

Nieuw leven in Schuttersbosch



auteur:

Naisah Taal

versie nummer:

3

kader:

Major afstudeer onderzoek/ scriptie
Bachelor Bouwkunde

onderwijs instelling:

HZ university of applied sciences

1e begeleider HZ:

B.J. Vercouteren

2e begeleider HZ:

I. Weegels

begeleiders bedrijf:

M. Spaan, J. Heijmans

plaats van voltooiing:

Amsterdam/ Middelburg

datum van voltooiing:

6 juni 2017

correspondentie adres:

Kleverskerkseweg 49
4330 AA Middelburg

Nieuw leven in Schuttersbosch

aanbevelingen voor bouwkundig en constructief ontwerp van modulaire woningen

onderzoeksrapport

auteur:	Naisah Taal
versie:	3
kader:	Major afstudeer onderzoek/ scriptie Bachelor Bouwkunde
onderwijs instelling:	HZ University of Applied Sciences
functie:	onderzoeker
studentnummer:	62387
in opdracht van:	M. Spaan, J. Heijmans
1e begeleider HZ:	B.J. Vercouteren
2e begeleider HZ:	I. Weegels
begeleiders bedrijf:	M. Spaan, J. Heijmans
plaats van voltooiing:	Amsterdam/ Middelburg
datum van voltooiing:	6 juni 2017
correspondentie adres:	Kleverskerkseweg 49
semester:	B8
studiejaar:	4

Copyright © 2017 HZ University of Applied Sciences All rights reserved. No part of this report may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and recording, for any purpose without the express written permission of the publisher. Alle rechten zijn voorbehouden. Niets uit dit rapport mag op welke wijze dan ook worden vermenigvuldigd, aangepast, openbaar gemaakt en/of doorgegeven worden, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Naisah Taal of M3H architecten. Bij het samenstellen van dit rapport wordt de grootst mogelijke zorgvuldigheid nagestreefd, echter bestaat de mogelijkheid dat de informatie die op dit rapport wordt aangeboden niet volledig is of onjuistheden bevat. M3H architecten of Naisah Taal zijn in zijn geheel niet aansprakelijk voor gevolgen van activiteiten die worden ondernomen op basis van dit rapport. Bepaalde verwijzingen in dit rapport voeren naar informatiebronnen die door derden worden opgesteld en bijgehouden. M3H architecten en Naisah Taal draagt geen enkele verantwoordelijkheid voor de nauwkeurigheid of enig ander aspect van de informatie op deze informatiebronnen



ARCHITECTEN EN INGENIEURS



Voorwoord & dankwoord

Voor u ligt de scriptie 'Nieuw leven in Schutterbosch, aanbevelingen voor bouwkundig en constructief ontwerp van modulaire woningen'. Het onderzoek van deze scriptie is uitgevoerd in opdracht van M3H architecten te Amsterdam en Bureau Jochem Heijmans te Eindhoven in het kader van mijn afstuderen aan de opleiding bouwkunde aan de HZ university of applied sciences te Vlissingen. Het onderzoek is uitgevoerd in de periode van februari 2017 tot juni 2017.

Architecten bureaus M3H architecten en Bureau Jochem Heijmans boden mij voor het onderzoek een interessante opdracht omtrent het renoveren en nieuw bouwen van woningen in Eindhoven. Voor dit project moest veel uitgezocht worden op verschillende vlakken. Machiel Spaan en Jochem Heijmans hebben mij de vrijheid gegeven om een onderzoeksvraag te bedenken die nuttig is voor het uitvoeren van het project en die aansluit bij mijn interesses. Aangezien renoveren van woningen een breed begrip is en hier veel verschillende aspecten van kunnen worden onderzocht vond ik het soms lastig om het onderzoek in te kaderen en een duidelijke richting te geven. Hierbij heb ik veel advies gehad van mijn begeleiders Machiel Spaan en Bernard Vercouteren.

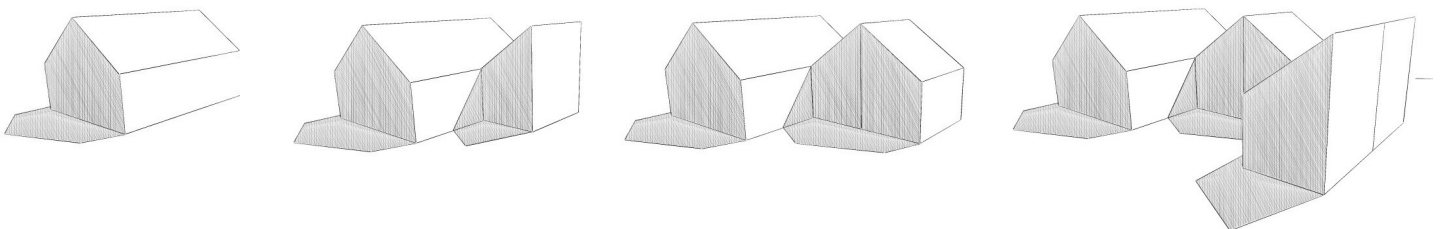
Bij deze wil ik hen dan ook bedanken voor de fijne begeleiding, de tijd die ze voor mij hebben vrijgemaakt en de adviezen die ze mij hebben gegeven tijdens dit traject. Ook wil ik Wouter Kroeze bedanken voor het helpen bij de uitwerking van het technische deel van het onderzoek. Daarnaast wil ik de partijen die hebben deelgenomen aan de interviews bedanken voor hun tijd, belangstelling en het delen van hun kennis.

Ook mijn familie en vrienden wil ik bedanken voor het lezen, corrigeren en geven van adviezen en steun. In het bijzonder wil ik mijn ouders hiervoor bedanken.

Ik wens u veel lees plezier toe.

Naisah Taal

Amsterdam, 25 mei 2017



Samenvatting

Architectenbureaus M3H architecten en Bureau Jochem Heijmans hebben een project opgezet voor het renoveren en nieuw bouwen van houten systeembouw woningen in de wijk Schuttersbosch. Hierbij hebben zij een concept bedacht waarbij de basis woning kan worden uitgebreid met standaard uitbreidingsmodules van ongeveer 16 m2. Deze modules kunnen aan de basiswoning en aan elkaar worden gemonteerd. Bijzonder is dat de modules demontabel en inwisselbaar zijn. Dit wil zeggen dat wanneer een bewoner de woning wil verkleinen de module weggehaald kan worden. Deze module kan dan voor een andere woning worden gebruikt. Installaties in de modules worden flexibel en demontabel ontworpen waardoor de module een andere functie kan aannemen wanneer gewenst. Het doel van dit onderzoek is het realiseren van de bouwmethode en constructie voor het betreffende concept, toegespitst op de demontabele connecties die gemaakt worden tussen de modules. Een vereiste is het gebruiken van een houtbouw methode. De volgende onderzoeksvraag is opgesteld: *Welke bouwmethodiek en constructie voor het transformeren en nieuw bouwen van de woningen in Schuttersbosch past het best bij het modulaire concept dat is opgesteld door M3H architecten en bureau Jochem Heijmans?*

Om antwoord te kunnen geven op de onderzoeksvraag zijn verschillende houtbouwmethodes met elkaar vergeleken op basis van een aantal uitgangspunten die belangrijk zijn voor het concept. Het onderzoek is verdeeld in 3 delen namelijk; beschrijvend vooronderzoek, exploratief praktijk onderzoek en toegepast onderzoek.

In het beschrijvend vooronderzoek wordt het concept uitgewerkt en randvoorwaarden van het onderzoek opgesteld. Uit deze randvoorwaarden komen de uitgangspunten voort voor het vergelijken van de bouwsystemen. Ook wordt hier vooronderzoek gedaan naar verschillende vormen van houtbouw.

In het tweede gedeelte van het onderzoek worden verschillende leveranciers, van bouwsystemen die aansluiten bij de gevonden uitgangspunten en houtbouwmethodes, nader onderzocht door middel van interviews. Met de informatie uit deze interviews worden de systemen vergeleken op basis van de uitgangspunten. Waar nodig worden uitgangspunten toegevoegd en aangepast.

Het laatste gedeelte van het onderzoek bestaat uit het uitwerken van de 3 bouwsystemen die naar aanleiding van de interviews het best aansluiten bij de uitgangspunten. In deze fase wordt een stabiliteitsontwerp, plattegronden, details en de opbouw van de gevel uitgewerkt. Hierbij moet rekening worden gehouden met het demontabel maken van de draagconstructie en afwerking. Details die zijn uitgewerkt zijn steeds genomen op een plaats waar modules aan elkaar worden geschakeld.

Het systeem dat op basis van de uitgangspunten het meest geschikt is bevonden voor het betreffende concept is Systimber. Dit blijkt uit iedere fase van het onderzoek. Dit is een vorm van houtschakelbouw. De reden hiervoor is de eenduidigheid van details en de mogelijkheid om te bouwen en demonteren zonder kraan in de bosrijke omgeving waar de woningen worden gebouwd. Eventueel vervolgonderzoek zou zich kunnen richten op het optimaliseren van het project met betrekking tot ontwerp, energie prestatie en milieu prestatie.

De Engelse versie van de samenvatting is terug te vinden in bijlage 7 Abstract.

Stroomschema Werkwijze

Beschrijvend vooronderzoek: literatuur studie



ONDERZOEK

RESULTATEN

Concept & randvoorwaarden

Theoretisch kader

Houtbouwmethoden

- Massiefbouw
- Houtskeletbouw/ HSB
- Traditionele houtbouw/ logbouw



> uitangspunten ter vergelijking

selectie van bouwmethodes

- Massiefbouw
- Houtskeletbouw/ HSB

Exploratief, praktijk onderzoek: interviews



ONDERZOEK

RESULTATEN

Massiefbouw

- Systimber
- Cross laminated timber
- Nurholz

Houtskeletbouw

- Strotec
- Ixpando

Modulebouw

Interviews



> uitangspunten ter vergelijking

selectie van bouwsystemen

- Systimber
- Cross laminated timber
- Ixpando



Toegepast onderzoek: uitwerken technisch ontwerp



ONDERZOEK

RESULTATEN

Systimber

Stabiliteitsontwerp

Plattegronden

Doorsneden

Verantwoording van keuzes

- fundering & vloer
- dragende wanden
- daken
- binnenwanden
- gevel- en dak pakketten

Details

Cross laminated timber

Ixpando

> uitangspunten ter vergelijking



Installatie concept

Systimber

Inhoudsopgave

Inleiding	7
1. Theoretisch kader	10
2. Onderzoeksmethode	12
3. Concept en randvoorwaarden	14
3.1 Ontwerpconcept	14
3.2 Randvoorwaarden en uitgangspunten	16
3.3 Deelconclusie	17
4. Houtbouwmethodes	18
4.1 Hoofdvormen van houtbouw	18
4.2 Deelconclusie	19
5. Exploratief, praktijkonderzoek: Interviews	20
5.1 Participerende partijen	20
5.2 Interviews	20
5.3 Resultaten	24
5.4 Deelconclusie	25
6. Toegepast onderzoek: technische uitwerking	27
6.1 Stabiliteitsontwerp	27
6.2 Verantwoording van keuzes	29
6.2.1 Fundering en vloer	29
6.2.2 Dragende wanden	30
6.2.3 Daken	30
6.2.4 Binnenwanden	30
6.3 Gevel- en dakpakketten	31
6.3.1 CLT & Systimber	31
6.3.2 Ixpando	33
6.4 Details	34
6.5 Deelconclusie	37
7. Installatie concept	38
8. Conclusie	40
9. Discussie	42
9.1 beperkingen	42
9.2 aanbevelingen	42
Begrippen & afkortingen	44
Literatuurlijst	48
Bijlagen	52

Inleiding

M3H architecten te Amsterdam en Bureau Jochem Heijmans te Eindhoven zijn bureaus die zelf graag het initiatief nemen om onderzoek te doen naar actuele thema's of projecten opzetten waar zij de potentie zien om iets interessants te realiseren. Het project 'Nieuw leven in Schuttersbosch' is een van deze projecten. Beide bureaus werken hierbij nauw samen.

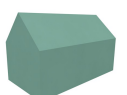
In de wijk Schuttersbosch, aan de rand van Eindhoven werd in 1953 door Philips een wijk gebouwd met meer dan 250 woningen. De huizen waren één laagse houten steeembouw woningen waar starters en gezinnen woonden. (afbeelding 1.) De wijk was in deze tijd in bloei en het buurtleven was goed. Nu ruim zestig jaar later lijken de woningen afgedaan. Een deel van de huizen is gesloopt. (Heijmans en Spaan, 2016). Er staan nu nog 64 woningen in Schuttersbosch. Als de huidige bewoners vertrekken bestaat de kans dat de woningen worden gekraakt.

Architecten Machiel Spaan van M3H architecten en Jochem Heijmans zien in deze woningen juist potentie om ze op een duurzame manier te renoveren. Op de plaatsen van de braakliggende kavels waar oude woningen zijn gesloopt zullen nieuwbouw varianten worden gebouwd. De nieuwbouw variant is gezien de vele braakliggende kavels, en dus directe beschikbaarheid, op dit moment een logische stap om snel te kunnen starten met ontwikkelen en bouwen. Van de 64 woningen die nog bestaan vallen 20 binnen de nieuwe kavel grenzen. Voor het renoveren van de overige 44 woningen zal het bestemmingsplan moeten worden aangepast (Heijmans en Spaan, 2016).



afbeelding 1. bestaande steeembouwwoning te Schuttersbosch (onsplatform,z.d.)

Er is een plan opgezet om de woningen te transformeren tot ingetogen boshuisjes afbeelding 2. De vernieuwde woning is een groeihuis in optimale conditie. Aan het basishuis zal een veelzijdig bouw pakket van uitbreidingsmodules worden toegevoegd met oog voor de geschiedenis en de huidige economische tijd. Deze modules kunnen aan de woning worden toegevoegd en weer weggehaald. Zo kunnen er verschillende standaard aanpassingen worden gemaakt zoals een uitbouw (afbeelding 3), een patio, dakkapel, PV panelen en een schoorsteen.





afbeelding 2. bestaande en gerenoveerde woning (Heijmans en Spaan 2016)



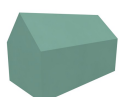
afbeelding 3. uitgebreide woning (Heijmans en Spaan,2016)

Bij het heropbouwen van deze wijk is duurzaam bouwen met aandacht voor het cultureel erfgoed en met landschappelijk en architectonisch besef een vereiste (Heijmans en Spaan, 2016). Om dit te kunnen realiseren zal worden gezocht naar duurzame houtbouw technieken. De duurzaamheid zit hem bij dit ontwerp vooral in de materiaal keuze, flexibiliteit, inwisselbaarheid en herbruikbaarheid van het systeem. Het plan voor de transformatie en nieuwbouw van de boshuisjes tot levensloop bestendige 'groeiwoningen' is een concept plan. Soortgelijke modulaire projecten zijn nog niet eerder uitgevoerd door de bureaus. Een gedeelte van de informatie over het betreffende onderwerp dat op dit moment onvoldoende voor handen is, word door middel van dit onderzoek ingevuld. Om het plan te kunnen uitvoeren worden in dit onderzoek verschillende bouwmethodes in relatie tot het concept onderzocht. Deze worden in dit onderzoek toegelicht en met elkaar vergeleken. De bestaande woningen zijn houten systeemwoningen. De bouwmethode die bij dit project wordt gebruikt zal hierop aansluiten om het karakter van de wijk zo veel mogelijk te behouden.

Het doel van het onderzoek is het realiseren van een passende bouwmethodiek en constructie voor het betreffende concept. Het eindproduct van dit onderzoek is een rapport met aanbevelingen voor het toepassen van een houtbouwmethode voor het project.

Bij dit rapport horen schematische, constructie-, bouw- en detailtekeningen van verschillende houtbouwsystemen. Hiermee kunnen houtbouw methodes nader worden onderzocht in relatie tot het groeihuis met modules en ten opzichte van elkaar. De keuze voor een bepaald systeem is afhankelijk van verschillende uitgangspunten die voor het concept bepaald zijn. Deze uitgangspunten komen voort uit de randvoorwaarden van het onderzoek (hoofdstuk 3). Interessant is om naast het onderzoeken van de bouw methode ook te kijken wat het ontwerp van de woning en de bouwmethode met het installatie concept van de woning doen.

Naast het feit dat de woningen duurzaam zijn door modulariteit en herbruikbaarheid, sluit het onderzoek met de ambitie om te bouwen met hout ook goed aan bij de ontwikkelingen op gebied van duurzaamheid omtrent materialisering. Volgens van der Grinten (2016, 13 april) van Houtbouw Collectief gaat de bouwsector terug naar de natuur. Steeds meer producenten kiezen ervoor te werken met natuurlijke materialen zoals hout. (van der Grinten, 2016). Prefab, aanpasbaarheid, her groeibaarheid en CO2-opslag leken tot voor kort nog bijvangst bij droog houtbouwmethodes. Tegenwoordig worden deze eigenschappen steeds vaker gewaardeerd en beloond.



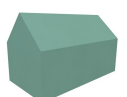
Door onderzoek te doen naar verschillende houtbouwmethodes wordt de kennis binnen het bedrijf verbreed en kunnen op dit gebied aanbevelingen worden gedaan. Door na te denken hoe deze slim kunnen worden toegepast binnen het betreffende concept zou het onderzoek mogelijk een inspiratie kunnen zijn voor nieuwe ontwikkelingen en innovatie binnen de (hout)bouwsector.

De onderzoeksvraag die ontstaat vanuit de probleemstelling luidt:

Welke bouwmethodiek en constructie voor het transformeren en nieuw bouwen van de woningen in Schuttersbosch past het best bij het modulaire concept dat is opgesteld door M3H architecten en bureau Jochem Heijmans?

Bijbehorende deelvragen zijn:

- 1. Wat houdt het concept voor de renovatie en nieuwbouw van de woningen in Schuttersbosch in en wat zijn de randvoorwaarden?*
- 2. Welke soorten houtbouw systemen zijn er en kunnen voor het project worden gebruikt?*
- 3. Welke consequenties hebben verschillende systemen voor flexibiliteit van de woningen?*
- 4. Welke consequenties hebben deze houtbouwmethodes voor het installatie concept?*
- 5. Welk houtbouwsysteem kan worden toegepast om zo optimaal mogelijk het gegeven concept te realiseren op gebied van flexibiliteit?*



1. Theoretisch kader

Het doel van dit onderzoek is het realiseren van de technische uitwerking van het '*flexibele*' concept. In de inleiding wordt benadrukt dat de woningen op een '*duurzame*' manier worden gerenoveerd. Flexibiliteit en duurzaamheid zijn algemene begrippen. Om het onderzoek in te kaderen en richting te geven worden deze begrippen gedefinieerd aan de hand van bestaande modellen en theorieën. Zo wordt duidelijk op welke manier de begrippen voor dit onderzoek gelezen moeten worden.

Flexibiliteit

'Flexibele gebouwen zouden zich zonder al te ingrijpende verbouwing moeten kunnen aanpassen aan veranderende wensen' (ANA-Architects, 2014). Er zijn verschillende aspecten die van invloed zijn op flexibiliteit en er zijn verschillende vormen van flexibiliteit.

"Er kunnen globaal een aantal typen flexibiliteit worden onderscheiden".(zie afbeelding 4)

- **Invulbaar:** door de gebruiker zelf te bepalen en in te delen binnen een raamwerk;
- **Veranderbaar:** door lichte ruimtelijke aanpassingen, aan te passen in indeling, unitgrootte en/of functie;
- **Polyvalent:** zonder ruimtelijk aanpassingen voor meerdere functies te gebruiken;
- **Demontabel en modulair:** bestaand uit elementen die later weer kunnen worden ontkoppeld en op een andere manier geschakeld;
- **Uitbreidbaar:** ingesteld op de mogelijkheid om later ruimtes toe te voegen."

(ANA architects, 2014)

1 - Invulbaar



2 - Veranderbaar op termijn



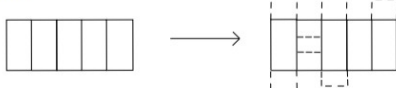
3 - Polyvalent



4 - Demontabel & modulair



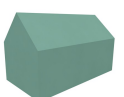
5 - Uitbreidbaar



Het ontwerpconcept is zo opgezet dat de basiswoning uitgebreid kan worden met verschillende modules die op meerdere manieren geschakeld kunnen worden en inwisselbaar zijn. Ook kunnen de modules weggehaald worden als de bewoner zijn woning weer wil verkleinen. Op deze manier kunnen de woningen mee veranderen met de veranderende ruimtebehoefte van de bewoners. Voor de hand liggend zijn dus punt 4 (demontabel en modulair) en punt 5 (uitbreidbaar), van toepassing op project.

Om de flexibiliteit van het concept te vergroten zijn de woningen en modules vrij in deelbaar en zal deze zo ontwikkeld worden dat ze meerdere functies kan aannemen. Bijvoorbeeld een badkamer, een keuken of een atelier. Punt 3 (polyvalent), is dus ook van toepassing op het project.

Afbeelding 4. typen flexibiliteit volgens ANA-architecten
(ANA architects,2014)



Duurzaamheid

De besproken vormen van flexibiliteit die van toepassing zijn op het concept zorgen er voor dat het ontwerp duurzaam is. De woningen kunnen worden aangepast aan wensen van de klant zonder dat materiaal verloren gaat. Modules zijn inwisselbaar en herbruikbaar. Dit sluit aan bij het idee dat gebouwen van de toekomst langer mee moeten gaan dan specifieke gebruikers wensen en dat het noodzakelijk is dat bij nieuwbouw hier op wordt geanticipeerd. (ANA-Architects, 2014) Met duurzaamheid wordt in het betreffende onderzoek bedoeld: Duurzaamheid door flexibiliteit van het concept.

IDF-bouwen en slim-bouwen

In het 'Dossier duurzaam bouwen en verbouwen; strategieën voor duurzaam bouwen' van het Ministerie van VROM worden vijf verschillende strategieën beschreven om effectief inhoud te kunnen geven aan duurzaam bouwen. Dit zijn; Trias energetica, Triple P benadering, cradle to cradle, IFD bouwen, en slim bouwen. Uitleg over deze strategieën kan worden gevonden in 'Bijlage 1. strategieën voor duurzaam bouwen volgens dossier duurzaam bouwen en verbouwen'. Bij het ontwerpen van een duurzaam project zal er met meerdere benaderingen rekening gehouden moeten worden.

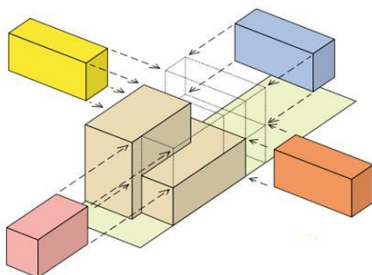
IFD bouwen en slim bouwen sluiten aan op de wens om flexibel te bouwen. Om deze reden zijn deze strategieën voor dit onderzoek relevant. In het kort houdt IFD-bouwen (Industrieel, flexibel en demontabel bouwen) in dat onderdelen van de bouwconstructie worden geprefabriceerd zodat deze op de bouwplaats gemonteerd kunnen worden en later ook weer makkelijk te demonteren en aan te passen zijn. Bouwen wordt monteren, verbouwen wordt verplaatsen en slopen wordt demonteren. (afbeelding 5.)

IFD-bouwen sluit aan bij type 4 (demontabel en modulair) en type 5 (uitbreidbaar) van de verschillende typen van flexibiliteit volgens ANA-architecten.

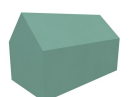
Slim bouwen richt zich nog meer op het bouwproces. Hierbij gaat het er vooral om dat installaties organisatorisch los gekoppeld zijn van het gebouw waardoor deze in de toekomst makkelijker kunnen worden aangepast. Dit zorgt voor flexibiliteit in functies van een gebouw. Hiermee sluit de slim-bouwen strategie aan bij type 3 van verschillende types van flexibiliteit (polyvalent).

Om dit te realiseren zullen installaties op een slimme manier moeten worden verwerkt in het systeem. Naast het veranderbaar maken van het installatie systeem zorgt dit er ook voor dat de installaties gemakkelijk vernieuwd kunnen worden bij veroudering. IFD- en slim bouwen zijn strategieën van bouwen die in de praktijk veel met elkaar overlappen.

Bij het zoeken naar bouwmethodes die bij het concept passen is gelet op methodes waarbij het mogelijk is om deze strategieën zo veel mogelijk toe te passen. Binnen dit onderzoek ligt de focus meer op het kunnen demonteren van de modules en de bouwtechniek dan op het loskoppelen van de installaties.

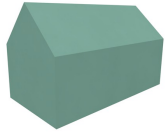


afbeelding 5. geschematisch gebouw bestaande uit demontabele prefab elementen (van der Breggen Architecten)



2. Onderzoeksmethode

Het onderzoek wordt uitgevoerd door achtereenvolgens beschrijvend-, exploratief- en toegepast- onderzoek te doen. Het onderzoek vindt plaats binnen een tijdsbestek van 4 maanden.



1. beschrijvend vooronderzoek door literatuur studie.

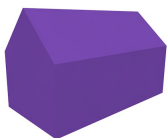
Om een geschikte bouwmethodiek te vinden voor het betreffende concept moet eerst duidelijk worden wat precies het concept is. Het concept is in grote lijnen al besproken in de inleiding en in het theoretisch kader van het onderzoek. Om het onderzoek meer richting te

geven wordt het concept verder uitgelegd in hoofdstuk 3 'concept en randvoorwaarden'. Er zijn randvoorwaarden opgesteld waar het onderzoek aan moet voldoen en waarbinnen wordt onderzocht. Deze randvoorwaarden komen voort uit de geschiedenis, de meer actuele informatiebronnen over de wijk en de woningen in Schuttersbosch, het tot nu toe opgezette concept van M3H architecten en Bureau Jochem Heijmans en achtergrond informatie over modulaire-, slimme- en houtbouwmethodes. Naar aanleiding van de randvoorwaarden van het onderzoek worden uitgangspunten opgesteld die belangrijk zijn voor de flexibiliteit van het concept. Aan de hand van deze uitgangspunten kunnen verschillende bouwmethodes met elkaar worden vergeleken. Bij het trekken van conclusies worden deze uitgangspunten ook gehanteerd.

Bouwmethodieken vormen in dit onderzoek de onderzoekseenheden. Niet alle bouw methodieken worden onderzocht, maar een selectie van bouwmethodieken die relevant zijn voor het betreffende onderzoek. Door middel van literatuurstudie wordt onderzocht welke bouwmethodieken dit zijn (hoofdstuk 4). Het onderzoek zal zich beperken tot houtbouwmethodes.

Door het doen van beschrijvend vooronderzoek worden deelvraag 1 en 2 beantwoord.

1. *Wat houdt het concept voor de renovatie en nieuwbouw van de woningen in Schuttersbosch in en wat zijn de randvoorwaarden? (hoofdstuk 3)*
2. *Welke soorten houtbouw systemen zijn er en kunnen voor het project worden gebruikt? (hoofdstuk 4)*

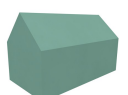


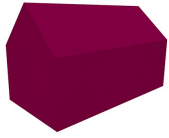
2. exploratief praktijk onderzoek.

Er wordt een selectie gemaakt van leveranciers en bouwbedrijven die aansluiten bij het concept. Van deze selectie van verschillende bouwsystemen worden case-studies gemaakt door middel van interviews. Voor de interviews is een lijst met vragen opgesteld die zijn

afgestemd op de uitgangspunten (hoofdstuk 3) die voor het ontwerp bepalend zijn. Met de informatie verkregen uit de interviews worden de systemen vergeleken met behulp van deze uitgangspunten. Er worden deelconclusies getrokken en bepaald welke houtbouwsystemen verder worden onderzocht door middel van toegepast onderzoek. In deze fase van het onderzoek wordt deelvraag 3 gedeeltelijk beantwoord:

3. *Welke consequenties hebben verschillende systemen voor flexibiliteit van de woningen? (hoofdstuk 5)*





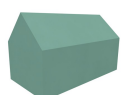
3. toegepast onderzoek

Drie houtbouw methodes worden onderzocht door middel van toegepast onderzoek. Voor deze drie bouwmethodes zullen schematisch de bouwkundige plattegronden, doorsnedes en details worden getekend. Deze tekeningen zijn geen werktekeningen die gebruikt worden voor het bouwen van de woningen maar tekeningen die zo goed mogelijk weergeven wat de verschillen zijn tussen de systemen. De resultaten van het toegepast onderzoek zijn uitgewerkt in hoofdstuk 6 van het rapport. Op basis van de tekeningen worden de bouwmethodes opnieuw vergeleken met behulp van de opgestelde uitgangspunten. Als laatst wordt het installatie concept in grote lijnen omschreven. Door middel van toegepast onderzoek worden deelvraag 3, 4 en 5 worden beantwoord:

- 3. Welke consequenties hebben verschillende systemen voor flexibiliteit van de woningen? (hoofdstuk 5+6)*
- 4. Welke consequenties hebben deze houtbouwmethodes voor het installatie concept? (hoofdstuk 7)*
- 5. Welk houtbouwsysteem kan worden toegepast om zo optimaal mogelijk het gegeven concept te realiseren op gebied van flexibiliteit? (hoofdstuk 6)*

Voor dit project is ontwerpend onderzoek gedaan. Dit is een praktijk gerichte manier van onderzoeken waarbij de onderzoeksvraag circulair is. Criteria die worden gebruikt voor het vergelijken van de bouwmethodes zijn ontstaan uit het onderzoek zelf. (Rocco, 2009) Dit kan op de volgende manier worden uitgelegd. Na het uitvoeren van het eerste gedeelte van het onderzoek (beschrijvend onderzoek) is het concept opgesteld met randvoorwaarden en uitgangspunten. Met deze uitgangspunten worden bouwmethodes vergeleken. In het tweede deel van het onderzoek (exploratief onderzoek) wordt informatie uit interviews verkregen. Op basis van deze informatie worden de bouwsystemen vergeleken met behulp van de uitgangspunten. Echter levert de informatie uit de interviews stof voor nieuwe randvoorwaarden en uitgangspunten. De randvoorwaarden en uitgangspunten zullen dus aangepast en aangevuld worden. Het zelfde gebeurt na het doen van toegepast onderzoek. In dit onderzoek zal dus stap voor stap informatie over de bouwsystemen gewonnen worden waardoor deze op steeds meer punten kunnen worden vergeleken op gebied van flexibiliteit.

In het rapport wordt iedere fase aangegeven met een verschillende kleur: Groen voor beschrijvend onderzoek, paars voor exploratief praktijk onderzoek en rood voor toegepast onderzoek. Aan het einde van iedere pagina wordt in het verslag door middel van een gekleurd icoontje duidelijk gemaakt welke fase van het onderzoek het is.



3. Concept en randvoorwaarden

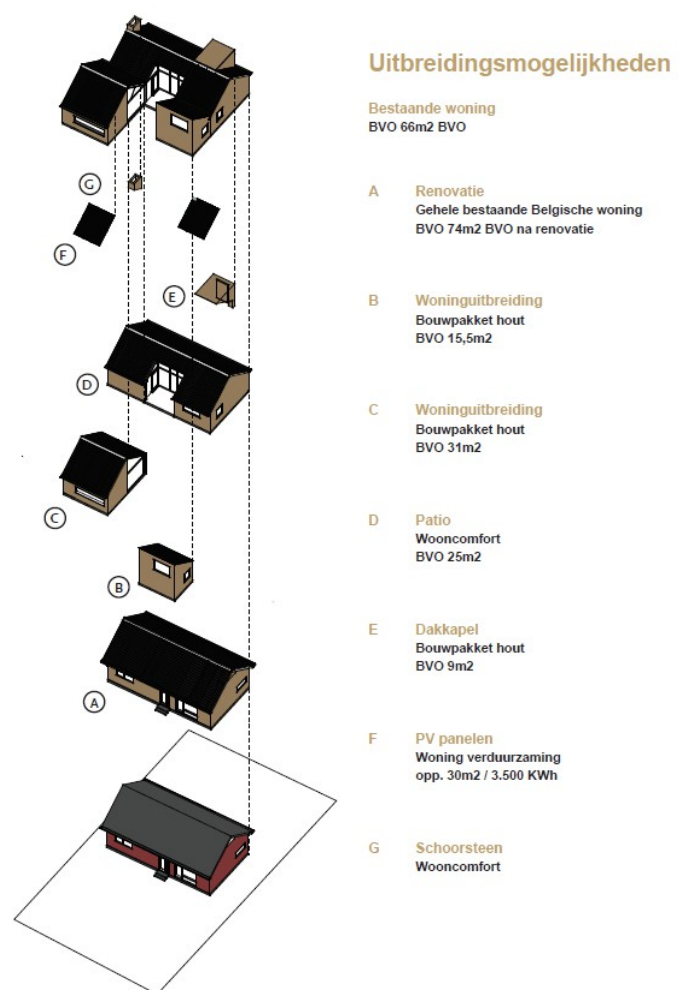
Om effectief bouwmethodes te kunnen onderzoeken zal het onderzoek worden ingekaderd door randvoorwaarden op te stellen. Deze randvoorwaarden komen voort uit het concept.

Om het concept uit te leggen zullen een aantal punten nader uitgelegd worden. Er wordt literatuur onderzoek gedaan naar de volgende onderwerpen; de geschiedenis van modulair bouwen (bijlage 2), de geschiedenis van de wijk Schuttersbosch (bijlage 3), het ontwerp concept bedacht door M. Spaan en J. Heijmans, de inspiratie voor het ontwerp (bijlage 4), de doelgroep, regelgeving omtrent bestemmingsplan, welstand en BKP en de precieze locatie van de te renoveren woningen (bijlage 5).

In dit hoofdstuk wordt het ontwerpconcept beschreven en de randvoorwaarden van het onderzoek die hier uit voortkomen. Informatie over de overige punten kunnen worden gevonden in de genoemde bijlagen.

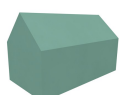
3.1 Ontwerpconcept

Voor het renoveren/ transformeren en nieuw bouwen van de systeembouw woningen in Schuttersbos is een concept bedacht waarbij de woningen modulair worden gemaakt. De bestaande houten woningen worden gerenoveerd tot energie vriendelijke boshuisjes. Op de lege kavels worden nieuwe boshuisjes gebouwd die qua vorm en ontwerp gebaseerd zijn op de oude woningen. Voor beide varianten is een uitbreidbaar woonconcept ontwikkeld met verschillende mogelijkheden. Tot de uitbreidingsmogelijkheden behoren woninguitbreidingen, een patio, een dakkapel, PV panelen en een schoorsteen. Een overzicht van deze mogelijkheden wordt weergegeven in afbeelding 6. Voor dit onderzoek naar het realiseren van de bouwmethodiek zal er worden gekeken naar de uitbreidingsmodules die aan de woning worden geschakeld. (uitbreiding B in afbeelding 6) De dakkapel, schoorsteen en PV panelen worden buiten beschouwing gelaten.



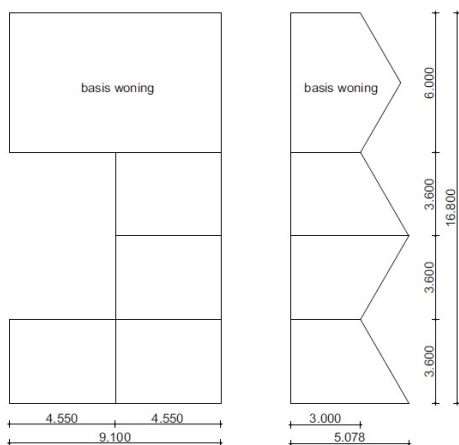
Afbeelding 6. uitbreidingsmogelijkheden (Heijmans & Spaan, 2016)

De modules kunnen op verschillende manieren aan de basiswoning en aan elkaar worden gekoppeld. Het bijzondere aan de modules is dat ze ook weer weggehaald en vervangen kunnen worden. Als een bewoner een module aan zijn huis toe voegt kan hij deze een aantal jaar later weer weg halen. Deze module kan dan

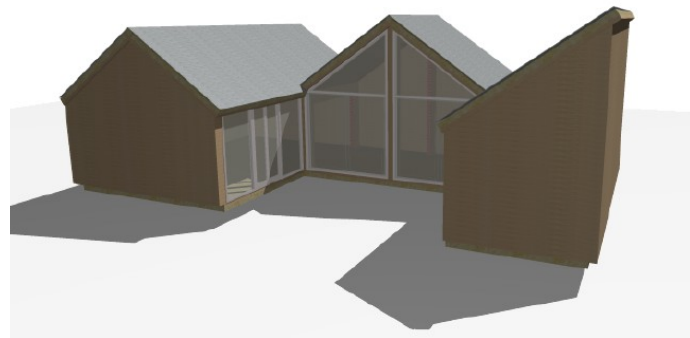


hergebruikt worden voor een andere woning. De modules zijn dus inwisselbaar. Op deze manier ontstaat het groeihuis waarbij starters met een kleine woning kunnen beginnen en deze vervolgens uitbreiden met extra woonruimte voor bijvoorbeeld werkruimte, een atelier of extra slaapkamers voor kinderen. Andersom kan de woning ook weer kleiner worden gemaakt als de kinderen het huis uit zijn (Spaan & Heijmans, 2016). Dit onderzoek zal zich toespitsen op de demontabele bouwmethode van de modules. Er zal worden onderzocht welke hout bouwmethode het best past bij het concept. Hierbij word voor het ontwerp uit gegaan van de bouwtechniek van de module en niet van de basis woning. De bouwtechniek van de basiswoning is volgend uit die van de module.

Voor het ontwerp van de basiswoning en de module zijn tekeningen gebruikt die gemaakt zijn door Bureau Jochem Heijmans. Dit zijn ontwerp schetsen waarbij verschillende basiswoningen en verschillende vormen van modules voor komen. Voor het onderzoek is gekozen om te werken met één basiswoning met een vaste maat van 6,0 m bij 9,1m. De modules hebben een vaste maat van 3,6 m bij 4,55 m. (afbeelding 7). Daarnaast wordt er gebruik gemaakt van een vast patroon voor het schakelen van de modules. Deze volgorde van uitbreidingen is te zien in afbeelding 9. In werkelijkheid kunnen de modules ook op andere manieren geschakeld worden. Het ontwerp voor basis woning, module en uitbreidingsvorm zijn als het ware gestandaardiseerd voor het onderzoek. In de basiswoning komt één geveldeel voor dat bestaat uit glas en in iedere basis module komt steeds een hele gevel voor bestaande uit glas. Dit is te zien in het 3D model van de woning in afbeelding 8. De ruimte in de modules zijn vrij in deelbaar. Deze modules komen overeen met uitbreiding B uit afbeelding 6.



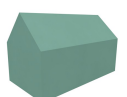
afbeelding 7. woning en module maten



afbeelding 8. 3D model geschakelde woning



afbeelding 9. volgorde van uitbreiden



3.2 Randvoorwaarden en uitgangspunten

Concept: Nieuw bouwen en modulair maken van de woningen in Schuttersbosch door een pakket van standaard woninguitbreidingen (afbeelding 6) te maken die op verschillende manieren aan elkaar en de basiswoning kunnen worden gekoppeld.

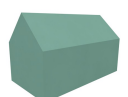
Bij het onderzoek horen de volgende randvoorwaarden:

1. Het doel van het onderzoek is advies geven over de bouwmethodiek van het project.
2. Het project wordt uitgevoerd in hout.
3. Bij het bouwkundig ontwerpen ligt de focus op de constructie van de uitbreidingsmodulen en de demontabele connecties die hiertussen gemaakt moeten worden en niet op de bouwmethodiek van de basiswoning. De bouwtechniek van de basiswoning is volgend uit die van de module.
4. De modules worden zoveel mogelijk gestandaardiseerd. Het uitgangspunt hierbij is één standaard module die aan alle kanten aan elkaar en aan de basis woning geschakeld kan worden.
5. De module kan aan en van de woning worden ge(de)monteerd. (punt 4 en 5 van typen flexibiliteit van ANA; demontabel & modulair en uitbreidbaar).
6. Een module kan meerdere functies (bijv. badkamer, keuken, woonkamer) aannemen. (punt 3 van typen van flexibiliteit van ANA; polyvalent)
7. Rc-waarden van de vloer-, gevel- en dak-pakketten voldoen aan de eisen volgens bouwbesluit.
11. De modules kunnen qua prijs concurreren met andere mogelijke vormen van aanbouw die aan de woning gemaakt kunnen worden.
12. De methode en betreffende partij moet beschikbaar zijn in de Benelux.

Deze randvoorwaarden zijn aan het begin van het onderzoek opgesteld. Uit deze randvoorwaarden komen verschillende niveaus van flexibiliteit naar voren: flexibiliteit van de woning, flexibiliteit van de module en flexibiliteit van de vloer-, gevel- en dak-pakketten. In afbeelding 10, 11 en 12 zijn deze niveaus van flexibiliteit weergegeven. Per niveau worden een aantal aandachtspunten benoemd. Dit is terug te zien in tabel 1. Door voor elk bouwsysteem de tabel in te vullen kunnen de systemen op precies de juiste aandachtspunten worden vergeleken.

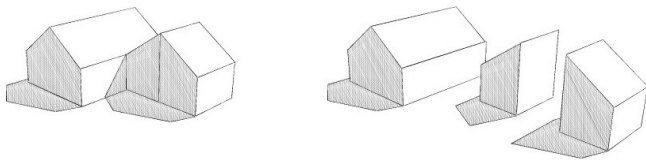
niveau van flexibiliteit	Aandachtspunt	Bouwmethode X
randvoorwaarden	Beschikbaarheid in de Benelux	
	Concurrerend in prijs met traditioneel bouwsysteem (traditionele stapelbouw)	
	Qua eisen RC voldoen aan bouwbesluit	
flexibiliteit van de woning	Mogelijkheid tot aan en loskoppelen module	
flexibiliteit van de module	Grootte van constructie elementen	
	Eenduidigheid van details	
flexibiliteit van vloer-, gevel-, dak pakketten	Afwerkingsmogelijkheden binnenwand	
	Afwerkingsmogelijkheden buiten wand	
	Flexibiliteit van installaties	

Tabel 1. uitgangspunten voor het vergelijken van bouwsystemen

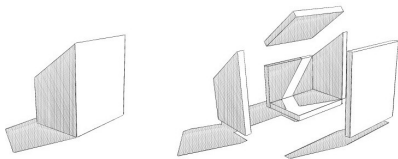


Uitleg van uitgangspunten bij tabel 1:

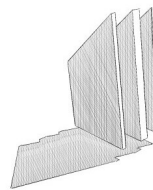
- mogelijkheid aan en loskoppelen module: In dit onderzoek wordt gezocht naar een systeem waarbij de module aan en demontabel is van de basiswoning en van andere modules.
- grootte van de constructie elementen: Geeft aan of de module in één keer geplaatst wordt, in grote elementen of in kleine bouw elementen.
- Eenduidigheid van details: Om het ontwerp zo goed en makkelijk mogelijk demontabel te maken zal er naar worden gestreefd om de details zo veel mogelijk integraal te maken.
- Afwerkingsmogelijkheden binnenwand: geeft aan of binnenwand afwerking gesloopt moet worden bij demonteren, of de binnenwand afwerking demontabel is of dat wanden onafgewerkt kunnen worden toegepast.
- Afwerkingsmogelijkheden van de buitenwand: Hier geldt hetzelfde als voor de binnenwand afwerking.
- Flexibiliteit van installaties: Voor het ontwerp wordt een slim installatie systeem bedacht dat makkelijk aanpasbaar is.



afbeelding 10. flexibiliteit van de woning



afbeelding 11. flexibiliteit van de module



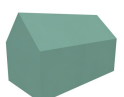
afbeelding 12. flexibiliteit van de pakketten en installaties

3.3 Deelconclusie

Door het uitwerken van het concept en het opstellen van de randvoorwaarden van het onderzoek is deelvraag 1 van het onderzoek beantwoord.

Deelvraag 1. Wat houdt het concept voor de renovatie en nieuwbouw van de woningen in Schuttersbosch in en wat zijn de randvoorwaarden?

In tabel 1 worden aandachtspunten voor het vergelijken van de bouwsystemen gegeven. Zoals uitgelegd in hoofdstuk 2 onderzoeksmethode zal deze tabel, worden aangevuld waar nodig naarmate het onderzoek vordert en nieuwe informatie over bouwsystemen bekend wordt. De uitgangspunten die vallen onder flexibiliteit van de woning en flexibiliteit van de module hebben invloed op punt 4 (demotabel en modulair) en punt 5 (uitbreidbaar) van de typen van flexibiliteit van ANA- architecten. De uitgangspunten die vallen onder flexibiliteit van vloer-, gevel- en dakpakketten hebben zowel invloed op punt 4, 5 en 3 polyvalent.



4. Houtbouwmethodes

4.1 Hoofdvormen van houtbouw

Volgens van Dam & van den Oever (2014) zijn er een aantal houtbouwsystemen te onderscheiden, namelijk: *HSB (houtskeletbouw)*, *CLT (cross laminated timber)*, *traditionele houtbouw (ook wel logbouw of houtstapelbouw)*, het STEKO bouwsysteem en Holz100 en Nurholz. Deze systemen zijn voor dit onderzoek verdeeld in verschillende hoofdvormen waarbij HSB en traditionele houtbouw zelf hoofdvormen op zich zijn. Bij contact met de voormalige leveranciers van het STEKO bouwsysteem bleek dat deze methode niet meer leverbaar is en niet meer gebruikt wordt. Daarom wordt deze niet verder besproken. Hier onder een overzicht van de hoofdvormen en bijbehorende bouwsystemen.

1. Massiefbouw

Nurholz/ Holz100

CLT (cross laminated timber)

2. Houtskeletbouw/ HSB

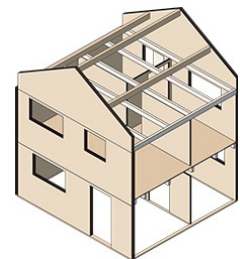
traditioneel HSB

houten paneelbouw

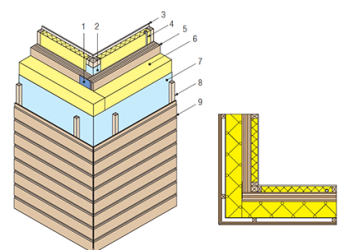
3. traditionele houtbouw/ logbouw

Massiefbouw

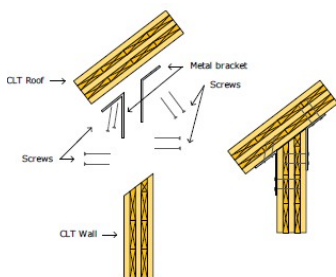
Dit is een vorm van bouwen waarbij *prefab* panelen of elementen van massief hout de draagconstructie vormen van een gebouw. De panelen bestaan uit verschillende lagen van hout die kruislings op elkaar liggen en zijn verlijmd of verbonden door houten deuvels. Met CLT panelen worden verlijmd panelen bedoeld. Panelen die bestaan uit lagen hout verbonden door deuvels wordt *pure massiefbouw of volhout* genoemd. (van Pul, 2014) Holz100 en Nurholz zijn leveranciers van volhout systemen. Door de kruislingse opbouw van de panelen kan er een hoge stabiliteit worden behaald. De panelen kunnen daarom worden gebruikt als lange vloeren die van de ene naar de andere kant overspannen en brede vloeren die in twee richtingen overspannen. Ook kunnen de panelen worden gebruikt als lange wanden in begane grond woningen en hoge wanden in ballonframe structuren (afbeelding 13). De panelen kunnen met verschillende technieken aan elkaar worden verbonden (afbeelding 14) (afbeelding 15, 16 en 17). Door het kruislings lamineren van de panelen wordt het zetten en krimpen van de panelen geminimaliseerd tot een verwaarloosbaar minimum. (KLH massivholz, 2011)



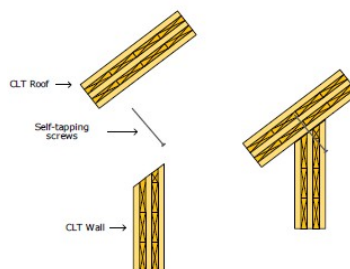
afbeelding 13. schema
(wtcb, z.d.)



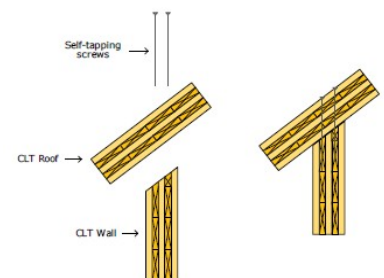
afbeelding 14. voorbeeld
wandopbouw CLT (wtcb, z.d.)



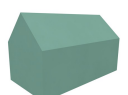
afbeelding 15. metalen hoek verbinding
(Karacabeyli & Douglas, 2013)



afbeelding 16. schroef verbinding
(Karacabeyli & Douglas, 2013)



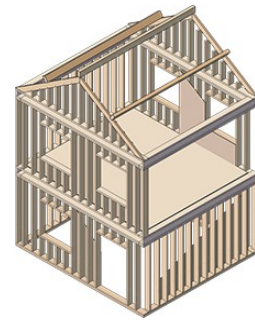
afbeelding 17. schroef verbinding
(Karacabeyli & Douglas, 2013)



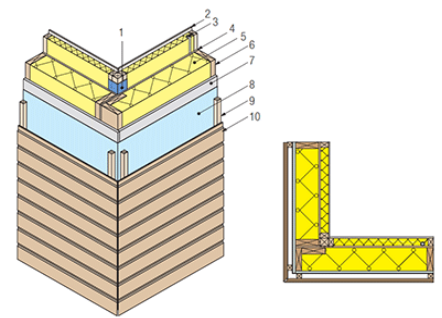
HSB houtskeletbouw

Bij de HSB-methode wordt gebruik gemaakt van prefab wand elementen die op maat zijn gemaakt. Deze elementen zijn dragend en bestaan uit stijl en regelwerk gecombineerd met een plaat materiaal (afbeelding 18 en 19). Op deze manier ontstaat een stabiel houten raamwerk of frame. Houtskeletbouw wanden kunnen in verschillende mate geprefabriceerd zijn. Er zijn kale systemen met losse op maat gemaakte onderdelen, complete wanden met isolatie, installaties en binnen en buiten afwerking en een aantal variaties daar tussen in.

Houten paneelbouw is de meer geprefabriceerde vorm van houtskeletbouw waarbij geprefabriceerde zelfdragende panelen, met daar in isolatie verwerkt, de wanden vormen van de constructie. De grote installaties kunnen in de prefabricage van de wanden worden meegenomen.



afbeelding 18. schema HSB (wtcb, z.d.)



afbeelding 19. voorbeeld wandopbouw HSB (wtcb, z.d.)

Traditionele houtbouw- logbouw- houtstapelbouw

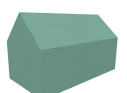
Het woord logbouw is afgeleid van de 'logs'. Dit zijn de massieve balken die op elkaar gestapeld worden. Dit vormen de constructie bouwdelen van logbouw. (Finnlogs, z.d.). De balken worden in de juiste maat op de bouwplaats geleverd. Ze zijn genummerd waardoor ze op de juiste manier gestapeld kunnen worden. De logs hebben een goede isolatie waarde. Door een voorzetwand te plaatsen kan de isolatie waarde worden verbeterd. Deze kunnen aan de binnen- of buitenkant van de woning worden geplaatst. Bijna alle soorten afwerkingen zijn mogelijk.

4.2 Deelconclusie

Met de informatie die is gevonden door middel van vooronderzoek is deelvraag 2 beantwoord. Antwoorden op de deelvragen zullen later in het onderzoek verder worden aangevuld.

2. Welke soorten houtbouw systemen zijn er en kunnen voor het project worden gebruikt?

Verskillende vormen van hout bouwmethodes, die wel of niet bruikbaar zijn voor het ontwerp, zijn in dit hoofdstuk besproken. Massief bouw lijkt voor het concept een passende hoofdbouw methode door de simpele verbindingen (afbeelding 7, 8 en 9) die zorgen voor hoge mate van standaardisatie van de constructie details. Ook zijn de verbindingen droog en demontabel. De Houten paneelbouw variant van HSB lijkt een geschikte bouwmethode voor het ontwerpen van de woningen omdat, net als bij CLT de panelen als bouw elementen op de bouwplaats aan komen en daar alleen nog maar met elkaar verbonden moeten worden. De verbindingen bij HSB zijn droog en demontabel. Logbouw is een minder geschikte vorm van bouwen binnen dit concept. Het is wel een droogbouw methode maar omdat de balken allemaal apart op elkaar gestapeld moeten worden en aan elkaar verbonden is dit systeem veel minder geschikt om te demonteren. Om deze redenen wordt er voor de uitwerking van het concept naar bouwsystemen gezocht binnen de hoofdbouwmethodes massiefbouw en HSB.



5. Exploratief, praktijk onderzoek: Interviews

5.1 Participerende partijen

Om een passend systeem te vinden worden verschillende producenten en leveranciers van houtbouw systemen binnen de hoofdvormen houtskeletbouw en massief bouw vergeleken (zie ook §4.2). Bij het zoeken naar bedrijven die gespecialiseerd zijn in het bouwen van modules zoals WEBO, Newcraft, BuildinX, sustainerhomes en Finch buildings valt op dat ook zij veelal gebruik maken van Cross laminated timber, houtskeletbouw en Hybride vormen hiervan. Tussen de besproken soorten houtbouw methodes liggen veel verschillende combinaties en variaties die worden aangeboden door leveranciers en producenten. Een aantal zaken zijn belangrijk bij het maken van een selectie van partijen voor de interviews, namelijk; de architectonische kwaliteit van het systeem en de interesse van de partij om kennis te delen. Het is immers de bedoeling dat het ontwerp uitgewerkt wordt in samenwerking met een systeembouwer. In hoofdzaak zijn bedrijven die actief zijn in de Benelux benaderd.

Voor het zoeken van modulaire systemen zijn 12 Nederlandse en Belgische partijen benaderd: WEBO, Newcraft, BuildinX, Sustainer Homes, Finch Buildings, Systimber, Ixpando, Strotec, Woodteq, NurHolz, T3 en NOVATOP. De volgende 7 van deze bedrijven wilden graag mee werken aan de interviews: Sustainer Homes, Finch Buildings, Systimber, Ixpando, Strotec, Woodteq en Nurholz.

Sustainer Homes en Finch Buildings zijn bouwmethodes die van zichzelf al een gestandaardiseerd modulair systeem zijn. Deze bouwsystemen vormen een aparte hoofdvorm. 'modulebouw'. De systemen zijn zo ontworpen dat ze economisch alleen werken als ze worden uitgevoerd volgens het uitgedachte bouwsysteem. Aanpassingen als bijvoorbeeld een lessenaarsdak zoals bij de woningen van Schuttersbos zorgt er voor dat het systeem niet rendabel is. Deze systemen worden niet meegenomen voor de keuze van bouwsystemen voor het project. Om deze reden zullen deze systemen in dit rapport verder niet worden toegelicht. De informatie over modulair bouwen verkregen uit deze interviews is echter zeer bruikbaar voor het onderzoek. (Bijlage 6)

5.2 Interviews

Er wordt gebruik gemaakt van een semi gestructureerd interview. Dit wil zeggen dat er een interview schema wordt aangehouden met van te voren opgestelde vragen, maar hier wel van afgeweken mag worden. De interviews worden met toestemming van de geïnterviewde persoon opgenomen. De volledig uitgeschreven interviews zijn opgenomen in bijlage 6 van het rapport. Hier kunnen ook de interview vragen terug gevonden worden. Hierna wordt een beknopte uitleg gegeven bij elk systeem.

Systimber: Het bedrijf heeft een nieuw systeem ontworpen waarbij balken verticaal met elkaar worden verbonden met behulp van afstandhouders. Zij noemen dit hout schakelbouw. In het overzicht in afbeelding 21 zijn deze balken, afstandhouder en de manier van schakelen weergegeven door middel van afbeeldingen. De lengte van de afstandhouders houdt de totale lengte van de samengestelde bouwplaten maatstabiel. De dubbele tandgroef verbinding die opgevuld is met EPDM vangt deze speling op en houdt de verbinding water en lucht dicht. Het grote verschil met logbouw is dat de balken gemakkelijk (de)montabel zijn van elkaar. Dit



systeem is ontworpen om weer uit elkaar gehaald te kunnen worden en ergens anders neer te zetten. Daarnaast worden de balken verticaal geschakeld in plaats van horizontaal. Het is het mogelijk om met de balken elementen samen te stellen die in één keer kunnen worden gemonteerd. Om deze reden valt Systimber niet onder logbouw maar is het een vorm van massief bouw.

Voordelen:

- Kleine houtbouwers, zzp'ers of particulieren zonder werkplaats kunnen het systeem zelf in elkaar zetten.
- De mogelijkheid om met balken te werken of elementen samen te stellen van grootte naar eigen keuze.
- Alle constructie onderdelen (vloer, wand en dak) kunnen opgebouwd worden uit het zelfde systeem.
- Isolatie en afwerking aan de buiten zijde kan geheel naar wens van de klant.
- Binnenzijde wand kan onafgewerkt gebruikt worden.
- Constructie verbindingen zijn droog, makkelijk demontabel en eenduidig.
- Esthetiek is een van de hoofdverkoop argumenten door de verticale lijnen.
- De totaal prijs is 5 à 8 procent onder houtskeletbouw. Het systeem zelf is duurder maar er wordt bespaard op de afwerking. (K. Verveat, Bijlage 6)

Woodteq: Woodteq houtconstructies bv. ontwerpt en construeert houten draagconstructies voor allerlei gebouwen. In het interview word Cross Laminated Timber als systeem besproken. Zie ook §4.1

Voordelen:

- Goed voor seriematig werk.
- Alle constructie onderdelen (vloer, wand en dak) kunnen opgebouwd worden uit het zelfde systeem.
- Door het kruislings lamineren van de panelen wordt het zetten en krimpen van de panelen geminimaliseerd tot een verwaarloosbaar minimum. (KLH massiv holz, 2011)
- Het systeem hoeft aan de binnenzijde niet afgewerkt te worden.
- Binnenzijde wand kan onafgewerkt gebruikt worden.
- Isolatie en afwerking aan de buiten zijde kan geheel naar wens van de klant.
- Constructie verbindingen zijn droog, makkelijk demontabel en eenduidig.
- CLT is concurrerend met kalkzandsteen. CLT is vergelijkbaar qua prijs maar biedt daarbij een aangenamer product dat ecologisch beter is en zorgt voor een beter leefklimaat. CLT zelf is duurder maar er wordt bespaard op de afwerking.

NurHolz: Nurholz is een vorm van pure massief houtbouw waarbij de houten constructie elementen bestaan uit lagen hout die uitsluitend met elkaar worden verbonden door houten schroeven. De panelen van het systeem bestaan uit een kern van 6 à 8 cm dik met daar tegen verschillende lagen hout die in horizontale, diagonale en verticale richting verbonden worden. De panelen worden op de bouwplaats aan elkaar verbonden tot een casco door middel van droge verbindingen zoals bij CLT. Nurholz beschikt over dezelfde voordelen als het CLT systeem. Het verkoop argument van Nurholz is dat de panelen bio based zijn omdat er geen lijm word gebruikt. Dit zorgt er echter voor Nurholz duurder is en qua prijs niet kan concurreren met de andere methodes.



Strotec: Levert een bouwsysteem dat gebruik maakt van gevelpanelen bestaand uit stijlen en regels met daartussen geperst stro. De panelen worden op maat gemaakt waardoor de montage op de bouwplaats snel is. De panelen zijn 400 mm dik. De breedte kan variëren van 400 tot 1200 mm. Aan de binnenzijde worden de panelen afgewerkt met leem. Dit zorgt voor een minder goed demontabel systeem. Afwerking aan de buitenzijde van de woning kan worden afgestemd op de wens van de klant. De begane grond vloer en platte daken kunnen niet worden uitgevoerd binnen het systeem. De prijs van bouwen met stro ligt hoger dan bij traditionele HSB bouwsystemen.

Voordelen:

- Gebruik van bio based materialen
- Aangenamer leefklimaat door damp open stro wand en leem afwerking.
- De draagconstructie van het systeem is aanpasbaar.
- Hoge isolatie waarde: gevelpanelen behalen Rc van 8,3
- Details van de constructie zijn droog en tot op zekere hoogte eenduidig.

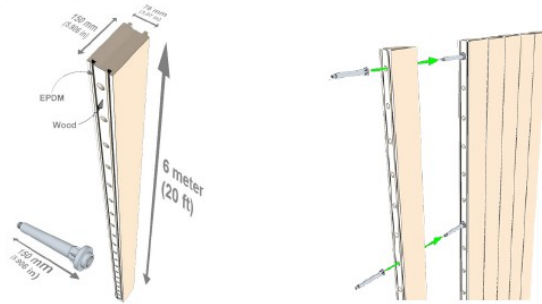
Ixpando: Dit bedrijf is gespecialiseerd in meer gestandaardiseerde vorm van hout skeletbouw door middel van dichte elementen van stijlen en regels die geïsoleerd zijn met cellulose. Bij dit systeem wordt gewerkt in een grid bestaande uit stappen van 300 mm. Binnen dit grid is alles mogelijk. Wanden en daken kunnen worden uitgevoerd in dit systeem. De wand wordt constructief stabiel gemaakt door een stabiliteitsplaat van 18 mm dik tegen het pakket te plaatsen. Hierdoor kunnen gevel brede elementen worden gerealiseerd. De binnenzijde wordt afgewerkt met een stuc laag. Dit zorgt voor een minder demontabele woning. Een andere optie is om de binnenzijde af te werken met houten platen. Er blijven dan wel naden zichtbaar. Bij een gesprek over de offerte die door deze partij is opgesteld bleek dat dit systeem qua prijs voordelig is wanneer strikt binnen het grid wordt gebouwd. Door de toepassing van de hellende daken bleek het systeem in werkelijkheid erg duur uit te vallen. Momenteel wordt er door Ixpando gewerkt aan een meer specifieke en scherpere offerte.

Na het houden van de interviews is een overzicht gemaakt van de verschillende systemen om beter inzicht te krijgen in hoe de systemen er uit zien en hoe ze werken. In het overzicht geven afbeeldingen de essentie van het systeem weer. Daarnaast is per systeem een wandpakket uitgetekend. Hierbij is voor elk systeem dezelfde buitenafwerking gekozen van verticale houten gevelbekleding op twee lagen met houten regels.

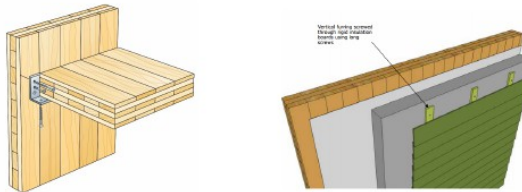
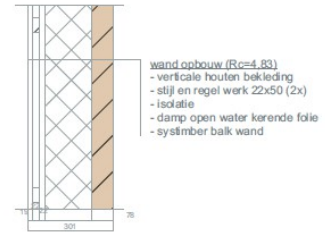
Binnenafwerking is meegenomen bij de wanden waarbij dit toegepast moet worden. Bij elk pakket is uitgerekend welke isolatiedikte nodig is om aan een Rc 4,5 te komen bij toepassen van Isovlas isolatie platen. Op deze manier kunnen de diktes van de (gestandaardiseerde) wandpakketten en de opbouw hiervan met elkaar worden vergeleken. Bij de wandpakketten is het deel dat wordt geleverd door de betreffende partij in kleur weergegeven. Bij het CLT systeem is bijvoorbeeld alleen de CLT wand gekleurd. De isolatie en de buitenafwerking zijn wit. Het overzicht van de bouwsystemen is te zien in afbeelding 20. De volledige uitleg van ieder systeem is terug te vinden in de interviews in bijlage 6.



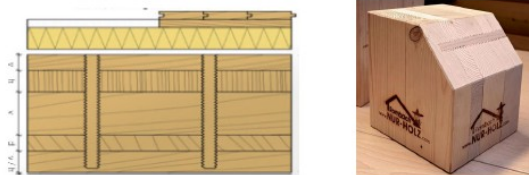
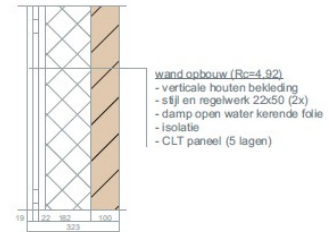
Massief bouw



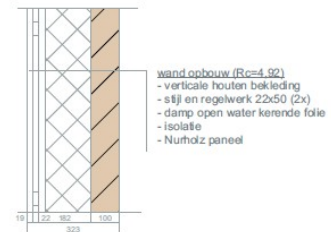
Systimber



Woodtec - CLT



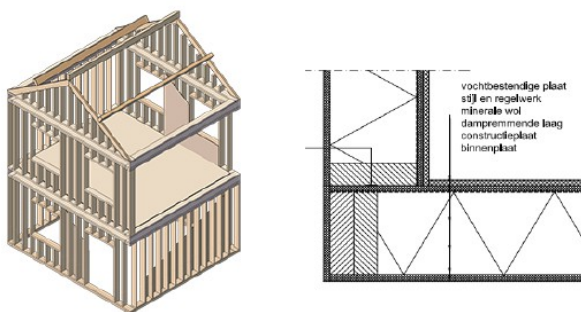
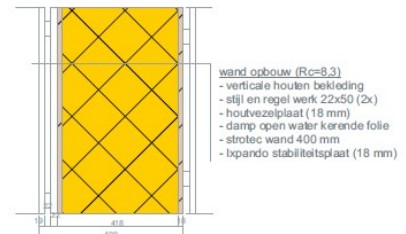
Nurholz



Houtskeletbouw



Strotec



lxpando



Afbeelding 20. schematisch overzicht van bouwsystemen



5.3 Resultaten

Een aantal punten die naar aanleiding van de interviews belangrijk blijken te zijn voor het vergelijken van de bouwmethodes zijn toegevoegd aan de tabel met uitgangspunten. Deze punten worden weer onderverdeeld in niveaus van flexibiliteit. Er is een nieuw niveau ontstaan namelijk 'flexibiliteit in maakbaarheid'. (tabel 2)

niveau van flexibiliteit	Aandachtspunt	Bouwsysteem				
		Massiefbouw		Houtskeletbouw		
		Systimber	Woodteq CLT	Nurholz	Strotec	Ixpando
1. Randvoorwaarden	Partij wil kennis delen	+	+	+	+	+
	Partij heeft interesse	+	+ -	-	+	+
	Locatie binnen Benelux	+	+	+	+	+
	Concurrerende prijs	+	+	-	-	+ -
	Berekende wanddikte bij Rc 4,5	301 mm	323 mm	323 mm	499 mm	363 mm
	Rc waarde (berekend/ standaard)	4,8	4,9	4,9	8,3	7,2
2. flexibiliteit Woning	Mogelijkheid tot aan en loskoppelen module	+	+	+	+	+
3. flexibiliteit Module	Grootte van constructie elementen	Balk of element	Gevel breed	Gevel breed	element	Gevelbreed of element
	Eenduidigheid van details	Standaard/ droog	Standaard/ droog	Standaard/ droog	Semi standaard/ droog	Semi standaard/ droog
4. flexibiliteit pakketten	Afwerking binnenwand	Onafgewerkt	onafgewerkt	onafgewerkt	Leem	Gips en stuc
	Afwerking buitenwand	Alles	Alles	Alles	Alles	Alles
	Flexibiliteit installatie					
	Isolatie als onderdeel van constructie	-	-	-	+	+
5. flexibiliteit in maakbaarheid	Pakketten die in systeem kunnen worden uitgevoerd	Alle	Alle	Alle	Wand, verdiepings vloer & schuin dak	Wand, verdiepingsvloer & dak
	bouwsnelheid	+	+	+	+	+
	Zelf maakbaarheid	Particulier	bouwbedrijf	bouwbedrijf	bouwbedrijf	bouwbedrijf
	Bouwen zonder kraan	+	-	-	-	-

+ = ja

+ - = twijfel

- = nee

tabel 2. uitgangspunten voor het vergelijken van bouwsystemen



Hier onder worden de uitgangspunten besproken die aan de tabel zijn toe gevoegd.

- De partij wil kennis delen
- De partij heeft interesse in het project
- Concurrerende prijs: Dit is een uitgangspunt waar lastig iets over te zeggen is. Sommige methodes lijken erg voordelig maar zijn bij een kleinschalig en specifiek bouwproject als in Schutterbosch duur.
- De wand dikte van het systeem bij een Rc van 4,5: Geeft de dikte van de wand aan die volgt uit het gemaakte overzicht van de wandpakketten. De wanden van Strotec en Ixpando hebben vaste systeem maten en daardoor een vaste Rc.
- Rc-waarde: Geeft de berekende Rc-waarde die bij de wand dikte hoort.
- Isolatie als onderdeel van constructie
- Pakketten die in systeem kunnen worden uitgevoerd: Geeft aan welke onderdelen (vloer, gevel, dak) in het betreffende systeem kunnen worden uitgevoerd. Een eenduidig systeem zorgt voor eenduidige details.
- Bouwsnelheid
- Zelf maakbaarheid: Geeft aan of het systeem door een gespecialiseerd bedrijf gebouwd moet worden gezet of dat zzp'ers of particulieren zelf het systeem kunnen bouwen.
- Bouwen zonder kraan

5.4 Deelconclusies

Tabel 2 geeft een overzicht van de eigenschappen van de systemen op het gebied van flexibiliteit. Er wordt niet per uitgangspunt aangegeven of deze eigenschap goed of minder goed te gebruiken is bij de uitwerking van het concept. Dit komt omdat bij een aantal uitgangspunten niet direct duidelijk is of deze positief of negatief zijn voor het concept. De punten 'grootte van constructie elementen', 'isolatie als onderdeel van de constructie' en 'zelf maakbaarheid' zijn hier voorbeelden van. Het vinden van het beste systeem voor het concept wordt gerealiseerd door het maken van afwegingen tussen eigenschappen van de systemen. Hiervoor moet tabel 2 goed worden bestudeerd. In deze paragraaf worden de systemen per niveau van flexibiliteit besproken en conclusies getrokken. Hiermee wordt deelvraag 3 beantwoordt.

Deelvraag 3. Welke consequenties hebben verschillende systemen voor flexibiliteit van de woningen?

1. randvoorwaarden: Randvoorwaarden zijn, zoals de naam aangeeft, punten waar de systemen in meer of mindere mate aan moeten voldoen om gebruikt te kunnen worden voor het concept. In de tabel is af te lezen dat Systember voldoet aan alle randvoorwaarden. De partijen Systember, Strotec en Ixpando zijn het meest geïnteresseerd om het project uit te voeren.

In de interviews is gevraagd waarmee de systemen vergelijkbaar zijn qua prijs en waar dit aan ligt. Bijvoorbeeld aan bouwsnelheid of aan materiaal keuze (bijlage 6). Op basis hiervan wordt de tabel ingevuld. Welke partij qua prijs het meest gunstig uit komt is lastig te zeggen. Dit komt omdat de prijzen van verschillende systemen variëren op basis van verschillende factoren. Bijvoorbeeld: Systember is in het algemeen een duurder systeem maar komt voor dit project goedkoper uit omdat deze beter is aan te passen naar het ontwerp. Voor het concept zijn te dikke wanden zoals die van Strotec niet wenselijk omdat dit relatief veel ruimte weg neemt in



een module. Nurholz kan qua prijs niet concurreren met de andere systemen en heeft geen interesse in het uitvoeren van het systeem. Op basis van de randvoorwaarden wordt bepaald dat Strotec en Nurholz niet verder worden onderzocht door middel van toegepast onderzoek. (hoofdstuk 7).

2. flexibiliteit van de woning

Alle systemen zijn geschikt om aan en van de woningen te kunnen (de)monteren. Hoe makkelijk dit gaat hangt af van factoren zoals wand afwerking en bouwvolgorde. Dit wordt nader onderzocht door het uitwerken van de details. (hoofdstuk 7)

3. flexibiliteit van de module

Bij het vergelijken van 'grootte van constructie elementen' blijken Systimber en Ixundo weer de meest gunstige Systemen te zijn. Bij beide systemen kunnen wanden worden opgebouwd uit grote of kleine elementen. Systimber is hier speciaal voor gemaakt is. De balken kunnen apart worden geschakeld of als een element. Bij Ixundo wordt het systeem opgebouwd uit gevel brede elementen of kleine elementen. Het opbouwen van Ixundo wand uit meerdere kleinere elementen zal hoogstwaarschijnlijk duurder zijn met betrekking tot productie kosten. CLT en Nurholz werken beide met grote elementen. Uit de tabel wordt opgemaakt dat de details van massiefbouw meer eenduidig zijn dan die van HSB. Echter hangt dit af van de wandafwerking.

4. flexibiliteit van de pakketten

De massief houten constructies kunnen onafgewerkt worden gebruikt. De HSB wanden zullen aan de binnenkant moeten worden afgewerkt. Dit gebeurt vaak met een niet demontabele afwerking zoals stucwerk. Op dit gebied is massief bouw meer geschikt. Hoe de installaties in het ontwerp worden geïntegreerd hangt af van een aantal keuzes die op dit moment nog niet gemaakt zijn.

5. flexibiliteit in maakbaarheid

Van de massief houten constructies kunnen de vloeren, wanden, platte daken en schuine daken worden uitgevoerd in het betreffende systeem. Dit maakt de massiefbouwssystemen een meer integraal systeem. De bouwsnelheid van de Systemen zijn met elkaar vergelijkbaar. Zelfs bij Systimber is dit het geval ook al worden wanden balk voor balk opgebouwd. 'De snelheid is erg vergelijkbaar met HSB. "We bouwen 2,5m² pp/ph" (Verveat, 2017). Alleen Systimber kan door particulieren zelf gebouwd worden zonder kraan.

Er zijn een aantal verschillen tussen de hoofdvormen 'massiefbouw' en 'HSB'. De mate van standaardisatie van de details is groter bij massiefbouw. Bij massiefbouw kunnen binnenwanden altijd onafgewerkt worden gebruikt en bij HSB moeten deze altijd worden afgewerkt. De dikte van de pakketten zijn bij massiefbouw over het algemeen kleiner. Bij massiefbouw kunnen altijd alle constructie onderdelen worden uitgevoerd in het betreffende systeem en bij HSB niet. Over het algemeen komt massiefbouw gunstiger uit de tabel dan HSB. Systimber komt bij het vergelijken van de systemen naar voren als het meest flexibele systeem. Dit komt vooral omdat het systeem zowel kan worden opgebouwd uit balken als elementen. Hierdoor is het een ideaal systeem om te kunnen demonteren. De systemen Systimber, CLT en Ixundo zullen worden uitgewerkt door middel van toegepast onderzoek.



6. Toegepast onderzoek: technische uitwerking

Voor de criteria 'grootte van constructie elementen', 'isolatie als onderdeel van de constructie', 'pakketten die in systeem kunnen worden uitgevoerd' en 'zelf maakbaarheid' is niet direct duidelijke of het goede of minder goede eigenschappen zijn met betrekking tot het concept. Of deze eigenschappen positief of negatief zijn hangt ook af van de andere eigenschappen van het systeem. Bijvoorbeeld; 'Isolatie die al onderdeel is van de draagconstructie' klinkt als een positieve eigenschap, aangezien er niet na geïsoleerd hoeft te worden. Maar een gevolg hiervan kan zijn dat de aansluit details juist ingewikkelder zijn. De verschillende eigenschappen kunnen dus invloed hebben op elkaar. Deze soort verbanden worden in dit stadium van het onderzoek uitgezocht door het constructief en technisch uitwerken van het ontwerp. Dit gebeurt door middel van het tekenen van gevel- en dak pakketen plattegronden, doorsnedes en details. Op basis hier van worden de drie systemen vergeleken met behulp van de tabel met uitgangspunten. Hierna worden conclusies getrokken.

Per systeem zijn vier details uitgewerkt. Dit zijn vier verschillende details op plaatsen waar de modules aan de woning of aan elkaar geschakeld worden.

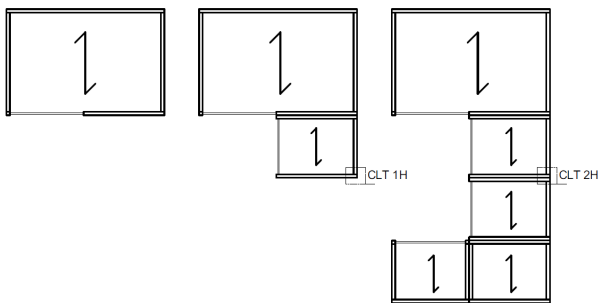
In dit hoofdstuk wordt uitgelegd welke stappen zijn ondernomen om tot deze details te komen.

6.1 Stabiliteitsontwerp

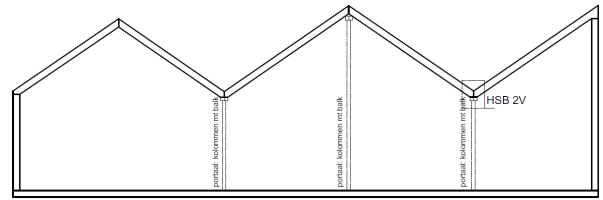
Het schakelen van de modules aan de woning gebeurt bij ieder systeem op een andere manier als gevolg van een andere wandopbouw. Bij koppeling van het CLT systeem worden de gehele modules tegen elkaar aan gezet. Dit wil zeggen dat bij het schakelen de wanden van de modules tegen elkaar komen te staan (afbeelding 20). Om een doorgang in de wand te krijgen is een gedeelte van deze wand verwijderbaar waardoor een portaal ontstaat. Ixpando is hiervoor niet geschikt omdat het niet gunstig is om twee geïsoleerde wanden tegen elkaar te zetten. Ook is het lastig om op deze manier een portaal in een HSB wand te maken. Om deze reden zal bij de schakeling van het HSB systeem steeds de hele wand waar de module wordt geschakeld moeten worden verwijderd (afbeelding 24).

In afbeelding 21, 24 en 27 zijn overzichten te zien van de wanden die zorgen voor stabiliteit. Deze zijn in het overzicht dik getekend. De dun getekende geveldelen zijn glazen puien. In de basiswoning zijn genoeg stabiliteitswanden aanwezig. Bij het schakelen van één HSB module aan de basiswoning (afbeelding 24) wordt het deel van de wand waartegen de module komt te staan weggehaald. Ook bij het weghalen van deze wand blijven er genoeg wanden over om de basiswoning stabiel te houden. De module zelf heeft twee stabiele wanden en zal dus goed moeten worden bevestigd aan de basiswoning voor het verkrijgen van genoeg stabiliteit. Bij het uitbreiden met een volgende module wordt weer de wand weggehaald op de plaats waar de volgende module er tegen aan komt. Dit zorgt er voor dat de eerste module maar één stabiliteitswand over houdt. Om het dak op te kunnen vangen zullen er houten balken of stalen liggers moeten worden toegepast waar wanden zijn weggehaald. Deze zullen worden bevestigd op kolommen. Aan deze kolommen zullen ook de glazen puien worden bevestigd. In afbeelding 25 is in een schematische doorsnede weergegeven waar balken en kolommen geplaatst worden. In afbeelding 26 is een schematisch horizontaal en verticaal detail weergegeven van de wandaansluitingen bij een enkele module en bij een geschakelde module. Hierbij is te zien hoe het dak ondersteund wordt.

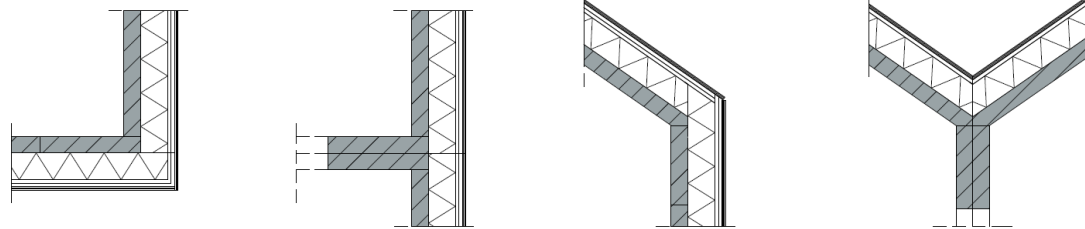




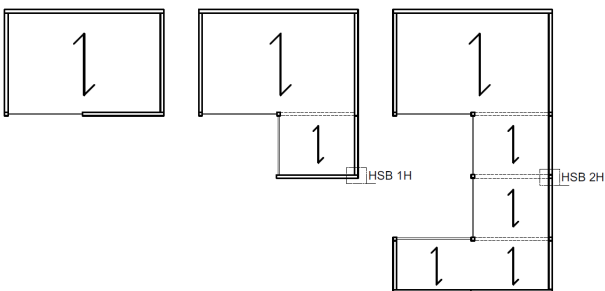
afbeelding 21. stabiliteit plattegronden CLT



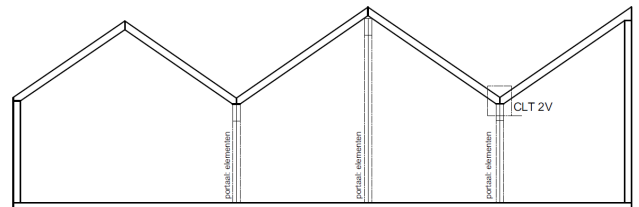
afbeelding 22. stabiliteit doorsnede CLT



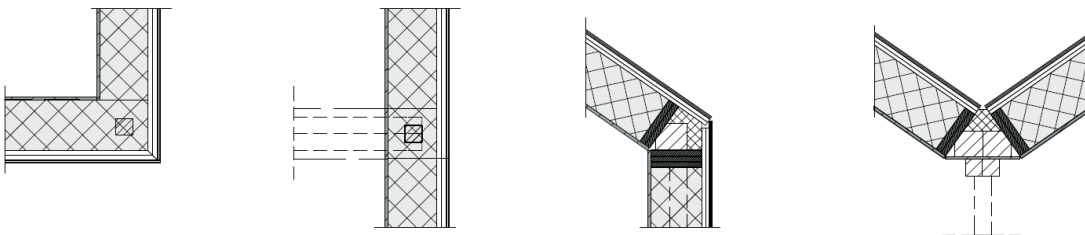
afbeelding 23. details schematisch; horizontaal enkel, horizontaal geschakeld, verticaal enkel, verticaal geschakeld



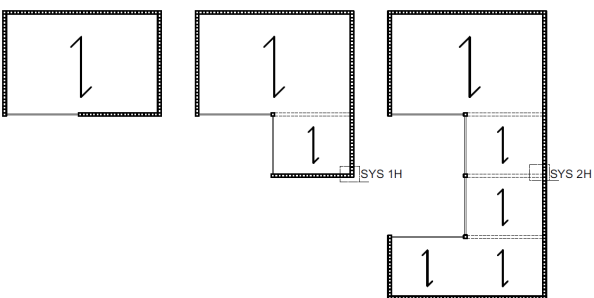
afbeelding 24. stabiliteit plattegronden HSB



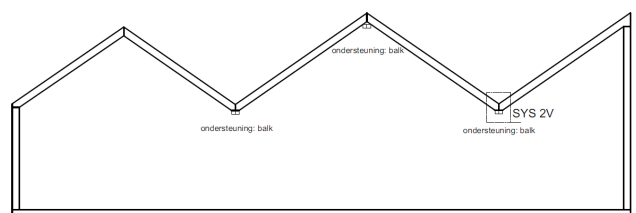
afbeelding 25. stabiliteit doorsnede HSB



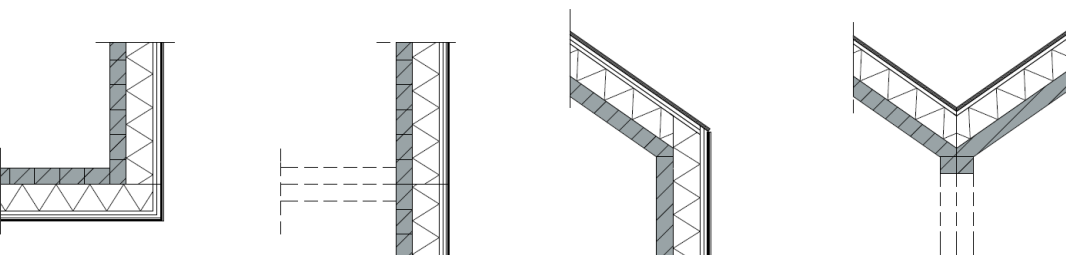
afbeelding 26. details schematisch: horizontaal enkel, horizontaal geschakeld, verticaal enkel, verticaal geschakeld



afbeelding 27. stabiliteit plattegronden Systember



afbeelding 28. stabiliteit doorsnede Systember



afbeelding 29. details schematisch: horizontaal enkel, horizontaal geschakeld, verticaal enkel, verticaal geschakeld



Het gebruik van dubbele portalen bij de CLT constructie zorgt voor een stabiele constructie van de modules. (afbeelding 21). Het dak wordt hier ondersteund door de portalen (afbeelding 22). In afbeelding 26 zijn de schematische horizontale en verticale details te zien waarbij, bij het schakelen van de module een deel van de wand verwijderd kan worden zodat een portaal ontstaat.

Het Systeem is massief bouw zoals bij het CLT systeem, maar portaal wanden kunnen niet dragend worden gemaakt en fungeren als stabiliteitswanden aangezien de wanden zijn opgebouwd uit balken. (afbeelding 27) Om deze reden moeten, net als bij het Ixundo systeem, de daken worden opgevangen. Dit wordt opgelost door het bevestigen van houten balken aan de Systeem wanden op de plaatsen waar het dak opgevangen moet worden. De balken hoeven niet op kolommen te staan zoals bij Ixundo maar kunnen met stalen balkdragers aan de wanden worden bevestigd. (afbeelding 28 en 29)

6.2 Verantwoording van keuzes

Voor het uitwerken van tekeningen worden keuzes gemaakt voor onderdelen zoals fundering, vloer, wanden en daken. Per onderdeel zijn van verschillende opties de voor en nadelen afgewogen tegen de randvoorwaarden. In deze paragraaf staat uitgelegd welke keuzes zijn gemaakt en waarom.

Er is gezocht naar oplossingen waarbij geen natte verbindingen worden gemaakt en waarbij bij demonteren niets of nauwelijks hoeft te worden gesloopt.

6.2.1 Fundering en vloer

Allereerst wordt gekeken naar de kwaliteit van de grond. In Schuttersbosch bestaat de grond uit zand en zijn de woningen gefundeerd op staal. Het is niet nodig om een fundering op palen toe te passen.

Om de fundering en de vloer zo demontabel mogelijk te maken zijn de vloeren in hout uitgevoerd in plaats van beton. Details zijn hierdoor eenduidig en droog. In verband met kosten en wegwerken van installaties wordt de vloer niet uitgevoerd in CLT of Systeem maar opgebouwd uit houten balken van 165x55 mm die hart op hart 600 mm uit elkaar liggen. Over de balken ligt plywood die ervoor dat een element gevormd wordt. De vloer is opgedeeld in elementen van 1,2 m breed met een overspanning van 3,6 m lang zodat deze verplaatsbaar zijn. Er is een constructieve plattegrond te zien van de vloer in bijlage 8.2. Voor de flexibiliteit van de module is gekozen om constructie elementen zo veel mogelijk draagbaar te maken. Op de vloer ligt 100 mm XPS isolatie en een Fermacel 2E16 gipsvezelplaat. Deze zal worden uitgevoerd als een zwevende dekvloer om geluidshinder te voorkomen. Een vereiste is dat een houten vloer altijd $\pm$ een halve meter boven de grond ligt. (E. Nijssink). Dit is hier niet wenselijk in verband met rolstoel toegankelijkheid en levensloop bestendigheid. Er is gekozen voor een fundering op Stelcon platen. Eerst wordt grond uitgegraven waarna er grondverbetering wordt toegepast middels een verdicht zandbed. Daarop worden de Stelcon platen gelegd met daarop hardhouten onderregels van 100 x 100 mm. Dit vormt de fundering. De constructieve plattegrond van de fundering is te zien in bijlage 8.1. Op de onder regels worden de vloer elementen gelegd. Rondom de balken worden betonnen geïsoleerde kantplanken geplaatst zodat hier geen vocht bij kan komen. Om de houten vloer te ventileren worden ventilatie roosters toegepast. De uitwerking van de fundering en vloer is voor ieder systeem gelijk. In bijlage 9, 10 en 11 (details 6.0 en 6.1) zijn de aansluitingen van de fundering met de begane grondvloer en gevel te zien. De details 6.1 geven de geschakelde versie hiervan.



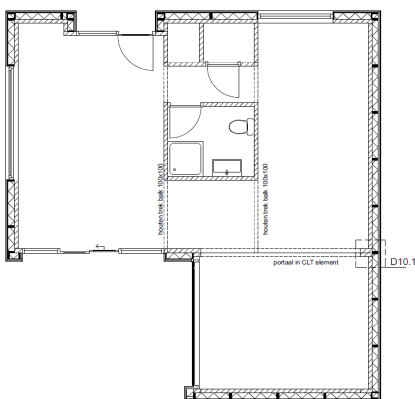
6.2.2 Dragende wanden

De dragende wanden worden uitgevoerd in het betreffende systeem; Systimber, CLT of HSB. Bij CLT wordt gebruik gemaakt van gevel brede elementen. Bij het Ixpando systeem worden elementen gebruikt van 1,2 m breed of een andere veelvoud van 300 mm. Wanden van het Systimber systeem zijn opgebouwd uit Systimber balken maar kunnen in elementen van grootte naar keuze worden gemonteerd. Weer wordt zo veel mogelijk gekozen voor draagbare constructie elementen. Alleen bij het CLT systeem is dit lastiger uit te voeren.

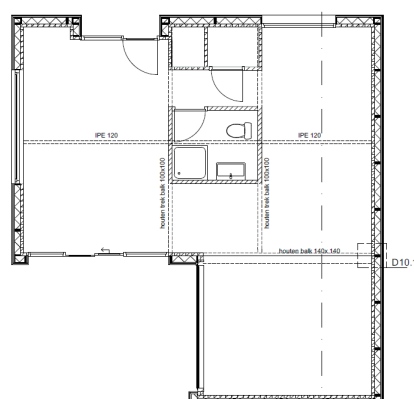
6.2.3 Daken

CLT: Bij het CLT systeem is er voor gekozen om de kap van het basishuis uit te voeren in een standaard scharnierkap. Deze keuze is gemaakt omdat de basiswoning niet demontabel hoeft te zijn en een scharnierkap goedkoper is dan een CLT dak. Om de scharnierkap op te vangen zullen er trekbalen in de woning worden geplaatst die ondersteund worden door de wanden van de centrale ruimte. (Afbeelding 30)

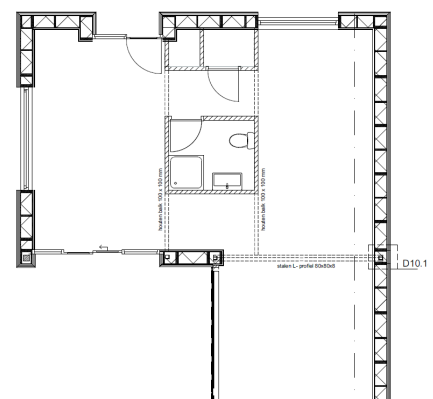
De daken van de modules zullen worden uitgevoerd in CLT. Dit zorgt voor meer eenduidigheid van details maar ook voor redelijk grote constructie elementen. De CLT platen maken een overspanning van 4,3 m. Deze overspanning kan met CLT gemaakt worden met een dikte van 130 mm. (Solid Timber, z.d.) CLT elementen hebben een maximale breedte van 3 m. Per module zal een element van 3 meter worden gebruikt en een pas element. De CLT elementen kunnen koud op de CLT wanden worden gelegd en zijn verbonden met schroeven.



afbeelding 30. plattegrond CLT



afbeelding 31. plattegrond Systimber



afbeelding 32. plattegrond Ixpando

Systimber: Voor de Systimber variant is er voor gekozen om alle daken uit te voeren in Systimber. Dit is gedaan omdat in dit geval de basiswoning ook is opgebouwd met Systimber balken en dus geheel zonder kraan te monteren is. Bij het plaatsen van een scharnierkap zou er een kraan gebruikt moeten worden. Dit is in tegenstrijd met de essentie van Systimber. Ook bij het Systimber systeem komen in de basiswoning trekbalen te liggen voor het opvangen van het dak. (afbeelding 31) In de nok wordt een balk geplaatst die overspant over de gehele lengterichting van de woning. Ook deze balk wordt opgevangen door de wanden van de centrale ruimte. Op deze balk wordt het Systimber dak vast gezet. In de modules worden ook balken geplaatst om voor het opvangen van het dak. Balken worden aan de wanden bevestigd door middel van balkdragers. Door alles uit te voeren in Systimber zijn de details van het systeem eenduidig en kan de grootte van constructie elementen variëren in balken en in grotere elementen.



Ixpando: Ixpando maakt gebruik van dakpakketten die op de zelfde manier zijn opgebouwd als de wanden. Dit zijn dichte panelen die bestaan uit stijl en regelwerk met isolatie er tussen. Ook hebben zij hiervan een scharnierkap variant. Deze wordt gebruikt voor de basiswoning. Voor de modules worden zelfdragende elementen gebruikt die in één keer worden geplaatst. Kleine elementen van bijvoorbeeld 1.2 m gebruiken zij niet omdat voor deze elementen toch een kraan gebruikt moet worden aangezien ze nog steeds te zwaar zijn om zelf te tillen. Kleinere elementen maken het systeem dan alleen duurder. Dit betekent dat de constructie elementen van het dak groot zijn en met een kraan geplaatst moeten worden. De Ixpando dak elementen worden opgevangen door stalen L-profielen. De stalen L-profielen liggen op stalen kokers van 100x100x6 mm in de lage gedeeltes van het dak en kokers van 190x190x10 in de hoge gedeeltes van het dak. De kokers zijn weggewerkt in de gevels en omkleed met isolatie. (afbeelding 32).

6.2.4 Binnenwanden

Bij het CLT systeem bestaan de wanden van de centrale ruimte in de basiswoning uit het betreffende systeem. De wanden kunnen in natte ruimtes worden bekleed met waterbestendige gipsplaten en worden afgewerkt met tegels. Voor het Systimber systeem geldt hetzelfde. Bij Ixpando worden de binnenwanden uitgevoerd als metal-stud wanden welke, afhankelijk van de toepassing, met 1 of 2 gipsplaten per zijde kunnen worden afgewerkt. Standaard worden de wanden gevuld met Magripol houtvezelisoaltie. Gipsplaten zijn altijd 12,5 mm dik. (Ixpando, z.d.)

6.3 Gevel- en dak pakketten

Er is uitgezocht hoe de wand en dak pakketten worden afgewerkt en op welke manier deze worden geïsoleerd. Het ontwerpen van de pakketten is een iteratief proces waarbij de details invloed hebben op de wand pakketten en andersom. Het ontwerp van de details en de opbouw van de pakketten bepalen samen de bouw volgorde van de woning. Hierna wordt van elk systeem het laatst ontworpen pakket besproken. Het ontwerp is nog in ontwikkeling dus dit zijn geen definitieve tekeningen. Bij het ontwerpen van de pakketten is geprobeerd deze zo veel mogelijk demontabel te maken.

6.3.1 CLT en Systimber

De opbouw van de wandpakketten van het CLT en Systimber zijn in de basis hetzelfde. De bouwvolgorde van de wanden is als volgt: Eerst wordt de constructieve wand geplaatst. Hierna wordt isolatie tegen de wand geplaatst. Het isoleren van de wanden wordt gedaan door het plaatsen van zelfdragende isolatie elementen van 1,2 m breed. Een element is opgebouwd uit stijlen met daartussen isolatie. De elementen zijn stabiel door de onder en boven regels. Het element is achtereenvolgens vanaf de constructie naar buiten afgewerkt met een laag verticale houten latten, vezelcementplaat, een tweede laag verticale houten latten, een laag horizontale houten latten en gevel bekleding van verticale houten latten. Het zelfdragende element met de afwerking kan in één keer aan de constructie worden gehangen. Het einde van het element wordt aan de wand bevestigd met een stalen hoek profiel. Boven dit hoekprofiel is op het element een hard houten lat bevestigd. Op het begin van het volgende element zit ook een houten lat. De begin lat van het tweede element word achter de eind lat van het eerste element geklemd. Tussen de afwerking van de twee elementen zit 16 mm afstand. Hierdoor kunnen de twee latten worden vastgeschroefd. Deze manier van isoleren zorgt ervoor dat het hele wandpakket demontabel is. Bij demonteren hoeven latten niet één voor één van de woning los geschroefd te worden maar

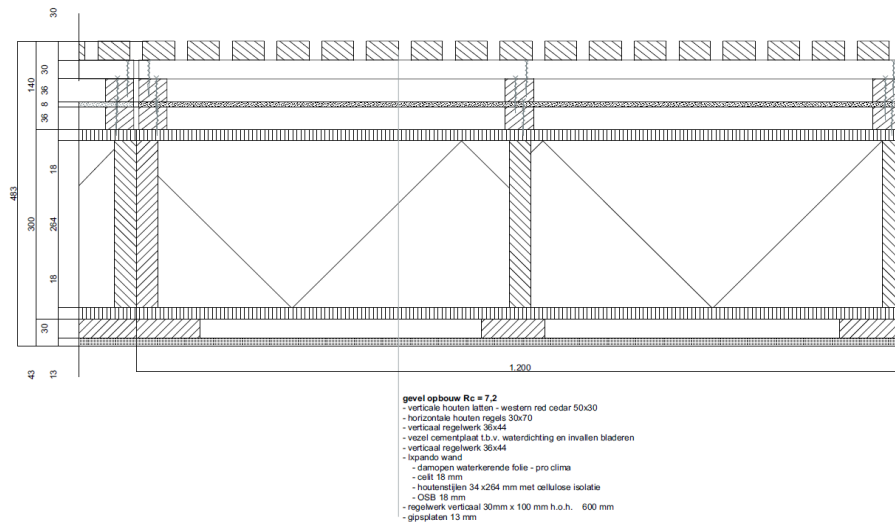


De dakpakketten van het CLT en Systimber systeem worden ook geïsoleerd door middel van zelfdragende elementen. Het verschil met het wand pakket is de mate van prefabricage. Het element bestaat uit stijlen en regels met daartussen isolatie en is aan de buitenkant afgewerkt met underlayment. Als waterdichte laag wordt een aluminium golfplaat in het werk vast geschroefd op het element. Golfplaat is demontabel en herbruikbaar in tegenstelling tot folie of bitumineuze dakbedekking. Op de achterkant van de speciale schroeven die hiervoor worden gebruikt worden horizontale houten regels geplaatst, daarop verticale houten latten en als laatst worden weer horizontale latten met verticale eindafwerking geschroefd. Het element kan niet in een keer tegen de constructie worden geplaatst omdat de golfplaten moeten overlappen. De opbouw van het dakpakket van het Systimber systeem is weergegeven in afbeelding 34. De opbouw van het dakpakket van CLT is vergelijkbaar en kan worden teruggevonden in bijlage 8.

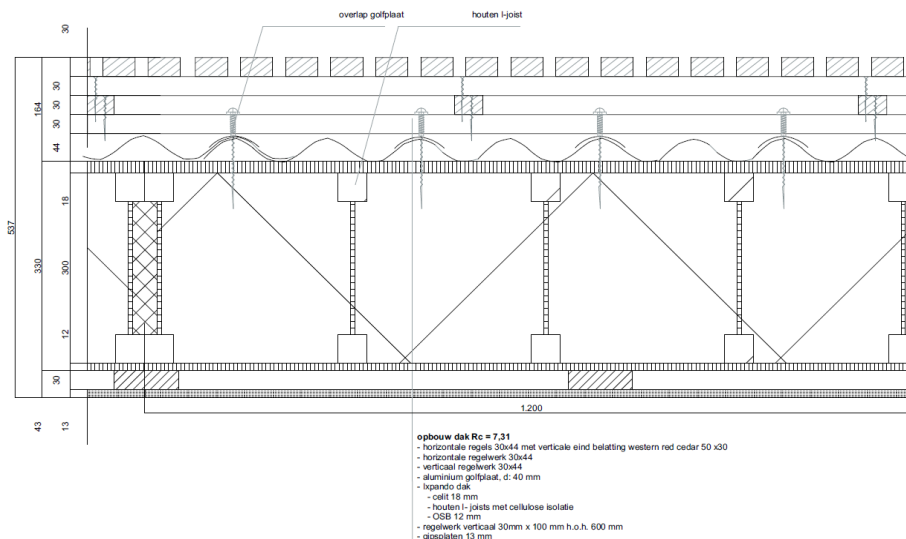


6.3.2 Ixando

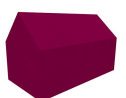
De opbouw van de Ixando wand is aanmerkelijk eenvoudiger aangezien hier de isolatie al onderdeel is van de wand. (afbeelding 35) Alleen de afwerking moet nog op de wand worden bevestigd. Aan de binnenzijde wordt de wand afgewerkt met verticale regels en een gipsplaat. Deze moet worden gestuct. Aan de buitenkant worden achtereenvolgens verticale regels met daarop een vezelcementplaat op de wand geschroefd, daarna worden er verticale latten op geschroefd, en als laatste worden hier horizontale latten met verticale eind afwerking van western red cedar op geschroefd. De binnen afwerking van het dak pakket is hetzelfde als die van de wand. Aan de buitenkant wordt het dak vanaf de constructie op dezelfde manier afgewerkt als bij het CLT- en het Systember- dak. (afbeelding 36)



afbeelding 35. opbouw wand pakket Ixando



afbeelding 36. opbouw dak pakket Ixando



6.4 Details

Het ontwerpen van de details en het ontwerpen van de wandpakketten zijn twee fases die door elkaar heen lopen. Voor het uitwerken van de details moeten steeds keuzes gemaakt worden die invloed hebben op de opbouwvolgorde van de pakketten en dus op de flexibiliteit en bouwvolgorde van het ontwerp. Bij de uitwerking werd steeds eerst het enkele detail getekend. Op basis hier van werd het geschakelde detail getekend. Dit was een proces van vallen en opstaan. Vaak bleek bij het ontwerpen van het geschakelde details dat het enkele detail aangepast moest worden. Dit zorgde dan vaak voor nieuwe aanpassingen in het geschakelde detail. Deze aanpassingen leidde ook vaak tot aanpassingen van de wand en dak pakketten. Om deze reden zijn van alle details zijn in de loop van het onderzoek meerdere versies ontworpen. Bij het ontwerpen van de details worden weer de belangrijke uitgangspunten wat betreft flexibiliteit voor het concept in het achterhoofd gehouden.

Per bouwmethode zijn 4 details uitgewerkt. In afbeelding 37, 38 en 39 zijn de aansluitdetails te zien ter plaatse van de goot. Detail 4.0 is een niet geschakelde module en detail 4.1 is een geschakelde module. Door uit tekenen van de details worden de eigenschappen van de systemen bijna in een oogopslag duidelijk. Bijvoorbeeld de dikte van de wand pakketten, de constructie voor het opvangen van het dak en de binnen en buiten afwerking van de verschillende systemen. In dit rapport worden de laatste versies van de details besproken. Als voorbeeld wordt detail 4 genomen. Overige details per systeem zijn terug te vinden in bijlage 9, 10 en 11. In bijlage 12 zijn de details van de systemen per detail naast elkaar gezet om ze te kunne vergelijken.

Na het tekenen van de pakketten en details is de tabel met uitgangspunten bijgewerkt. Bij de randvoorwaarden kunnen nu de precieze diktes en de Rc- waarden van de gevel pakketten worden ingevuld. Bij de flexibiliteit van de module kunnen de grootte van de constructieve elementen voor de gevel worden gegeven en die voor het dak. Bij de flexibiliteit van de pakketten wordt de bouwvolgorde toegevoegd. Hier in is ook te zien in hoe veel handelingen een pakket kan worden opgebouwd. Bij de flexibiliteit in maakbaarheid kan worden vermeld hoe het dak wordt opgevangen. Dit heeft invloed op de stabiliteit. In tabel 3 zijn deze nieuwe uitgangspunten verwerkt.



+ = ja + - = twijfel - = nee		Bouwsysteem Massiefbouw			Houtskeletbouw		
Niveau	van flexibiliteit	Aandachtspunt	Systimber	CLT	Ixpando		
1. randvoorwaarden	Partij wil kennis delen	+	+	+			
	Partij heeft interesse	+	+	+-	+		
	Locatie binnen Benelux	+	+	+	+		
	Concurrerende prijs	+	+	+	+-		
	Dikte gevel	378	400	483			
	Dikte dak	481	503	537			
	Rc gevel	4,7	4,9	7,2			
	Rc dak	6,5	6,7	7,3			
	Rc vloer	3,8	3,8	3,8			
2. flexibiliteit woning	Mogelijkheid tot aan en loskoppelen module	+	+	+			
3. flexibiliteit module	Grootte elementen draag constructie gevel	Balk of element	Grote elementen	Elementen (1200 breed)			
	Grootte elementen draag constructie dak	Balk of element	Grote elementen (maximaal 3 meter)	Over gehele module			
	Mate van standaardisering details	Droog/ standaard	Droog/ standaard	Droog/ semi standaard			
4. flexibiliteit pakketten	Afwerking binnenwand	Onafgewerkt	Onafgewerkt	Gips en stuc			
	Flexibele installatie						
	Isolatie als onderdeel van constructie	-	-	+			
	Bouw volgorde pakket gevel	– systimber balken – zelfdragend element + regels en afwerking	– CLT element – zelfdragend element + regels en afwerking	– Ixpando element – latten + vezel cementplaat – verticale latten – horizontale regels + afwerking			
	Bouwvolgorde pakket dak	– systimber balken – zelfdragend element – aluminium golfplaat – horizontale regels – verticale regels – horizontale regels + afwerking	– CLT element – zelfdragend element – aluminium golfplaat – horizontale regels – verticale regels – horizontale regels + afwerking	– Ixpando element – aluminium golfplaat – horizontale regels – verticale regels – horizontale regels + afwerking			
5. flexibiliteit in maakbaarheid	Pakketten die in systeem kunnen worden uitgevoerd	Alle	Alle	Wand, verdiepingvloer & dak			
	Bouwsnelheid	+	+	+			
	Zelf maakbaarheid	Particulier	Bouwbedrijf	bouwbedrijf			
	Bouwen zonder kraan	+	-	-			
	Opvangen van dak bij module	Houten balk	CLT- portaal	Stalen L-profielen en stalen kolommen			



6.5 Deelconclusie

In deze paragraaf zullen de verschillende eigenschappen van de systemen worden vergeleken en besproken hoe deze invloed hebben op de flexibiliteit van het ontwerp. Hier mee worden deelvraag 3 en deelvraag 5 beantwoord.

Deelvraag 3. Welke consequenties hebben verschillende systemen voor flexibiliteit van de woningen?

Deelvraag 5. Welk houtbouwsysteem kan worden toegepast om zo optimaal mogelijk het gegeven concept te realiseren op gebied van flexibiliteit?

Na het uitwerken van constructie en details wordt van een aantal uitgangspunten duidelijk op welke manier deze het best bruikbaar zijn in dit ontwerp. Bijvoorbeeld de 'grootte van constructie elementen'.

Of voor de opbouw van een woning grote of kleinere elementen gunstig is voor het ontwerp verschilt per systeem en hangt af van meerdere factoren. Bij CLT is het economisch en constructief niet voordelig om de woning op te bouwen uit kleine elementen. De modules zijn opgebouwd uit kleinere elementen maar het dak word in één keer geplaatst. Op deze manier is er alleen voor het plaatsen van het dak een kraan nodig. Systimber kan worden opgebouwd uit balken waardoor een kraan niet direct nodig is. Hierdoor wordt het systeem 'zelfmaakbaar'. Grootte van de constructie elementen en zelfmaakbaarheid hebben invloed op elkaar. Het is gelukt om de pakketten zo ontwerpen dat deze gemakkelijk zelf te (de)monteren zijn door bewoners zelf. Systimber sluit hier het best bij aan.

Bij het uitwerken van de technische uitwerking wordt duidelijk dat het niet nodig is om alle onderdelen van een woning in het systeem uit te kunnen voeren. Fundering en de vloer zijn bijvoorbeeld voor alle drie de systemen gelijk.

In vergelijking met Systimber en Ixpando kan CLT op de meest eenvoudige manier worden toegepast met betrekking tot stabiliteit. De schematische details van het CLT systeem zijn beduidend simpeler dan die van het Ixpando. Er hoeven geen extra kolommen en balken toegepast te worden. Dit zorgt bij het Ixpando systeem voor minder eenduidige detaillering.

Er is gemakkelijker een grotere stabiliteit te behalen met massief bouw vanwege het behouden van stabiliteit door de portalen in de dubbele wanden. Ook hier is CLT dus in het voordeel.

Systimber zit tussen deze twee systemen in. Er moeten balken worden geplaatst om de daken op te vangen maar er hoeven geen kolommen geplaatst te worden. Ten opzichte van Ixpando is Systimber een eenvoudiger systeem. Op het gebied van stabiliteit is CLT de beste optie voor het betreffende ontwerp, gevolgd door Systimber en daarna Ixpando.

Massiefbouw zorgt voor een eenvoudiger te monteren pakket aangezien alle afwerking al op de zelfdragende isolatie pakketten is bevestigd. Bij De Ixpando wand moeten stijlen en regels, waterkerende laag en afwerking in het werk worden bevestigd. Op het gebied van demontabele gevel opbouw scoren de massiefbouw methodes beter. De opbouw van de dak pakketten is vergelijkbaar voor alle drie de systemen.

De belangrijkste nieuwe informatie die is verkregen door het maken van de details is de opbouw van de pakketten en daarmee de bouwvolgorde per systeem. Van alle systemen is het mogelijk om per detail een demontabele oplossing te verzinnen.



7. Installatie concept

In dit hoofdstuk wordt in hoofdlijnen het installatie concept uitgelegd dat past bij het modulaire ontwerp van de woningen in Schuttersbosch.

Verwarming

In de basiswoning wordt gebruik gemaakt van een warmtepomp en vloerverwarming. Verwarming van de modules wordt gedaan door middel van elektrische vloerverwarming in de vorm van matten die kunnen worden neergelegd onder bijvoorbeeld tegels of laminaat. Een combinatie van elektrische vloerverwarming en laminaat is een demontabele oplossing voor het verwarmen van de woning. Elektrische vloer verwarming kan per module aangesloten worden met een stekker. Zonnepanelen op het dak van de modules zorgen voor compensatie van het elektriciteitsverbruik. Wanneer blijkt dat er te veel schaduw op de woningen valt door bomen kan worden gekeken of bomen gekapt of gesnoeid kunnen worden. Een andere oplossing is het gebruik van een apart witje met zonnepanelen voor dat deel van de wijk, of het gebruik van postcoderoos. Omdat de ruimte van een module relatief klein is, is elektrische vloerverwarming acceptabel. Wanneer extra verwarming gewenst is kunnen radiatoren op lage temperatuurverwarming worden aangesloten of kan gewerkt worden met infrarood panelen.

Elektra

De elektrische leidingen moeten bij het aansluiten van een module doorgeschakeld kunnen worden. Hiervoor is het nodig dat bij de basiswoning een extra groep wordt gemaakt met een loze leiding. De loze leiding wordt gebruikt om de elektrische leidingen van de module aan te koppelen. Wanneer een module wordt aangekoppeld dan worden de elektriciteitsdraden er door heen getrokken. In de modules worden ook loze leidingen gemaakt om te kunnen doorschakelen naar de volgende module. Deze leiding komt te liggen in de afwerkvloer. Vanuit een hoofdleiding lopen leidingen naar stopcontacten en centraaldozen in de module. Om meerdere modules aan elkaar te schakelen moet het vermogen van deze groep in de basis woning hoger zijn dan normaal. Om deze reden kan niet oneindig door gekoppeld worden. Schakelpunten voor verlichting worden draadloos gemaakt.

Bij CLT worden leidingen achter het CLT element te verwerken in de isolatie. Hier worden dan sparingen in gemaakt. Leidingen hoeven dan alleen ter plaatse van een wcd of lichtpunt door de wand of het dak heen. Bij het Systimber systeem is een speciale elektra balk ontworpen waarbij de bovenste centimeter is afgezaagd en er een sleuf is in gefreesd waar de kabels in kunnen liggen. De bovenste centimeter kan daarna weer worden bevestigd op de balk zodat er niets aan de balk te zien is. Bij Ixpando wordt de elektrische installatie verwerkt in de installatie spouw. Achter de gipsplaten. De toegepaste inbouwdozen zijn 40 mm diep.

Luchtbehandeling

Van de luchtbehandeling worden leidingen zo veel mogelijk verticaal in schachten weggewerkt. Dit kan bijvoorbeeld in de centrale ruimte van de basiswoning. Hiervoor is het handig dat de technische



ruimte, badkamer en de keuken zo dicht mogelijk bij elkaar zitten. Zo worden leiding lengtes zo kort mogelijk gehouden en kan er worden voorkomen dat ventilatie leidingen horizontaal getrokken moeten worden. Wanneer bijvoorbeeld de keuken op een andere plaats in de woning komt zullen in dit ontwerp zonder verdiepingvloer leidingen afzuig leidingen van de keuken in het zicht komen te liggen onder het dak. Voor het ontwerp van de basiswoning betekent dit dat er een standaard indeling zal ontstaan. Wanneer hier van wordt afgeweken heeft dit consequenties voor het leiding verloop. Wanneer een module wordt aangeschakeld waar een badkamer, keuken of toilet in komt word hier apart elektrisch afgezogen met dak of wand doorvoer.

Water/ riool

Voor verwarming van water wordt gebruik gemaakt van een elektrische zonneboiler en zonnepanelen op het basishuis. Dit kan bij gebrek aan zon worden aangevuld met boilers of met elektrische doorvoer heaters op de warm water tappunten. Deze werken als waterkokers waar leidingen doorlopen. Alleen het water dat nodig is wordt verwarmd en niet het hele vat. Waterleidingen kunnen worden weggewerkt in de afwerkvloer. Riolering wordt onder de vloer gelegd. Ook voor de leidingen voor tapwater en waterafvoer zullen blinde leidingen in de basiswoning en de modules worden geïntegreerd waar een volgende module op aangesloten kan worden.

Deelconclusies

Door het installatie concept in grote lijnen te omschrijven kan deelvraag vier worden beantwoord.

Deelvraag 4. Welke consequenties hebben deze houtbouwmethodes voor het installatie concept?

Een module kan meerdere functies (bijv. badkamer, keuken, woonkamer) aannemen. Daarom is het belangrijk dat het ontwerp van het installatieconcept ook zo veel mogelijk flexibel is. Ook bij het uitwerken van het installatieconcept wordt weer zo veel mogelijk rekening gehouden met het demontabel maken van de woningen. Bij het schakelen van de modules worden water, riolering en elektra van de basiswoning doorgeschakeld als een 'plug and play' systeem. Het concept voor de installaties is all-electric waardoor het toepassen van zonnepanelen essentieel is. Het is belangrijk dat het installatiesysteem in hoofdlijnen wordt besproken omdat de modules polyvalent worden ontworpen. Het installatieconcept heeft echter niet direct invloed op de keuze voor een bepaald bouwsysteem.

Om de toekomst waarde van de woningen te verhogen zullen deze installaties aandachtig moeten worden uitgezocht en uitgewerkt. Echter ligt bij dit onderzoek de focus hier niet op.



8. Conclusie

Door middel van dit onderzoek wordt antwoord geven op de vraag welke bouwmethodiek en constructie voor het transformeren en nieuw bouwen van de woningen in Schuttersbosch het best past bij het modulaire concept dat is opgesteld door M3H architecten en Bureau Jochem Heijmans.

Het onderzoek is toegespitst op flexibel en demontabel bouwen (hoofdstuk 1 theoretisch kader). Verschillende bouwsystemen zijn met elkaar vergeleken met betrekking tot demontabel-, modulair-, uitbreidbaar- en polyvalent- bouwen (typen van flexibiliteit volgens ANA). Het onderzoek is opgedeeld in verschillende fases (beschrijvend-, exploratief- en toegepast- onderzoek) die achtereenvolgens zijn uitgevoerd. Na iedere fase van onderzoek is meer duidelijkheid verkregen over verschillende bouwmethododes en wat belangrijke uitgangspunten zijn bij het zoeken naar een bouwmethode. De uitgangspunten zijn in een overzichtstabel gezet en onderverdeeld over een aantal niveaus van flexibiliteit. Hierna is per niveau uitgelegd welk systeem het best scoort.

Met betrekking tot de randvoorwaarden (niveau 1 in de tabel) scoort Systember het best. Alle systemen kunnen aan en van de woning worden gekoppeld (niveau 2 flexibiliteit van de woning). Bij niveau 3 'flexibiliteit van de module' wordt duidelijk op welke manier dit gaat. Systember is hierbij wederom in het voordeel. De reden hiervoor is dat het systeem opgebouwd is uit draagbare balken. Er is voor het plaatsen van de woning geen kraan nodig. Gezien het modulaire en demontabele concept en de bosrijke locatie is dit een voordeel. De woningen staan midden in een stille wijk met veel natuur. Bereikbaarheid van de woningen met grote wagens en een kraan is daarom lastig. Zeker wanneer modules achter een woningen geplaatst moeten worden. De balken zijn gemaakt om te kunnen demonteren.

Met betrekking tot flexibiliteit van de gevel- en dakpakketten (niveau 4 van flexibiliteit) zijn de massief bouw methododes in het voordeel ten opzichte van Ixundo. Aan de binnenzijde hoeven de pakketten niet te worden afgewerkt en aan de buitenzijde zijn deze door middel van het zelfdragende isolatiepakket dat hier voor is ontworpen makkelijker af te werken.

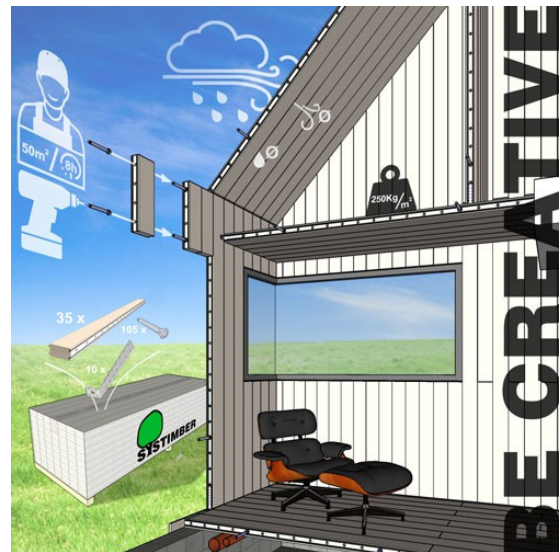
Mede door de opbouw van de gevelpakketten worden de details bepaald. Details, opbouw van wand- en gevelpakketten en bouwvolgorde hebben onvermijdelijk invloed op elkaar. De details zijn opgezet door afwegingen te maken tussen de uitgangspunten waarbij steeds demontabel bouwen steeds het meest belangrijk is.

De details, pakketten en bouwvolgordes die zijn ontwikkeld hebben invloed op de flexibiliteit in maakbaarheid (niveau 5 in de overzichtstabel). De 'bouwsnelheid', 'zelf maakbaarheid' en de 'mogelijkheid tot bouwen zonder kraan' worden niet alleen bepaald door het systeem maar ook door de uitwerking. De uitwerking zorgt er voor dat de constructie en afwerking van het Systember systeem volledig door bewoner of zzp'er zonder kraan kan worden uitgevoerd. Voor de andere twee systemen is een kraan een vereiste.

Naast de uitwerking van details en pakketten is ook een stabiliteitsontwerp gemaakt. Vanuit het oogpunt van stabiliteit word CLT als meest geschikte systeem bevonden omdat hier, in tegenstelling tot het Systember en Ixundo systeem geen gebruik gemaakt hoeft te worden van balken en kolommen. Als laatste wordt kort het installatie concept toegelicht. Het installatie concept heeft niet direct invloed op de keuze voor een bepaald

bouwsysteem omdat deze voor ieder systeem kan worden aangepast. De uitleg van het installatie systeem is echter belangrijk voor het kunnen veranderen van functie van de modules. De modules zijn polyvalent (hoofdstuk 1 theoretisch kader). De installaties worden daarom op een slimme demontabele manier in de woning toegepast met een plug and play systeem.

Het antwoord op de vraag 'Welke bouwmethodiek en constructie voor het transformeren en nieuw bouwen van de woningen in Schuttersbosch past het best bij het modulaire concept dat is opgesteld door M3H architecten en bureau Jochem Heijmans?' is; Door het toepassen van het Systimber systeem (afbeelding 40) in combinatie met de constructieve en bouwkundige plannen die zijn uitgewerkt in de laatste fase van het onderzoek. Wanneer de prijs buiten beschouwing wordt gelaten is Systimber op de meeste niveaus van flexibiliteit het meest gunstige bouwsysteem voor het betreffende project. Dit komt na iedere fase van het onderzoek duidelijk naar voren.



afbeelding 40. systimber systeem (Systimbre.com)

Belangrijk voor het realiseren van het project is de context. Hiermee wordt bedoelt de locatie, het ontwerp en de schaal van het project. Door het inzicht en beeld dat is verkregen van de verschillende systemen door dit onderzoek is duidelijk geworden dat uiteindelijk de context van het project een zwaar wegende factor is bij het maken van een keuze van een bouwsysteem. Ook is de context bepalend voor hoe de uitgangspunten moeten worden gelezen en tegen elkaar worden afgewogen. Als voorbeeld neem ik het uitgangspunt 'grootte van de constructie elementen'. Bij dit project is gekozen voor kleine constructie elementen zodat deze niet door een kraan geplaatst te hoeven worden. Dit is essentieel omdat de woningen worden geplaatst in een bosrijke omgeving met weinig verharding. Dit maakt het lastig om modules met een kraan te plaatsen. Daarnaast is een systeem dat men zelf kan demonteren goedkoper en makkelijk in de bosrijke omgeving. Hierdoor wordt een module uit wisselen aantrekkelijker dan een nieuwe bouwen. Dit is één van de redenen waarom wordt gekozen voor Systimber. Wanneer de woningen op een grote open vlakte gebouwd worden kan een kraan wel worden gebruikt. De schaal van het project is klein. Dit maakt toepassen van het Systimber systeem rendabel. Wanneer de schaal van het project veranderd en bijvoorbeeld 300 woningen seriematig worden gebouwd ligt de keuze voor CLT meer voor de hand. Men moet zich dan afvragen of het rendabel is om de woningen door de bewoners zelf demontabel te maken aangezien de bouwsnelheid en kosten bij seriematig werk een stuk omlaag gehaald kunnen worden door toepassing van een systeem dat in grotere mate geprefabriceerd is. Dit onderzoek toont aan dat het Systimber bouwsysteem het best aansluit bij het concept op gebied van modulair, demontabel en uitbreidbaar bouwen zonder dat het concept op andere vlakken te veel wordt beperkt. Ik hoop u met dit onderzoek een passend advies te kunnen geven voor het kiezen van een bouwmethode en het optimaliseren van het betreffende concept

9. Discussie

De resultaten die voortkomen uit de 3 verschillende vormen van onderzoek zijn kwalitatief waardoor op dit niveau geen systematische of toevallige fouten voorkomen. Het onderzoek is onafhankelijk tot op een zekere hoogte aangezien er gebruik wordt gemaakt van research by design. Uitgangspunten komen voort uit resultaten. Dit zorgt voor een iteratief proces. Door bij iedere fase de uitgangspunten aan te passen wordt steeds duidelijker waar naar wordt gezocht en wat het antwoord op de onderzoeksvraag is. Geprobeerd is om de systemen op een zo objectief mogelijke manier met elkaar te vergelijken door de tabel met uitgangspunten te gebruiken. Totaal objectief is het onderzoek nooit. Oplossingsrichtingen die zijn ontworpen in het toegepaste gedeelte van het onderzoek kunnen, wanneer uitgevoerd door een andere student of bij een ander bureau verschillen van de oplossingen die uit dit onderzoek naar voren komen.

9.1 Beperkingen

De tekeningen die in dit rapport worden gepresenteerd zijn geen werktekeningen. Op een aantal punten zal het ontwerp in overleg met de uitvoerende partij worden aangepast voor de uitvoering. Door de beperkte tijd die is ingepland voor dit onderzoek is er gewerkt met de details die tot nu toe zijn gemaakt. Een voorbeeld is de koudebrug die ontstaat in de isolatielaag ter plaatse van de houten stijlen van de zelfdragende isolatie elementen. Het toepassen van demontabele isolatie heeft in dit rapport prioriteit boven maken het behalen van een hogere Rc-waarde omdat in dit onderzoek er voor gekozen om demontabel bouwen zo veel mogelijk als richtlijn te aan te houden. Voor het uitvoeren van het systeem in de praktijk zullen pakketten verder worden ontwikkeld en koudebruggen worden vermeden.

In het begin van het onderzoek zijn randvoorwaarden voor het onderzoek opgesteld. Bij het uitwerken van het systeem kwamen echter een aantal beperkingen naar voren waardoor niet aan alle randvoorwaarden volledig kan worden voldaan. Randvoorwaarde 4 geeft aan: *'De modules worden zoveel mogelijk gestandaardiseerd. Het uitgangspunt hierbij is één standaard module die aan alle kanten aan elkaar en aan de basis woning geschakeld kan worden.'* Omdat de modules zijn ontworpen met een lessenaarsdak is het ontwerp beperkt in flexibiliteit en is het niet mogelijk om één module te ontwerpen die aan alle kanten aan de basiswoning en aan elkaar geschakeld wordt. Om deze reden ontstaan meerdere varianten van modules. Dit is een keuze geweest van de architect. Dit betekent dat er drie verschillende modules ontworpen zullen zijn. Als de modules op een andere manier geschakeld worden dan de standaard schakeling in dit onderzoek zullen wellicht meer variaties ontstaan. Dit betekent een minder eenduidig bouwtechnisch ontwerp. De connecties tussen de modules blijven per bouwsysteem echter wel het zelfde. Door de keuze van het Systimber systeem is het wellicht mogelijk het aantal soorten modules weer terug te brengen naar één soort omdat het systeem is opgebouwd uit balken. Dit zou uitgezocht kunnen worden in een vervolg onderzoek.

Een andere randvoorwaarde waar in dit onderzoek niet nader op in kan worden gegaan is het concurreren in prijs met mogelijke andere vormen van aanbouw. De prijs van een systeem is één van de belangrijkste factoren die invloed heeft op de keuze. De prijzen van de drie systemen worden in dit onderzoek als gelijkwaardig beschouwd. Dit is gebaseerd op de interviews. In werkelijkheid zullen prijzen van systemen variëren op basis van verschillende factoren die in dit onderzoek niet nader onderzocht kunnen worden.

Al eerder in het rapport wordt aangegeven dat niet alle bouwsystemen worden onderzocht. Dit komt in de eerste plaats omdat we ons voor dit concept beperken tot houtbouwmethodes. Ook worden bij het omschrijven van de hoofd houtbouwmethodes in hoofdstuk 4 al een aantal methodes uitgesloten op basis van het vooronderzoek. Daarnaast zijn er een aantal partijen die niet hebben gereageerd op de uitnodiging voor een interview of niet mee konden werken. Om meer nauwkeurig onderzoek te doen zouden deze systemen ook onderzocht moeten worden. Er zijn echter zo veel systemen dat het nooit mogelijk is om alles te onderzoeken. De selectie van systemen die is gemaakt wordt zo goed mogelijk onderbouwd door middel van vooronderzoek.

De partij Sustainer Homes was erg terug houdend met het delen van kennis over het systeem dat zij hanteren op bouwkundig en constructief vlak. Zij willen liever niet dat iedereen kennis heeft over hoe het systeem in elkaar zit zodat de partij waar ik onderzoek voor doe (M3H architecten) hun bouwmethode niet kan gebruiken of overnemen. Een andere partij wilde om dezelfde reden niet mee werken aan het interview.

9.2 Aanbevelingen

Dit onderzoek richt zich op het uitwerken van het concept op gebied van modulair, demontabel, uitbreidbaar en polyvalent bouwen. Dit is waar de duurzaamheid in dit onderzoek gerealiseerd wordt. Hierdoor zijn bij iedere keuze in het onderzoek deze factoren maatgevend. Het uitwerken van een concept dat in de praktijk duurzaam en uitvoerbaar is gaat echter verder dan dit. In dit onderzoek zijn als duurzame bouwstrategieën IFD en slim bouwen als uitgangspunt genomen. In een vervolg kan worden uitgezocht hoe andere vormen van duurzaam bouwen kunnen worden geoptimaliseerd. De woningen worden uitgevoerd in een houten systeem. Op gebied van materiaal is het project op de goede weg. Een volgende stap zou een onderzoek kunnen zijn naar het bio-based uitvoeren van het project. Vanaf 2018 moeten gebouwen voldoen aan de grenswaarde voor MPG (milieu prestatie gebouw). Deze waarde geeft de milieu belasting van de gebruikte materialen van een gebouw aan. De waarde hangt af van verschillende factoren zoals transport, productiewijze, levensduur en de manier van verwerken voor hergebruik of tot afval van het product (Klimaatbeheer z.d.) Hoe lager de waarde hoe beter de MPG van het gebouw is. Bij het uitwerken van het project is het belangrijk hier rekening mee te houden. Daarnaast is de EPG (energie prestatie van het gebouw) belangrijk. Essentieel hiervoor is het uitwerken van het installatie concept. In dit onderzoek is hier minimale aandacht aan besteed omdat de focus ligt bij de bouwtechniek. Echter is de uitwerking hiervan grotendeels bepalend voor de bruikbaarheid en uitvoerbaarheid van het project. Ik beveel aan om voor dit project een apart onderzoek te doen, toegespitst op de uitwerking van de installaties.

Voor Rc- waarden is in dit onderzoek is gewerkt met de eisen volgens het bouwbesluit. In een vervolg onderzoek zou gestreefd kunnen worden naar hogere Rc- waarden.

Om de uitvoering van het project nog meer te optimaliseren is , nu de keuze is gemaakt voor een bepaald systeem, nuttig om te kijken hoe het ontwerp op het systeem aangepast kan worden. Er is tot nu toe met standaard maten gewerkt om de bouw methodes met elkaar te kunnen vergelijken. Door de maten aan te passen aan het gekozen systeem kan het project worden geoptimaliseerd.

Begrippen & afkortingen

De begrippen die uitgelegd zijn in deze begrippenlijst zijn in de het rapport schuin gedrukt en onderstreept. Als een woord vaker voor komt, dan is alleen de eerste (of de eerste paar) keer dat het woord voorkomt schuin gedrukt en onderstreept.

Cross Laminated Timber/ CLT

Massief bouw waarbij elementen zijn opgebouwd uit kruislings verlijmde panelen.

Demontabel

Een aantal definities die worden gegeven door woorden.org zijn afneembaar, demonteerbaar, uit elkaar te halen, uitneembaar en weg neembaar. In het betreffende onderzoek wordt met demontabel bedoeld dat zonder onderdelen te moeten slopen, een element of module van de woning af te halen (demonteren) is.

Droogbouw methodes/ Droge verbindingen

Bij montagebouw prefab bouwmethodes wordt een natte en een droge bouwmethode onderscheiden. Bij natte methodes worden verbindingen gemaakt door het aan storten van verbindingpunten. Bij droogbouw worden verbindingen gerealiseerd door middel van lassen en bouten. (bouwkunde-online.nl) Houten systeembouw is een vorm van droogbouw. Wanneer in dit rapport het woord droogbouw wordt gebruikt wordt bedoeld dat een verbinding of een opbouw van een element is gemaakt zonder, lijm, stuc PUR of een ander materiaal dat moet drogen. Door het vermijden van deze materialen kan worden voorkomen dat bij demontage van een module een onderdeel gesloopt moet worden. Droge verbindingen zijn essentieel bij het maken van een demontabel ontwerp.

Duurzaamheid

Volgens van Dale betekent duurzaam 'lang durend', 'weinig aan slijtage of bederf onderhevig' of 'het milieu weinig belastend'. Duurzaamheid is door de jaren heen een containerbegrip geworden vermeld platform duurzaamheid (z.d.). "Alles wat te maken heeft met maatschappelijk verantwoord leven, milieu, ecologie en toekomstgericht denken wordt tegenwoordig onder duurzaamheid geschaard". De World Commission on environment and Development van de verenigde Naties in het rapport "Our Common future" legt uit dat duurzaamheid kijkt naar de huidige behoefte van de mensen op aarde en hoe dit in de toekomst ontwikkeld kan worden zonder mens, milieu en economie in gevaar te brengen. In het betreffende rapport wordt met duurzaamheid de flexibiliteit, aanpasbaarheid en herbruikbaarheid van de woningen bedoeld.

Flexibiliteit

Flexibiliteit is een algemeen begrip. In dit onderzoek wordt met flexibiliteit de aanpasbaarheid van de woningen bedoeld doordat deze demontabel, modulair en polyvalent zijn.

Groeihuis:

In dit rapport wordt met groeihuis een woning bedoeld die uitbreidbaar of verkleinbaar is door middel van het

koppelen of verwijderen van uitbreidingsmodules aan de woning. De betreffende woningen bestaan uit een standaard basiswoning van 6 m bij 9,1 m. Deze kunnen worden uitgebreid met modules van 3,6 m bij 4,55 m.

Houten paneelbouw

Houten paneelbouw is de meer geprefabriceerde vorm van houtskeletbouw waarbij geprefabriceerde zelfdragende panelen met daar in isolatie verwerkt de wanden vormen van de constructie. De grote installaties kunnen in de prefabricage van de wanden worden meegenomen.

Houtskeletbouw/ HSB

Bij de HSB-methode wordt gebruik gemaakt van *prefab* wanden die op maat zijn gemaakt. Deze wanden zijn dragend en bestaan uit stijl en regelwerk gecombineerd met een plaatmateriaal. Op deze manier ontstaat een stabiel houten raamwerk of frame.

IFD bouwen

In het kort houdt IFD-bouwen (Industrieel, flexibel en demontabel bouwen) in dat onderdelen van de bouw worden geprefabriceerd zodat deze op de bouwplaats gemonteerd kunnen worden en later ook weer makkelijk te demonteren en aan te passen zijn. Voor IFD-bouwen is het belangrijk dat de bouwplanning strak in elkaar zit. Hierdoor verandert het bouwproces ten opzichte van het traditionele bouwproces. (Vos, 2014)

Massiefbouw

Dit is een vorm van bouwen waarbij prefab panelen of elementen van massief hout de draag constructie vormen van een gebouw. De panelen bestaan uit verschillende lagen van hout die kruislings op elkaar liggen en zijn verlijmd of verbonden door houten deuvels. Met CLT panelen worden verlijmde panelen bedoeld. Panelen die bestaan uit lagen hout verbonden door deuvels word pure massiefbouw of volhout genoemd. (van Pul, 2014)

Modulaire woning/ Modulariteit/ Modulair/

Het begrip modulaire woning kan op meerdere manieren opgevat worden. J.D. De Visser van JddV architecten schrijft in 2007 een artikel op zijn site waarin hij omschrijft dat zij een modulair samen te stellen woning ontwikkeld hebben die als volgt is opgebouwd; "Op de betonnen basis van 8 modules zijn verschillend ingedeelde woningen met verschillende volumes mogelijk; de privé- buiten ruimte wordt binnen deze traveeën gerealiseerd. De kernmodule bestaat uit een stijgpunt, keuken, toilet, installatiekast en badkamer. Aan deze module kunnen verschillende modulen in een variërend aantal worden gekoppeld, zodat er een veelheid aan mogelijke woningen ontstaat. Met de mogelijkheden van dit modulaire systeem wordt tevens voldaan aan de (groeierende) behoefte van kopers om meer invloed te hebben op de indeling van de eigen woning."

In een artikel van Senter novem uit 2007 wordt een modulaire woning omschreven als industrieel, flexibel en demontabel. IFD is een geïntegreerde benadering van modulair ontwerpen en bouwen waarbij rekening wordt gehouden met mogelijke veranderingen in gebouwen door deze zo veel mogelijk samen te stellen uit industrieel vervaardigde bouwcomponenten. De gebouwen kunnen relatief snel worden aangepast wanneer wensen van bewoners veranderen. Ook de functie van het gebouw kan gemakkelijk veranderen. Bij modulair

bouwen wordt gedacht aan “plug-and-play en lego-stenen” als gestandaardiseerd bouwcomponenten. Zo zijn er meer manieren waarop modulair bouwen omschreven wordt.

Modulariteit of modulaire woning zoals wordt bedoeld in dit onderzoek betekent; De mogelijkheid tot uitbreiding en verkleining van de basiswoning met standaard *uitbreidingsmodules*.

Prefab

'Prefab is een verkorting van het Engelse 'prefabricated' (vooraf gemaakt)' (woorden.org)

Volgens de website van Serreinformatie betekent prefab 'op een andere plaats vervaardigd bouwelement dat op de bouwplaats gemonteerd wordt'. Deze betekenis heeft prefab ook in het betreffende onderzoek. Er kan echter prefabricatie op verschillende niveaus plaatsvinden. In hoeverre de woningen, modules of onderdelen van modules prefab zijn volgt uit het onderzoek.

Pure massief bouw/ Volhout

Massief bouw waarbij elementen zijn opgebouwd uit kruislings verbonden panelen door middel van houten schroeven. Voor het fabriceren van de panelen wordt dus uitsluitend hout gebruikt.

Randvoorwaarden en uitgangspunten ter vergelijking van bouwmethodes

Er zijn een aantal uitgangspunten bepaald die belangrijk zijn voor het vergelijken van de bouwmethodes die worden onderzocht. Deze uitgangspunten komen voort uit de *randvoorwaarden van het onderzoek*. De uitgangspunten kunnen opgedeeld worden in een aantal niveaus namelijk; flexibiliteit van de woning, flexibiliteit van de module, flexibiliteit van de vloer-, gevel- en dak-pakketten en flexibiliteit in maakbaarheid.

Randvoorwaarden van het onderzoek

Voor dit onderzoek is een lijst met randvoorwaarden opgesteld waar het onderzoek aan moet voldoen. Door deze randvoorwaarden wordt het onderzoek ingekaderd. De randvoorwaarden komen voort uit achtergrond informatie over de wijk Schuttersbosch, de houten systeembouw woningen en het uit te werken concept.

Slimbouwen

Slim bouwen richt zich nog meer op het bouwproces. Hierbij gaat het er vooral om de installaties organisatorisch los gekoppeld zijn van het gebouw waardoor deze in de toekomst makkelijker kunnen worden aangepast. Dit zorgt voor flexibiliteit in functies van een gebouw. (www.slimbouwen.nl)

Systeembouw woning:

Volgens woorden.org is systeembouw een 'bouwproject opgebouwd uit verschillende gelijksoortige delen.' of 'Een geïndustrialiseerde bouwmethode. Bij systeembouw bouwt men volgens een bepaald systeem, bijvoorbeeld betonelementenbouw, stapelbouw, houtskeletbouw, enz.'

In het geval van de woningen in Schuttersbosch zijn beide principes van toepassing. De woningen zijn opgebouwd uit verschillende gelijksoortige houten elementen die als bouwpakket op de bouwplaats aan komen en alleen nog in elkaar gezet dienen te worden.

Traditionele houtbouw/ logbouw/ houtstapelbouw

Logbouw is afgeleid van de term 'logs'. Dit zijn de massieve balken die op elkaar gestapeld worden en de belangrijkste bouwdelen van logbouw vormen (Finnlogs, z.d.). De balken worden op de bouwplaats geleverd en zijn precies op de juiste afmeting gemaakt. De balken zijn genummerd waardoor ze op de juiste manier gestapeld kunnen worden.

Uitbreidingsmodule

Een uitbreidingsmodule is een gestandaardiseerd deel van een woning (3,6 m bij 4,55 m) die aan het basishuis geschakeld kan worden, maar ook weer verwijderd kan worden. (zie paragraaf 4.1)

Volhout/ pure massief bouw

Massief bouw waarbij elementen zijn opgebouwd uit kruislings verbonden panelen door middel van houten schroeven. Voor het fabriceren van de panelen wordt dus uitsluitend hout gebruikt.

Literatuurlijst

ANA Architects. (2014). *Learning from multifunk; een onderzoek naar flexibele & multifunctionele gebouwen*.

Geraadpleegd op 03 februari 2017, van.

https://learningfrommultifunk.files.wordpress.com/2014/08/ana_bookserie_lfm_mail.pdf

Architectenweb. (2016, 14 november). *Architecten ontwikkelen plan voor Schuttersbosch*.

Geraadpleegd op 5 december 2016, van

http://www.architectenweb.nl/aweb/redactie/redactie_detail.asp?iNID=39962

Bouwkunde-online (z.d.).

geraadpleegd op 24 mei 2017, van <https://bouwkunde-online.nl/bouwmethoden/>

Breggen van der, M & Besseling, Y. (z.d.). *Maskerade Prototype, RDM Campus Rotterdam*. (Figuur)

Geraadpleegd op 30 mei 2016, van

http://www.sbrcurnet.nl/uploads/project_report_page/012/012-1.jpg

Bruggink, D. (2016, december). *Klaar voor de circulaire toekomst*. Geraadpleegd op 3 februari 2017, van

http://www.orga-architect.nl/orga2015/wp-content/uploads/2016/12/2016_12_20-Houtblad-gasthoofdredacteur.pdf

Bureau Jochem Heijmans. (z.d.). *Nieuw leven in Schuttersbosch*. Geraadpleegd op 6 november 2016, van

<http://www.jochemheijmans.nl/nieuw-leven-schuttersbosch/>

Centrum Hout, (2010), *De houten bouwsteen van het unieke HIB systeem* [online afbeelding]

geraadpleegd op 20 februari 2017, van

<http://dehoutprijs.nl/sites/default/files/imagecache/fullsize/476a.jpg>

Dale van. (z.d.) geraadpleegd op 05 februari 2017, van

<http://www.vandale.nl/opzoekenpattern=duurzaam&lang=nn>

Dam van, J & van den Oever, M. (2012). *Catalogus biobased bouwmaterialen; het groene bouwen*. Catalogus waarin grondstoffen, materialen, producten en diensten die betrekking hebben op biobased bouwen worden beschreven. ISBN 978-94-6173-335-1. Wageningen: Wageningen UR Food & Biobased Research.

Encyclo (z.d.). geraadpleegd op 24 mei 2017, van

<http://www.encyclo.nl/begrip/systeembouw>

- Finnlogs. (z.d.). *houtskeletbouw*. Geraadpleegd op 7 februari 2017, van <http://www.finnlogs.nl/finnlogs-houtbouw/>
- Finnhouse. (z.d.). *houtbouw systemen*. Geraadpleegd op 7 februari 2017, van <http://www.finnhouse.nl/houtbouw-systemen/>
- Greenloop, (z.d.) *there is no such thing as waste in nature. Crade to cradle and biomimircy* [online afbeelding] geraadpleegd op 20 februari 2017, van
- Grinten van der, H. (z.d.). *Bouwsector kiest vroeg of laat voor gezonde materialen*. Geraadpleegd op 3 februari 2017, van <https://www.duurzaamgebouwd.nl/visies/20160413-bouwsector-kiest-vroeg-of-laet-voor-gezonde-materialen>
- Hartmaninstallatie,(z.d.) *triasEnergetica* [online afbeelding] geraadpleegd op 20 februari 2017, van <http://www.hartmaninstallatie.nl/content/files/Images/TriasEnergetica.jpg>
- Heijmans, J., Spaan, M. (2016). *Nieuw leven in Schuttersbosch*: document met achtergrond informatie, uitleg van het concept en kostenbepaling van het project. Boekwerk versie 6 Januari 2016.
- Heijmans, J., Spaan, M. (2016, 6 januari) *Nieuw leven in Schuttersbosch* [afbeelding]
- Starink, P. (2016, 14 juli). *Houten woontoren HAUT*. Geraadpleegd op 3 februari 2017, van <https://www.architectuur.nl/nieuws/houten-woontoren/>
- Karacabeyli, E. & Douglas, P. (2013). *Intoduction to cross-laminated timber*. In S. Gagnon, T. Bilek, L. Podesto, P Crespell. CLT handbook. (pp. 3-5) Point-Claire: PF Innovations
- loghuis. (z.d.). *Hout paneelbouw*. Geraadpleegd op 9 februari 2017, van <http://loghuis.nl/hout-paneelbouw>
- KLH Massiveholz GmbH (2012) *Cross-Laminated Timber, made for building built for living*. product folder: Auteur
- Klimaatbeheer (z.d.) *Prestatie-eis bouw materiaal gebruik (MPG) per 1-1-2018*, geraadpleegd op 25 mei 2017, van https://www.klimaatbeheer.eu/blog_type/prestatie-eis-bouw-materiaal-gebruik-mpg-per-1-1-2018/
- Kickken. J.A.M. (2010). *HIB-systeem.: een document met informatie over het HIB-systeem*. Pijnacker: Kickken

bouwtechnisch advies. Gedownload van,

http://finnhouse.nl/wp-content/uploads/2013/02/Houtdocumentatie-D3-240_HIB-Kickken-norm-blad-D3-240.pdf

M3H architecten. (z.d.). *Nieuw leven in Schuttersbosch, Eindhoven*. Geraadpleegd op 06 november 2016, van <http://www.m3h.nl/project/nieuw-leven-in-schuttersbos/>

Ministerie van VROM (2010). *Dossier Duurzaam Bouwen en Verbouwen, overzicht strategieën voor duurzaam bouwen*. Gedownload van, <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzaam-bouwen-en-verbouwen/inhoud/duurzaambouwen>

Platform Duurzaamheid. (z.d.). *Wat is duurzaamheid?* geraadpleegd op 05 februari 2017, van <http://www.platformduurzaamheid.net/index.php?/Wat-is-Duurzaamheid/achtergrond-duurzaamheid/wat-is-duurzaamheid.html>

Pul van. C. (2014, 19 decemer) *Pure massief houtbouw* geraadpleegd op 24 mei 2017, van <https://www.clubgreen.nl/pure-massief-houtbouw/>

Technische Unie. (2016, 6 mei). '*Vroeg of laat gaat de hele sector duurzaam bouwen*'. Geraadpleegd op 3 februari 2017, van https://www.technischeunie.nl/nieuws/vroeg_of_laat_gaat_de_hele_sector_duurzaam_bouwen/loc38800100

Vos, H. (2014, 9 december). *IFD Bouwen: Wat is IFD Bouwen? Zijn er criteria voor een IFD-gebouw?* Geraadpleegd op 07 februari 2017, van <https://www.clubgreen.nl/ifd-bouwen/>

Woonbedrijf (z.d.) geraadpleegd op 24 mei, 2017, van <https://www.woonbedrijf.com/Paginas/Beeldbank/schuttersbosch/schuttersbosch-01.jpg>

Woorden.org (z.d.). geraadpleegd op 24 mei 2017, van <http://www.woorden.org/woord/prefab>

WTCB, (01-01-2013), *voorbeeld van een houtskeletbouw wand* [online afbeelding] geraadpleegd op 20 februari 2017, van http://bbri.eu/homepage/media/img/publications/bbri-contact/568_01.gif

WTCB, (01-01-2013), *schema van houtskeletbouw* [online afbeelding] geraadpleegd op 20 februari 2017, van http://bbri.eu/homepage/media/img/publications/bbri-contact/568_02.gif

WTCB, (01-01-2013), *schema van houtstapelbouw* [online afbeelding] geraadpleegd op 20 februari 2017, van http://bbri.eu/homepage/media/img/publications/bbri-contact/568_03.gif

WTCB, (01-01-2013), *schema van massieve meerlagige houtplaten* [online afbeelding] geraadpleegd op 20 februari 2017, van http://bbri.eu/homepage/media/img/publications/bbri-contact/568_05.gif

WTCB, (01-01-2013), *voorbeeld van een wand uit meerlagige houtplaten* [online afbeelding] geraadpleegd op 20 februari 2017, van http://bbri.eu/homepage/media/img/publications/bbri-contact/568_06.gif

JddV architecten (z.d.) *modulaire woningen*. Geraadpleegd op 20 maart 2016, van <http://www.jddvarchitecten.nl/projecten/alles/69/modulaire-woningen>

Senter novem (2007 ,12 juli) industrieel, flexibel en demontabel bouwen (IFD) geraadpleegd op 20 maart 2016, van http://www.joostdevree.nl/bouwkunde2/jpgi/ifd_3_factsheet_industrieel_flexibel_demontabel_bouwen_www_rvo_nl.pdf

Serrein formatie (z.d.) geraadpleegd op 24 mei 2017, van <http://www.serreinformatie.nl/woordenlijst/>

Solid Timber (z.d.). *Floor spans*. Geraadpleegd op 24 mei 2017, van <http://www.solidtimber.nl/clt-producten/clt-panelen/>

Rocco, R. (2009, 3 juni) *what is research by design? Some pointers*. geraadpleegd op 20 maart 2016, van <http://www.slideshare.net/robocco/research-by-design-1528328>

Systimber (z.d.) (firguur) geraadpleegd op 30 mei 2017 van, http://systimbercom.webhosting.be/wp-content/uploads/2015/05/systimber_troeven.jpg

Alle overige afbeeldingen en tabellen zijn eigen werk

Bijlagen

Bijlage 1. Strategieën voor duurzaam bouwen volgens dossier duurzaam bouwen en verbouwen

Bijlage 2. De geschiedenis van modulair bouwen

Bijlage 3. De geschiedenis van de wijk Schutterbosch

Bijlage 4. Inspiratie voor het ontwerp

Bijlage 5. Doelgroep regelgeving en situering

Bijlage 6. Interviews

- 6.1 Interview Sustainer homes, Utrecht
- 6.2 Interview Systimber, de Pinte
- 6.3 Interview Strotec B.V. – Ixpando, Eindhoven
- 6.4 Interview Woodteq, Holten
- 6.5 Interview Finch Buildings, Amsterdam
- 6.6 Interview Nurholz, Alblasserdam

Bijlage 7. Abstract

Bijlage 8. constructieve plattegronden

- 8.1 fundering constructief
- 8.2 vloer constructief
- 8.3 dak constructief CLT
- 8.4 dak constructief Systimber
- 8.5 dak constructief Ixpando

Bijlage 9. bouwkundige plattegronden, doorsneden, pakketten & details CLT

- Bijlage 9.1 CLT basiswoning - plattegrond & doorsnede
- Bijlage 9.2 CLT basiswoning + module - plattegrond & doorsnede
- Bijlage 9.3 CLT basiswoning+ 2 modules - plattegrond & doorsnede
- Bijlage 9.4 CLT volledig geschakeld - plattegrond
- Bijlage 9.5 CLT volledig geschakeld - doorsnede
- Bijlage 9.6 CLT wand pakket
- Bijlage 9.7 CLT dak pakket
- Bijlage 9.8 detail 4.0 goot enkel
- Bijlage 9.9 detail 4.1 goot geschakeld
- Bijlage 9.10 detail 5.0 nok enkel
- Bijlage 9.11 detail 5.1 nok geschakeld
- Bijlage 9.12 detail 6.0 vloer enkel

Bijlage 9.13 detail 6.1 vloer geschakeld

Bijlage 9.14 detail 10.0 horizontale wand aansluiting enkel

Bijlage 9.15 detail 10.1 horizontale wand aansluiting geschakeld

Bijlage 10. bouwkundige plattegronden, doorsnedes, pakketten & details Systimber

Bijlage 10.1 Systimber basiswoning - plattegrond & doorsnede

Bijlage 10.2 Systimber basiswoning + module - plattegrond & doorsnede

Bijlage 10.3 Systimber basiswoning+ 2 modules - plattegrond & doorsnede

Bijlage 10.4 Systimber volledig geschakeld - plattegrond

Bijlage 10.5 Systimber volledig geschakeld - doorsnede

Bijlage 10.6 Systimber wand pakket

Bijlage 10.7 Systimber dak pakket

Bijlage 10.8 detail 4.0 goot enkel

Bijlage 10.9 detail 4.1 goot geschakeld

Bijlage 10.10 detail 5.0 nok enkel

Bijlage 10.11 detail 5.1 nok geschakeld

Bijlage 10.12 detail 6.0 vloer enkel

Bijlage 10.13 detail 6.1 vloer geschakeld

Bijlage 10.14 detail 10.0 horizontale wand aansluiting enkel

Bijlage 10.15 detail 10.1 horizontale wand aansluiting geschakeld

Bijlage 11. bouwkundige plattegronden, doorsnedes, pakketten & details Ixpando

Bijlage 11.1 Ixpando basiswoning – plattegrond & doorsnede

Bijlage 11.2 Ixpando basiswoning + module – plattegrond & doorsnede

Bijlage 11.3 Ixpando basiswoning + 2 modules – plattegrond & doorsnede

Bijlage 11.4 Ixpando volledig geschakeld – plattegrond

Bijlage 11.5 Ixpando volledig geschakeld – doorsnede

Bijlage 11.6 Ixpando wand pakket

Bijlage 11.7 Ixpando dak pakket

Bijlage 11.8 detail 4.0 goot enkel

Bijlage 11.9 detail 4.1 goot geschakeld

Bijlage 11.10 detail 5.0 nok enkel

Bijlage 11.11 detail 5.1 nok geschakeld

Bijlage 11.12 detail 6.0 vloer enkel

Bijlage 11.13 detail 6.1 vloer geschakeld

Bijlage 11.14 detail 10.1 horizontale wand aansluiting enkel

Bijlage 11.15 detail 10.1 horizontale wand aansluiting geschakeld

Bijlage 12. vergelijking van systemen, pakketten en details

Bijlage 12.1 vergelijking van pakketten

- Bijlage 12.2 vergelijking van details 4.0 & 4.1
- Bijlage 12.3 vergelijking van details 5.0 & 5.1
- Bijlage 12.4 vergelijking van details 6.0 & 6.1
- Bijlage 12.5 vergelijking van details 10.0 & 10.1

Bijlage 1. strategieën voor duurzaam bouwen volgens dossier duurzaam bouwen en verbouwen

Trias energetica

Deze strategie richt zich op het besparen van energie in de volgende drie stappen (afbeelding 1 (hartmaninstallatie, z.d.)):

1. Beperk de behoefte aan energie, gebruik zo min mogelijk energie.
2. Gebruik voor de energie behoefte die over blijft zo veel mogelijk energie uit duurzame bron, zoals zonne-energie of windenergie.
3. Gebruik de nodig energie (duurzaam opgewekt of uit fossiele brandstof) zo efficiënt mogelijk.

De trias energetica komt af van de trias ecologica. Dat is het stappenplan voor duurzaamheid in zijn algemeenheid en niet alleen voor energie. De eerste stap is dan ook niet alleen het beperken van de vraag naar energie maar die van bronnen in het algemeen (grondstoffen, water, materialen, energie, enz.)



afbeelding 1. trias energetica

Triple P benadering (people, planet, profit)

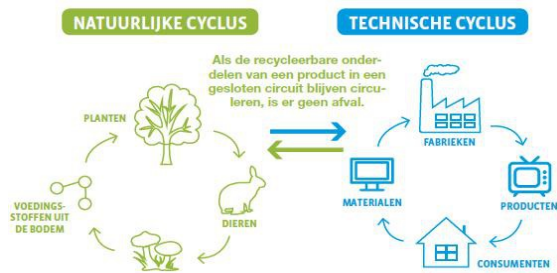
Bij deze benadering van duurzaamheid gaat het er om dat de drie vlakken (mensen, aarde en economie) in evenwicht zijn bij het ontwerpen van een project. Bij een onevenwichtigheid, bijvoorbeeld als het accent enkel wordt gelegd op beperking van milieu belasting van een gebouw waardoor onvoldoende aandacht is besteed aan de gebruikskwaliteit, kan dit leiden tot een niet- duurzaam gebouw.

Cradle to cradle

Deze benadering van duurzaamheid is gebaseerd op het concept 'afval is voedsel'. Dit wil zeggen dat alle materialen na hun leven in het ene product, nuttig kunnen worden ingezet in een ander product zonder dat er kwaliteitsverlies of restproducten ontstaan. Hier voor bestaan 3 basis regels:

- afval = voedsel
- zon is de energiebron
- respect voor diversiteit

In de afbeelding op de volgende bladzijde (greenloop EU, z.d.) wordt de natuurlijke cyclus en de technische cyclus weergegeven.



afbeelding 2. cradle to cradle cycli

Industrieel, flexibel en demontabel bouwen (IFD-bouwen)

IFD-bouwen richt zich op het gebouw, de installaties en vooral het bouwproces en de organisatie hiervan. Enerzijds gaat Industrieel bouwen over prefabricage van onderdelen van gebouwen zodat deze op de bouwplaats gemonteerd kunnen worden. Er worden complete gebouwdelen geleverd op de bouwplaats. Aan de andere kant is een belangrijk aspect het anders inrichten van het bouwproces zodat minder ad hoc wordt samengewerkt tussen verschillende partijen. Hierdoor wordt de kwaliteit van een gebouw hoger en kan deze eenvoudiger worden bewaakt dan bij de traditionele werkwijze. Wanneer het bouwproces goed gemanaged wordt kan dit grote arbo-, kwaliteits-, kosten- en milieu voordelen met zich mee brengen.

Door IFD-bouwen kunnen gebouwen relatief makkelijk aangepast worden.

Een gebouw dat aangepast kan worden aan een steeds wijzigend gebruik, voortkomend uit nieuwe inzichten, wensen en eisen, gaat langer mee. Om deze reden is IFD bouwen duurzaam.

IDF bouwen vraagt om een omschakeling naar een werkwijze waarbij een goede voorbereiding essentieel is. Als dit goed wordt gedaan zijn er echter direct voordelen te behalen zoals minder faalkosten, betere voorbereiding en minder kans op vertraging.

Er is geen lijst met bepaalde criteria waaraan een project moet voldoen om IFD te zijn. Het ene project heeft meer behoefte aan demontabelheid dan een ander project. Bij iedere ontwerp-opgave is de mate van benodigde flexibiliteit anders. IFD bouwen is daarom geen systeem maar een concept van bouwen met verschillende uitwerkingen. (Vos, 2014)

slim bouwen

De slim bouwen strategie voor duurzaamheid richt zich op het bouwproces. Volgens de website www.slimbouwen.nl wordt slim bouwen als volgt beschreven:

“Het fysiek en organisatorisch ontkoppelen van leidingen (installaties) blijkt de sleutel tot een efficiënter en dus economischer bouwproces te zijn. Door de installatietechniek een eigen plek te geven in het proces en in het gebouw, wordt industrieel bouwen mogelijk gemaakt en blijven gebouwen bovendien in de toekomst voor meerdere functies aanpasbaar (flexibiliteit)”. Op de site wordt gezegd “Slim bouwen een herbezinning op materiaal- en volumegebruik is, het gaat samen met de levensduurverlenging ten opzichte van het traditionele bouwen, een spectaculaire reductie van de milieubelasting met zich meebrengt (ca. halvering van gewicht, constructiediktes, productie-energie, CO₂ uitstoot, transport, afval en fijnstof).”

Slimbouwen is gebaseerd op de volgende drie kernwaarden:

- Industrialisatie van het bouwproces
- Flexibel / Levensduurbestendig bouwen
- Reductie van milieubelasting

Bijlage 2 De geschiedenis van modulair bouwen

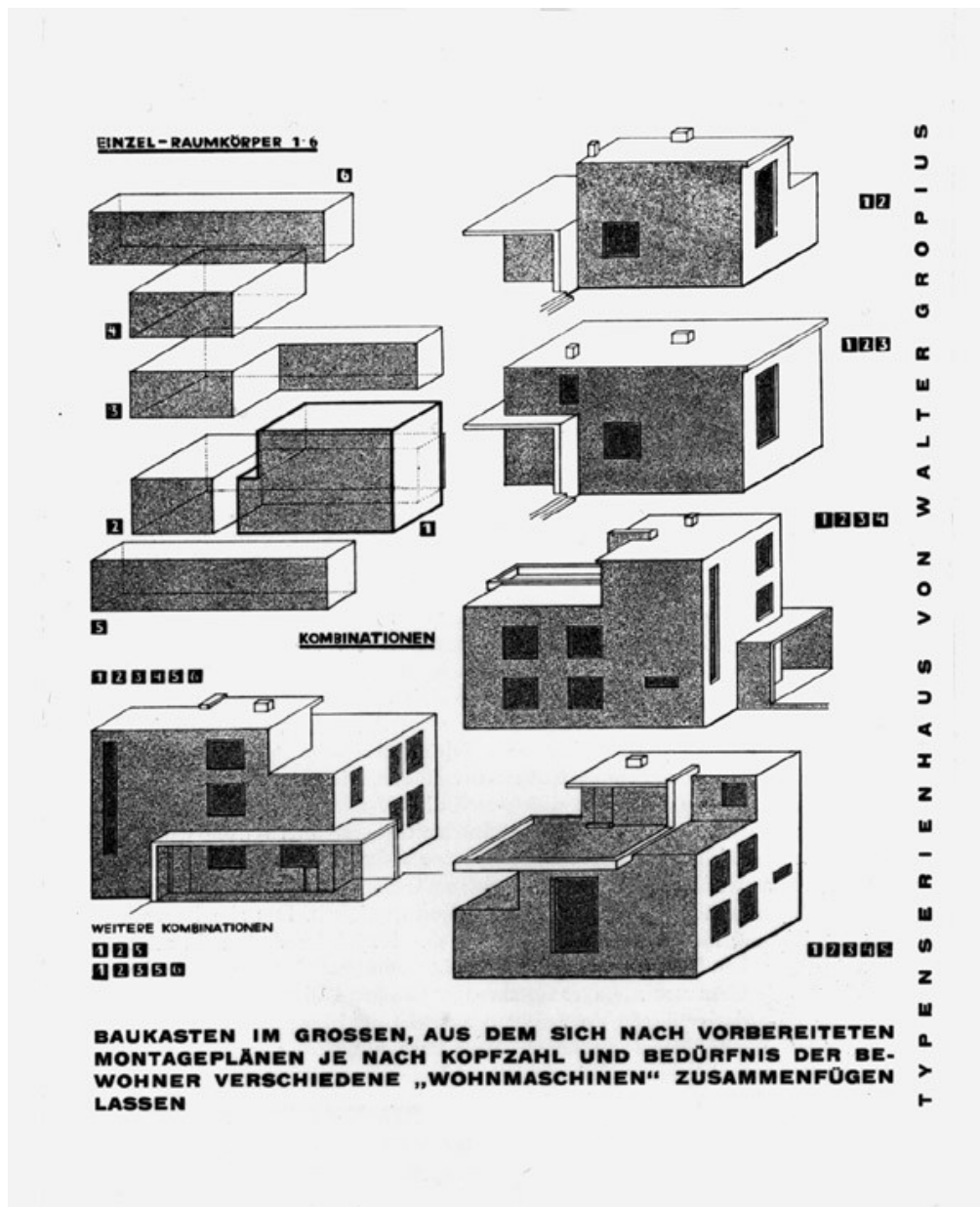
Een korte introductie van standaardisatie en systeembouw in de geschiedenis

In het kant-en-klaarhuis (Bakker & Rapp, 1998) wordt aangegeven dat in de geschiedenis verschillende architecten en wetenschappers geprobeerd hebben om het maken van gebouwen te standaardiseren. Dit doen ze op verschillende manieren en met verschillende uitgangspunten. Een voorbeeld van zo'n architect is John Wood die in 1781 het boek 'A series of plans for cottages or habitations of the labourer, either in husbandry, or the mechanic arts, adapted as well to towns as to the country'. In het boek staat het ontwerpen van arbeidershuizen centraal. In zijn boek komt hij tot een serie van 30 eenvoudige ontwerpen die in grootte oplopen van één tot vier kamers in één of twee lagen. "We zien een wisselende reeks van tot hun essentie gestripte huisjes. Door zijn reeks op te bouwen vanuit de kleinste eenheid en zich te beperken tot één doelgroep geeft Wood een voorzet voor seriematige woningbouw." (Bakker & Rapp, 1998, p. 47)

Met de komst van de industriële revolutie ontstaat er woningnood in de stedelijke gebieden waardoor er snel en veel woningen moeten worden geproduceerd. Dit kon door plattegrond en uiterlijk van de woning te standaardiseren. Ook is er in koloniale pioniersgebieden vraag naar verscheepte kant-en-klaar huizen (Bakker & Rapp, 1998). Zoals de Belgische woningen in Schuttersbosch in de eerste instantie ook bedoeld waren voor de Belgische Congo. flexibele prefabricage van huizen zoals houtskeletbouw is hierbij meer succesvol dan andere technieken. Door dit houtbouwsysteem waarmee de Belgische woningen zijn gebouwd 'het bouwpakket', is de woning makkelijk aan te passen. (Bakker & Rapp, 1998, p. 71)

Tot nu toe werden vaak plattegronden gestandaardiseerd. In de jaren 30 ontwerpt Walter Gropius een bouwsysteem 'Baukasten im Grossen' dat niet de plattegrond en de verschijningsvorm maar juist ruimtelijke elementen standaardiseert. Deze onderdelen of 'Einzelraumkorporen' kunnen naar behoefte worden samengesteld tot een woning. (Bakker & Rapp, 1998, p.82). Deze Einzelraumkorporen kunnen vergeleken worden met de modules in het concept van Schuttersbosch. Ze kunnen op verschillende manieren aan elkaar geschakeld worden. In afbeelding 13. (TU wien, 15-05-2001) worden de 6 Einzelraumkorporen weergegeven en een aantal woningen die een compositie hiervan zijn.

In 1932 organiseert Martin Wagner een prijsvraag; 'Das wachsende Haus'. Het onderwerp is het industrieel vervaardigde suburbane huis voor de arbeider, dat moet kunnen groeien. Het programma stelt een minimale kern van 25m² als basis, waarna de woning in een later stadium uitgebreid kan worden naarmate het gezin of de welvaart groeit. Inzendingen Voor de prijsvraag waren het Bohlerbinder-huis van Hans Poelzig en het L-huis van Ludwig Hilberseimer. Wagners eigen inzending is een in zigz elf gekeerde woning waarbij de grootste en warmste ruimte centraal gelegen is, omringd door kleinere vertrekken. De buitenste ring is een plantenkas. Het concept voor de woningen in Schutterbosch beruiste op het principe van het systeem van 'Baukasten im Grosso' van Gropius alleen kunnen bij deze moderne versie de modules ook weer worden losgekoppeld.



Afbeelding 3. Einzel raumkorpem

Bijlage 3. Geschiedenis van de wijk Schuttersbosch

Toen de industrie in Eindhoven na de tweede wereld oorlog weer opbloede kwamen steeds meer arbeiders naar de stad. Omdat grote delen van de stad verwoest waren, er geen goedkeuring was voor een uitbreidingsplan van de stad, en er ook nog eens 900 woningen werden gesloopt voor de wederopbouw van Fellenoord en de spoorbaan groeide het tekort aan woningen enorm. Daarnaast werd de woningbouw door de overheid gerantsoeneerd omdat bouw materiaal schaars was en gebruikt moesten worden voor industrie en infrastructuur. Jaarlijks werden er contingenten toegekend. Dit waren een soort quota. Systeembouw was vrij van deze quota. Om huisvesting te creëren voor haar arbeiders startte Philips met het bouwen van systeemwoningen in Strijp, Tongelre en Schutterbosch. De woningen kwamen als bouw pakket met de trein uit Oostenrijk en werden betaald met aardappels en Philips artikelen. (Gemeente Eindhoven & Stichting Woonbedrijf SWS. Hhvl, 2014). De Belgische woningen kwam 10 jaar later. Deze huizen waren eigenlijk bedoeld voor ambtenaren in de oerwouden van de Belgische Congo. Er werden er 253 in Schutterbosch geplaatst. In 1994 werd een sloopvergunning afgegeven voor de huizen in Schuttersbosch. Dit tot grote ontsteltenis van de bewoners. (Kauffeld, z.d.).

Bijlage 4. Inspiratie voor het ontwerp

Bij het ontwerpen van het plan voor de woningen in Schuttersbosch waren architecten M. Spaan en J. Heijmans geïnspireerd door woningen van Joseph Eichler.

Eichler staat bekend als pionier in het ontwikkelen van woonwijken waarvan de sociale ethiek, vooruitstrevende planning en het elegante moderne design nog steeds als standaard word gezien voor de hedendaagse huizenontwikkeling. Eichler was verantwoordelijk voor 11.000 woningen die tegemoet kwamen in het dramatische woning te kort na de tweede wereld oorlog. De woningen zijn beroemd omdat ze innovatief, stijlvol én betaalbaar zijn.

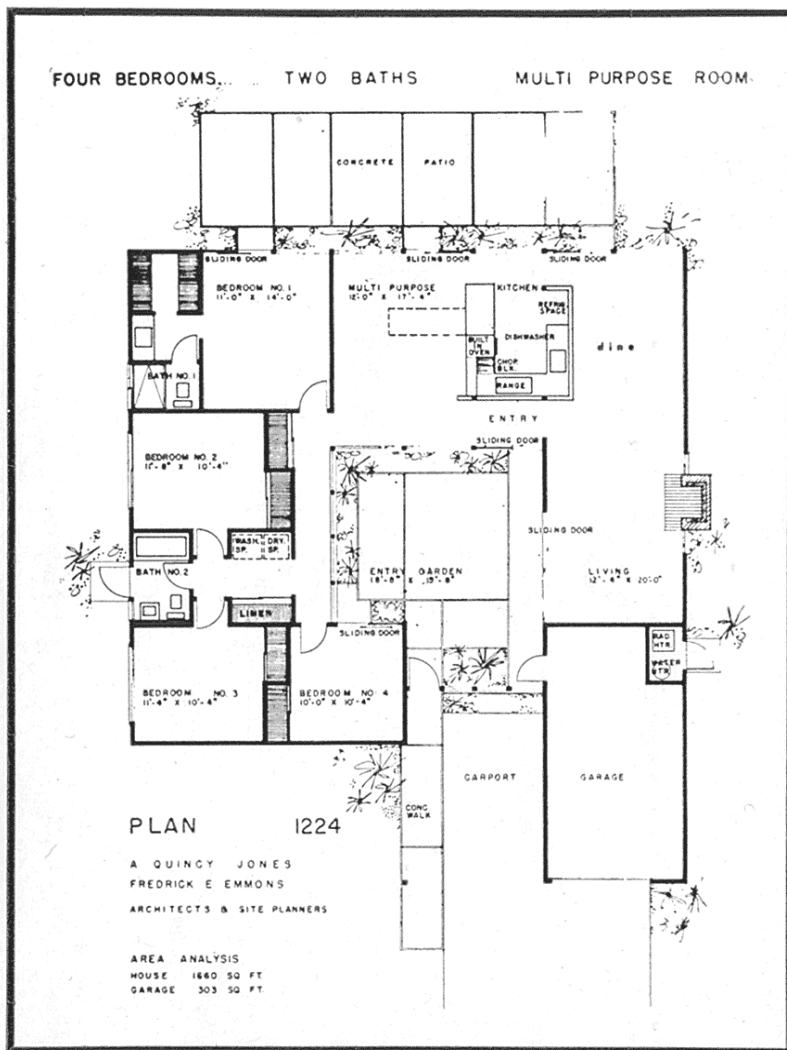
De Eichler woningen staan bekend om de open plattegronden en veel glazen wanden. In afbeelding 5. (Eichler Midcentury, z.d.) is een voorbeeld van zon plattegrond gegeven. Een kenmerkend eigenschap voor Eichler woningen is 'het buiten naar binnen brengen'. Dit bereikte hij door het toepassen van daklichten en verdiepingshoge ramen die uitkijken op de privé buitenruimte van de woningen. Deze buitenruimtes variëren van buitenkamers, patio's, atriums, tuinen en zwembaden. In afbeelding 4, 6 en 7 zijn hier voorbeelden van gegeven (Eichler Midcentury, z.d.). Een tweede herkenningspunt aan de Eichler woningen is dat er bijna geen ramen in de gevel aan de straatkant voorkomen (Adamson, Arbunich & Braun, 2002).

Bij het ontwerpen van het concept ontwerp voor de woningen in Schuttersbosch is de Eichler woning een inspiratie geweest. Met de twee verschillende modules die aan de woning kunnen worden geschakeld en de patio die hierbij kan worden toegevoegd kan een open plattegrond worden gecreëerd die doet denken aan de woningen van Eichler. In dit ontwerp word buiten naar binnen gehaald door de glazen patio.

Voor die tijd waren de woningen modern door het open plan waarbij de keuken gekoppeld was aan de woonkeuken en een multifunctionele kamer. Het combineren van woonkamer en keuken was al een innovatie op zich. Daarnaast waren de ingebouwde meubels en het gebruik van schuifdeuren typerend voor de woningen (Adamson, Arbunich & Braun, 2002).



afbeelding 4 Eichler woning met verdiepingshoge ramen



afbeelding 5. voorbeeld plattegrond Eichler woning



afbeelding 6. Eichler woning met glazen wanden



afbeelding 7. Patio in Eichler woning

Bijlage 5. doelgroep, regelgeving en situering

Doelgroepen

In Eindhoven zijn een paar grote creatieve en technische onderwijsinstellingen gesitueerd. Een belangrijke doelgroep voor de woningen in Schuttersbosch zijn van deze scholen afkomstige ontwerpers en academici. Aangezien de locatie van de woningen op nog geen 15 minuten fietsen aan de rand van de stad is, vormt dit een perfecte locatie voor jonge afgestudeerde stellen. Deze doelgroep is vaak zeer bewust van duurzaamheid en geïnteresseerd in het bijdragen van een duurzame samenleving. In de wijk kunnen de stellen in een kleine woning starten en deze uitbreiden met extra woon- of slaap ruimte als dit nodig is in de toekomst.

Voor het plan is al een groep geïnteresseerde potentiële kopers. Samen met deze groep en een aannemer zijn de mogelijkheden voor het nieuw bouwen van woningen onderzocht. Door het vormen van deze bouwgroep kunnen de bouwkosten gereduceerd worden. Met het collectief zijn meer mogelijkheden om tot een slim- en prefab bouwsysteem te komen. Ook is het mogelijk om de energie ambities hoger te stellen. Om dit collectieve proces vorm te geven wordt samen met de geïnteresseerden een bouwgroep gemaakt onder leiding van een professioneel bureau. (Spaan & Heijmans, 2016)

Regelgeving omtrent bestemmingsplan, welstand en BKP

In het bestemmingsplan waar Schutterbosch onder valt wordt de wijk omschreven als een woonbos. Hierin zijn bouwvlekken aangegeven waarbinnen gebouwd mag worden. In grote lijnen zijn dit bouwvlakken van 10x13 meter en bouwvlakken van 13x13 meter. De maximale goothoogte is hierbij 3,5 meter en de maximale nok hoogte is 10 meter. Dit betekent dat er een groter oppervlak bebouwd mag worden dan het woonoppervlak van de huidige Belgische woningen. Er kunnen grotere woningen worden gemaakt of de woningen kunnen worden uitgebreid. De gemeente heeft voor Schutterbosch een extra BKP opgesteld met gebiedsgerichte welstandscriteria die voortkomen uit de gebiedseigen architectonische en stedenbouwkundige karakteristiek. (Spaan & Heijmans 2016)

Situering

De wijk Schuttersbosch ligt aan de onderkant van Eindhoven net buiten het centrum. In Afbeelding 8 wordt het deel van de wijk aangegeven waar als eerst gebouwd zal gaan worden. Het gaat hier om ongeveer 12 woningen, afhankelijk van de grootte van de bouwgroep. Later zal er wellicht een plan worden gemaakt voor andere kavels in die zelfde strook aan de linker rand van Schutterbosch. In afbeelding 9 worden opties gegeven voor mogelijke inrichtingen gegeven van de kavels op het gedeelte waar nu gebouwd gaat worden.



Afbeelding 8. Schuttersbosch, te bebouwen gedeelte



afbeelding 9. te bebouwen gedeelte

Bijlage 6. interviews

6.1 Interview Sustainer Homes

Partij: Sustainer homes, Utrecht
contact gegevens: +31 (0) 30 2072160
info@sustainerhomes.nl
datum interview: 1 maart 2017
plaats interview: Jaarbeursplein, Utrecht
geïnterviewde: Gert van der Vugt

Het interviewen van Sustainer homes is op een andere manier gegaan dan de andere interviews omdat dit op een open dag is gebeurd van de Sustainer woning in Utrecht waar ik heen ben gegaan toen ik nog geen vragen lijst had opgesteld. Wel was de tabel met randvoorwaarden en indicatoren al opgesteld dus konden er wel gerichte vragen gesteld worden. Ook is van het gesprek niet opgenomen en dus niet letterlijk te dicteren of citeren in het verslag.

Samenvatting van het gesprek:

Eerst heb ik het concept van M3H uitgelegd aan meneer van der Vugt waarna hij hier op heeft gereageerd. Sustainer homes werkt met houtskeletbouw modules die met een machine gefreesd worden. Sustainer homes is een concept dat al geheel uitgedacht is. Een woning word opgebouwd uit modules van 2,5m bij 3,5 m en modules van 5 bij 3,5 m. Van deze maten word niet afgeweken. Als het betreffende concept gebruikt zou worden voor de woningen in Schuttersbosch dan zouden deze module maten aangehouden moeten worden. Het systeem is niet zo ontworpen dat modules of gedeeltes van woningen weer losgekoppeld kunne worden van elkaar. Als het huis staat dan staat het. Het is dus niet te bedoeling dat verschillende modules kunnen veranderen van functie en dus zitten installaties en afwerking vast. De installatie is all electric. Er word gebruik gemaakt van een luchtwarmte pomp voor verwarming en koeling van de woning. De lucht word aangevoerd door kanalen in het plafond. Warmtap water word verkregen door het toepassen va een elektrische boiler.

Volgens Gert van der Vugt van sustainer homes zal het heel erg lastig zijn om het concept terug te verdienen omdat het weer los halen van de modules niet voordeliger is dan bijvoorbeeld het van huis wisselen door de bewoners. Zeker voor zon kleine groep als dat het platform nu is.

Hij ziet vooral moeilijkheden in het aanpasbaar maken van de functies in de modules. Dus vooral de installaties. Hij raad ook aan om na te denken over een apart installatie systeem voor de basiswoning en de voor de modules. Dus om deze niet op elkaar aan te sluiten omdat aansluiting erg lastig word. Zeker bij bestaande woningen.

Sustainer homes werkt niet in samenwerking met andere concepten en doet geen renovaties omdat de details dan vaak in zo verre aangepast moeten worden dat het economisch niet meer rendabel is om modulair te bouwen.

Bouwkundige tekeningen en oplossingen van bouw knooppunten kon hij niet aanbieden omdat deze

vertrouwelijk zijn.

Verbeterpunten voor het interview:

- van te voren contact met mensen opnemen om uit te leggen wat het concept is
- een van te voren opgestelde lijst met vragen opstellen
- alle vragen wat betreft budget, vierkante meters, platform van uitwisselbaarheid, doelgroep en bouwteam met geïnteresseerden, installatie ideeën.
- probeer het te hebben over de bouwtechniek en trek het gesprek jou kant op door gerichte vragen te stellen.
- Probeer voor een interview zo veel mogelijk informatie al over het systeem om te zoeken. Ook bijvoorbeeld EPC enz. Zodat er geen onnodige vragen gesteld gaan worden.

Doen:

- lijst met vaste vragen opstellen
- een fact sheet maken voor de partij:
 - budget
 - platform
 - aantal m²
 - aantal modules die gemaakt moeten worden $\pm$
 - ideeën voor installatie
 - dit ook verwerken in verslag
 - zoek uit of all electric systeem een goede optie is voor schuttersbosch
 - lucht warmtepomp
 - elektrische boiler
- fundering bedenken

idee

- zouden we zoals bij sustainer homes kunnen werken met een glazen wand en een dicht wand. Zodat variatie van wanden met verschillende ramen kleiner word. Of nog een optie met een half open wand..

Deel Conclusie

Bij het zoeken naar een partij die mee zou willen denken over het plan is het onmogelijk om alleen maar te praten over de bouwtechniek. In het eerste gesprek dat ik voerde met een medewerker van Sustainer homes kwamen meteen een aantal vragen naar boven over de uitvoerbaarheid met betrekking tot het platform van geïnteresseerden, de economische haalbaarheid van het project in verband met het weer weg halen en opslaan van de modules. Ook het veranderbaar maken van de binnen afwerking en de installaties zagen ze meteen als een groot nadeel. Ik had mij op dit moment niet goed genoeg voorbereid om op al deze vragen antwoord te kunnen geven. Maar ik zag wel in dat als ik het concept in deze mate flexibel wilde maken (met installaties en al) dan zou ik ook de gehele installatie moeten uitwerken omdat deze invloed heeft op het bouwkundige ontwerp van de woning. Alleen antwoord geven op de hoofdvraag is dus meer dan alleen de bouwtechniek uitwerken.

6.2 Interview Systimber

Partij: Systimber, De Pinte
contact gegevens: +32 475 74 65 09
info@systimber.com
datum interview: 10 maart 2017
plaats interview: Den beer 20, De Pinte
geïnterviewde: Karel Vervaet

vragen

1. Op welk principe berust het systeem en hoe werkt het? Kunt u hier mij iets meer over vertellen?

Er zijn verschillende houtbouwsystemen op de markt maar die systemen hebben een aantal nadelen waardoor de markt eigenlijk kleiner word en eigenlijk te klein is.

Dus je hebt houtskeletbouw, je hebt ook houtstapelbouw. Maar hout zet uit en krimpt bij vochtige en droge lucht omstandigheden en dat is een probleem. Nu zijn daar oplossingen voor maar die zijn technisch niet perfect en die maken de houten constructie duur. Dus wij hebben een nieuw systeem ontworpen waarbij de balken niet horizontaal op elkaar worden gelegd maar verticaal met elkaar worden verbonden met behulp van afstandhouders die we zelf ontworpen hebben. De lengte van de afstandhouder houdt de totale lengte van de samengestelde bouwplaten maat stabiel. Omdat er een ring op de afstandhouders zit van 6 mm dik word bij het vastschroeven de balken niet helemaal tegen elkaar aangeschroefd maar zit er nog een sleuf tussen. Op deze manier kan elke balk afzonderlijk natuurlijk uitzetten en krimpen over de lengte van de afstand houder zonder dat het de lengte van de gehele plaat beïnvloed. De dubbele tandgroef verbinding die opgevuld zijn met EPDM vangen deze spelingen op en houden de verbindingen water en lucht dicht. Dus zonder gebruik van dampschermen gaan we een luchtdicht geheel vormen. in de hoogte; hout in de nervenrichting zet zich nagenoeg niet. Dit is in feite de innovatie.

Het is ons eigen systeem. Het is een onderzoek van 7 jaar geweest met testen. We hebben het een jaar of twee geleden gepatenteerd wereldwijd. We zijn in feite de eerste aanbieder er van. Mijn partner Wolfgang is houtingenieur. ik kom uit een hele andere sector en ik hou me bezig met het commerciële en het lijden van projecten en het coördineren ervan. Wij hebben dit systeem ontworpen en eerst moeten we bewijzen dat het systeem rendabel is en dan gaan we het systeem verkopen aan andere landen. Maar het doel is om in heel Europa producenten te vinden die met het systeem willen werken en met lokaal hout werken.

Door het EPDM in de uitzettingsgleuven is het systeem altijd water en lucht dicht. Voor het lucht dicht maken van het hele systeem moeten details goed uitgewerkt worden.

Het leuke aan het product is dat heel veel kleine houtbouwers of zzp'ers zonder werkplaats toch een huis bouwen met ons systeem omdat alles al op maat op de bouwplaats aankomt en alleen in elkaar gezet hoeft te worden. Wij zijn zelf enkel fabrikant en bouwen niet.

2. Hoe zien wand- vloer- en dakpakketten er uit?

Beganegrond vloer, buitengevels, binnen wanden, verdiepingsvloeren en dak zijn allemaal

opgebouwd uit dezelfde systimber balken. Isolatie en afwerking kan geheel naar wens van de klant. Bij huisjes kleiner dan 40 liter hoeft er niet te worden geïsoleerd. We maken dan een schroef fundering en hierop komt de systimber vloer te liggen. De vloer zweeft dus boven de grond en er lucht onder dus er blijft geen vocht op het hout liggen.

Bij woningen; het gewicht dat op de betonplaat komt is veel kleiner dan bij traditionele woningen en we werken dan met een betonplaat. Eigenlijk een thermoplaat. Dat is een omgekeerde betonplaat. Eerst gaan we een kiezelbed van 30 à 40 cm keitjes leggen. Kleine steentjes die aangestampt worden. Op die steentjes leggen we twee isolatielagen die losgekoppeld zijn van elkaar. EPS en XPS. Op die isolatie leggen we de betonplaat met de vloerverwarming er in. Op dat beton kunnen direct de systimber balken worden bevestigd.

3. Hoe word geïsoleerd?

Er kan worden geïsoleerd aan de binnen en buitenzijde van het systeem.

4. Wat zijn de esthetische afwerkingsmogelijkheden voor binnen en buiten?

Als het hout aan de buitenkant zichtbaar blijft dan zetten we er een grijze afwerkingslaag op en dan gaat het natuurlijk vergrijzen. Na 4 à 5 jaar moet er dan een nieuwe afwerklaag op. Dus dan heb je er iets meer onderhoud aan. Aan de binnenzijde heb je er nul onderhoud aan. Het hoeft in principe aan beide zijden niet afgewerkt te worden maar dit kan natuurlijk wel.

5. Hoe zien principe details er uit? Zijn deze altijd droog en tot in hoeverre gestandaardiseerd?

alle verbindingen zijn droog en makkelijk demontabel.

Een standaard detailboek is er nog niet. Het eerste grote project word nu uitgetekend en daar zijn we voor 80% mee klaar. Bij elk project werken we details uit maar bij veel projecten zullen details terug komen dus dan worden dit standaarddetails. Verankeringen en dat soort dingen zijn wel standaard. Details verschillen in waar de isolatie enz komt.

6. Hoe worden installaties verwerkt in wanden/ vloeren/ plafonds?

in principe ligt de vloerverwarming in de betonplaat. En voor technische leidingen en buizen zijn er een paar opties. We hebben een eigen teken bureau opgericht omdat veel architecten niet wisten hoe het bij systimber zat met aansluitingen naar betonplaat en met installaties verwerken. Ons teken bureau zet het plan van de architect in om in een systimber uitvoeringsplan. De architect ontwerpt en wij teken de uitvoering er van maar wij houden ons zo veel mogelijk aan het ontwerp van de architect. En wij doen dit ook samen met de architect. De architect blijft de baas.

Het uitvoeringsplan word gemaakt in een 3d BIM model in revit en maken wij in samenwerking met en voor de architect. In dit uitvoeringsplan gaan we ook de details verder uitwerken en de installaties bekijken. Op dat moment stellen we dus ook de vraag; waar gaan we de technieken wegwerken.

Bijvoorbeeld gaan we met dubbele wanden werken in de badkamer.

Electrische leidingen zijn makkelijk. Er is een speciale electra balk waarbij de bovenste centimeter is afgezaagd en er een sleuf is ingefreesd in waar de kabels in kunnen liggen. De bovenste centimeter

kan daarna weer worden bevestigd aan op de balk zo dat er niets aan de balk te zien is. Bij waterleidingen gaan we met technische wanden/ voorzetwanden werken. In keukens kunnen leidingen soms achter de kastjes. In de buiten wanden kunnen ook installaties worden weggewerkt. Dan moet je door de isolatie heen. Dat zijn dingen die besproken worden op het moment dat dat bim model gemaakt word.

Lucht en sanitaire leidingen verwerken we vaak in een dubbel plafond. Dus er is een systimber plafond en daarvoor maken we een vals plafond waar je je isolatie in kwijt kan en daar kan je ook je leidingen in kwijt. Dus in plaats van de vloer zitten de leidingen in het plafond. Hierdoor worden ook reparatie kosten veel kleiner. Je merkt het sneller als er een lek is en je kan er makkelijker bij.

7. Wat maakt dit systeem beter dan andere systemen? Waarom kiezen mensen dit systeem boven andere systemen?

Wat zijn dan de voordelen van het systeem; in de eerst plaats is bij de ruwbouw de woning al zo goed als af. Je ziet geen metaal meer en het is af. Het is in feite warm, comfortabel en bewoonbaar. Je kan er gyproc tegen zetten en je kan het schilderen maar het hoeft niet. Dus de ruwbouw is onmiddellijk bewoonbaar. De grote kosten besparing is dat je het vanaf beide kanten niet hoeft af te werken en bij een wooneenheid hoef je dus maar aan 1 kant te isoleren en af te werken. Dus langs één zijde heb je een afgewerkte gevel. Bij HSB en CLT is dat niet. Zicht kwaliteit bij CLT platen zijn voor de meeste doorsnee Nederlander niet goed genoeg. Mensen willen over het algemeen niet in een onafgewerkte CLT omgeving wonen. De CLT platen lijken meer op multiplex en dit systeem zijn strakke verticale balken. Dit oogt veel moderner. De balken kunnen ook al in het atelier gekleurd/ geschilderd worden zodat de ruwbouw meteen is afgewerkt.

Bij HSB zie je vaak helemaal geen hout meer en bij logbouw, die Zwitserse en Oostenrijkse chalets dat past ook niet in wat mensen in deze omgeving willen. Dus het hoofd verkoopargument is eigenlijk de esthetiek.

Dus 1 de esthetiek is belangrijk, 2 technisch is het een antwoord op de zetting van het hout, 3 het hoeft niet te worden afgewerkt, 4 het is droog bouw dus het gaat heel snel. Dat zijn in feite de grote voordelen voor de consument. De grote kosten besparing zit hem in dat je maar langs één zijde hoeft te isoleren en afwerken want de afwerkingsschillen kosten heel veel geld.

8. Waar komt het hout vandaan?

We zijn wel aan het kijken samen met een Nederlandse firma om de buitenschil in een andere houtsoort te maken; Acoya. Een houtsoort van Nieuw Zeeland daar kunnen insecten niet in en die is ook volledig onderhoudsvrij. Dat is de perfecte buitenschil. Voor de rest werken we het liefst met Europees vuren hout uit het zwarte woud of uit Finland.

9. Welke RC waardes kunnen bij gebruik van dit systeem behaald worden?

Het is hout, het is geen isolatie materiaal. Dus als het echt een wooneenheid is dan moet je het vanaf de buitenzijde of de binnenzijde isoleren en afwerken.

10. Waarmee is dit systeem vergelijkbaar qua prijs en waar zit hem het verschil in?

(bv materiaal of bouwsnelheid.)

Wij zitten qua prijs 5 à 8 procent onder hout skeletbouw. Het materiaal zelf van het systimber systeem is duurder omdat het met massief hout word gemaakt maar de afwerking kan langs één zijde bespaard worden. Nogmaals hier in zit het verschil. Kosten van het afwerken van HSB is erg duur. De snelheid is erg vergelijkbaar met HSB. We bouwen 2,5m2 m/ pp/ ph

11. Is het qua detaillering mogelijk om dit systeem op een bestaand systeem aan te sluiten?

Ja. Zie vraag 19 – 2

12. Zouden er met het systeem modules gemaakt kunnen worden die in zijn geheel verplaatsbaar zijn van ongeveer 3600 bij 4800 mm?

Nee dat kan niet, om de constructie met een kraan vast te pakken zul je de constructie moeten gaan aanpassen en dan ga je het duurder maken. Ook kunnen er geen grote ramen worden gemaakt in modules die in zijn geheel verplaatsbaar zijn.

13. Zou er met het systeem elementen gemaakt kunnen worden die in zijn geheel verplaatsbaar zijn. Voor het opbouwen van een module zoals gevel vloer dak die in zijn geheel van elkaar losgekoppeld kunnen worden?

Absoluut. Heel makkelijk. De bouw volumes worden kleiner en kleiner. We moeten weer in steden gaan wonen. En dat is een van de grote nadelen van de andere bouwsystemen, CLT bijvoorbeeld dat zijn grote panelen die met een grote kraan moeten worden geplaatst. Een kleine bijbouw van 30 à 40 m2 kan je niet rendabel met CLT zetten. Dat is veel te duur en veel te complex. In de stad is het ook niet handig in kleine straatjes. Met ons systeem kunnen de balken door de voordeur naar binnen gedragen worden. Het systeem is gemaakt om die kleine op en aanbouwen ook in hout te kunnen doen. Renovatie is maar 0,3 % in hout omdat het te log en te veel prefab is. We kunnen ook tegen bestaande structuren aanbouwen en ook weer wegnemen. Het is in feite bedacht om het systeem te laten integreren met bestaande structuren. Liggers kunnen in hout en in staal worden gemaakt. Voor het demontabel en inwisselbaar maken van de modules zal isolatie op een slimme manier demontabel moeten worden gemaakt van de wand. Hier voor zullen detail goed uitgewerkt moeten worden.

14. Is het in dit systeem mogelijk om een entresol vloer te kunnen plaatsen en in hoe verre is deze dan flexibel/ demontabel?

Ja dit kan en kan ook geheel demontabel gemaakt worden.

6.3 Interview Strotec/ Ixpando

Partij: Strotec B.V. – Ixpando, Eindhoven
contact gegevens: 0651512442
info@strotec.nl
datum interview: 13 maart 2017
plaats interview: Gulbergsven 17, Eindhoven
geïnterviewde: Eric Verheijen

1. Op welk principe berust het systeem en hoe werkt het? Kunt u hier mij iets meer over vertellen?

Strotec is een bedrijf dat gevel panelen maakt met stro. De panelen bestaan uit een houten constructie met daartussen geperst stro. De panelen worden op maat gemaakt waardoor de montage op de bouwplaats snel is. Het Strotec systeem komt voort uit het verlangen om woningen aangenamer te maken voor mens en milieu. De huidige woningmarkt bestaat uit woningen die gemaakt zijn van niet milieu vriendelijke niet natuurlijke materialen. De bouw produceert een heel groot deel van het afval wat mensen produceren. Daarom is het belangrijk om dit terug te dringen. Bij het systeem worden bio based materialen gebruikt. Zo kan er zo veel mogelijk cradle to cradle gebouwd worden. Ook zijn de woningen modulair en aanpasbaar. Daarnaast is het leefklimaat in een woning van stro en leem aangenamer dan in een traditionele woning. Dit komt omdat de constructie damp open en vocht regulerend werkt. De schommelingen in luchtvochtigheid zijn kleiner. De panelen worden tegen elkaar geplaatst en aan elkaar geschroefd. Het systeem is ontworpen door Strotec. Meneer Verheijen is er nu ongeveer 5 jaar mee bezig. Er zijn nu 4 woningen met het systeem gebouwd maar er zijn erg veel nieuwe aanvragen.

2. Hoe zien wand- vloer- en dakpakketten er uit?

De panelen zijn 400 mm dik. De breedte kan variëren van 400 tot 1200 mm en de hoogte van 400 tot 3000 mm. Aan de binnenzijde worden de panelen afgewerkt met leem. Hierdoor blijft de constructie helemaal damp open. Aan de buitenzijde kan elke afwerking worden gebruikt die gewenst is. Optioneel kan er ter versteviging en extra isolatie een houtvezelplaat tegen de buitenzijde worden geplaatst. Deze kan daarna worden gestuct. Tussen de constructie en de houtvezelplaat kan dan een damp open folie worden geplaatst. Als er meteen op het stro wordt gestuct kan deze folie niet worden aangebracht. Bij de samenwerking met Ixpando wordt voor de stabiliteit een OSB plaat aangebracht aan de binnenkant van de wand. Deze vervangt de stabiliteitsbalken in de constructie. Deze OSB plaat kan onafgewerkt worden gebruikt of worden afgewerkt met een damp open afwerking.

De begane grond vloer wordt vaak uitgevoerd met een betonplaat. Maar iedere soort vloer is in principe mogelijk. Een houten vloer zou het liefst wel zwevend boven het maaiveld toegepast moeten worden. De verdiepingvloeren zijn vaak van hout. Een houten balklaag met daarop een zwevende dekvloer. Hier kunnen nog installaties tussen de balken worden weggewerkt. of een CLT vloer met een zwevende dekvloer. Voor hellende daken kunnen er Strotec panelen worden toegepast

maar voor platte daken zal een ander soort dak genomen worden omdat er dan dakbedekking op het dak gelegd wordt dat niet damp open is.

3. Hoe wordt geïsoleerd?

De gevel panelen halen een isolatie waarde van 8,3

4. Wat zijn de esthetische afwerkingsmogelijkheden voor binnen en buiten?

Zie vraag 2.

5. Hoe zien principe details er uit? Zijn deze altijd droog en tot in hoeverre gestandaardiseerd?

De details zijn in principe droog. Dit ligt voor een groot deel ook aan de afwerking. Standaard details zijn te vinden op de site van eco cocon.

6. Hoe worden installaties verwerkt in wanden/ vloeren/ plafonds?

Omdat het systeem zo goed isoleert kunnen we met de verwarming weer terug naar 1 pallet kachel in plaats van centrale verwarming met radiatoren onder elk raam. Dit houdt het hele huis erg warm zelfs de boven verdieping. In de badkamer zou dan een infrarood paneel komen te hangen als extra verwarming. Voor mensen die dit niet zien zitten kan er alsnog een vloerverwarming worden gelegd. Ook proberen we zo veel mogelijk leiding loos te bouwen. Er hoeft bijvoorbeeld geen wtw unit meer aangesloten te worden om energie neutraal te zijn als er ook zonnepanelen op het dak liggen. Dit komt omdat de woning al zo goed warm blijft van zichzelf. Waar precies alle installaties komen wordt duidelijk als de plannen voor het huis worden gemaakt. Leidingen proberen we zo veel mogelijk centraal in een schacht weg te stoppen. Horizontaal zouden ze door de verdiepingsvloer kunnen lopen. In de strotec wanden kunnen geen installaties. Leidingen lopen dus door de vloer of het plafond naar de binnenwanden of keukenkastjes. Schakelaars kunnen draadloos worden uitgevoerd en stopcontact kunnen het best als opbouw worden gemaakt zodat ze makkelijk te vervangen zijn.

7. Wat maakt dit systeem beter dan andere systemen? Waarom kiezen mensen dit systeem boven andere systemen?

Het is goed voor het milieu door dat het een biobased, c2c systeem is. Het is modulair dus makkelijk uit elkaar te halen zonder veel te hoeven slopen. Het leefklimaat in de woningen is veel beter dan in traditionele woningen omdat hout een warm gevoel geeft en omdat er damp open wordt gebouwd.

Door de hoge isolatie waarde hoeft er minder gestookt te worden. Het systeem kan modulair worden toegepast.

8. Waar komt het hout vandaan?

Het hout komt uit Europa. De panelen van Ixundo worden in Nederland gemaakt.

9. Welke EPC en RC waarden kunnen bij gebruik van dit systeem behaald worden?

De houten panelen behalen een Rc waarde van 8,3.

10. Waarmee is dit systeem vergelijkbaar qua prijs en waar zit hem het verschil in?

(bv materiaal of bouwsnelheid.)

het systeem is qua prijs vergelijkbaar met traditionele bouw. Aangezien het prefab is, is het wel sneller.

11. Is het qua detaillering mogelijk om dit systeem op een bestaand systeem aan te sluiten?

Ja dit is goed mogelijk.

12. Zouden er met het systeem modules gemaakt kunnen worden die in zijn geheel verplaatsbaar zijn van ongeveer 3600 bij 4800 mm?

Nee

13. Zou er met het systeem elementen gemaakt kunnen worden die in zijn geheel verplaatsbaar zijn.

Voor het opbouwen van een module zoals gevel vloer dak die in zijn geheel van elkaar losgekoppeld kunnen worden?

Ja dit kan in samenwerking met Ixpando

14. Is het in dit systeem mogelijk om een entresol vloer te kunnen plaatsen en in hoe verre is deze dan flexibel/ demontabel?

Ja dit is mogelijk.

6.4 Interview Woodteq

Partij: Woodteq, Holten
systeem: HSB en CLT
contact gegevens: [+31\(0\) 548703161](tel:+310548703161)
info@woodteq.nl
datum interview: 15 maart 2017
plaats interview: Handelsweg 22, Holten
geïnterviewde: Ewout Nijssink

Woodteq houtconstructies bv ontwerpt en construeert houten draagconstructies voor allerlei gebouwen. In dit interview word het Cross laminated timber systeem besproken en vergeleken met HSB.

vragen

1. Op welk principe berust het systeem en hoe werkt het? Kunt u hier mij iets meer over vertellen?

Kruislaaghout is een massief hout. Het zijn meerde lagen hout op elkaar die allemaal met elkaar verlijmd zijn. CLT panelen vormen het draagskelet van de constructie. De panelen hebben stabiliteit in zich. Je maakt panelen die afgestemd zijn op het project. En die worden allemaal cnc bewerkt. Sparingen voor kozijnen, profileringen, eventuele aansluitingen worden van te voren gemaakt. Het systeem is flexibel in de zin van dat je kunt het makkelijk aanpassen, want je kunt er een zaag in zetten. Maar het is ook een heel vast systeem want je maakt het project gebonden. Het is goed voor serie matig werk. Als je het CLT hebt staan dan heb je alleen het skelet/ de draagstructuur staan. Dan moet je eigenlijk nog zorgen voor de rest. Isolatie, buiten afwerking. Dat kan hout zijn ook wel eens stucwerk of iets anders. Voordelen van CLT zijn hoge mate van prefabricage en de engineering is makkelijk. Het is een eenvoudig en makkelijk bouwsysteem dat door particulieren zelf afgewerkt kan worden. Wij werken met 2 firma's één in Duitsland en één in Oostenrijk. In Nederland is zelf geen productie van CLT.

CLT word toegepast in allerlei soorten woning bouw. Wij zijn voor schuurwoningen en vrijstaande woningen. Maar het komt wel steeds meer voor in rijtjes woningen.

Timberiving is onderdeel van Woodteq en dat is gericht op de particulieren markt. Onder de naam timber living zou je bijvoorbeeld ook dit project met de architect kunnen oppakken. Alleen zitten wij meer in de vrijstaande schuurwoningen.

2. Hoe zien wand- vloer- en dakpakketten er uit?

Alle vloeren wanden en daken kunnen in CLT. Dan heb je een hele stabiele unit gemaakt. Dan werk je ze aan de buiten kant af. Je moet er dan eerst isolatie op plakken en dan buiten bekleding. Het is niet gebruikelijk om de begane grond vloer in hout te doen. Je zit met de vloer vaak op het maaiveld of in het maaiveld. Het handigste is een betonvloer. Je kan dan aan een soort prefab elementen denken. Een soort ribcasette als elementen neerleggen en dan weer ophalen. Daar hoeft niet per se

een laag beton overheen. Dat zijn vlakke platen met rondom een vorstrand. Als de grond goed is kan je die direct op het zandbed leggen en anders moet je er een ondersteuning onder maken. Palen met een balkje eronder. Dat is voor modulair bouwen iets minder gangbaar. Je kunt ook een kist neerleggen en die volstoppen met beton maar om dat weg te halen ben je op sloper hoogte. Met houten vloeren trek je het peil van de vloer zo hoog op omdat de beluchting er onder door moet. Je kunt hout niet in het zand leggen. In een bestaande situatie zul je vast zitten aan beton elementen. Als je de basis unit ook met houten vloeren maakt dan kan het wel. Dan moet je het peil wel 30/ 40 cm boven het maaiveld trekken. Een schroef fundering zou in combinatie met houten vloeren goed kunnen.

3. Hoe word geïsoleerd?

We werken met damp open systemen. CLT hout is de dampremmer en naar buiten toe werken we steeds dampopener. Je bent er alleen aan gebonden dat je de goede isolatie moet kiezen en dat is vaak ecologische isolatie omdat die ook damp regulerend zijn. Zoals houtwol, vlaswol, schapenwol en dat soort dingen. Er hoeft dan nergens een folie als de buiten afweking dicht is. Als er met open gevel bekleding word gewerkt dan heb je eigenlijk wel een waterdichte damp open folie moeten toepassen.

4. Wat zijn de esthetische afwerkingsmogelijkheden voor binnen en buiten?

Aan de binnen kant ben je klaar voor de afwerking dat is het kracht van CLT. Mensen kiezen daar heel erg bewust voor. In een natte ruimte kun je het met gips bekleden dan is het ook weggewerkt. In de douche krijg je een stukje voorzetwand als je het over leidingen weg werken hebt. Maar voor de douche zelf kan met een waterbestendige gipsplaat en daar op tegelen.

5. Hoe zien principe details er uit? Zijn deze altijd droog en tot in hoeverre gestandaardiseerd?

De details zijn altijd droog voor de constructie. Voor de rest ligt dat aan de afwerking. De basis principe details zijn wel heel erg gelijk aan elkaar. Je gaat wel rekenen voor de hoeveelheid verbindingen in een detail en je moet rekenen voor kozijn sparingen maar over het algemeen zijn de details standaard. Je hebt te maken met windbelasting dat je de trekkracht moet berekenen naar de fundering toe. Dus dan kun je wat trek strippen krijgen die van de CLT wand naar de vloeren toe lopen. Met vloeren en daken moet je goed kijken naar de dikte van de CLT. Platte daken kunnen dan ook in CLT. Bij een vloer is er een zwevende dekvloer nodig voor geluid en trillingen. CLT kun je wel gewoon overspannen zonder balken. Maar soms word de dikte dan groter. Je kan wel tot 27/ 28 cm gaan met CLT.

6. Hoe worden installaties verwerkt in wanden/ vloeren/ plafonds?

In CLT kun je alles voor installaties uitzetten. De buitenwanden bestaan uit een opbouw van 5 lagen. En dan is de dunste opbouw 100 mm. (5x20mm). Een dunnere opbouw is niet voldoende winddicht. Hier in kunnen sparingen worden gefreesd. De installaties kun je ook verwerken achter de CLT in de isolatie. Als het niet te ver van de randen af is kunnen ook boringen worden gemaakt. Bijvoorbeeld

wcd's die niet te ver van de onderkant liggen. Dan heb je ze helemaal blind weggewerkt. Voor het concept is het denk ik het best om het achter het CLT in de isolatielaag te doen dan hoeft je alleen maar horizontaal door het CLT heen en kan je er aan de achterkant bij. Dan ben je nog flexibel. Maar dan moet je hem wel uit de isolatielaag halen. Als je in onderdelen werkt dan moet je ze juist niet in het hout wegwerken want dan ben je daar aan gebonden.

Verticale leidingen van luchtbehandeling zijn geen probleem die worden in een schacht weggewerkt en er kunnen sparingen worden gemaakt zo veel mogelijk bij elkaar. Horizontale leidingen kun je het best in het zicht laten onder het plafond. We proberen met zware leidingen zo veel mogelijk alles bij elkaar te houden zodat je alleen maar stand leidingen krijgt. Water en elektra zou in de afwerkvloer kunnen. Je kunt ook daarvoor een droge afwerkvloer nemen. Qua installaties zou een plug en play systeem wel kunnen bij CLT. Dan zou het wel echt seriematig werk worden en dan moet het goed worden uitgedacht.

7. Wat maakt dit systeem beter dan andere systemen? Waarom kiezen mensen dit systeem boven andere systemen?

Ecologisch is het een goed product. Hout is een vernieuwbare grondstof en er wordt CO₂ in opgeslagen. Het milieuvoordeel daar scoor je op. Hout heeft een bepaalde isolatie waarde. Je haalt een RC van 1 bij een dikte van 10/12 cm. En het leefklimaat zelf is veel warmer, beter en gezonder. Door de warmte van het materiaal zelf.

8. Waar komt het hout vandaan?

Het hout komt uit Europa.

9. Welke RC waarden kunnen bij gebruik van dit systeem behaald worden?

Dat hangt helemaal van de soort isolatie af.

10. Waarmee is dit systeem vergelijkbaar qua prijs en waar zit hem het verschil in? (bijv. materiaal of bouwsnelheid.)

Kz is wel qua prijs concurrerend maar wij bieden een aangenamer product dat ecologisch beter is dus een beter leefklimaat voor de zelfde prijs als traditionele bouw. Het CLT zelf is duurder maar in de afweking kun je geld besparen.

11. Is het qua detaillering mogelijk om dit systeem op een bestaand systeem aan te sluiten?

Ja dat is goed mogelijk.

12. Zouden er met het systeem modules gemaakt kunnen worden die in zijn geheel verplaatsbaar zijn van ongeveer 3600 bij 4800 mm?

Dat kan ook in CLT. Maar los in panelen is misschien wel wat handiger al het achter een woning wordt gedaan. De units zijn klein genoeg om de units in 1 keer te kunnen vervoeren en maken. Maar als het in een woonwijk is dan zijn losse onderdelen wel handiger.

13. Zou er met het systeem elementen gemaakt kunnen worden die in zijn geheel verplaatsbaar zijn. Voor het opbouwen van een module zoals gevel vloer dak die in zijn geheel van elkaar losgekoppeld kunnen worden?

De panelen kunnen weer goed uit elkaar geschroefd worden. De isolatie laag kun je ook weer opnieuw gebruiken. De clt zelf kun je uit elkaar halen. Het zijn allemaal droge verbindingen dus als elementen kun je ze uit elkaar halen.

14. Is het in dit systeem mogelijk om een entresol vloer te kunnen plaatsen en in hoe verre is deze dan flexibel/ demontabel?

Dat is goed mogelijk.

Vergelijking met HSB:

HSB is eigenlijk het zelfde verhaal. De binnenzijde kan met een beplating. De binnen kant kun je dus van de HSB panelen al in de fabriek er opzetten en aan de buitenkant heb je ook de isolatie in de fabriek gedaan. De buiten bekleding zou ook al kunnen maar dan moet je proberen te voorkomen dat je ziet dat het elementenbouw is. Je trekt dus iets meer werk naar de fabriek. Je kunt elementen leveren die al wind en waterdicht zijn. Bij HSB zie je vaak dat ze een installaties wand maken waar installaties in kunnen. Dit is een soort voorzetwand. Die kun je afwerken hoe je wil en hier in kun je alles frezen. Bij HSB leg je het hightech gedeelte meer naar de fabriek toe. Bij CLT doe je dit alleen voor je geraamte. Bij HSB is isolatie ook in fabriek en zijn de elementen meer af. Met beide kan je damp open bouwen. HSB is iets goedkoper. Maar als je CLT mooi vindt dan hoeft je dus niet af te werken en dan kan je CLT kiezen.

In unit vorm zou isolatie bij CLT er ook van te voren op kunnen maar bij elementen krijg je dan toch veel naden en hoeken waar je nog bij moet kunnen. Details zijn bij HSB weer iets gecompliceerder en dat zal ook door de fabrikant worden gedaan. Het is mogelijk om een HSB dak te maken maar er kan ook voor een sporen of gordingen kap gekozen worden.

6.5 Interview Finch Buildings

Partij: Finch Buildings, Amsterdam
contact gegevens: +31(0)20-8943431
info@finchbuildings.com
datum interview: 16 maart 2017
plaats interview: Duivendrechtse kade, Amsterdam
geïnterviewde: Joram van Schaik

algemeen

1. Op welk principe berust het systeem en hoe werkt het? Kunt u hier mij iets meer over vertellen?

Finch buildings maakt gezonde en duurzame gebouwen met hout en is flexibel als lego. Wij maken gebouwen die gebaseerd zijn op één module. De module is de Finch standaard. Van deze module zijn twee verschillende maten, eentje van 29 m² en een van 40 m². Beiden zijn ze gebaseerd op het zelfde principe. Een module is gemaakt van massief CLT hout, is all-electric en heeft een hoge bouwtechnische waarde. De modules kunnen tijdelijk maar ook permanent worden toegepast. De opdrachtgever kan op verschillende niveaus keuzes maken. Deze niveaus zijn casco, exterieur, balkon, interieur en technieken. De modules kunnen geschakeld en gestapeld worden. We doen recreatie, hotels, studentenhuisvesting en zorg en kunnen tot 5 hoog stapelen. De units voldoen aan permanent bouwbesluit. Een unit kan je binnen een dag verplaatsen. Er zijn er 16 gebouwd in 3 dagen. Dit kwam door slecht weer want het plan was in 2 dagen. Bij het schakelen kun je ook twee modules naast elkaar maken met een opening er in zodat het één woonruimte wordt. Als de modules weer dicht weer van elkaar af worden gehaald dan kunnen ze weer dicht worden gezet. Waar we eigenlijk naar toe willen is dat je een standaard breedte hebt van doorbraak zodat de modules altijd als een puzzelstukje in elkaar passen. Dat iets wat gaat komen als er meer modules komen. We bouwen het meest voor woning corporaties, zorg en soms een studio. Wij bouwen een product en minder persoonlijk dus minder voor de particulieren markt.

2. Hoe zien wand- vloer- en dakpakketten er uit?

Gevels, wanden, dak en vloer zijn allemaal opgebouwd uit CLT. De begane grondvloer is ook CLT. Op de vloer ligt een isolatielaag en een afwerkvloer. We zitten altijd een halve meter boven de grond. De modules hier zijn gefundeerd op stelcon platen. Bij bouw van 2 lagen kan dat prima. Voor hogere bouw moet wel gefundeerd worden op palen. Dit is natuurlijk minder bevorderlijk voor de flexibiliteit van de units.

3. Hoe word geïsoleerd?

Er zit 3 dubbelglas in en hoge luchtdichtheid. Rc waarde is rondom 6. tussen twee units zit geen isolatie want de woningen zelf zijn warm. Rondom zit er een schil met minerale wol. Bij twee modules naast elkaar zijn de modules aan de buiten kant geïsoleerd en worden ze gewoon koud tegen elkaar gezet. Het dak en de voor en achter gevels zitten er in de fabriek al op en de gevels aan

de buitenzijdes worden er later aangehangen met isolatie omdat de units ander te breed worden om te vervoeren. Door de optioneel terug liggende gevel is er opwarming in de winter en schaduw in de zomer.

4. Wat zijn de esthetische afwerkingsmogelijkheden voor binnen en buiten?

De binnenkant van de module word onafgewerkt geleverd. Dit wil zeggen dat het CLT in het zicht is. De wand kan wel worden afgewerkt maar dit is niet gewenst omdat dit negatieve gevolgen heeft voor de damp openheid van de constructie. Aan de buitenzijde zijn de modules afgewerkt met western red cedar rabat delen.

5. Hoe zien principe details er uit? Zijn deze altijd droog en tot in hoeverre gestandaardiseerd?

-

6. Hoe worden installaties verwerkt in wanden/ vloeren/ plafonds?

We werken tegenwoordig met een warmtepomp. Het systeem is all electric. De installaties kunnen wel weer worden aangepast. Je hebt naast de deur technische ruimte en daarnaast de badkamer en aan de overkant de keuken. Dat is eigenlijk een standaard indeling. We houden de leiding lengte zo kort mogelijk anders moet je de leidingen gaan oplossen door je vloer. We doen zelf de keuken vaak niet. Qua installatie techniek kun je uitbreiden. Elke module heeft apart een warmtepomp. Daarom is het ook makkelijk om te verplaatsen. De riolering elektriciteit en water kan worden door gestekert. De verwarming word vloerverwarming en soms een lage temperatuur radiator. Ook werken we met infrarood panelen in sommige units.

7. Wat maakt dit systeem beter dan andere systemen? Waarom kiezen mensen dit systeem boven andere systemen?

Hout is een CO2 buffer. Daarom bouwen we met hout.

8. Waar komt het hout vandaan?

We bouwen met CLT uit Oostenrijk.

9. Welke Rc waardes kunnen bij gebruik van dit systeem behaald worden?

Rc waarde is rondom 6.

10. Waarmee is dit systeem vergelijkbaar qua prijs en waar zit hem het verschil in? (bv materiaal of bouwsnelheid.)

-

11. Is het qua detaillering mogelijk om dit systeem op een bestaand systeem aan te sluiten?

Nee dit is niet mogelijk. Het is om Finch buildings toe te passen in het concept niet economisch haalbaar omdat je dan zo veel moet veranderen dat het niet meer rendabel is.

12. Zouden er met het systeem modules gemaakt kunnen worden die in zijn geheel verplaatsbaar zijn van ongeveer 3600 bij 4800 mm?

De module is in zijn geheel verplaatsbaar

13. Zou er met het systeem elementen gemaakt kunnen worden die in zijn geheel verplaatsbaar zijn. Voor het opbouwen van een module zoals gevel vloer dak die in zijn geheel van elkaar losgekoppeld kunnen worden?

-

14. Is het in dit systeem mogelijk om een entresol vloer te kunnen plaatsen en in hoe verre is deze dan flexibel/ demontabel?

—

6.6 Interview Nurholz

Partij: Nurholz Nederland, Alblasterdam
contact gegevens: 06-13510158
info@nur-holz nederland.nl
datum interview: 17 maart 2017
plaats interview: Ohmweg 57 H, Alblasterdam
geïnterviewde: Mayke Molenman

vragen

1. Op welk principe berust het systeem en hoe werkt het? Kunt u hier mij iets meer over vertellen?

Het houtbouw systeem berust op het principe dat er voor het maken van de houten constructie panelen uitsluitend hout gebruikt wordt. Het is een massief houten bouwsysteem waarbij lagen hout kruislings met elkaar worden verbonden met houten schroeven. Er hoeft dus geen verlijming plaats te vinden zoals bij CLT. De panelen worden op de bouwplaats aan elkaar gemaakt tot een casco. Dan staat het constructieve gedeelte de woning. Net als bij CLT. Deze moet dan nog wel worden afgewerkt.

2. Hoe zien wand- vloer- en dakpakketten er uit?

De panelen van het systeem bestaan uit een kern van 6 à 8 cm dik met daar tegen verschillende lagen hout die in horizontale, diagonale en verticale richting vast gemaakt worden. De wanden kunnen in dikte variëren van 9,5 tot 35 cm dik. De elementen kunnen worden voorzien van openingen voor kozijnen en sleuven voor elektra leidingen. Wand en vloeren, daken en ook platte daken kunnen allemaal uit Nurholz bestaan maar het systeem kan ook worden gecombineerd met bijvoorbeeld een houten gordingkap of een betonnenvloer. Voor verdiepingsvloeren worden ook wel eens houten balklaag vloeren gebruikt of een brettstapel vloer.

3. Hoe word geïsoleerd?

Als het paneel als buitengevel wordt gebruikt zal het paneel geïsoleerd moeten worden. Dit kan het best met houtvezel isolatie maar kan ook met andere materialen. We gebruiken vaak Isovlas of Pavatherm. Deze materialen zijn natuurlijk en dampopen.

4. Wat zijn de esthetische afwerkingsmogelijkheden voor binnen en buiten?

Nurholz kan eigenlijk met alle soorten gevelbekleding worden afgewerkt bijvoorbeeld stucwerk, houten latten, dakpannen of leisteen. Aan de binnenkant kan het paneel onafgewerkt worden gebruikt. Er kan ook voor gekozen worden om een afwerking van leemstuc of verf te gebruiken. Het is belangrijk dat er producten gebruikt worden die ademen. Als de panelen onafgewerkt worden gebruikt dan worden zicht panelen gebruikt waarin de schroeven niet te zien zijn.

5. Hoe zien principe details er uit? Zijn deze altijd droog en tot in hoeverre gestandaardiseerd?

De details van het nurholz systeem zijn in principe altijd droog maar dit ligt heel er aan of het geheel gebouw in Nurholz wordt gemaakt en wat de afwerking is. Details kunnen natuurlijk op meerdere manieren worden uitgevoerd maar het is zeker mogelijk om ze zo veel mogelijk hetzelfde te

ontwerpen.

6. Hoe worden installaties verwerkt in wanden/ vloeren/ plafonds?

Elektrische installaties worden in de tweede laag gefreesd. Dit gebeurt alleen vertikaal. Ander komen de installaties achter de Nurholz wand in de isolatie.

7. Wat maakt dit systeem beter dan andere systemen? Waarom kiezen mensen dit systeem boven andere systemen?

Omdat er bij het maken van de Nurholz panelen alleen maar hout wordt gebruikt bevat het geen toegevoegde stoffen die schadelijk kunnen zijn voor het milieu. Het zwarte Woud waar het hout vandaan komt is hier maar 600 km vandaan. Hout heeft een goed isolerende werking. Met de manier waarop de Nurholz panelen worden samengesteld behalen ze de hoogste isolatie waarde van alle constructieve, statisch belastbare bouwmaterialen. Daarnaast is hout een materiaal dat CO₂ op slaat en is de productie van de panelen een proces waarbij niet veel energie nodig is. Houten woningen zijn klimaat reguleren in de zin van dat hout warmte op slaat en het weer langzaam af geeft. Hierdoor blijft de temperatuur in de ruimte gelijkmatig. Hout geeft een warm en behaglijk gevoel. Het systeem is snel te bouwen en cradle to cradle.

8. Waar komt het hout vandaan?

Uit het zwarte woud in Duitsland

9. Welke RC waardes kunnen bij gebruik van dit systeem behaald worden?

Dit hangt af van het soort isolatie materiaal, de dikte van het isolatie en de uitwerking van de technische details.

10. Waarmee is dit systeem vergelijkbaar qua prijs en waar zit hem het verschil in? (bijv materiaal of bouwsnelheid.)

-

11. Is het qua detaillering mogelijk om dit systeem op een bestaand systeem aan te sluiten?

Ja dit is zeker mogelijk.

12. Zouden er met het systeem modules gemaakt kunnen worden die in zijn geheel verplaatsbaar zijn van ongeveer 3600 bij 4800 mm?

Ja dit is mogelijk

13. Zou er met het systeem elementen gemaakt kunnen worden die in zijn geheel verplaatsbaar zijn. Voor het opbouwen van een module zoals gevel vloer dak die in zijn geheel van elkaar losgekoppeld kunnen worden?

Ja de elementen zijn geheel verplaatsbaar

14. Is het in dit systeem mogelijk om een entresol vloer te kunnen plaatsen en in hoe verre is deze dan flexibel/ demontabel?

Ja dit is mogelijk

Bijlage 7. Abstract

Architectural offices M3H Architects and Bureau Jochem Heijmans have set up a plan to renovate existing prefabricated wooden houses in the neighborhood Schuttersbosch in Eindhoven and also building a number of new homes. They have worked out a concept wherein the volume of the standard homes can be enlarged by connecting modules of approximately 16m². These modules can be connected to the house and to each other. The modules can be taken apart and are commutable. This means that a resident can expand the volume of the house as well as decrease it by connecting or taking away a module. This module can then be connected to another house. In this way the modules are sustainable. Installations in the modules are to be installed flexible and as much separated from the building construction as possible. This ensures that a module can switch function when needed. For example a bathroom module that is transferred to another home needs to be turned in to a kitchen module. The goal of this research is to give advise on the building and construction method for this particular project. The research is specifically focused on the connections made between modules to make it possible to connect, disconnect and commute them. A demand of the concept is the use of a wooden construction method. To accomplish this goal, the following research question is posed: *What building- and construction method for transforming and building new homes in Schuttersbosch is most suited for this project with regard to the modular concept drawn by M3H architects and Bureau Jochem Heijmans?*

Different wood construction methods are compared to each other in respect of a series of standing points that are important for this concept. The research is consecutively divided in the follow 3 phases; Descriptive, preliminary research, explorative research and applied, practical research.

In the first phase the concept is explained and defined. Frameworks are set by creating prerequisites within which the research takes place. These framework conditions are the starting point that lead to the standing points for comparison of the the building methods. Also different sorts of wood construction methods are examined and explained in this part of the research.

In the second phase different suppliers of building systems that fit to the standing points and methods found in the first phase of the research, are further examined through interviews. With the information coming from the interviews the methods are compared to each other. Standing points are added and adjusted where needed. Based on the interviews, 3 construction systems are examined in the last phase of the research.

In the last phase stability designs, floor plans, detail drawings and construction order of the facades and roofs are set up. For optimal flexibility of the design in terms of modular building, both bearing construction and inside and outside finishes have to be thought out very well. Therefore the place of the details that are drawn are chosen on places where modules will connect to each other when concatenated.

The construction system that is found best suitable for this project is Systimber. The reason for this is the unambiguity of the details and the possibility to built without a crane in the foresty surrounding.

This is reflected in each stage of the research.

Any follow-up research could focus on optimizing the project on different areas such as energy performance and environmental performance.

Bijlage 8. constructieve plattegronden

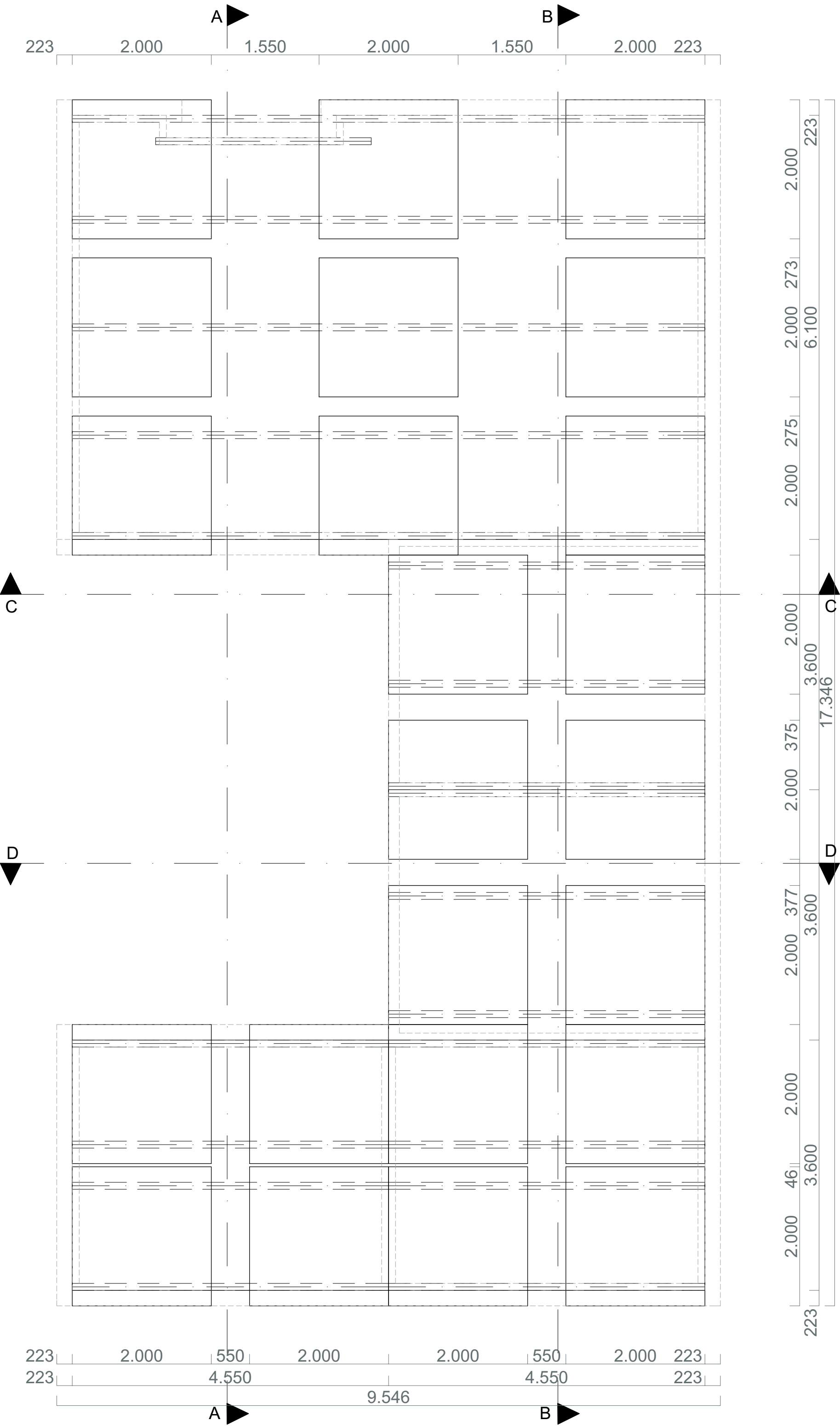
Bijlage 8.1 fundering constructief

Bijlage 8.2 vloer constructief

Bijlage 8.3 dak constructief CLT

Bijlage 8.4 dak constructief Systimber

Bijlage 8.5 dak constructief Ixpando



- legenda
- houten onderregels 100x100 mm
 - wanden boven liggende verdieping
 - stelconplaat



project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

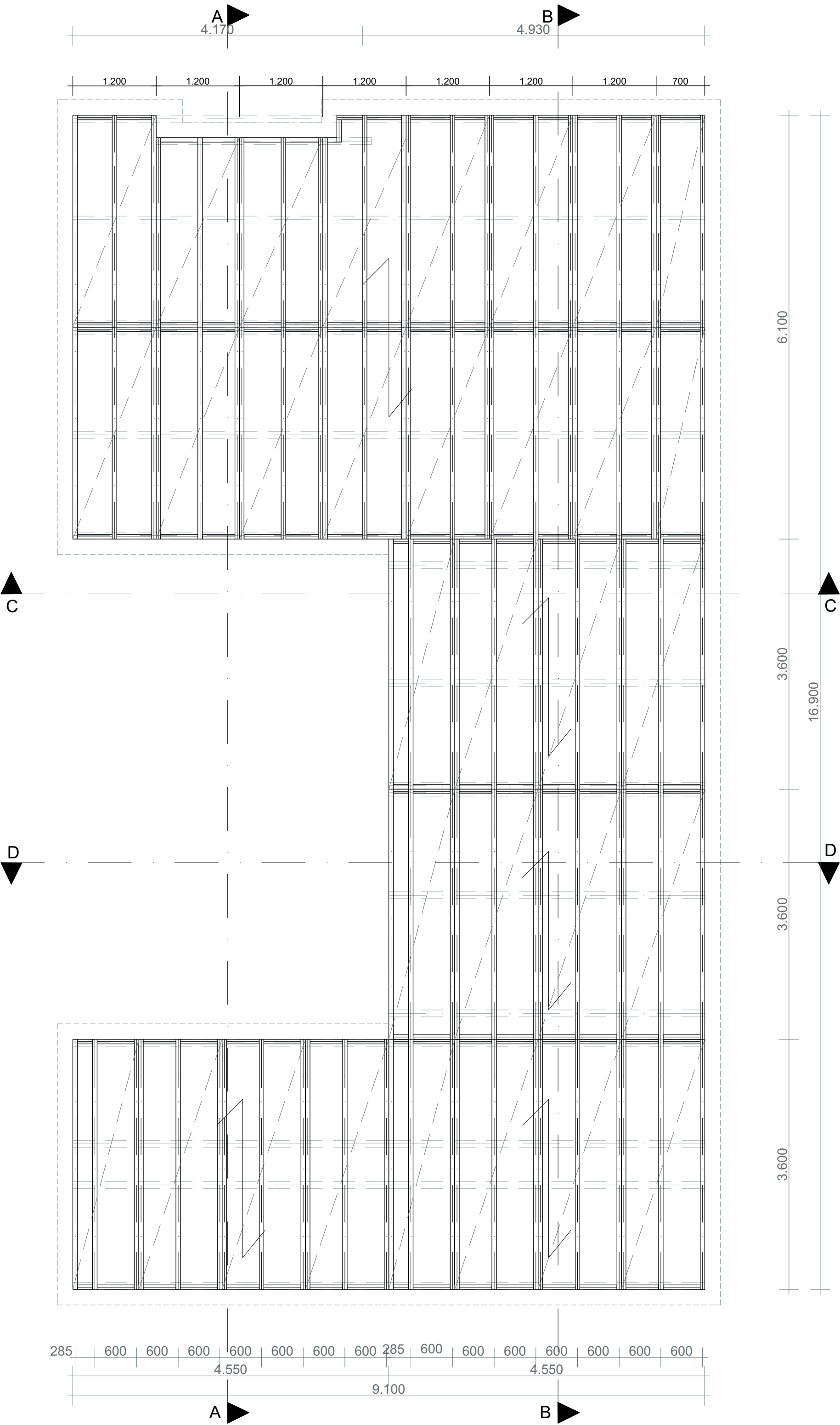
opdrachtgever: M3H

schaal: 1:50

datum: 18-04-2017

tekening: constructieve plattegrond
fundering - alle systemen

getekend: Naisah Taal



legenda

- houten balken 165x55 mm
- houten onderregels 100x100 mm
- wanden bovenliggende verdieping
- vloer element 1200 x 3600 mm



project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

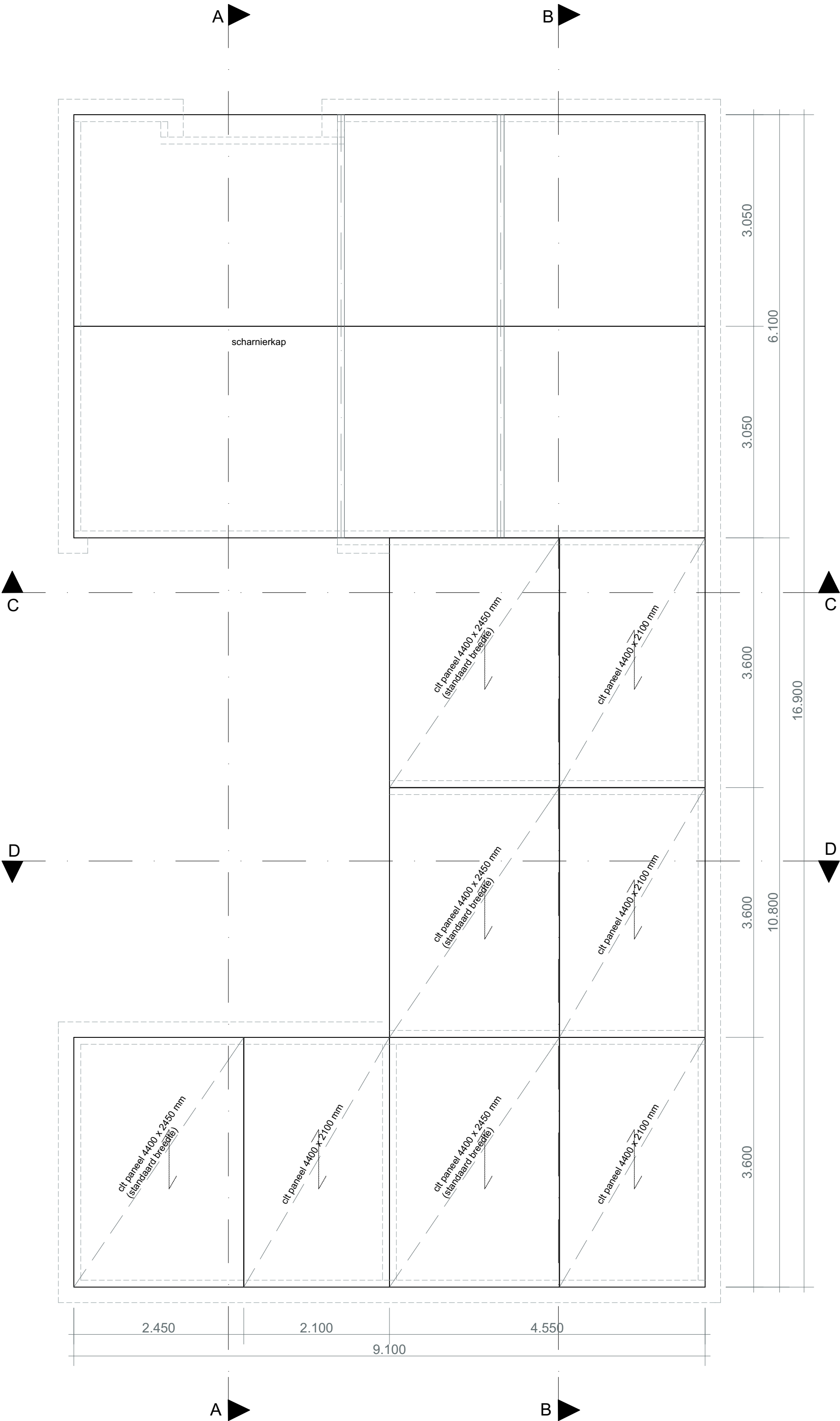
opdrachtgever: M3H

schaal: 1:50

datum: 18-04-2017

tekening: constructieve plattegrond
beganeground vloer -
alle systemen

getekend: Naisah Taal



legenda

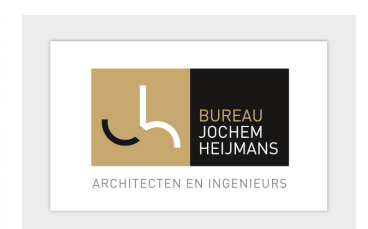
onderliggend wandpakket

houten spant: trek balk

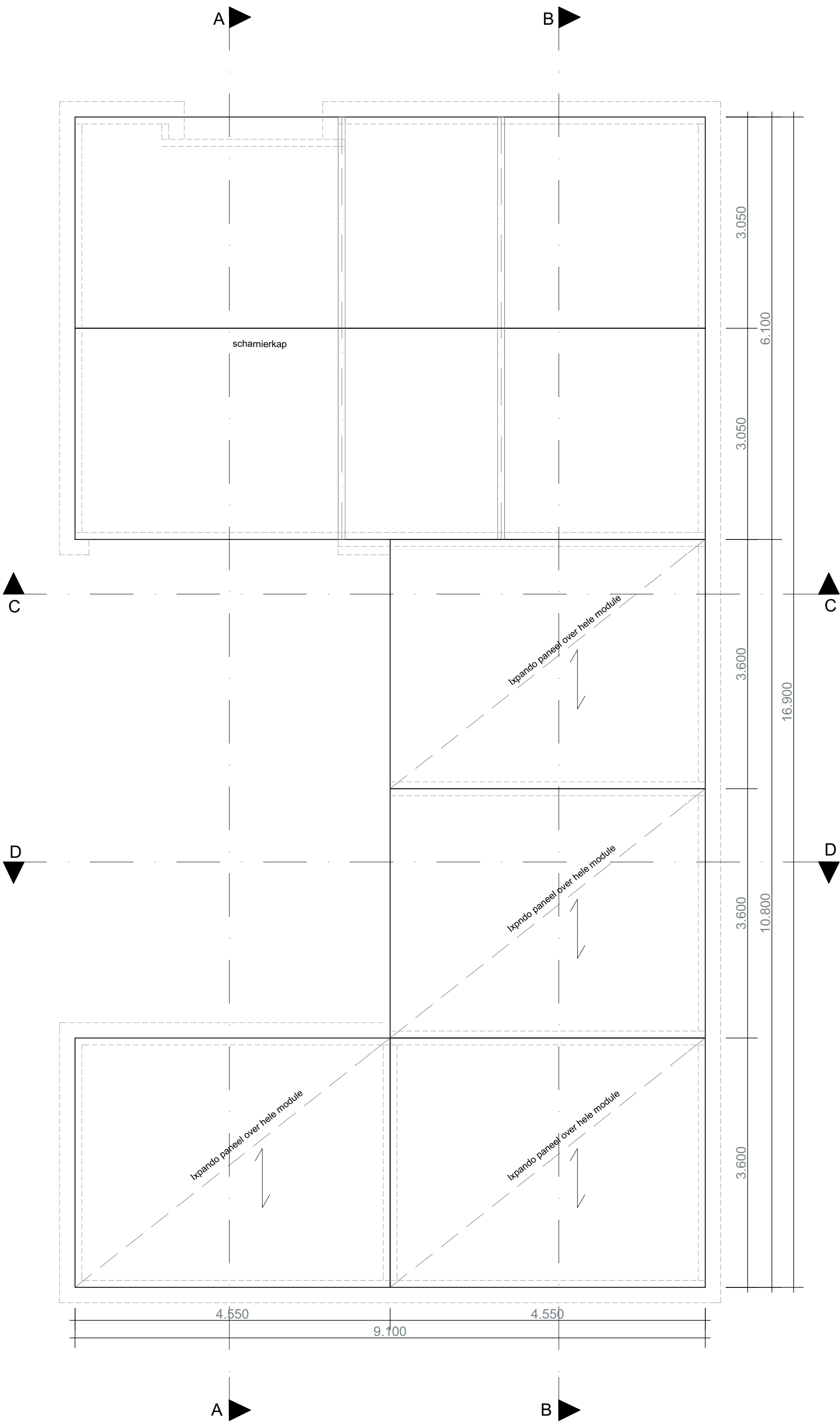
dak element



project:	onderzoek modulaire woningen Schuttersbosch te Eindhoven
opdrachtgever:	M3H
schaal:	1:50
datum:	18-04-2017
tekening:	constructieve plattegrond dak vloer - CLT
getekend:	Naisah Taal



tekening: constructieve plattegrond
dak vloer - Systimber
getekend: Naisah Taal



- onderliggend wandpakket
- houten spant: trek balk
- Ixpando dak element



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

opdrachtgever: M3H

schaal: 1:50

datum: 18-04-2017

tekening: constructieve plattegrond
dak vloer -Ixpando

getekend: Naisah Taal

Bijlage 9. bouwkundige plattegronden, doorsneden, pakketten & details CLT

Bijlage 9.1 CLT basiswoning - plattegronden & doorsnede

Bijlage 9.2 CLT basiswoning + module - plattegrond & doorsnede

Bijlage 9.3 CLT basiswoning+ 2 modules - plattegrond & doorsnede

Bijlage 9.4 CLT volledig geschakeld - plattegrond

Bijlage 9.5 CLT volledig geschakeld - doorsnede

Bijlage 9.6 CLT wand pakket

Bijlage 9.7 CLT dak pakket

Bijlage 9.8 detail 4.0 goot enkel

Bijlage 9.9 detail 4.1 goot geschakeld

Bijlage 9.10 detail 5.0 nok enkel

Bijlage 9.11 detail 5.1 nok geschakeld

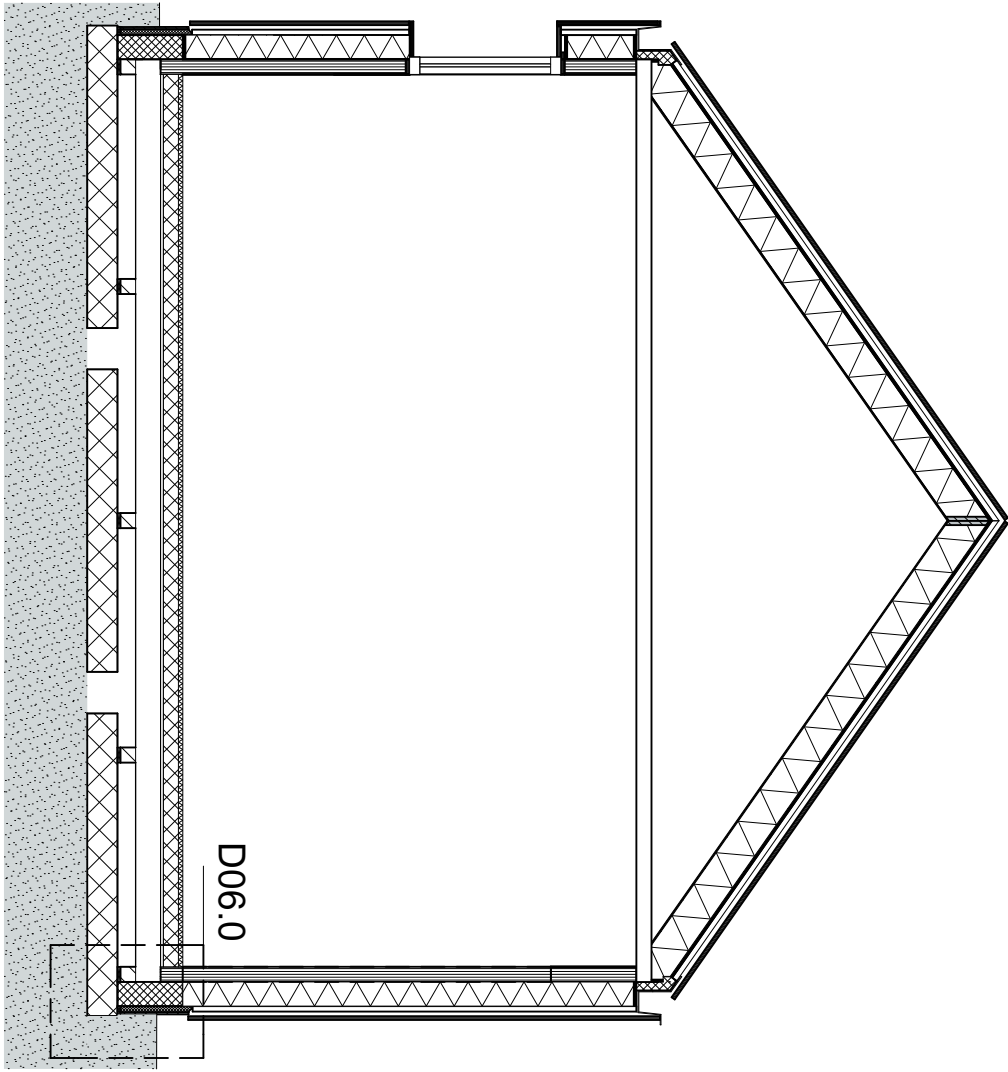
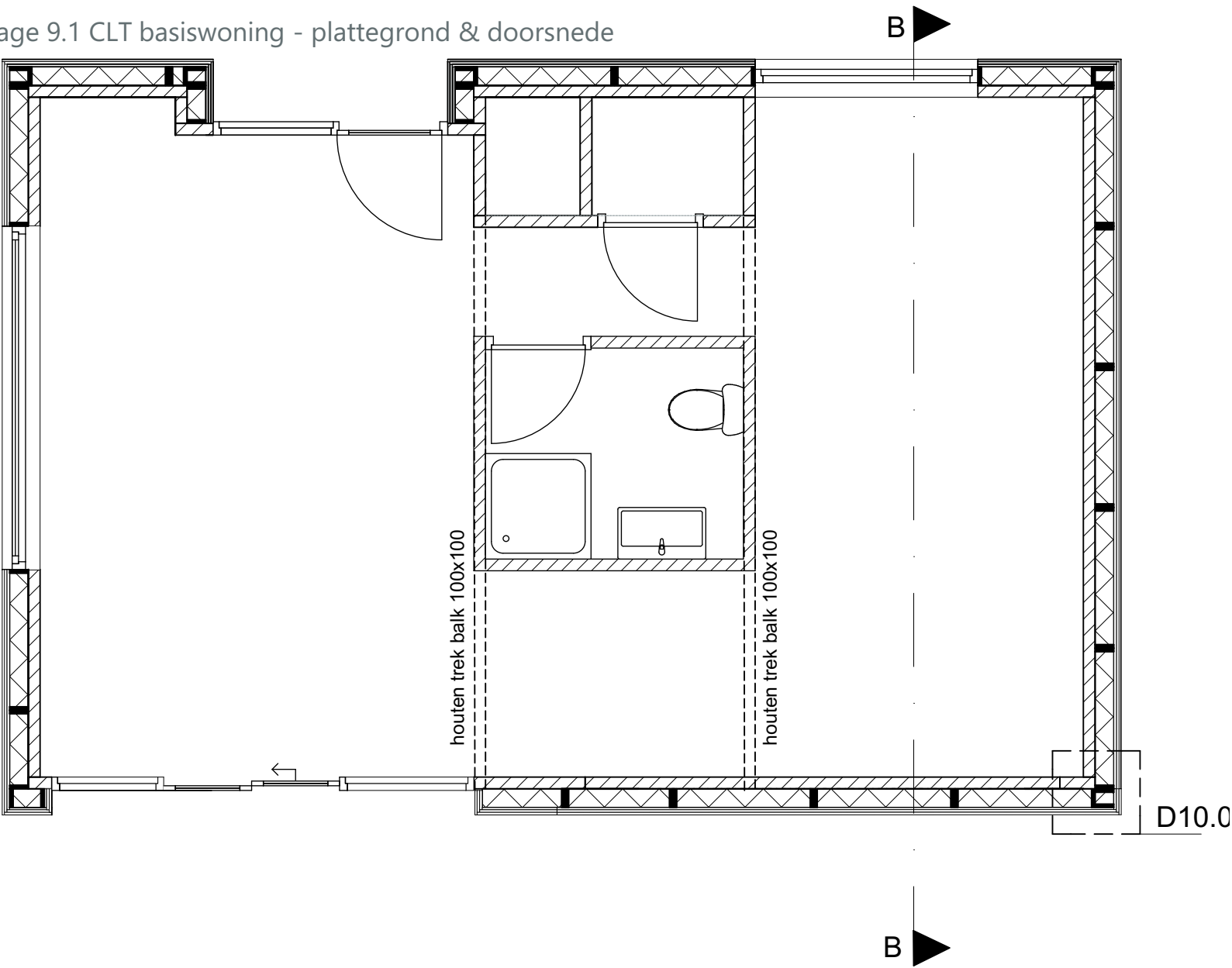
Bijlage 9.12 detail 6.0 vloer enkel

Bijlage 9.13 detail 6.1 vloer geschakeld

Bijlage 9.14 detail 10.0 horizontale wand aansluiting enkel

Bijlage 9.15 detail 10.1 horizontale wand aansluiting geschakeld

Bijlage 9.1 CLT basiswoning - plattegrond & doorsnede



doorsnede BB



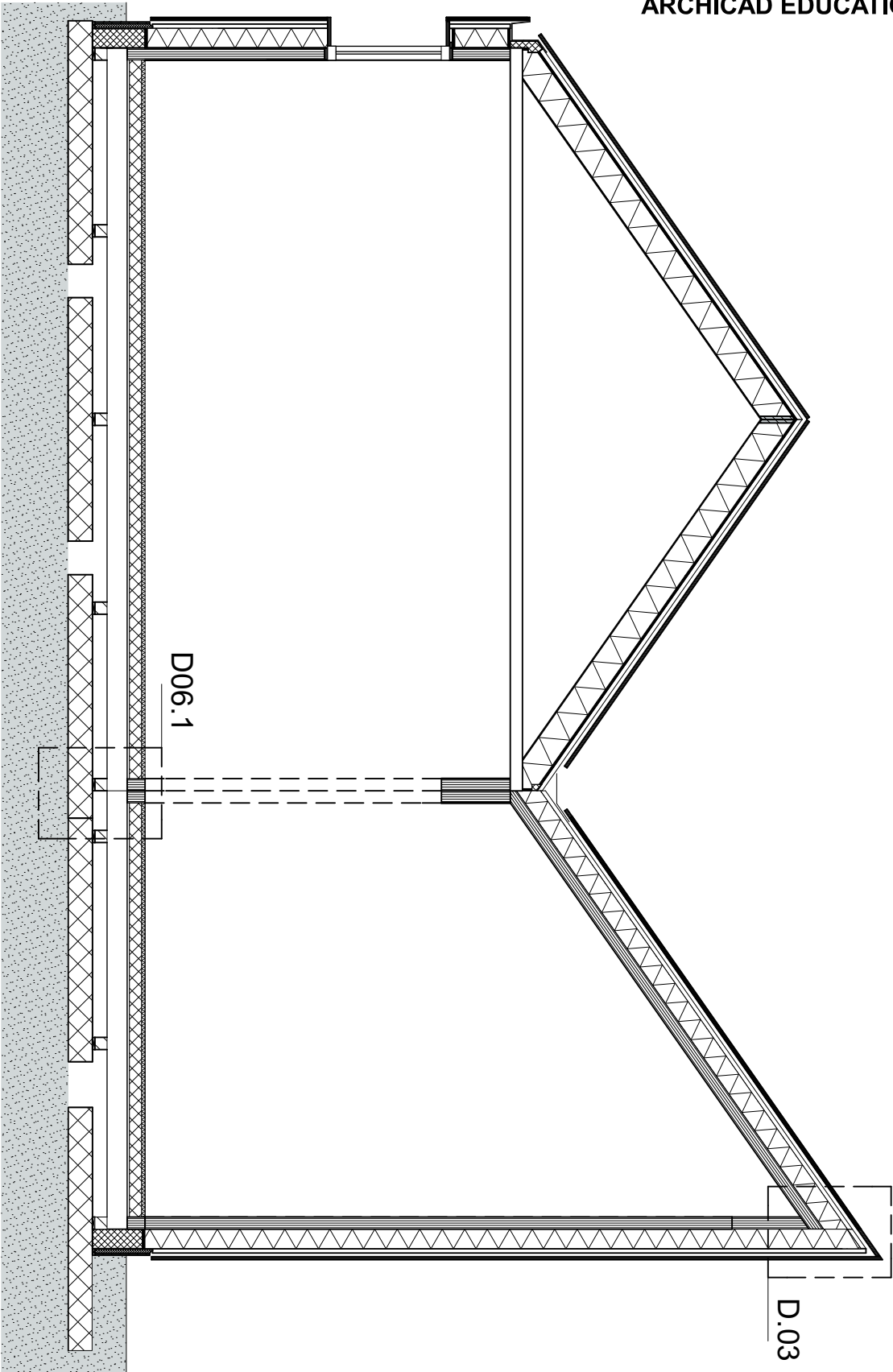
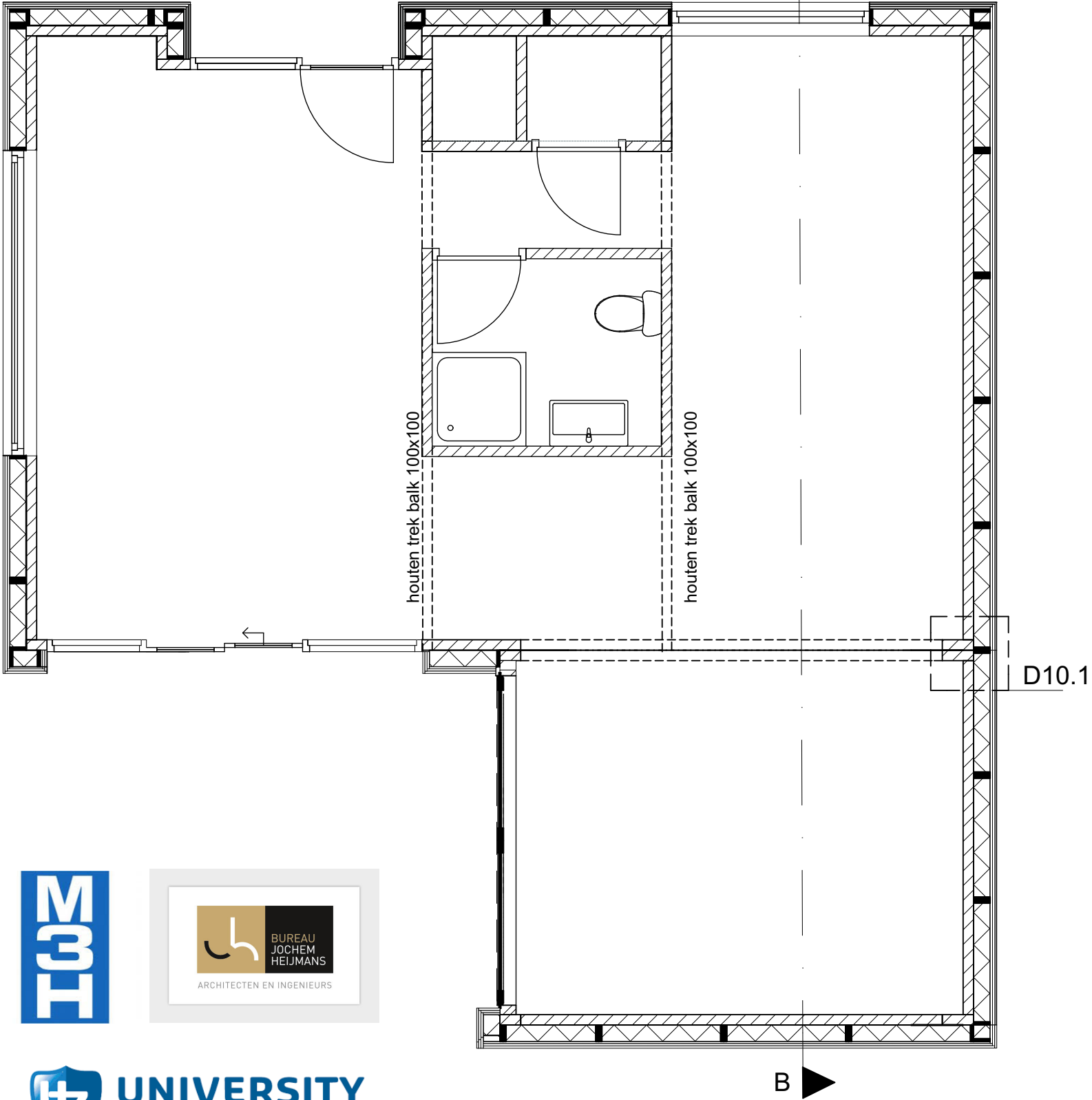
project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

opdrachtgever: M3H

schaal: 1:50

datum: 18-04-2017

tekening: Bouwkunidge plattegrond
beganegron
getekend: Naisah Taal



project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

opdrachtgever: M3H

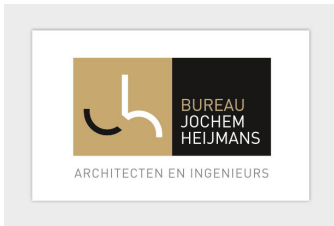
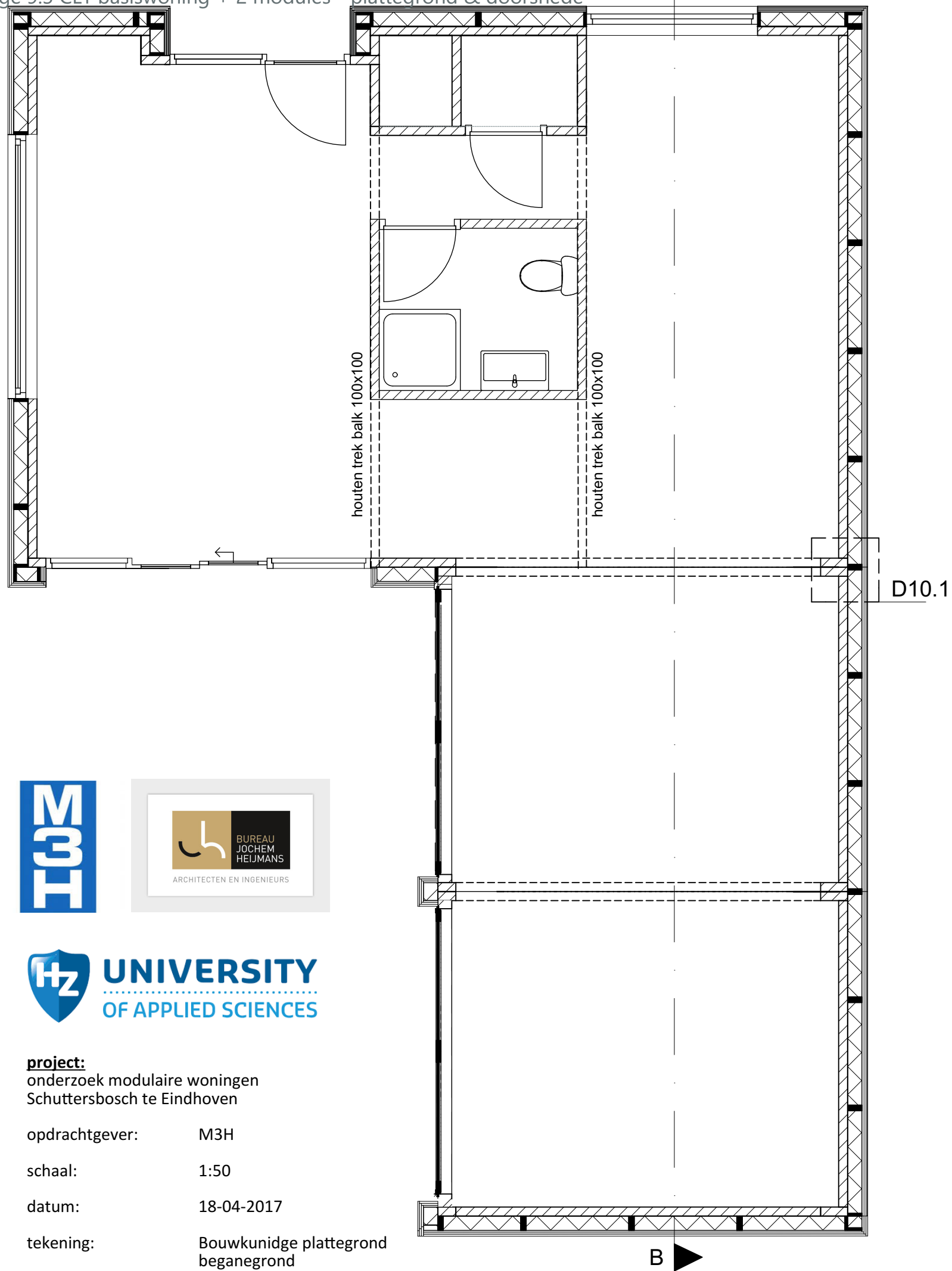
schaal: 1:50

datum: 18-04-2017

tekening: Bouwkunidge plattegrond
beganegron

getekend: Naisah Taal

doorsnede BB



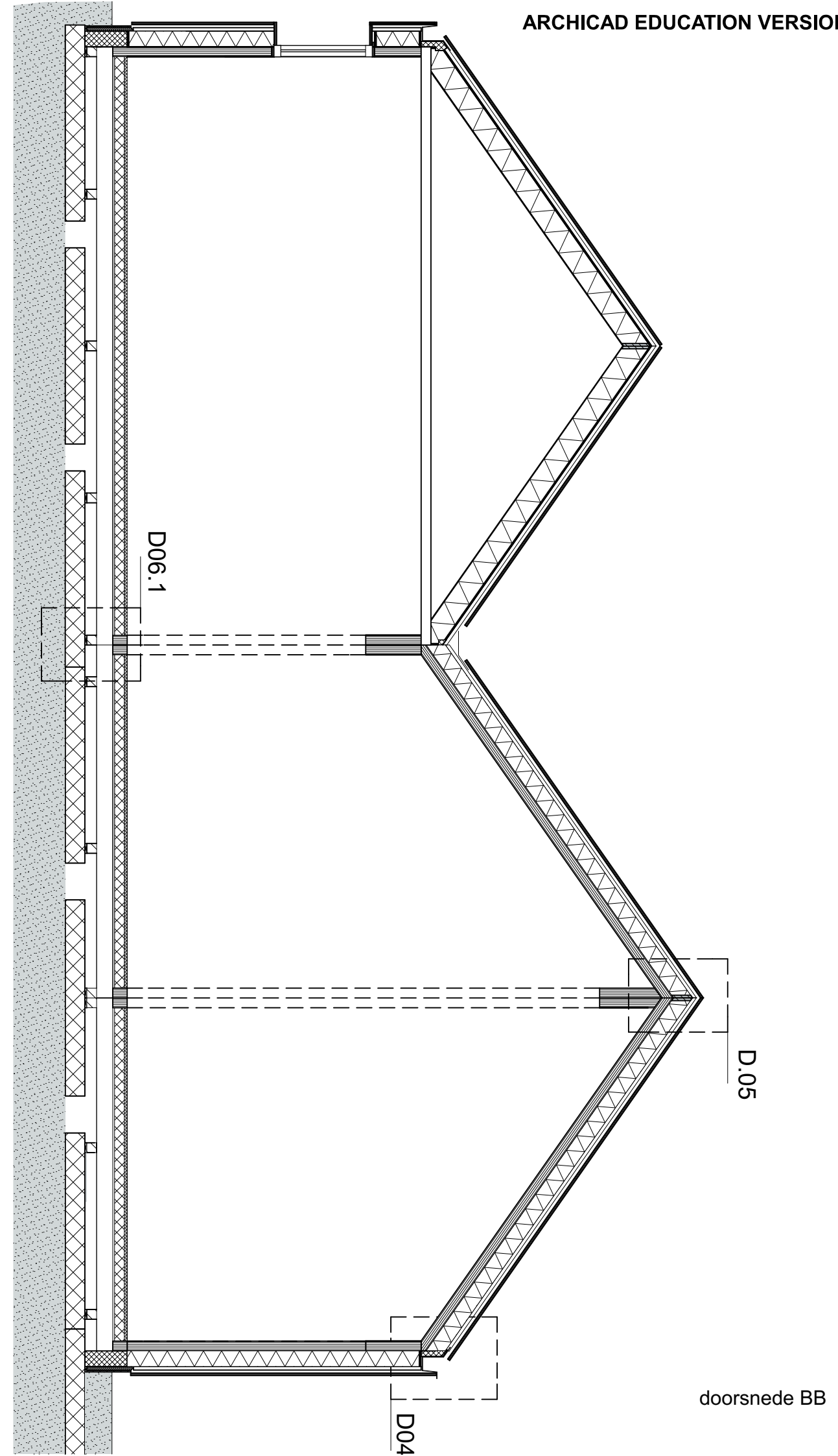
project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

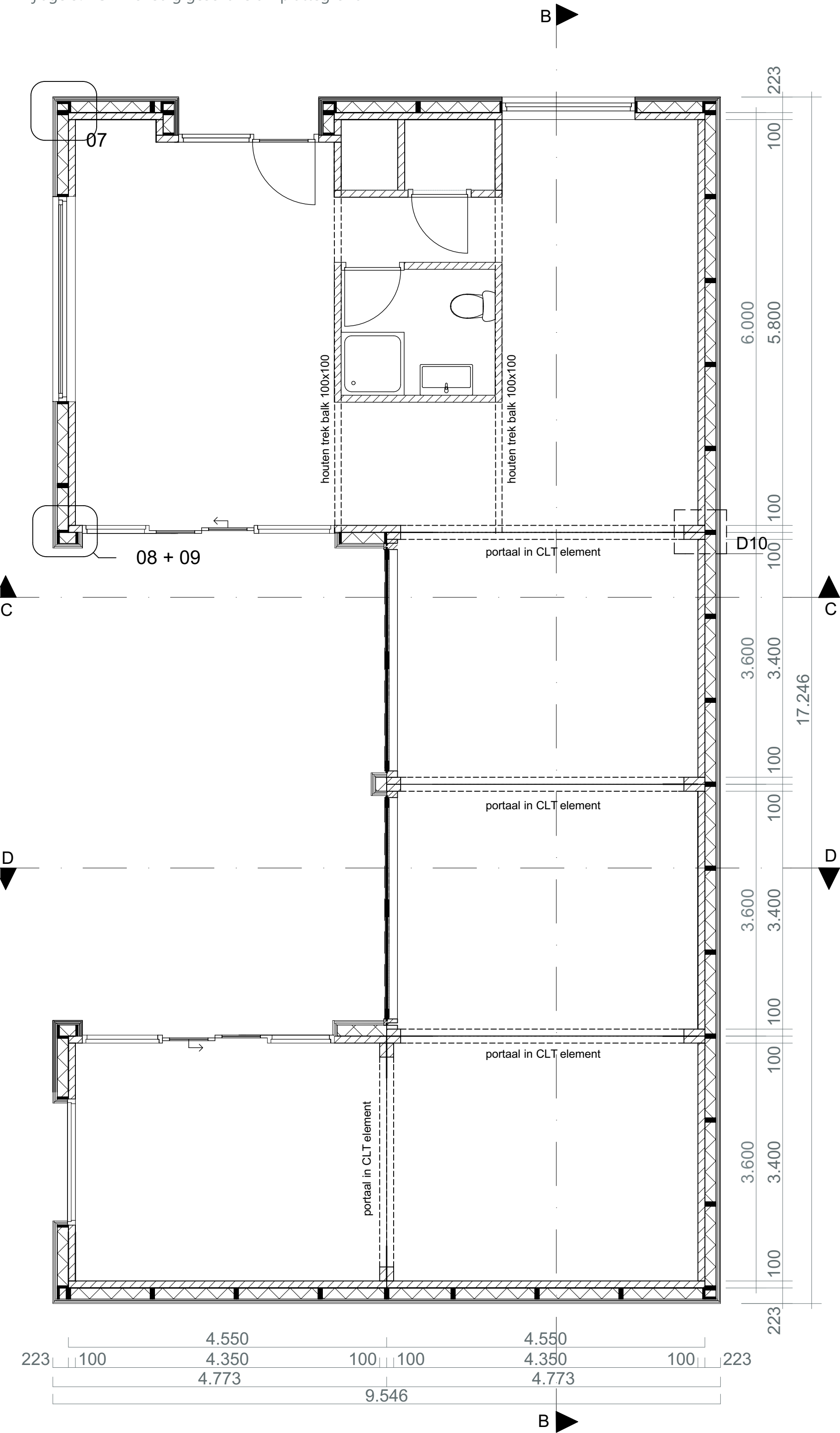
opdrachtgever: M3H

schaal: 1:50

datum: 18-04-2017

tekening: Bouwkunidge plattegrond
beganegrond
getekend: Naisah Taal





- legenda
- CLT wand 100 mm
 - isovlas isolatie
 - wegneembaar portaal in CLT wand t.b.v. doorgang



project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

opdrachtgever: M3H

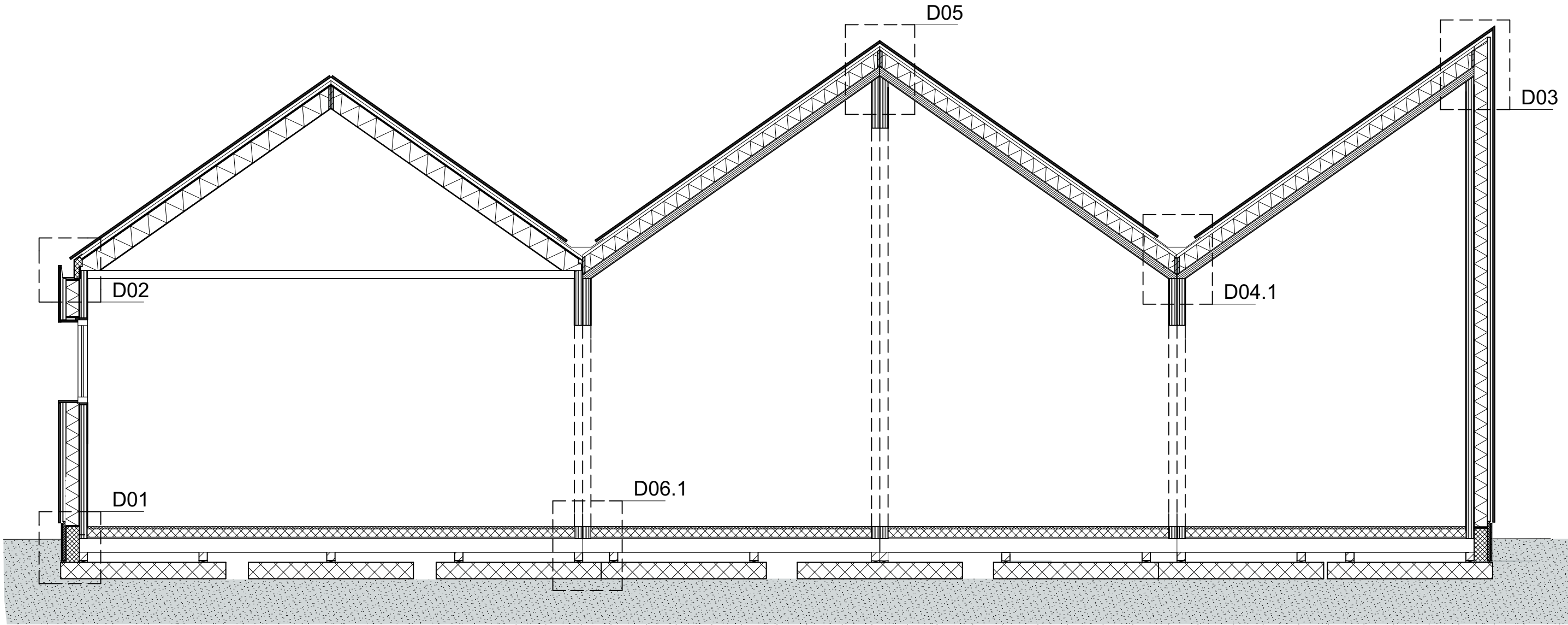
schaal: 1:50

datum: 18-04-2017

tekening: Bouwkunidge plattegrond
beganeground

getekend: Naisah Taal

Bijlage 9.5 CLT volledig geschakeld - doorsnede



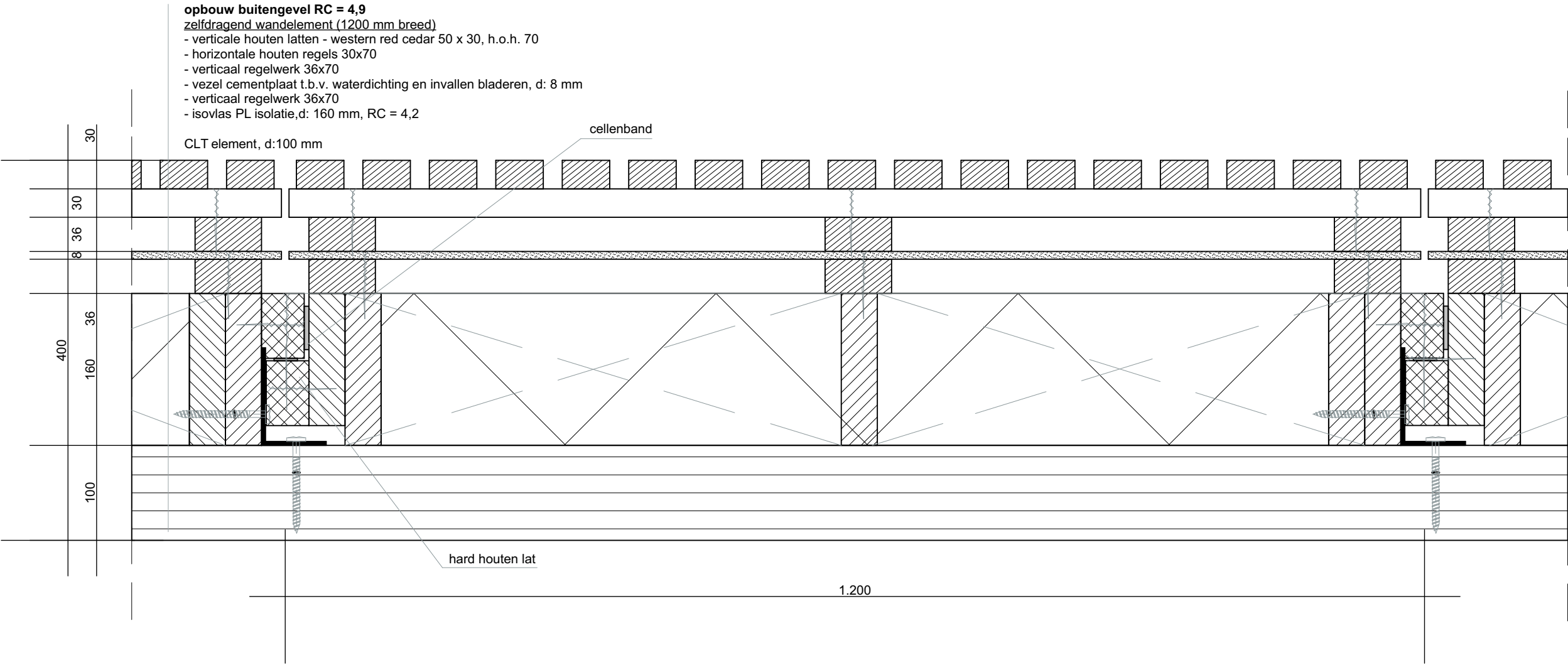
project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

opdrachtgever: M3H

schaal: 1:50

datum: 18-04-2017

tekening: doorsnede BB
getekend: Naisah Taal



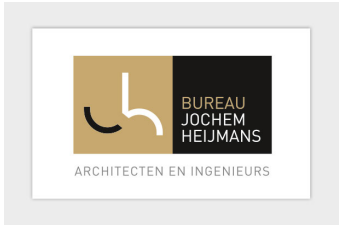
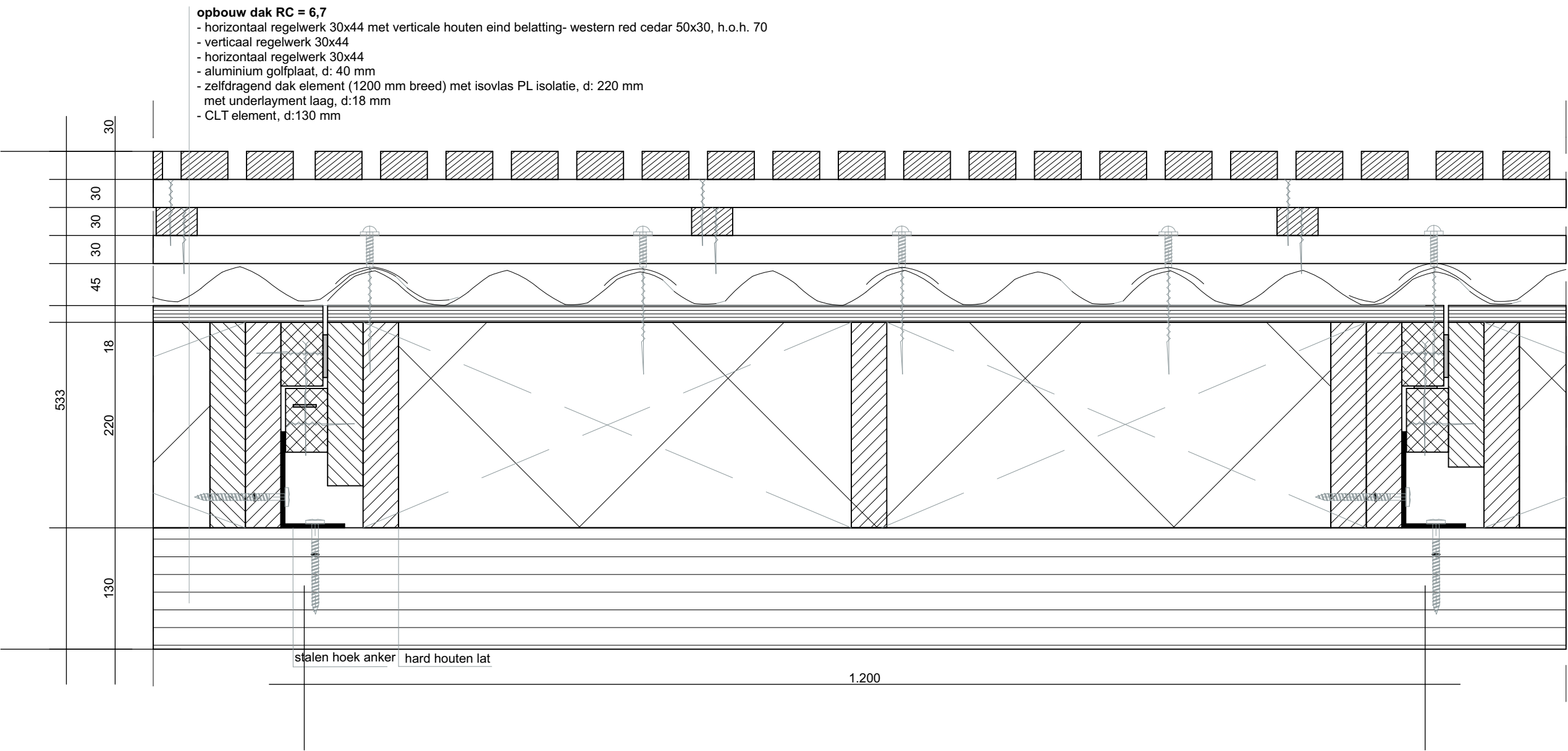
project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

opdrachtgever: M3H

schaal: 1:50

datum: 18-04-2017

tekening: gevel opbouw
getekend: Naisah Taal



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

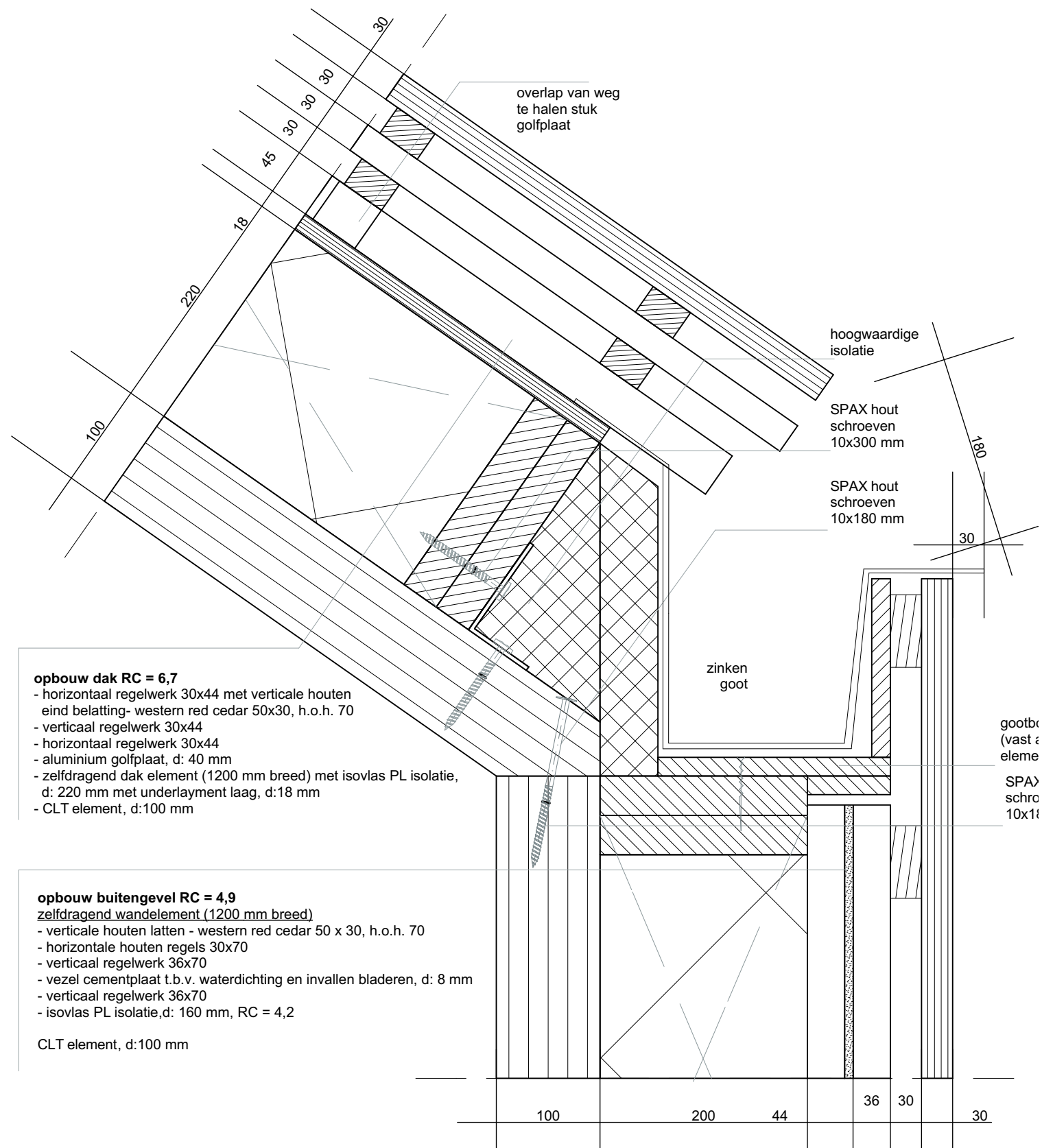
opdrachtgever: M3H

schaal: 1:50

datum: 18-04-2017

tekening: dak opbouw
getekend: Naisah Taal

Bijlage 9.8 detail 4.0 goot enkel



project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

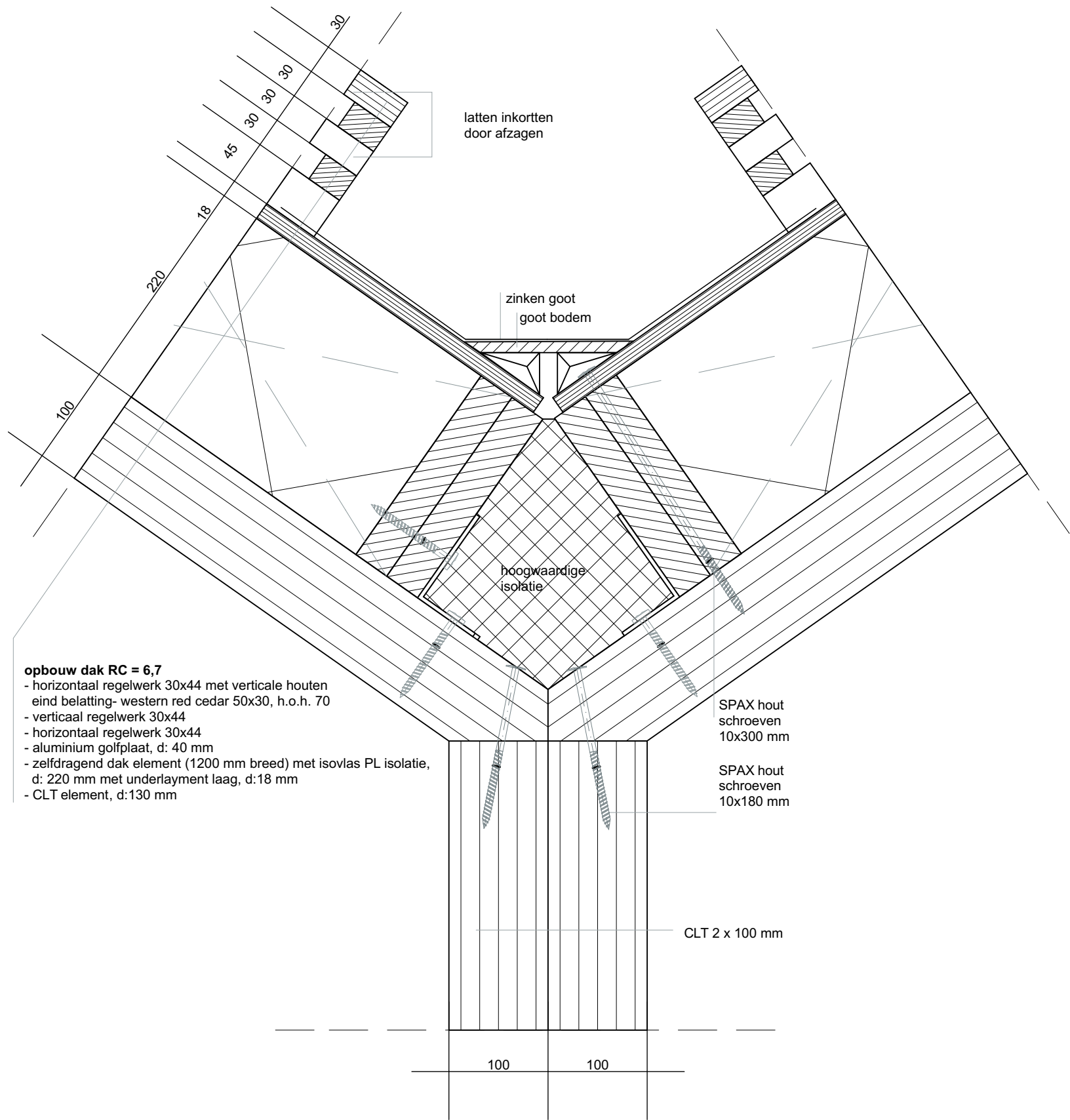
opdrachtgever: M3H

schaal: 1:5

datum: 18-04-2017

tekening: Detail 4.0
getekend: Naisah Taal

Bijlage 9.12 detail 6.0 vloer enkel



project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

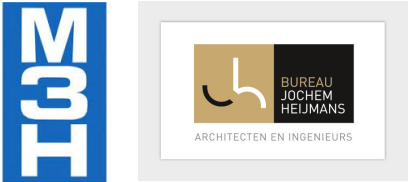
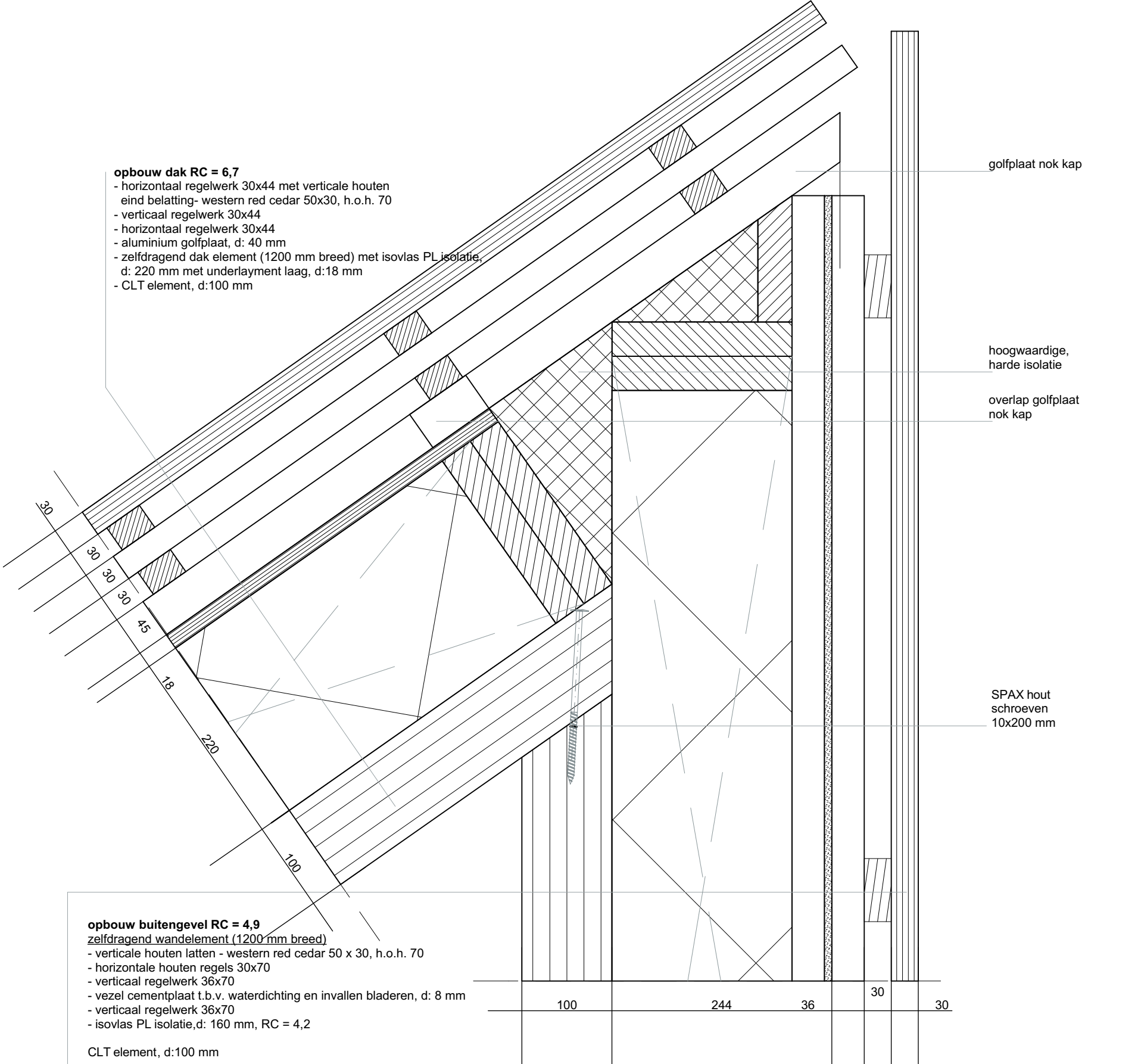
opdrachtgever: M3H

schaal: 1:5

datum: 18-04-2017

tekening: Detail 4.1
getekend: Naisah Taal

Bijlage 9.10 detail 5.0 nok enkel



project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

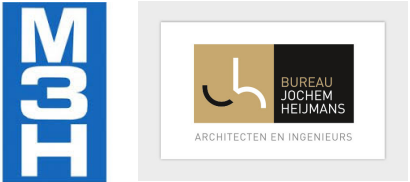
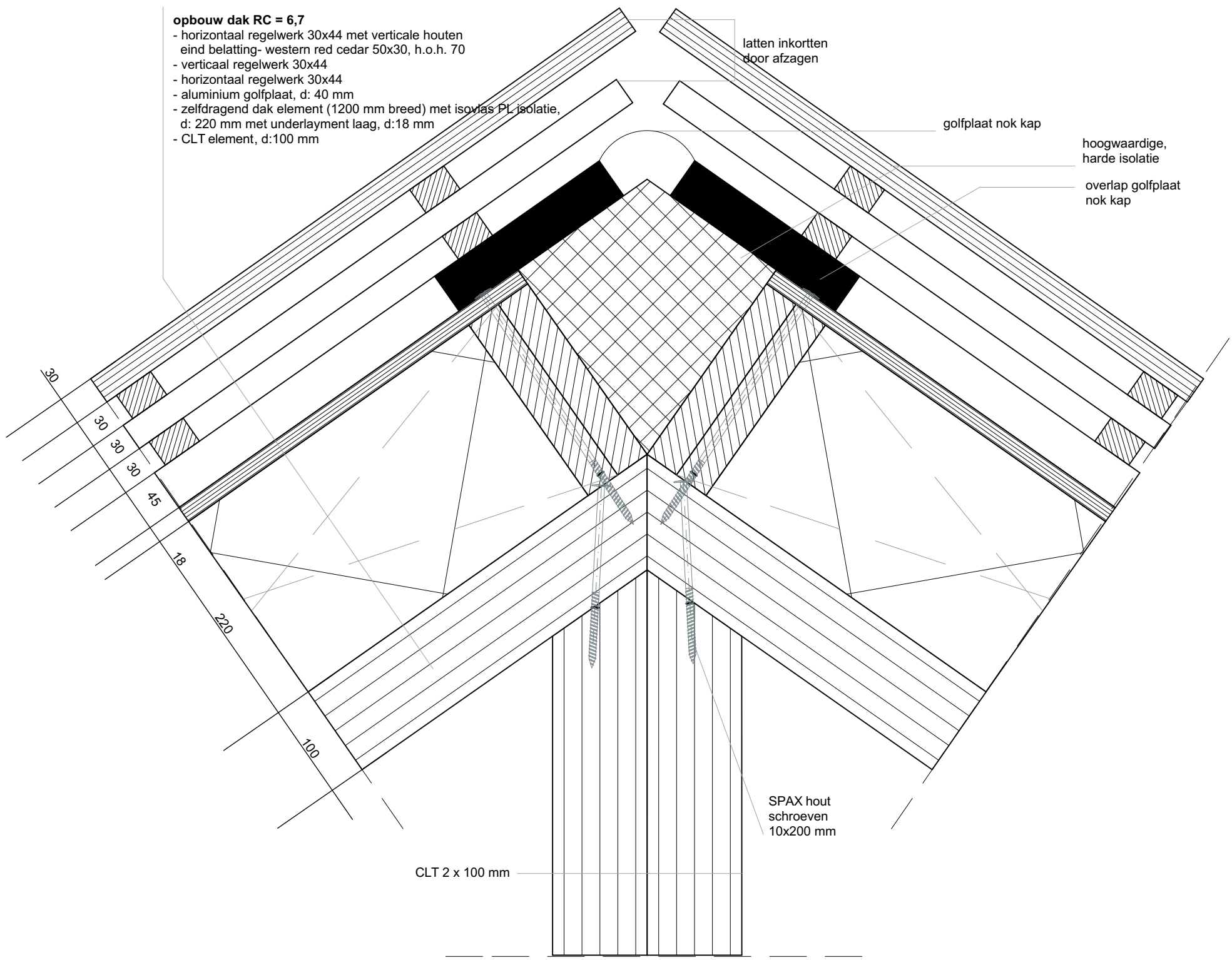
opdrachtgever: M3H

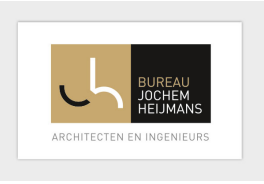
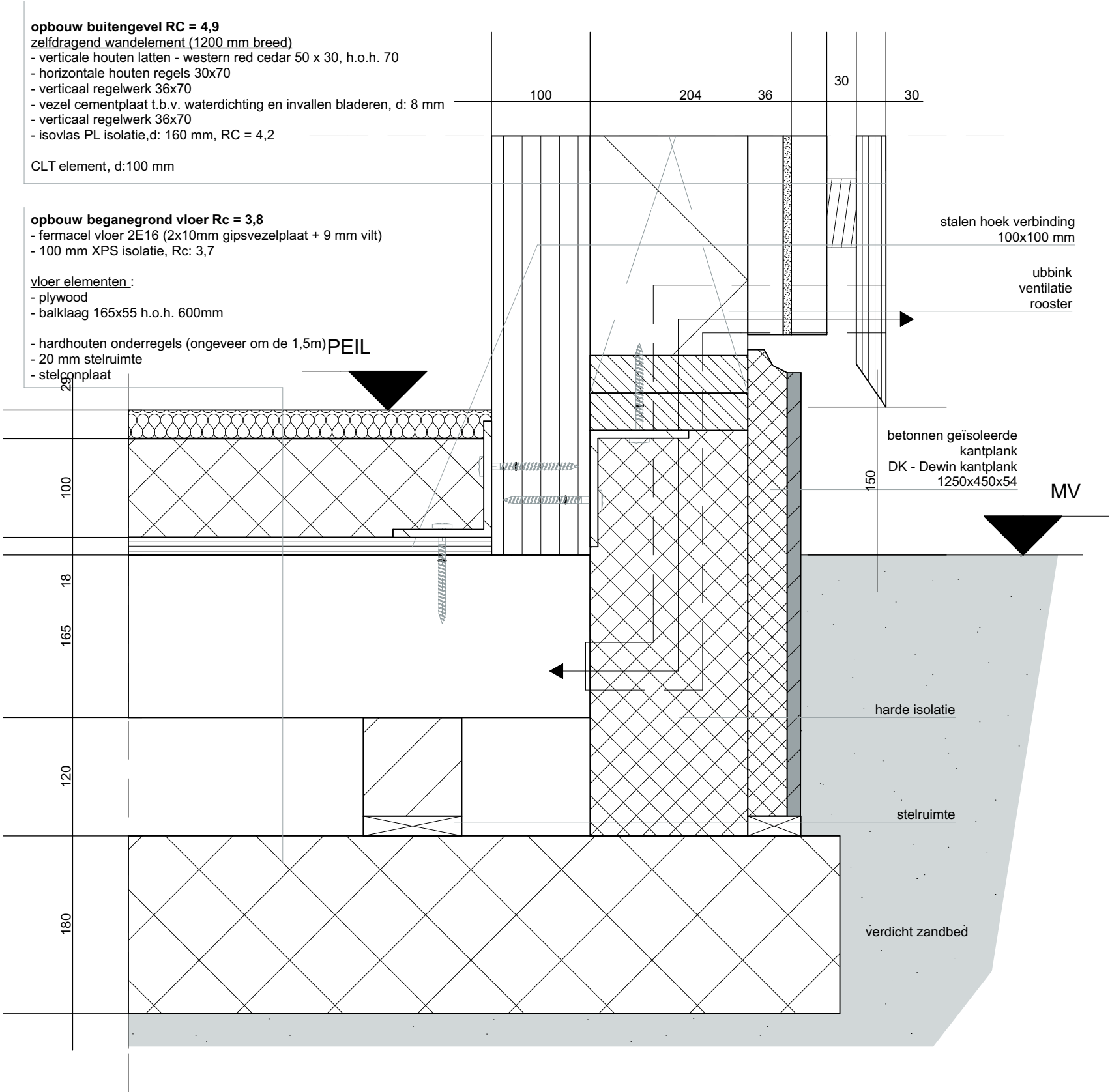
schaal: 1:5

datum: 18-04-2017

tekening: Detail 5.0
getekend: Naisah Taal

Bijlage 9.11 detail 5.1 nok geschakeld





project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

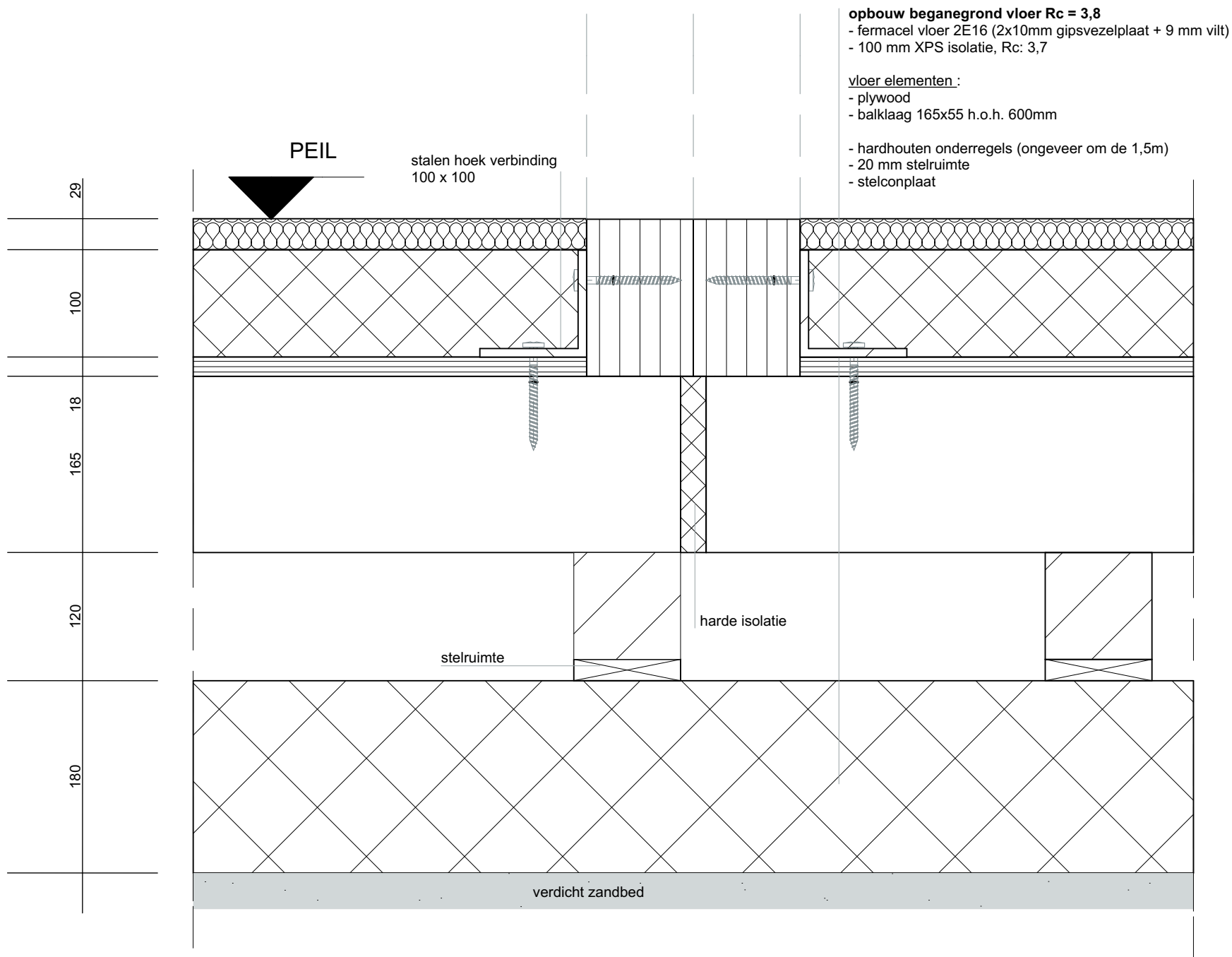
opdrachtgever: M3H

schaal: 1:5

datum: 18-04-2017

tekening: Detail 6.0
getekend: Naisah Taal

Bijlage 9.13 detail 6.1 vloer geschakeld



project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

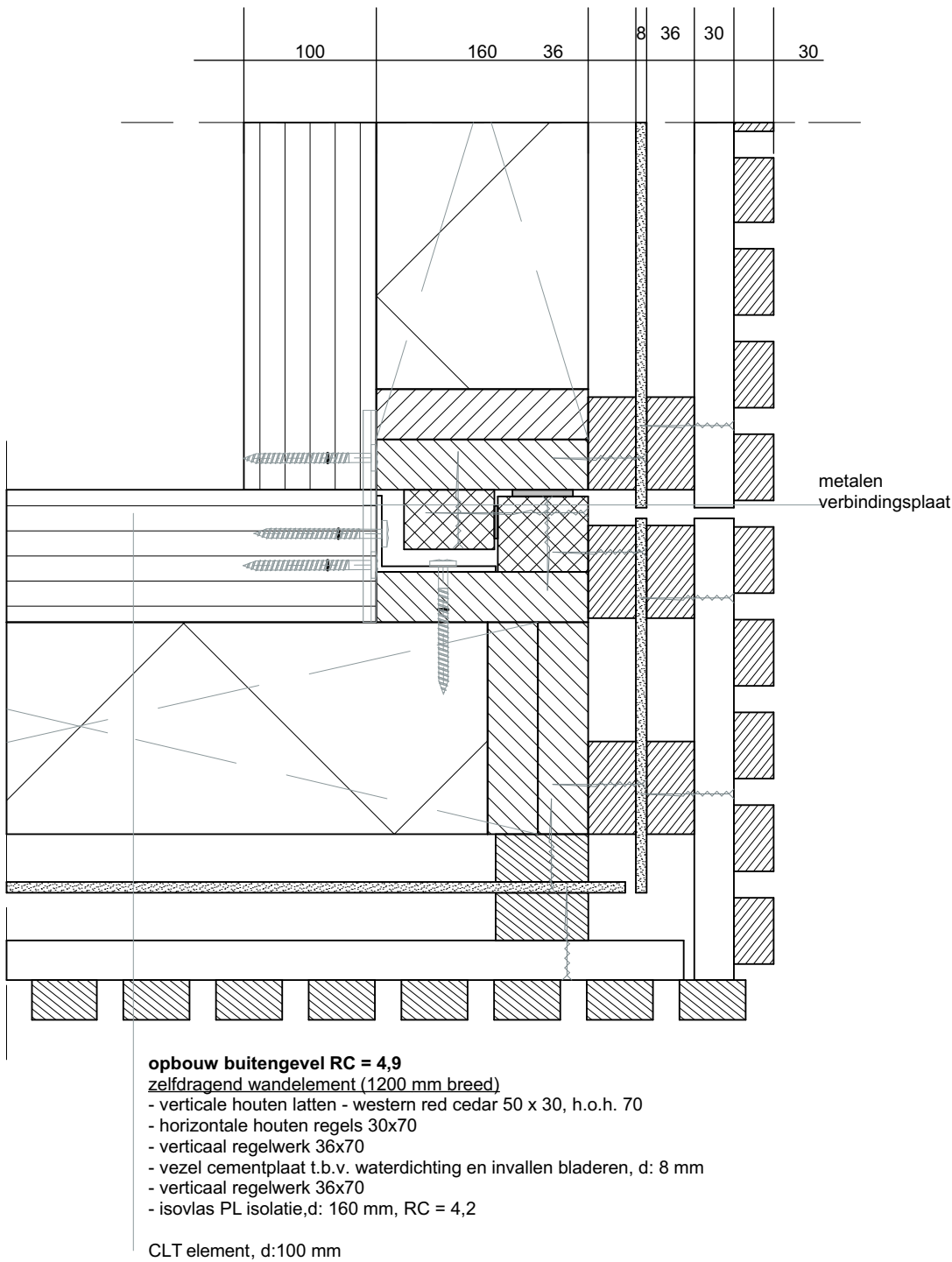
opdrachtgever: M3H

schaal: 1:5

datum: 18-04-2017

tekening: Detail 6.1
getekend: Naisah Taal

Bijlage 9.14 detail 10.0 horizontale wand aansluiting enkel



project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

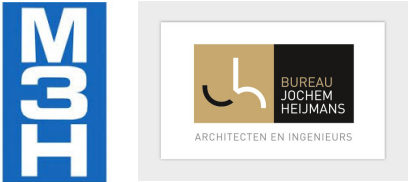
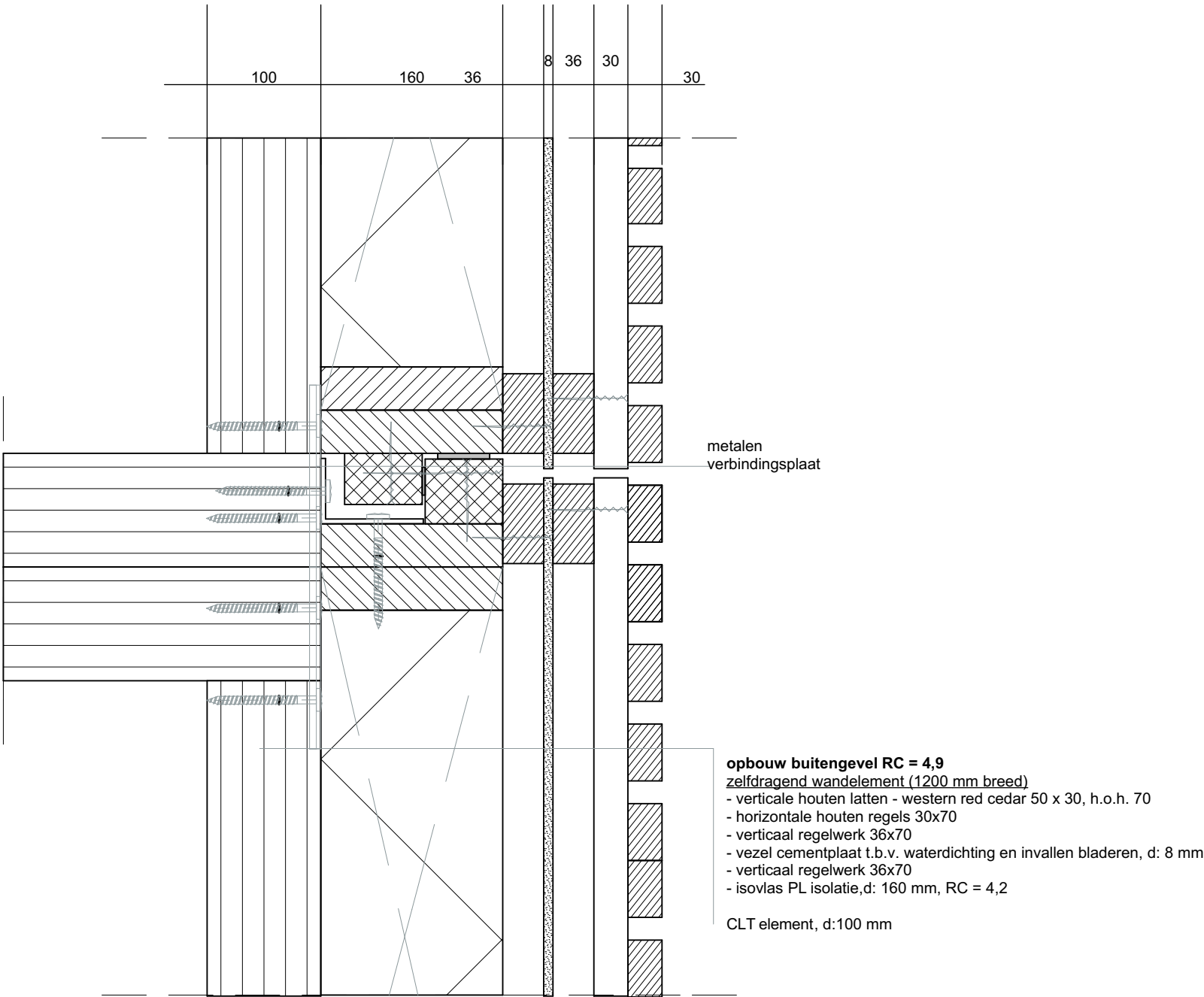
opdrachtgever: M3H

schaal: 1:5

datum: 18-04-2017

tekening: Detail 10.0
getekend: Naisah Taal

Bijlage 9.14 detail 10.0 horizontale wand aansluiting enkel



project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

opdrachtgever: M3H

schaal: 1:5

datum: 18-04-2017

tekening: Detail 10.1
getekend: Naisah Taal

Bijlage 10. bouwkundige plattegronden, doorsneden, pakketten & details Systimber

Bijlage 10.1 Systimber basiswoning - plattegronden & doorsnede

Bijlage 10.2 Systimber basiswoning + module - plattegrond & doorsnede

Bijlage 10.3 Systimber basiswoning + 2 modules - plattegrond & doorsnede

Bijlage 10.4 Systimber volledig geschakeld - plattegrond

Bijlage 10.5 Systimber volledig geschakeld - doorsnede

Bijlage 10.6 Systimber wand pakket

Bijlage 10.7 Systimber dak pakket

Bijlage 10.8 details 4.0 goot enkel

Bijlage 10.9 detail 4.1 goot geschakeld

Bijlage 10.10 detail 5.0 nok enkel

Bijlage 10.11 details 5.1 nok geschakeld

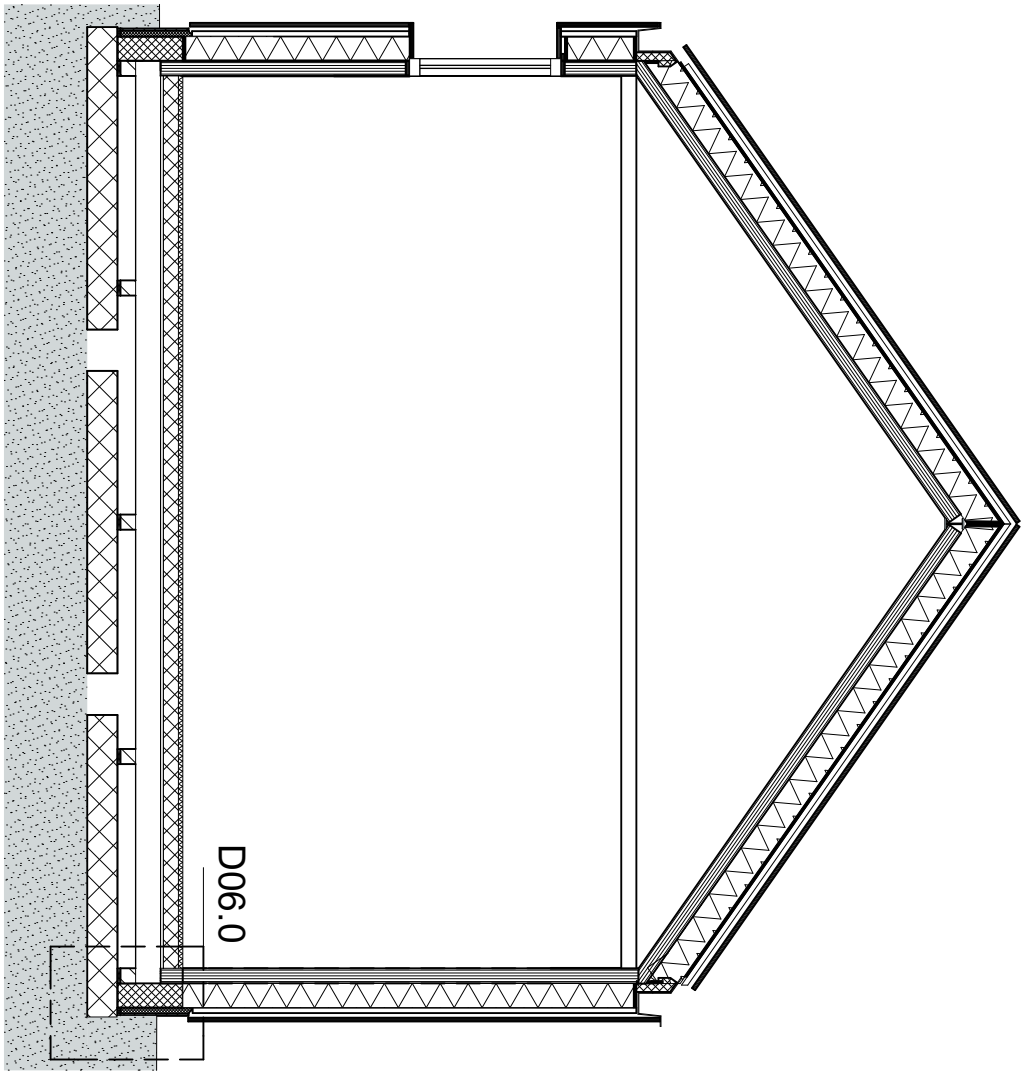
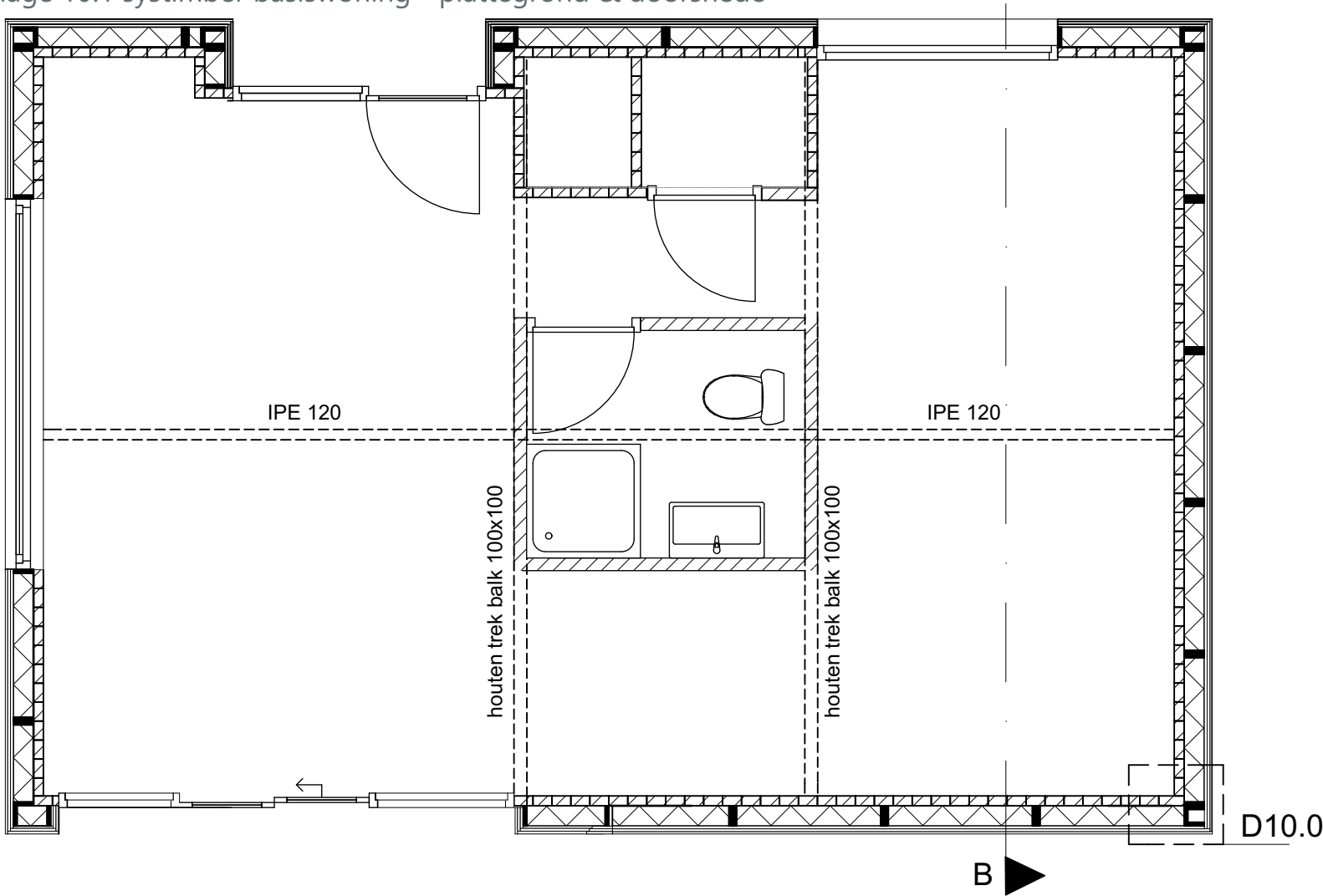
Bijlage 10.12 details 6.0 vloer enkel

Bijlage 10.13 details 6.1 vloer geschakeld

Bijlage 10.14 detail 10.0 horizontale wand aansluiting enkel

Bijlage 11.15 detail 10,1 horizontale wand aansluiting geschakeld

Bijlage 10.1 systimber basiswoning - plattegrond & doorsnede



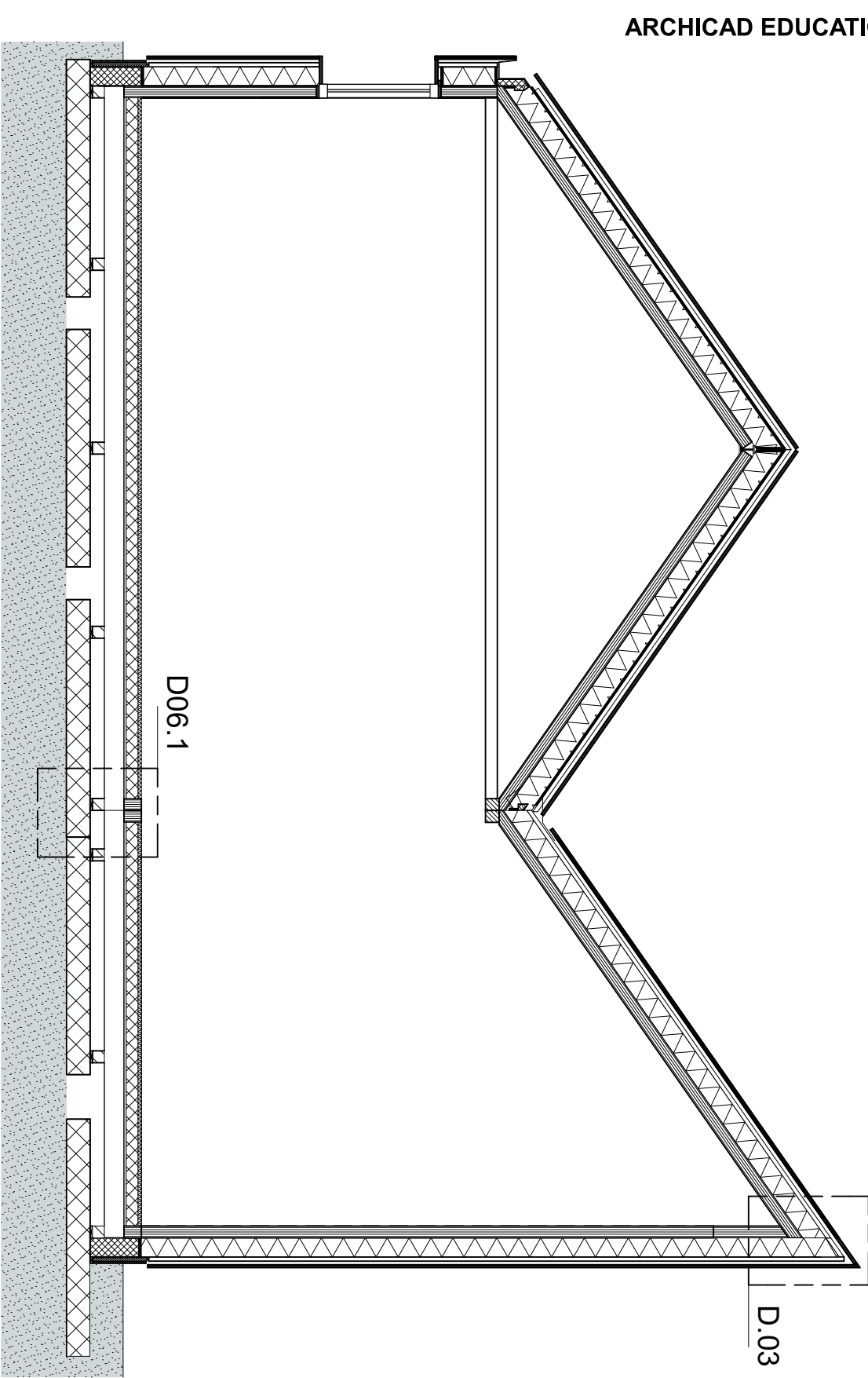
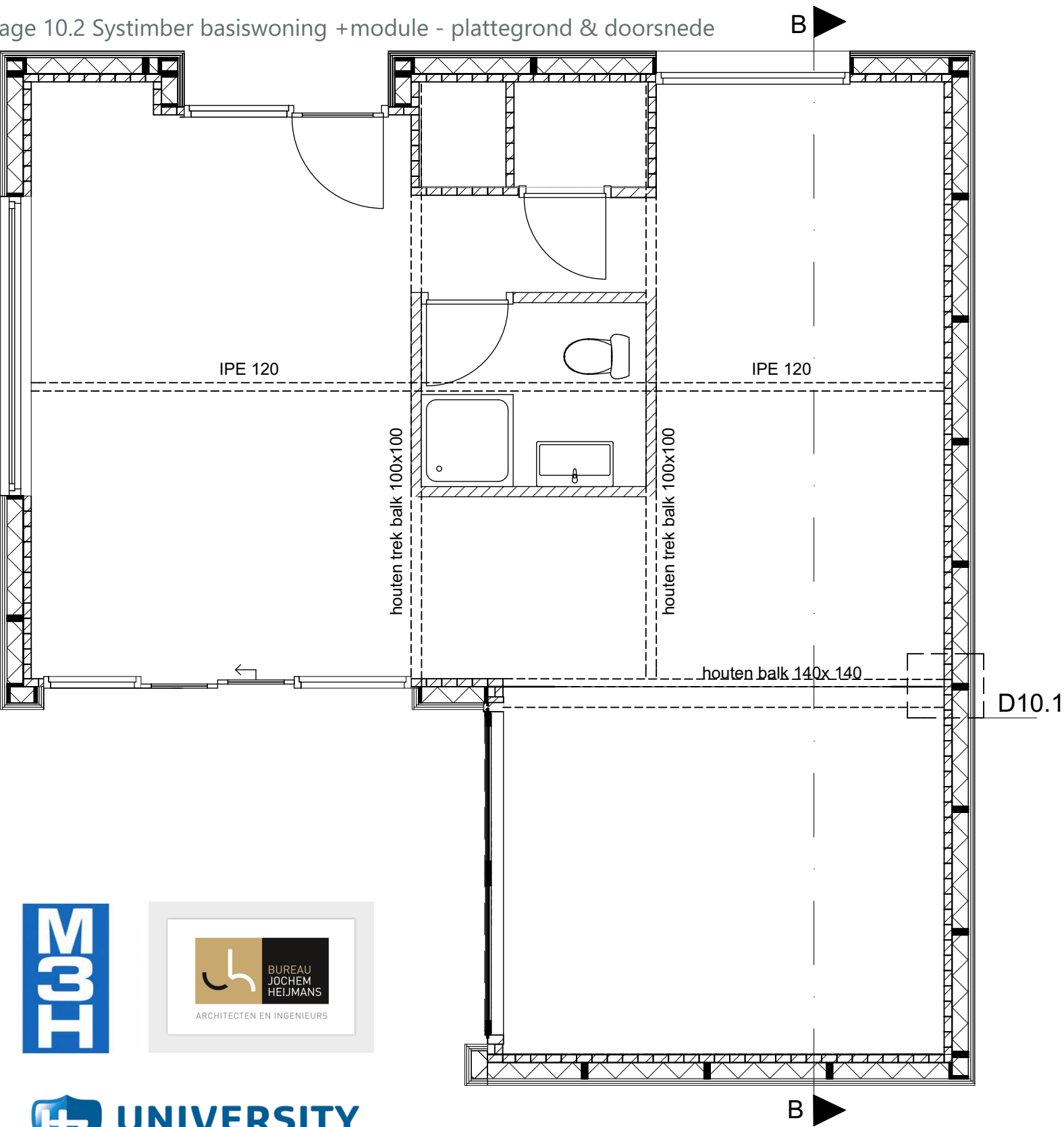
project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

opdrachtgever: M3H

schaal: 1:50

datum: 18-04-2017

tekening: Bouwkunidge plattegrond
beganegronnd
getekend: Naisah Taal



project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

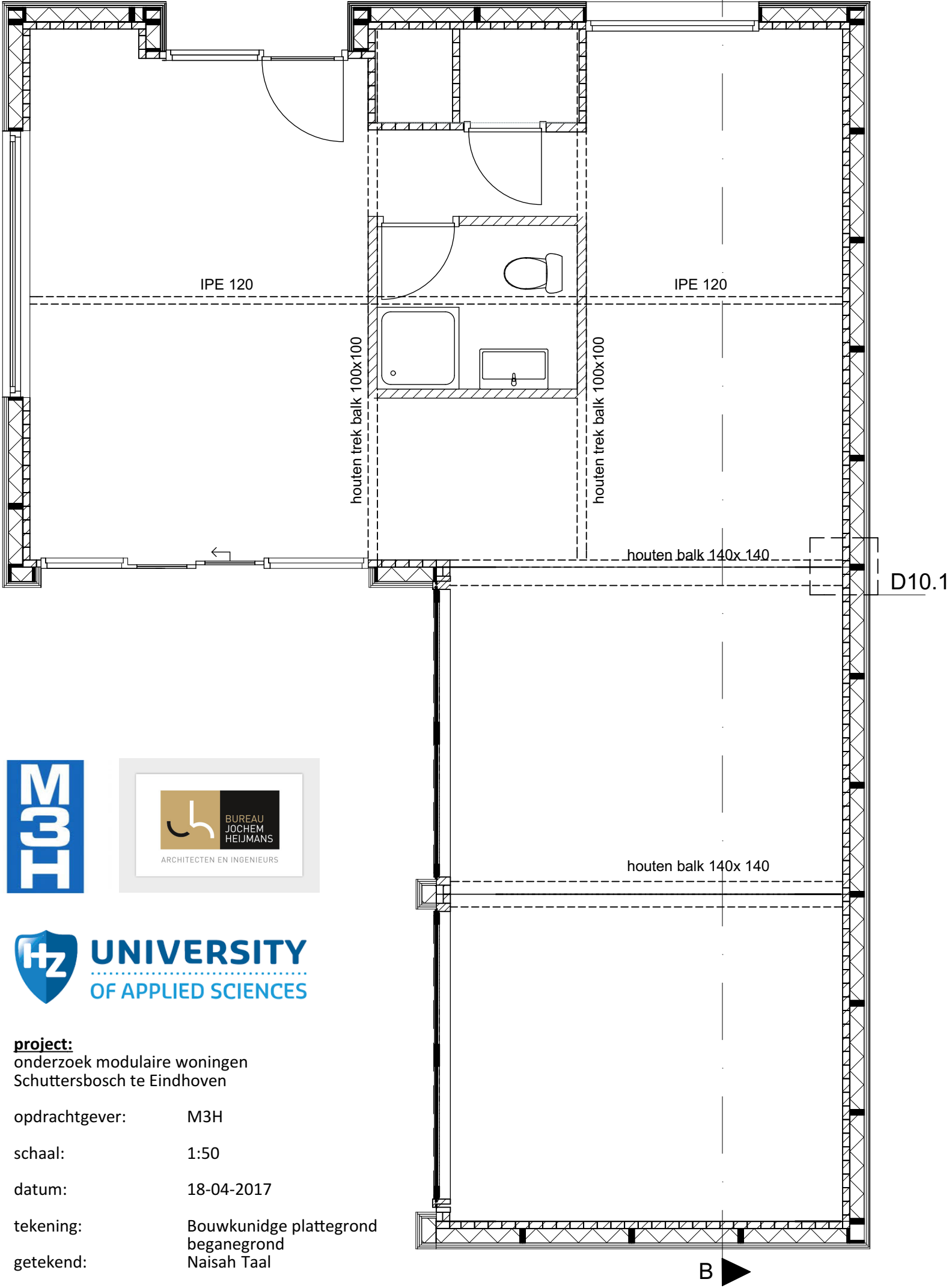
opdrachtgever: M3H

schaal: 1:50

datum: 18-04-2017

tekening: Bouwkunidge plattegrond
beganegronnd
getekend: Naisah Taal

Bijlage 10.3 systimber basiswoning +2 modules - plattegrond & doorsnede



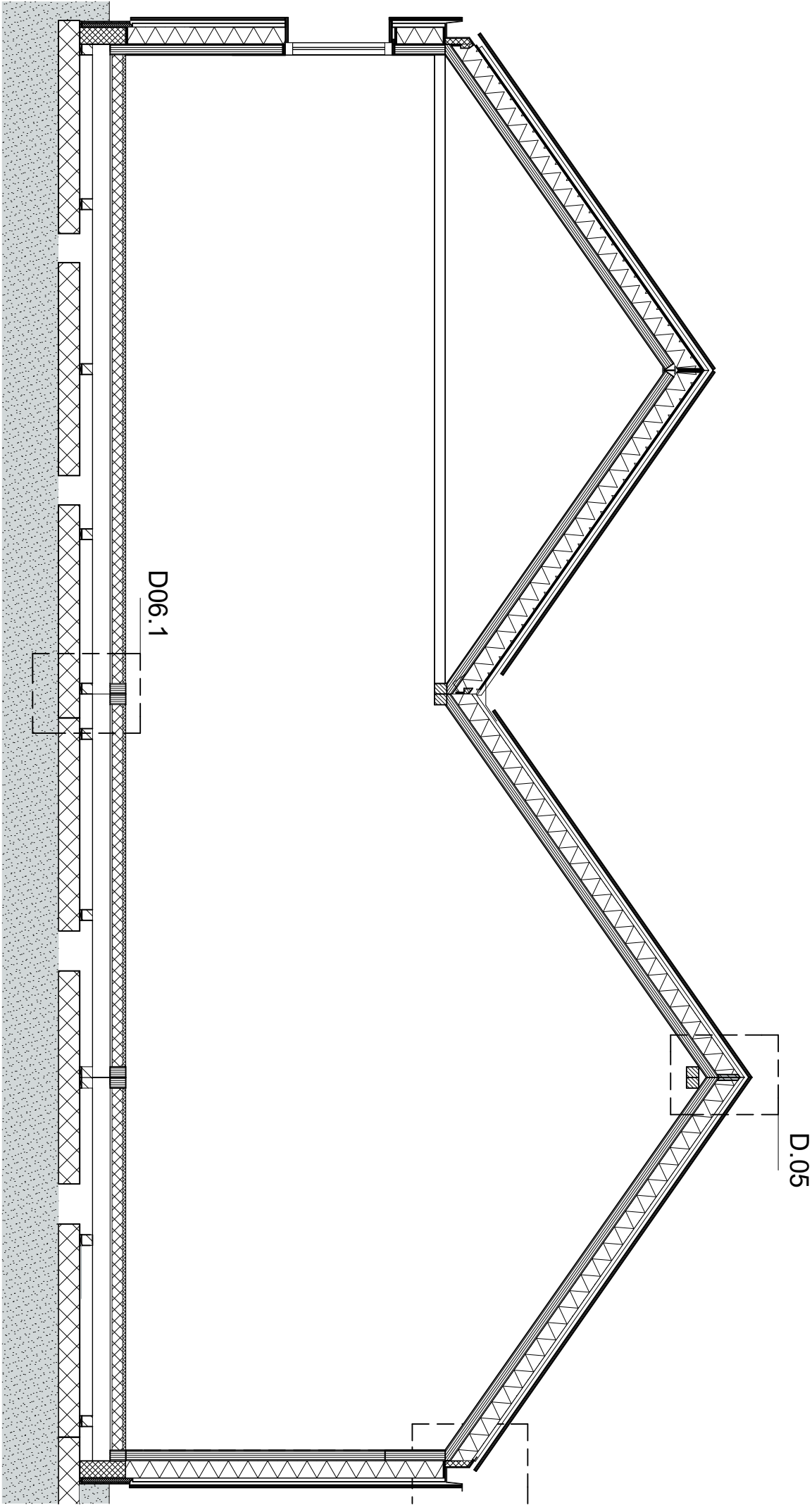
project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

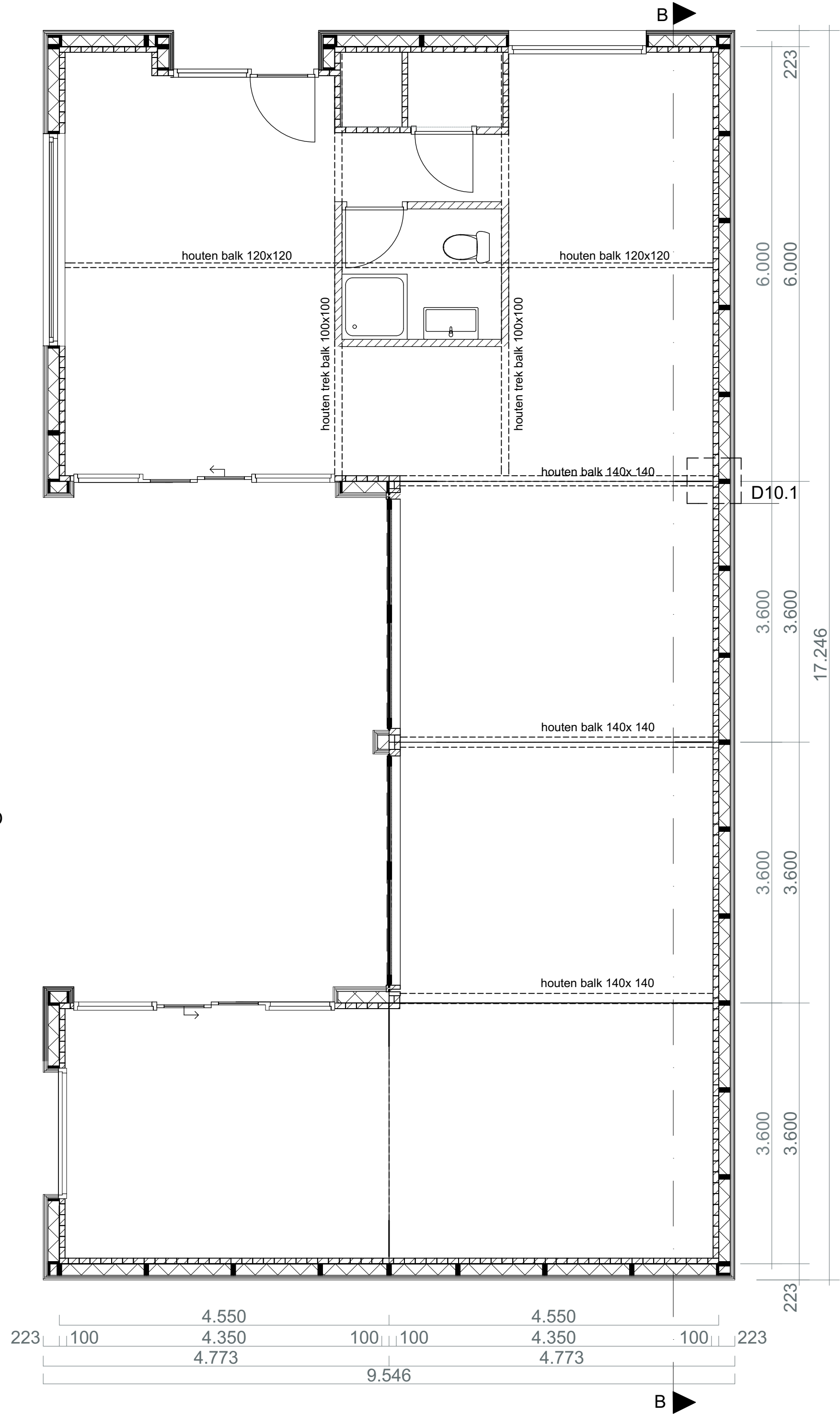
opdrachtgever: M3H

schaal: 1:50

datum: 18-04-2017

tekening: Bouwkunidge plattegrond
beganegrond
getekend: Naisah Taal





legenda

-  systimber balken wand
-  isovlas isolatie



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

opdrachtgever: M3H

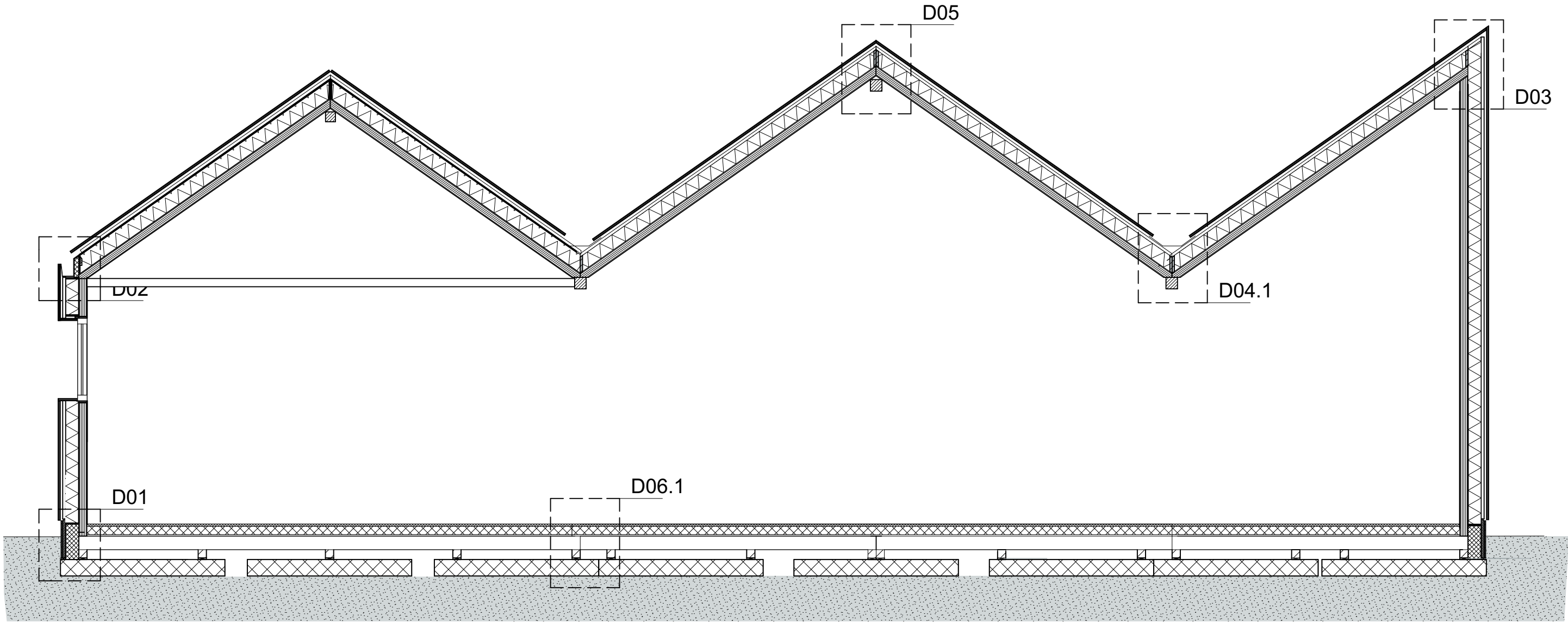
schaal: 1:50

datum: 18-04-2017

tekening: Bouwkunidge plattegrond
beganeground

getekend: Naisah Taal

Bijlage 10.5 systimber volledig geschakeld -doorsnede



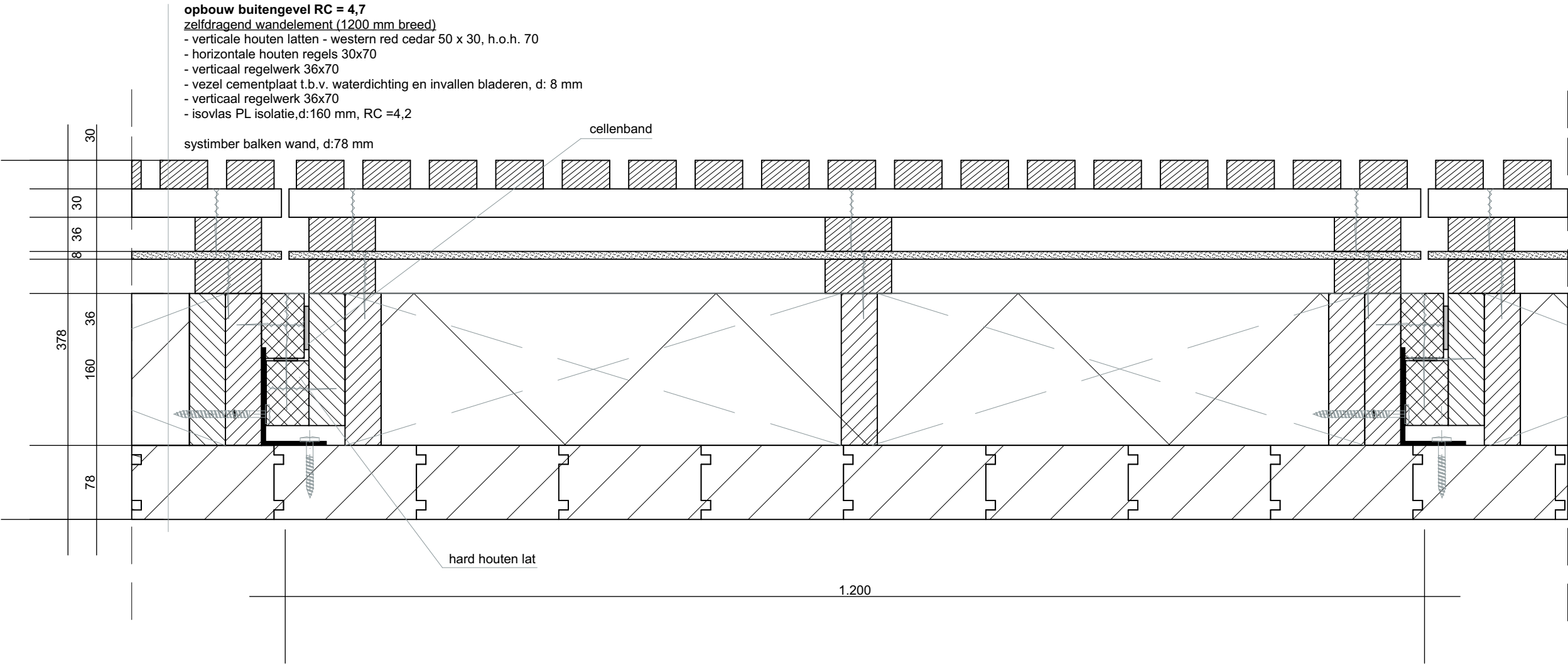
project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

opdrachtgever: M3H

schaal: 1:50

datum: 18-04-2017

tekening: doorsnede BB
getekend: Naisah Taal



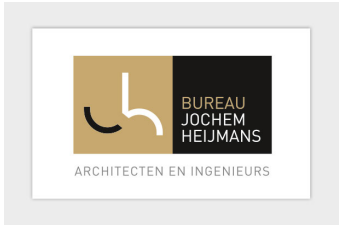
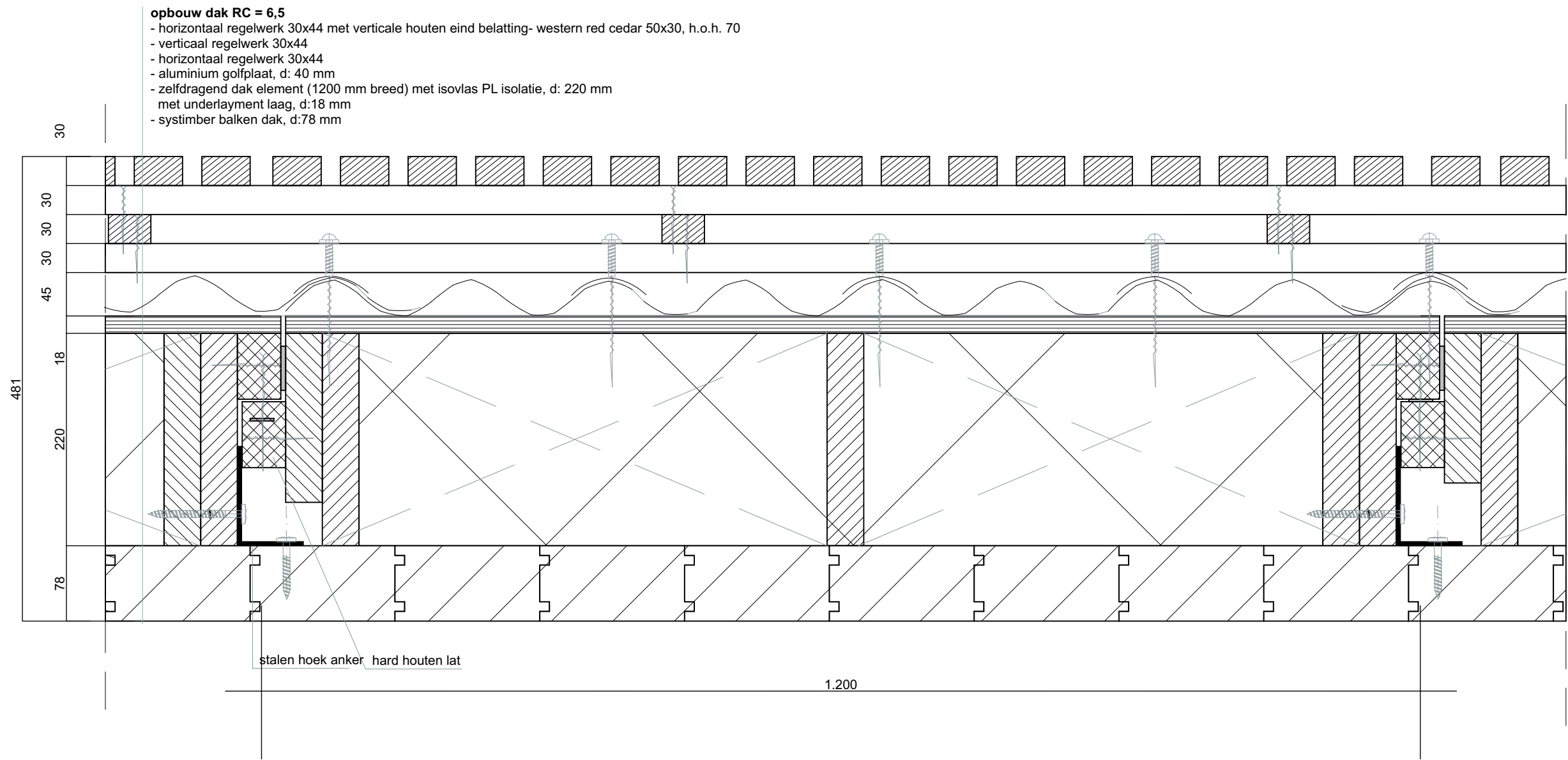
project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

opdrachtgever: M3H

schaal: 1:50

datum: 18-04-2017

tekening: gevel opbouw
getekend: Naisah Taal



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

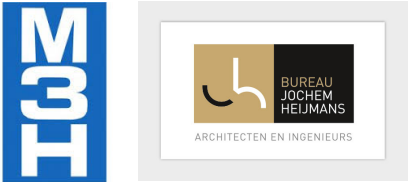
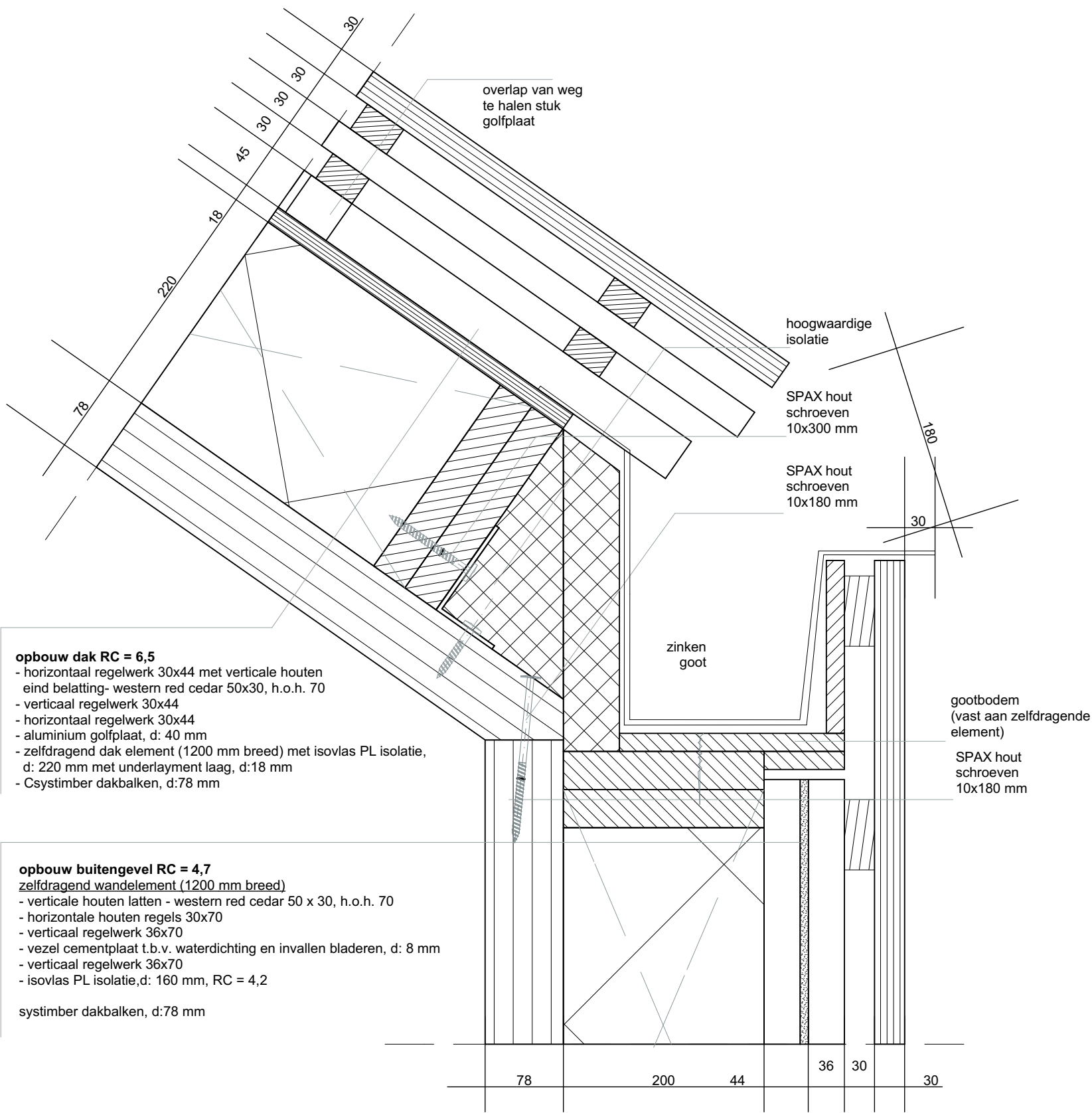
opdrachtgever: M3H

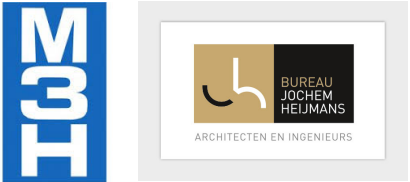
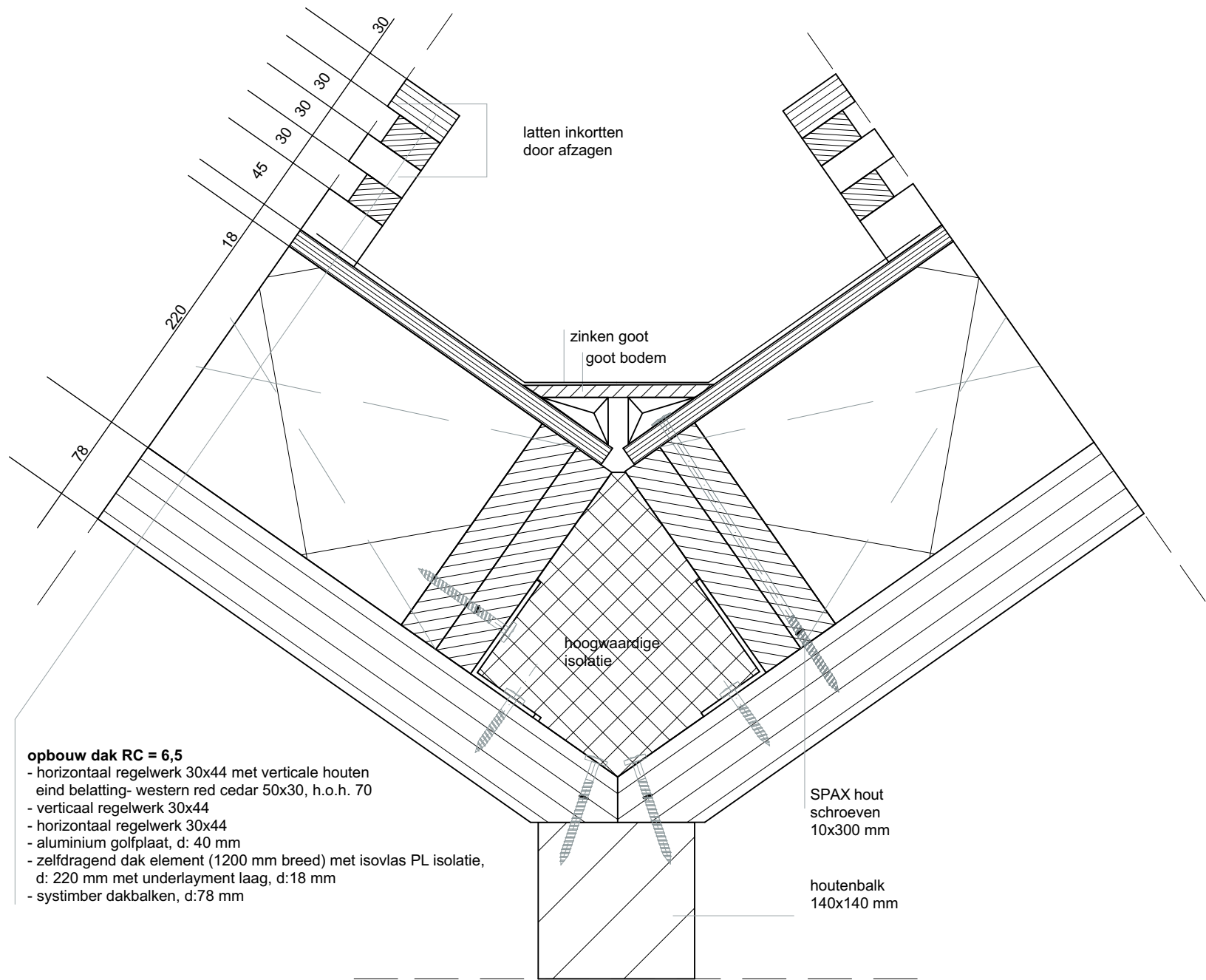
schaal: 1:50

datum: 18-04-2017

tekening: dak opbouw
getekend: Naisah Taal

Bijlage 10.8 detail 4.0 goot enkel





project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

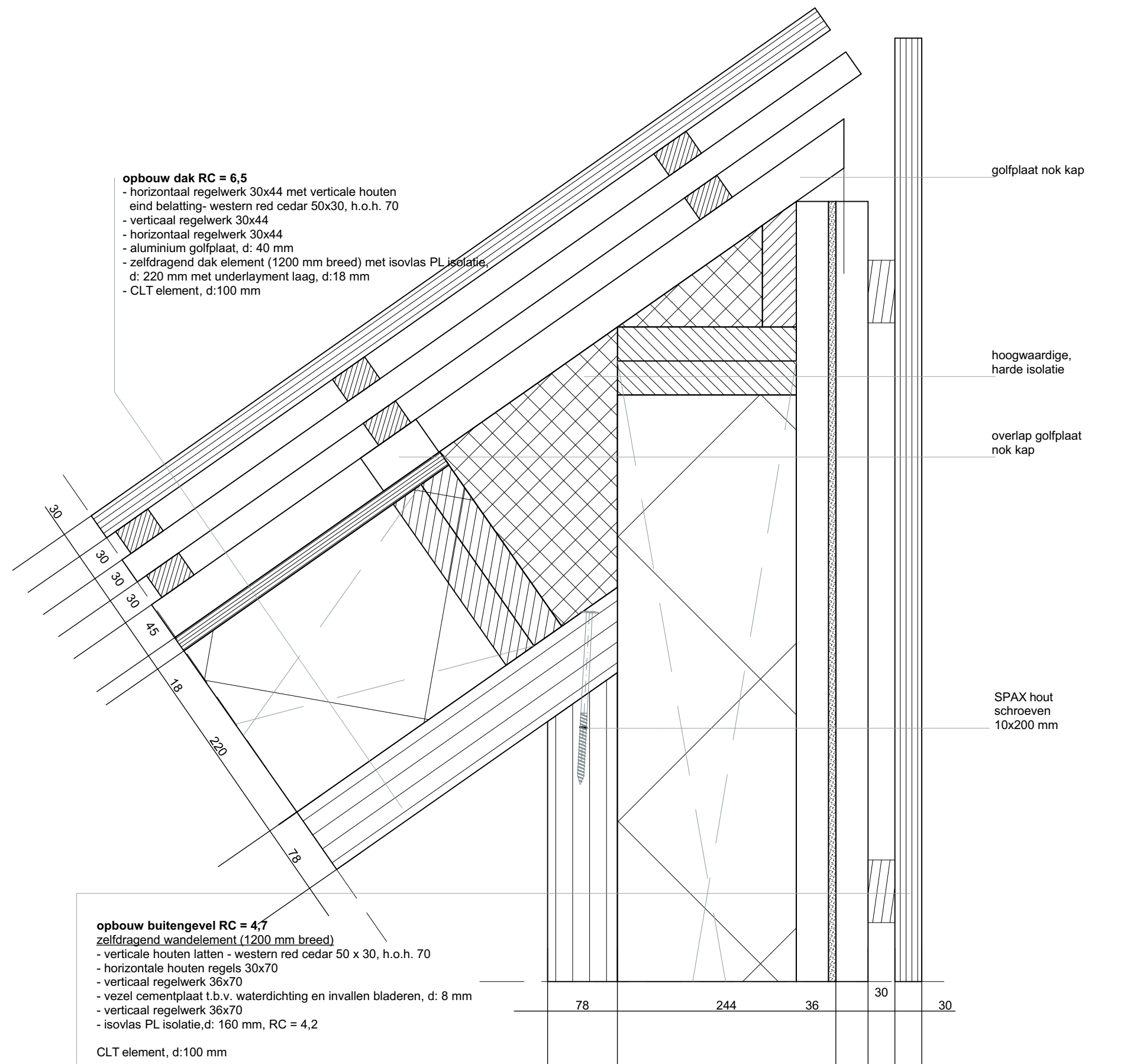
opdrachtgever: M3H

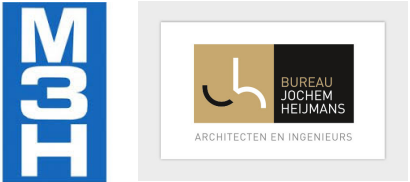
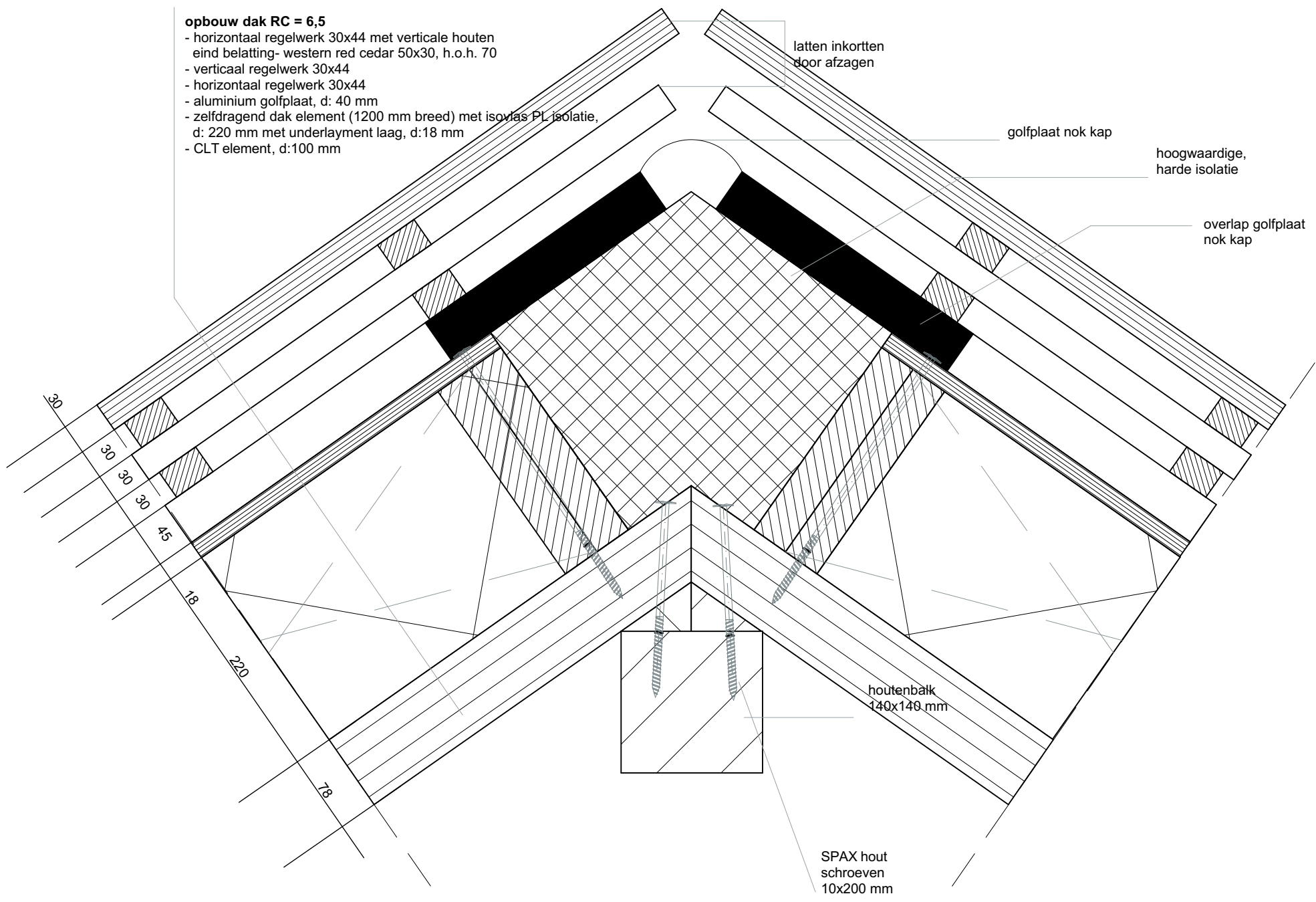
schaal: 1:5

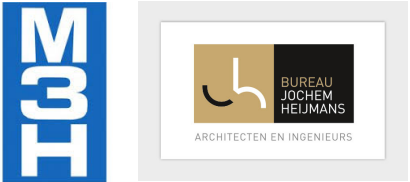
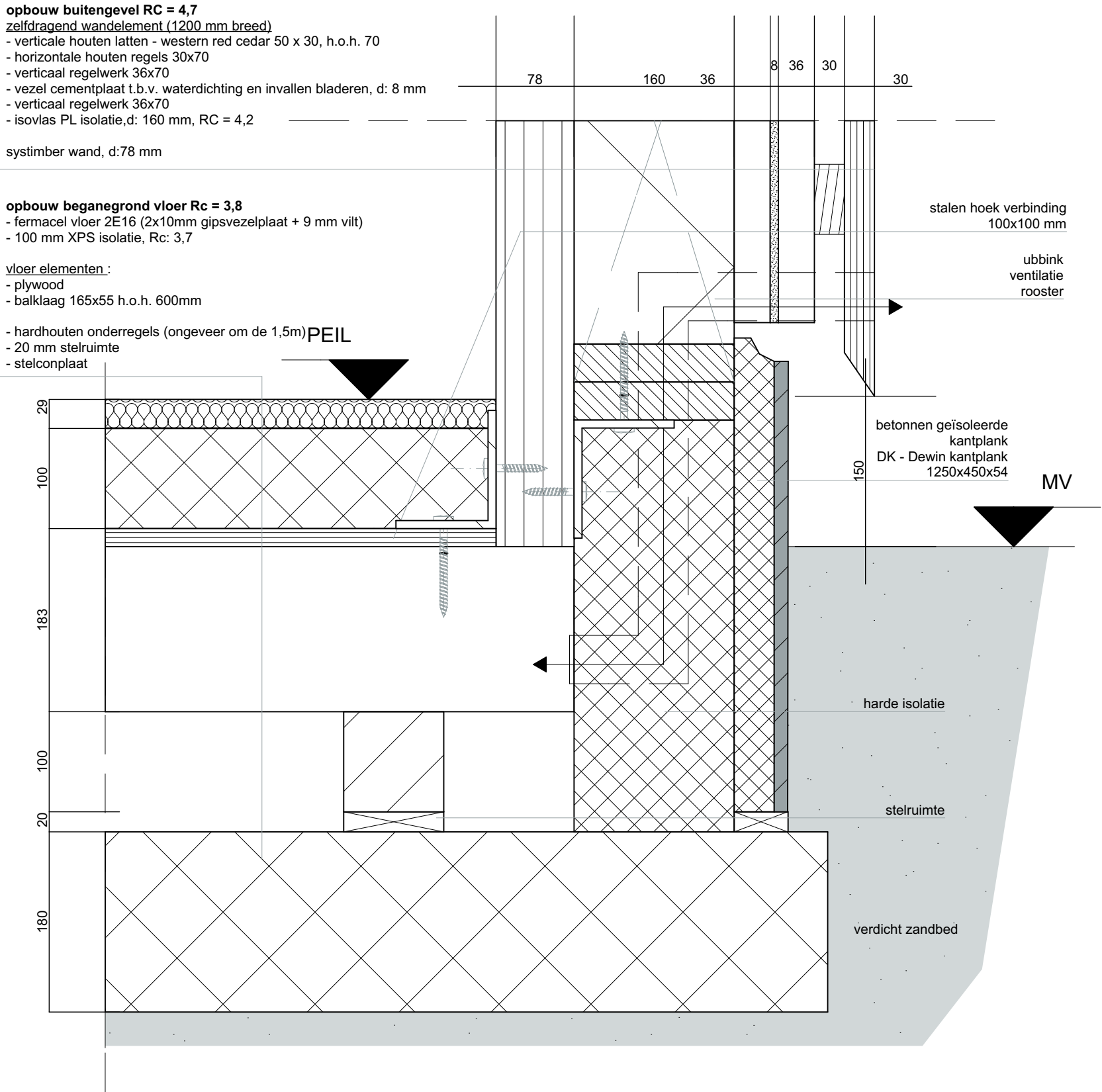
datum: 18-04-2017

tekening: Detail 4.1
getekend: Naisah Taal

Bijlage 10.10 detail 5.0 nok enkel







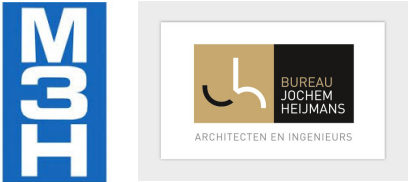
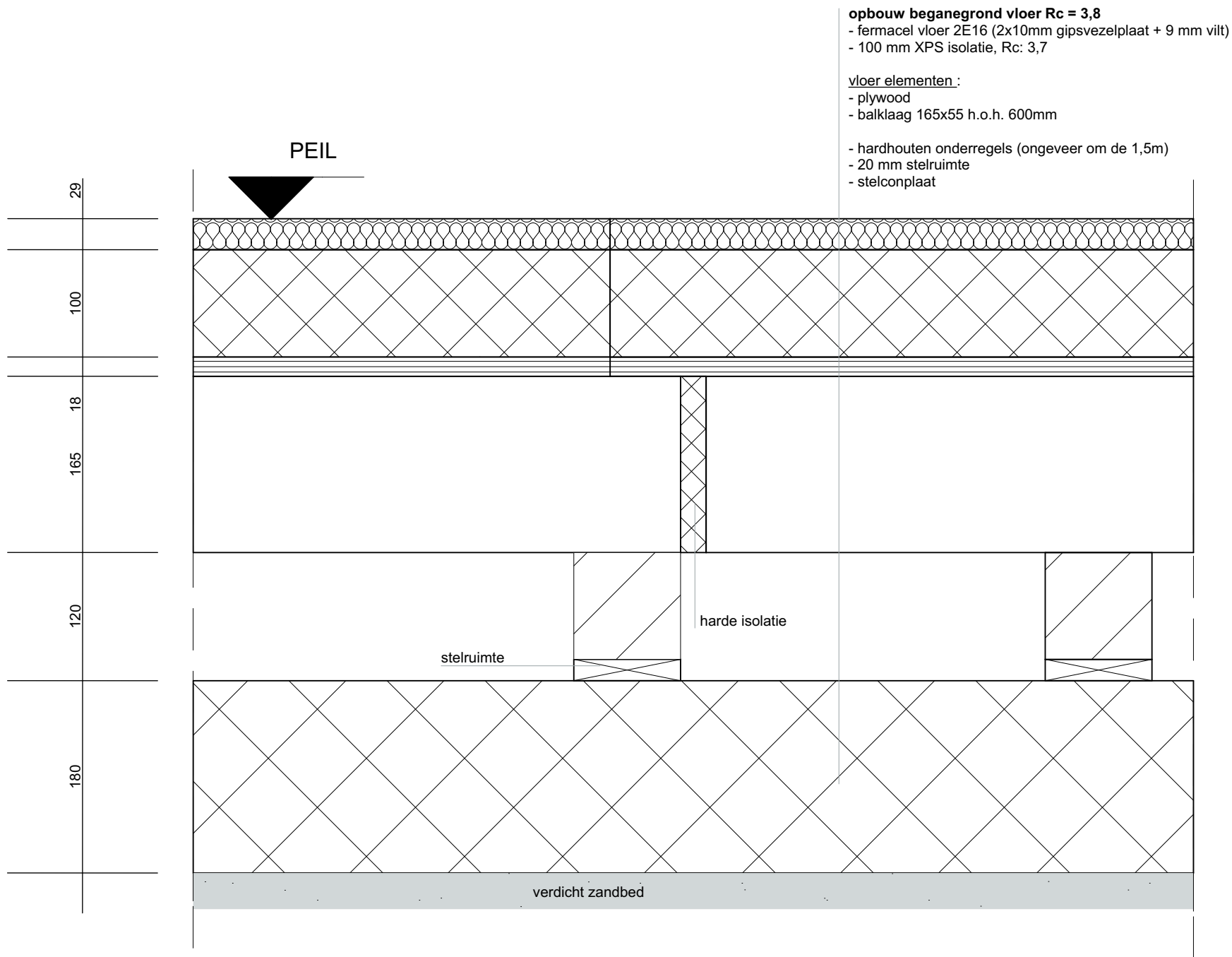
project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

opdrachtgever: M3H

schaal: 1:5

datum: 18-04-2017

tekening: Detail 6.0
getekend: Naisah Taal



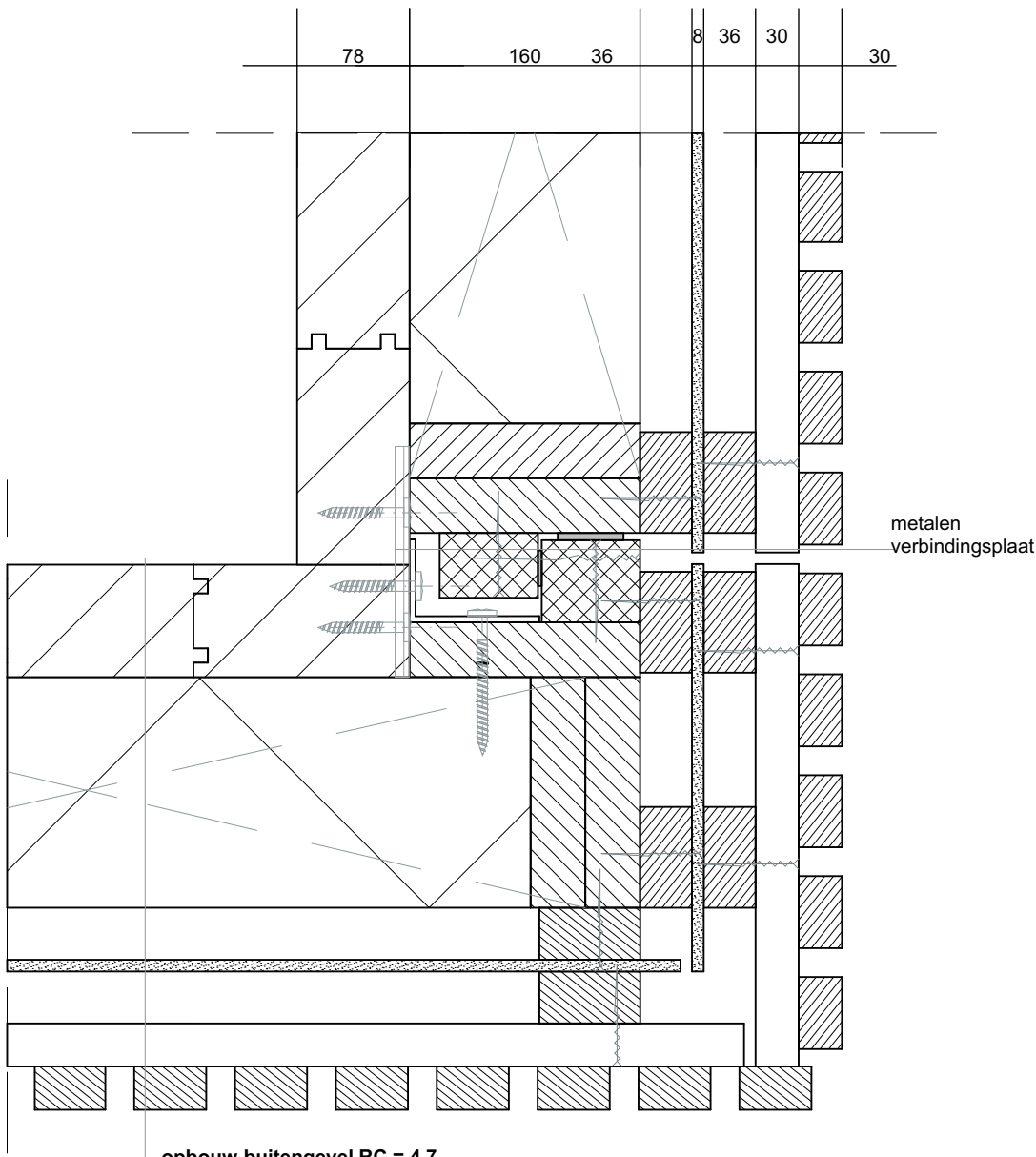
project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

opdrachtgever: M3H

schaal: 1:5

datum: 18-04-2017

tekening: Detail 6.1
getekend: Naisah Taal



opbouw buitengevel RC = 4,7
zelfdragend wandelement (1200 mm breed)
- verticale houten latten - western red cedar 50 x 30, h.o.h. 70
- horizontale houten regels 30x70
- verticaal regelwerk 36x70
- vezel cementplaat t.b.v. waterdichting en invallen bladeren, d: 8 mm
- verticaal regelwerk 36x70
- isovlas PL isolatie, d: 160 mm, RC = 4,2

CLT element, d:100 mm



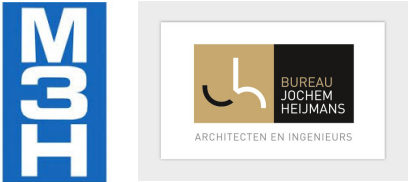
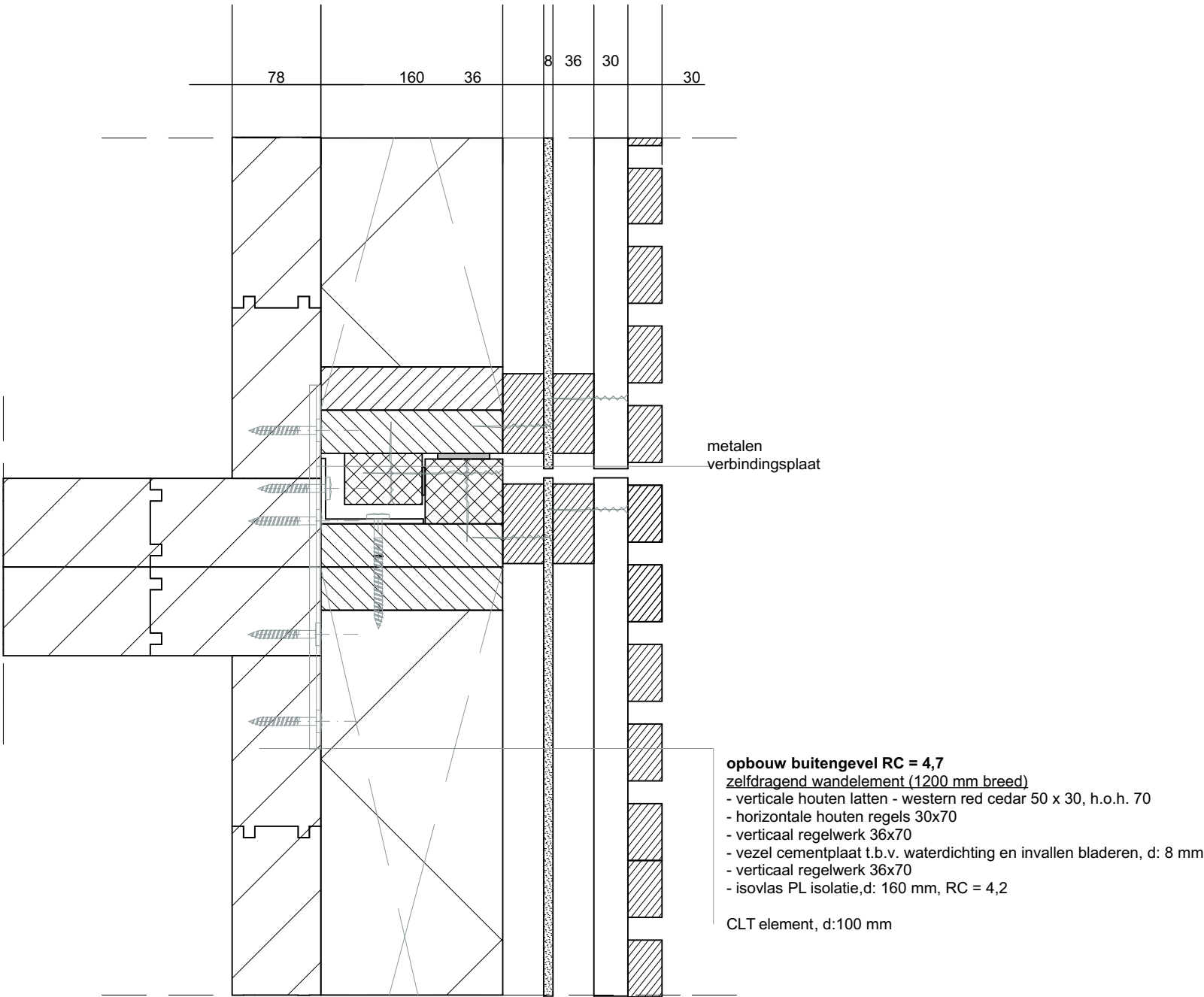
project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

opdrachtgever: M3H

schaal: 1:5

datum: 18-04-2017

tekening: Detail 10.0
getekend: Naisah Taal



Bijlage 11. bouwkundige plattegronden, doorsneden, pakketten & details Ixpando

Bijlage 11.1 Ixpando basiswoning - plattegronden & doorsnede

Bijlage 11.2 Ixpando basiswoning + module - plattegrond & doorsnede

Bijlage 11.3 Ixpando basiswoning+ 2 modules - plattegrond & doorsnede

Bijlage 11.4 Ixpando volledig geschakeld - plattegrond

Bijlage 11.5 Ixpando volledig geschakeld - doorsnede

Bijlage 11.6 Ixpando wand pakket

Bijlage 11.7 Ixpando dak pakket

Bijlage 11.8 detail 4.0 goot enkel

Bijlage 11.9 detail 4.1 goot geschakeld

Bijlage 11.10 detail 5.0 nok enkel

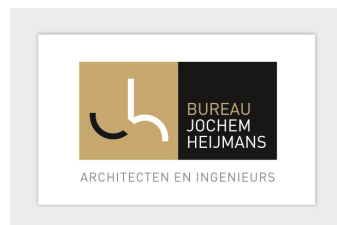
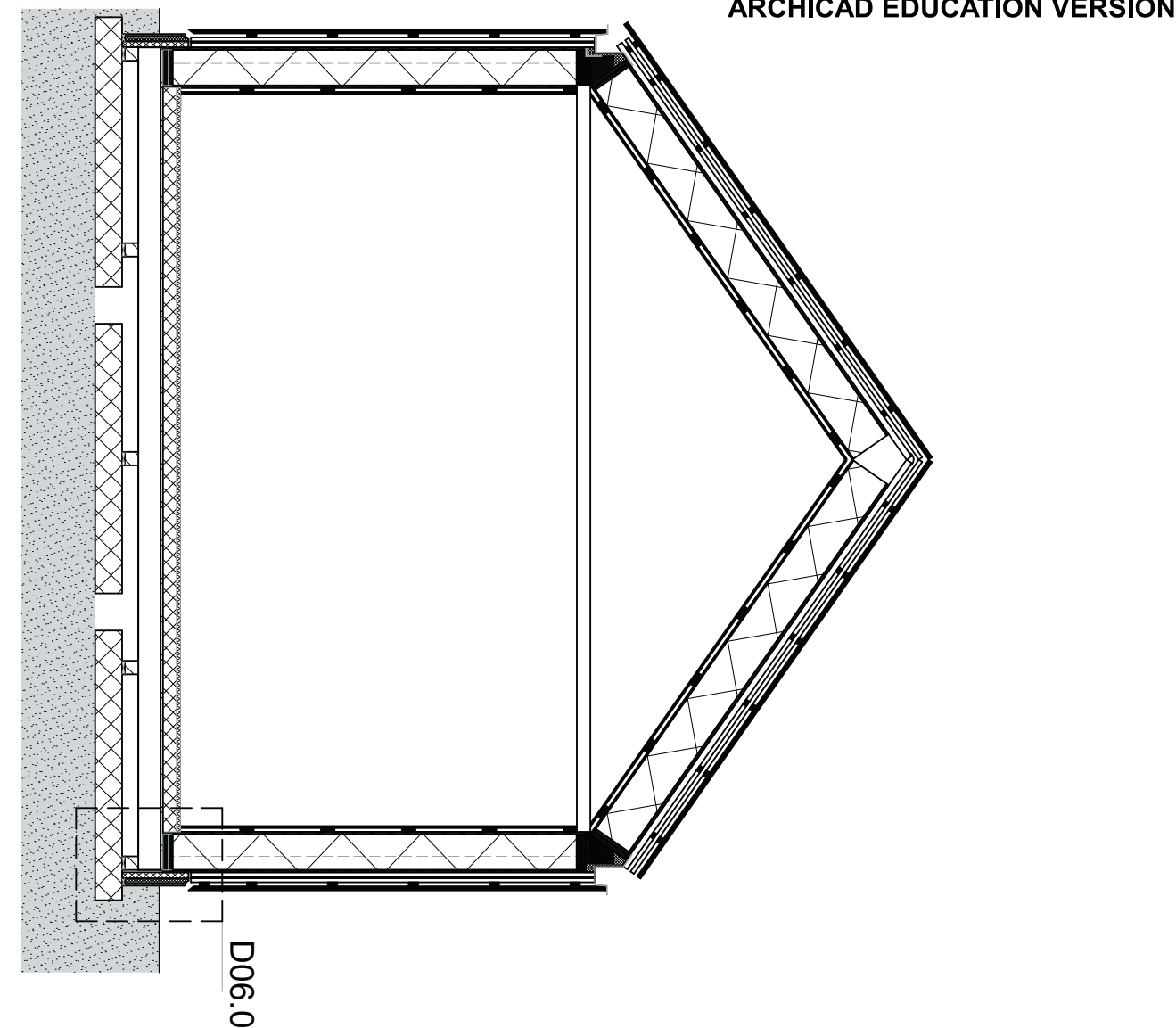
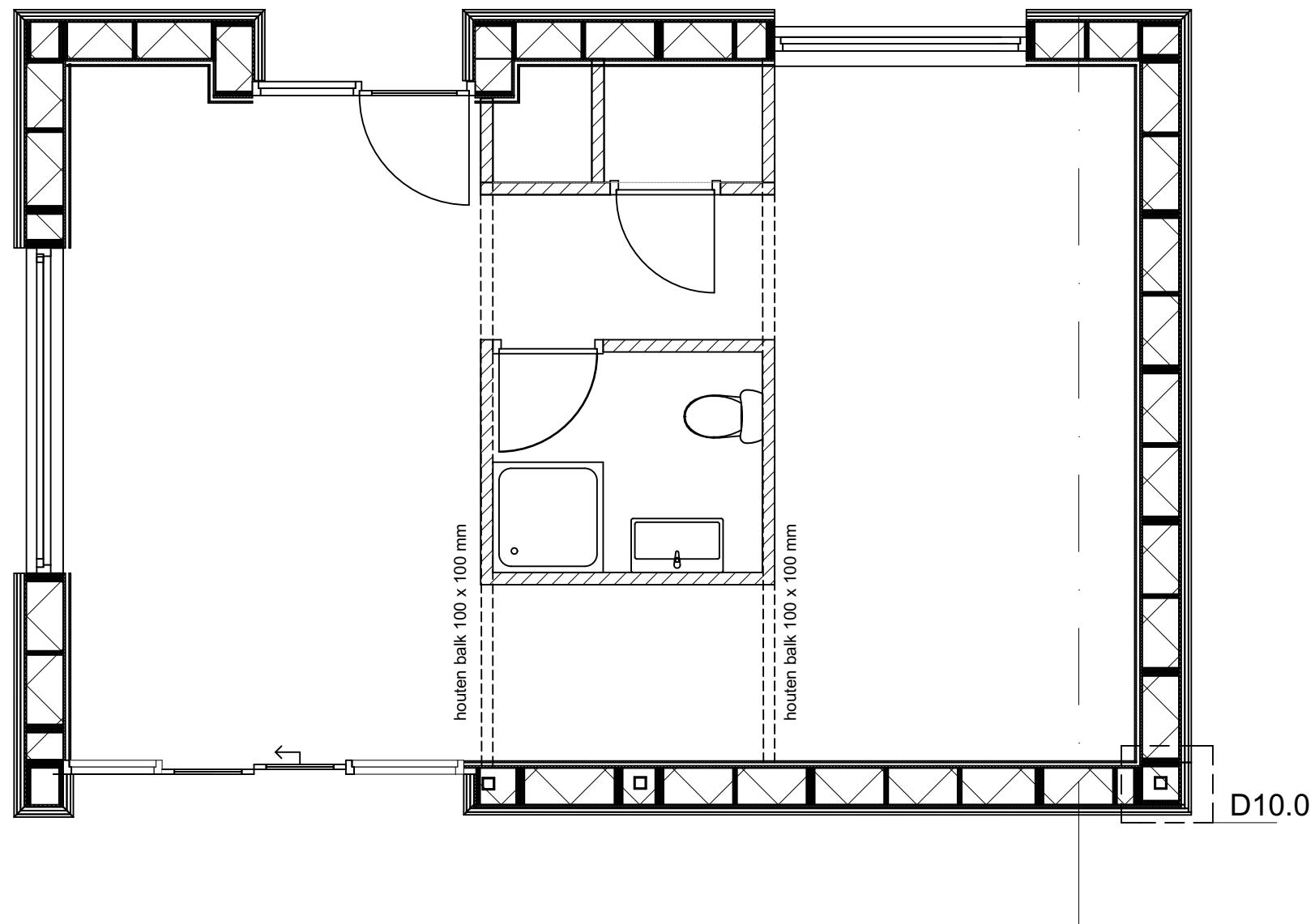
Bijlage 11.11 detail 5.1 nok geschakeld

Bijlage 11.12 detail 6.0 vloer enkel

Bijlage 11.13 detail 6.1 vloer geschakeld

Bijlage 11.14 detail 10.0 horizontale wand aansluiting enkel

Bijlage 11.15 detail 10.1 horizontale wand aansluiting geschakeld



project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

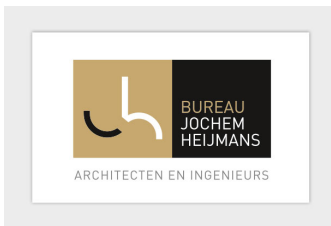
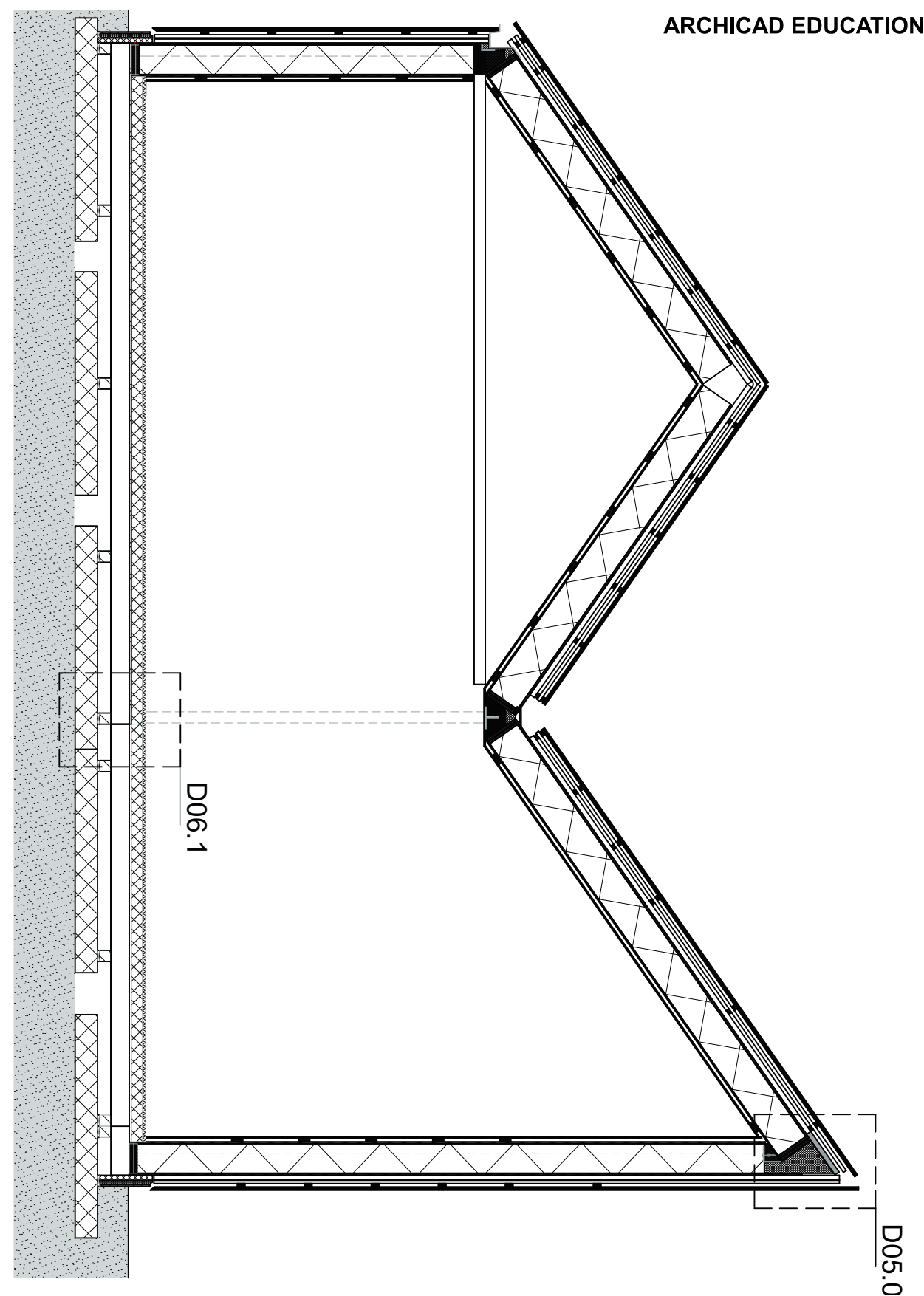
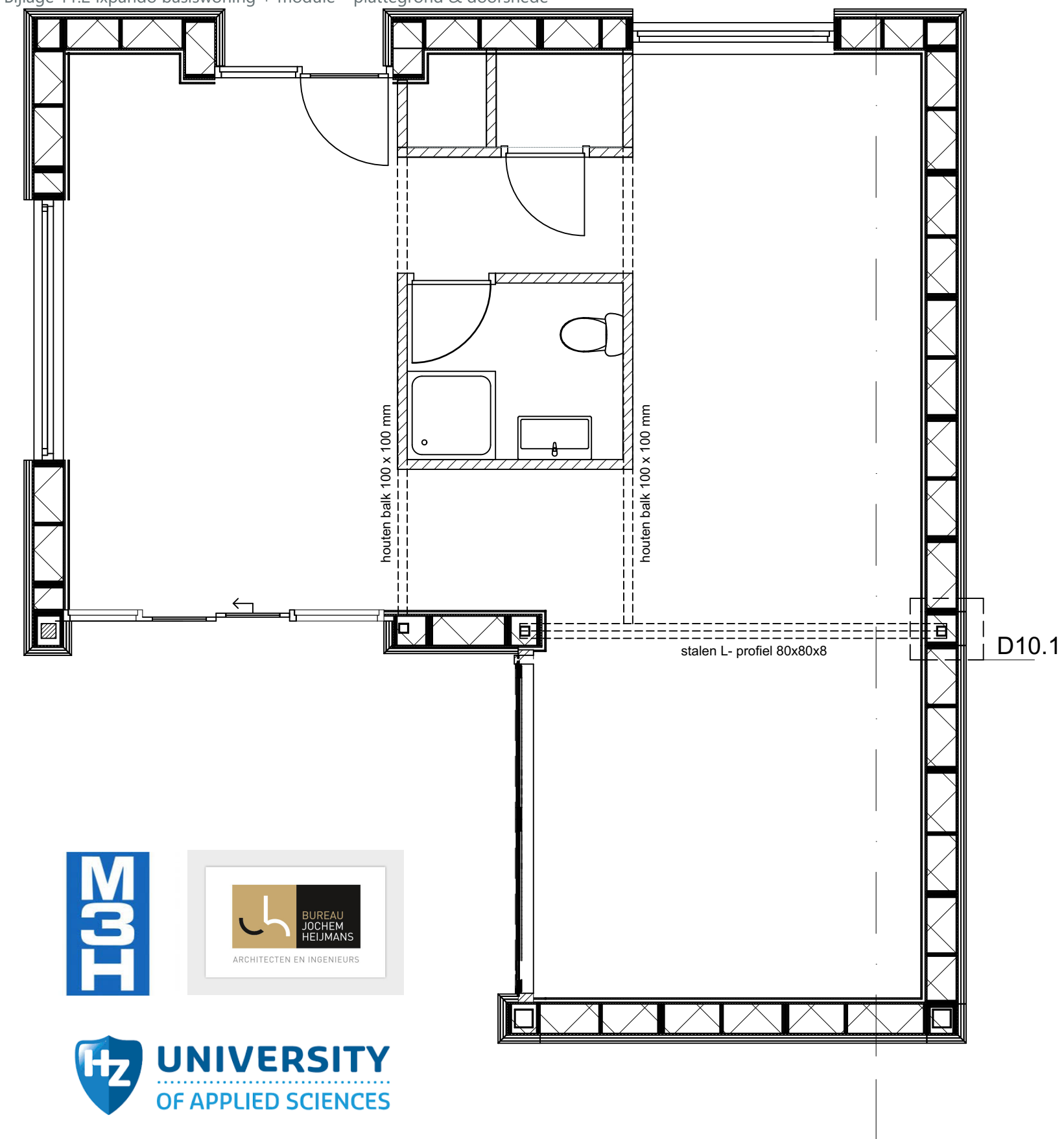
opdrachtgever: M3H

schaal: 1:50

datum: 18-04-2017

tekening: Bouwkunidge plattegrond
beganegrond

getekend: Naisah Taal



project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

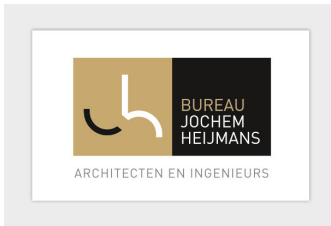
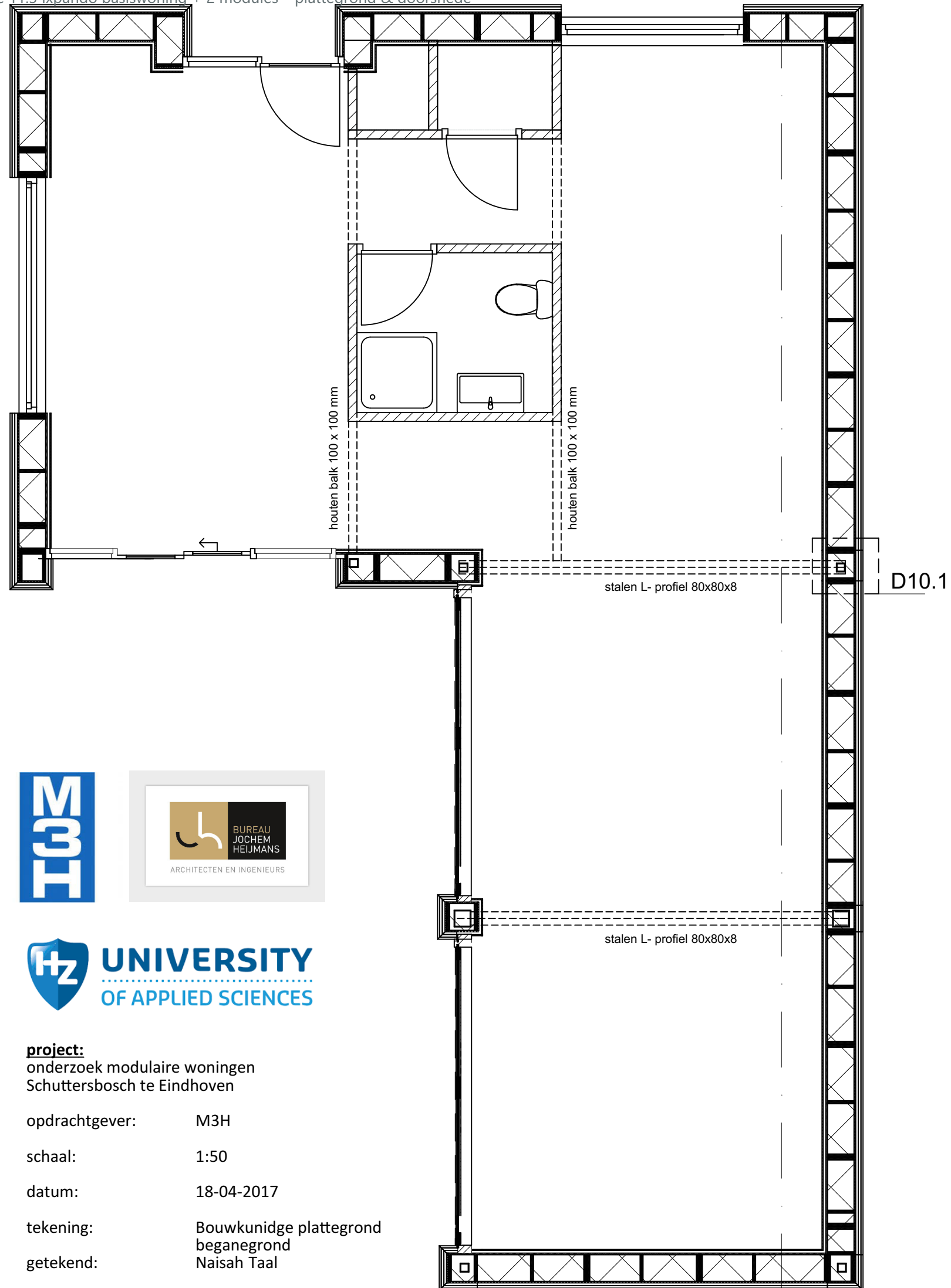
opdrachtgever: M3H

schaal: 1:50

datum: 18-04-2017

tekening: Bouwkunidge plattegrond
beganegron

getekend: Naisah Taal



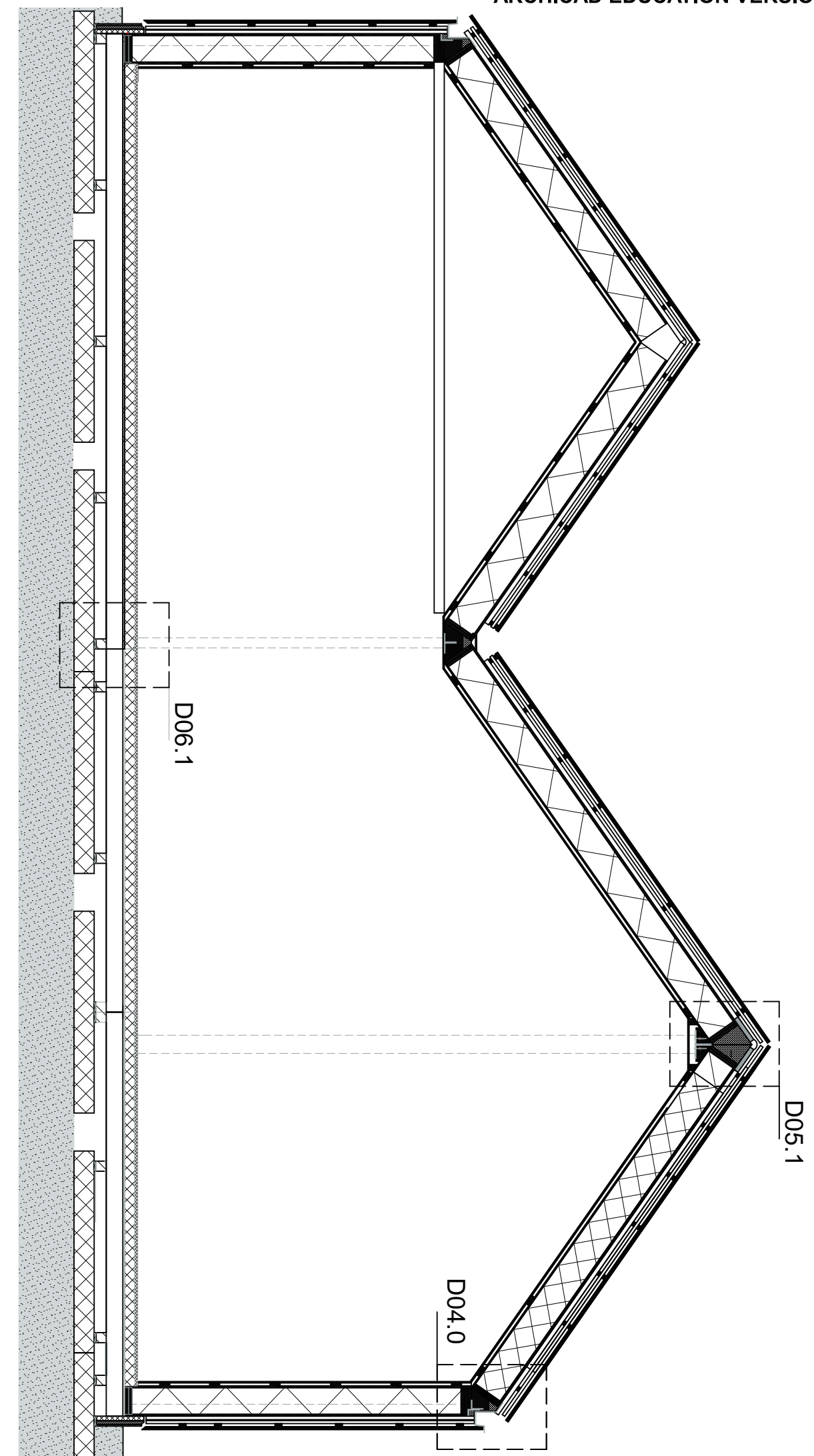
project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

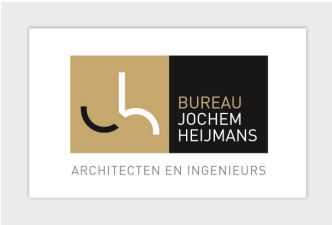
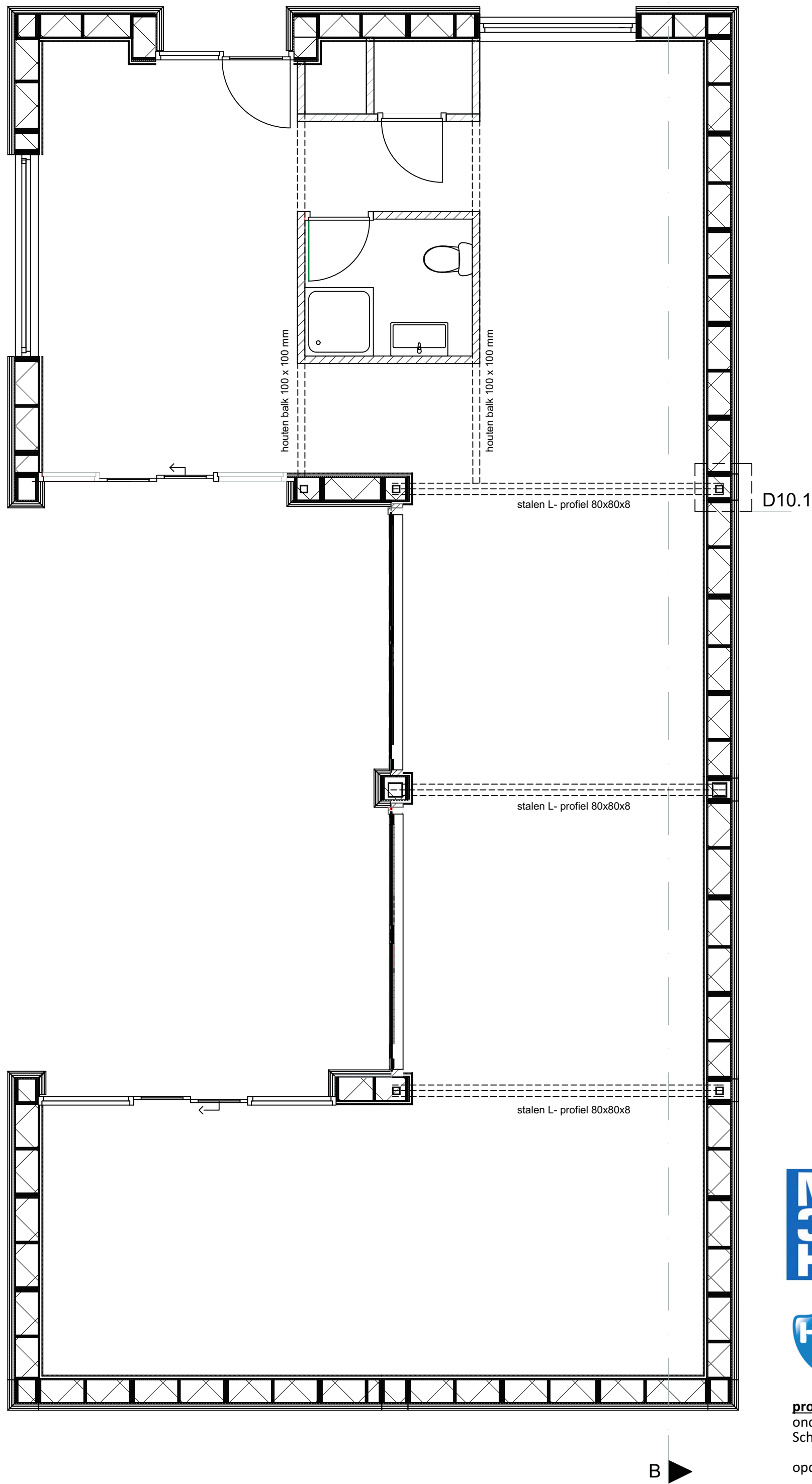
opdrachtgever: M3H

schaal: 1:50

datum: 18-04-2017

tekening: Bouwkunidge plattegrond
beganegron
getekend: Naisah Taal





UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

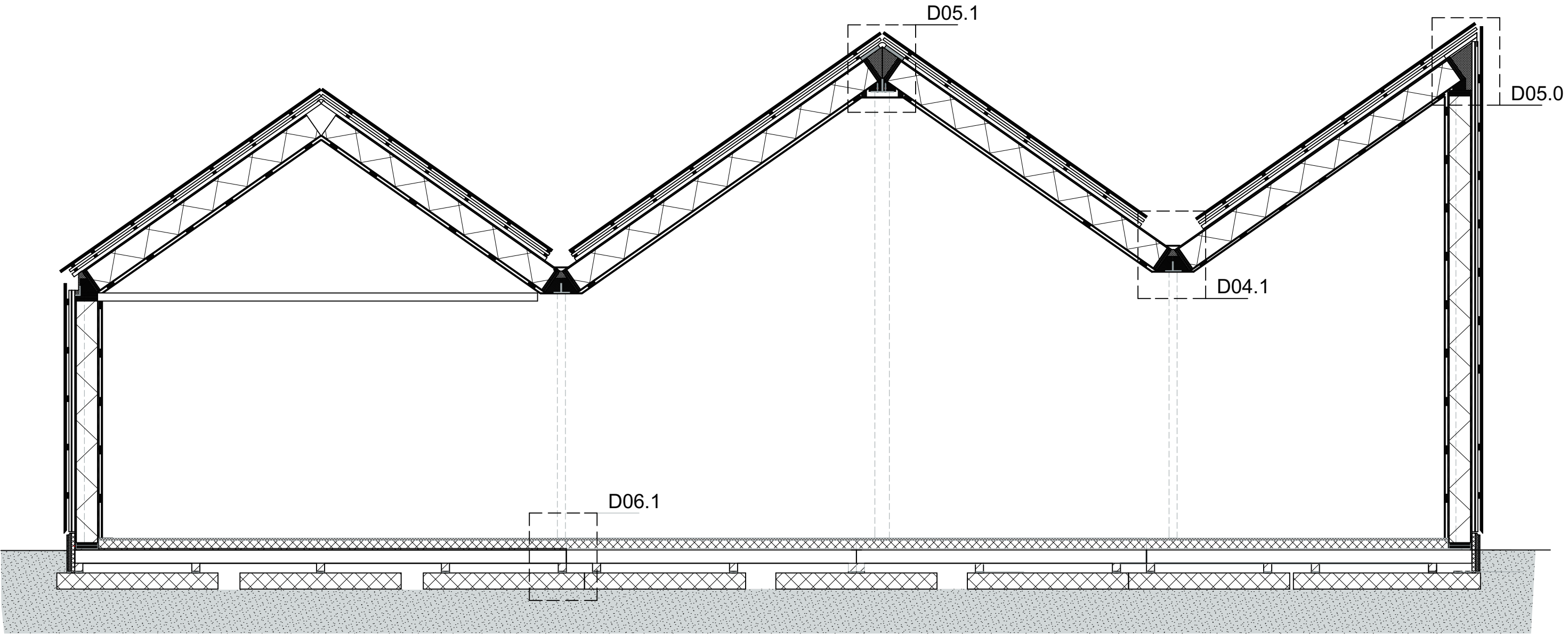
opdrachtgever: M3H

schaal: 1:50

datum: 18-04-2017

tekening: Bouwkunidge plattegrond
beganeground

getekend: Naisah Taal



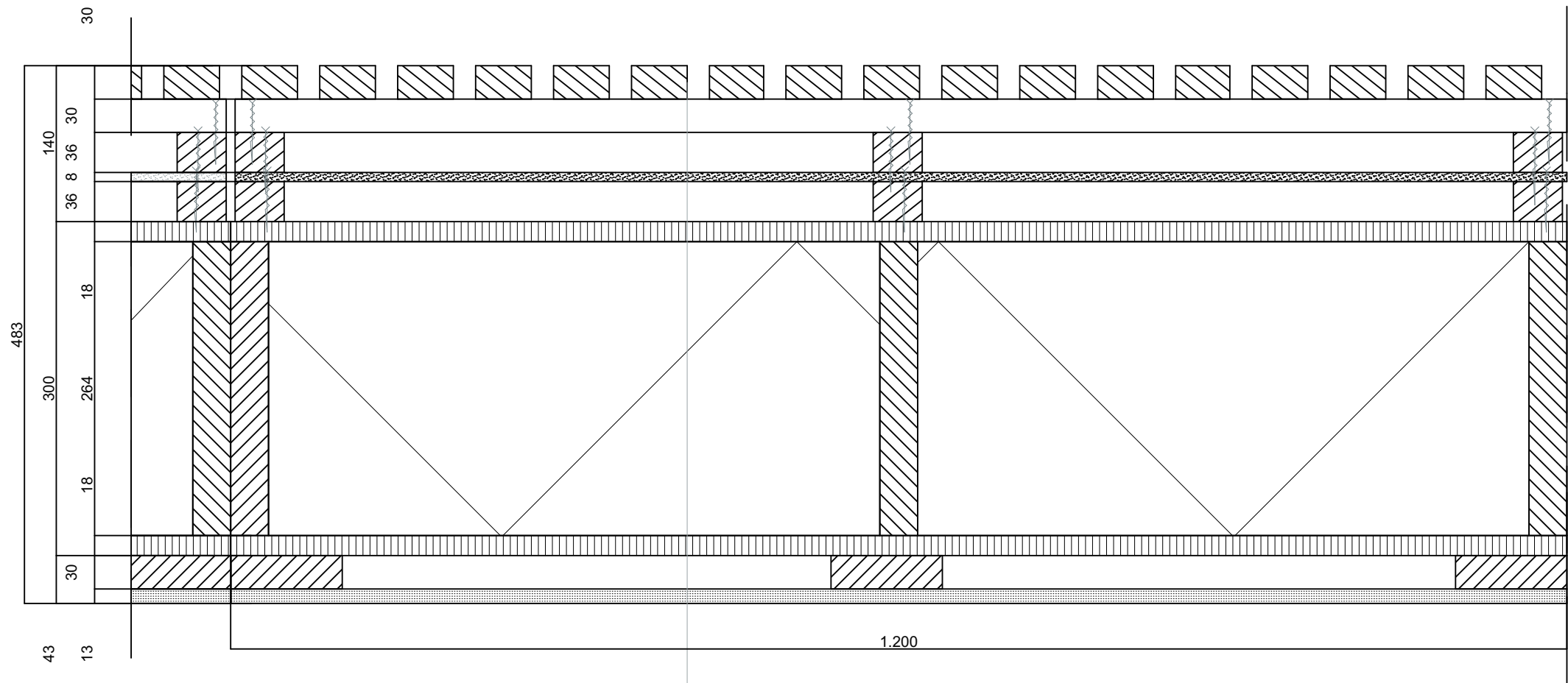
project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

opdrachtgever: M3H

schaal: 1:50

datum: 18-04-2017

tekening: doorsnede BB
getekend: Naisah Taal



- gevel opbouw Rc = 7,2**
- verticale houten latten - western red cedar 50x30
 - horizontale houten regels 30x70
 - verticaal regelwerk 36x44
 - vezel cementplaat t.b.v. waterdichting en invallen bladeren
 - verticaal regelwerk 36x44
 - Ixpando wand
 - damopen waterkerende folie - pro clima
 - celit 18 mm
 - houtenstijlen 34 x264 mm met cellulose isolatie
 - OSB 18 mm
 - regelwerk verticaal 30mm x 100 mm h.o.h. 600 mm
 - gipsplaten 13 mm



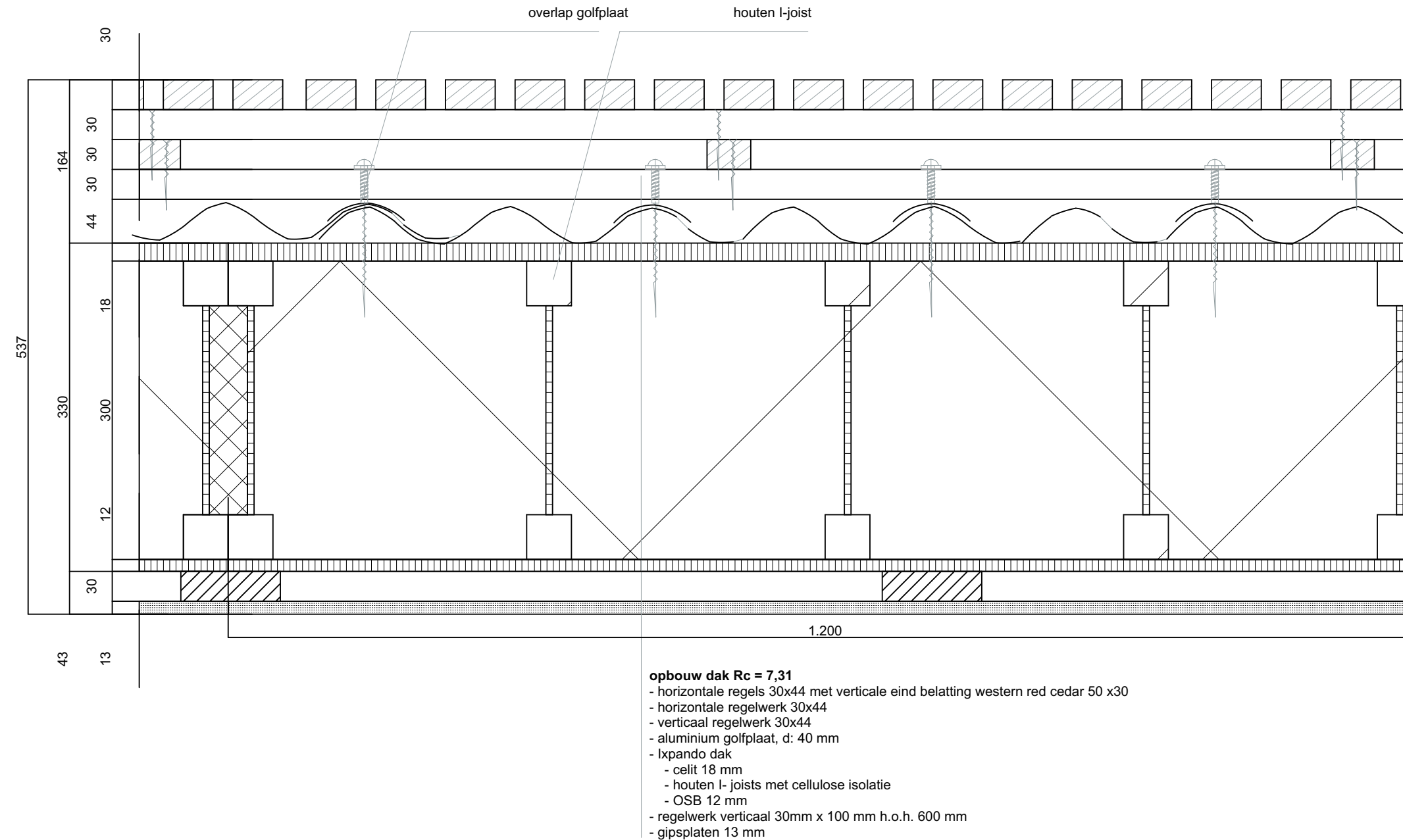
project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

opdrachtgever: M3H

schaal: 1:50

datum: 18-04-2017

tekening: gevel opbouw
getekend: Naisah Taal



project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

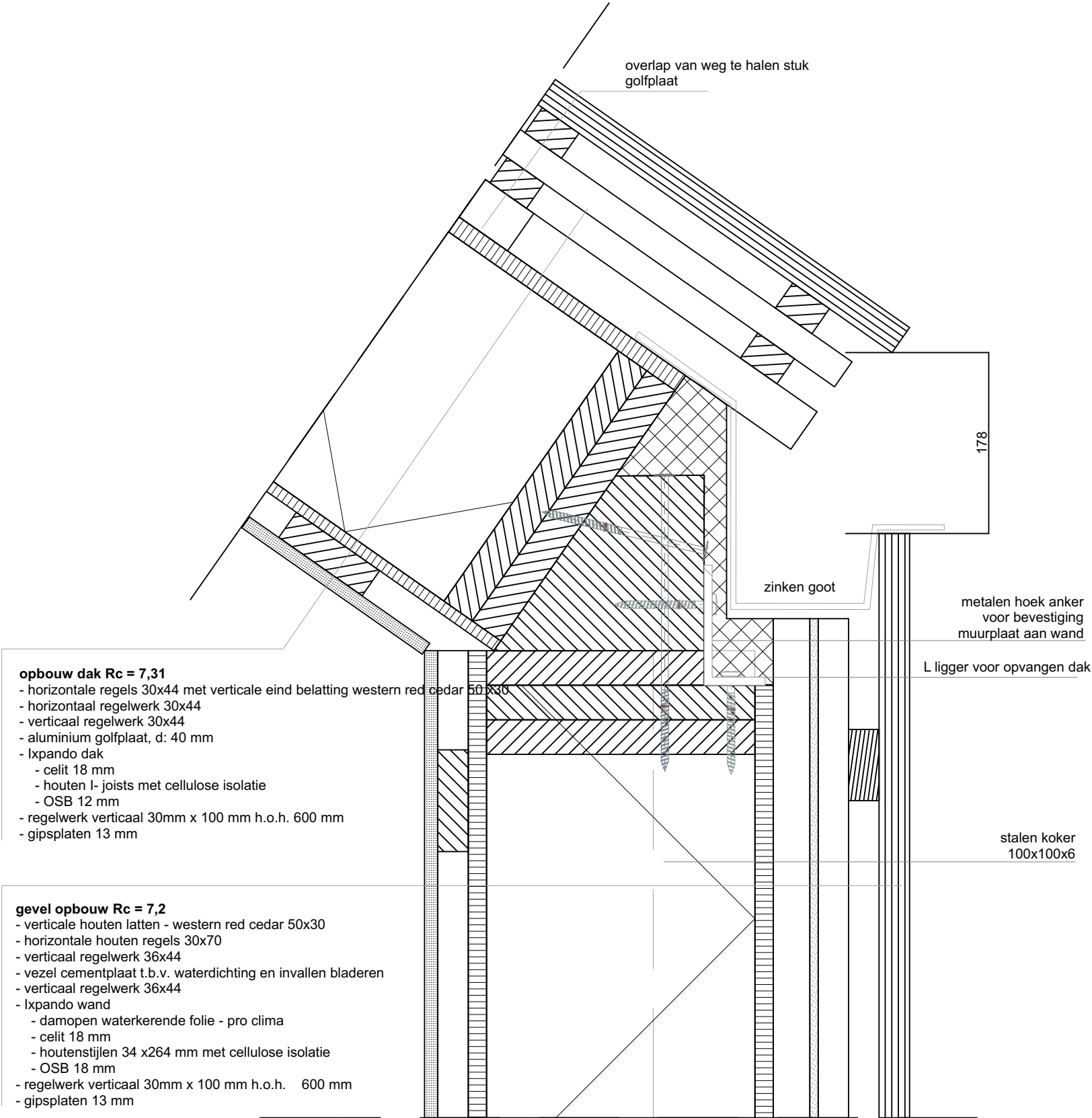
opdrachtgever: M3H

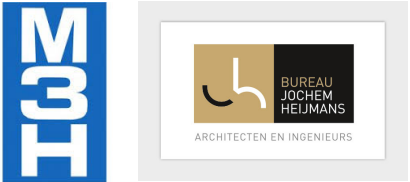
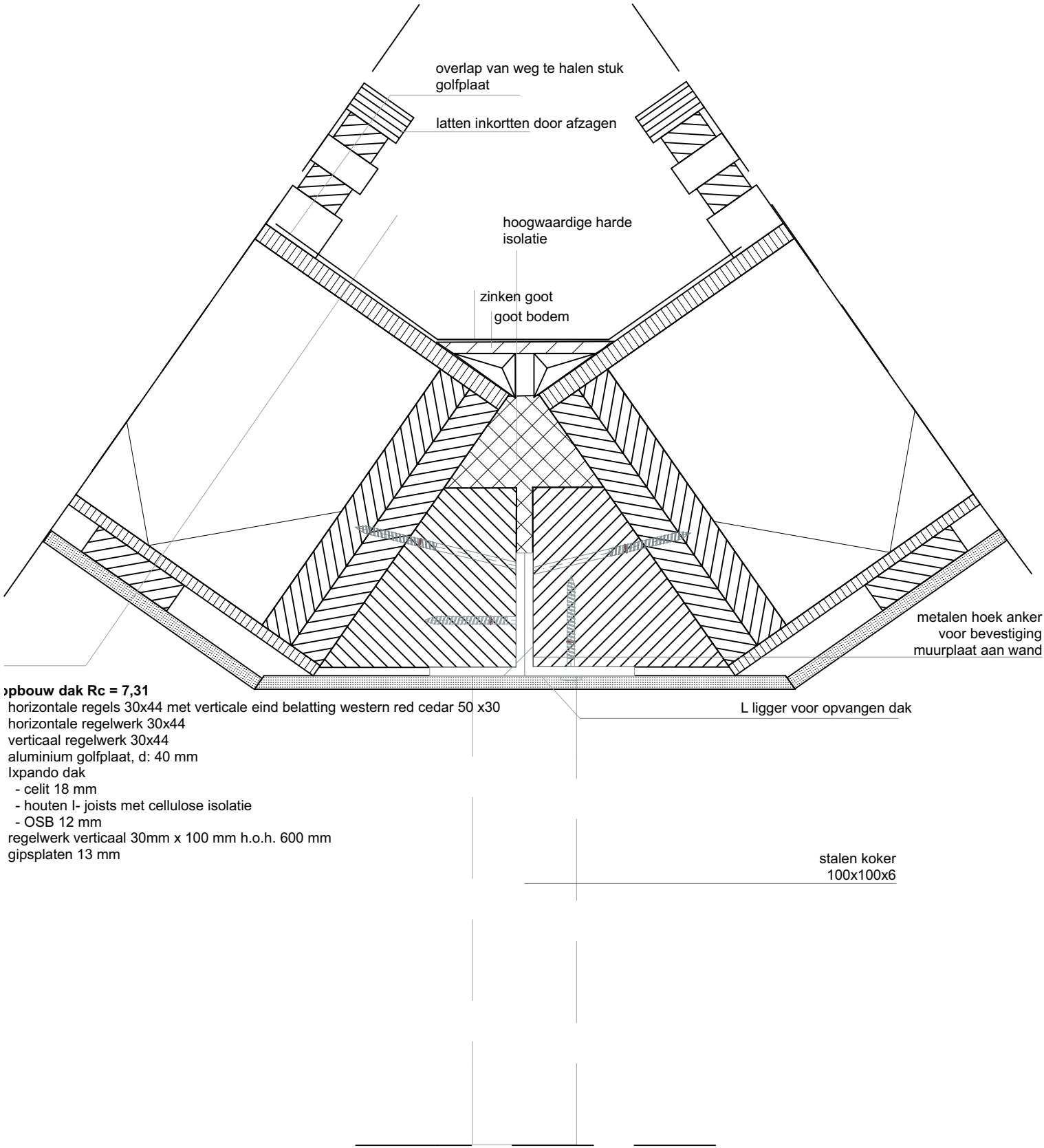
schaal: 1:50

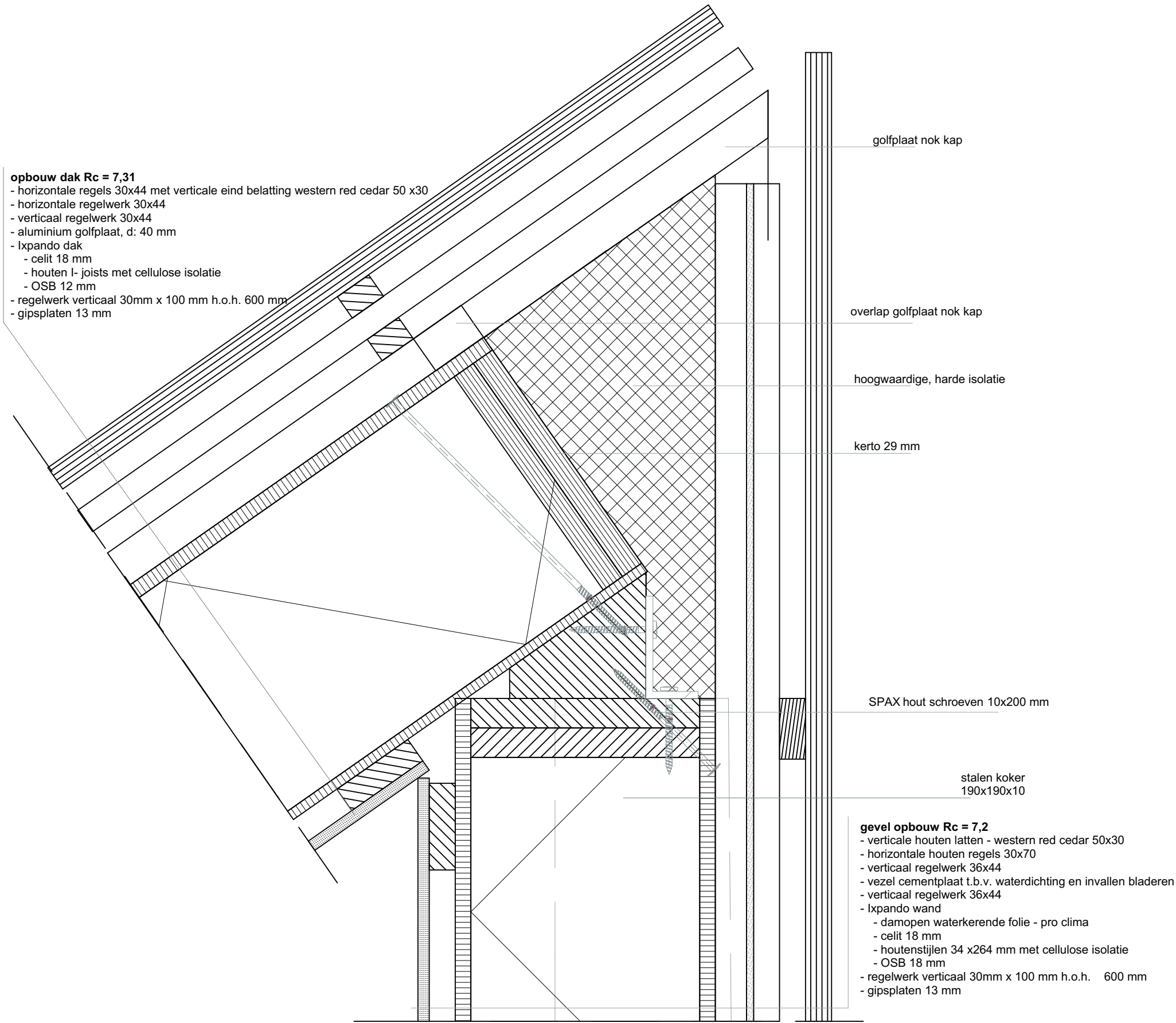
datum: 18-04-2017

tekening: dak opbouw
getekend: Naisah Taal

Bijlage 11.8 detail 4.0 goot enkel







project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

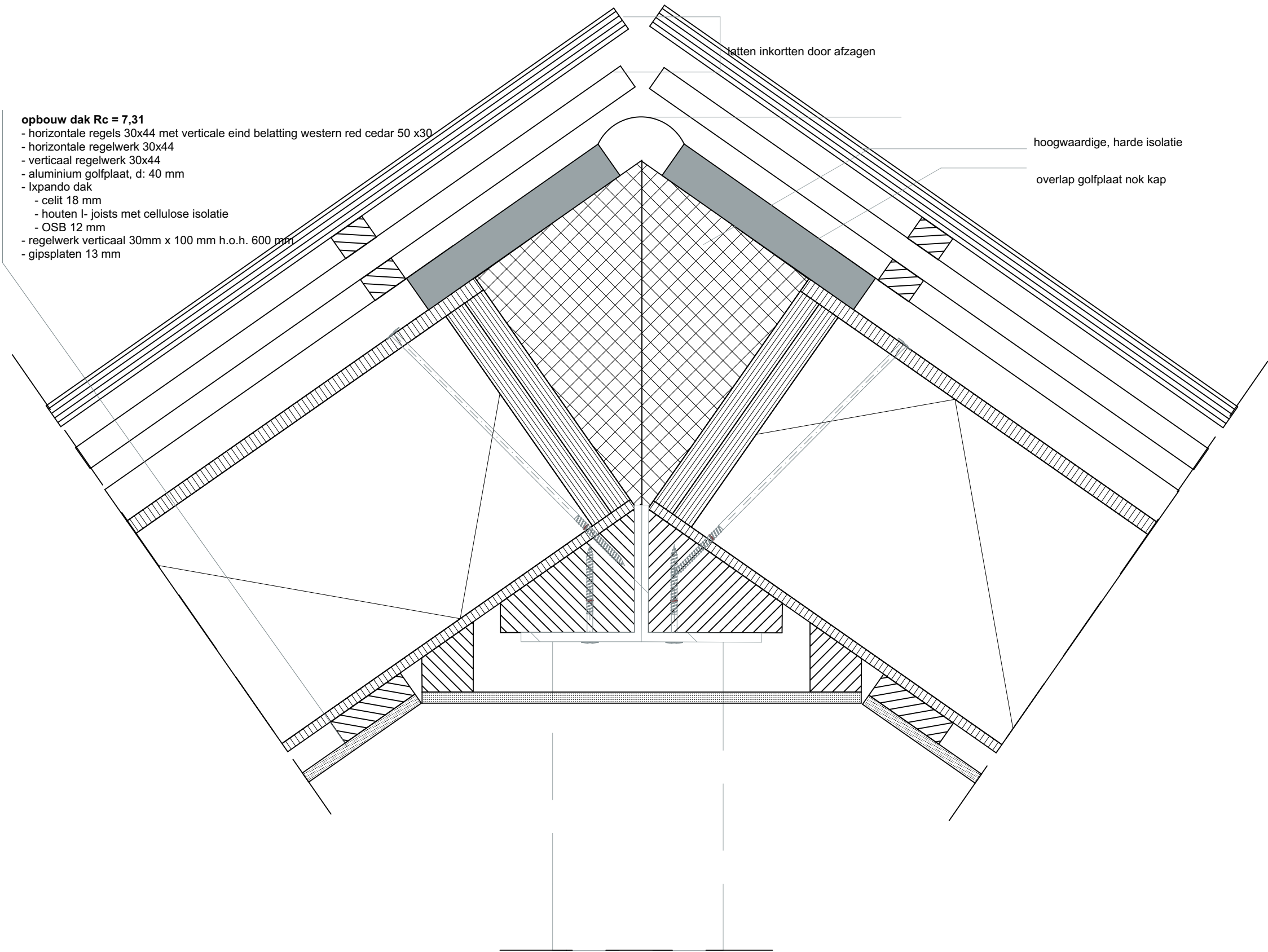
opdrachtgever: M3H

schaal: 1:5

datum: 18-04-2017

tekening: Detail 5.0
getekend: Naisah Taal

Bijlage 11.11 detail 5.1 nok geschakeld



project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

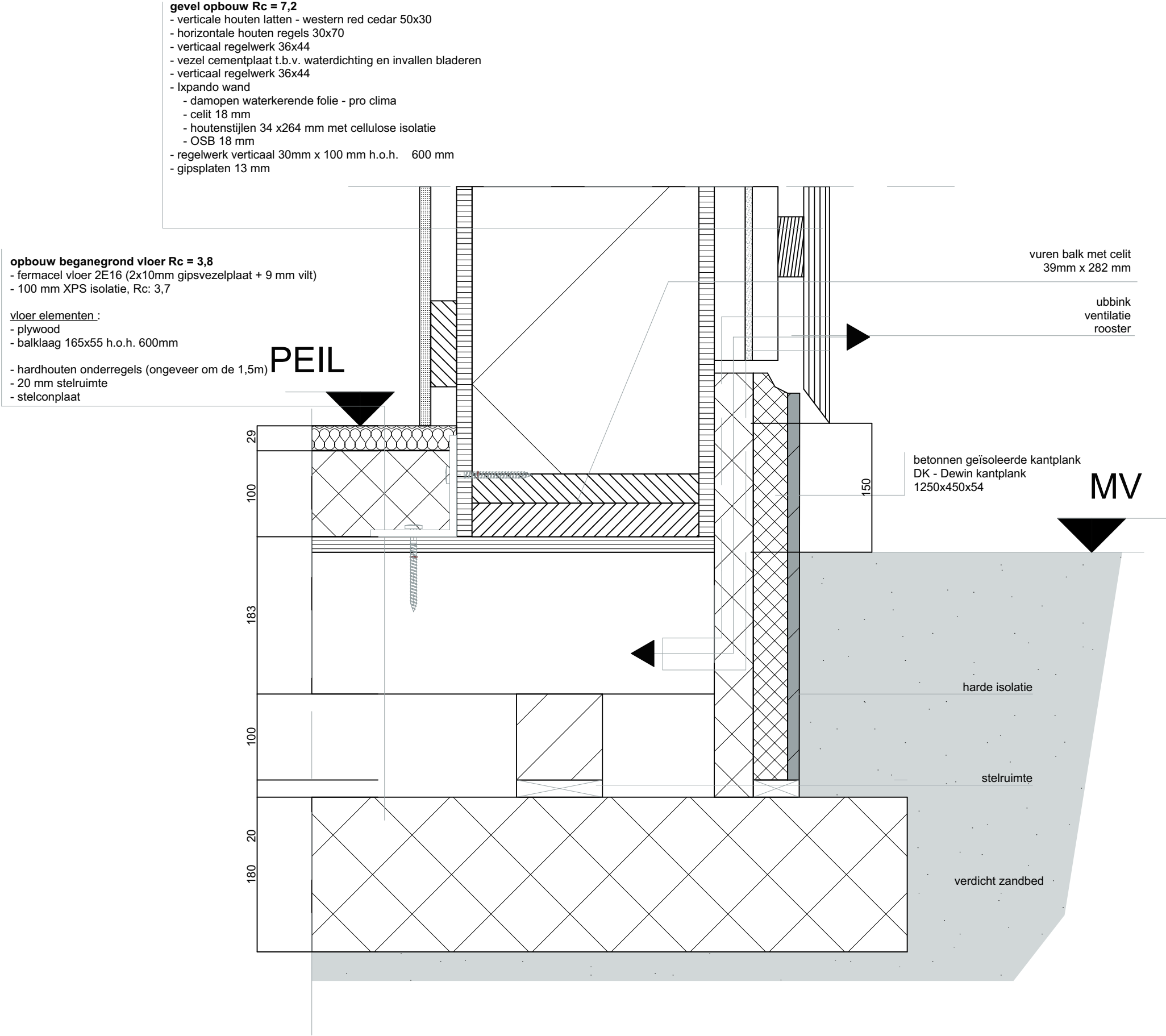
opdrachtgever: M3H

schaal: 1:5

datum: 18-04-2017

tekening: Detail 5.1
getekend: Naisah Taal

Bijlage 11.12 detail 6.0 vloer enkel



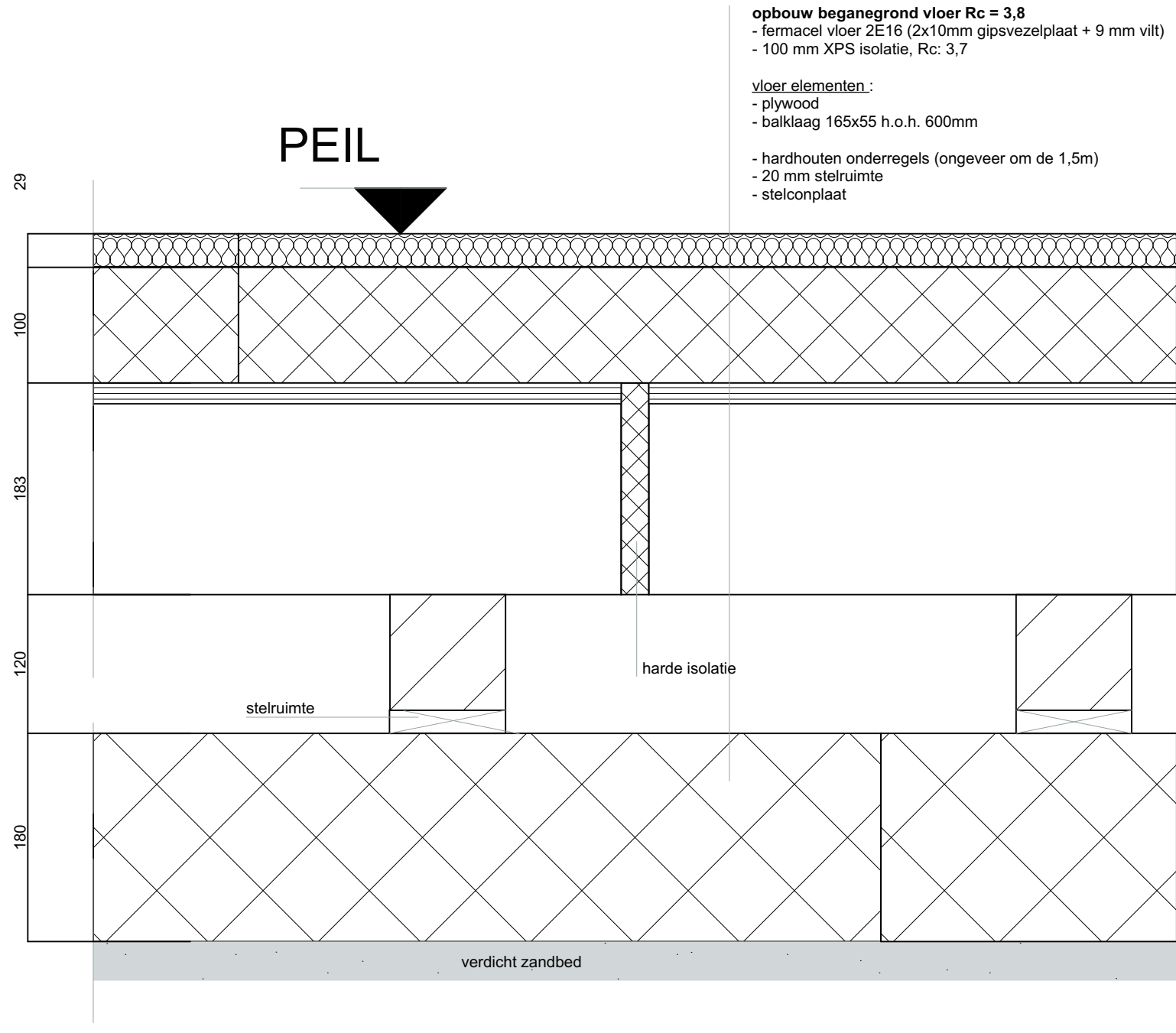
project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

opdrachtgever: M3H

schaal: 1:5

datum: 18-04-2017

tekening: Detail 6.0
getekend: Naisah Taal



project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

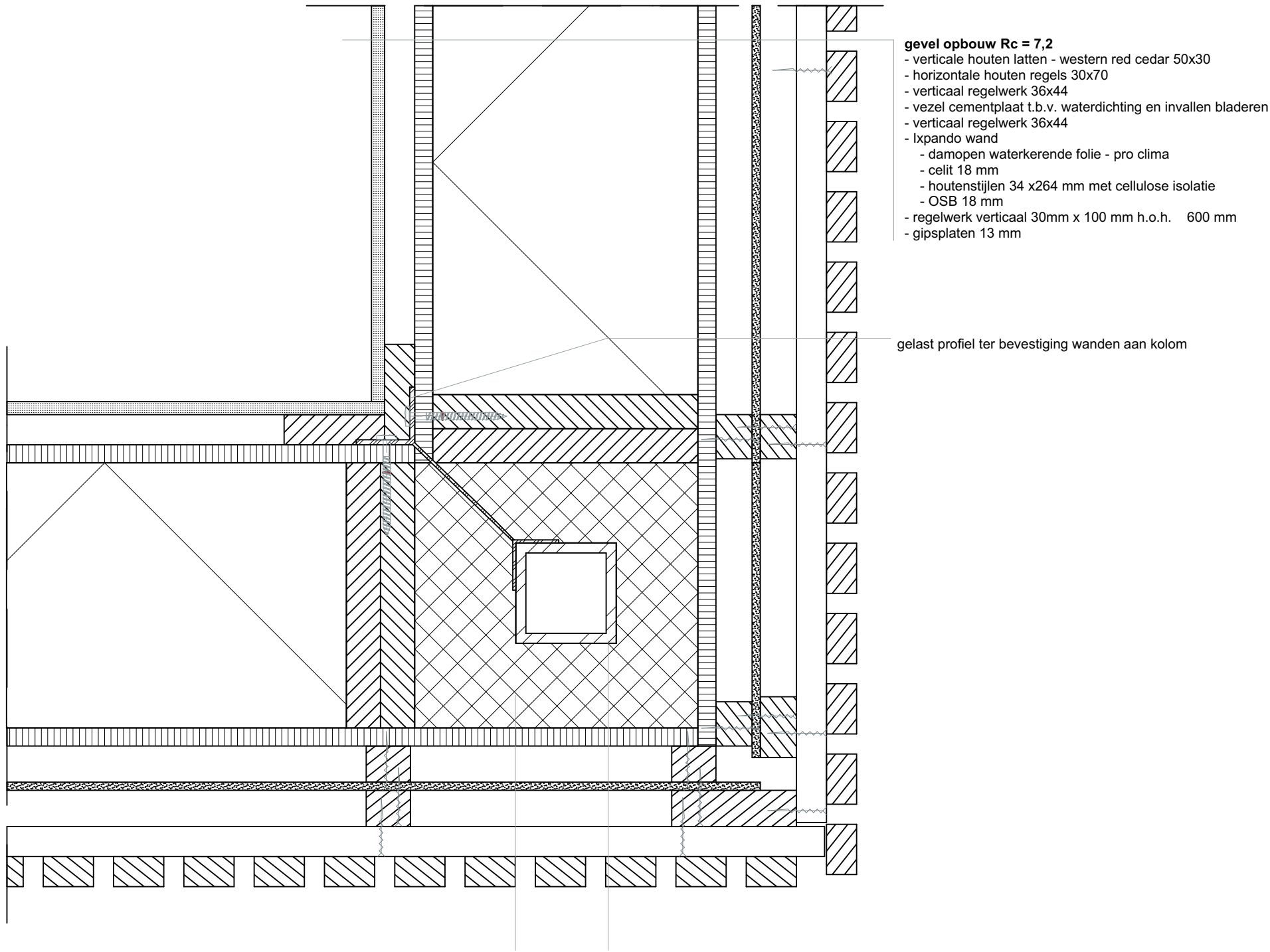
opdrachtgever: M3H

schaal: 1:5

datum: 18-04-2017

tekening: Detail 6.1
getekend: Naisah Taal

Bijlage 11.14 detail 10.1 horizontale wand aansluiting enkel



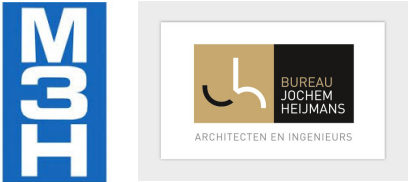
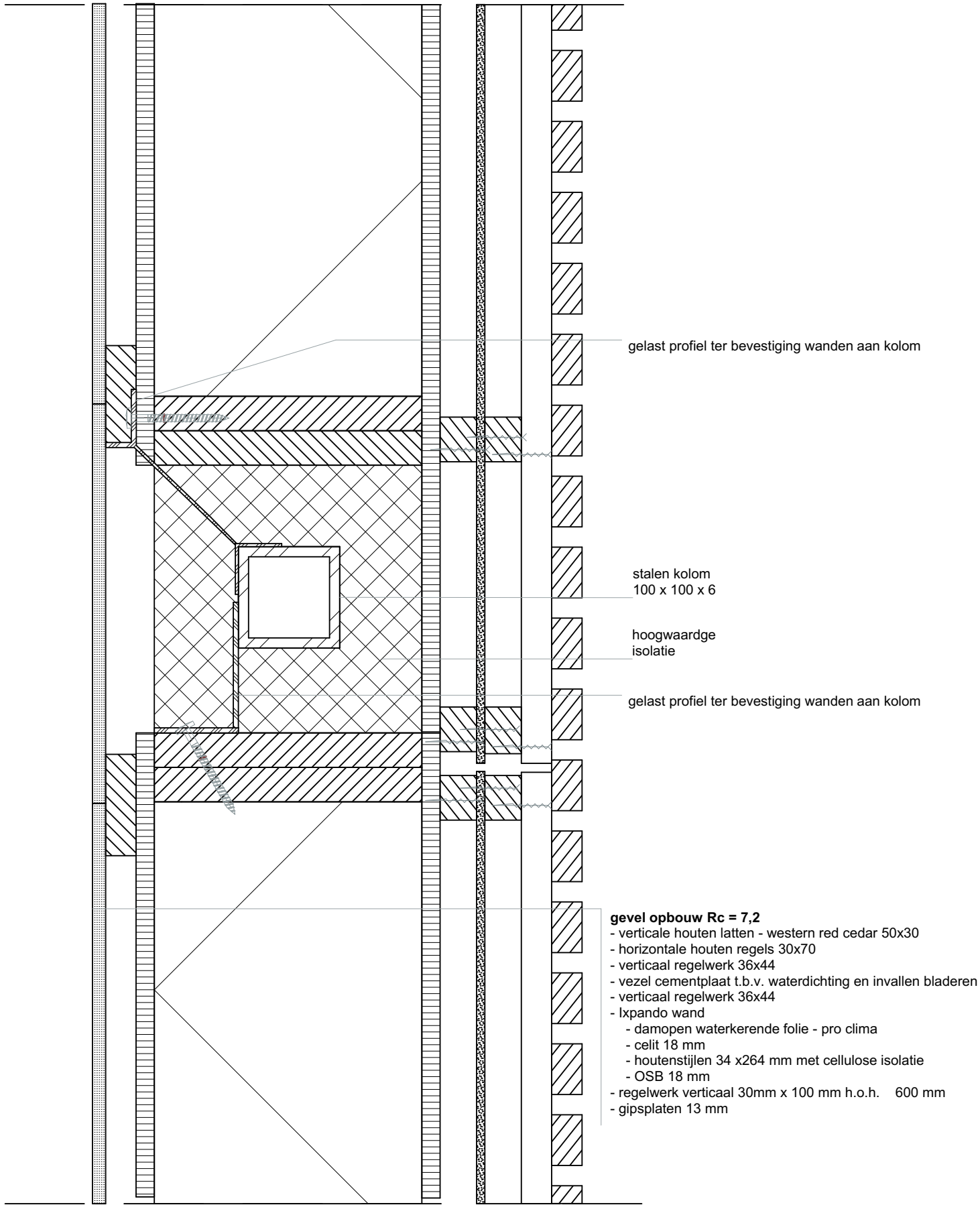
project:
onderzoek modulaire woningen
Schuttersbosch te Eindhoven

opdrachtgever: M3H

schaal: 1:5

datum: 18-04-2017

tekening: Detail 10.0
getekend: Naisah Taal



Bijlage 12. vergelijking van systemen, pakketten en details

Bijlage 12.1 vergelijking van pakkettem

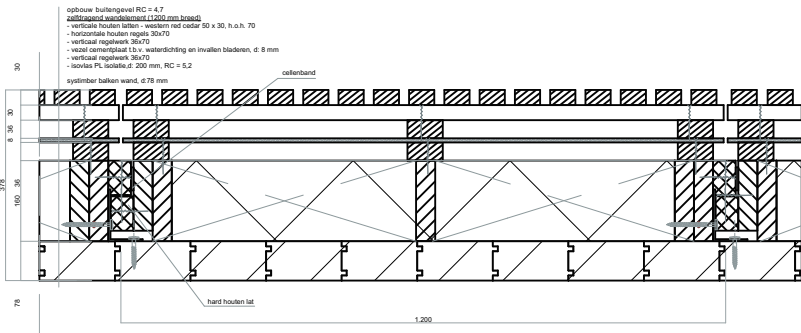
Bijlage 12.2 vergelijking van details 4.0 & 4.1

Bijlage 12.3 vergelijking van details 5.0 & 5.1

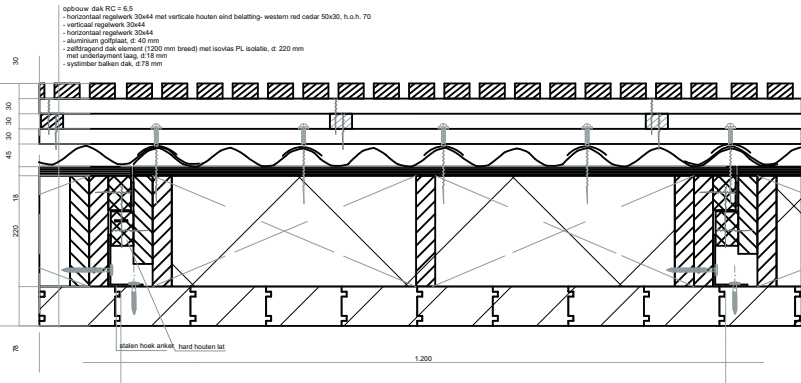
Bijlage 12.4 vergelijking van details 6.0 & 6.1

Bijlage 12,5 vergelijking van details 10.0 & 10.1

Systimber

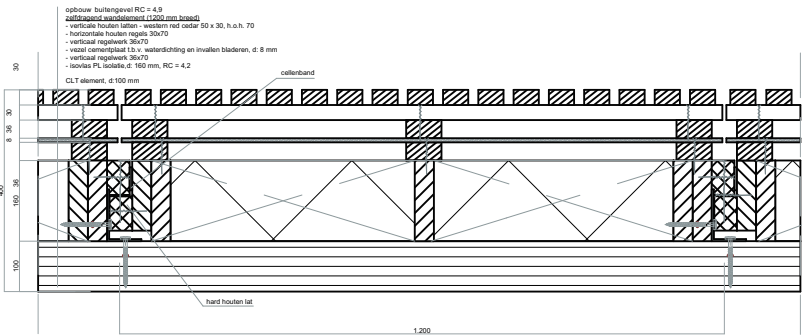


gevel pakket

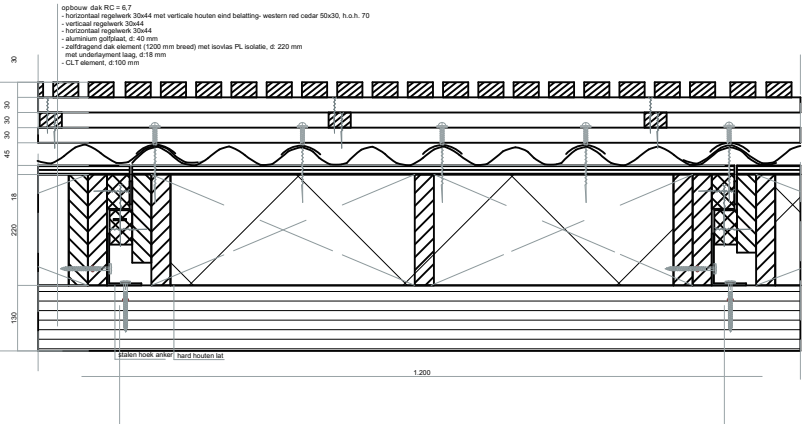


dak pakket

CLT

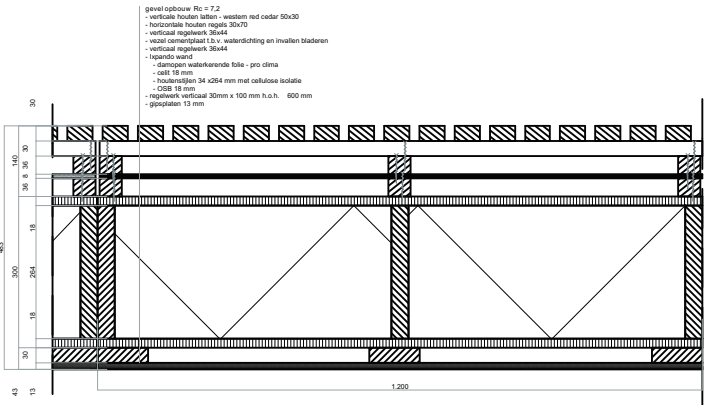


gevel pakket

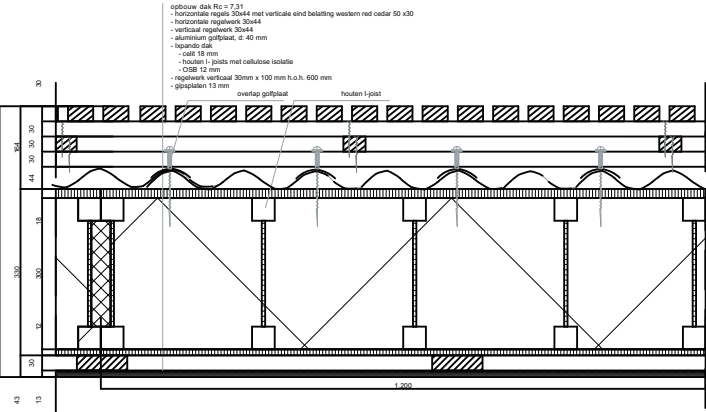


dak pakket

Ixpando

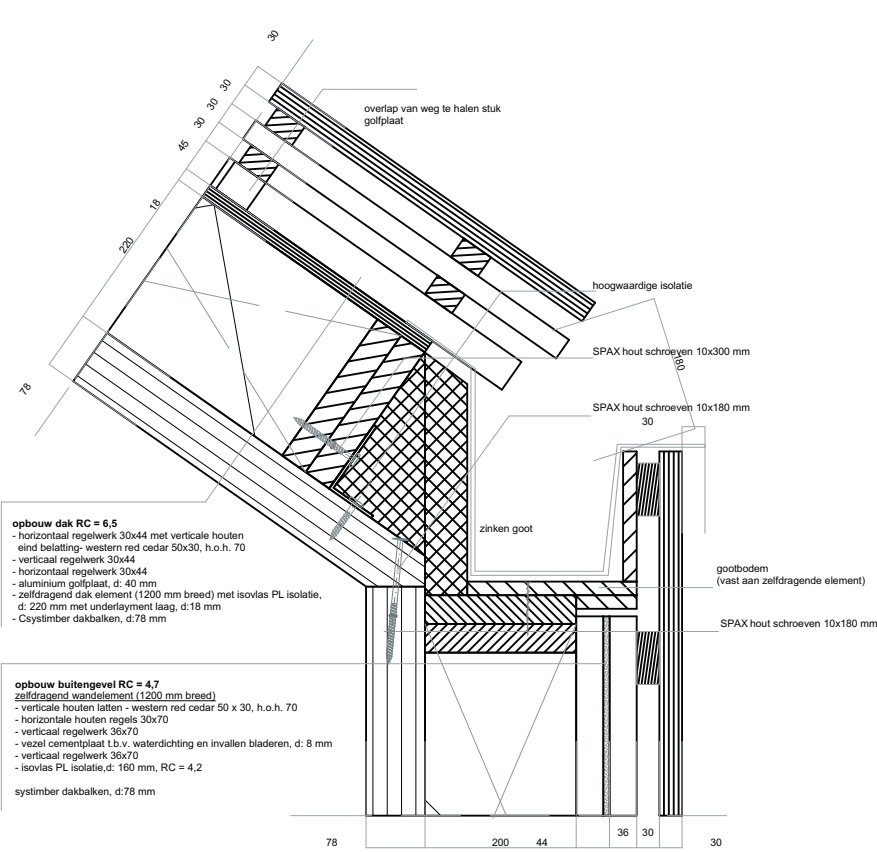


gevel pakket

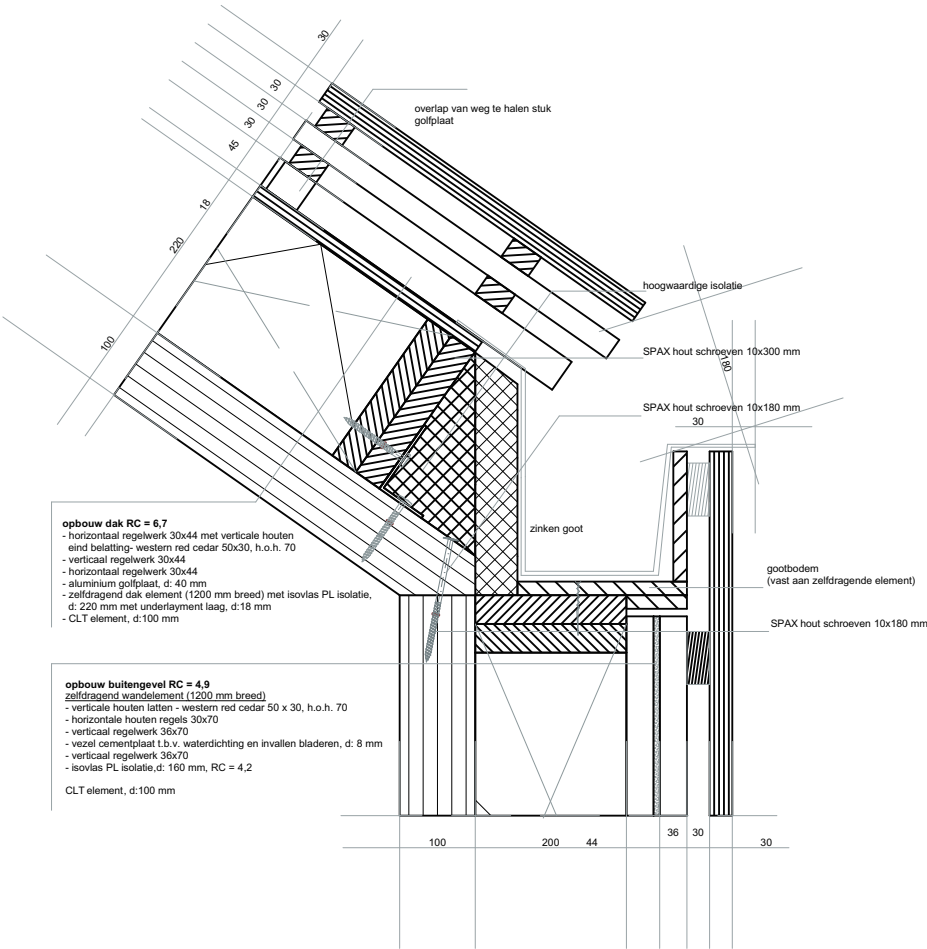


dak pakket

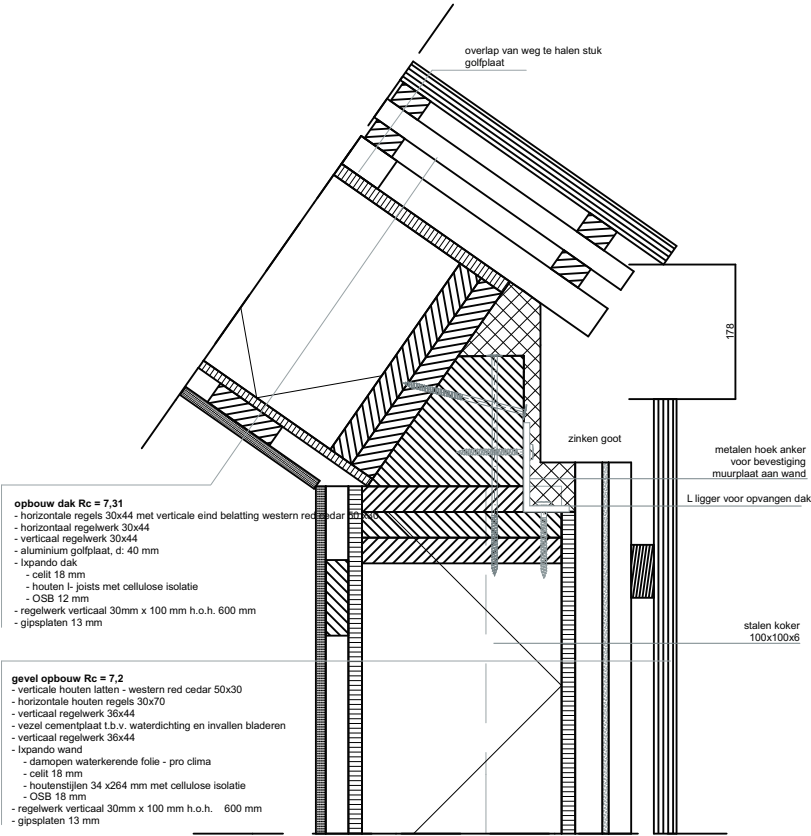
Systember



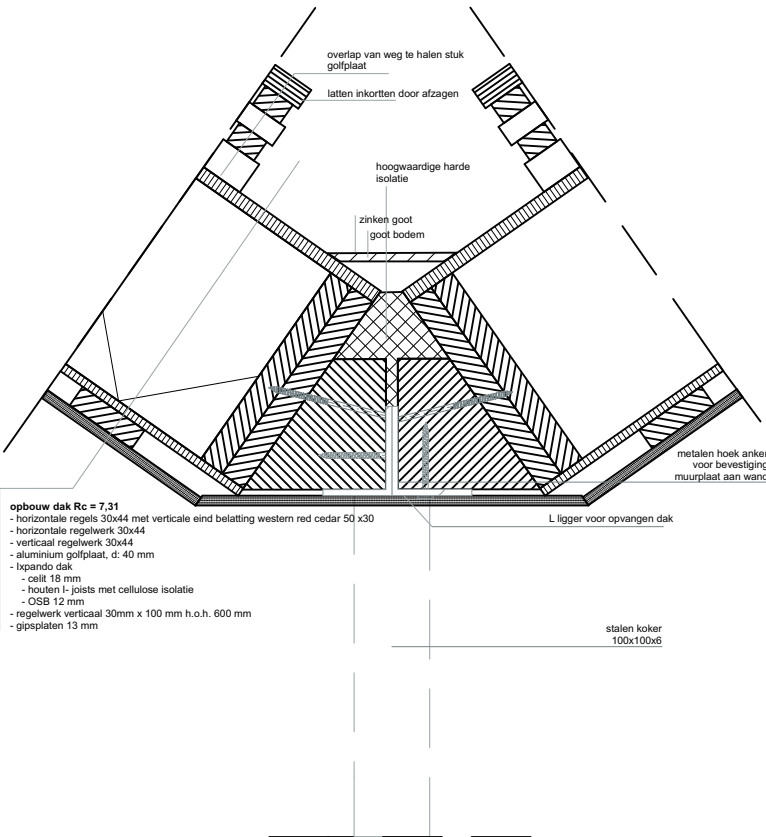
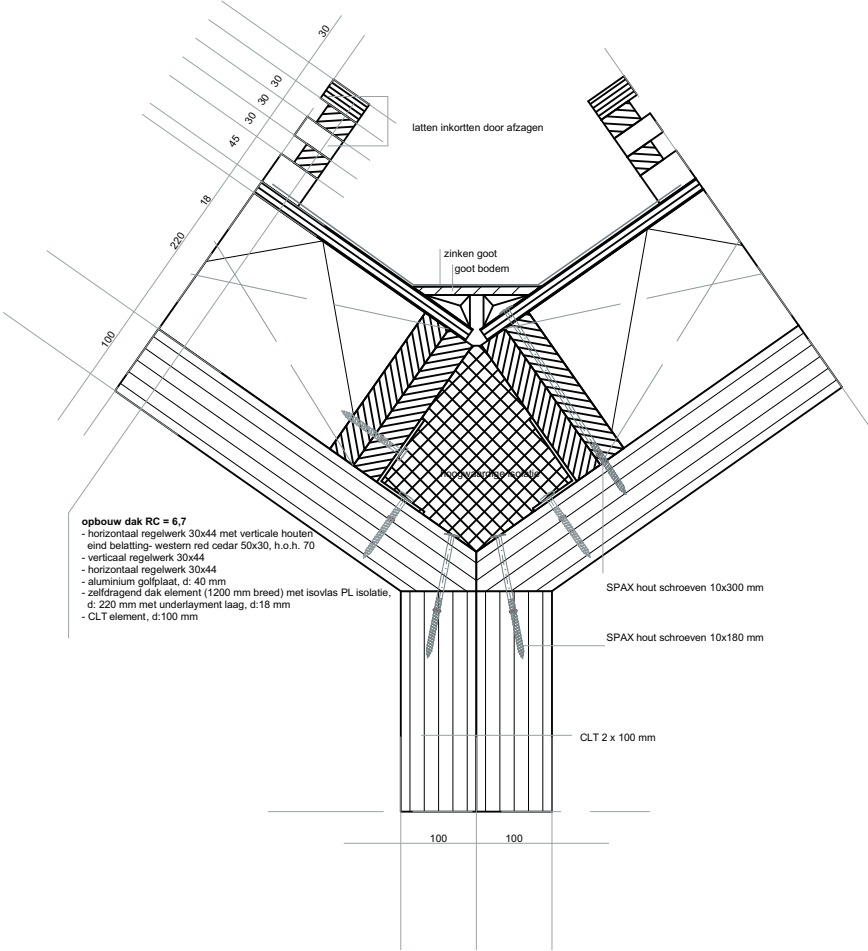
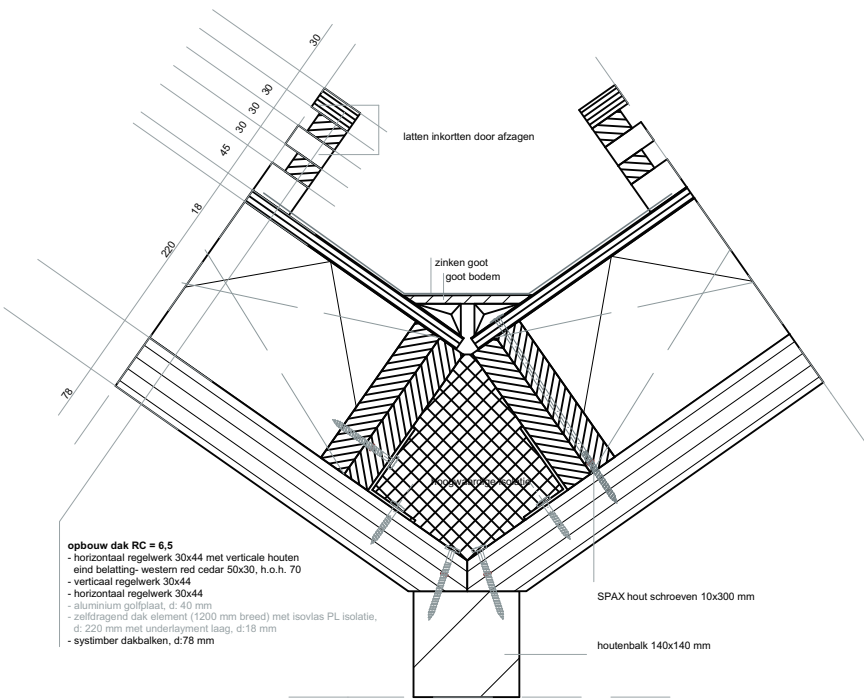
CLT



Ixpando

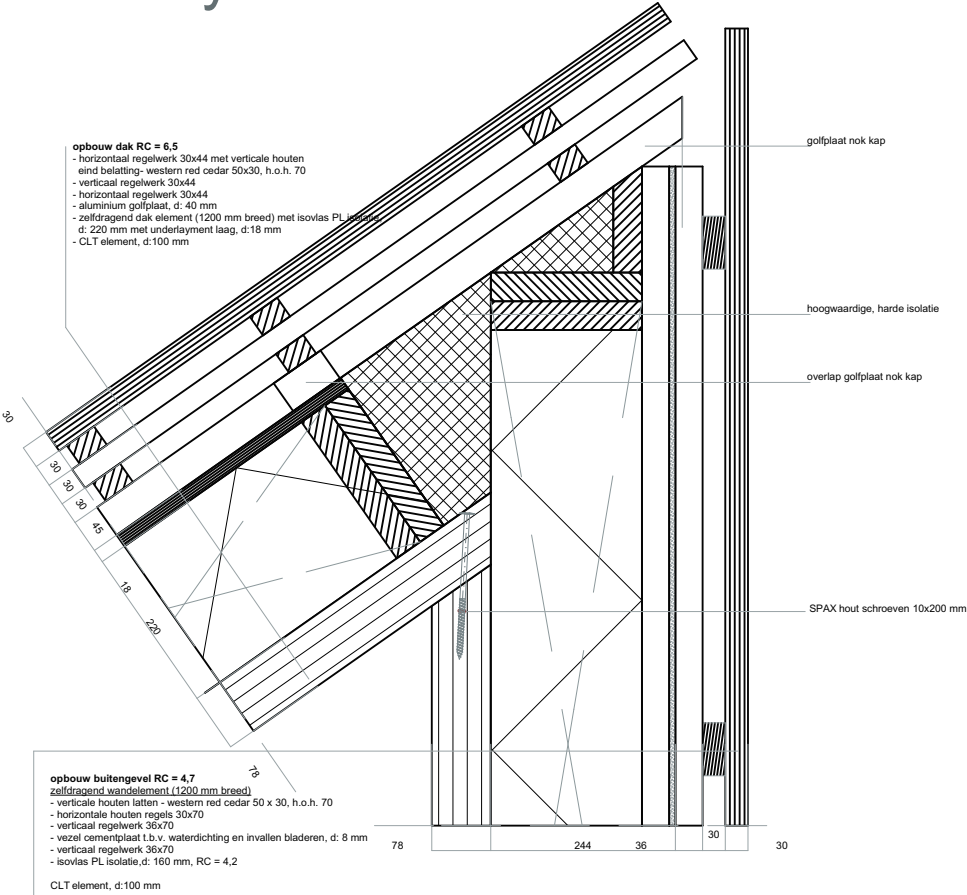


detail 4.0

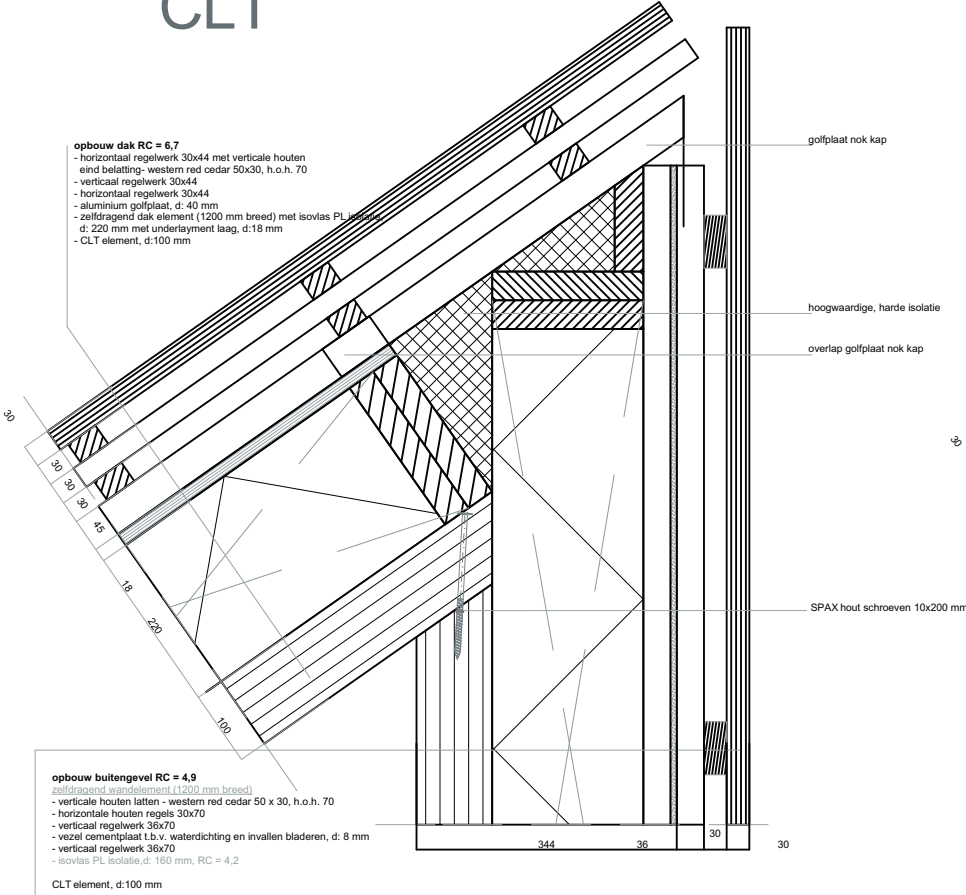


detail 4.1

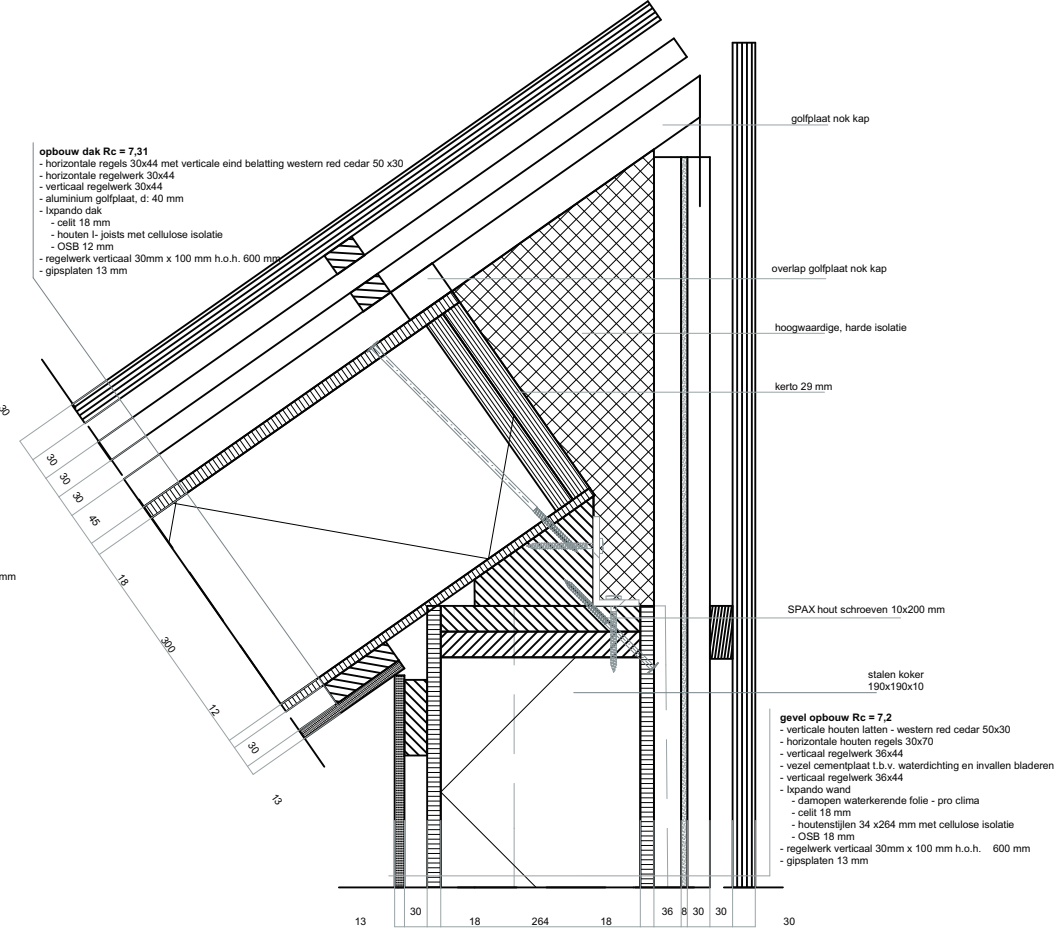
Systember



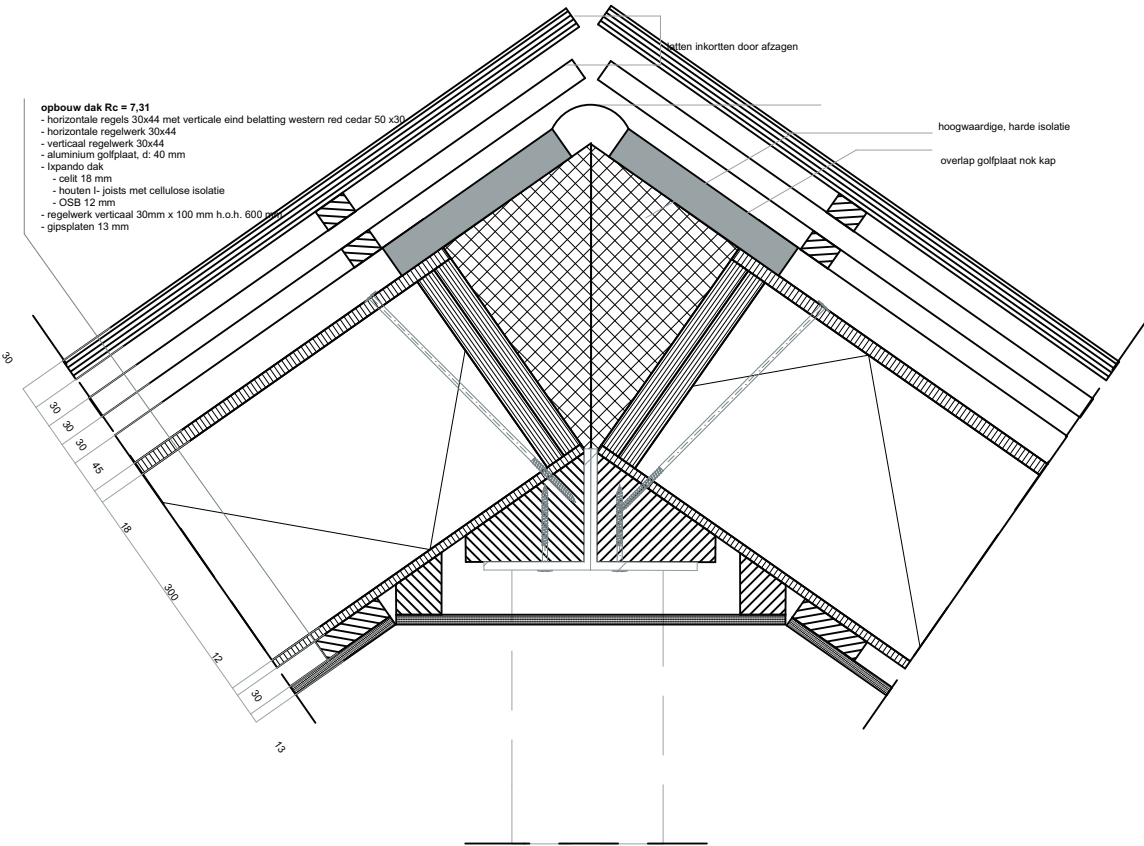
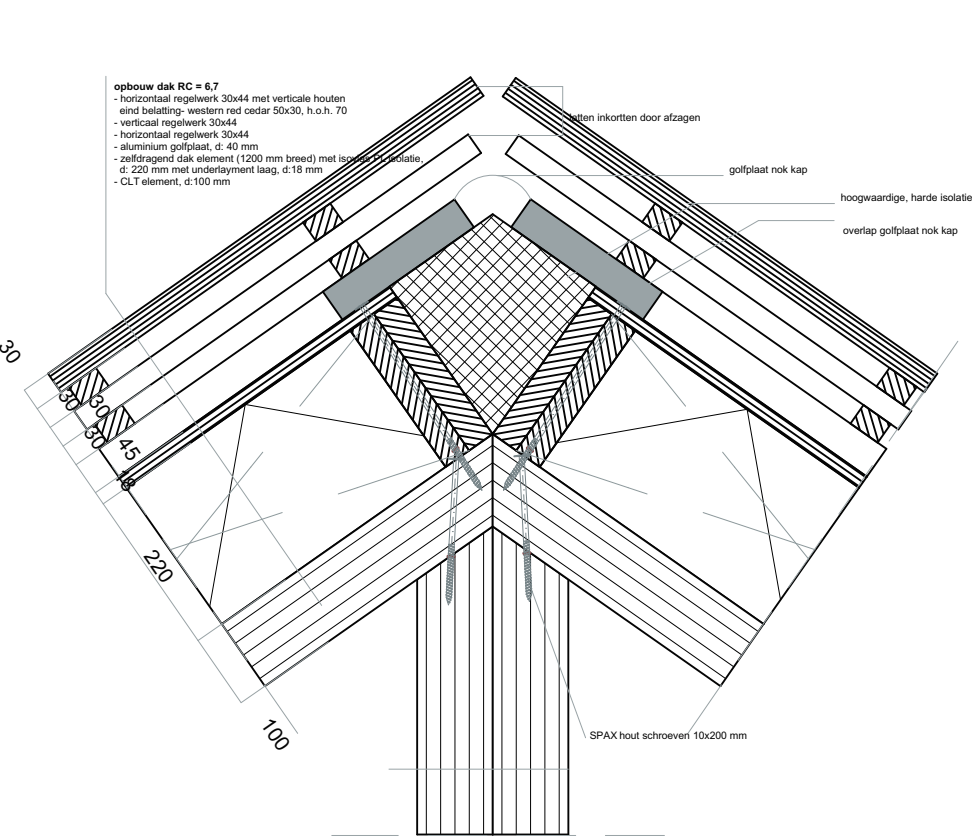
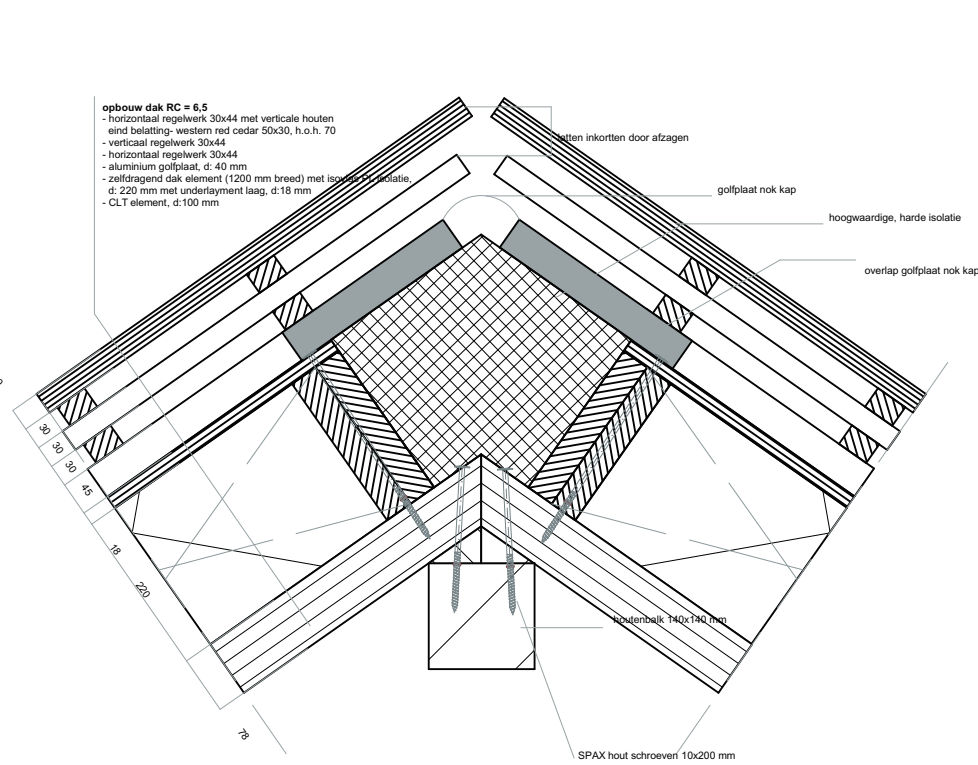
CLT



Ixpando



detail 5.0

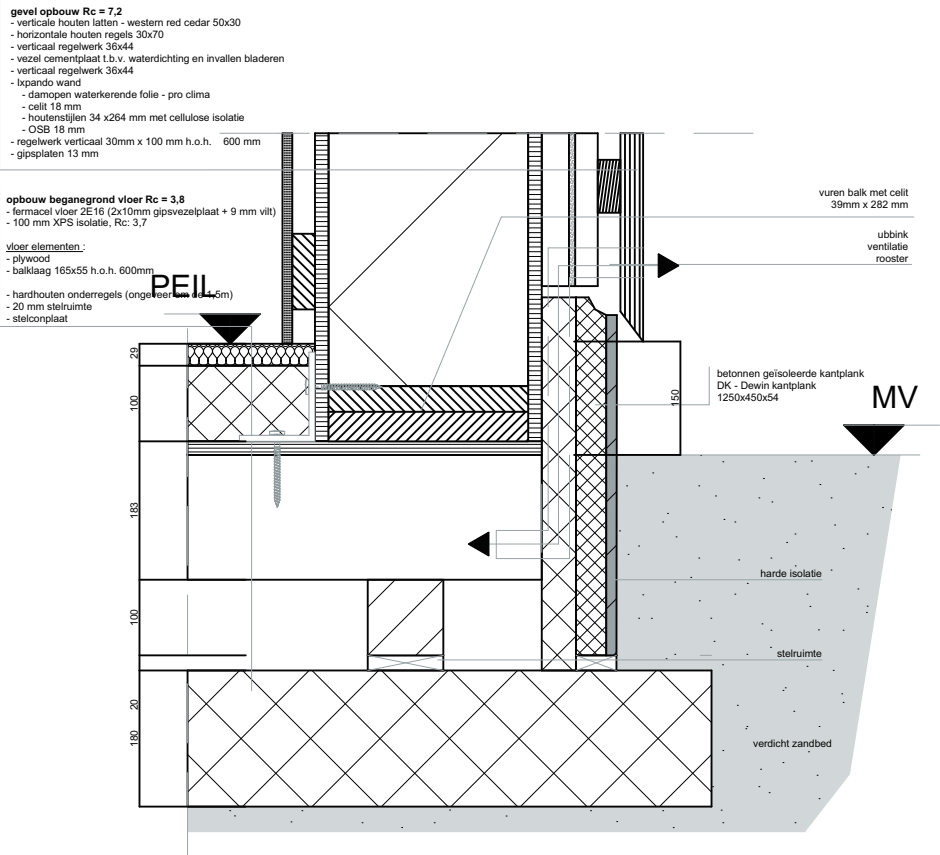
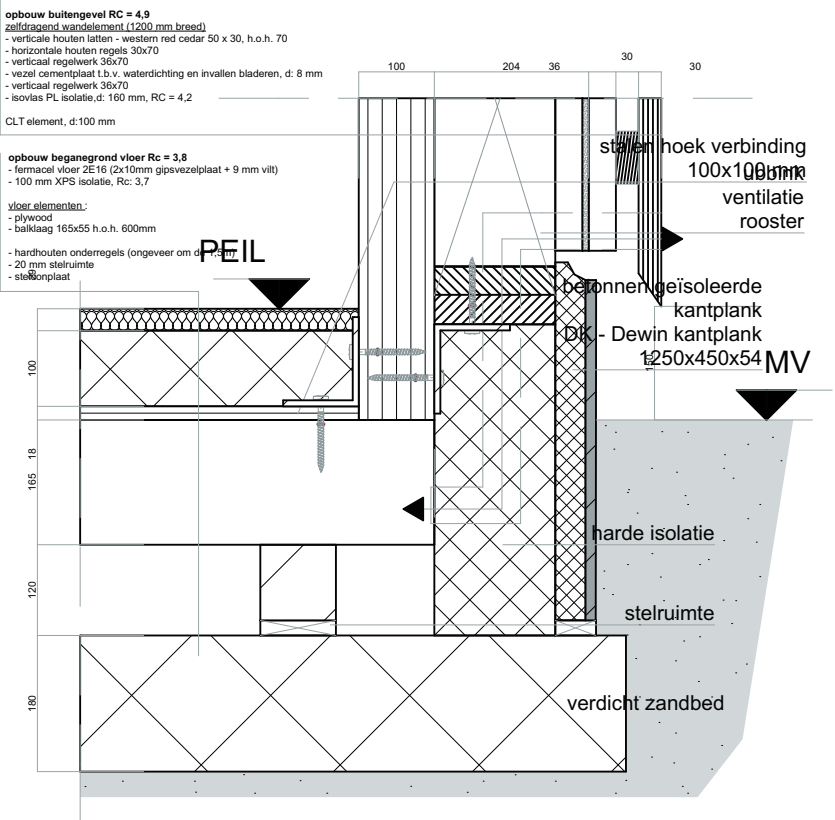
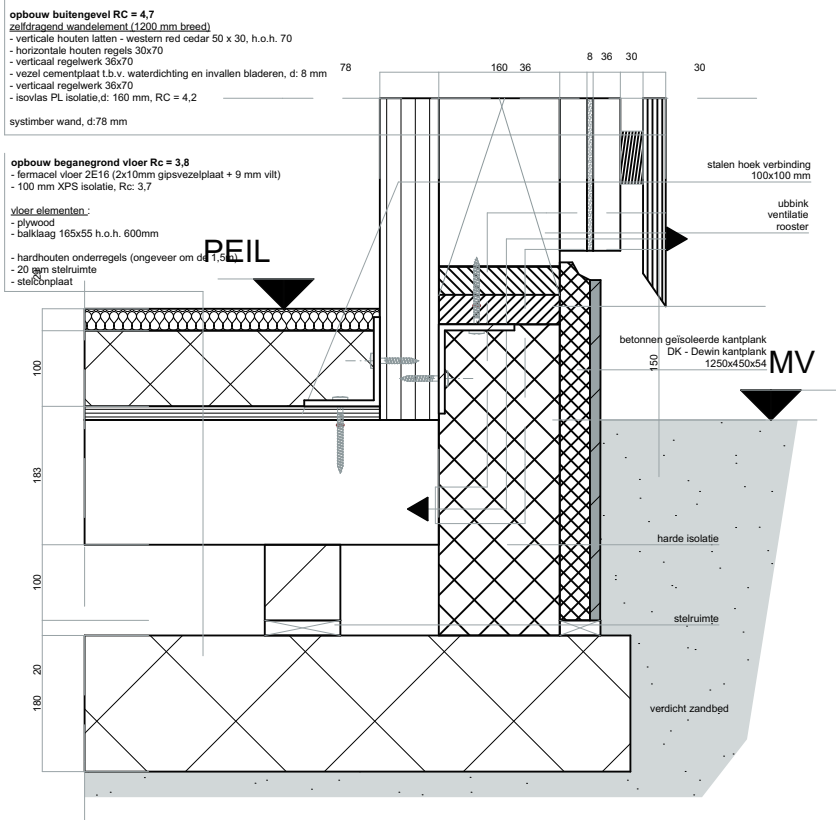


detail 5.1

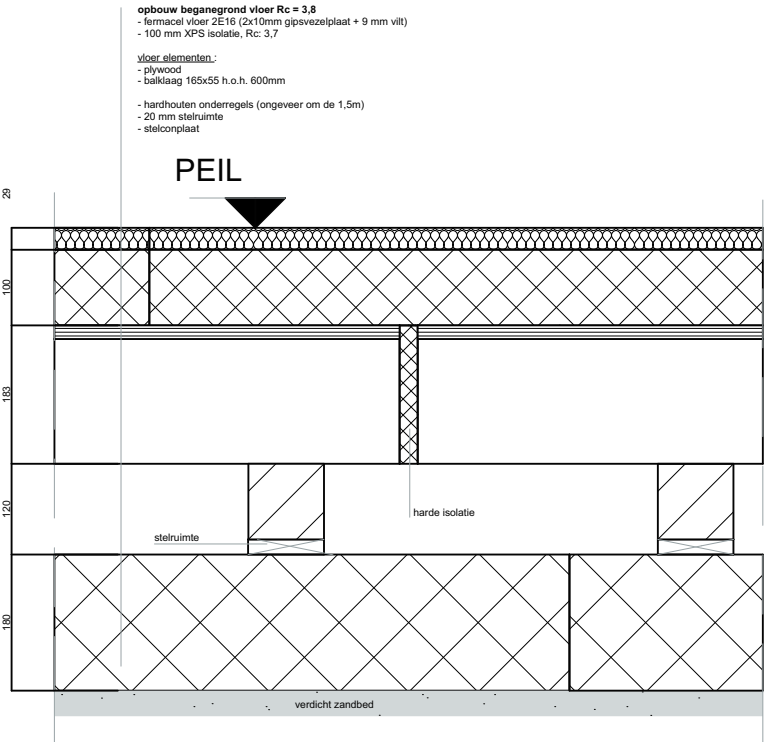
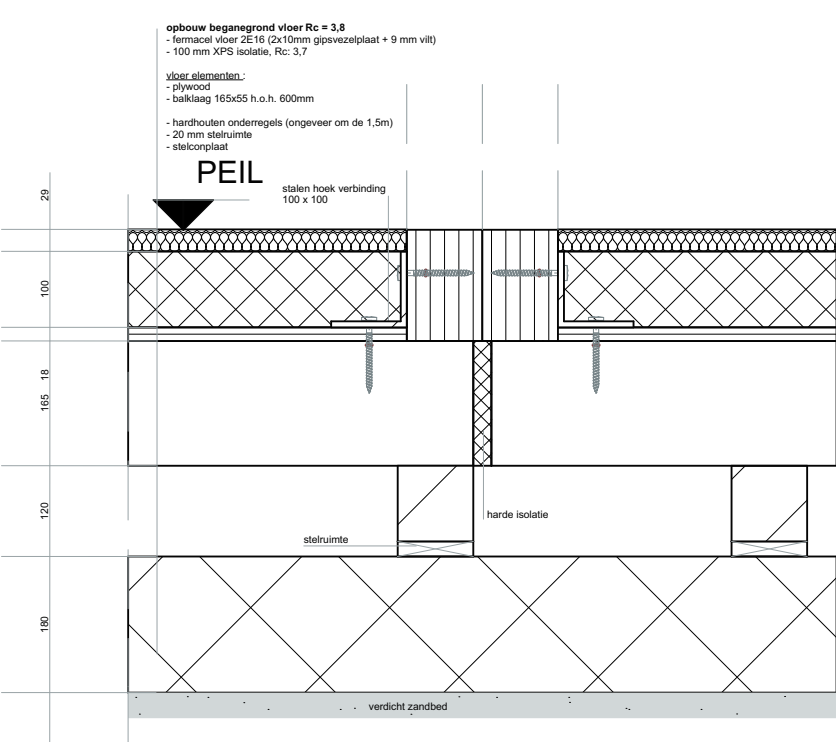
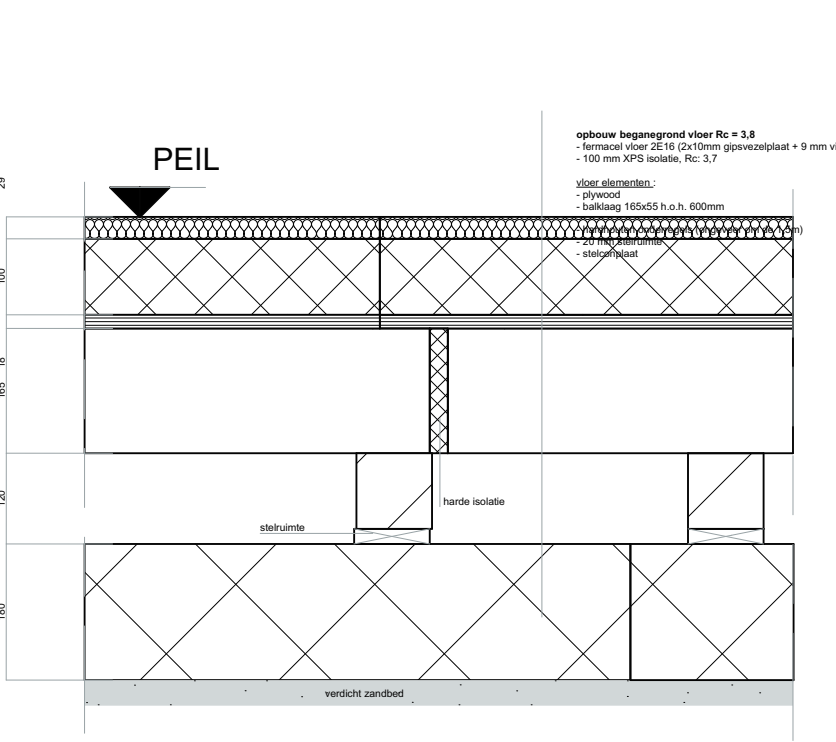
Systember

CLT

Ixpando

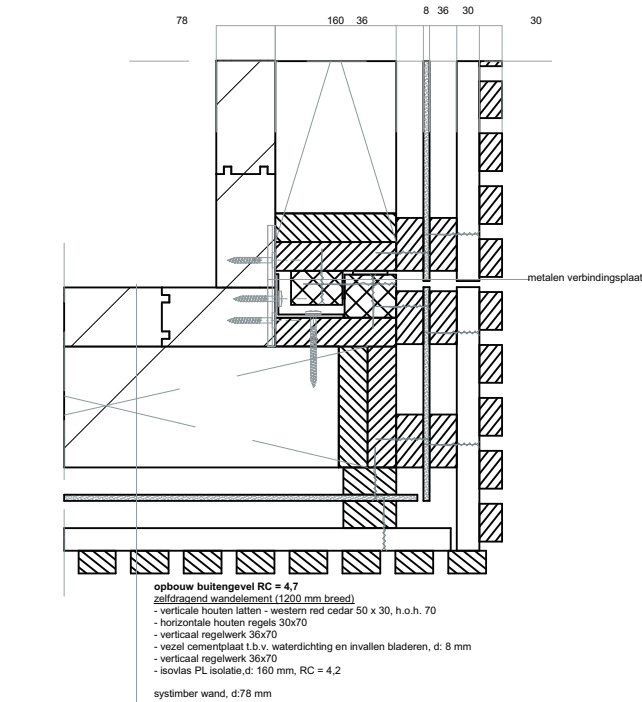


detail 6.0

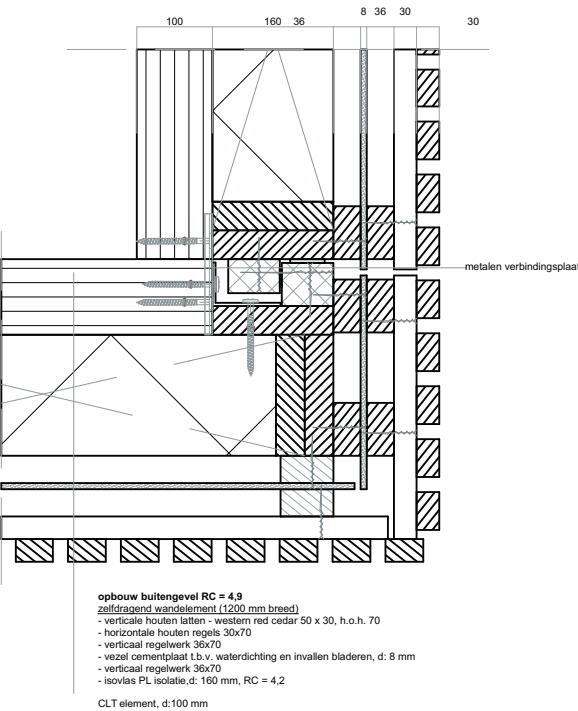


detail 6.1

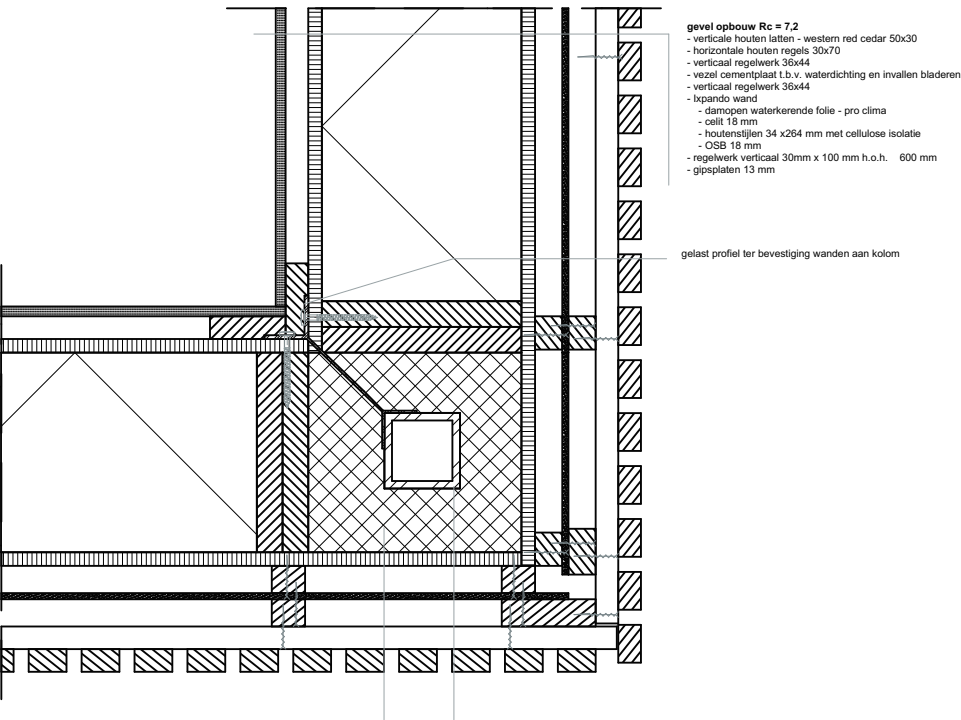
Systember



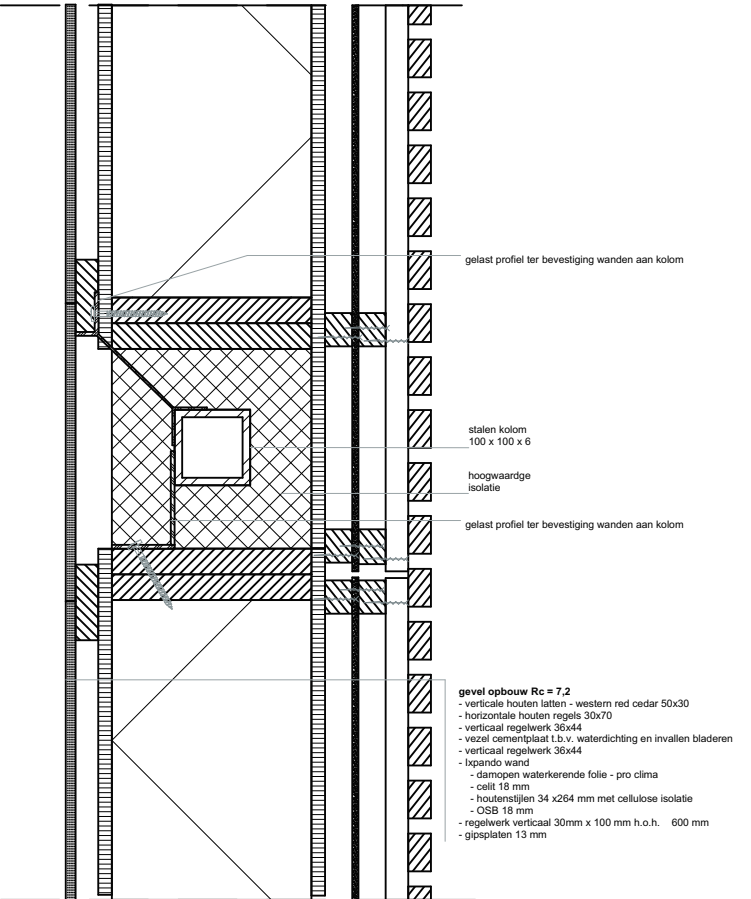
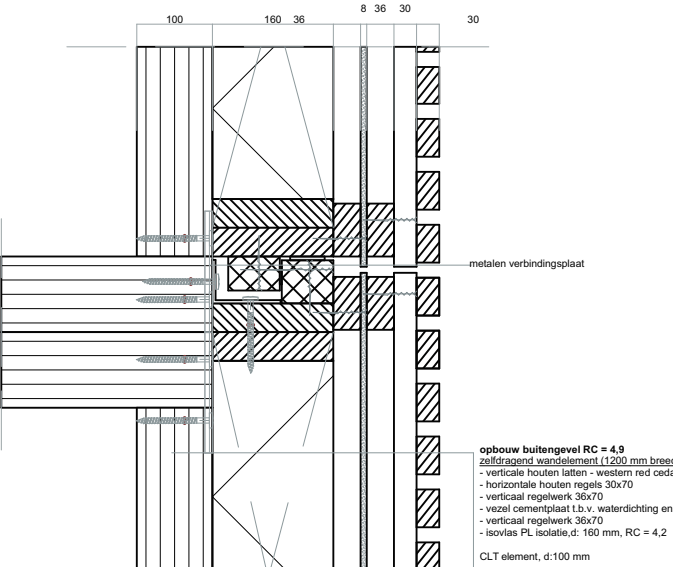
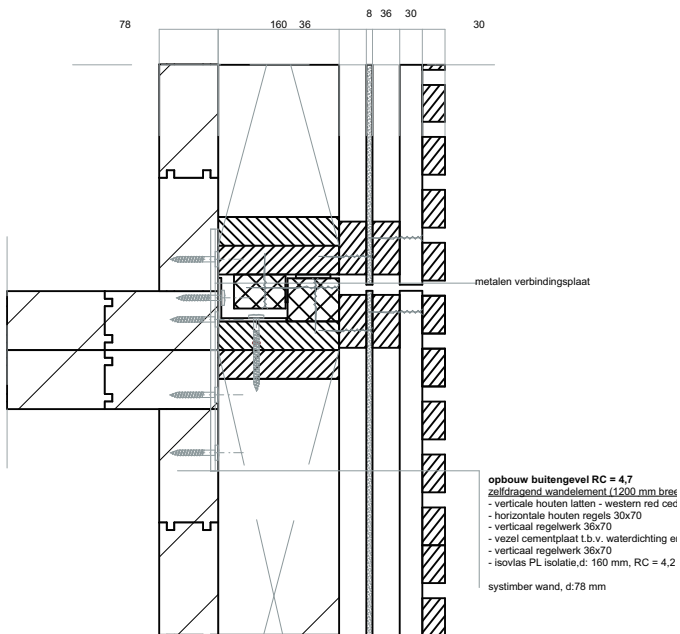
CLT



Ixpando



detail 10.0



detail 10.1