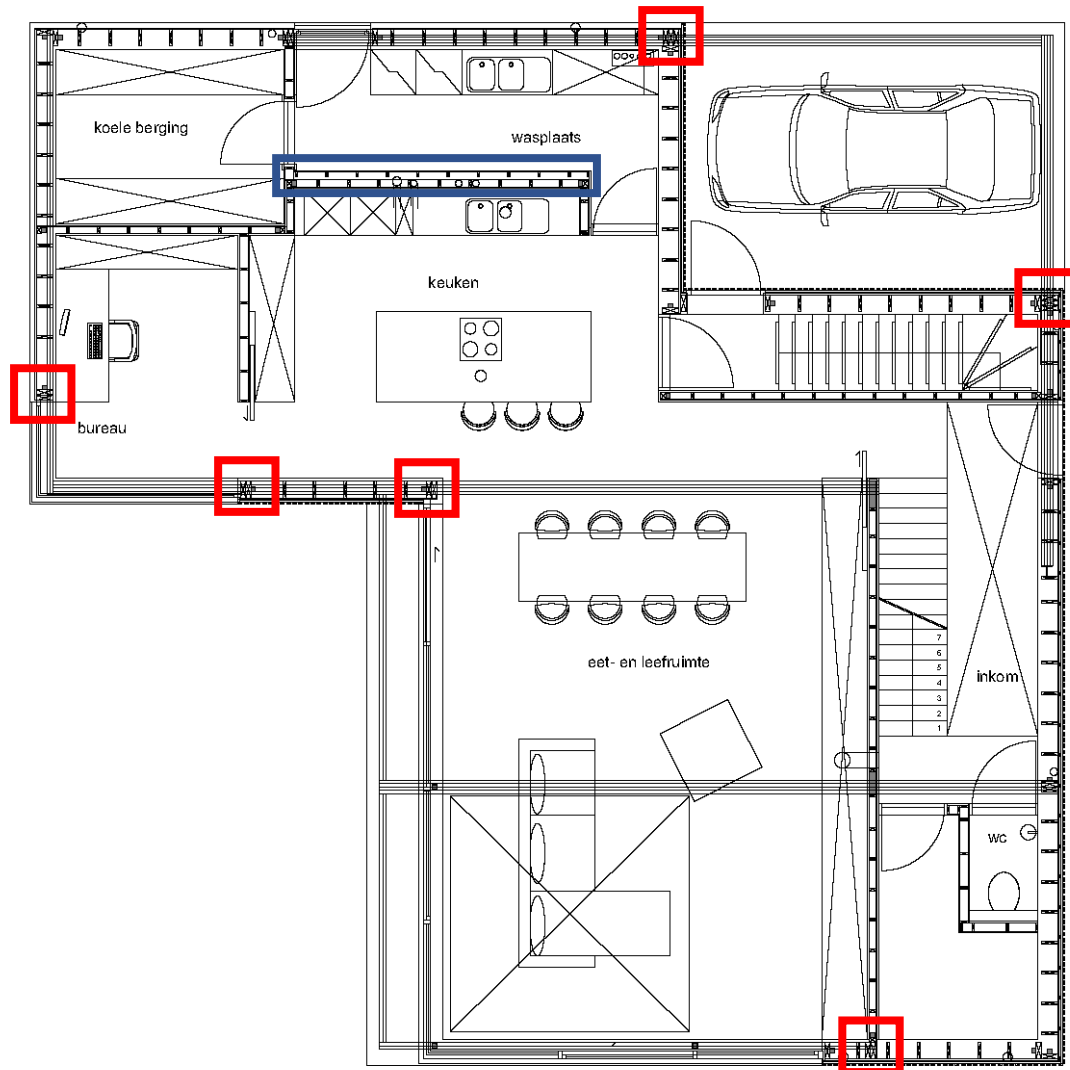
6.1 WANDEN

Zoals aangehaald in de projectomschrijving, is in tegenstelling tot het bovengrondse deel van de woning, bij de kelder geen gebruik gemaakt van kalkhenneppanelen, maar heeft men gekozen voor een meer traditionele opbouw met de buitenwanden uit ter plaatse gegoten beton met een dikte van 35 cm, afgewerkt met een laag XPS-isolatieplaten aan de buitenzijde. De binnenmuren van de kelder bestaan uit een metselwerk van gladde betonsteen met een dikte van 15 cm zonder een verdere afwerking.



Figuur 6-1: Grondplan niveau -1 (1/150) (Beck 2014)

In Figuur 6-1 is ook de draagrichting te zien van de draagvloer van gelijkvloers. Deze bestaat namelijk net als de rest van de kelder niet uit kalkhenneppanelen of houtskeletbouw maar wordt vervaardigd uit betonnen breedplaatelmente. Verder bestaat de keldervloer uit een ter plaatse gegoten betonplaat met een dikte van 35 cm.



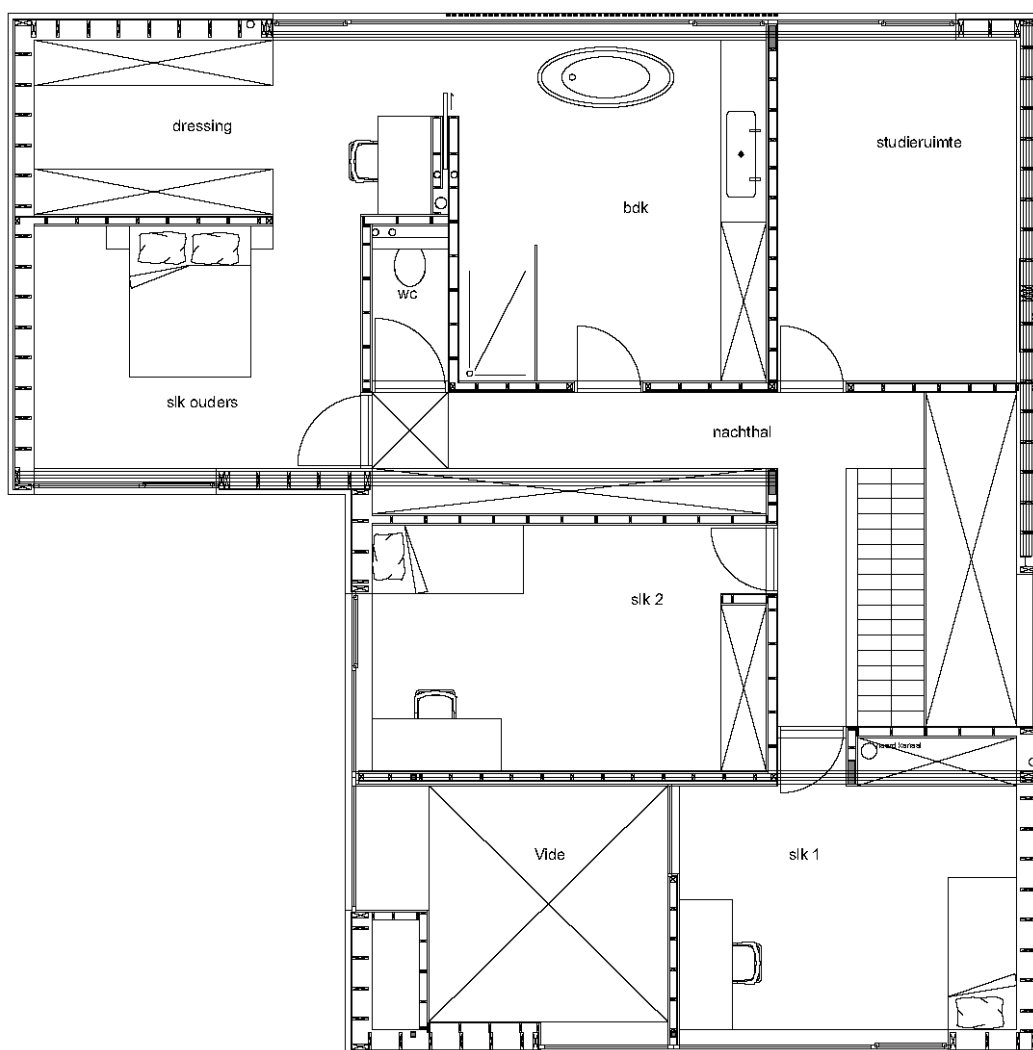
Figuur 6-2: Grondplan niveau 0 (1/100) (Beck 2014)

De buitenwanden vanaf het gelijkvloers en hoger worden opgebouwd uit prefab kalkhenneppanelen waarvan de draagstructuur bestaat uit een houtskeletstructuur. Deze werden voor de woning prefab vervaardigd door de producent PUUR-bouwen in hun productiehhal. Dit geeft dus het voordeel dat ze gemaakt worden in weersonafhankelijke omstandigheden en de plaatsing ervan op de werf vlot kan verlopen. De binnenmuren bestaan verder uit een houtskeletstructuur die al dan niet nagevuld wordt met een isolerend materiaal (binnen dit project gevuld met houtwolmatten). Ook deze houtenframes worden door de producent PUUR-bouwen geprefabriceerd.

Een goede planning is bij het gebruik van prefab kalkhennepenelementen wel noodzakelijk. Deze planning bestaat uit tekeningen van elke paneel afzonderlijk, waarvan de afmetingen en vormen vooraf bepaald zullen zijn. De tekeningen moeten tijdig en voldoende gedetailleerd aangeleverd worden en op basis daarvan wordt de productie ingepland. Dit zodat men alle afmetingen van elk paneel weet, men de benodigde materialen kan berekenen met de hierbij horende geraamde prijs, in welke volgorde de productie zal moeten verlopen en zodat men tot aan de leidingen die erin moeten komen toe weet hoe deze geprefabriceerd moeten worden.

Bij de analyse van de grondplannen (Figuur 6-2 en Figuur 6-3) is te zien dat de prefab wanden onderverdeeld kunnen worden in 2 groepen, de buiten- en de binnenmuren. Verder kunnen de buitenmuren onderverdeeld worden volgens de afwerking (Pleisterwerk of houten gevelbekleding) en heeft de binnenmuur een uitzonderlijke uitvoering die slechts op 1 plaats in de woning zal voorkomen en dan ook geen standaard oplossing is. Deze uitzondering bevindt zich ter hoogte van de keuken op het gelijkvloers en doet dienst als wand om grotere leidingen in te verwerken. Deze wand is aangeduid in Figuur 6-2 door middel van een blauwe kader.

De panelen voor de buitenwanden hebben verder ook enkele uitzonderingen ten gevolge van de nodige draagkracht van de wanden. Deze uitzonderingen worden wel meermaals binnen het project toegepast en worden in Figuur 6-2 aangeduid door middel van de rode kaders. Zowel de uitzondering van de binnenwand, als deze van de buitenwanden worden in 6.1.3 nader besproken.



Figuur 6-3: Grondplan niveau +1 (1/100) (Beck 2014)

6.1.1 BUITENMUREN

Zoals in hoofdstuk 5 aangegeven worden de panelen geprefabriceerd bij de producent onder weersafhankelijke omstandigheden. Na de productie worden deze vervoerd naar de werf en kan de plaatsing (zie Figuur 6-4) en montage ervan starten. Deze montage gebeurt door middel van schroeven. De houtwolmatten aan de buitenzijde van de panelen worden hiervoor even aan de kant gedrukt zodat men ruimte heeft om het paneel op de onderliggende balk en zijdelinkse panelen vast te schroeven.



Figuur 6-4: Bevestiging kalkhenneppanelen (PUUR-bouwen 2016)

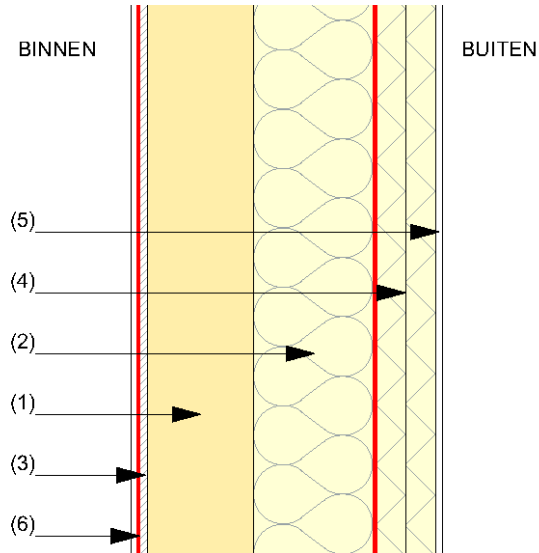
6.1.1.1 WAND OPBOUW

Na de bevestiging van de panelen zijn deze klaar voor het aanbrengen van de afwerking aan de binnen- en buitenzijde van de panelen. Binnen dit project heeft de bouwheer ervoor gekozen om alle wanden aan de binnenzijde te bekleden met een witte kalkpleister. Deze laag is dan ook nodig om de luchtdichtheid van de wand te voorzien. Deze pleisterlaag kan meteen aangebracht worden op de Fermacell plaat die deel uitmaakt van het prefab kalkhenneppaneel. Bij de keuze voor een binnenafwerking moet men altijd kiezen voor een afwerking die dampopen is. Dit is nodig om de natuurlijke vochtregulatie van kalkhennep te laten werken.

Voor de buitenzijde van de wanden, wilden de bewoners echter een combinatie van pleisterafwerking en een houten gevelbekleding. Men kan de buitenwanden dan ook opdelen in deze 2 verschillende opbouwen.

6.1.1.1.1 PLEISTERAFWERKING

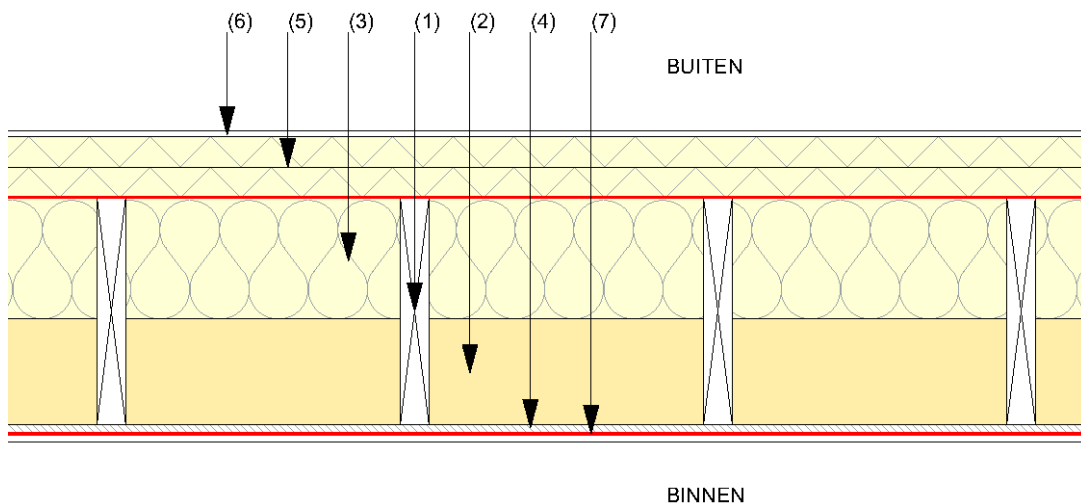
Het merendeel van de woning heeft pleisterwerk als buitenafwerking. Zo is de volledige bovenverdieping en een stuk van het gelijkvloers hiermee afgewerkt. Zoals te zien in Figuur 6-5 en Figuur 6-6 zijn deze wanden als volgt opgebouwd. De draagstructuur bestaat uit de eerder besproken prefab panelen met hiertussen de kalkhennep- en houtwolisolatie aangeduid tussen de rode lijnen. Daarna wordt deze aan de binnenzijde afgewerkt met een gipspleisterwerk met een dikte van 1 cm die direct aangebracht kan worden op de Fermacell plaat met een dikte van 1,2 cm.



Figuur 6-5: Muur met pleisterafwerking (eigen afbeelding)

(1: Kalkhennep 14 cm / 2: Houtwol Gutex Thermoflex 16 cm / 3: Fermacell plaat 1,2 cm / 4: Drukvaste houtwolplaten Gutex Thermowall 2 x 4 cm / 5: Kalk-gedragen buitenpleister 0,8 cm / 6: Kalkpleister 1 cm)

Aan de buitenzijde krijgt de wand een meer gelaagde opbouw. Zo wordt na de plaatsing van het paneel eerst een dubbele laag drukvaste houtwolplaten (Gutex Thermowall) op de prefab panelen bevestigd met elk een dikte van 4 cm voordat de uiteindelijke afwerking, een kalk-gedragen pleisterlaag van 0,8 cm, aangebracht wordt. Zo komt de totale wandopbouw uit op een dikte van 41 cm.

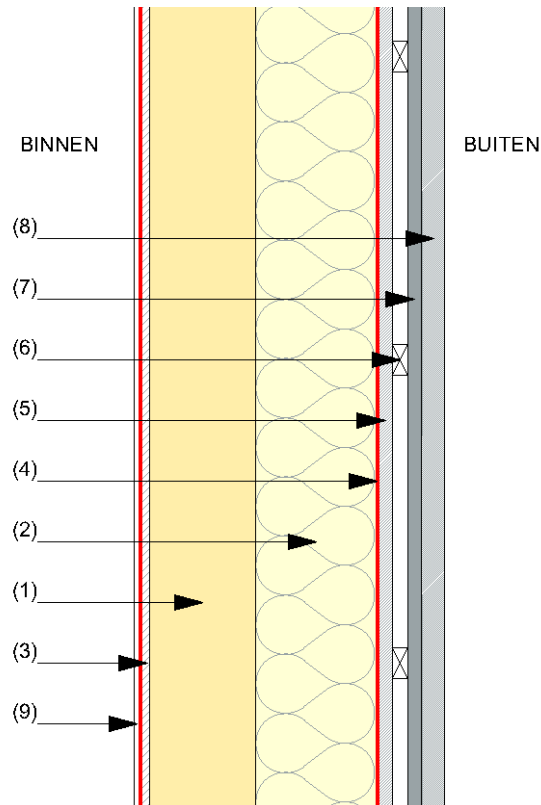


Figuur 6-6: Muur opbouw met pleisterafwerking horizontale snede (eigen afbeelding)

(1: Houten draagstructuur 3,8 x 30 cm h.o.h. 40 cm / 2: Kalkhennep 14 cm / 3: Houtwol Gutex Thermoflex 16 cm / 4: Fermacell plaat 1,2 cm / 5: Drukvaste houtwolplaten Gutex Thermowall 2 x 4 cm / 6: Kalk-gedragen buitenpleister 0,8 cm / 7: Kalkpleister 1 cm)

6.1.1.1.2 HOUTEN GEVELBEKLEDING

Naast de pleisterafwerking hebben enkele buitenmuren van het gelijkvloers een houten gevelbekleding omdat de bewoners naast de pleister, houtaccenten in de gevel wilden laten verwerken. Het gaat hier om een verticale gevelbekleding waarvan de muuropbouw te zien is in Figuur 6-7 en Figuur 6-8, waarbij de prefab panelen tussen rode lijnen zijn aangeduid. De binnenzijde van deze wanden is op dezelfde manier afgewerkt als de binnenzijde van de buitenwanden.

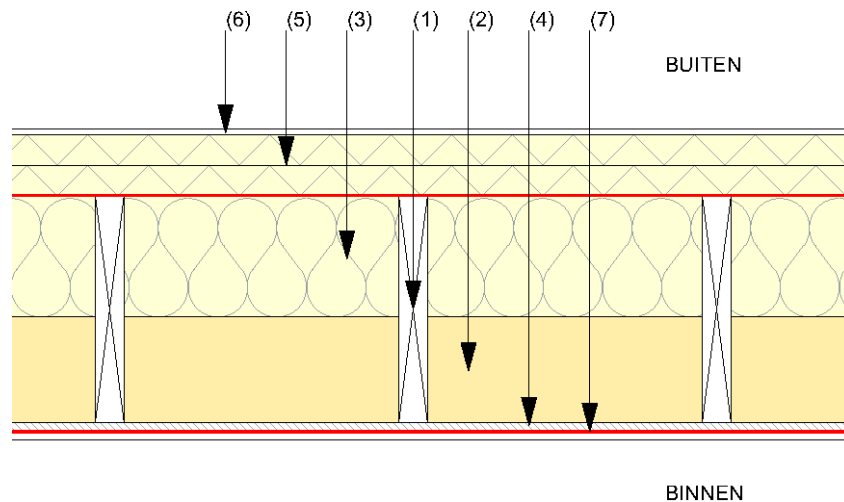


Figuur 6-7: Muuropbouw met houtafwerking (eigen afbeelding)

(1: Kalkhennep 14 cm / 2: Houtwol Gutex Thermoflex 16 cm / 3: Fermacell plaat 1,2 cm / 4: waterdicht damp-open folie / 5: Verticaal houten lattenwerk 2 x 4 cm h.o.h. 40 cm / 6: Horizontaal houten lattenwerk 2 x 4 cm h.o.h. 40 cm / 7: Zwarte betonplex 1,8 cm / 8: Verticale Padouk afwerking 3 x 5 cm h.o.h. 8 cm / 9: Kalkpleister 1 cm)

De afwerking verloopt als volgt. Na plaatsing van de kalkhenneppanelen, wordt aan de buitenzijde van dit paneel een waterdichte en dampopen folie aangebracht. Hiertegen komt een verticaal houten lattenwerk met een doorsnede van 2 x 4 cm dat net als de draagstructuur met een h.o.h. afstand 40 cm van elkaar geplaatst wordt. Dit lattenwerk is ter bevordering van de verluchting in deze spouwruimte. Hiertegen worden een horizontaal lattenwerk geplaatst met dezelfde afmetingen en h.o.h. afstand om de bevestiging van de definitieve afwerking te verzekeren.

Hierna wordt er een zwarte betonplex met een dikte van 1,8 cm geplaatst tegen het lattenwerk. Deze doet dienst als esthetische afwerking om niet in de luchtspouw te kunnen kijken. Als laatste is er de gevelafwerking die bestaat uit een verticaal lattenwerk van Padouk hout met een doorsnede van 3 x 5 cm die h.o.h. 8 cm van elkaar geplaatst worden. Zo bezit deze wandopbouw net als de eerder besproken wandopbouw een dikte van 41 cm.



Figuur 6-8: Muur opbouw met houtafwerking horizontale snede (eigen afbeelding)

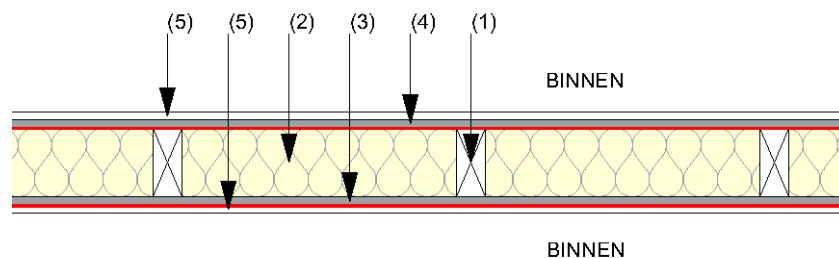
(1: Houten draagstructuur 3,8 x 30 cm h.o.h. 40 cm / 2: Kalkhennep 14 cm / 3: Houtwol Gutex Thermoflex 16 cm / 4: Fermacell plaat 1,2 cm / 5: waterdicht damp-open folie / 6: Verticaal houten lattenwerk 2 x 4 cm h.o.h. 40 cm / 7: Horizontaal houten lattenwerk 2 x 4 cm h.o.h. 40 cm / 8: Zwarte betonplex 1,8 cm / 9: Verticale Padouk afwerking 3 x 5 cm h.o.h. 8 cm / 10: Kalkpleister 1 cm)

6.1.2 BINNENMUREN

De prefabricatie van de binnenmuren start gelijkaardig als deze van de buitenmuren (zie Figuur 6-9). Deze zijn namelijk ook opgebouwd uit een houtskeletstructuur. De dikte van deze structuur verschilt natuurlijk van deze van de buitenwanden. Zo blijft de h.o.h. afstand van 40 cm gelijk, net als de breedte van de balken met 3,8 cm, maar wordt de dikte ervan aangepast naar 9 cm in plaats van 30 cm.

Verder stopt het productieproces al na het aanbrengen van de Fermacell plaat. De binnenwanden worden namelijk niet altijd geïsoleerd en indien dit wel gebeurt, is het niet door middel van kalkhennep. Hierdoor zal de Fermacell plaat bij de binnenwand dan ook niet geperforeerd moeten worden.

De bevestiging op de werf van deze binnenpanelen gebeurt, hetzelfde als bij de panelen van de buitenwanden, door middel van schroeven. Na bevestiging worden de wanden manueel opgevuld met Houtwol Gutex Thermoflex met een dikte van 9 cm en kan men starten met de afwerking ervan (zie Figuur 6-9). Dit gebeurt door het aanbrengen van een Fermacell plaat met een dikte van 1,2 cm aan de onbedekte zijde van het paneel, gevolgd door het aanbrengen van een witte kalkpleister met een dikte van 1 cm aan beide zijden van het paneel.



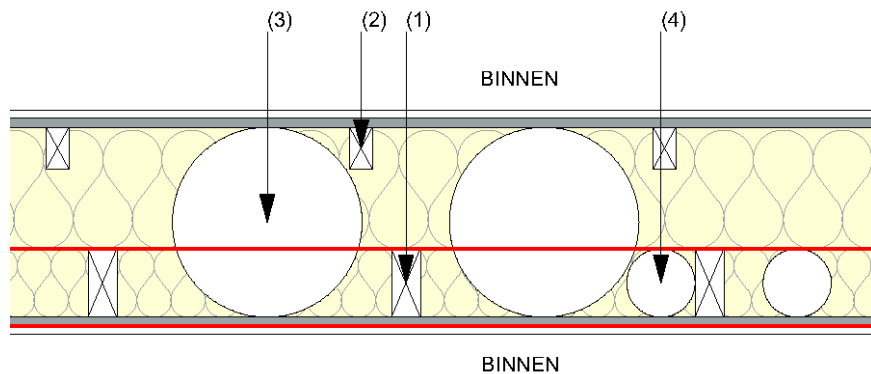
Figuur 6-9: Opbouw binnenwand (eigen afbeelding)

(1: Houten draagstructuur 3,8 x 9 cm h.o.h. 40 cm / 2: Houtwol Gutex Thermoflex 9 cm / 3: Fermacell plaat 1,2 cm / 4: Fermacell plaat 1,2 cm / 5: Kalkpleister 1 cm)

6.1.3 UITZONDERINGEN

6.1.3.1 BINNENWAND MET LEIDINGEN

Bij de analyse van de grondplannen bleek er 1 binnenwand te zijn die afweek van de andere binnenwanden van de woning. Deze uitzondering doet zich voor in een binnenwand op het gelijkvloers in de achterwand van de keuken en is te zien in Figuur 6-10 en Figuur 6-2 aangeduid in een blauwe kader. Zoals in deze figuren te zien is, is deze wand aanzienlijk dikker dan de andere binnenwanden. De reden hiervoor is om de nodige leidingen voor onder andere de keuken in de wand te kunnen wegwerken.



Figuur 6-10: Opbouw uitzondering 1 (eigen afbeelding)

(1: Houten draagstructuur eerste deel 3,8 x 9 cm h.o.h. 40 cm / 2: Houten structuur tweede deel 3 x 5,5 cm h.o.h. 40 cm / 3: Valbuis / 4: Centrale verwarming)

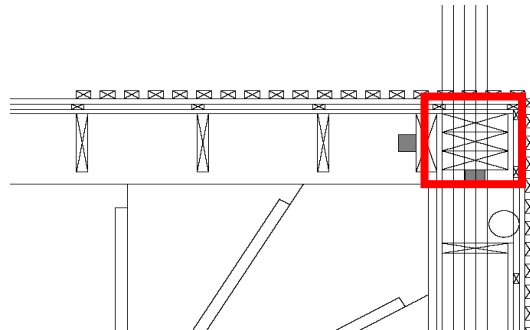
De manier waarop deze muur gefabriceerd wordt start gelijkaardig aan een standaard binnenwand van dit project. Het frame aangeduid tussen de rode lijnen in Figuur 6-10 wordt als prefab element geproduceerd en bevestigd op de werf. Deze wordt hierna opgevuld met 9 cm houtwol Gutex Thermoflex. Een tweede houten frame wordt bevestigd op een bepaalde afstand van het eerste om zo een voldoende dikke wand te krijgen voor de leidingen.

Na plaatsing van het tweede frame worden de buizen van de leidingen in de wand gestoken waarna de rest van de ruimte verder gevuld wordt met houtwol matten. De volgende stappen zijn hetzelfde als deze van een standaard binnenwand, namelijk de afsluiting van de wand door middel van een Fermacell plaat waarna beide zijden van de wand afgewerkt kunnen worden met een witte kalkpleister.

6.1.3.2 VERSTEVIGDE PREFAB PANELEN

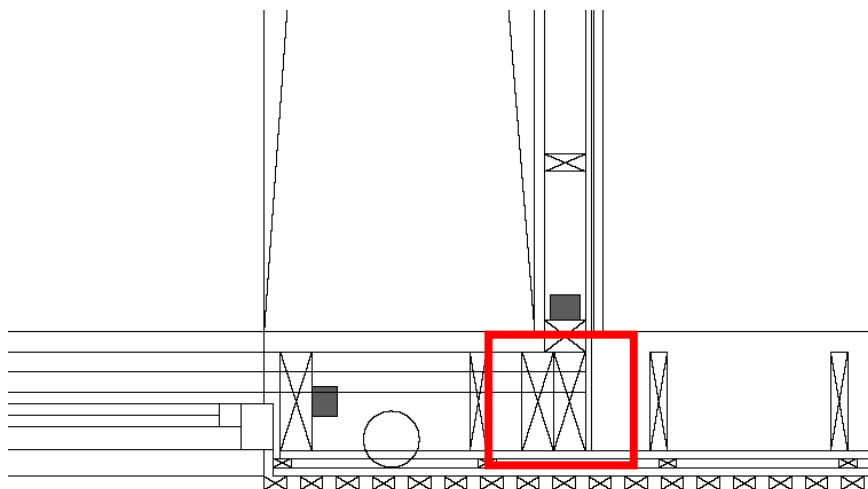
Wanneer de standaardopbouw gebruikt wordt als een dragende wand, moeten de frames op bepaalde plaatsen versterkt worden omwille van een hogere belastingen. Een eerste punt waar dit nodig is, is bij de overkraging van de carport. Hier zal de bovenliggende vloer namelijk rusten op 2 balken die in het verlengde liggen van de 2 muren. Op de kruising van deze 2 balken is er omwille van ontwerpredenen geen kolom geplaatst. Door het ontbreken van deze kolom, worden de krachten die uitgeoefend worden op de muren aanzienlijk hoger.

Om deze krachten op te vangen worden de frames van de prefab panelen aan de kant van de verhoogde belasting anders voorzien. Hier zal men in plaats van een enkele verticale lat binnen het frame, gebruik maken van 3 latten met een doorsnede van 7 x 30 cm. Hierdoor zullen deze samen de functie vervullen van een kolom zoals te zien in de rode kader in Figuur 6-11 en Figuur 6-2.



Figuur 6-11: Kolom ter hoogte van de carport (Beck 2014)

Een volgende versteviging aan de frames start vanuit hetzelfde principe. Hierbij is het echter omwille van een balk, die als functie heeft de bovenliggende draagmuur te ondersteunen (bij binnenwanden of raamopeningen), die extra krachten uitoefent op de wand. Deze op te vangen krachten zijn wel kleiner als deze van het vorige voorbeeld en heeft dan ook genoeg aan een combinatie van 2 balken die samen dienstdoen als kolom in plaats van 3 en te zien in de rode kader in Figuur 6-12 en Figuur 6-2.



Figuur 6-12: Kolom ter hoogte van raamopening (Beck 2014)

6.2 VLOER- EN DAKOPBOUW

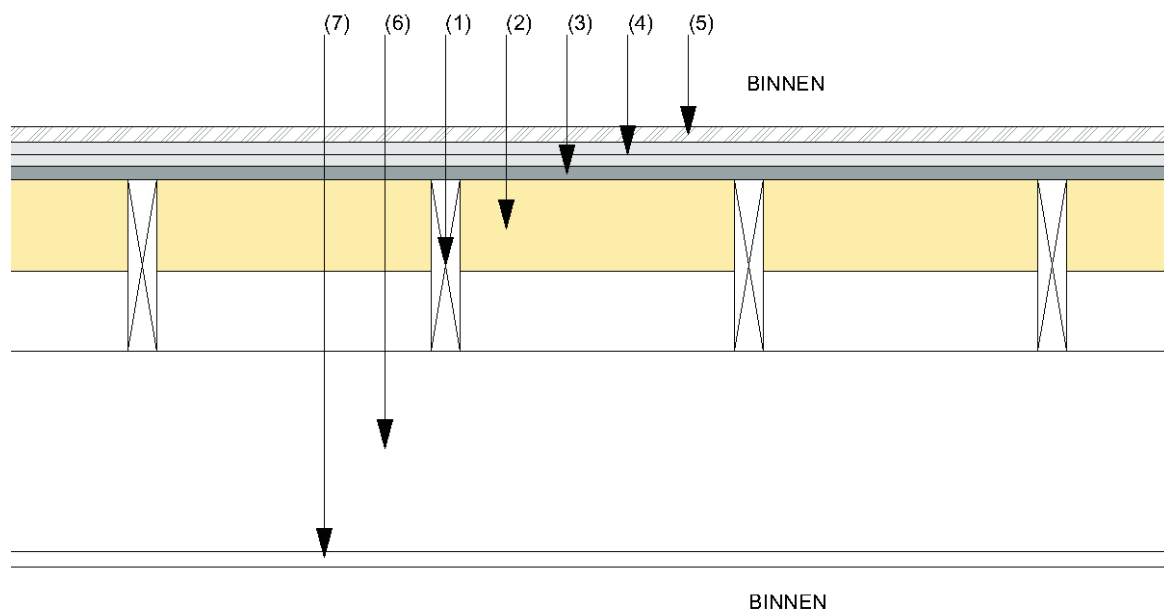
Net als bij de wanden van de woning, kunnen we bij de vloeren en het dak verschillende opbouwen terugvinden. Er zijn binnen deze woning namelijk 5 verschillende opbouwen terug te vinden. Op de keldervloer en de vloer van het gelijkvloers zal niet verder op ingegaan worden aangezien het hier eerder gaat over twee relatief standaard vloer opbouwen. Deze zijn wel terug te vinden in de bijlagebundel.

6.2.1 VLOER EERSTE VERDIEPING

Net als bij de wanden, zijn de vloeren hoger gelegen dan de vloer van het gelijkvloers opgebouwd met een draagstructuur op basis van houtskeletbouw. Voor de vloer van de eerste verdieping is de opbouw grotendeels hetzelfde. Het is dan ook deze opbouw die in dit deel besproken zal worden. De vloeropbouw die zich voordoet boven de carport zal in het volgende deel verder bekeken worden.

De vloer van de eerste verdieping afgebeeld in Figuur 6-13, wordt als volgt opgebouwd. De draagstructuur is gemaakt uit een houten roostering waarvan de balken gelijkaardige afmetingen hebben als deze van de prefab kalkhenneppanelen voor de buitenwanden, ze hebben namelijk een doorsnede van 3,8 x 22 cm en worden geplaatst met een h.o.h. afstand van 40 cm. Tussen de openingen van de roostering worden er hennepmatten aangebracht. Deze matten doen dienst als akoestische isolatie aangezien het gaat over scheidingen tussen verwarmde ruimtes. Het is dan ook voldoende om 12 cm isolatie te plaatsen in plaats van de volledige dikte van 22 cm. Over deze roostering wordt een OSB-plaat met een dikte van 1,8 cm bevestigd met hierop een dubbele laag Acoustix panterre met elk een dikte van 1,6 cm. Deze platen kunnen door hun samenstelling en productiemethode, de vloeropbouw verzekeren van akoestisch isolerende eigenschappen. Bovenop deze beplating wordt de afwerking bevestigd die net zoals bij de eerder besproken vloeropbouw kan bestaan uit natuursteen tegels of houtparket met een dikte van 2 cm.

Aan de onderzijde wordt deze vloer afgewerkt met een verlaagd plafond uit gipskartonplaten van 2 cm die een opening laat van 26,5 cm zodat hier ook leidingen in verwerkt kunnen worden. Dit resulteert in een totale vloeropbouw van 58 cm.

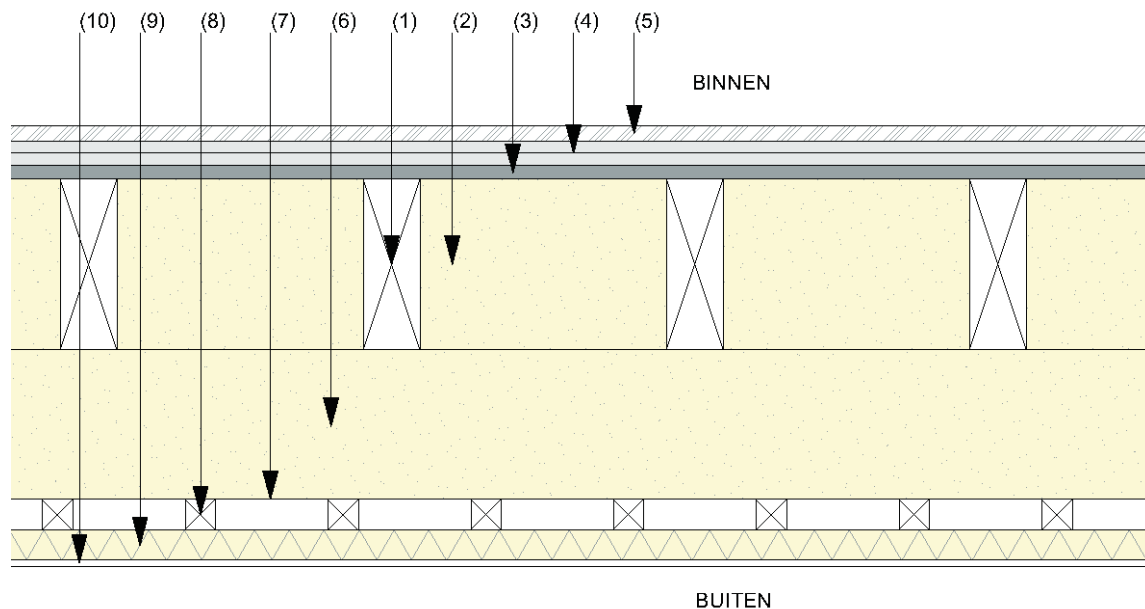


Figuur 6-13: Vloeropbouw eerste verdieping (eigen afbeelding)

(1: Houten roostering 3,8 x 22 cm h.o.h. 40 cm / 2: Hennepmatten 12 cm / 3: OSB-plaat 1,8 cm / 4: Acoustix panterre 2 x 1,6 cm / 5: vloerafwerking (tegels of hout) 2cm / 6: Ruimte voor leidingen 26,5 cm / 7: verlaagd plafond gipskartonplaat 2 cm)

6.2.2 VLOER BOVEN CARPORT

Ter hoogte van de carport kan de vloeropbouw van de eerste verdieping echter niet hetzelfde zijn als de opbouw hiervoor bekeken. Deze vloer moet namelijk wel voldoen aan de thermische normen doordat de binnenruimte grenst aan een buitenruimte. Verder zal ook de afwerking aan de onderzijde van deze vloeropbouw anders zijn als deze van binnen, aangezien deze in het beeld moet passen van de rest van de buitengevel.



Figuur 6-14: Vloeropbouw ter hoogte van de carport (eigen afbeelding)

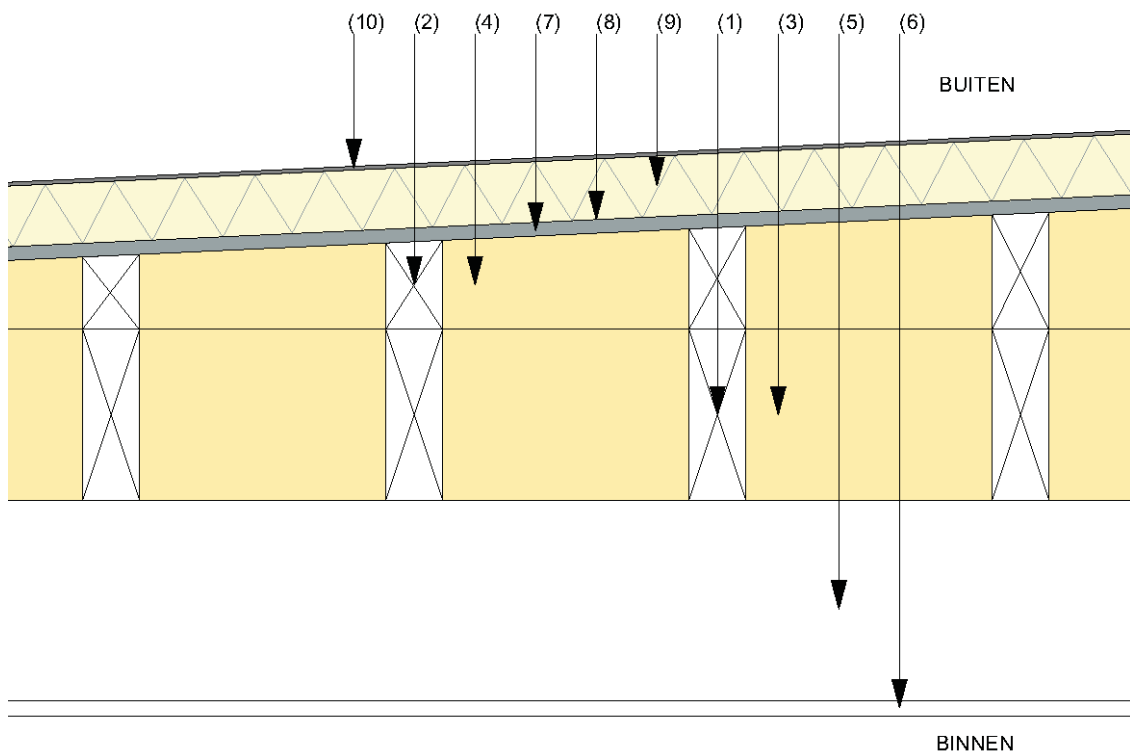
(1: Houten roostering 7,5 x 22 cm h.o.h. 40 cm / 2: Cellulose isolatie 22 cm / 3: OSB-plaat 1,8 cm / 4: Acoustix panterre 2 x 1,6 cm / 5: vloerafwerking (tegels of hout) 2cm / 6: Cellulose isolatie 20 cm / 7: Luchtdichting en damprem Intello plus / 8: Houten lattenwerk 4 x 4 cm h.o.h. 20 cm / 9: Drukvast houtwolisolatie platen gutex Thermosafe 4 cm / 10: Kalk-gedragen buitenpleister 0,8 cm)

De opbouw van deze vloer te zien in Figuur 6-14 start met ongeveer dezelfde draagstructuur als de eerder vernoemde vloeropbouw, namelijk een houten roostering van balken met een doorsnede 7,5 x 22 cm en een h.o.h. afstand van 40 cm. Ook de OSB-plaat van 1,8 cm en de dubbele laag panterre van 1,6 cm en de vloerafwerking met een dikte van 2 cm blijven gelijk in deze opbouw. Echter zijn de openingen tussen de houten roostering nu volledig opgevuld met 22 cm dikke cellulosevlokken en is ook de ruimte van 20 cm onder het rooster met dit materiaal gevuld. Deze isolatie heeft dan ook als primair doel, thermisch isoleren in plaats van akoestisch isoleren zoals de hennepmatten uit de vorige opbouw.

Onder de isolatie is een luchtdichte en damp remmende folie geplaatst waarop een lattenwerk bevestigd wordt met doorsnede 4 x 4 cm die geplaatst worden met een h.o.h. van 20 cm. Onder dit lattenwerk wordt een drukvaste houtwolisolatieplaat bevestigd van 4 cm waarop dezelfde afwerking aangebracht kan worden als bij de omliggende buitenmuren. Namelijk een kalk-gedragen buitenpleister met een dikte van 0,8 cm. De totale opbouw is zo gekozen dat het peil van de onderkant van deze vloer gelijk komt met deze van de hiervoor besproken vloer.

6.2.3 DAKOPBOUW

Als laatste opbouw is er de dakopbouw. Deze is over het gehele dak hetzelfde en is te zien in Figuur 6-15. De draagstructuur van deze opbouw is dezelfde als deze van voorgaande vloeropbouw. Namelijk een houten rooster van balken met doorsnede 7,5 x 22 cm met een h.o.h. afstand van 40 cm. Hieronder volgt dezelfde opbouw als deze van de scheidingsvloer van de eerste verdieping met een ruimte voor leidingen van 26,5 cm en een verlaagd plafond uit gipskartonplaat met een dikte van 2 cm. Bovenop de draagstructuur worden helling spieën aangebracht om een goede afwatering te verzekeren. Deze zorgen voor een helling van 1,5%. Tussen zowel de openingen van het rooster als die van de helling spieën wordt een kalkhennepmengsel aangebracht wat zorgt voor een totale dikte van 22 – 42 cm. Op deze laag volgt een OSB-plaat van 1,8 cm en een dampscherm. Op het dampscherm wordt nog isolatie aangebracht onder de vorm van een 8 cm dikke drukvaste PUR-plaat die afgewerkt wordt met een dakdichting van EPDM.



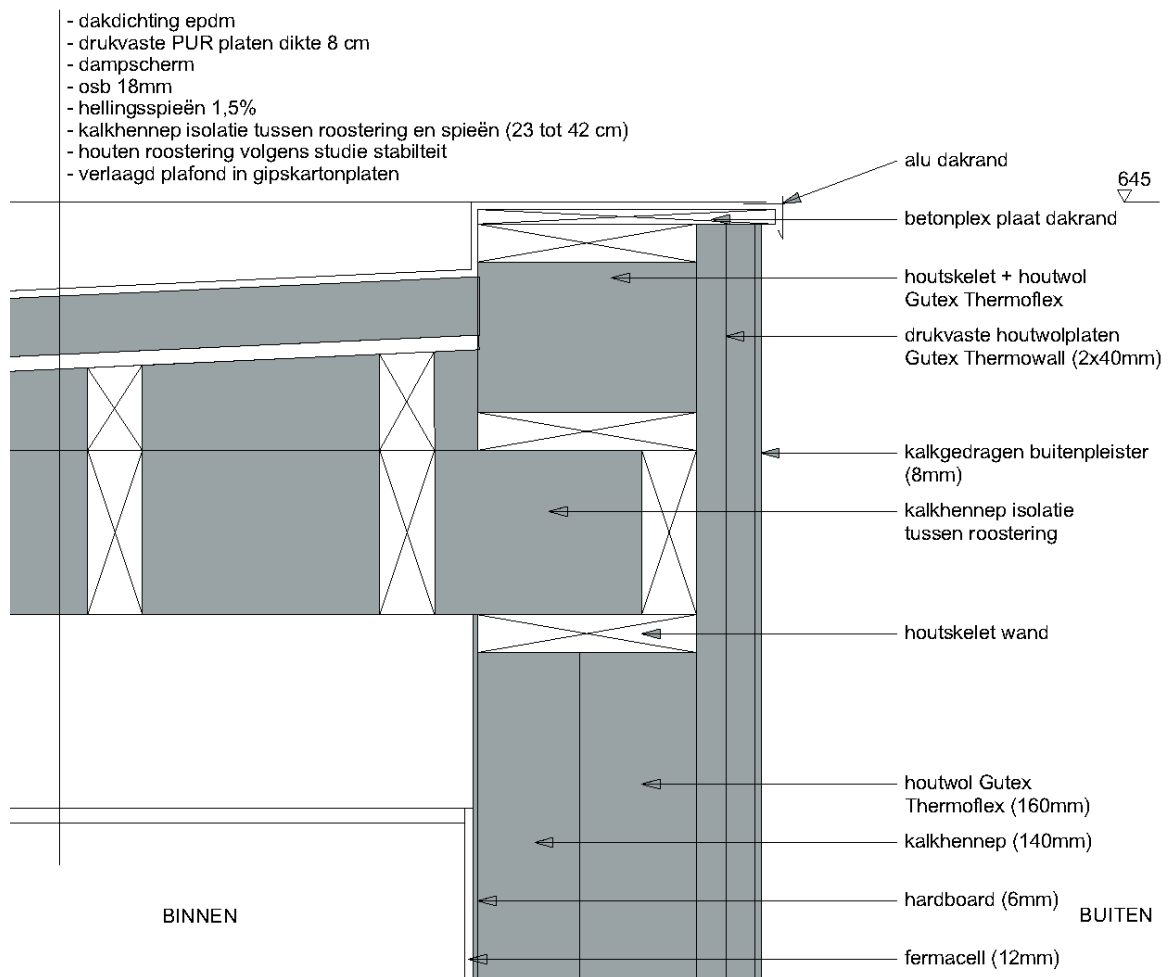
Figuur 6-15: Dakopbouw (eigen afbeelding)

(1: Houten roostering 7,5 x 22 cm h.o.h. 40 cm / 2: helling spieën 1,5% h.o.h. 40 cm / 3: Kalkhennep 22 cm / 4: Kalkhennep 0 – 20 cm / 5: Ruimte voor leidingen 26,5 cm / 6: verlaagd plafond gipskartonplaat 2 cm / 7: OSB-plaat 1,8 cm / 8: Dampscherm / 9: PUR-plaat 8 cm / 10: Dakdichting EPDM)

6.3 DETAILS

In dit onderdeel van het hoofdstuk zullen enkele details van het project nader bekeken worden. Deze details zijn onderzocht om een inzicht te krijgen in hoe de prefab kalkhennepanelen aansluiten op andere bouwonderdelen binnen bepaalde knooppunten. Hier zal een dakrand- en maaivelddetail besproken worden, net zoals een raamaansluiting en de 2 verschillende knooppunten ter hoogte van de carport.

6.3.1 DETAIL 1: DAKRAND



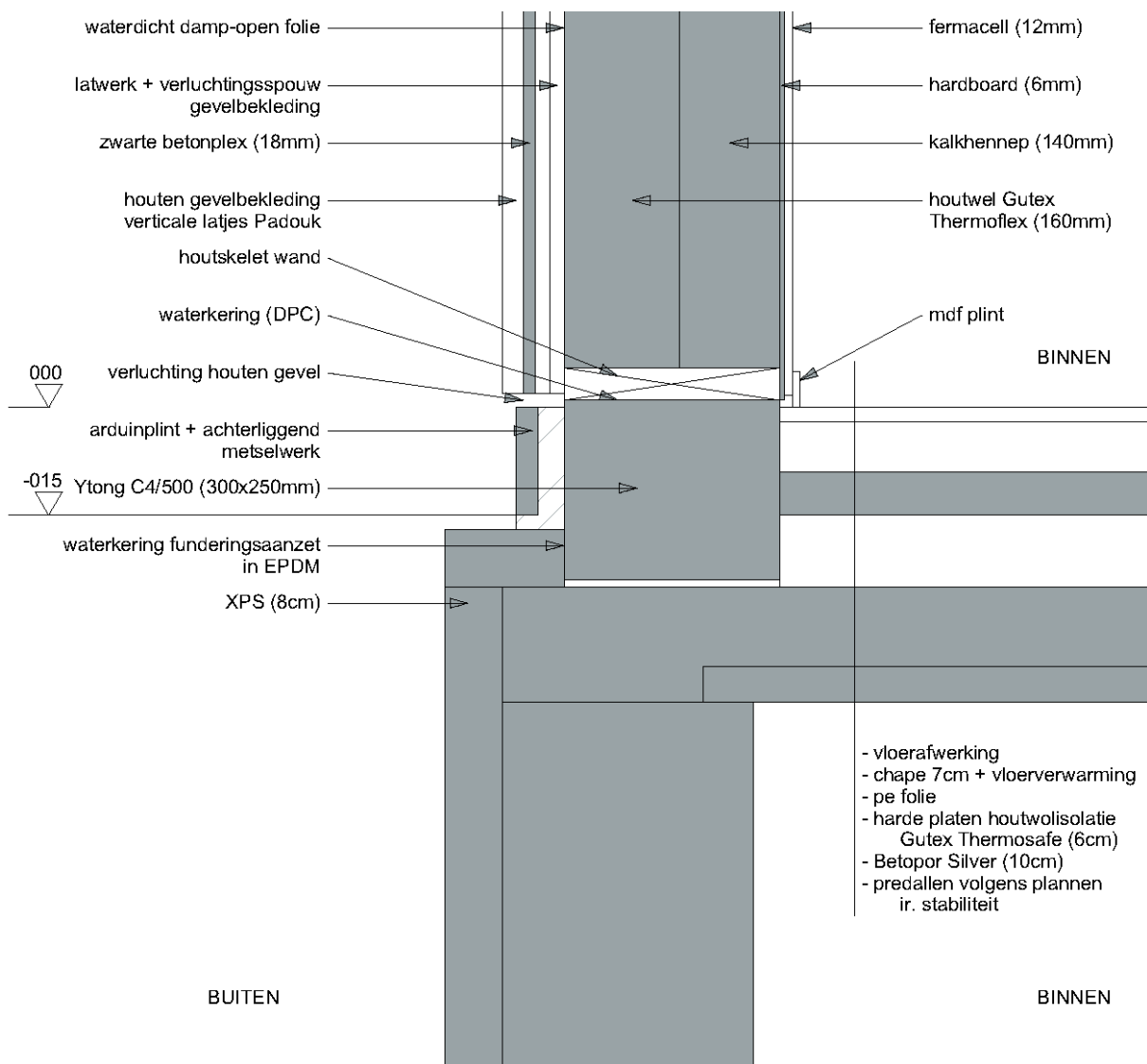
Figuur 6-16: Dakrand detail (1/10) (Beck 2014)

In Figuur 6-16 is het dakrand detail van deze casestudie. Wat hierin te zien is, is hoe de draagstructuur van de wand overloopt in deze van het dak. Het prefab kalkhennepaneel van de wand wordt bevestigd waarna het rooster van het dak hier bovenop bevestigd kan worden. Om de dakrand te creëren wordt er bovenop dit rooster een houtskelet bevestigd om de beoogde hoogte van de rand te verkrijgen.

Hierna kan de buitenafwerking van zowel het dak, de wand als de dakrand aangebracht worden en zal deze van de wand doorlopen tot de bovenzijde van de dakrand. De kalkhennep van het dak kan aangebracht worden na plaatsing van de OSB-plaat. Als laatste zal de binnenafwerking van de wand en plafond eveneens aangebracht worden.

Een dakranddetail van deze woning met een houten gevelbekleding komt niet voor aangezien de woning op de eerste verdieping enkel afgewerkt wordt met een kalkpleister.

6.3.2 DETAIL 2: MAAIVELD



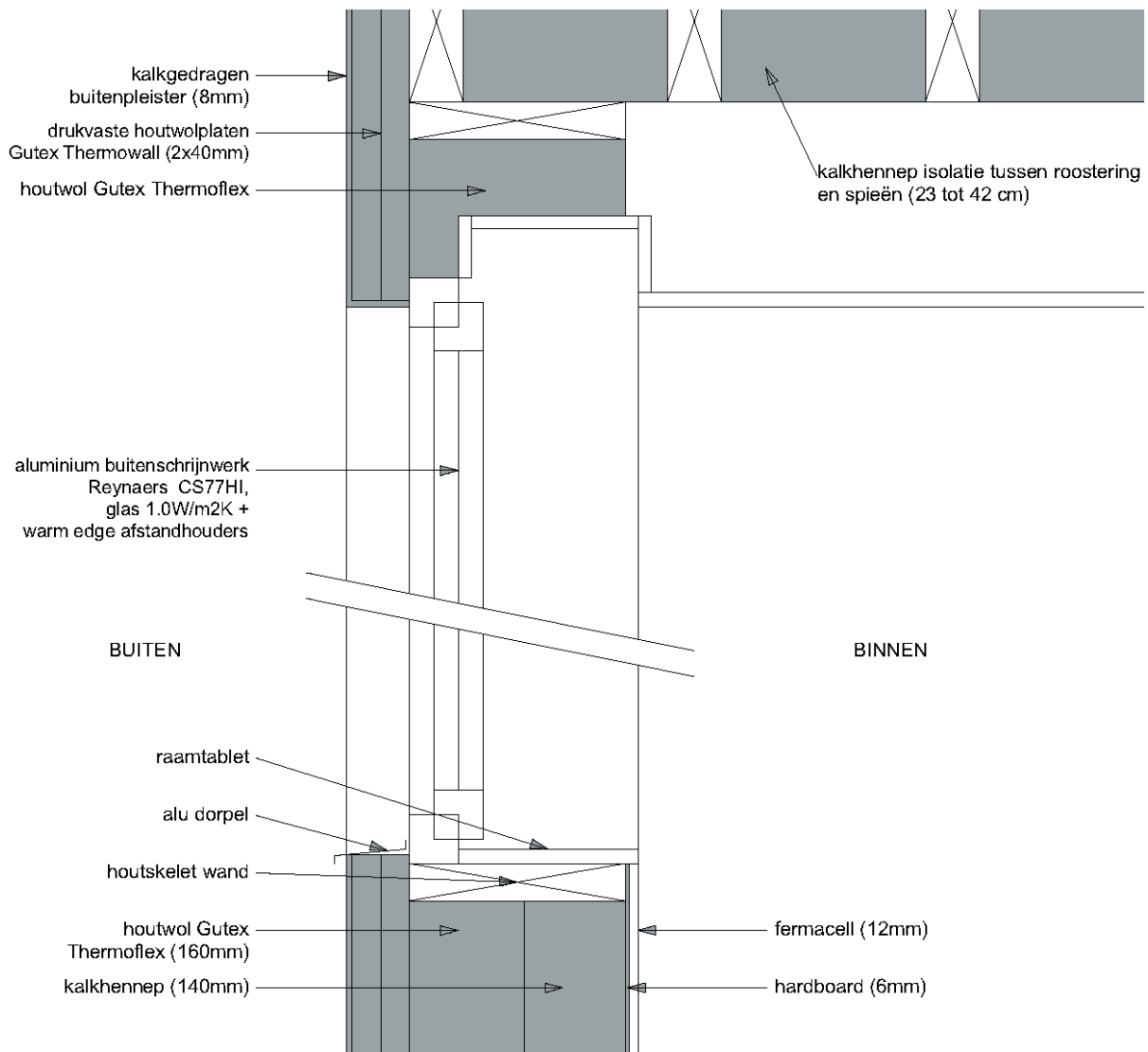
Figuur 6-17: Maaiveld detail houten gevelbekleding (1/10) (Beck 2014)

Ter hoogte van het maaiveld wordt het knooppunt van de vloer met de muren (zie Figuur 6-17) gelijkaardig opgebouwd als deze van een meer traditionele opbouw. De draagstructuur van de kelderwanden en de vloer van het gelijkvloers bezitten natuurlijk zelf ook een meer standaard opbouw van ter plaatse gestort beton en betonnen breedplaatelamenten.

Na het plaatsen van de kelderwand, worden de breedplaatelamenten gelegd op deze wanden waarna er een betonnen uitvulling over gestort wordt. Op deze laag wordt een cellenbetonblok (Ytong) aangebracht door middel van cementmortel. Deze blok zal ervoor zorgen dat het doorlopen van de thermische isolatie ter hoogte van het knooppunt van de wand en vloer verzekerd kan worden. Het is op deze blok dat het prefab kalkhenneppaneel bevestigd kan worden. Na bevestiging van dit paneel kan men verder met de afwerking van de binnen- en buitenzijde.

Zowel de afwerking van de buitenwand met houten gevelbekleding als met kalkpleister, hebben ter hoogte van het maaiveld een gelijkaardig detail. In beide gevallen wordt er namelijk gewerkt met een arduinen plint. Het enige verschil echter is dat, er bij de houten gevelbekleding een opening moet blijven tussen de plint en de bekleding om ventilatie in de spouw te verzekeren.

6.3.3 DETAIL 3: RAAMAANSLUITING



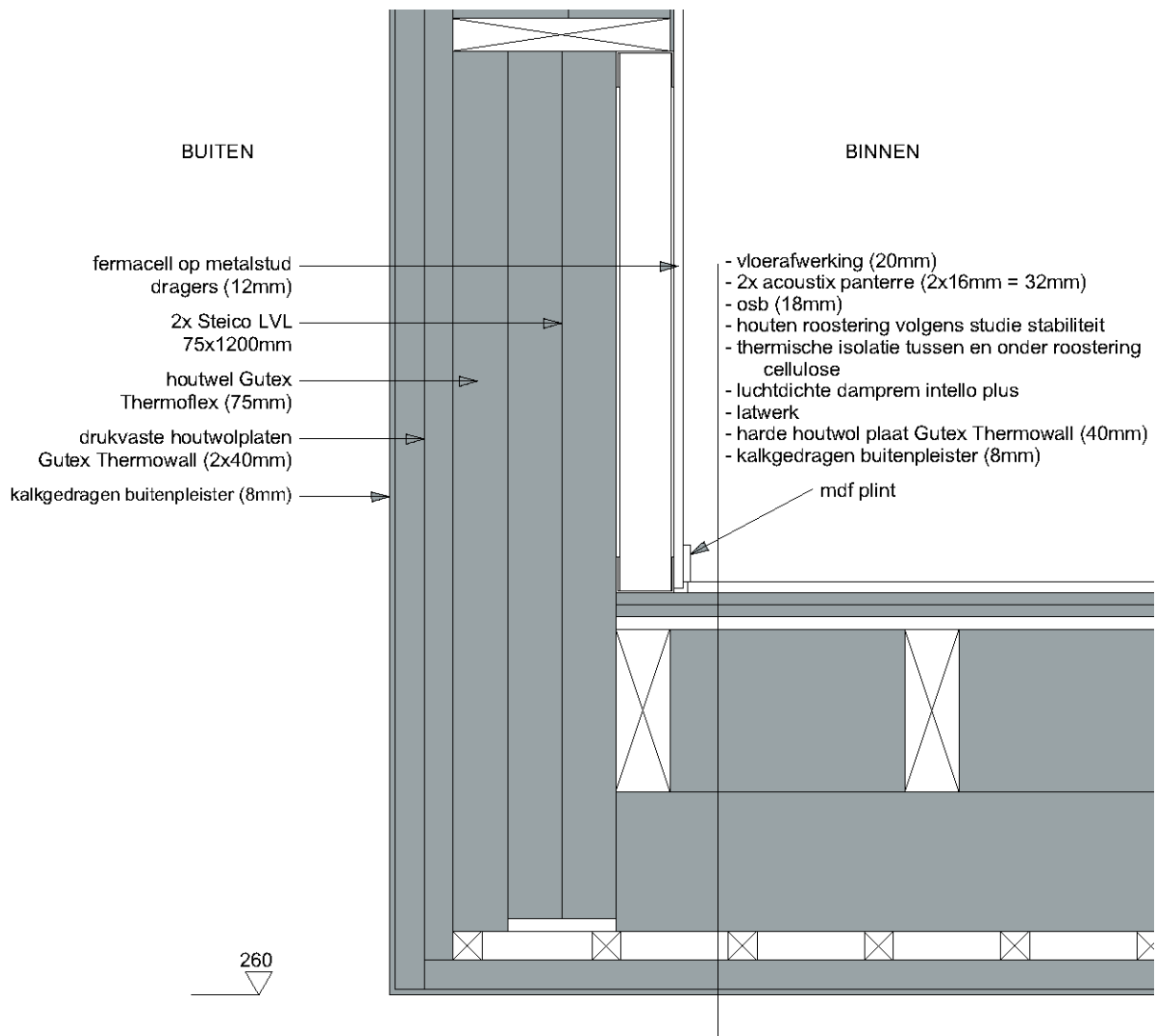
Figuur 6-18: Raam detail

In Figuur 6-18 is een detail te zien, hoe een raam verwerkt wordt in een wand, opgebouwd uit prefab kalkhenneppanelen. De wanden waar dit voorkomt zullen niet bestaan uit 1 enkel paneel waarin het kader verwerkt zit, maar uit verschillende prefab panelen, die wanneer ze tegen elkaar geschakeld staan, samen een kader vormen waarbinnen het raamkader geplaatst moet worden. Zo zal een raam zowel langs boven, onder als langs de zijkanten een ander prefab paneel hebben.

Verder is de afwerking langs de buitenzijde wederom gelijkaardig aan andere meer standaard opbouwen. Aan de onderzijde aan de binnenkant van het raam wordt het raamtablet ook uitgevoerd volgens een meer traditionele wijze.

Langs de bovenzijde echter zorgt het verlaagd plafond voor een hoogteverschil. Dit plafond moet namelijk gelijkkomen met de pleisterafwerking van de buitenwand aan de bovenzijde van het raam. Hierdoor moet er een bekisting geplaatst worden om het hoogteverschil tussen het raam en het verlaagd plafond op te kunnen vangen.

6.3.4 DETAIL 4: KNOOPPUNT CARPORT 1

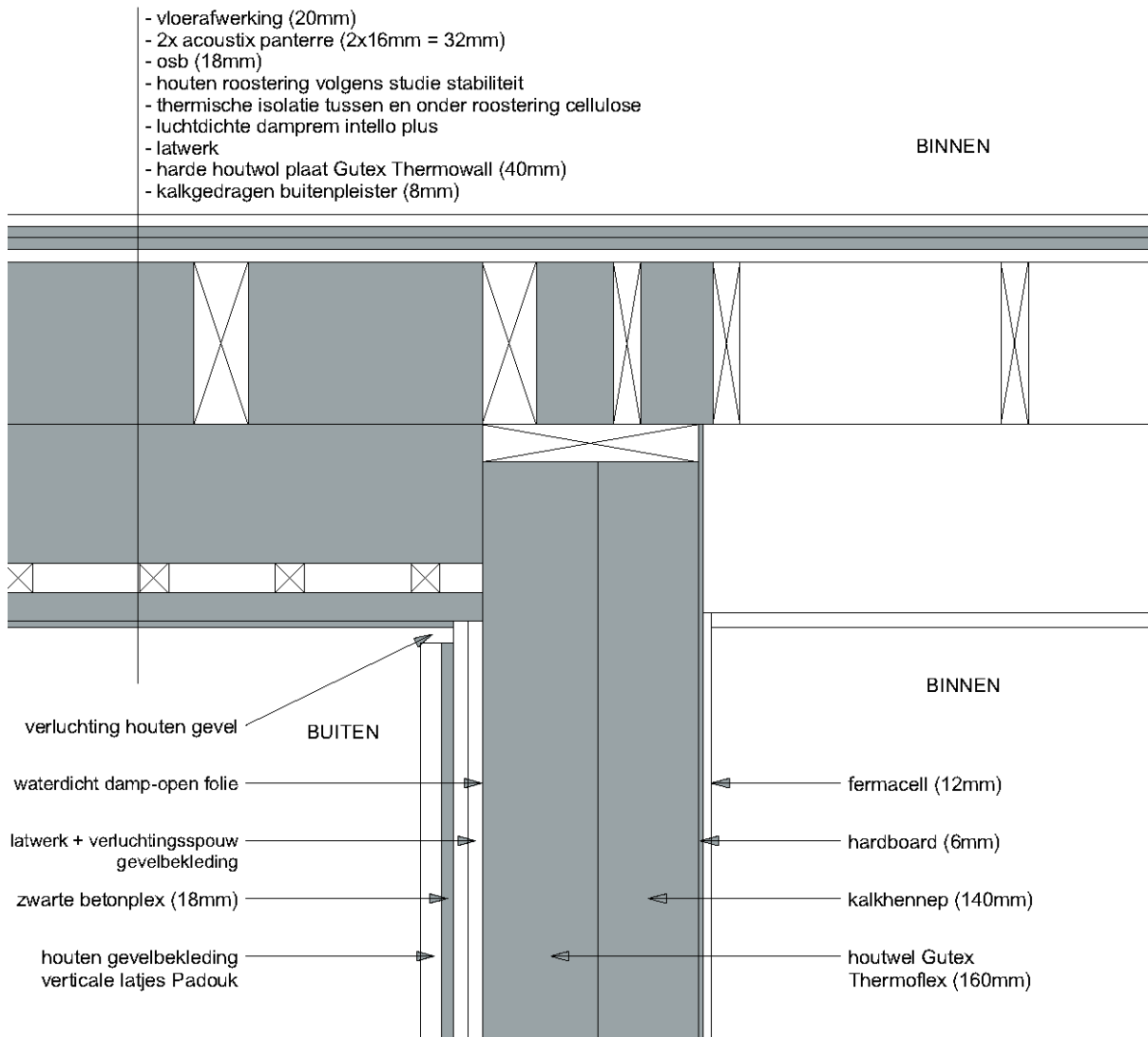


Figuur 6-19: Detail uitkraging carport (1/10) (Beck 2014)

In Figuur 6-19 is het detail te zien ter hoogte van de uitkraging van de carport. Wat meteen opvalt bij het bekijken van dit detail is dat er bij de aansluiting van de vloer aan de wand niet direct gewerkt wordt met kalkhennep panelen. Eerst worden er namelijk 2 houten balken (Steico LVL) met doorsnede 7,5 x 120 cm tegen elkaar bevestigd die dienst doen als draagstructuur van de uitkragende vloer en bovenliggende wanden. Het is pas bovenop deze balken dat de kalkhenneppanelen van de buitenwanden bevestigd worden. Ook wordt de draagstructuur van de vloer tegen deze balken bevestigd.

Nadat al deze dragende elementen aangebracht zijn, kan men verder met de afwerking van de vloeren en wanden. Hierbij kan men op dit detail nog een uitzonderlijke afwerking terugvinden. Zo is er ter hoogte van de bovenzijde van de vloer tot de onderzijde van de prefab panelen een metalstud drager nodig om de wand een gelijke dikte te geven als de dikte waar de prefab panelen gebruikt worden.

6.3.5 DETAIL 5: KNOOPPUNT CARPORT 2



Figuur 6-20: Detail knooppunt carport (1/10) (Beck 2014)

Een tweede detail ter hoogte van de carport is deze waar de vloer tussen twee binnenruimtes overgaat naar een vloer tussen een binnen- en buitenruimte (zie Figuur 6-20). Hier wordt de draagstructuur van de vloer op de prefab kalkhennep wand gelegd. Deze bestaat uit een houten roostering die ter hoogte van de prefab wand een verandering in opbouw ondergaat. Zo zullen de doorsneden van de balken die deel uitmaken van het rooster links van de wand 3,8 x 22 cm en rechts van de wand 7,5 x 22 cm zijn. Deze toename van de doorsnede is toegepast om de stabiliteit te garanderen van de uitkragende vloeren en wanden.

De afwerking van de vloeren blijft aan de bovenzijde volledig gelijk. Echter zal de afwerking links en rechts van de muur verschillen voor de onderzijde van de vloeropbouw. Zo is er aan de rechterzijde van de wand een verlaagd plafond aangebracht dat dienst doet voor het wegwerken van leidingen en is de ruimte tussen de roosters enkel deels opgevuld met akoestische isolatie.

Aan de linkerzijde zijn de openingen tussen de roosters wel volledig opgevuld, hier echter wel met thermische isolatie en is er onder de roostering nog extra thermische isolatie aangebracht. Dit is nodig doordat de vloer hier dienst doet als scheiding tussen een verwarmde ruimte en de buitenomgeving. Verder zijn de opbouwen aan beide zijden zo gekozen dat de onderkanten op hetzelfde peil eindigen.

6.4 BEVINDINGEN

6.4.1 VOORBEREIDING EN CONTROLE

Net als in 5.8 al is aangehaald is uit dit hoofdstuk ook af te leiden dat voorbereiding en controle een zeer belangrijke rol spelen binnen zowel de productie als latere fasen van het project. Als eerste komt hier weer de ordening van de panelen terug. Door deze op een gestructureerd wijze aan te brengen op de werf, kunnen deze direct na levering bevestigd worden. Een tijdelijke stockage op de werf is hierdoor niet nodig waardoor de doorlooptijd van de plaatsing minimaal gehouden kan worden.

Als volgende is de nood aan controle en voorbereiding ook terug te vinden binnen een terugkoppeling naar de productie. Niet elk paneel wordt namelijk opgebouwd volgens de standaardprincipes. Een goede kennis van de draagstructuur, leidingen, ... en waar deze aanpassingen voorzien moeten worden is nodig om latere aanpassingen te vermijden. Deze zullen namelijk enkel zorgen voor een langere doorlooptijd en hogere kosten.

6.4.2 OPBOUW EN BEVESTIGING

De structuur van de opbouw van het project is te vergelijken met deze van een andere houtskeletbouw. Binnen dit project zijn het dan ook enkel de buitenwanden die opgebouwd zijn uit de prefab kalkhenneppanelen, dewelke naar bevestiging en toepassing dan ook te vergelijken zijn met kaders uit een meer standaard houtskeletbouw. Ook de binnenwanden, die geprefabriceerd zijn als lege kaders, hebben naar bevestiging en detaillering toe geen uitgesproken verschillen met de standaard houtskeletwanden.

De verschillende vloer opbouwen en de dakopbouw bestaan uit een houten roostering, eveneens te vergelijken met een standaard houtskeletbouw. Echter is het ook mogelijk om kalkhenneppanelen te maken die dienst doen als vloeren of daken.

6.4.3 AFWERKINGSMOGELIJKHEDEN

Ondanks dat het werken met de prefab kalkhenneppanelen op het eerste zicht een esthetische beperking met zich meeneemt, blijkt dit uiteindelijk niet het geval. Zowel de binnen- als buitenzijde kan dan ook op meerdere manieren afgewerkt worden. Vooral aan de buitenzijde is hier een ruime variatie mogelijk.

Zowel aan de binnen- als buitenzijde moet men bij de keuze echter het type afwerkingsmateriaal in rekening houden. Deze mogen niet dampdicht zijn. Dampdichte materialen zullen er namelijk voor zorgen dat de kalkhennep zijn natuurlijk vochtregulerende eigenschappen niet zal kunnen uitoefenen. Ook zal de afwerking aan de binnenzijde dienst moeten doen als luchtdichting. Dit komt doordat de platen aan de binnenzijde van de kalkhenneppanelen geperforeerd moeten zijn om een geforceerde droging te kunnen activeren.

De kalkhennep zelf zal echter geen dienst kunnen doen als de binnen- of buitenafwerking. Indien men dit wilt, moet men overschakelen naar bijvoorbeeld ter plaatse gestorte kalkhennep. Of dit als voordeel of nadeel van de panelen gezien kan worden is afhankelijk van de persoon die hiermee een project uitvoert. Kalkhennep heeft namelijk zeer esthetisch uitgesproken eigenschappen die niet iedereen wilt hebben. Hierdoor kan het net een voordeel zijn dat je met de panelen kan bouwen zonder de wijze van bouwen zichtbaar is.

7 PROCES EN ACTOREN

Binnen dit hoofdstuk is er onderzoek gedaan naar het volledige proces binnen projecten opgebouwd met behulp van prefab kalkhenneppanelen, meer bepaald naar de interactie tussen de verschillende fasen binnen het gehele proces en de bijhorende actoren. Hier gaat het dan over de eerder besproken fasen: De ontwerpfase, de productiefase, de bouwfase en de gebruiksfase. Deze analyse is voornamelijk onderbouwd vanuit bevragingen van de verschillende actoren (Architect, producent/aannemer en bouwheer) van beide cases. Ook is er binnen dit hoofdstuk onderzoek gedaan naar de verschillende actoren om zo een inzicht te krijgen in de keuzes die ze gemaakt hebben binnen de verschillende processen.

7.1 BEVRAGINGEN

De hieronder volgende onderverdelingen zijn een samenvatting van de verschillende bevragingen die uitgevoerd zijn als ondersteuning voor deze scriptie. Waar de bevragingen van de architect en de producent/aannemer eerder een algemeen beeld vormen van het werken met prefab kalkhenneppanelen, zullen de bevragingen van de bouwheren specifiek gelinkt kunnen worden aan de cases.

7.1.1 ARCHITECT

De onderstaande analyse is gemaakt vanuit een interview met Els Staessens van Robuust – Architect en Onderzoek, de architect van de tweede casestudie. Dit interview is terug te vinden in de bijlagebundel.

7.1.1.1 KEUZE VOOR PREFAB KALKHENNEPPANELEN

Het bureau zelf heeft veel interesse in het werken met ecologische materialen. Binnen dit ecologische gegeven is de keuze van prefab kalkhenneppanelen een goede oplossing om zonder zelfbouw toch een betaalbaar project te verwezenlijken. Door kalkhennep in situ toe te passen verlies je veel tijd en als je het laat doen zal dit een hoge impact hebben op de budgettering.

Het project in Waasmunster is ook niet het eerste project waar ze met kalkhennep gewerkt hebben. Het is echter niet enkel vanuit de interesse van het bureau dat er met deze bouwmethode gebouwd wordt, maar de keuze binnen dit project komt van de bouwheer zelf.

7.1.1.2 KENNIS KALKHENNEPPANELEN

Voorafgaand aan het project had de architect al een zekere kennis van kalkhennep en zijn fysische eigenschappen. Deze kennis vinden ze dan ook belangrijk omdat het een andere manier van bouwen is.

De moeilijkheid van het werken met kalkhennep is dat het een andere manier van isoleren is. Dit kan een vertekend beeld geven binnen het EPB-verslag. Hier gaat het niet direct om het passiefhuisprincipe gebaseerd op dik te isoleren en het werken met een systeem-D ventilatie. Het gaat hier om het dampopen bouwen en een thermische massa creëren die demping en faseverschuivingen veroorzaakt. De woning gaat niet perse meer verbruiken, er moet op een andere manier mee omgegaan worden.

7.1.1.3 SAMENWERKING PRODUCENT/AANNEMER

Binnen het ontwerp is er een zekere samenwerking nodig tussen de ontwerper en de producent/aannemer. Deze samenwerking is belangrijker dan bij een meer traditionele bouw. Dit gaat dan vooral over het bepalen van de diktes en de samenstellingen van de wanden. Deze diktes worden namelijk ook beïnvloed door verschillende factoren zoals stabiliteit, thermische isolatie of economische factoren.

Maar uiteindelijk is het de aannemer die de aanzichten van de wanden onderverdeeld in de verschillende panelen en deze verder uittekent. De aannemer heeft dan ook meer kennis van de economische afmetingen, het transport en de montage.

7.1.1.4 INTEGRATIE TECHNISCHE SYSTEMEN EN LEIDINGEN

Net zoals in een traditionele massiefbouw probeert men zo min mogelijk leidingen in de buitenwanden te voorzien en waar nodig deze dan samen te groeperen zodat deze impact heeft op een zo min mogelijk aantal muren.

7.1.1.4.1 VENTILATIE

Doordat je dampopen bouwt, kan je het nut van een systeem-D herzien. Doordat de bouwheer echter vaker start vanuit de filosofie van de prefab kalkhenneppanelen, wordt deze keuze voor systeem-D herbekeken en opteert men eerder voor een systeem-C ventilatie. Natuurlijk blijft het gebruik van een ventilatiesysteem verplicht binnen een woning.

7.1.1.4.2 VERWARMING

Voor de verwarming van het gebouw heeft de keuze voor de prefab kalkhenneppanelen niet veel invloed. Ook al bezit kalkhennep een zekere thermische massa, wil dit niet zeggen dat vloerverwarming niet toepasbaar is. Het zal een zekere traagheidsfactor introduceren, maar deze heeft niet genoeg invloed om vloerverwarming oninteressant te maken.

7.1.1.5 ONTWERPVRIJHEID

Indien er gewerkt wordt met prefab kalkhenneppanelen en men helemaal zal doordenken binnen dit systeem, kan dit wel enkele limieten binnen een ontwerp opleveren. Zo zal je door het werken met een houtskeletbouw niet de grootste overspanningen kunnen maken. Dit kan dan opgelost worden door te werken met een staalkolom of een staalligger, maar dit is dan niet in lijn met de rest van het bouwprincipe.

Door verder te zoeken kan je dan wel oplossingen vinden om dit soort problemen te vermijden zoals in de case van Waasmunster. In plaats van staal te gebruiken is men hier gegaan voor een CLT-vloer (cross laminated timber) die zo toch een overspanning van 5 tot 6 m kan halen.

7.1.1.6 ESTHETIEK VAN DE PANELEN

Doordat je werkt met prefab panelen heb je te maken met bepaalde beperkingen. Toch bezitten ze een zekere vrijheid doordat verschillende afwerkingen, zoals houtengevelbekleding, buitenpleisterwerk of een gevelsteen, toe te passen zijn binnen het systeem. Aan de binnenzijde is dit iets beperkter aangezien je zeker moet zorgen voor een dampopen laag.

Je kan dan wel niet de kalkhennep zelf als afwerking gebruiken, maar dat is niet voor iedereen een nadeel. Het is namelijk een zeer uitgesproken materiaal dat ook onderhoudsintensief is als afwerkingsmateriaal.

7.1.1.7 ISOLATIE

De reden voor het gebruik van de verschillende types isolatiematerialen heeft vooral te maken met de matige thermisch isolerende waarde van kalkhennep. Waar nodig kan men dus beter aanvullen met materialen die efficiënter zijn naar thermische isolatie toe en die in lijn liggen met de denkwijze van kalkhennep.

7.1.2 PRODUCENT/AANNEMER

De onderstaande analyse is gemaakt vanuit een interview met Pieter-Jan Jacobs van PUUR-bouwen, de producent/aannemer van beide casestudies. Dit interview is terug te vinden in de bijlagebundel.

7.1.2.1 KEUZE VOOR PREFAB KALKHENNEPPANELEN

De keuze voor de prefab kalkhenneppanelen is voor de producent/aannemer gestart vanuit een zoektocht naar een materiaal met een lage milieu-impact, dat zorgt voor vochtregulatie en een dampopen opbouw binnen de woning die ook geschikt is voor renovaties.

De keuze voor het prefab gegeven is ontstaan omwille van twee verschillende redenen. Als eerste is het mogelijk om op deze manier een betere kwaliteit te verkrijgen van het kalkhennepmengsel en zal men ook meer weersafhankelijk kunnen werken. De tweede reden was de snelheid. Door te werken met de prefab panelen kan je namelijk de drogingstijden van het kalkhennepmengsel minimaliseren. Dit laatste is een impact dat niet onderschat mag worden.

7.1.2.2 KENNIS/SAMENWERKING ARCHITECT

Kennis van prefab kalkhenneppanelen is niet essentieel voor een architect binnen een project. Meerdere ontwerpen worden zelfs getekend met traditionele opbouwen en kunnen in een latere fase dan aangepast worden naar het prefab systeem. Ook op vlak van de fysische eigenschappen is de nood aan kennis van de architect niet al te groot. De producent zal zorgen voor aanpassingen zodat de juiste opbouw en dimensies aangenomen worden.

Net zoals kennis niet noodzakelijk is, is ook de samenwerking in de beginfasen tussen architect en producent/aannemer niet noodzakelijk. Veel projecten starten namelijk vanuit een voorontwerp waar nog geen sprake is van prefab kalkhenneppanelen. De aanpassingen zullen dan pas later aangebracht worden.

Wel zal een vroege samenwerking zeker voordelen met zich meebrengen. Zo kan men gemakkelijker een budgettering van het project inschatten en kunnen de ramingen up-to-date gehouden worden na bepaalde aanpassingen.

7.1.2.3 INTEGRATIE TECHNISCHE SYSTEMEN EN LEIDINGEN

Het bouwsysteem heeft geen beperkingen naar het gebruik van bepaalde types technische systemen toe. Echter is er wel de vraag naar een goede voorbereiding zodat alles juist en snel verwerkt kan worden. Zo kan men bijvoorbeeld heel gemakkelijk potjes en trekdraden voorzien binnen het prefab proces, iets wat hier weinig tijd in beslag neemt. Indien men dit later moet toevoegen, kost het meer tijd en zal de al eerder bevestigde afwerkingsplaat open gezaagd moeten worden.

7.1.2.3.1 VENTILATIE

Meestal kiest men binnen deze projecten voor een ventilatie systeem D, een keuze die de producent toch in vraag trekt. Metingen uit het verleden laten blijken dat deze niet nodig zijn. Toch blijft het gebruik van een ventilatie systeem heden verplicht.

7.1.2.4 LIGGING EN ORIËNTATIE OP HET PERCEEL

De keuze voor prefab kalkhenneppanelen heeft geen invloed op de keuze van de ligging en oriëntatie van het project op het perceel en zal dus ook geen restricties opleggen voor de bouwheer of de architect.

7.1.2.5 ISOLATIE

Naast kalkhennep wordt er gebruik gemaakt van meerdere soorten isolatiematerialen binnen de projecten. Dit vloeit voort uit verschillende oorzaken. Als eerste is kalkhennep op zichzelf niet de beste isolator. Hierdoor maakt men gebruik van een dikte van 14 cm kalkhennep binnen de panelen omdat zo de drogingstijd optimaal is, de kalkhennep het meeste van zijn inertie en vochtregulerende eigenschappen bezit. De panelen worden dan verder aangevuld met houtwolmatten, die een betere U-waarde zullen genereren voor de totale wandopbouw dan kalkhennep.

Bij de keuze van andere isolatiematerialen wordt er altijd rekening gehouden met de gedachte achter de keuze voor kalkhennep en zijn lagere milieu-impact. Dit probeert men namelijk door te trekken doorheen het gehele gebouw. Hierdoor worden synthetische materialen zoveel mogelijk vermeden. Enkel op plaatsen waar gemakkelijk water aan kan, bijvoorbeeld isolatie van de kelder onder de grond, zal men opteren voor synthetische materialen.

7.1.2.6 HERGEBRUIK EN RECYCLAGE

Het idee van hergebruik en recyclage is iets wat de producent zeker probeert te verwerken binnen de panelen. Zo werken ze liefst met schroefpalen in plaats van beton als fundering. Op deze manier zijn de panelen demonteerbaar en hermonteerbaar. Zo probeert de producent een zekere circulaire gedachte in het achterhoofd te houden.

Naast hergebruik is er ook een focus naar recyclage toe. Men probeert zoveel mogelijk materialen toe te passen die recycleerbaar zijn en de panelen zo te maken dat men de verschillende afvalstromen van elkaar kan scheiden. De Fermacell platen kunnen terug naar de fabrikant, het hout wordt verzaagd en hergebruikt en de kalkhennep wordt ook gerecycleerd.

7.1.3 BOUWHEER CASE 1

De onderstaande analyse is gemaakt vanuit een interview met Melanie Jacobs de bouwheer van de eerste casestudie. Dit interview is terug te vinden in de bijlagebundel.

7.1.3.1 KEUZE VOOR PREFAB KALKHENNEPPANELEN

De keuze voor de prefab kalkhenneppanelen binnen dit project is voortgevloeid uit familiale omstandigheden. De broer van de bouwheer bezit namelijk een bedrijf dat met dit soort materialen werkt. Dit heeft ook de aanzet gegeven naar het willen bouwen met materialen die een kleinere milieu-impact bezitten.

Hier hebben ze dan gekozen voor de prefab panelen en niet bijvoorbeeld strobalen of ter plaatse gestorte kalkhennep omdat het project een strak uitzicht moest krijgen. Bij de prefab kalkhenneppanelen zie je namelijk niet dat je daarmee gewerkt hebt en er zijn veel verschillende afwerkingen mogelijk.

Ook de snelheid is een aspect dat binnen de keuze geholpen heeft. Dit was niet echt een vereiste voor de bouwheer, maar geeft wel een zeker voordeel.

7.1.3.2 KENNIS KALKHENNEPPANELEN

De bouwheer bezit zowel over het materiaal als over de prefab kalkhenneppanelen een beperkte kennis. De samenwerking binnen het project is er dan ook opgebouwd uit een vertrouwen op de producent/aannemer in verband met deze elementen en de bijhorende fysische eigenschappen.

7.1.3.3 *SAMENWERKING ARCHITECT*

De architect binnen dit project werkt normaal niet met dit type van materiaal waardoor ook hier de voorafgaande kennis vrij beperkt was. Het ontwerp is dan ook initieel uitgetekend als een huis met een standaard stenenwandopbouw. Deze is dan later in het proces aangepast door een samenwerking met de producent/aannemer.

Naast het opgeven van het programma en het controleren en goedkeuren van het werk heeft de bouwheer binnen het gehele proces relatief weinig bijkomende handelingen moeten uitvoeren of de nood gehad om iets bij te sturen.

7.1.3.4 *PROGRAMMA, LIGGING EN ORIËNTATIE*

De keuze voor de prefab kalkhenneppanelen heeft geen directe invloed gehad op het programma van de bouwheer. Hetzelfde geldt voor de oriëntatie en ligging van het project op het perceel.

Toch is er onrechtstreeks een invloed die uitgeoefend wordt door de combinatie van het werken met de prefab kalkhenneppanelen en de oriëntatie van het project. Zo zorgt een groot zuidelijkgericht raampartij voor een zekere oververhitting in de zomer. Deze zou kunnen opgelost worden door middel van een luifel. Er is echter nog onzekerheid over de mogelijkheid om deze luifel te kunnen bevestigen aan de buitenwand.

7.1.3.5 *VORMGEVING*

In het algemeen heeft de keuze voor de kalkhenneppanelen niet veel invloed gehad op de vormgeving zelf. Deze kon dan ook uitgevoerd worden naar de wensen van de bouwheer. De keuze van de vormgeving in combinatie met de kalkhenneppanelen heeft echter wel een invloed op bepaalde uitvoeringen binnen het project.

Zo heeft men bijvoorbeeld door te werken met de prefab kalkhenneppanelen toch op verschillende plaatsen gebruik moeten maken van metalen verstevigingen. Deze verstevigingen zijn nodig om bepaalde onderdelen binnen het ontwerp te kunnen uitvoeren naar de wensen van de bouwheer. Zo heeft men bijvoorbeeld een metalen tegengewicht moeten gebruiken om een kolom of muur de vermijden onder de carport.

7.1.3.6 *INTEGRATIE TECHNISCHE SYSTEMEN EN LEIDINGEN*

7.1.3.6.1 *VENTILATIE*

De keuze voor het ventilatiesysteem is tijdens het ontwerpproces verschillende malen aangepast. Initieel zou dit een systeem-C zijn, maar deze is vervangen door een systeem-D. Deze keuze heeft echter niets te maken met de keuze voor de prefab kalkhenneppanelen.

7.1.3.6.2 *VERWARMING*

Voor verwarming zijn het gehele gelijkvloers en de eerste verdieping voorzien van vloerverwarming. Door de keuze van de prefab kalkhenneppanelen en op aanraden van de producent/aannemer zijn de slaapkamers niet verwarmd. De leidingen liggen wel in de vloer maar deze zijn niet in gebruik. Deze ruimtes hebben namelijk op zichzelf een redelijk constante temperatuur, zowel in de zomer als in de winter, waardoor de verwarming op deze plaatsen overbodig wordt.

Een uitzondering hierop is de slaapkamer gelegen boven de carport. Deze heeft namelijk een vloer aangrenzend aan een buitenruimte waardoor verwarming hier wel aan te raden is.

7.1.4 BOUWHEER CASE 2

De onderstaande analyse is gemaakt vanuit een interview met Joris Haems de bouwheer van de tweede casestudie. Dit interview is terug te vinden in de bijlagebundel.

7.1.4.1 KEUZE VOOR PREFAB KALKHENNEPPANELEN

De keuze om te werken met prefab kalkhenneppanelen is voor de bouwheer als eerste ontstaan uit het idee om te werken met ecologische materialen. Comfort en luxe blijven centrale begrippen binnen het beoogde project, maar deze mogen niet ten koste gaan van het milieu. Hierdoor heeft de bouwheer gekozen voor een prefab systeem gemaakt uit zuiver ecologische materialen. Deze zorgen voor het beoogde comfort, hebben een minimale milieu-impact en blijven betaalbaar.

Verder geeft het werken met kalkhennep in de prefab panelen nog het voordeel dat er gewerkt wordt met een snellere doorlooptijd en dat het kwalitatief geheel, ten gevolge van een betere samenstelling van de kalkhennep zelf en het gebrek aan weersinvloeden, beter zal zijn. Zowel economisch als kwalitatief gezien bezitten deze panelen dus verschillende voordelen.

De bouwheer heeft binnen het project gekozen voor een strakke stijl. Hierdoor heeft hij bijvoorbeeld niet gekozen voor stobalen aangezien deze een vrij organisch beeld met zich meebrengen. De prefab kalkhenneppanelen sluiten dan weer goed aan op de wens van de bouwheer. De panelen kunnen namelijk op meerdere manieren afgewerkt worden om zo een strakke stijl binnen het project te verkrijgen.

Ook heeft de bouwheer geopteerd om andere bouwmethoden te gebruiken zoals cellulose. Maar uiteindelijk hebben de fysische eigenschappen zoals de vochtregulerende capaciteit en de massa van kalkhennep de doorslag gegeven.

7.1.4.2 KENNIS KALKHENNEPPANELEN

De bouwheer heeft zich gedurende 2 á 3 jaar verdiept in de kennis van kalkhennep als materiaal zelf en als toepassing binnen de prefab panelen vooraf aan het project. Deze kennis handelt dan vooral over de fysische aspecten ervan.

Deze kennis is tijdens de verschillende fasen van het project verder bijgeschaafd en heeft gezorgd voor een duidelijker beeld voor de bouwheer.

7.1.4.3 SAMENWERKING ARCHITECT EN PRODUCENT/AANNEMER

De bouwheer heeft voor het project een soort van bouwteam opgericht om zo goed mogelijk geïntegreerd te zijn binnen de verschillende processen en ook een constante terugkoppeling te voorzien om te zoeken naar praktische oplossingen. Deze zoektocht naar oplossingen, die niet altijd voor de hand liggen, wil de bouwheer binnen het project integreren om zo de rode draad van het ecologische aspect, het comfort en de luxe met zekerheid te kunnen garanderen. Je kan zo namelijk de kennis van alle actoren combineren om de beste oplossing te vinden.

Initieel zou de vloerplaat bijvoorbeeld vervaardigd worden als een betonnen vloerplaat. Uiteindelijk is er gekozen voor metalen schroefpalen zodat de woningen een circulair aspect in het achterhoofd heeft. Een ander voorbeeld is de keuze om volwaardige muren te plaatsen tegen de zijwanden van de aangrenzende woningen. Normaal wordt dit niet gedaan, maar de bouwheer wilde niet afhankelijk zijn van deze andere woningen. Je hebt namelijk geen controle over wat er met die woningen zal gebeuren.

Toch is de bouwheer van mening dat deze manier van kennis en terugkoppelingen tussen de verschillende actoren niet noodzakelijk is. Toch zal deze manier van werken zal echter enkel nog extra voordelen kunnen opleveren.

7.1.4.4 *PROGRAMMA, LIGGING EN ORIËNTATIE*

De keuze voor de prefab kalkhennepanelen heeft weinig tot geen invloed gehad op het programma van de bouwheer. Wel was er eerst sprake om de warmtepomp in de technische ruimte op de tweede verdieping te plaatsen. De draagstructuur op basis van een houtskeletbouw zou dit gewicht echter niet aankunnen en verstevigingen zouden dus genoodzaakt zijn. Hierdoor is er beslist om deze op het gelijkvloers te plaatsen.

De ligging en oriëntatie van het project ondervinden door de keuze van de prefab kalkhennepanelen geen verdere hinder. Hier kunnen dan ook geen grote aanpassingen aan gebeuren doordat het hier gaat om een rijhuiswoning.

7.1.4.5 *VORMGEVING*

Ook hier heeft de keuze voor de prefab kalkhennepanelen niet echt een directe invloed op de vormgeving van het project. Wel heeft de combinatie van de vormgeving en de toepassing van panelen invloed op hoe sommige onderdelen van het project uitgevoerd moeten worden. Zo zorgen enkele overbruggingen bijvoorbeeld voor nood aan verstevigingen in staal. Iets wat niet in lijn is met het idee achter de prefab kalkhennepanelen.

Door gebruik te maken van een werkgroep, is echter de hoeveelheid van dit type elementen gereduceerd kunnen worden tot 3 zware stalen liggers.

7.1.4.6 *INTEGRATIE TECHNISCHE SYSTEMEN EN LEIDINGEN*

7.1.4.6.1 *VENTILATIE*

Wat vaak over het hoofd gezien wordt is de invloed van het gebruik van de prefab kalkhennepanelen op de toegepaste technieken. Zo zal de vochtregulatie grotendeels door de wanden zelf geregeld worden en zal het ventilatiesysteem kleiner gedimensioneerd kunnen worden of zelfs overbodig zijn. Hoewel het weglaten van een ventilatiesysteem wetmatig gezien niet mag.

7.1.4.6.2 *VERWARMING*

Hetzelfde principe van de ventilatie doet zich ook voor bij de verwarming. Hierbij is het de thermische inertie van de wand die de temperatuur binnen de ruimtes meer constant zal houden. Dit heeft tot gevolg dat de capaciteit van bijvoorbeeld een warmtepomp kleiner gemaakt kan worden.

Binnen dit project is er dan ook een warmtepomp toegepast en is er geen gasaansluiting voorzien. De daken worden voorzien met een maximale hoeveelheid zonnepanelen. Deze zonnepanelen zullen de warmtepomp voorzien van elektriciteit. Indien er gewerkt was met een traditionele bouw, zouden de zonnepanelen niet voldoende energie kunnen opwekken om de warmtepomp met een hogere capaciteit volledig aan te drijven.

7.2 BEVINDINGEN

7.2.1 KEUZE VOOR KALKHENNEP

De keuze om te werken met het materiaal kalkhennep ontstaat vanuit de meerdere voordelige eigenschappen van het materiaal. Bij de verschillende actoren zijn dan ook gelijkaardige redenen terug te vinden die meegespeeld hebben binnen hun keuze.

De eerste en meest doorslaggevende reden voor deze keuze is dat het gaat om een ecologisch materiaal met een lage milieu-impact. Verder zijn de fysische eigenschappen zoals de thermische inertie en de vochtregulerende eigenschappen meestal ook een belangrijk aspect binnen de beslissing.

7.2.2 KEUZE VOOR PREFAB KALKHENNEPPANELEN

Ook de keuze om kalkhennep te gebruiken binnen een prefab systeem kent verschillende voordelen die terug te vinden zijn als reden bij de verschillende actoren van het bouwproces. Als eerste gaat het hier dan vaak over de korte doorlooptijden van de verschillende processen, de prijs die te vergelijken is met een meer standaard bouwsysteem en de verschillende mogelijkheden die de panelen bezitten op vlak van vormgeving.

Verder neemt het prefab gebeuren met zich mee dat de kwaliteit van het kalkhennepmengsel hoger ligt dan deze van een niet prefab systeem. Dit vloeit voort uit de mindere hoeveelheid water die ervoor nodig is, het gebrek aan weersinvloeden en een betere controle van het mengsel en de droging ervan.

7.2.3 VORMGEVING

Ondanks dat de mogelijkheden bij het werken met prefab panelen op het eerste zicht op vlak van vormgeving vrij beperkt lijken, is dit niet het geval. Zo zijn de vormen van de panelen enkel beperkt tot de mogelijke vormen van de kaders. Er zijn niet enkel rechthoekige panelen mogelijk, maar ook schuine, scheefliggende of geronde panelen zijn mogelijk te prefabriceren binnen de productie. Deze laatst genoemde zal echter wel moeilijkheden met zich meebrengen tijdens de droging en het vervoer.

Als men dan de panelen bekijkt op vlak van afwerking, zijn ook hier veel verschillende mogelijkheden voor zowel binnen- als buitenafwerking. Zo kan men kiezen voor een pleisterafwerking, een gevelsteen, een houten gevelbekleding, Men heeft wel de beperking dat de afwerking dampopen moet zijn, en aan zowel de binnen- als buitenzijde kan men niet werken met kalkhennep als een zichtbare afwerking.

Of dit laatste moet gezien worden als een nadeel van de panelen is afhankelijk van de bouwheer. Kalkhennep heeft namelijk een zeer sterk esthetisch uitzicht als afwerkingsmateriaal en in een binnenruimte is het een onderhoudsintensief afwerkingsmateriaal. Deze panelen spelen dan ook meer in op het werken met een atypisch bouwsysteem zonder dat dit zichtbaar is.

7.2.4 ONTWERPVRIJHEID

Zoals bij de vormgeving al eerder aangehaald is, brengen de panelen binnen het ontwerp geen al te grote beperkingen met zich mee. De bouwheer kan op deze manier meestal naar de stijl toewerken die hij beoogt.

Waar men wel op moet letten, is dat men werkt met een houtskeletstructuur. Dit heeft dus een zekere invloed op de draagstructuur van het project en zal het moeilijker maken om grotere overspanningen binnen het ontwerp te integreren. Indien men dit wel binnen het ontwerp wilt, zijn het stalen liggers of kolommen die voor een oplossing moeten zorgen. De integratie hiervan staat dan natuurlijk niet in lijn met de gedachte achter het bouwsysteem met de prefab panelen.

7.2.5 INTEGRATIE SYSTEMEN EN LEIDINGEN

Bij het integreren van leidingen en systemen is een goede voorbereiding gewenst. Dit zal dan namelijk binnen het prefab proces op een snellere en meer gecontroleerde manier kunnen gebeuren. Indien de panelen later hiervoor aangepast moeten worden, zal dit meer tijd en geld kosten.

Bij de keuze voor het type verwarming, heeft het gebruik van de prefab kalkhenneppanelen geen directe invloed. Op de capaciteit van de verwarming echter wel. De thermische inertie van kalkhennep zorgt namelijk voor constantere temperatuur in de binnenruimtes. Deze thermische inertie kan zelfs de nood aan verwarming in bepaalde ruimtes minimaliseren zodat ze geen verwarming nodig. Deze verlaagde capaciteit kan op zijn beurt dan weer wel een herziening van type verwarming met zich meenemen

Door de ademende eigenschappen van kalkhennep is er veel discussie over de ventilatie. Ook hier zal de kalkhennep ervoor zorgen dat er een verlaagde capaciteit nodig is voor een ventilatiesysteem. De vraag is dan of deze verlaging in capaciteit sterk genoeg is om het gebruik van een ventilatiesysteem overbodig te maken. Natuurlijk moet men er ook rekening met houden dat de toepassing van een ventilatiesysteem de dag van vandaag wetmatig verplicht is.

7.2.6 ISOLATIE

Kalkhennep is als thermische isolatie niet overal even geschikt binnen een project. Dit bijvoorbeeld doordat kalkhennep geen al te sterke thermische isolator is. Hierdoor is er de nood om te werken met meerdere verschillende isolatiematerialen binnen een project. Hier is het dan een zoektocht naar materialen die dezelfde gedachtegang zitten als de kalkhennep.

7.2.7 HERGEBRUIK EN RECYCLAGE

Binnen de verschillende processen van de prefab kalkhenneppanelen wordt hergebruik en recyclage in het achterhoofd gehouden. Zo is het mogelijk om de panelen terug te demonteren en de verschillende onderdelen ervan te recyclen of kan men de panelen zelf volledig hergebruiken.

Hierbij is echter de vraag naar hoe dit effectief werkt nadat de wanden van het project volledig opgebouwd zijn met de verschillende afwerkingen zoals binnen en buitenpleister.

7.2.8 VERGELIJKING CASE 1 EN 2

Bij het vergelijken van de twee cases, meer bepaald aan de hand van de bevragingen, is het opgevallen dat er tussen de werkwijze binnen de cases grote verschillen te vinden zijn. Hier gaat het dan over het verschil van kennis van kalkhennep en de prefab kalkhenneppanelen die de bouwheer of de architect bezit alvorens te gaan werken met het bouwsysteem en het verschil binnen de samenwerking tussen de verschillende actoren.

7.2.8.1 KENNIS KALKHENNEP EN KALKHENNEPPANELEN

Bij de eerste case was de voorafgaande kennis van het materiaal kalkhennep en het bouwsysteem waarbinnen het toegepast is voor zowel de bouwheer als de architect zeer beperkt. Het is dan ook de producent/aannemer die later binnen het project de aanpassingen heeft moeten aanbrengen om het bouwsysteem in het ontwerp te integreren.

Bij het bekijken van de tweede case was er van zowel de bouwheer als de architect een grondige kennis van het materiaal en het bouwsysteem voor de start van het project. Dit heeft gezorgd voor een vlottere integratie van de panelen binnen het project.

Hierbij is dus te concluderen dat ondanks het gebrek aan een grondige kennis binnen het eerste project, dit geen echte beperkingen oplevert. Toch is de kennis net zoals binnen de tweede case aan te raden omdat dit verschillende processen vlotter kan doen verlopen.

7.2.8.2 *SAMENWERKINGEN*

Ook binnen de samenwerking tussen de verschillende actoren was een groot verschil tussen de cases op te merken. Bij de eerste case verliep dit eerder afgescheiden met enkele terugkoppelingen waar nodig.

Binnen de tweede case is er dan gewerkt met een soort van bouwteam waarbinnen terugkoppelingen voor de bouwheer zeer belangrijk zijn. Binnen dit bouwteam speelt de voorafgaande kennis dan ook een grote rol. Deze maakt het namelijk mogelijk om de terugkoppelingen te maken en samen te zoeken naar oplossingen die niet altijd voor de hand liggen.

Net als bij de kennis is de manier van samenwerking zoals binnen de tweede case geen vereiste om tot een volwaardig project komen waarbinnen de prefab kalkhenneppanelen geïntegreerd zitten. Het is echter wel een manier om de gedachtelijn van het gebruik van de panelen door te trekken binnen het gehele project, door de zoektocht naar nieuwe oplossingen in plaats van te kiezen voor een oplossing die in tegenstrijd is met deze gedachtelijn.

8 CONCLUSIE

Binnen deze thesis is er gezocht naar een antwoord op de volgende vraag: *“Hoe worden prefab kalkhenneppanelen toegepast binnen de Vlaamse bouwpraktijk?”* Om deze vraag te beantwoorden is er een literatuuronderzoek gedaan om zo een achtergrondkennis op te bouwen, gevolgd door een onderzoek naar de verschillende processen binnen de bouwpraktijk aan de hand van twee verschillende cases. Verder wordt er ook gezocht naar antwoorden op de volgende deelvragen: *“Welke gevolgen heeft de toepassing van prefab kalkhenneppanelen op het ontwerp- en uitvoeringsproces? Wat zijn de voordelen en wat zijn de aandachtspunten?”* en *“Wat zijn de drijfveren voor het gebruik van prefab kalkhenneppanelen voor de verschillende actoren?”*

Uit de bevindingen van hoofdstuk 5 tot en met hoofdstuk 7 kan geconcludeerd worden dat ondanks de specifieke fysische eigenschappen van kalkhennep, de voorafgaande kennis voor de bouwheer en de architect geen essentie is, alvorens van start te gaan met een project waarbinnen het bouwsysteem van prefab kalkhenneppanelen wordt toegepast. Hetzelfde geldt voor de nood aan een nauwe samenwerking door middel van veel terugkoppelingen tussen de verschillende actoren. Men kan namelijk toch een volwaardig project bekomen zonder de aanwezigheid van deze twee onderdelen.

Waarom deze twee onderdelen geen essentie vormen binnen het project volgt uit twee verschillende redenen. Als eerste wordt er vertrouwd op de kennis en expertise van de producent/aannemer, wie zorgt voor de integratie van de panelen binnen het ontwerp. Als tweede bezitten de panelen op zichzelf al een bepaalde opbouw, dewelke focust op het optimaliseren van de fysische eigenschappen van de kalkhennep.

Wel moet opgemerkt worden dat ondanks er geen nood is aan de voorafgaande kennis of een nauwe samenwerking tussen de actoren, het wel een voordeel zal spelen binnen de uitwerking van het project. Op deze wijze kan er namelijk gezocht worden naar oplossingen die niet voor de hand liggen, maar die wel de gedachtenlijn achter het gebruik van de prefab kalkhenneppanelen verderzetten. Hierbij is het dan vooral ten gevolge van de draagstructuur dat deze oplossingen gezocht moeten worden.

Bij het werken met de panelen binnen een project, meer bepaald van de productie tot de plaatsing op de werf, staat voorbereiding en controle centraal. Dit speelt namelijk een grote rol binnen het verkrijgen van verschillende voordelen van de panelen. Zo zullen de verschillende doorlooptijden geminimaliseerd kunnen worden en kan men zo economisch en ecologisch mogelijk met de materialen tewerk gaan.

Bij de keuze voor te werken met het materiaal kalkhennep en het gebruik ervan binnen de prefab panelen, is er te zien dat er voor de verschillende actoren gelijkaardige redenen terug te vinden zijn. De belangrijkste reden is dat het gaat om een systeem met ecologische materialen die dan ook een lagere milieu-impact veroorzaken in vergelijking met andere meer standaard bouwsystemen. Verder zijn ook de fysische eigenschappen zoals de thermische inertie en de vochtregulerende eigenschappen, de korte doorlooptijden van de verschillende processen, de ruime mogelijkheden van de vormgeving en de verhoogde kwaliteit van het kalkhennepmengsel redenen tot keuze voor dit bouwsysteem.

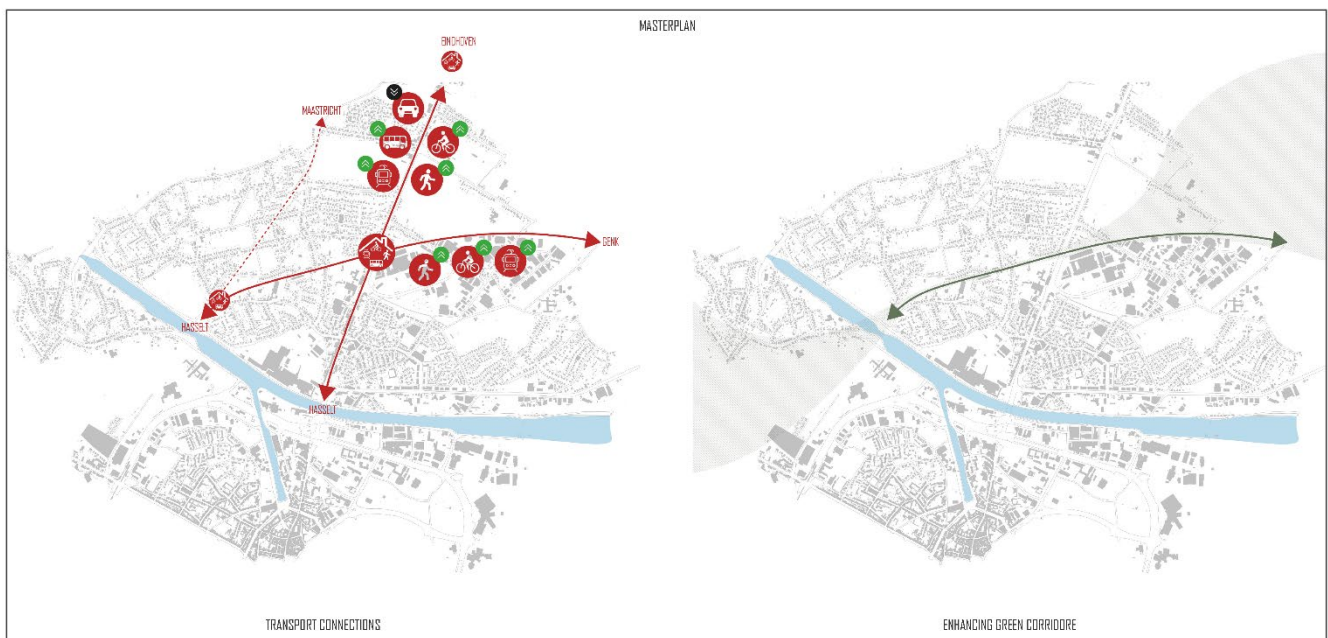
Hieruit kunnen we dus concluderen dat het gebruik van de kalkhennep binnen de prefab panelen verschillende voordelen met zich meeneemt, die focussen op een optimalisatie van de fysische, ecologische en economische eigenschappen van de panelen en hierbij de integratie ervan binnen een project zo makkelijk mogelijk proberen te houden zonder de gewenste vormgeving van de bouwheer hierbij in het gedrang te brengen.

9 MASTERPROJECT

Binnen de Masterstudio New Economies werd er dit jaar gewerkt rond de Kempische Steenweg gelegen te Hasselt. Hierbij is er door ons, de studenten binnen de studio, een masterplan gevormd rond dit gebied met hierin ieder een eigen site met individueel project.

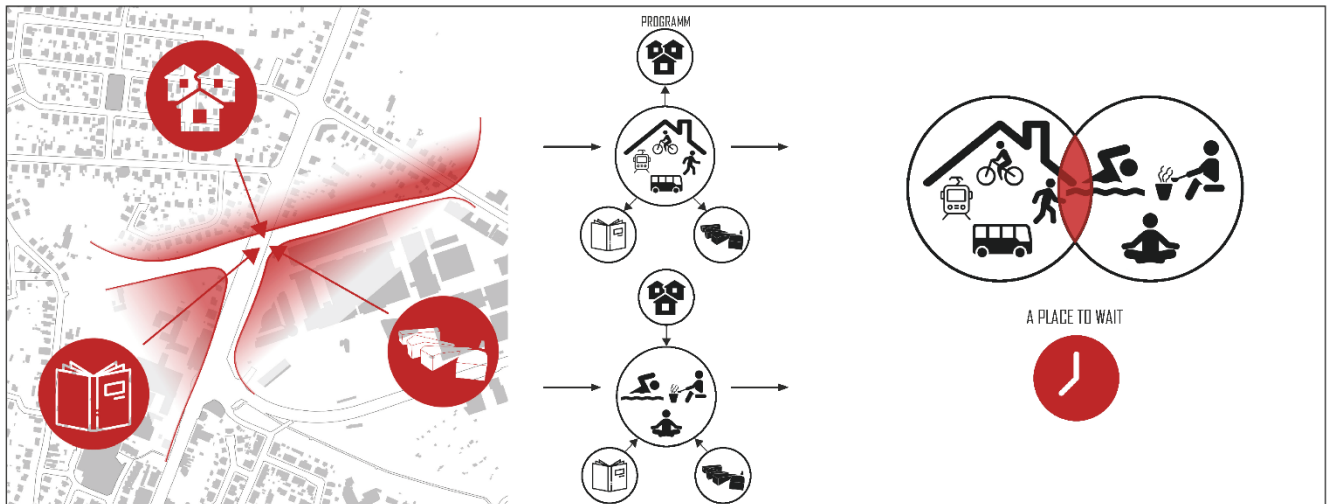
De site van mijn masterproject is gelegen ten noorden van de Corda campus, ter hoogte van het station van Kiewit. Binnen het masterplan van de studio zijn er twee belangrijke focuspunten die inwerken op deze site. Het eerste focuspunt is het transport, meer bepaald de focus op het openbaar vervoer en het traag verkeer. Hierbij zal de auto dus een kleinere rol binnen het verhaal krijgen zoals zichtbaar gemaakt in Figuur 9-1 links. De site is hier gelegen op het kruispunt van de twee nieuwe tramlijnen en fietssnelwegen van het masterplan.

Als tweede focuspunt is er het groen en de natuur. Het masterplan zal namelijk trachten de grote groene gebieden uit de omgeving te verbinden en versterken door middel van groene corridors zoals in Figuur 9-1 rechts.



Figuur 9-1: Masterplan (eigen afbeelding)

Naast de locatie van het belangrijke kruispunt van transport, is de site ook gelegen op de grens van drie verschillende zones, die onderling weinig interactie met elkaar aangaan. Het gaat hier om een woonzone, de school Kindsheid Jesu en de Corda campus (zie Figuur 9-2 links). Hieruit is het programma gevormd waarvan het doel bestaat uit twee delen. Het eerste doel is om deze eerder genoemde gebieden en verdere omstreken met elkaar te verbinden onder de vorm van een transport-HUB. Het tweede doel is om een extra functie toe te voegen die dienst kan doen voor alle drie deze gebieden onder de vorm van zwemmen, yoga en wellness (zie Figuur 9-2 midden). Door deze twee verschillende programma's, namelijk transport en ontspanning, met elkaar te laten overlappen, zullen er oorden van het wachten gecreëerd worden (zie Figuur 9-2 rechts).



Figuur 9-2: Programma (eigen afbeelding)

Ten gevolgen van dit gevormde programma, zal er binnen mijn masterproject geen link gemaakt worden naar de prefab kalkhenneppanelen. Deze keuze is gemaakt in het licht van de specifieke hygrothermische en ademende eigenschappen van kalkhennep. Deze staan namelijk in contrast met vochtige klimaat binnen de ruimtes met functies zoals zwembaden of wellness, wat vermoedelijk verzadiging van de kalkhennep met zich mee zal brengen. Deze verzadiging zal ervoor zorgen dat voordelige redenen die leiden tot de keuze van kalkhennep, tegengewerkt zullen worden, waardoor men beter kan opteren voor een ander materiaal.

BIBLIOGRAFIE

- 14040, NBN EN ISO,(2006). NBN EN ISO 14040 : 2006: Milieumanagement - Levenscyclusanalyse - Principes en raamwerk (ISO 14040:2006). Geraadpleegd op 2 november 2018 via <https://shop.nbn.be/Search/SearchResults.aspx?a=14040&Ulc=nl#details>.
- 15804, NBN EN,(2014). NBN EN 15804+A1 : 2014: Duurzaamheid van bouwwerken - Milieuverklaringen van producten - Basisregels voor de productgroep bouwproducten. Geraadpleegd op 2 november 2018 via <https://shop.nbn.be/Search/SearchResults.aspx?a=15804&Ulc=nl#details>.
- 15978, NBN EN,(2012). NBN EN 15978 : 2012: Duurzaamheid van constructies - Beoordeling van milieuprestaties van gebouwen - Rekenmethode. Geraadpleegd op 2 november 2018 via <https://shop.nbn.be/Search/SearchResults.aspx?a=15978#details>.
- Bank, The world,(2017). Population, total. Geraadpleegd op 27 oktober 2018 via <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL>.
- BC-architects,(2015). Regional House Edegheem. Geraadpleegd op 10 november 2018 via <https://www.archdaily.com/896828/regional-house-edeghem-bc-architects>.
- Beck, Baeyens &,(2014). Uitvoeringsplannen woning Dealmans - Jacobs. Geraadpleegd op 29 januari 2019 via
- Bouwen, Biobased,(z.d.). Kalkhennep gestort - ecobouw salland. Geraadpleegd op 10 november 2018 via <https://www.biobasedbouwen.nl/producten/kalkhennep-gestort-ecobouw-salland/>.
- box, Hemp in a,(z.d.). hemplime: onze producten. Geraadpleegd op 11 november 2018 via <https://hempinabox.be/en/onze-producten-hempinabox-4>.
- BPIE,(2015). Nearly zero energy buildings definitions across Europe. Geraadpleegd op 2 november 2018 via http://bpie.eu/uploads/lib/document/attachment/128/BPIE_factsheet_nZEB_definitions_across_Europe.pdf.
- Carus, M., Piotrowski, S.,(2011). Ecological benefits of hemp and flax cultivation and products. Geraadpleegd op 14 augustus 2018 via http://votehemp.com/PDF/11-05-13_Ecological_benefits_of_hemp_and_flax.pdf.
- Collet, F., Prétot, S.,(2012). Variation de la capacité hydrique tampon de bétons de chanvre en fonction de la formulation. Geraadpleegd op 30 december 2018 via <https://core.ac.uk/display/48205627>.
- commissie, Europese,(2014). 2030 climate and energy policy framework. Geraadpleegd op 2 november 2018 via <http://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-169-2014-INIT/en/pdf>.
- commissie, Europese,(2003). COM(2003)302 - Integrated Product Policy - Building on Environmental Life-Cycle Thinking. Geraadpleegd op 2 november 2018 via https://www.eumonitor.eu/9353000/1/j4nvhdhfc8bljza_j9vvik7m1c3gyxp/vikqh0h727z8.
- commissie, Europese,(2010). Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings. Geraadpleegd op 2 november 2018 via <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2010/31/oj>.
- commissie, Europese,(2012). Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC Text with EEA relevance. Geraadpleegd op 2 november 2018 via <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1399375464230&uri=CELEX:32012L0027>.
- commissie, Europese,(z.d.). Energy Efficiency Buildings. Geraadpleegd op 30 juli 2018 via <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings>.
- commissie, Europese,(2007). EU 2020-strategie. Geraadpleegd op 29 juli 2018 via https://www.europa-nu.nl/id/vicyffri83lm/eu_2020_strategie.
- commissie, Europese,(z.d.). EU Building Stock Observatory. Geraadpleegd op 2 november 2018 via <https://ec.europa.eu/energy/en/eubuildings>.

- commissie, Europese,(2017). Industry in Europe: Facts & figures on competitiveness & innovation. Geraadpleegd op 30 juli 2018 via <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/354c1e8b-1db0-11e7-aeb3-01aa75ed71a1>.
- commissie, Europese,(z.d.). Nearly zero-energy buildings. Geraadpleegd op 30 juli 2018 via <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings/nearly-zero-energy-buildings>.
- commissie, Europese,(2017). Tweede verslag over de staat van de energie-unie. Geraadpleegd op 1 november 2018 via <http://ec.europa.eu/transparency/reqdoc/rep/1/2017/NL/COM-2017-53-F1-NL-MAIN-PART-1.PDF>.
- commissie, Europese,(2000). Verordening (EG) nr. 2860/2000. Geraadpleegd op 14 augustus 2018 via <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=CELEX%3A32000R2860>.
- Danckaert, F., De Cubber, K., Delanote, L., Verbeke, P.,(2006). Inleiding tot de biologische teelt van hennep. Geraadpleegd op 14 augustus 2018 via <https://www.wervel.be/downloads/teeltgids-hennepPCBT.pdf>.
- De Herde, A., Evrard, A.,(2005). Bioclimate envelopes made of lime and hemp concrete. Geraadpleegd op 10 november 2018 via https://www.researchgate.net/publication/245382570_Hygrothermal_Performance_of_Lime-Hemp_Wall_Assemblies.
- Duurzaambo,(2018). Duurzame bouwmaterialen. Geraadpleegd op 2 november 2018 via <https://www.duurzaambo.nl/duurzame-materialen>.
- Elfordy, S., Lucas, F., Tancret, F., Scudeller, Y., Goudet, L.,(2008). Mechanical and thermal properties of lime and hemp concrete ("hempcrete") manufactured by a projection process. Geraadpleegd op 30 december 2018 via <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061807001973>.
- Energieagentschap, Het Vlaamse,(z.d.). BEN-eisen. Geraadpleegd op 2 november 2018 via <https://www.energiesparen.be/BEN/eisen>.
- energieagentschap, Vlaams,(2012). Actieplan bijna-energie neutrale gebouwen. Geraadpleegd op 30 juli 2018 via http://www2.vlaanderen.be/economie/energiesparen/epb/BEN/Actieplan_BEN_versie_juni2012.pdf.
- Energieprovincie, Stichting Duurzame,(2017). Duurzaam bouwen (49): Kalkhennep wanden gespoten. Geraadpleegd op 9 november 2018 via <https://energieprovincie.nl/blog/duurzaam-bouwen-49-kalkhennep-wanden-gespoten/>.
- Europese commissie, Ad-Hoc Industrial Advisory Group,(2010). Energy-efficient buildings ppp: Multi-annual roadmap and longer term strategy. Geraadpleegd op 29 juli 2018 via <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/eip-raw-materials/en/community/document/ppp-energy-efficient-buildings-multi-annual-roadmap-and-longer-term-strategy>.
- Eurostat,(2017). Afvalstoffenstatistieken. Geraadpleegd op 29 juli 2018 via http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics/nl#Meer_informatie_van_Eurostat.
- Eurostat,(2018). Energy production and imports. Geraadpleegd op 1 november 2018 via https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_production_and_imports#Production_of_primary_energy_decreased_between_2006_and_2016.
- Evrard, A.,(2008). Transient hygrothermal behaviour of Lime-Hemp Materials. Geraadpleegd op 30 december 2018 via https://www.researchgate.net/publication/283568943_Transient_hygrothermal_behavior_of_Lime-Hemp_Materials.
- Gibbons, P.,(1997). Pozzolans for lime mortars. Geraadpleegd op 20 augustus 2018 via <http://www.buildingconservation.com/articles/pozzo/pozzo.htm>.

- Grow2build,(2015). Natuurlijk bouwmaterialen: Vlas en hennep. Geraadpleegd op 7 november 2018 via https://www.basbouwen.be/sites/default/files/BAS_infobox_vlas_en_hennep_0.pdf.
- Hempflax,(2017). Hempflax plus product info sheet. Geraadpleegd op 28 december 2018 via <https://www.hempflax.com/toepassingen/construction/plus-nature-insulation/Hempflax%20Construction%20Plus%20-%20NL.pdf>.
- huis, Natuurlijk in,(2018). Kalkhennep: ecologisch bouwen en verbouwen. Geraadpleegd op 10 november 2018 via <https://natuurlijkinhuis.wordpress.com/kalkhennep/>.
- Isohemp,(2016). Isolatie met hennepblokken. Geraadpleegd op 8 november 2018 via <https://issuu.com/ecomat/docs/ecomat-iso hemp-catalogus2016>.
- Isohemp,(2017). Lastenboek Isohemp Hennepblok. Geraadpleegd op 8 november 2018 via <https://www.iso hemp.com/sites/default/files/fichiers/iso hemp - lastenboek - hennepblokken.pdf>.
- Isohemp,(z.d.). Plaatsingsgids: Alletips voor het plaatsen van de producten van IsoHemp. Geraadpleegd op 10 november 2018 via https://www.eco-bouwmaterialen.nl/media/wysiwyg/Isohemp/Plaatsingsgids_IsoHemp.pdf.
- Isohemp,(2017). Technisch informatieblad Isohemp Hennepblok. Geraadpleegd op 8 november 2018c via <https://www.iso hemp.com/sites/default/files/fichiers/iso hemp - technisch informatieblad - hennepblokken.pdf>.
- Isohemp,(2017). Veiligheidsinformatieblad 1907/2006/EG, artikel 31. Geraadpleegd op 8 november 2018 via <https://www.iso hemp.com/sites/default/files/fichiers/iso hemp - veiligheidsinformatieblad - hennepblokken.pdf>.
- Khan, B., Wang, H., Warner, P.,(2014). Antibacterial properties of hemp and other natural fibre plants: a review. Geraadpleegd op 14 augustus 2018 via <https://www.hempalta.com/hemp-background/>.
- Nu, Europa,(z.d.). Europese aanpak klimaatverandering. Geraadpleegd op 29 juli 2018 via https://www.europa-nu.nl/id/vhesf063wxu9/europese_aanpak_klimaatverandering?ksel=n3#p11.
- OVAM,(2015). Veranderingsgericht bouwen: ontwikkeling van een beleids- en transitiekader. Geraadpleegd op 15 april 2018 via http://ovam.be/sites/default/files/atoms/files/TWOL%20Dynamisch%20Bouwen_%20EINDR APPORT_finale%20versie_OVAM1_LR.pdf.
- Parliament, European,(2010). The energy performance of buildings. Geraadpleegd op 30 juli 2018 via https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/;ELX_SESSIONID=FZMjThLLzfxmmMCQGp2Y1s2d3TjwtD8QS3pqdkhXZbwqGwIqY9KN!2064651424?uri=CELEX:32010L0031.
- Pavía, S., Walker, R.,(2014). Moisture transfer and thermal properties of hemp-lime concretes. Geraadpleegd op 10 november 2018 via <http://www.researchgate.net/publication/262016733>.
- Prétot, S., Collet, F., Garnier, C.,(2014). Life cycle assessment of a hemp concrete wall: impact of thickness and coating. Geraadpleegd op 19 februari 2019 via <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00916557/document>.
- PUUR-bouwen,(z.d.). Bouwen of renoveren met kalkhennep. Geraadpleegd op 11 november 2018 via <http://www.puur-bouwen.be/nl/kalkhennep>.
- PUUR-bouwen,(2016). Plannen: facades. Geraadpleegd op 18 februari 2019 via
- PUUR-bouwen,(2018). Plans of approval. Geraadpleegd op 18 februari 2019 via
- PUUR-bouwen,(2016). Prefab woning met kalkhennep - Heusden. Geraadpleegd op 29 januari 2019 via <http://puur-bouwen.be/nl/projecten/detail/prefab-woning-met-kalkhennep-heusden>.
- RVO,(2015). Infoblad Trias Energetica en energieneutraal bouwen. Geraadpleegd op 7 november 2018 via <https://www.rvo.nl/sites/default/files/Infoblad%20Trias%20Energetica%20en%20energieneutraal%20bouwen-juni%202013.pdf>.

- Sparrow, A., Stanwix, W.,(2014). The Hempcrete book: Designing and building with hemp-lime. Geraadpleegd op 14 augustus 2018 via
- staatsblad, Belgisch,(2014). KB: Federale overheidsdienst volksgezondheid, veiligheid van de voedselketen en leefmilieu. Geraadpleegd op 30 juli 2018 via https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth_theme_file/19098141/KB%20milieuboodschappen%20van%2022-05-2014.pdf.
- Sutton, A., Black, D., Walker, P.,(2011). HEMP LIME: An introduction to low-impact building materials. Geraadpleegd op 30 december 2018 via https://www.bre.co.uk/filelibrary/pdf/projects/low_impact_materials/IP14_11.pdf.
- UNIDO,(2018). Industrial Development Report 2018. Geraadpleegd op 27 oktober 2018 via https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/2537IDR2018_FULL_REPORT_1.pdf.
- van Hees, R., van Rooden, M., van Bommel, B., van Rhijn, J., van Hunen, M., van Balen, K.,(2003). Kalkboek. Het gebruik van kalk als bindmiddel voor metsel- en voegmortels in verleden en heden. Geraadpleegd op 30 december 2018 via <https://anzdoc.com/queue/van-balen-kalkboek-het-gebruik-van-kalk-als-bindmiddel-voor-.html>.
- Vandenberghe, D.,(2018). Lambda-waarde of isolatiewaarde van alle courante materialen. Geraadpleegd op 14 augustus 2018 via <https://www.lambda.be/nl/energietips/lambda-waarde-van-alle-materialen>.
- Verhoeven, R.,(2014). Esencio: Verliefd op tadelakt. Geraadpleegd op 14 augustus 2018 via <http://www.esencio.nl/blog/verliefd-op-tadelakt/>.
- VIBE,(2018). Kalkhennep: Voordelig isoleren met een natuurlijk materiaal. Geraadpleegd op 10 november 2018 via <https://www.vibe.be/wp-content/uploads/2018/03/IGB409-kalkhennep.pdf>.
- Walliman, N.,(2011). Research Methods: the basics. Geraadpleegd op 13 augustus 2018 via https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2317618/mod_resource/content/1/BLOCO%202_Research%20Methods%20The%20Basics.pdf.
- World Commission on Environment and Development., Brundtland kommissionen.: **Our common future**. Oxford: Oxford University Press; 1987.
- Wright, M., Miskin, N., Flower, A., Rhydwen, R.,(z.d.). Dry-lining versus a hemp and lime insulating render for internal thermal renovation of a stone cottage in West Wales, including embodied energy assessment, interstitial wall monitoring, In-situ U-Value and WUFI modeling. Geraadpleegd op 30 december 2018 via <https://www.yumpu.com/en/document/view/50681045/dry-lining-versus-a-hemp-and-lime-insulating-render-university-of->.
- WTCB,(z.d.). Nieuwe classificatie voor de brandreactie van bouwproducten: de eisen in België. Geraadpleegd op 10 november 2018 via https://www.wtcb.be/homepage/index.cfm?cat=services&sub=standards_regulations&pag=fire&art=news&niv01=in_belgium&niv02=3.
- WTCB,(2018). Onderzoeksprojecten Kalkhennep_VL: Ontwikkeling van ontwerp- en uitvoeringsondersteuning voor de toepassing van klakhennep in de Vlaamse bouwsector. Geraadpleegd op 13 augustus 2018 via <https://www.wtcb.be/homepage/index.cfm?cat=projects&proj=708>.

PREFAB KALKHENNEPELEMENTEN IN DE BOUWPRAKTIJK

BIJLAGEBUNDEL

Masterscriptie 2018 - 2019

Sam Pennemans
2^{de} Master Architectuur
Seminarie Bouwkundig concept



PREFAB KALKHENNEPELEMENTEN IN DE BOUWPRAKTIJK

“Hoe worden prefab kalkhennepanelen toegepast binnen de Vlaamse
bouwpraktijk?”

Masterscriptie 2018 - 2019

Sam Pennemans
2^{de} Master Architectuur
Seminarie Bouwkundig concept
Promotor – Elke Knapen



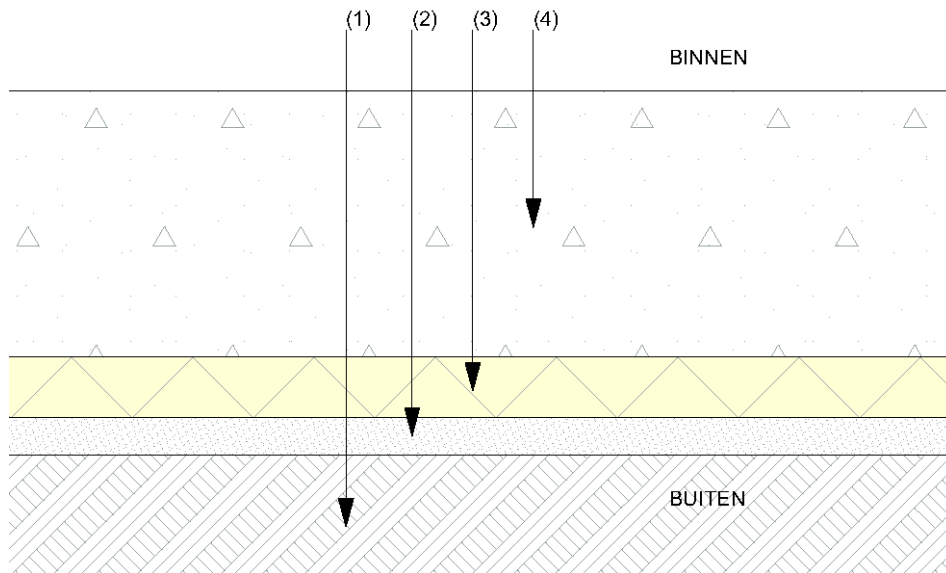
INHOUD

BIJLAGE 1	VLOER OPBOUWEN CASESTUDIE 1	5
BIJLAGE 2	INTERVIEW 1: ROBUUST – ARCHITECT EN ONDERZOEK	7
BIJLAGE 3	INTERVIEW 2: PUUR-BOUWEN.....	12
BIJLAGE 4	INTERVIEW 3: BOUWHEER CASESTUDIE 1	19
BIJLAGE 5	INTERVIEW 4: BOUWHEER CASESTUDIE 2	22
BIJLAGE 6	TOESTEMMING INTERVIEW 1.....	26
BIJLAGE 7	TOESTEMMING INTERVIEW 2.....	27
BIJLAGE 8	TOESTEMMING INTERVIEW 3.....	29
BIJLAGE 9	TOESTEMMING INTERVIEW 4.....	30

BIJLAGE 1 VLOER OPBOUW CASESTUDIE 1

KELDERVLOER

De keldervloer bestaat uit een relatief standaard keldervloer opbouw (zie Figuur 1-1). Eerst giet men een zuiveringsbeton met een dikte van 5 cm. Na de uitharding wordt hierover een laag isolatie bestaande uit XPS-platen van 8 cm gelegd. Hierna kan de betonnen vloerplaat van 35 cm gestort worden met de bijkomende nodige wapening. Deze vloer zal als afwerking gepolierd worden.

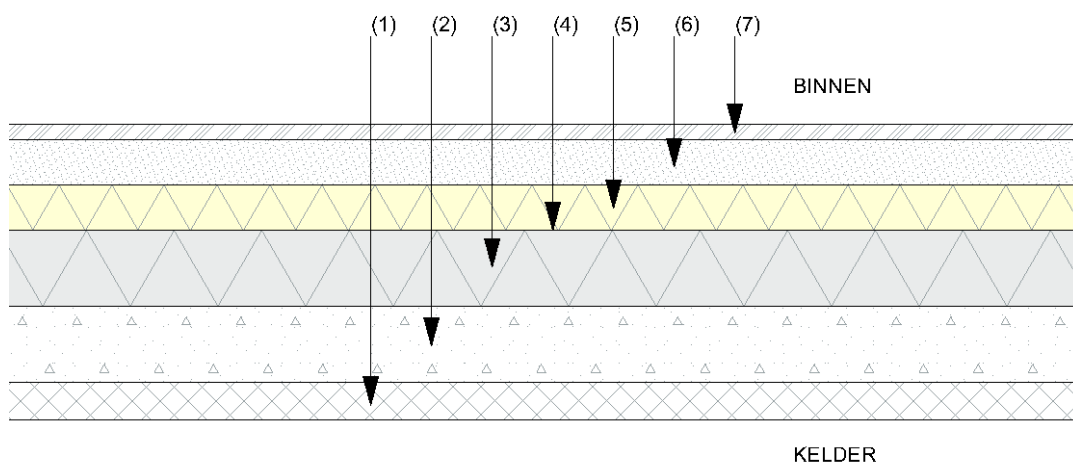


Figuur 1-1: Keldervloer opbouw (eigen afbeelding)

(1: Ondergrond / 2: Zuiveringsbeton 5 cm / 3: XPS-isolatie 8 cm / 4: Gepolierde betonnen vloerplaat 35 cm)

VLOER GELIJKVLOERS

Een volgende vloeropbouw die niet binnen de thesis zelf besproken wordt is deze van het gelijkvloers. Deze vloer heeft over de gehele verdieping dezelfde opbouw en is als volgt opgebouwd (zie Figuur 1-2).



Figuur 1-2: Vloeropbouw gelijkvloers (eigen afbeelding)

(1: Betonnen breedplaatelamenten 5cm / 2: Uitvulling 10 cm / 3: Betopor 10 cm / 4: PE-folie / 5: Drukvast houtwolisolatie platen gutex Thermosafe 6 cm / 6: Chape met vloerverwarming 7 cm / 7: Vloerafwerking (tegels of hout) 2 cm)

De draagstructuur bestaat uit betonnen breedplaatelamenten met een dikte van 5 cm. Hierover een druklaag aangebracht van 10 cm. Daarna volgt een laag Betopor silver van 10 cm. Dit materiaal is vervaardigd uit EPS-korrels en is een licht maar sterk (12 ton/m^2) materiaal met isolerende eigenschappen (Lambda-waarde van $0,051 \text{ W/mK}$) (Betopor z.d.). Op deze laag komen harde platen houtwolisolatie (Gutex Thermosafe) met een dikte van 6 cm waarover een PE-folie aangebracht wordt. De isolatie verwerkt in deze vloeropbouw is aangebracht omdat de onderliggende ruimtes niet verwarmd zijn en deze ruimtes langs de buitenzijde ook maar in bepaalde maten geïsoleerd zijn. Hierna wordt er een chape met een dikte van 7 cm aangebracht waarin de vloerverwarming verwerkt zit. De afwerking gebeurt in natuursteentegels of in houtparket met een dikte van 2 cm. De onderkant van de breedplaatelamenten wordt verder niet afgewerkt. Zo komt men tot een totale vloeropbouw van 40 cm.

BIJLAGE 2 INTERVIEW 1: ROBUUST – ARCHITECT EN ONDERZOEK

De onderstaande tekst is een uitgeschreven versie van het interview met Els Staessens van Robuust – architect en onderzoek, de architect van de tweede casestudie.

Sam: Het doel van deze scriptie is om meer inzicht te verkrijgen in het gebruik van kalkhenneppanelen binnen de verschillende fasen van een bouwproject, dit binnen de productie-, ontwerp-, bouw en gebruiksfase. Hierdoor is het dus belangrijk om deze inzichten vanuit verschillende standpunten te bekijken, zoals vanuit het oogpunt van de aannemer, producent, architect en de bouwheer.

Sam: Waaruit is de keuze ontstaan om te werken met de prefab kalkhenneppanelen? Aangezien u er ook al meerdere projecten mee gerealiseerd hebt en er nog mee gaat realiseren.

Els: Op zich ben ik al geïnteresseerd om met milieu ecologische materialen te werken en het is eigenlijk via de bouwheer in Drongen, die iemand kende die met het systeem van de prefab panelen werkte, waardoor we Joris van PUUR-bouwen hebben leren kennen. Het tweede project is dan ook Joris zijn eigen woning, dus is het eigenlijk logisch dat het zijn eigen product is.

Maar op zich is het denk ik een manier om met milieu ecologische materialen te werken als je het niet in zelfbouw doet om het betaalbaar te houden. Als je dat ter plaatse moet doen kruipt er heel wat meer tijd in waardoor het net als zelfbouw een hele goede optie is maar als je dat moet laten doen, kruipt daar heel wat meer budget in.

Sam: Had u voor de projecten al kennis van het materiaal kalkhennep op zowel het fysisch als esthetisch vlak?

Els: Ja, maar nog niet van het gegeven van prefab.

Sam: Na het project, in hoe verre is de kennis ervan toegenomen?

Els: Op zich hebben we er wel genoeg kennis van, maar het blijft in EPB niet zo'n gemakkelijke om te verkopen. Want je gaat uit van een andere manier van isoleren. Dus je hebt een dampopen constructie en EPB gaat uit van een passief huis principe gebaseerd op heel dik isoleren en dan met het systeem-D te werken. Het is geen slecht systeem, maar eigenlijk vraagt het werken met de prefab panelen om dampopen te bouwen en dan een thermische massa creëren die niet isoleert op de klassieke manier maar vooral veel demping en faseverschuivingen veroorzaakt.

Dus ik denk dat je niet perse woningen maakt die meer verbruiken, je moet er gewoon op een andere manier mee omgaan. Maar in EPB valt dit niet zo gemakkelijk te becijferen.

Sam: En als u nu het kalkhennep als materiaal zou bekijken en niet als de prefab panelen, is uw kennis hiervan ook toegenomen?

Els: Ja op zich wel, maar ik heb een opleiding bijgedaan van milieu ecologisch bouwen en daar hebben we ook een dag workshop gehad en zelf zo'n stuk muur gebouwd. Want we gaan bij ons in ons nieuwe kantoor ook 1 wand met ter plaatste gespoten kalkhennep maken omdat we deze ook in het zicht willen houden, maar dat deze ook wat thermische inertie geeft en wat akoestische demping.

Sam: Vind u zelf dat er vooraf een specifieke kennis nodig is voor het werken met het materiaal kalkhennep?

Els: Ja ik denk het wel, want je moet sowieso op een andere manier bouwen. Je mag net niet dampdicht bouwen want anders sluit je het vocht dat er nog in de constructie zit in. Zeker met kalkhennep in situ die nog moet uitharden en uitdrogen. Bij de prefab panelen weet ik nog niet in hoeverre deze uitgedroogd zijn wanneer deze toekomen maar dat zal zeker nog niet volledig zo zijn.

Sam: Dan dezelfde vraag van de fysieke en esthetische kennis van voor en na de projecten maar dan voor de prefab kalkhennep panelen in hun geheel?

Els: Op zich omdat het prefab panelen zijn, zit je met een bepaalde beperking. Je wilt met het systeem ook zo economisch mogelijk werken en zit je vooral te werken met een buitenpleister. Maar uiteindelijk kan je het altijd combineren met een houtenlattenwerk of een gevelsteen die je ervoor zet. Maar ik vind het zelf raar om een houtskelet te zetten om er dan een stenen muur voor te zetten. Dat is dan niet in 1 systeem doordenken.

Aan de binnenkant weet ik het eigenlijk niet zo goed. Nu zijn het van die triplex panelen met die gaatjes die ze nog doen. Dus daar kan je dan een voorzetwand zetten ofwel kan je er rechtstreeks op pleisteren, maar dan moet dit wel een dampopen pleister zijn zoals een leempleister of een kalkpleister. Dus op dat vlak ben je wel gelimiteerd aan de binnenkant door de dampopen afwerking. Er bestaan nu wel veel producten van op de markt, maar er zijn niet zoveel aannemers die dat doen.

Sam: Is er om met de prefab panelen te werken een specifieke kennis nodig om deze toe te passen binnen een ontwerp? En is deze dan vooral afhankelijk van de producent en hoe zij deze panelen produceren?

Els: Er is een zekere samenwerking, want we doen ook zelf onze EPB verslaggeving dus je moet wel bepaalde diktes en samenstellingen in overleg met de producent bepalen. Hoe dik nemen we de houtwolplaten? We bepalen onze stabiliteit ook zelf dus hoe dik de structuur minstens moet zijn en weten welke dikte kalkhennep dat je hebt en dan moet je nog kijken wat je minstens nodig hebt voor het EPB. Maar soms ligt dan het economische gemiddelde zo dat het goedkoper zal zijn met een dikkere skeletwand. Dus is dat altijd een beetje in overleg, maar echt de prefab panelen uittekenen doet de aannemer. Meestal omdat deze meer kennis heeft over welke balklengtes om het zo economisch mogelijk te houden en dat hij ook weet met welk transport en met welke montage hij kan werken. Dus dat doen we zelf eigenlijk nooit. We leveren wel zelf de wandaanzichten, maar waar dan de onderverdelingen hard op hard zitten ,dat doet de aannemer.

Sam: Dus als ik het goed begrijp, komen jullie met een ontwerp. Dit wordt door de producent ingedeeld in prefab panelen?

Els: Ja meestal doen wij een voorontwerp en geven we in verband met het EPB diktes door die ongeveer nodig zijn. Dan wordt er soms nog wat in geschoven maar met die 2 dingen samen maakt de producent een eerste tekening.

Sam: Levert het gebruik van prefab panelen binnen het ontwerpproces veel beperkingen op? Zowel op vlak van draagkracht, esthetiek,....

Els: Als je helemaal in het systeem wil denken, dan levert dat sowieso wel limieten op. Omdat je met hout sowieso niet de zotste overspanningen of overkragingen kan doen. Maar heel vaak komt het voor dat we het combineren met een staalkolom of een stalenligger om toch de hedendaagse architectuur met grote raampartijen en grote overspanningen te kunnen maken.

In Waasmunster gaat het ook zo zijn dat er een combinatie komt, zeker bij de tussen-draagvloeren gemaakt uit een CLT-vloer (cross laminated timber) en dan kan je er wel een overspanning van vlot 5 tot 6 m mee halen.

Sam: Je werkt met kalkhennep, wat zeker bepaalde esthetische eigenschappen bevat. Toch door het werken met de prefab panelen en de afwerking ervan is dit dus niet zichtbaar. Vloeit dit voort uit de keuze van de bouwheer om te werken met de prefab panelen? Of kiest deze bewust voor de andere afwerkingen?

Els: Voor sommige klanten kan je dit zien als een beperking, voor anderen net niet. Het is dan ook een zeer specifieke esthetiek die ook, en zeker in een binnenruimte, niet ideaal te onderhouden is. In bijvoorbeeld een living kan er altijd nog stof in kruipen.

Sam: Hoe verloopt de integratie van de technische systemen zoals de verwarming en de ventilatie binnen projecten met kalkhenneppanelen? Heeft het werken met de panelen extra invloed op de keuzes van deze systemen?

Els: Wij voorzien vaak op verschillende wanden niets van voorzieningen en sowieso proberen we eigenlijk, zelfs in het werken met een traditionele massiefbouw, zo weinig mogelijk elektriciteitsleidingen te voorzien op de buitenmuren. Dus meestal resulteert dit erin dat je een aantal wanden, omdat de wandopbouwen met kalkhennep ook al niet zo compact zijn, die 5 cm extra dikte voor uw leidingen kan vermijden en dan op andere wanden is het met of een voorzetwand of met een houtwolplaat waarin je een uitfrezing kan doen om de leidingen in te verwerken. Verder kan je ook proberen om zoveel mogelijk via de vloer of het plafond te laten verlopen.

Sam: En dan van de systemen zelf, wordt er door de keuze van de kalkhenneppanelen sneller gegrepen naar andere systemen of zijn deze nog wel te vergelijken met andere, meer traditionele bouwsystemen?

Els: Als je dampopen bouwt, kan je jezelf de vraag stellen of ventilatie systeem D veel zin heeft. Omdat je net niet het luchtdichte nastreeft. Het zal nog altijd wel een verschil maken maar je zit vaker met mensen die in die filosofie geloven van bouwen en minder snel meegaan in de filosofie van een systeem D. Dus dat zijn wel dingen die wij vaak samen bekijken en dan wordt het snel een systeem C.

Voor de verwarming zit je met nog meer thermische massa. In Het werkatelier zit je met een lucht-lucht warmtepomp, deze is niet zo traditioneel. Deze is eigenlijk vooral omdat we daar sowieso met grote luchtdebieten zaten door de grote groep kinderen met een zeer specifiek naar gebruik. Als je dit met vloerverwarming zou doen, zou de temperatuur te moeilijk te regelen zijn.

Maar om nu te zeggen dat door de grotere thermische massa, vloerverwarming niet meer zo interessant is, is wat veel gezegd. Je zit wel met een traagheidsfactor maar ik zou vloerverwarming toch altijd overwegen.

Sam: Om verder in te gaan op de leidingen in of voor de wanden, in sommige projecten worden de leidingen in de kalkhenneppanelen zelf verwerkt, komt dit bij jullie ook voor? Of gebruiken jullie hier enkel voorzetwanden voor?

Els: Nee hier gebruiken we altijd voorzetwanden.

Sam: Uit wat bestaat de opbouw van de binnenwanden van zowel het project in Drongen als in Waasmunster?

Els: In Drogen zijn er quasi geen binnenwanden, enkel 2 wanden met schuifdeuren in. Dit zijn dus gewoon holle wanden. Bij het project in Waasmunster zijn het dan allemaal holle scheidingswandjes in hout opgebouwd en dan geïsoleerd met houtwol dekens ertussen.

De kalkhennep is dan ook niet toegepast in de binnenwanden doordat kalkhennep op zichzelf al wat gewicht heeft en er niet zoveel scheidingsmuren in het project zijn die boven elkaar staan.

Sam: Brengt het gebruik van de kalkhennepanelen andere moeilijkheden met zich mee binnen het ontwerp, zoals bijvoorbeeld oriëntatie of ligging op het perceel?

Els: Binnen een project in prefab zou de kalkhennep volgens de theorieën het vocht moeten absorberen en geeft het door uitademing een dempend effect, maar deze dingen kan je niet controleren.

Sam: U heeft al meerdere projecten uitgevoerd of bent er momenteel ook mee bezig. Heeft u specifieke verschillen of veranderingen ondervonden? Vanuit innovaties van de producent of door zelf een betere kennis van de panelen te hebben?

Els: De producent zelf is gegroeid sinds de laatste samenwerking. De maatvoering en de afmetingen zijn wel helemaal anders sinds het vorige project. Maar dit is waarschijnlijk doordat dit project meer in de hoogte is. Ik weet niet specifiek of dit een verschil uitmaakt.

Misschien omdat je iets meer een indruk hebt van hoe dik de wanden zijn, dat je bij een ontwerp sneller rekening probeert te houden met de leidingen en een leidingspouw op sommige wanden probeert te vermijden.

Sam: Binnen de plannen wordt er vaak gebruik gemaakt van een combinatie van verschillende types isolatie materialen zoals EPS, houtwol, enz. Waarom maakt men gebruik van deze combinaties?

Els: Ik denk dat dit vooral te maken heeft met de EPB-waarde van kalkhennep die nog relatief slecht is. Als je dit voor kalkhennep bekijkt is dit de dag van vandaag 0,07 of 0,06 en als je dit vergelijkt met een houtwol zit je eerder aan 0,035 of 0,04. Dit wil toch zeggen dat je in de dikte iets anders moet doen.

Sam: Binnen het project in Drogen heeft u gewerkt met koepels als ramen. Hoe verloopt de integratie hiervan in de prefab panelen?

Els: Dit is te vergelijken met een gewone houtskeletbouw. Ze maken een leeg compartiment binnen de houtskelet waarna de restuurimte normaal opgevuld wordt met cellulose. Binnen dit project is het achteraf met minerale wol ingevuld.

Hetzelfde principe wordt ook toegepast bij het aansluiten van de panelen bijvoorbeeld bij het dak. Hier wordt de restuurimte ook opgevuld met cellulose of houtwol.

Sam: Dan de samenwerking, hoe verloopt deze tussen jullie en de aannemer/producent en de bouwheer? En is deze te vergelijken met andere bouwmethodes of geeft de werking met de prefab panelen net een specifieke samenwerking?

Els: Er is al iets meer samenwerking naar de producent toe aangezien je in het voorontwerp de wandopbouw toch al eens moet kunnen aftoetsen voor de diktes. En het is dan ook een specifiek bouwstelsel dus dan moet de bouwheer er zelf ook voor open staan. Dus bij ons is het tot nu toe wel zo geweest dat de bouwheer er zelf mee afkomt of er graag zou mee werken.

Moesten we het zelf voorstellen aan een klant waarbij we voelen dat die openstaat voor dergelijke materialen, dan wil je er voor je zoiets beslist, ook meer voeling mee hebben. Hierdoor denk ik dat het een verschil is dat uw aannemer al in het voortraject iets meer betrokken is.

Dit terwijl een houtskeletbouw al meer geïntegreerd is in de bouwmarkt waardoor je er pas na de bouwaanvraag ermee in contact komt.

Sam: Hoe is het werken of ontwerpen met de prefab panelen te vergelijken tot andere bouwmethodes die jullie vaker gebruiken?

Els: Qua bouwsysteem komt houtskelet veel overeen met de prefab panelen. De isolatiewaarde is toch wel een pak anders want de houtskeletwanden die je met cellulose isoleert hebben toch wel een opmerkelijk betere U-waarde. En die worden ook vaak in grotere diktes toegepast omdat er dan niet de bijkomende houtwol isolatie nodig is. Je ziet dan vaker dat dit in 24 of 30 cm dikt is toegepast.

Omdat het dan in die diktes wordt toegepast, wordt de wand bij ons gecombineerd met een FJI-ligger in plaats van met een volle houten balk. Terwijl je in principe de FJI-liggers ook perfect zou kunnen toepassen bij de kalkhennep panelen maar deze werken enkel vanaf diktes van minstens 20 cm. Dus dan zit je een beetje met het probleem dat bij de lambda-waarde die de kalkhennep vandaag heeft, je de extra houtwol zal nodig hebben.

Wat nog een groot verschil is binnen de vergelijking met een traditionele houtskeletbouw is het gewicht. De kalkhennep is toch wel opmerkelijk zwaarder.

Sam: Naast houtskeletbouw, zijn er nog andere bouwmethodes waarbinnen je bepaalde vergelijkingen ziet?

Els: Misschien binnen de strobalebouw. Maar als een klant er niet zelf naar zou vragen, zou ik dat niet snel voorstellen. Omdat je bij de detaillering heel goed moet oppassen voor ongedierte. Dit is dan bij kalkhennep door de grote concentratie kalk al geen risico.

Sam: Als laatste vraag, zijn er nog andere aspecten van kalkhennep of de prefab panelen die nog niet aan bod gekomen zijn, waar u toch belang aan hecht?

Els: De prijs is toch wel een belangrijk aspect. In vergelijking met andere bouwmethodes, zeker naar de klant toe in het kader van het totaal project is dit niet verwaarloosbaar.

Als je het ook vergelijkt met houtskelet, de impact van het gewicht van de kalkhennep op de fundering is toch ook niet te verwaarlozen. Dit zorgt er ook wel voor dat dit binnen renovatie projecten minder snel toepasbaar is. Of toch dat we er minder snel aan denken om het toe te passen.

BIJLAGE 3 INTERVIEW 2: PUUR-BOUWEN

De onderstaande tekst is een uitgeschreven versie van het interview met Pieter-Jan Jacobs van PUUR-bouwen, de producent/aannemer van de casestudies.

Sam: Het doel van mijn scriptie in het kort is om alle fasen van de prefab kalkhenneppanelen te analyseren. Hierin omvat de analyse zowel de invloeden die de kalkhenneppanelen uitoefenen op de productie, het ontwerpproces, de uitvoering en de gebruiksfase, als ook de invloeden die deze fasen en hun actoren uitoefenen op de panelen zelf.

Sam: Waaruit is de keuze ontstaan om te werken met de prefab kalkhenneppanelen?

Pieter-Jan: We zijn overgeschakeld in 2015 naar prefab om twee redenen. De eerste was om een betere kwaliteit te krijgen en minder weersafhankelijk te zijn, een beetje een combinatie van die twee. De tweede reden was vooral snelheid omdat we, als we een muur volledig ter plaatse maken en opvullen met kalkhennep, wat in realiteit dan gebeurt als je werkt met ter plaatse geplaatste muren. Hier zit je dan met muren van 30 cm met zeer lange uitdrogingstijden. Als we in plaats hiervan werken met prefab, kunnen we de muur op een week tijd drogen en zijn deze klaar voor afwerking. Dan betekent dit dus dat de doorlooptijd van de bouw veel korter wordt.

Het grootste probleem was namelijk dat de klanten veel te lang moesten wachten voordat we konden beginnen. Maar het feit dat we nu hier apart kunnen produceren in het atelier, maakt dat we veel meer werven aankunnen tegelijkertijd. Zo kunnen we dus in plaats van 2 huizen per jaar, 10 huizen per jaar plaatsen.

Sam: Als je dan verder kijkt naar de keuze van het materiaal kalkhennep zelf, hoe is de keuze ontstaan om hiermee te werken?

Pieter-Jan: We zijn oorspronkelijk gestart met de strobalebouw. Deze vorm van bouwen is heel goed voor nieuwbouw, maar we zaten met een probleem voor de renovaties omdat strobalebouw hiervoor eigenlijk niet geschikt is. Dus dan zijn we beginnen zoeken en luisteren bij de collega's in het buitenland, waar ze al veel langer werken met kalkhennep. Dit vooral in Frankrijk, Zwitserland en Engeland. Ook omdat we kalkhennep vaker tegenkomen in Europese vergaderingen of samenkomsten. Zo zijn we er eigenlijk bijgekomen en leek het ons wel een materiaal dat geschikt is en voldoet aan alle eisen die wij stellen aan een ideaal materiaal. Dit is dus een lage milieu-impact of geen milieu-impact, materiaal dat niets perse nodig heeft, dat zorgt voor een dampopen vochtregulatie binnen de woning.

Sam: Dus u heeft voor het prefab-gegeven al veel gewerkt met het materiaal kalkhennep en er dus al veel kennis van opgedaan. Heeft deze omschakeling ook gezorgd voor een bepaalde omschakeling binnen deze kennis?

Pieter-Jan: Nee, op zich is het zowat hetzelfde gebleven. Je hebt natuurlijk enige kennis nodig om kalkhennep ter plaatse te gaan storten. Dit is niet hetzelfde als kalkhennep in een prefab te storten. We hebben dat zelf ook wat moeten uitproberen door testen te doen. Het gaat dan vooral over het additief dat je erbij moet doen. Deze zal moeten wijzigen door bijvoorbeeld de samenstelling aan te passen. Want als je op de werf ter plaatse stort is het belangrijk dat er een zekere zetting is van uw materiaal zodanig dat de bekisting omhoog kan zodat je verder kan. Deze zetting hebben we niet nodig bij de prefab omdat we werken met een verloren bekisting in het atelier. Daarom leggen we de focus meer op het drogen, wat een andere samenstelling van additief met zich meebrengt.

Maar verder blijft het materiaal hetzelfde. Je kijkt meer naar welke soorten afwerkingsplaten je op de panelen kan plaatsen zodanig dat je het paneel nog kan verbeteren. Daar ligt de focus nu vooral op, hoe kunnen we de panelen blijven verbeteren?

Sam: Als we dan de panelen bekijken binnen een ontwerp. Welke kennis denkt u dat de architect nodig heeft om aan de slag te kunnen gaan met de prefab panelen binnen de ontwerpfase?

Pieter-Jan: Weinig tot geen. De helft van de ontwerpen die we binnenkrijgen zijn meestal getekend op een baksteensysteem. De architect moet een ontwerp maken, en ik denk dat veel architecten dat tegenwoordig gewoon doen. Ze maken een ontwerp en ze hebben dan nog geen uitgesproken mening over hoe dit dan gerealiseerd moet worden.

Sam: Maar als je dan het fysisch aspect van de kalkhennep bekijkt, omdat dit toch uitgesproken eigenschappen bevat. Is dit dan ook iets wat zomaar binnen elk ontwerp ingebracht kan worden zonder eropvoorhand rekening mee te houden?

Pieter-Jan: Wij gaan eigenlijk gewoon onze dimensies nemen van een woning en dan gaan we dat indelen in onze panelen. Uiteindelijk moet je erop rekenen dat de totale dikte van onze panelen soms enkele centimeters dikker of dunner zijn doordat de architect het al uitgetekend heeft. Maar verder moeten de architecten daar helemaal geen rekening mee houden en degene die dat weten doen dat dan ook niet.

Sam: Hoe wordt de samenstelling van het kalkhennepmengsel bepaald? Is dit een vaste verhouding of is dit in functie van het project of de te vervullen rol van de panelen?

Pieter-Jan: Deze verhoudingen zijn afhankelijk van de toepassing. Er is een bepaalde mengeling om een prefab muur te maken, een bepaalde mengeling om daken te vullen en er is een bepaalde mengeling om ter plaatse te storten, wat nog altijd wel gebeurt, vooral bij renovaties dan. Dus het hangt gewoon af van welke toepassing het is en waarop de focus gevestigd ligt. Moet het sneller gezet worden? Moet het sneller drogen? Moeten ze zo lang mogelijk bruikbaar blijven? Daar hangt het een beetje vanaf.

Sam: Hoe verloopt de keuze en integratie van de technische systemen? Spelen jullie een rol bij de keuze hiervan? En heeft het werken met de prefab panelen hier invloed op?

Pieter-Jan: Op zich is alles wel mogelijk, alleen is het wel handig dat het zoveel mogelijk op voorhand gebeurt zodanig dat we dit kunnen inwerken. Al onze huizen worden uitgetekend in 3D, dus dan is het ook wel makkelijk om te zien, als je bijvoorbeeld ventilatie buizen wil plaatsen hoe ze door de roostering moeten lopen? Of ze ergens door moeten? Moeten ze in een buitenmuur lopen? Het kan bijvoorbeeld ook dat een bepaalde zone van een buitenmuur leeg gelaten wordt, dat deze dan eigenlijk als leidingenkoker gebruikt kan worden en achteraf dan opgevuld wordt.

Dus hoe eerder we dat weten, hoe makkelijker het voor iedereen zal zijn.

Sam: Het is dan bijvoorbeeld niet zo dat je zegt dat je bepaalde systemen liever niet toepast omdat het niet past binnen het concept van het bouwen met prefab kalkhenneppanelen?

Pieter-Jan: Neem bijvoorbeeld de keuze van het ventilatiesysteem. Op zich vind ik ventilatiesysteem D het beste systeem dat er op de markt is. En in 9 van de 10 gevallen wordt er dan ook gekozen voor dit systeem. Alleen kan je de vraag stellen of een ventilatiesysteem echt nodig is. Het is dan meer die discussie die gevoerd wordt. Mijn gevoel zegt dat dit niet perse nodig is, maar op dit moment zijn we verplicht om het toe te passen.

De CO₂ metingen die we in het verleden al gedaan hebben in een huis, zijn allemaal goed. Dus zelfs in huizen waarin geen ventilatiesystemen staan, als daar 30 personen de hele dag binnen zitten, krijg je nog altijd geen verzadiging van de lucht.

Sam: Is er verder ook extra kennis of voorbereiding nodig voor het plaatsen van leidingen die in de prefab wanden geplaatst moeten worden?

Pieter-Jan: Welnee. Wat wij zoveel mogelijk proberen te doen, is alles op voorhand te voorzien in onze wand. Dus we gaan zoveel mogelijk potjes, trekkabels, enz. op voorhand in onze wand steken. Dat heeft voornamelijk te maken met het feit dat onze wand al afgewerkt is met een afwerkingspaneel, klaar om te bepleisteren en als je die moet openzagen is dat gewoon zonde. Die platen hebben verder ook nog een structurele functie, een uitstijvende functie op het paneel. Eens als deze staan is het geen drama dat er een stuk open gezaagd wordt, want dat kan altijd. Maar dit is gewoon zonde van de tijd. Een kabel klaar leggen in een leeg paneel voordat deze gevuld wordt, is misschien 5 minuten werk. Als het paneel ter plaatse staat, zijn we daar wel meer dan een half uur mee bezig. Op die manier is het dus gewoon niet efficiënt.

Sam: Indien deze leidingen in het prefab paneel zitten en deze hersteld moeten worden, hoe kan dit dan in zijn werk gaan?

Pieter-Jan: Dat is vergelijkbaar met andere bouwsystemen. Het zal hier dan vooral over elektrische leidingen gaan en in principe leggen we deze leidingen zelf niet. We steken enkel de potjes en trekkabels voor stopcontacten, ook al zitten er 4 of 5 stopcontacten langs elkaar. We gaan 1 potje klokken en we trekken 2 trekkabels, het ene voor heen en de andere voor terug, zodanig dat ze kunnen verlopen. Dit proberen we zoveel mogelijk te voorzien of door te lussen naar de verlichtingspunten.

Sam: Binnen het ontwerpproces, doen er zich dan bijvoorbeeld moeilijkheden voor of zijn er bepaalde eisen ten opzichte van de oriëntatie van het project of de ligging ervan op het perceel ten gevolge van het gebruik van de panelen?

Pieter-Jan: Nee, niet echt. Wat wel een rol speelt, zijn sommige afwerkingen dat we moeten weten. Of ramen verzonken moeten zijn of niet. Dit is dan eerder naar de detaillering toe. Soms moeten we bepaalde oplossingen zoeken. Eens als de stabiliteit bekend is, want een houtskeletbouw is altijd iets complexer als een gewone traditionele bouw. Maar op zich zijn we nog nooit iets tegengekomen dat niet kon uitgevoerd worden zoals de architect het voorzien had.

Sam: Zijn er nog andere beperkingen die het gebruik van de prefab panelen met zich meebrengt binnen bijvoorbeeld het ontwerpproces?

Pieter-Jan: Nee, niet echt. Zowat elke mogelijke afwerking, zowel binnen als buiten zijn mogelijk. De panelen zijn dan ook daarvoor ontworpen.

Sam: Hoe verloopt het transport van de prefab panelen?

Pieter-Jan: Dit is natuurlijk per vrachtwagen. De panelen worden hier na de montage op een logische volgorde in groepen van 6 panelen hoog gelegd. Deze worden dan hier met de rolbrug op de vrachtwagen geladen. Ter plaatse worden deze er dan per groep afgenomen, en dan 1 per 1 opgenomen om te monteren.

De panelen blijven wel plat liggen tijdens het transport. We zijn wel bezig om ze rechtopstaand te kunnen transporteren, maar daar zijn we nog niet helemaal uit. Bij het platliggen zijn ze namelijk beperkt in de breedte. Er is 1 breedte die maximaal 2,4 tot 2,5 m mag zijn. Dus als je ze nu rechtopstaand kan vervoeren, kan je panelen maken van bijvoorbeeld 13 m lang op 3 m hoog. Maar zo ver staan we dus nog niet.

Sam: Dan de bevestiging van de panelen op bijvoorbeeld de vloeren of een vloer op een paneel, Hoe verlopen deze?

Pieter-Jan: Dit hangt er een beetje vanaf. In principe hebben we altijd een houten basis waarop we starten. Als het op een gewone fundering is, een sleuffundering of een funderingsplaat, hebben we een houten grondregel die gefixeerd wordt aan het beton. Hierop kunnen wij dan onze panelen vastschroeven. Als we werken met schroefpalen, hebben we sowieso een houten ringbalk om de panelen erop vast te schroeven.

Bij de tussenverdiepen hangt het er ook een beetje van af. Je kan ze tussen de muren ophangen of op de muren leggen. Dit zal vooral afhangen van het ontwerp en de stabiliteit.

Sam: U heeft natuurlijk al meerdere malen gebruik gemaakt van de prefab kalkhenneppanelen. Ondervindt u tussen deze projecten specifieke veranderingen of een bepaalde evolutie binnen de productie of de toepassing van de panelen? Dit ten gevolge van een betere kennis of nieuwe innovaties binnen het systeem?

Pieter-Jan: We proberen gewoon constant onze panelen te verbeteren. Op dit moment werken we bijvoorbeeld nog met Fermacell platen. Dit is ook ons laatste project dat we hiermee gaan uitvoeren. Hierna worden het allemaal hennepplaten. Dus we proberen gewoon als we een materiaal tegenkomen of als producenten vragen om hun materialen uit te testen, ervoor open te staan en als het een verbetering is, zullen we dat toepassen. Als het geen verbetering is passen we het niet toe. Maar het gaat dan gewoon over het feit dat je probeert om de panelen zo logisch mogelijk op te bouwen. Als er dan iets anders bestaat zoals een andere afwerkingsplaat die daarvoor evidentier is, dan gebruiken we die.

Sam: Als ik het project in Drongen bekijk, maakt u gebruik van panelen die de afmetingen hebben van volledige wanden. Tegenover dan bij het project in Waasmunster gewerkt wordt met kleinere panelen die samen een gehele wand vormen. Waarom deze verschillende aanpak? Heeft dit te maken met de schaal van het project of eerder met een nieuwe aanpak van toepassing van de panelen?

Pieter-Jan: Dit komt doordat het project in Drongen uiteindelijk niet uitgevoerd is in prefab. Moest dit wel zo uitgevoerd geweest zijn, dan zouden dit ook kleinere panelen geweest zijn.

Sam: Binnen de projecten valt het op dat er vaak veel verschillende types van isolatie in combinatie met de kalkhennep toegepast worden. Zo zie ik onder andere XPS, EPS, Houtwol in zowel harde als zachte vorm en PUR terug komen. Wat is de reden voor deze combinatie?

Pieter-Jan: Wel, de soorten isolatie, dat hangt er een beetje van af, je kan zelf wel evolueren. Sowieso zijn de synthetische producten eigenlijk voor onder de grond of voor plaatsen waar gemakkelijk water aan kan. Deze zijn nu eenmaal daarvoor ontworpen. Al de rest proberen we zoveel mogelijk in lijn door te trekken. We doen wel experimenten op vraag van leveranciers in verband met de isolaties.

Sam: Binnen verschillende projecten zijn de prefab panelen niet volledig opgevuld met kalkhennep. Waarom gebeurt de rest van de opvulling met houtwol?

Pieter-Jan: Dit heeft twee redenen. De eerste reden is dat de drogingstijd van kalkhennep logaritmisch verloopt ten opzichte van de dikte. Het is dus niet omdat we van 14 naar 30 cm dikke kalkhennep gaan dat we van één week naar twee weken droogtijd gaan. Voor 30 cm zal er vier weken droogtijd nodig zijn. Dus het moet een beetje haalbaar zijn om het binnen een deftige termijn te drogen want de droging is natuurlijk “de bottelnek” van uw productie.

Verder is de keuze van 14 cm voornamelijk gekomen uit het buitenland waar ze er dan ook al veel langer mee geëxperimenteerd hebben. Daar hebben ze op een gegeven moment allemaal los van elkaar beslist dat die 14 cm het meest optimaal is. Je ziet ook dat je bij die 14 cm, het meeste van de inertie en alles van de vochtregulatie van kalkhennep hebt waardoor je hiermee verder kan werken. Ook bij het EPB zal je hierdoor een betere U-waarde voor de muur bekomen doordat de houtwol nu eenmaal theoretisch isoleert als de kalkhennep.

Sam: Waarom de keuze voor de gipsvezelplaten als bekisting en afwerkingsplaten voor de prefab panelen?

Pieter-Jan: In het begin hebben we gewerkt met geperste hardboardplaten die dunner waren. Maar deze konden niet goed om met het vocht uit de wanden en begonnen dan helemaal krom te trekken. Deze hadden ook geen stabiliserende functie. De Fermacell plaat heeft nu voor ons een uitstijvende functie voor het paneel en ze kunnen om met het vocht. Ze gaan niet beginnen zwellen of schimmelen.

Waar het nu dan naartoe gaat zijn die hennepplaten. Deze hebben zelfs de perforaties niet meer nodig. De Fermacell platen worden nu nog geperforeerd omdat de kalkhennep CO₂ moet kunnen opnemen. De hennepplaten zijn zodanig dampopen dat op het moment dat je ertegen blaast, je het aan de andere kant bijna voelt bij wijze van spreken. Dit is dan weer een verbetering naar waar we kunnen overstappen.

Sam: Bij de analyse van het project in Heusden wordt de kant waarop de Fermacell plaat bevestigd wordt altijd aan de binnenzijde van de buitenmuur geplaatst. Wat is hiervoor de reden?

Pieter-Jan: Dit is gewoon een logische manier om dit met uw paneel te gaan doen. Zo heb je namelijk het oppervlak om de binnenafwerking op aan te brengen.

Sam: Wat zijn de esthetische mogelijkheden van de panelen? Kan men bijvoorbeeld de kalkhennep zichtbaar houden aan 1 of 2 kanten van de panelen?

Pieter-Jan: Nee, dat gaat niet. Dit zal veel duurder uitkomen, aangezien we de panelen hiervoor niet genoeg kunnen aanduwen om zijn sterkte te geven. Indien je dit wilt kan je beter overschakelen naar het ter plaatse storten van kalkhennep.

Sam: Is het mogelijk om te werken met complexere vormen binnen de panelen? Ik denk hierbij bijvoorbeeld aan ronde vormen.

Pieter-Jan: Ja, dat is mogelijk. We hebben het nog niet moeten doen maar het is wel perfect mogelijk. Het is gewoon het ontwerp dat gevolgd wordt.

Sam: Indien er zo'n paneel geproduceerd moet worden in een ronde vorm. Hoe zou het gieten en de droging van de kalkhennep dan verlopen?

Pieter-Jan: Het gieten zal gaan, het drogen zal iets trager verlopen omdat we dit niet geforceerd kunnen drogen. Tenzij we op onze droger een speciale bak zouden bevestigen die dit wel mogelijk zou maken. Maar op zich zijn we in al deze jaren binnen het prefab verhaal nog geen ronde huizen tegengekomen. We hebben wel al ronde huizen gedaan maar dit zijn dan projecten geweest waarbij de mensen zelf heel veel wilden doen.

Sam: Binnen het project in Drongen is er gewerkt met koepels als ramen. Hoe is de integratie hiervan gebeurd in de panelen?

Pieter-Jan: Er zijn rechthoekige uitsparingen gemaakt die dan achteraf in multiplex afgewerkt zijn aan de binnenkant. Hierna is het stuk nog geïsoleerd met houtwol. Uiteindelijk zijn denk ik de koepels zelf nooit gerealiseerd op 1 koepel na.

Sam: Hoe verloopt in het algemeen de samenwerking tussen aannemer/producent en de bouwheer en architect? Geeft het werken met de panelen een andere wisselwerking tussen de verschillende actoren?

Pieter-Jan: Vaak hangt dit een beetje af van architect tot architect. De helft van de architecten nemen ons mee in de voorontwerpfase. Dit is dan vooral naar budgettering van het project zodat ze dit wat beter kunnen inschatten. We kunnen zo namelijk onze raming up-to-date houden als de klant bijvoorbeeld iets wijzigt. En omdat het ene project wel een andere budgettaire impact heeft dan een ander. Soms hebben ze meer impact op ruwbouw, soms meer op afwerking.

Maar veel klanten van ons komen ook langs met een afgewerkt plan van een architect waarvan de bouwaanvraag is ingediend. Die architecten komen dan nog wel 1 of 2 keer op de werf langs, maar ook niet meer dan dat.

Sam: Zijn bepaalde aspecten van de panelen te vergelijken met deze van andere bouwmethodes? Zoals bepaalde gelijkenissen met een klassieke houtskeletbouw?

Pieter-Jan: De fundamentele visie over hoe je moet bouwen zit wel anders als gelijk welk andere bouwmethode dat er is. Je hebt nog bouwmethodes die met ecologische bouwmaterialen werken, ook in prefab zoals cellulose, houtwolmatten en dergelijke. Alleen zit je daarbij met veel te veel folies. Deze heb je bij kalkhennep niet nodig. Wij rekenen op de kracht van onze materialen en de manier waarop zij met mogelijke problemen omgaan.

Waar wij er vanuit gaan dat een materiaal altijd de problemen die er kunnen ontstaan, begeleiden en de problemen dan zo te gaan op lossen in plaats van dat we dingen moeten gaan forceren in een bouw en dat de folies dat moeten tegenhouden en dat je een ventilatie systeem nodig hebt om iets anders af te voeren. Dat proberen we te vermijden. Dus de materialen moeten zelf zoveel mogelijk kunnen.

Sam: Hoe zijn de prefab kalkhenneppanelen te vergelijken op basis van prijs met andere vergelijkbare bouwmethodes?

Pieter-Jan: In de klassieke houtskeletbouw zit dit in principe redelijk gelijklopend. Met andere methodes hangt dit een beetje af van hoe de panelen afgewerkt worden. Het is ook geen heel grote hap uit uw budget als je enkel naar de panelen kijkt.

Sam: En als je de prijs zou vergelijken tussen de prefab kalkhenneppanelen en de ter plaatse gestorte kalkhennep?

Pieter-Jan: In principe zijn de panelen goedkoper dan ter plaatse gestorte kalkhennep. Vooral zijn we ook veel sneller. Deze vergelijking is dan met het ter plaatse laten storten en het niet zelf te doen. Indien het zelf gedaan wordt kan je er niet tegen op. Maar veel mensen onderschatten het ter plaatse storten van kalkhennep als je het laat doen. Als je een muur van 30 cm moet laten instorten, zit je al snel aan 140 tot 150 € per m². Een prefab paneel kost 200 tot 220 € per m² en er zit al een afwerkingsplaat op.

Er zit dan nog wel een visie achter. Sommige mensen zijn voorstander van de meer monolithische opbouw dan alleen kalkhennep en ik kan daar best wel inkomen. Maar het moet ook een beetje een economische realiteit zijn.

Sam: Wordt er binnen het proces van de prefab panelen ook rekening gehouden met hergebruik of recyclage?

Pieter-Jan: Dit proberen we zeker in de panelen te verwerken. Zo werken we liefst met schroefpalen zodat we niet moeten werken met beton en de panelen perfect demonteerbaar en hermonteerbaar zijn. Zo hebben we een zekere circulaire gedachte in het achterhoofd.

Ook als de panelen niet hergebruikt worden, proberen we zoveel mogelijk materialen ervan recyclebaar te maken. De panelen kan men dan ook uit elkaar halen. De Fermacell platen kunnen terug naar de fabrikant voor recyclage. Het hout kan opnieuw gezaagd en hergebruikt worden. En de kalkhennep kan eveneens gerecycleerd worden.

Sam: Zijn er nog andere aspecten van de panelen waar u veel belang aan hecht die nog niet echt aan bod gekomen zijn?

Pieter-Jan: Misschien nog een belangrijk punt dat veel mensen onderschatten. Iets wat wel typisch is voor de houtskeletbouw, is dat je heel precies kan gaan werken. De panelen hier als kwaliteitscontrole, als een paneel hier 2 mm te lang is, wordt deze afgekeurd. Dat is het voordeel wat zich ook bij houtskeletbouw voordoet, je kan het op de millimeter juist gaan afzagen. Bij beton bijvoorbeeld is er dan meer speling.

BIJLAGE 4 INTERVIEW 3: BOUWHEER CASESTUDIE 1

De onderstaande tekst is een uitgeschreven versie van het interview met Melanie Jacobs, de bouwheer van de eerste casestudie.

Sam: Dus het doel van deze scriptie is om meer inzicht te verkrijgen in het gebruik van kalkhenneppanelen binnen de verschillende fasen van een bouwproject. Dit binnen de productie-, ontwerp-, bouw- en gebruiksfase. Hierdoor is het dus belangrijk om deze inzichten van verschillende standpunten te bekijken, zoals vanuit de ogen van de aannemer, producent, architect en de bouwheer.

Sam: Jullie hebben dus gebouwd met de prefab kalkhenneppanelen. Waaruit is deze keuze ontstaan?

Melanie: Deze keuze is gemaakt door familiale omstandigheden. We kennen het dus omdat mijn broer hierin een bedrijf heeft. Vandaar dat wij het kennen en dan was het een beetje een logische keuze dat als we gingen bouwen, we het ook zo gingen doen. Pieter-Jan, mijn broer, heeft zelf ook al gebouwd met strobalen, maar dit wilden we niet omdat we dat niet mooi vinden. Hij heeft ons wel moeten overtuigen, maar ik wilde een strak huis en bij strobalen zit er toch wel een aparte sfeer aan. Met het systeem van de prefab panelen was het dan wel mogelijk.

Sam: Dus het strakke beeld van het huis lijkt al een reden om te kiezen voor de prefab panelen. Zijn er nog andere redenen voor de keuze van de prefab kalkhenneppanelen en niet voor bijvoorbeeld de ter plaatse gestort kalkhennep?

Melanie: Ja, dus inderdaad het strakke gegeven dat we wilde hebben, maar verder ook de snelheid. De snelheid was niet echt een vereiste voor ons, het was eerder een extra voordeel. Dus vooral het strakke heeft de doorslag gegeven. Je moest niet persé kunnen zien dat het met zo'n systeem gemaakt is.

Sam: Zijn er dan nog bepaalde andere bouwsystemen die u eerder overwogen heeft?

Melanie: We wisten al meteen dat we niet met stro wilden bouwen. Als we dan toch ecologisch gingen bouwen, was het met dit systeem. Niet persé met prefab, maar wel met kalkhennep. Het prefab gegeven is er dan eigenlijk gekomen doordat Pieter-Jan dat heeft voorgesteld.

Sam: Het ecologische aspect van de panelen is dan ook een reden waardoor u hier voor gekozen heeft?

Melanie: Ja dat was inderdaad ook een reden voor deze keuze.

Sam: Dan hebben jullie de snelheid ook al aangehaald als voordeel van het product. Heeft dit of de prijs ook een rol gespeeld binnen de keuze?

Melanie: We dachten initieel dat het totaal plaatje goedkoper zou zijn omdat we op deze manier zouden bouwen. Uiteindelijk was dit toch niet echt zo. Hoewel de dit niet heel goed kunnen vergelijken omdat we meteen beslist hebben om met dit systeem te bouwen.

Sam: Had u voor het project een voorafgaande kennis van het materiaal kalkhennep of van de prefab kalkhenneppanelen? Dit zowel op esthetisch als fysisch vlak.

Melanie: Eigenlijk hadden we hier weinig tot geen kennis van. We vertrouwden Pieter-Jan hierin. Enkel hebben we de brandveiligheid nagevraagd, want dat was mijn grootste bezorgdheid. We hebben ook een brandtest laten uitvoeren en dat bleek allemaal in orde te zijn.

Wel heeft Pieter-Jan alles laten zien in verband met het materiaal qua isolatie bijvoorbeeld. Dus hij heeft wel alles onderbouwd. Ook heeft hij heel wat testjes uitgevoerd toen het huis klaar was. We zijn verder met hem ook enkele andere projecten gaan bekijken.

Ook hebben we naast de brandveiligheid nog nagevraagd hoe lang het huis kan blijven staan. Toen heeft hij aangetoond dat men in andere landen al veel langer op deze manier bouwt. En dat deze huizen bij wijze van spreken niet vroeger versterven.

Sam: Wat was jullie opgegeven programma?

Melanie: De architect die we hadden, tekende normaal gezien altijd in baksteen. Maar we hebben hem dan gevraagd of hij met dit systeem wilde bouwen en dat wou hij wel proberen. Hij heeft het dan getekend alsof het huis niet op basis van houtconstructie was. Zo is de gebruikte overkapping niet typisch. We wilden wel een carport, maar dit moest niet zozeer onder zo'n overkapping zijn.

Verder hebben we enkele specifieke dingen opgegeven zoals 4 slaapkamers, een open keuken en een speelkamer.

Sam: Heeft de keuze voor de prefab panelen iets aangepast aan dit beoogde programma.

Melanie: Nee, eigenlijk niet. Er zijn wel dingen van het huis waarop ik al eens gevloekt heb, vooral op die overkapping. Hierdoor hebben we ergens een metalen versteviging moeten steken als tegengewicht voor de carport. Een ander alternatief zou dan zijn om een paal te plaatsen onder de carport, maar dit wilden wij niet.

Sam: Heeft de keuze voor de prefab kalkhenneppanelen invloed gehad op de keuzes van de technische systemen? Zoals de ventilatie of verwarming?

Melanie: We hebben wel een paar keer onze keuze van ventilatie veranderd. Nu hebben we systeem D, maar initieel wilden we systeem C. Hier hebben we veel over getwijfeld en uiteindelijk is het toch nog aangepast. Dit staat wel los van of het nu houtskelet of baksteen is. We hebben dus niets veranderd omwille van het feit dat het hier geen klassieke bouw is.

Voor de verwarming is dit hetzelfde verhaal. Wat we dan wel gedaan hebben, is dat we geen verwarming in de slaapkamers hebben geïnstalleerd. Dit hebben we gedaan omdat Pieter-Jan had gezegd dat hier toch redelijk constante temperaturen zouden zijn. Hij heeft dat ook opgemeten enkele maanden geleden. Dus hebben we geen verwarming in de slaapkamers, maar enkel vloerverwarming in de living en in de badkamer.

Sam: Het was dus eerst wel de bedoeling om de slaapkamers te verwarmen?

Melanie: Ja, de leidingen liggen er wel overal. We hebben nu 1 kamer, de meest nodige, die boven de carport gelegen is, waar wel een kleine verwarming is. Hier is er namelijk meer koude die langs onder binnenkomt. Maar zoals bij ons, is dat totaal niet nodig, zowel in de winter als in de zomer.

Sam: Heeft de keuze voor de prefab kalkhenneppanelen invloed gehad op de oriëntatie van het project of de ligging ervan op het perceel?

Melanie: Nee dit is niet veranderd.

Sam: heeft de keuze voor de prefab kalkhenneppanelen invloed gehad op uw beoogde vormgeving van het project? Of zijn er andere esthetische gevolgen voort gevloeid uit de keuze voor de panelen?

Melanie: Niet echt. Wel, wat niet met de panelen te maken heeft denk ik, is de akoestiek van boven naar beneden. Deze is namelijk vrij luid van boven naar beneden. Maar dat lijkt me dan eerder een probleem door het houtskelet. We hebben dan ook spijt dat we geen extra isolatie gestoken hebben in deze vloeren. Deze isolatie was initieel wel voorzien met houtwolmatten, maar dat is iets voor later.

Sam: Zijn er nog andere beperkingen of invloeden die de panelen met zich meebrengen? Dit zowel binnen de ontwerp- als bouw- als gebruiksfase.

Melanie: Wat ik toch wel een beperking vind, is dat ik aan de zuidzijde van het huis een luifel wil hebben, maar er is onzekerheid over of dit kan. Je moet deze namelijk ergens op kunnen bevestigen, en Pieter-Jan is niet zeker of dit mogelijk is. Dus dit kan je wel zien als een beperking. Deze onzekerheid is er doordat de luifel toch wel een zeker gewicht heeft en je deze ook niet direct kan bevestigen op de houten draagstructuur door de houtwolplaten die aan de buiten zijde van de prefab panelen bevestigd zijn. maar hij ging het allemaal nog eens bekijken.

Het is ook moeilijk om een gat te boren om iets op te hangen in de wanden. Dit ligt dan wel eerder aan de harde Fermacell platen die deel uitmaken van de panelen, dus weet ik niet of dit ook iets te maken heeft met het kalkhennep gegeven. Een voordeel is wel dat tijdens de bouw, de leidingen heel makkelijk te leggen zijn. Dit hebben we dan ook zelf gedaan. Je moet niet beginnen slijpen ofzo, dus dit is toch wel echt een meerwaarde.

Verder denk ik dat je naar ontwerp toe weinig beperkingen hebt. Het isoleert goed, makkelijk en is snel te bouwen.

Sam: Hoe verliep de samenwerking met de architect en producent/aannemer binnen de verschillende processen van het project?

Melanie: Wij zelf hebben buiten het programma niet veel bijkomend moeten doen of de nood gehad om iets bij te sturen. Dit kan wel te maken hebben met het feit dat mijn broer de producent/aannemer is. We hebben dan ook niet echt problemen gezien tijdens de processen. De architect is ook weinig aan bod gekomen.

Sam: Kan u een algemene omschrijving geven van hoe u het project ervaart sinds u hiervan gebruikmaakt?

Melanie: We hebben een groot raam aan de zuidzijde van de woning, dus dit geeft wel veel warmte in de zomer. Dit heeft wel niet veel te maken met de panelen, maar eerder met het ontwerp. Maar verder zijn de temperaturen heel goed onder controle te houden. In de winter is het niet super koud en in de zomer niet super warm.

In het algemeen zijn we dus zeer tevreden. Behalve misschien over de akoestiek van het houtskelet in de vloeren. Dat stoort me soms. Maar zoals gezegd is dit op te lossen met extra isolatie te plaatsen.

Sam: Zijn er nog andere aspecten in verband met de prefab kalkhenneppanelen of het materiaal kalkhennep, die nog niet aangehaald geweest zijn, maar waar u toch wel een zeker belang aan hecht?

Melanie: Misschien wel dat het iets prijziger is dan een traditionele bouw. Hoewel dit verschil niet zo heel groot zal zijn, maar we dachten voor het bouwen gewoon dat het goedkoper zou zijn. We zijn, indien we opnieuw moesten kiezen, ook vrij zeker dat we opnieuw deze bouwwijze zouden kiezen. Enkel een andere indeling van de kamers dan.

BIJLAGE 5 INTERVIEW 4: BOUWHEER CASESTUDIE 2

De onderstaande tekst is een uitgeschreven versie van het interview met Joris Haems, de bouwheer van de tweede casestudie.

Sam: Het doel van deze scriptie is om meer inzicht te krijgen in het gebruik van kalkhenneppanelen binnen de verschillende fasen van een bouwproject. Dit binnen de productie-, ontwerp-, bouw- en gebruiksfase. Hierdoor is het dus belangrijk om deze inzichten van verschillende standpunten te bekijken, zoals vanuit de ogen van de aannemer, producent, architect en de bouwheer.

Sam: waaruit is de keuze ontstaan om te bouwen met de prefab kalkhenneppanelen?

Joris: Ten eerste is dit ontstaan uit de keuze om met ecologische materialen te werken. ik wil comfort en mijn luxe maar ik wil dat niet ten koste laten gaan van het milieu. Dus ging ik op zoek naar een methodiek om zo te bouwen dat het mij alle comfort geeft dat ik verwacht, maar met een minimale milieu-impact en wat ook betaalbaar is. Dan kom ik automatisch uit bij een prefab systeem dat zuiver met ecologische materialen werkt. Omdat het de drie combineert, het ontwerp, het comfort en het klimaat dat maximaal gerespecteerd of minimaal “geïmpacteerd” wordt, maar toch betaalbaar blijft.

Sam: Dus u heeft al aangehaald dat het prijskaartje een reden is om te kiezen voor het prefab gegeven. Zijn er nog redenen waarom u hiervoor kiest in plaats van ter plaatse gestorte kalkhennep?

Joris: Ik denk dat het prefab gebeuren kwalitatief beter is. Dit omdat het zonder andere invloeden zoals het weer gefabriceerd wordt. Verder is de doorlooptijd vele malen sneller is, waardoor het ook economischer is. Dus zowel economisch als kwalitatief gezien heb ik er meer vertrouwen in.

Sam: Heeft u verder dan nog andere materialen overwogen om te gebruiken binnen het project?

Joris: Strobalen niet, omdat ik dat zelf te organisch vind. Vaak kom je hiermee terecht bij een bouwstijl die niet zo strak is. Ik heb gekeken naar massiefhoutbouw en naar cellulose oplossingen. Toch heb ik in de prefab kalkhenneppanelen het meeste vertrouwen. Het heeft namelijk een vocht regulerende capaciteit die je nergens anders terugvindt, het heeft voldoende massa in vergelijking met cellulose en de milieu-impact is kleiner omdat hennep sneller groeit dan hout. Dus massiefhoutbouw vind ik ecologisch gezien ook niet het meest interessant.

Sam: Had u voor de start van het project al een voorafgaande kennis van het materiaal kalkhennep?

Joris: Ik had zowel een voorafgaande kennis van het materiaal als van het gebruik ervan binnen de prefab panelen. Ik heb me 2 – 3 jaar lang verdiept in de materie. Dit dan vooral op fysisch vlak van de materiaalkeuze.

Sam: Hoe is deze kennis van het materiaal en de panelen ontwikkeld tijdens het project?

Joris: De voorafgaande kennis is bijgeschaafd tijdens het project. Er is dus nog veel duidelijker geworden tijdens het project, dat is een feit.

Sam: Zijn er misschien wat voorbeelden van deze andere kennis of inzichten in het systeem?

Joris: Wat voor mij belangrijk was, is bijvoorbeeld de gesloten bebouwing. Normaal gezien zet je tegen je buur geen volle muur van 30 cm of meer dik. Ik heb hier dan toch voor gekozen omdat ik nooit weet wat er met de huizen links en rechts gaat gebeuren. Dus ik wilde daar niet afhankelijk van zijn. Over die discussie hebben we wel wat tijd laten overgaan.

Als je de keuzes wilt doortrekken, wordt dit ook veel duidelijker. Zoals wat doe ik met de ramen en mijn oversteken. Dat is dan natuurlijk allemaal esthetisch. Dan mijn vloeropbouw, initieel ging ik voor een betonnen vloerplaat. Uiteindelijk heb ik hier gekozen voor metalen schroefpalen omdat ik het hiermee ook volledig circulair maak. Zo kunnen ze bij wijze van spreken binnen 100 jaar mijn sporen volledig uitwissen.

Wat ook nog belangrijk is en wat dan nog ontbreekt bij veel aannemers, is de kijk op wat de impact is op de technieken. Hiermee bedoel ik bijvoorbeeld: Als de vochtregulatie grotendeels door het huis zelf gebeurt, kan de ventilatie-unit misschien overbodig zijn. Dit mag natuurlijk niet wetmatig, maar misschien kan die wel kleiner gedimensioneerd worden.

Als het huis qua inertie zich dermate constant gedraagt van temperatuur, kan ook daar de capaciteit van de warmtepomp weer wat kleiner zijn. Dus die dingen geven elkaar de hand en daar is nog wel wat onderzoek naar nodig.

Sam: Wat was het opgegeven programma van het project?

Joris: Het is een afbraakwoning en we bouwen volledig nieuw. Het was dan ook te slecht om te renoveren. Dat betekent dat we eigenlijk beperkt zaten qua mogelijkheden, oppervlakte en dergelijke. Dus moesten we het inpassen op die manier, maar voor mij was het belangrijk om 3 slaapkamers en een bureau te hebben. Het binnen – buitengevoel was heel belangrijk. Ik wil dus eigenlijk niet weten of ik binnen of buiten zit. Met andere woorden het moet transparant zijn.

Ik vind een open keuken prettig, omdat je op die manier contact houdt met iedereen van het gezin of de gasten. Toch wil ik ook het gevoel hebben dat je apart kan zitten. Hierdoor werken we zeer “old fashioned” terug met een zitkuil zodanig dat we binnen dezelfde ruimte toch een soort van afscheiding krijgen. Verder gaan we ook werken met “room dividers”, een soort lamellen-systeem die open en toe kunnen gaan zodanig dat als iemand meer privacy wilt, dit dan kan creëren.

Verder wil ik de zon maximaal benutten. Dit door oversteken. Deze zijn zo berekend dat ze in de winter de zon binnenlaten en in de zomer buitenhouden, maar ze kunnen verder ook fungeren als terras. Omdat het een kleine tuin is, wil ik extra groen en extra ruimte creëren, alle muren rondom, want het is een echt omsloten tuin, zullen volledig in het groen bekleed worden. Ik maak als het ware een verticale tuin.

Sam: Heeft de keuze voor de prefab kalkhenneppanelen tot nu toe invloed gehad op uw beoogde programma?

Joris: Nee, dat is het leuke aan dit systeem van bouwen. Het heeft geen impact op mijn architecturale vrijheid. Het enige waarmee ik toch een beetje geworsteld heb, is de hoeveelheid staal omwille van overbruggingen. Ik heb de architect wel wat moeten forceren om minder staal te gebruiken en om er creatiever met om te gaan. Dus om niet zozeer de gemakkelijkste weg te kiezen. Zo heb ik het kunnen beperken tot 2 of 3 zware liggers, wat minimaal is. Verder heb ik geen beperkingen ondervonden.

Sam: U heeft ook al in het kort de technische systemen aangehaald zoals de kleinere dimensionering. Zijn er nog andere invloeden die de panelen hebben op de toegepaste systemen?

Joris: Ik dacht initieel te kiezen voor een centrale verwarming op pellets. Dit omdat ik ervan uitging dat een warmtepomp teveel elektriciteit zou verbruiken. Maar nu blijkt dat ik met circa 6 kW warmtepomp zal toekomen voor een huis van quasi 300 m² bewoonbare oppervlakte. Dus ben ik terug overgeschakeld naar de warmtepomp en voorzie ik geen gasaansluitingen meer. Ik ga maximaal zonnepanelen leggen, zodanig dat het op zijn minst mijn elektrisch verbruik op jaarbasis kan opwekken. Hiertoe zou ik niet geraakt zijn met een traditionele bouw. Daar zou ik een warmtepomp van 8 à 10 kW moeten leggen en dan was er te weinig plaats voor zonnepanelen om dat elektrisch vermogen in te vullen.

Het afgiftesysteem voor de verwarming gebeurt door middel van vloerverwarming omdat ik kies voor een droge vloeropbouw, dus zonder een natte chape. De buisjes zullen dus net onder de parket liggen waardoor de warmteafgifte veel sneller waarneembaar zal zijn. Dit heeft natuurlijk weinig te maken met het kalkhennep gegeven.

Voor de ventilatie heb ik ventilatiesysteem-D met een zomer bypass gekozen. Deze zal ik dan ook vraag-gestuurd maken. Dit is niet echt een standaardoplossing van op de markt, maar ik ga CO₂ en vochtsensormeters hangen om te kunnen aantonen dat mijn muren CO₂ en vocht kunnen opnemen.

Sam: Zijn er nog andere beperkingen of verbeteringen die de panelen met zich meebrengen die nog niet aan bod zijn gekomen? Dit zowel binnen het ontwerp-, als bouw- of gebruiksproces.

Joris: Initieel ging ik met een betonplaat werken omdat de ondergrond niet zo goed is. Maar omdat het toch wel een lichte constructie is in vergelijking met een traditionele bouw, kunnen we de betonplaat toch weglaten. Dat was toch een leuke bijkomstigheid achteraf bekeken.

Verder is het enige wat ik kan bedenken mijn idee om de warmtepomp op de zolder te plaatsen. Het is een warmtepomp met ingebouwde boiler. Dat geheel weegt 500 kg en dan hebben we toch beslist om deze beneden te plaatsen. De technische ruimte is dus wel wat veranderd. Zoals het oorspronkelijk zou zijn, zou er meer hout voorzien moeten worden binnen de draagstructuur om het gewicht op te vangen, maar het was vooral voor als de warmtepomp vervangen zou moeten worden. Dus zonder die verandering had ik wel rekening moeten houden met extra versteviging. Het is dus door te werken met houtskelet dat je daar iets meer op moet letten.

Sam: Hoe verloopt de samenwerking met de architect en producent/aannemer? In hoeverre is iedereen betrokken in de verschillende processen?

Joris: Ik heb er een soort van bouwteam van gemaakt, waarbij er veel terugkoppelingen zijn voor praktische oplossingen zoals bijvoorbeeld de keuze tussen een roostering of volle houten CLT-liggers als tussenvloer. Met die gegevens hebben we wel wat gespeeld. Wat is de impact als we voor de roostering kiezen? Of wat is de impact als we voor het andere kiezen? Dat zijn dan dingen waarvoor veel terugkoppelingen hebben plaatsgevonden.

Sam: Denkt u dan ook dat deze manier van werken nodig is bij dit type bouwen? Is er extra aandacht nodig voor deze terugkoppelingen?

Joris: Ik denk niet echt dat het nodig was, maar ik wilde daar zelf heel graag bij betrokken zijn. In principe had de architect gewoon een plan kunnen maken en had de aannemer dat dan ook kunnen uitvoeren. Maar het is juist door samen te gaan zoeken naar creatieve oplossingen dat we het optimale kunnen bereiken. Dus nodig is het zeker niet, enkel handig.

Op die manier, als je in bouwteam gaat, bespaar je ook wat geld uit doordat de architect in principe niet de volledige opvolging moet doen.

Sam: Zijn er nog bepaalde aspecten van de kalkhennep als materiaal of binnen de prefab panelen die nog niet aan bod gekomen zijn, maar waar u toch een zeker belang aan hecht?

Joris: Voor mij is de CO₂ een hele belangrijke. Kalk wordt nat gemaakt en neemt CO₂ op uit de lucht om uit te harden. Hennep heeft in heel zijn levenscyclus gigantisch veel CO₂ opgenomen en die zit daar in voor de komende 100 jaar. Het heeft een vochtregulerende en een ademende werking.

Ik wil een nul energie woning, maar ik wil ook een super gezonde woning. Het probleem is dat je dit moeilijk kunt aantonen, het is niet tastbaar.



VERKLARING IN HET KADER VAN TETRA-PROJECT

Ondergetekende aanvaardt de volgende voorwaarden en bepalingen van deze verklaring:

1. Ik ben op de hoogte dat de UHasselt door middel van plaatsbezoeken, het uitvoeren van metingen, het documenteren en verzamelen van projectgegevens, beeldmateriaal, architectuurplannen- en details en van bouwmethodieken alsook het bevragen van architect, bouwheer en eventueel aannemer informatie verzamelt in het kader van het TETRA-project.

Het algemeen doel van dit TETRA-project is een betere beslissings-, ontwerp- en uitvoeringsondersteuning van architecten, aannemers, bouwheren en verdelers bij de toepassing van kalkhennep in Vlaanderen.

2. Ik ben geïnformeerd dat met al deze verzamelde gegevens met de grootst mogelijke vertrouwelijkheid en zorgvuldigheid wordt omgesprongen.

Ik ga ermee akkoord dat de UHasselt de bovenvermelde informatie van de door mij ontworpen bouwwerken mag gebruiken voor academische doeleinden.

Gelezen voor akkoord en goedgekeurd,

Naam: Shaerun Elz

Adres: Henri Fomoustrat co

Datum: 21/03/2012

Handtekening: 21/03/2012

BIJLAGE 7 TOESTEMMING INTERVIEW 2



TOESTEMMINGSFORMULIER AANNEMER

Onderzoek:

Ontwikkeling van ontwerp- en uitvoeringsondersteuning voor de toepassing van kalkhennep in de Vlaamse bouwsector

Algemeen:

- Ik ben geïnformeerd over het algemene doel van dit onderzoek JA / ~~NEE~~
- Ik heb eventuele vragen kunnen stellen over het onderzoek om mijn deelname te verduidelijken JA / ~~NEE~~
- Ik neem vrijwillig deel en begrijp dat ik me op ieder moment kan terugtrekken uit het onderzoek zonder het opgeven van een reden JA / ~~NEE~~
- Ik begrijp dat ik inzage heb in de mij betreffende verzamelde metadata en eventuele aanpassingen kan vragen JA / ~~NEE~~
- Ik begrijp dat de volledige dataset uitsluitend wordt gebruikt voor onderzoeksdoeleinden JA / ~~NEE~~
- Ik ga ermee akkoord dat de volledige dataset gebruikt kan worden binnen andere onderzoeksprojecten van de Universiteit Hasselt binnen hetzelfde onderzoeksteam (ArcK en CERG) JA / ~~NEE~~
- Ik ga ermee akkoord dat de volledige dataset in het kader van dit onderzoeksproject gedeeld kan worden met projectpartners WTCB en Pixii JA / ~~NEE~~
- Ik ga ermee akkoord dat de resultaten voortkomend uit dit onderzoek gebruikt zullen worden voor publicatiedoeleinden JA / ~~NEE~~
- Ik zou graag geïnformeerd worden over de resultaten van het onderzoek JA / ~~NEE~~
- Ik ga ermee akkoord dat de volledige dataset opgeslagen wordt tot 10 jaar na afloop van het onderzoek JA / ~~NEE~~

Interview:

- Ik ga ermee akkoord dat het interview opgenomen wordt (enkel audio) JA / ~~NEE~~
- Ik ga ermee akkoord dat de interviewer tijdens het interview schriftelijke notities neemt JA / ~~NEE~~
- Ik ga ermee akkoord dat mijn citaten gebruikt zullen worden voor publicatiedoeleinden. JA / ~~NEE~~



Beeldmateriaal:

Ik ga ermee akkoord dat er foto's gemaakt worden van werven waar ik bij betrokken ben JA / ~~NEE~~

Ik ga ermee akkoord dat er foto's gemaakt worden van het productieproces in mijn bedrijf JA / ~~NEE~~

Ik ga ermee akkoord dat deze foto's gebruikt worden voor publicatiedoeleinden JA / ~~NEE~~

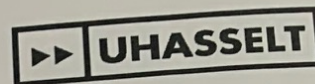
Ik ga ermee akkoord dat de voorgenoemde gegevens gebruikt worden voor publicatiedoeleinden JA / ~~NEE~~

Naam deelnemer: *Pieter-Jan Jacobs*
Datum van ondertekenen: *12/09/2019*
Handtekening voor akkoord:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Pieter-Jan Jacobs", written over a horizontal line.

Naam onderzoeker: *NAOMI NEELEN*
Datum van ondertekenen: *12/02/19*
Handtekening voor akkoord:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Naomi Neelen", written over a horizontal line.



TOESTEMMINGSFORMULIER DEELNEMER TETRAPROJECT

Ondergetekende aanvaardt de volgende voorwaarden en bepalingen van deze verklaring:

1. Ik ben op de hoogte dat de UHasselT door middel van plaatsbezoeken, het documenteren en verzamelen van projectgegevens, het bevragen van architect, bouwheer en eventueel aannemer informatie verzamelt in het kader van het TETRA-project.

Het algemeen doel van dit TETRA-project is een betere beslissings-, ontwerp- en uitvoeringsondersteuning van architecten, aannemers, bouwheren en verdelers bij de toepassing van kalkhennep in Vlaanderen.

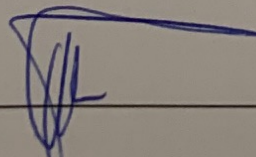
2. Ik ga ermee akkoord dat de UHasselT volgende informatie verzamelt:
 - Algemene projectgegevens (locatie, bouwjaar, renovatie/nieuwbouw, project-omvang,...);
 - Aard van de werken: toepassingsgebied, aard van de materialen en samenstelling, opbouw van elementen en constructieve detaillering, ... ;
 - Foto's en architectuur- en uitvoeringsplanning met specifieke aandacht voor details;
 - Beweegredenen van architecten en bouwheren;
 - Specifieke aandachtspunten/issues bij ontwerp/uitvoering en/of na realisatie;
3. Ik ben op de hoogte van het feit dat ik inzage heb in de mij betreffende verzamelde (meta)data en dat ik eventueel aanpassingen kan vragen.
4. Ik ben geïnformeerd dat met al deze verzamelde gegevens met de grootst mogelijke vertrouwelijkheid en zorgvuldigheid wordt omgesprongen. De gegevens kunnen gebruikt worden voor academische en publicatiedoeleinden.
5. Ik verklaar dat ik geweest ben op mijn recht om mijn deelname aan de studie op elk moment te kunnen onderbreken.

Gelezen voor akkoord en goedgekeurd,

Naam: Jacobs Melani

Adres: Koningsrede 3 8020 Herzele

Datum: 26/3/17

Handtekening: 



TOESTEMMINGSFORMULIER DEELNEMER TETRAPROJECT

Ondergetekende aanvaardt de volgende voorwaarden en bepalingen van deze verklaring:

1. Ik ben op de hoogte dat de UHasselT door middel van plaatsbezoeken, het documenteren en verzamelen van projectgegevens, het bevragen van architect, bouwheer en eventueel aannemer informatie verzamelt in het kader van het TETRA-project.

Het algemeen doel van dit TETRA-project is een betere beslissings-, ontwerp- en uitvoeringsondersteuning van architecten, aannemers, bouwheren en verdelers bij de toepassing van kalkhennep in Vlaanderen.

2. Ik ga ermee akkoord dat de UHasselT volgende informatie verzamelt:
 - Algemene projectgegevens (locatie, bouwjaar, renovatie/nieuwbouw, project-omvang,...);
 - Aard van de werken: toepassingsgebied, aard van de materialen en samenstelling, opbouw van elementen en constructieve detaillering, ... ;
 - Foto's en architectuur- en uitvoeringsplanning met specifieke aandacht voor details;
 - Beweegredenen van architecten en bouwheren;
 - Specifieke aandachtspunten/issues bij ontwerp/uitvoering en/of na realisatie;
3. Ik ben op de hoogte van het feit dat ik inzage heb in de mij betreffende verzamelde (meta)data en dat ik eventueel aanpassingen kan vragen.
4. Ik ben geïnformeerd dat met al deze verzamelde gegevens met de grootst mogelijke vertrouwelijkheid en zorgvuldigheid wordt omgesprongen. De gegevens kunnen gebruikt worden voor academische en publicatiedoeleinden.
5. Ik verklaar dat ik geweest ben op mijn recht om mijn deelname aan de studie op elk moment te kunnen onderbreken.

Gelezen voor akkoord en goedgekeurd,

Naam: Joan Haems

Adres: Verl. diaal 83

Datum: 24-3-19

Handtekening: 