

FUNDERINGSDETAIL MET HSB-CONSTRUCTIE



BWP-groep: #18

John Cazemier (344789)

Stefan Vuijst (406042)

Mark Bekkema (406240)

Lucas Vorstman (404995)

Tijl van der Veen (405675)

Ben Vierkant (406727)

8 november 2019, Groningen.
Buitenwerkplaats 1.1 Occupatie
Jaar 1, Built Environment.

VOORWOORD

In het rapport dat voor u ligt worden de resultaten beschreven van groep 18 na de buitenwerkplaats van periode 1 Occupatie. Met deze buitenwerkplaats hebben we onderzoek gedaan naar een funderingsdetail met een houtskeletbouw constructie. Wat zijn de beste materialen om dit te bouwen? Hoe bouw je een funderingsdetail met een HSB-constructie? In dat rapport gaan we hier antwoord op geven, door op chronologische volgorde de genomen stappen af te gaan. In het rapport zult u dan ook de ontwikkeling zien, die we als groep gemaakt hebben in de kennis over dit onderwerp en het daadwerkelijke bouwwerk dat we met deze informatie hebben gemaakt.

De samenwerking binnen de groep verliep goed. We hebben van tevoren een duidelijk samenwerkingscontract opgesteld waar iedereen zich aan gehouden heeft. Tijdens de buitenwerkplaats dagen zijn er geen problemen geweest binnenin de groep en hebben we al het geleverde werk op tijd af gekregen. Elke dag begonnen we met een groepsoverleg zodat er een duidelijke taakverdeling was binnen de groep. Iedereen heeft een bijdrage geleverd aan het eindresultaat, waardoor dit werk echt als een groepswork bevonden mag worden.

Tot slot willen wij de heer Pais en de heer Wester bedanken voor hun begeleiding tijdens deze dagen. In tijden van onduidelijkheid van de opdracht of eventueel aanpak konden we bij hun terecht met onze vragen. Ze hebben ons meerdere malen geholpen een goed eindresultaat te leveren en zonder hun hulp was dit rapport niet op deze manier tot stand gekomen.

Wij wensen u veel leesplezier.

Buitenwerkplaats groep 18.
Groningen, 8 november 2019.

SAMENVATTING

In dit verslag wordt stapsgewijs beschreven, wat er tijdens de buitenwerkplaats in het eerste kwartaal van 2019 uitgevoerd is door groep 18. Voor deze buitenwerkplaats is de opdracht gegeven om een onderzoek te doen naar een HSB-constructie met een fundering en deze vervolgens te realiseren. Om dit te kunnen uitvoeren, is er eerst een materiaalonderzoek gedaan om te bekijken welke materialen het beste gebruikt kunnen worden voor een funderingsdetail met HSB-constructie. Met de resultaten van dit onderzoek, kon er een aanbeveling gemaakt worden. Na het materialenonderzoek kon er gebouwd worden. Voorafgaand aan de drie dagen staan de materialen gezet, die nodig waren om het bouwwerk te maken. Van elk materiaal afzonderlijk staan hier dan ook verschillende maten. Om te kijken naar de afmetingen kwamen driedimensionale en tweedimensionale afbeeldingen erg van pas.

In drie dagen uitvoeringsdagen is het volgende funderingsdetail met HSB-constructie neergezet:



Figuur 1: Resultaat HSB-constructie met fundering (SketchUp)

INHOUDSOPGAVE

Samenvatting.....	3
1. Inleiding.....	5
2. Variantenstudie materialenonderzoek.....	6
2.1 Fundering.....	6
2.2 Vloer.....	7
2.3 HSB-constructie.....	9
2.4 Uitkomsten materiaalonderzoek.....	13
2.5 Berekeningen.....	17
3. Uitvoeringsplan.....	19
3.1 Vrijdag 1 november.....	19
3.2 Maandag 4 november.....	20
3.3 Dinsdag 5 november.....	22
3.4 Benodigd materieel.....	24
4. Evaluatie en bijstelling	25
4.1 Evaluatie vrijdag 1 november.....	25
4.2 Evaluatie maandag 4 november.....	26
4.3 Evaluatie dinsdag 5 november	28
4.4 Bijstelling.....	30
5. Conclusie.....	33
Bibliografie.....	35

1. INLEIDING

Als er gebouwd gaat worden, is het van belang dat de juiste materialen gebruikt worden en dit ook op de juiste manier wordt geplaatst. Dit rapport gaat over het onderzoek hiernaar voor een funderingsdetail met een houtskeletbouw constructie erop.

De aanleiding van dit onderzoek is om een ontwikkeling als ingenieur door te maken. Door dit onderzoek te doen, wordt de theoretische leer van de afgelopen weken in de praktijk toegepast. Hierdoor vindt er zich een ontwikkeling plaats, waardoor een ingenieur in staat is om een 3D model in zijn gedachten te maken. Dit wordt mogelijk gemaakt door de kennisgeving van bouwvolgorde, uitvoeringsaspecten en materiaalgebruik.

De doelstelling van dit onderzoek is een goed funderingsdetail met een houtskeletbouw constructie neer te zetten. De hoofdvraag van het onderzoek is; *“Wat is de beste manier om een funderingsdetail met een houtskeletbouw constructie neer te zetten?”*

Om dit te bereiken is er een onderzoek gedaan naar de beste materialen om dit bouwwerk neer te zetten. Doormiddel van een variantenstudie hebben we de verschillende materialen onderzocht en dat heeft geleid tot de beste uitkomsten. Voor de uitvoering van het bouwwerk zijn er plannen opgesteld, zodat alles stap voor stap uitgevoerd werd. De uitvoeringsplannen zorgen ervoor dat alles op goede volgorde is gebeurd en er geen fouten werden gemaakt in het bouwproces. Na de uitvoering volgt een evaluatie. Hierin wordt beoordeeld wat tijdens dit proces goed en fout is gegaan en hoe het is gegaan. Om uiteindelijk het onderzoek af te ronden wordt er een conclusie gemaakt, die antwoord geeft op de hoofdvraag.

In hoofdstuk twee van het rapport wordt de uitgevoerde variantenstudie voor de materialen beschreven, waarin ook een aanbeveling volgt welke materialen de beste keuze zou zijn. Hoofdstuk drie behandelt de uitvoeringsplannen die gemaakt zijn om het geleverde werk tot stand te brengen. Dit is onderverdeelt in de dagen waarop we dit uitgevoerd hebben. In hoofdstuk vier volgt de evaluatie van de uitvoering met daarbij een eventuele bijstelling. Het rapport eindigt met hoofdstuk vijf. In dit laatste hoofdstuk wordt de conclusie van het rapport beschreven. Hierin staat beschreven hoe het project eraan toe ging en dat niet alles voorspoedig liep. Er hebben zich een aantal tegenslagen voorgedaan waar toch erg goed bij gehandeld werd door onze groepsleden. Mede hierdoor is een mooie constructie tot stand gekomen.

2. VARIANTENSTUDIE MATERIALENONDERZOEK

In dit hoofdstuk wordt er per onderdeel beschreven welke opties er zijn in materialen voor een funderingsdetail met HSB-constructie. Dit is onderverdeelt in de hoofdlijnen van het bouwwerk. We bouwen het van beneden naar bovenop, dus beginnen we met de fundering, gevolgd door de vloer en het eindigt met de wand. Na de verschillende mogelijkheden opgeschreven te hebben, volgt nog een aanbeveling in de materialen. Hierin wordt verteld wat de beste materialen zijn om dit bouwwerk te maken. Met deze uitkomsten worden er tot slot berekeningen gemaakt om te kijken of de gekozen materialen voldoen aan het bouwbesluit.

2.1 Fundering:

Bekisting:

- *Hout (standaard); OSB*

Na het storten wordt de bekisting verwijderd. Daarom wordt hier grotendeels makkelijk en goedkoop hout gebruikt. OSB is makkelijk om mee te werken en is goedkoop. Daarbij is het stevig en goed om beton binnen te houden.

- *Piepschuim:*

Met een piepschuim bekisting werk je met licht en gemakkelijk materiaal. Piepschuim bekisting wordt gezien als een verloren bekisting. Het materiaal kan je daarna niet nog een keer gebruiken. Maar je isoleert het gestorte beton wel direct met dit piepschuim. De kosten voor piepschuim zijn in totaal groter dan een houten bekisting, maar dan wordt de fundering wel voor een deel ook geïsoleerd.



Figuur 2.1.1 Houten bekisting

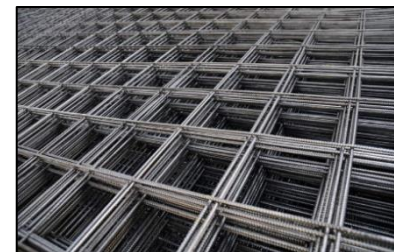


Figuur 2.1.2 Piepschuim bekisting

Bewapening:

- *Staal:*

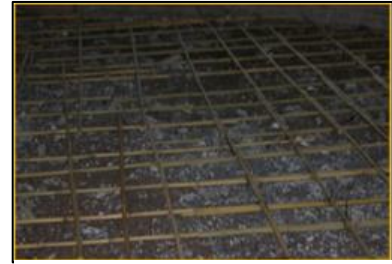
Staal is de meest voorkomende wapening in beton. Het is ook het goedkoopste materiaal om een bewapening mee te maken. Dit komt doordat het de meest voorkomende wapening is. Hierdoor is het snel leverbaar en kan er snel na de bestelling mee gewerkt worden. Staal heeft ook een grote trek- en slijtsterkte.



Figuur 2.1.3 Stalen bewapening

- *Bamboe:*

Bamboe is een natuurlijk product, waardoor het erg duurzaam is. Bamboe heeft wel hoge exportkosten, want het product groeit niet in Nederland. Het heeft net zoals staal een hoge trek- en slijtsterkte.



Figuur 2.1.4 Bamboe bewapening

- *Glasvezel:*

Glasvezel bewapening beperkt de (plastische) krimpscheuren en het is niet duurzaam. Glasvezel is duurder dan de andere bewapening, omdat het een nieuwe techniek is en er nog veel onderzoek naar gedaan moet worden. Het kan wel beter tegen vocht, omdat glasvezel niet kan roesten of schimmelen



Figuur 2.1.5 Glasvezel bewapening

Betonplaat:

- *Beton (standaard):*

Voor de fundering wordt bijna altijd beton gebruikt. Alleen de methodes verschillen. Je kunt bijvoorbeeld een funderingsplaat gebruiken of een stroken fundering.

De λ -waarde van beton 2,38 W/m²K.

Prijs; 99-125 €/ m³



Figuur 2.1.6 Bekisting met betonplaat

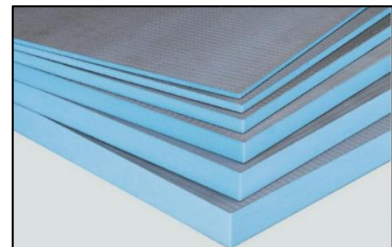
2.2 Vloer:

Isolatie:

- *XPS*

XPS-isolatieplaten zijn licht van gewicht maar erg drukvast, waardoor het goed beloopbaar is. Het hardschuim-materiaal neemt nauwelijks water op, waardoor de platen goed toepasbaar zijn op vochtige plekken. Ook is XPS makkelijk te verwerken en heeft het een goede isolatiewaarde.

De prijs voor een vierkante meter XPS zit tussen de 12 en de 20 euro.



Figuur 2.2.1 XPS-isolatieplaten

λ : 0,032-0,035 W/m²K

μ : 150-300

- EPS

EPS is een isolatiemateriaal dat keer op keer gerecycled kan worden. Het isolatiemateriaal wordt veel gebruikt bij toepassingen waar isolatiewaarde minder belangrijk is dan de dikte of opvulling. EPS heeft, ongeacht de dikte, een λ -waarde van $0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$. Een plaat van 10 cm kost gemiddeld 10 euro per vierkante meter en is dus vrij goedkoop.

λ : $0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$
 μ : 20-100



Figuur 2.2.2 EPS-isolatieplaten

- PUR

PUR is een gespoten vloerisolatie. Doordat het gespoten is, heeft het een perfecte afsluiting. Hierdoor heeft het een hoge isolatiewaarde. Met een gemiddelde λ -waarde van $0,026 \text{ W/m}^2\text{K}$ is PUR-isolatieschuim beter dan de meeste andere isolatiematerialen. Het is daarentegen niet duurzaam en niet goed bestendig tegen vocht. De gemiddelde prijs is 25 euro per m^2 gespoten PUR.

λ : $0,026 \text{ W/m}^2\text{K}$
 μ : 60-80



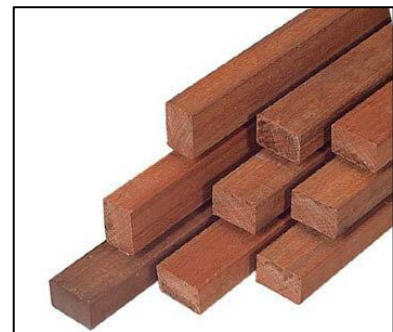
Figuur 2.2.3 PUR-vloerisolatie

Vloerbalken:

- Hardhout:

Het is erg duurzaam en heeft een levensduur van meer dan 25 jaar. Het grootste nadeel is dat het wel erg prijzig is. Daarnaast is het lastig te bewerken, doordat het zo sterk is.

λ : $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$



Figuur 2.2.4 Hardhout balken

- Vuren hout:

Makkelijk te bewerken en goedkoop. Het is minder duurzaam en het heeft een levensduur van 10-15 jaar. Het is minder sterk dan hardhout, maar dat maakt voor een kleinere constructie niet uit.

λ : $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$



Figuur 2.2.5 Vuren hout

2.3 HSB-constructie:

Isolatiemateriaal:

- Steenwol:

Steenwol wordt gemaakt van verscheidende steensoorten die worden gesmolten en gestold tot draden. Hierna wordt er samen met een bindmiddel een mat van gevormd. Steenwol is, omdat het een natuurlijk product is, erg duurzaam. Ook is het onbrandbaar en dus erg goed voor de brandveiligheid. Echter komen er bij het versnijden van steenwol wel vezels vrij die voor huid en oogirritatie kunnen zorgen.

Prijs: 3,12 - 14,25 €/ m²
λ-waarde: 0,037 W/m²K

- Glaswol:

Glaswol wordt gemaakt van gerecycled glas en zand. Deze materialen worden verwerkt tot dekens. Glaswol is vrij goedkoop en erg brandveilig. Ook is het materiaal redelijk milieuvriendelijk en waterafstotend. Glaswol zorgt bij het aanbrengen voor veel meer irritatie aan de huid en ogen dan steenwol, maar dit is met de juiste kleding wel tegen te gaan.

Prijs: 2,91 - 14,47 €/ m²
λ-waarde: 0,032-0,040 W/m²K

- Mineralen wol:

Mineralen wol is relatief goedkoop en waterafstotend. Het materiaal is volledig recyclebaar en het isoleert niet alleen erg goed de temperatuur, maar ook het geluid.

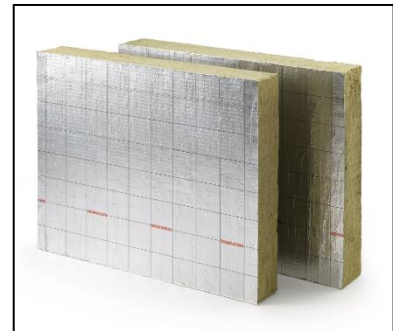
Prijs: 2,37 - 8,26 €/ m²
λ-waarde: 0,035 W/m²K

Isolatiefolie:

- Dampdicht:

Dampdichte folie wordt gebruikt aan de binnenzijde van een woning om zo in de winter, wanneer er een groot temperatuurverschil is tussen binnen en buiten, de constructie te beschermen tegen vocht dat naar buiten wordt gedrukt.

Prijs: 1,63-3,90 €/ m²
SD-waarde: 100-1500+



Figuur 2.3.1 Steenwol isolatie



Figuur 2.3.2 Glaswol isolatie



Figuur 2.3.3 Mineralen wol isolatie



Figuur 2.3.4 Dampdichte folie

- *Damp-revend:*

Damp-revendende folie zorgt ervoor dat vocht, vanuit het huis, de constructie niet kan aantasten. Deze folie gebruik je aan de warme (binnen)kant van een constructie. Vocht in de constructie kan tot schade leiden en moet daarom voorkomen worden.

Prijs: 0,39-1,34 €/ m²
SD-waarde: 10-100



Figuur 2.3.5 Damp-revendende folie

- *Damp-open folie:*

Een damp-open folie wordt gebruikt aan de buitenkant van de constructie om vocht naar buiten te drukken met behulp van de kleine gaatjes in de folie. Deze folie gebruik je aan de koude(buiten)kant van de constructie.

Prijs: 1,13-4,80 €/ m²
SD-waarde: 0,02-0,05

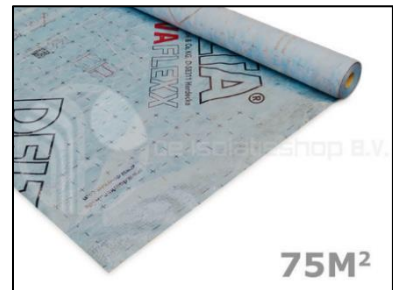


Figuur 2.3.6 Damp-open folie

- *Klimaatfolie:*

Klimaatfolie is vochtregulerend. Het materiaal is in de winter damp-revend en in de zomer damp-open. Deze folie gebruik je aan beide kanten van de constructie.

Prijs: 2,82-3,28 €/ m²
SD-waarde: 0,2-12



Figuur 2.3.7 Klimaatfolie

Houtsoorten voor aftimmering HSB:

- *Multiplex:*

Multiplex is een plaatvormig compositiemateriaal, waarbij een oneven aantal houtlagen aan elkaar worden gelijmd. Bij multiplex van drie lagen wordt meestal de naam triplex gebruikt. Door de gekruiste lagen is het sterker dan normaal hout. Het heeft dan ook een hoge druksterkte.

Prijs: 9,85 €/ m²
 λ -waarde: 0,09-0,24 W/m²K



Figuur 2.3.8 Multiplex platen

- *OSB-plaat*

OSB, oftewel Oriented Strand Board, is een plaatmateriaal dat is gemaakt van drie lagen houtsnippers. Deze zijn gebonden doormiddel van lijm en was. OSB wordt vaak gebruikt als constructiemateriaal, maar kan niet aan de buitenzijde van een constructie worden toegepast. Het is namelijk niet vochtbestendig.

Prijs: 6,45 €/ m²

λ-waarde: 0,13 W/m²K



Figuur 2.3.9 OSB-plaat

Houtsoorten voor het skelet:

- *Vurenhout:*

Vurenhout is makkelijk te bewerken en goedkoop. Het is niet erg duurzaam en het heeft een levensduur van ongeveer 10-15 jaar. Duurzaamheidsklasse 4

Prijs: 6,22 €/ 75x150x1000

λ-waarde: 0,2 W/m²K



Figuur 2.3.10 Vurenhouten balk

- *Eikenhout:*

Eikenhout is de traditionele optie voor een HSB-constructie. Ook is het een duurzame houtsoort. Het enige nadeel aan eikenhout is dat het een vrij prijzig is ten opzichte van HSB. Duurzaamheidsklasse 3

Prijs: 12,40 €/ 75x150x1000

λ-waarde: 0,2 W/m²K



Figuur 2.3.11 Eikenhouten balk

- *Kruislaaghout*

Kruislaaghout of CLT (Cross Laminated Timber) is een kruislings verlijmde houtconstructie. Door de extra stevigheid kan het grote overspanningen maken. Het is een erg duurzame variant, maar wel duurder dan bijvoorbeeld vurenhout. Duurzaamheidsklasse 3/4



Figuur 2.3.12 Kruishouten balk

De prijs en de λ-waarde variëren door de verschillende houtsoorten die gebruikt kunnen worden. Echter is kruislaaghout meestal een vrij prijzige optie.

Gevelbekleding:

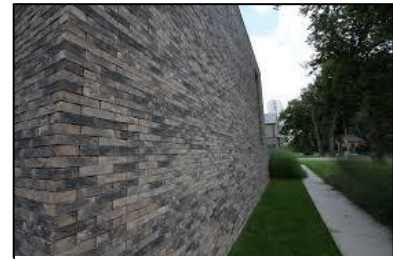
- Donker bakstenen:

Een bakstenen afwerking past goed in de omgeving Reitdiep en is makkelijk te verkrijgen. Baksteen vergt ook weinig onderhoud en is relatief goedkoop.

λ -waarde: 0,22-0,81 W/m²K

Prijzen verschillen per steen en gewenste lambda waarde

Prijs: 6-45 €/ m²



Figuur 2.3.13 Gevel van donkere bakstenen

- Houten afwerking:

Een houten bekleding heeft een erg natuurlijke look en past redelijk goed in de omgeving. Hout is ook makkelijk om te bewerken. Het vergt alleen wel meer onderhoud dan bakstenen. Hout moet namelijk behandeld worden voordat het als gevelbekleding kan dienen.

λ -waarde: 0,2 W/m²K

Prijs: 100-150 €/ m²



Figuur 2.3.14 Houten gevel

- Kunststof:

Een afwerking van kunststof is vrij goedkoop om te plaatsen. Het gaat erg lang mee en er komt weinig onderhoud bij kijken. Het past alleen niet goed in de omgeving en ziet het er niet erg natuurlijk uit (het is verschillend per prijsklasse, hoe duurder, hoe natuurlijker het product eruit ziet).

λ -waarde: 0,19 W/m²K

Prijs: 75-125 €/ m²



Figuur 2.3.15 Kunststof gevel

Afwerking binnenwand:

- Gipsplaat

Een gipsplaat heeft een goede isolerende werking en is makkelijk om op maat te maken en te plaatsen. Ook is het zo goed als onbrandbaar. Het grootste nadeel is dat een gipsplaat niet heel erg sterk is en dus makkelijk kan breken. Gipsplaten zijn gemakkelijk te stuken, iets wat erg gewild is in een binnenafwerking.

λ -waarde: 0,25 W/m²

Prijs: 2,95 €/ m²



Figuur 2.3.16 Gipsplaten

- OSB

OSB is voor de binnenafwerking een erg makkelijke en goedkope optie. Ook is het duurzaam en recyclebaar. Het is alleen niet de mooiste optie voor een binnenwand. Door de verschillende stukjes, is het mogelijk veel vocht op te nemen, wat niet gewild is in een muur.

λ -waarde: 0,13 W/m²K

Prijs: 6,45_€/ m²



Figuur 2.3.17 OSB-plaat

- Multiplex:

Multiplex-platen zijn een erg stevige optie, die er in de afwerking beter uitzien dan een OSB-plaat. Multiplex-platen zijn wel een minder duurzame optie en veruit ook de duurste optie.

λ -waarde: 0,09-0,24 W/m²K

Prijs: 9,85 €/ m²



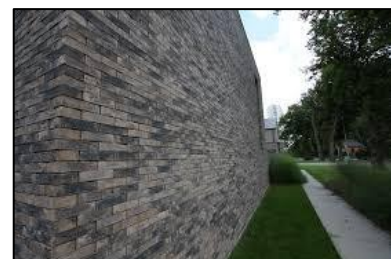
Figuur 2.3.18 Multiplex platen

2.4 Uitkomsten materialenonderzoek:

Gevelbedekking:

Donkere bakstenen.

De gevelafwerking is afhankelijk van het straatbeeld van de wijk. Meerdere huizen in het Reitdiep hebben een donkere stenenafwerking als gevel. De efficiëntie van bakstenen is vrij hoog, omdat het een traditionele manier van bouwen is. De bakstenen zijn over het algemeen niet het duurste gedeelte van de constructie. Om niet te veel af te wijken van het huidige straatbeeld en binnen de welstandseisen te blijven, zullen we deze stijl aanhouden. De gevel zal dus bestaan uit donkergekleurde bakstenen.



Figuur 2.4.1 Gevelafwerking van baksteen

Isolatiemateriaal wand:

Steenwol.

Dit isolatiemateriaal is een goed recyclebaar materiaal. Het neemt geen vocht op, waardoor het niet aangetast kan worden door schimmels. Het heeft een λ -waarde van 0,035 W/m²K en is redelijk goedkoop. Steenwol werkt ook het prettigst in de bouw. Het materiaal is brandwerend, wat handig is naast een houtconstructie. De rest van de materialen valt duurder uit. Glaswol zorgt voor meer irritatie op de huid en werkt daarom minder prettig. Beide materialen zijn ook minder goed met vocht, waardoor dit geen logische keuze is in een sterk geventileerde constructie. Daarom hebben wij gekozen voor steenwol.

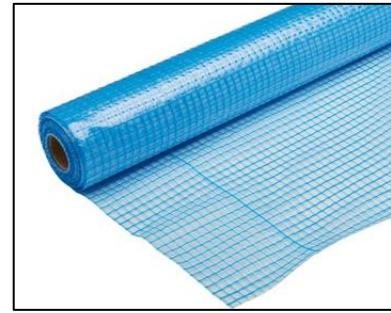


Figuur 2.4.2 Steenwol

Isolatiefolie:

Damp-remmende en damp-openfolie.

De damp moet van binnen naar buiten kunnen, zodat het vocht niet blijft steken in de houten constructie. Hiervoor heb je een damp-open folie nodig. De damp moet echter niet van buiten naar binnen kunnen, waardoor je een ook damp-remmende laag nodig hebt. Het isolatiemateriaal bestaat ook al uit een materiaal die goed tegen vocht kan. Daarom zijn deze materialen een logische keuze. Het damp-remmende folie komt aan de warme kant van een constructie, waar het damp-open folie juist aan de koude kant komt.



Figuur 2.4.3 Damp-remmende folie



Figuur 2.4.4 Damp-open folie

Houtsoorten voor skelet en aftimmering:

OSB en vurenhout.

OSB wordt altijd gebruikt voor houtskelet bouw. Het is redelijk goedkoop en makkelijk mee te werken. Het zijn tevens grote platen en daarom makkelijk te plaatsen. We hebben ook gekozen voor OSB, omdat dit een redelijk duurzaam materiaal is, en het beter kan tegen water dan andere materialen.

Vurenhout valt onder duurzaamheidsklasse 4 van de 5. Het is wel goedkoper dan eikenhout, waardoor het aanzienlijk scheelt in de kosten. Omdat de constructie slechts uit 1 verdieping bestaat, maakt de druksterke in ons geval niet veel uit.



Figuur 2.4.5 Vurenhoutenbalk



Figuur 2.4.6 OSB-Plaat

Afwerking binnenwand:

Gipsplaten.

Voor de afwerking aan de binnenkant worden gewoon gipsplaten gebruikt. Gips heeft de absolute voorkeur ten opzichte van hout omdat gips makkelijker af te werken is. Daarnaast is het ook brandwerend, wat wenselijk is bij een HSB-constructie.



Figuur 2.4.7 Gipsplaten

Bekisting:

Houten bekisting.

We hebben voor een houten bekisting gekozen, omdat dit makkelijk bewerkbaar is. Het is ook veel praktischer, omdat we dit materiaal ook al gebruiken bij de constructie. Hierdoor hoeven er geen extra materiaalsoorten besteld te worden.



Figuur 2.4.8 Houten bekisting

Bewapening:

Staal.

Voor de bewapening wordt staal gebruikt, omdat dit een grote trek- en slijtsterkte heeft. Staal is ook goed leverbaar en makkelijk om mee te werken. Bamboe is om praktische redenen geen optie, omdat dit moeilijk te leveren is. Glasvezel is duurder en niet duurzaam genoeg om te verkiezen boven staal. Daarnaast is staal ook de goedkoopste optie.

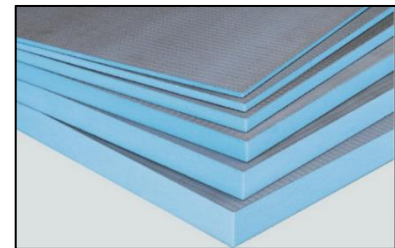


Figuur 2.4.9 Stalen bewapening

Isolatie vloer:

XPS.

Voor de isolatie van de fundering wordt XPS gebruikt. Dit is vanwege de hoge dampdiffusieweerstand en omdat het duurzamer is dan PUR. Ook heeft het, ondanks dat EPS recyclebaar is, een betere lambda waarde. Het is daarnaast veel beter bestand tegen vocht.



Figuur 2.4.10 XPS-platen

Vloerbalken:

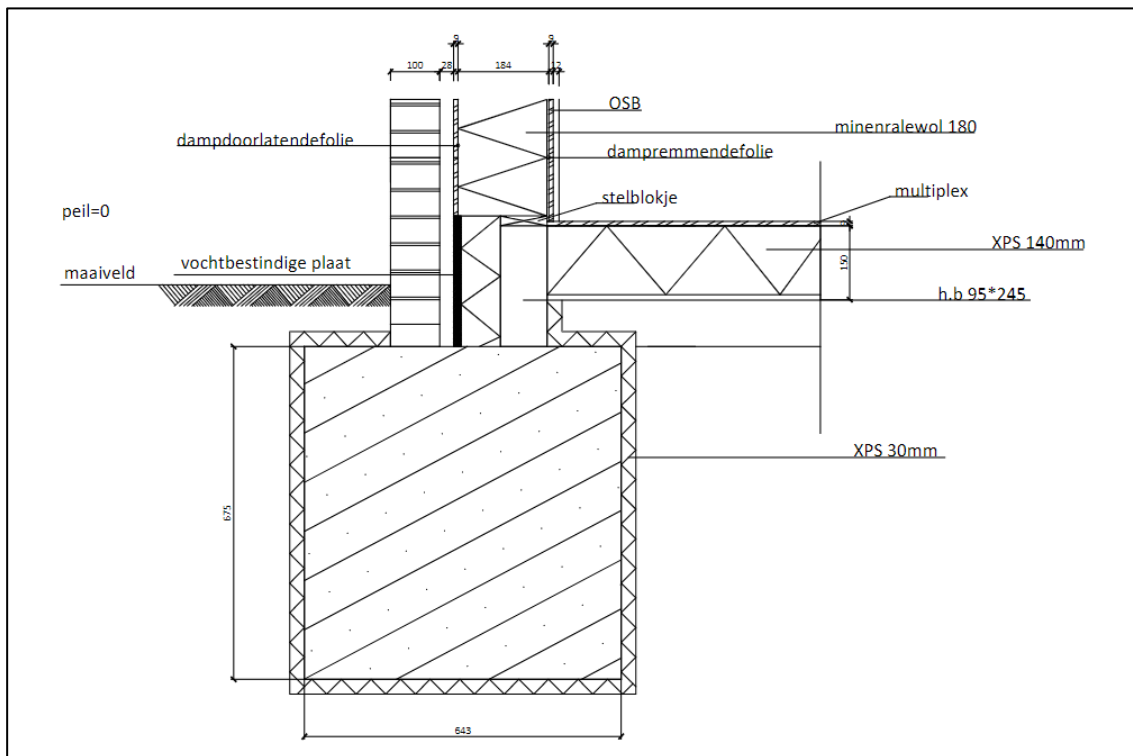
Vurenhout

Vurenhout is erg makkelijk om mee te werken. Het is veel goedkoper dan hardhout. Daarnaast is vurenhout sterk genoeg om het nodige gewicht te dragen. Voor de sterkte hoeft er dus geen ander soort materiaal gebruikt te worden, omdat vurenhout al voldoet. De prijs is dus leidend voor de keuze van dit materiaal.



Figuur 2.4.11 Vurenhouten balk

Door deze materiaalkeuze is de volgende detailtekening gemaakt:



Figuur 2.4.12 Detailtekening fundering met vloer & gevel

Met de hand van deze detailtekening konden er berekeningen worden gemaakt of de gekozen materialen voldeden aan de wetgeving die van toepassing zijn. De maten van de maten zijn hierin ook aangegeven. Hiervoor zijn de standaard afmetingen gebruikt. Door de arcering in de tekening wordt het duidelijk welk materiaal waar zit.

2.5 Berekeningen

De constructie moet wel voldoen aan het bouwbesluit, H5 energiezuinigheid. Met onze gekozen materialen moeten we hieraan voldoen, dus moeten we berekenen of dat het geval is. Hiervoor maken we gebruik van de formule $R_c = \frac{d}{\lambda}$.

Ook moeten de overgangswaarden meegenomen worden. Dit zijn R_{se} en R_{si} .

$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ en geldt voor de buitenmuur. $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ en geldt voor de binnenmuur. Om alle R_c -waarden te berekenen, zijn de lambda waarden nodig van alle materialen.

λ-waarden materialen:

Materiaal	λ-waarden in m² K/W
OSB	0,13
Multiplex	0,24
Hout	0,2
Bakstenen	0,22
Kunststof	0,19
Gips	0,25
Steenwol	0,037
Glaswol	0,032
Houtwol	0,038
XPS	0,035
EPS	0,036
PUR	0,026

Wand:

OSB:	$\frac{0,0018}{0,13} = 0,14 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
Eiken/Vurenhout:	$\frac{0,184}{0,2} = 0,92 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
Baksteen:	$\frac{0,1}{0,22} = 0,12 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
Houten gevelbekleding:	$\frac{0,02}{0,2} = 0,1 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
Kunststof:	$\frac{0,012}{0,19} = 0,063 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
Gips:	$\frac{0,0125}{0,25} = 0,05 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
Steenwol:	$\frac{0,18}{0,037} = 4,85 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
Glaswol:	$\frac{0,18}{0,032} = 4,5 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
Houtwol :	$\frac{0,18}{0,038} = 4,74 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

Omdat we een HSB-constructie hebben, moeten we rekening houden met de regels en liggers en de daartussen gelegen isolatie. Hiervoor geldt een andere waarde. Het percentage van de wand zonder liggers en regels is 86%. Het percentage van de wand dat wel liggers en regels bevat is 11%.

Dit leidt tot de volgende berekeningen voor de totale gevel:

$$R_c\text{-gevel totaal (zonder liggers en regels 89\%): } 5,14 + 0,14 + 0,05 + 0,12 = 5,45 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_c\text{-gevel totaal (met liggers en regels 11\%): } 0,92 + 0,14 + 0,05 + 0,12 = 1,23 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\text{Totaal gevel: } (0,89 \times 5,45) + (0,11 \times 1,23) + 0,13 + 0,04 = 5,16 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

In het bouwbesluit staat dat een wand een minimale totale weerstand van $4,5 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ moet hebben. Onze gekozen materialen halen een totale weerstand van $5,09 \text{ m}^2 \text{ K/W}$. De gevel voldoet dus aan het bouwbesluit.

Vloer:

$$\text{Multiplex: } \frac{0,018}{0,24} = 0,075 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\text{XPS: } \frac{0,14}{0,035} = 4,00 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\text{Vurenhout (balk): } \frac{0,14}{0,2} = 0,7 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

De vloer bestaat uit houtenbalken met daartussen isolatie. De R_c is dus niet op elk punt gelijk. Het percentage van de vloer zonder balken, dus met alleen isolatie is 91,2%. Het percentage van de vloer met balken is daardoor automatisch 8,8%. Dit leidt tot de volgende berekeningen voor de totale vloer:

$$R_c\text{-vloer totaal (zonder balk 91,2\%): } 4,075 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_c\text{-vloer totaal (met balk 8,8\%): } 0,775 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_c\text{-vloer totaal: } (0,088 \times 0,775) + (0,912 \times 4,075) + 0,13 + 0,04 = 3,92 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

In het bouwbesluit staat dat een vloer een minimale totale weerstand van $3,5 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ moet hebben. Onze gekozen materialen halen een totale weerstand van $3,91 \text{ m}^2 \text{ K/W}$. De vloer voldoet dus aan het bouwbesluit.

3. UITVOERINGSPLAN

In dit hoofdstuk worden de uitvoeringsplannen van de drie werkdagen beschreven. Hierin staat stapsgewijs welke stappen moeten worden genomen om het bouwwerk op tijd af te krijgen. De plannen liggen op chronologische volgorde van de dagen waarop gebouwd is. Aan de rechterkant van de pagina staan de SketchUp modellen die laten zien wat er na elke stap staat. Aan de linkerkant wordt dit met woorden toegelicht. Elk plan eindigt met het benodigde materiaal voor het uitvoeringsplan van die dag. Het hoofdstuk eindigt met een waslijst waarin het benodigde materieel van alle uitvoeringsdagen staat.

3.1 Vrijdag 1 november 2019

Omschrijving:

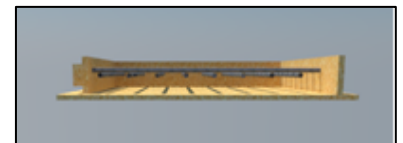
Op het moment van starten beschikken wij over een OSB-plaat van 1200 x 1200 x 18 millimeter. Hierop zullen wij een bekisting bouwen van OSB met een binnenmaat van 1000 x 1000 x 150 millimeter. Daarna zullen wij 1 laag bewapening aanbrengen en het geheel vullen met beton. Tot slot is de bedoeling dat wij alles afdekken om, met oog op de weersverwachting, het beton goed te laten drogen.

Uitvoeringsplan:

- Stap 1: Bekisting maken van OSB met een binnenmaat van 1000 x 1000 x 150 millimeter. De OSB platen zijn 1100 x 150 x 18 mm van formaat.
- Stap 2: Bevestig van de bekisting aan de OSB-plaat. Dit gebeurt doormiddel van panlatten en schroeven. De panlatten komen vast aan de OSB plaat en zorgen ervoor dat de OSB platen niet gaan schuiven.
- Stap 3: Plaatsen van de bewapening van 900 x 900 x 10 millimeter staal. Deze bewapening wordt doormiddel van stelblokjes op de goeie hoogte gebracht.
- Stap 4: Aanbrengen van folie aan de binnenkant van de bekisting, zodat de OSB planken hergebruikt kunnen worden
- Stap 5: De bekisting tot de rand vullen met 150 liter beton. Doormiddel van kruitwagens de bekisting vullen met het beton
- Stap 6: De bekisting afdekken met plastic van 1500 x 1500 x 0,5 millimeter tegen de regen.



Figuur 3.1.1 OSB-bekisting



Figuur 3.1.2 Bekisting met bewapening

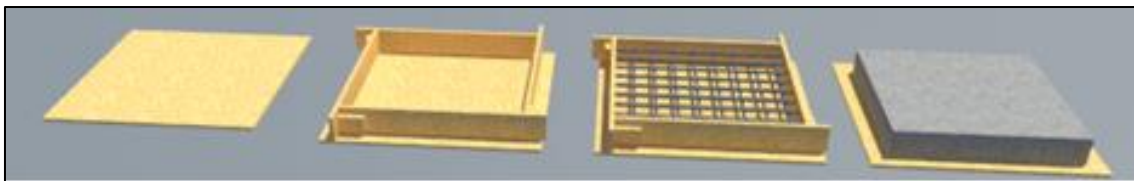


Figuur 3.1.3 Fundering beton

Benodigd materiaal:

- OSB-plaat 1200 x 1200 x 18 mm
- Bekisting (OSB) 4x 1100 x 150 x 18 mm
- Bewapening 900 x 900 x 10 mm
- Beton 0,15m³ 150L / 360kg
- Plastic 2x 1500 x 1500 x 0,5 mm
- Panlatten 2x 20 x 55 / 3000 mm
- Stelblokjes 9 x

3D model na de uitgevoerde stappen:



Figuur3.1.4 Ontwikkeling bekisting

3.2 Maandag 4 november 2019

Omschrijving:

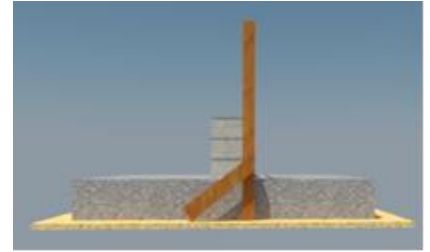
Op het moment van starten ligt er een bekisting inclusief funderingsplaat met bewapening van 1000 x 1000 x 150. Hierop zal verder gebouwd moet worden. Om te beginnen zal de bekisting allereerst van de betonplaat moeten worden verwijderd. Vervolgens meten we op de fundering uit waar we moeten beginnen. Na het opmeten zetten we het profiel uit doormiddel van een metselkoord. Vervolgens zal er specie worden gemaakt. Hierna zal er van kalkzandsteen een ondergronds metselwerk worden gemaakt. Hierop zullen er een aantal vurenhouten balken worden aangebracht waarop de vloer van OSB zal rusten. Tussen de balken komt isolatie, deze zal aan de onderzijde worden ondersteunt door verscheidene latten. Verder zal er aan de onderzijde van de balken een damp-open folie komen, en aan de bovenzijde een damp-remmende folie. Tot slot zal aan het eind van de dag het bouwwerk weer worden afgedekt met plastic om het van de weerelementen te ontzien.

Uitvoeringsplan:

- Stap 1: Haal de OSB-bekisting om de betonplaat weg.
- Stap 2: Uitmeten waar de volgende stap op de fundering komt. Dit komt in het midden van de fundering, dus 50 cm van de buitenrand.
- Stap 3: Profiel uitzetten met behulp van een metselkoord en panlatten. Op 50 cm komen 2 panlatten resterend van de bekisting omhoog. Hiertussen wordt een metselkoord gespannen op gelijke hoogte. Het is van belang dat de panlatten loodrecht op de fundering staat, want anders wordt er scheef gemetseld.

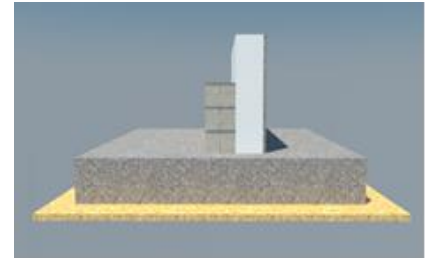
Stap 4: Maken van 15 liter specie. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een Troffel.

Stap 5: Metselen met kalkstenen van 215 x 105 x 70 millimeter een ondergronds metselwerk. Er wordt een muurtje gemaakt van 3 kalkzandstenen hoog met een voeg van ongeveer 1 cm. Figuur 3.2.1 geeft het resultaat weer na deze 5 stappen.



Figuur 3.2.1 Betonplaat met kalkstenen ondergronds metselwerk

Stap 6: Stapel de kantplaten van 800 x 200 x 120 millimeter op elkaar aan de buitenzijde van het ondergrondse metselwerk. Deze worden met lijm aan elkaar gemaakt. Voor de plaatsing gebeurt, moet het geknoeiide specie weg worden gehaald, zodat de kantplaten op een recht oppervlakte komen. Figuur 3.2.2 laat het resultaat zien na deze stap.



Figuur 3.2.2 Betonplaat met ondergronds metselwerk & kantplaat

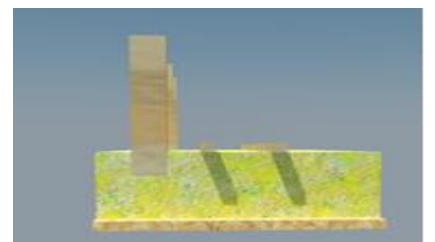
Stap 7: Plaatsen de vurenhouten balken van 400 x 150 x 38 millimeter op het ondergrondse metselwerk. Deze worden tijdelijk ondersteunt door panlatten met juiste lengte, zodat de balken waterpas staan. Deze panlatten moeten minimaal 240 mm lang zijn..



Figuur 3.2.3 Balken met OSB-vloer

Stap 8: Bevestigen van damp-open folie met de afmeting van 800 x 400 x 0,5 millimeter aan de onderzijde van de balken. Afsnijden met een Stanley mes.

Stap 9: Plaats latten van 800 x 45 x 22 millimeter op de damp-open folie. De vurenhoutbalken worden ook bij elkaar gehouden door deze panlatten. Deze kunnen hergebruikt worden van de bekisting. In figuur 3.2.3 staat het eindresultaat na deze 9 stappen.



Figuur 3.2.4 OSB-vloer met isolatie & latten

Stap 10: Breng de isolatie van 340 x 400 x 140 millimeter aan tussen de balken. Doormiddel van de panlatten blijven deze tussen de balken zitten.

Stap 11: Plaats de damp-remmende folie met de afmeting 800 x 400 x 0,5 millimeter aan de bovenzijde van de balken. Dit komt dus tegen de vloer aan te zitten.

Stap 12: Bevestig de OSB-vloer van 800 x 400 x 18 millimeter op het damp-remmende folie. De vloer wordt doormiddel van schroeven in de vloerbalken bevestigd.

Stap 13: Dek de constructie af met plastic.

Benodigd materiaal:

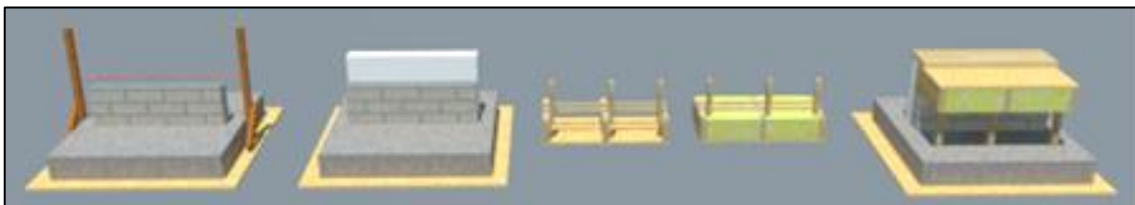
Ondergronds metselwerk:

- Houten panlatten 6x 600 x 45 x 22 mm
- Metselkoord 1500 mm
- Kalkzandsteen 15x 215 x 105 x 70 mm
- Specie 15L
- Kantplaat 2x 800 x 200 x 120 mm

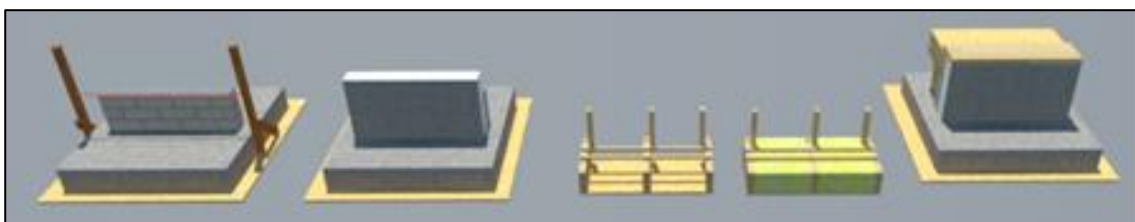
Vloer:

- Balken (vurenhout) 3x 400 x 150 x 38 mm
- OSB-plaat 800 x 400 x 18 mm
- Isolatie 2x 340 x 400 x 140 mm
- Damp-open folie 800 x 400 x 0,5 mm
- Dampremmen folie 800 x 400 x 0,5 mm
- Plastic 3000 x 3000 x 0,5 mm
- Houten panlatten 2x 800 x 45 x 22 mm
- Schroeven 4x40 / 4x60

3D model na de uitgevoerde stappen:



Figuur 3.2.5 Ondergronds metselwerk & vloer achteraanzicht



Figuur 3.2.6 Ondergronds metselwerk & vloer vooraanzicht

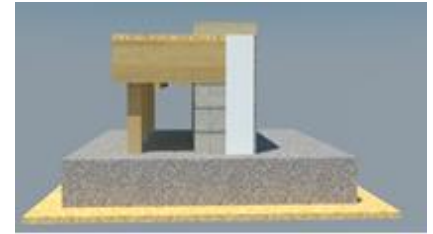
3.3 Dinsdag 5 november 2019

Omschrijving:

Op het moment van starten ligt er een funderingsplaat van 1000 x 1000 x 150. Boven op de fundering bevindt zich een ondergronds metselwerk van kalkzandsteen, een kantplaat met isolatie en de geïsoleerde houten balklaag met daarop een OSB-plaat. Vandaag zal op deze bestaande constructie een HSB-gevel komen te staan. Deze constructie bestaat uit één horizontale houten balk als onderbouw met daarop drie verticale balken. Tussen deze drie balken zal isolatiemateriaal worden geplaatst. Aan de binnenzijde van de constructie komt een damp remmende folie, gevolgd door een OSB-plaat. De buitenzijde wordt voorzien van een damp-open folie. Tot slot komen er een drietal panlatten op de damp-open folie waar de uiteindelijke houten gevelstukken op zullen bevestigd.

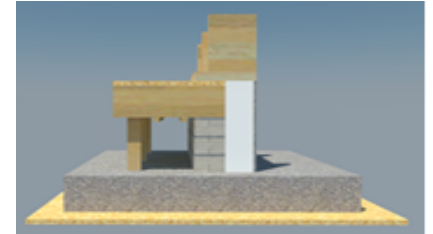
Uitvoeringsplan:

Stap 1: Plaatsen van de horizontale balk van *800 x 184 x 38 millimeter* op de kantplaat en vloer. Deze wordt bevestigd door schroeven die in de vloer en funderingsbalken gaan. Deze balk dient als ligger voor de HSB. Figuur 3.3.1 laat het resultaat zien na deze stap.



Figuur 3.3.1 Fundering met vloer, ondergronds metselwerk & kantplaat

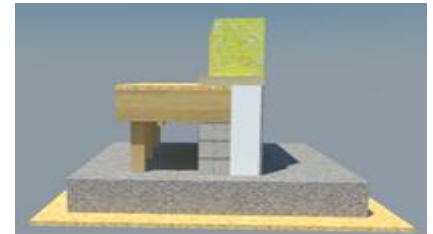
Stap 2: Plaats driemaal de verticale stijlen van *400 x 184 x 38 millimeter* op de ligger. Deze verticale balken dienen als regels. De ruimte tussen deze regels dienen 350 mm te zijn, zodat de verhoudingen gelijk zijn. Figuur 3.3.2 laat hiervan het eindresultaat zien.



Figuur 3.3.2 Vloer constructie met stijlen

Stap 3: Plaatsen van de horizontale balk van *800 x 184 x 38 millimeter* op de regels. Deze zit doormiddel van schroeven in de regels vast.

Stap 4: Plaats het damp-open folie met een afmeting van *800 x 400 x 0,5 millimeter* aan de buitenkant van de houten stijlen. Deze hoort ook aan de koude van de constructie te zitten.



Figuur 3.3.3 Vloer constructie met gevelisolatie

Stap 5: Plaats tweemaal isolatie van *340 x 400 x 180 millimeter* tussen de stijlen. Dit zorgt ervoor dat de muur geïsoleerd wordt. Het isolatiemateriaal die hier gebruikt wordt is glaswol. Figuur 3.3.3 laat het resultaat zien na deze genomen stappen.

Stap 6: Plaats de damp-remmende folie met de afmeting van *800 x 400 x 0,5 millimeter* aan de binnenzijde van de gevelconstructie. Deze wordt bevestigd aan de regels.



Figuur 3.3.4 Vloer constructie met gevel zonder bekleding

Stap 7: Plaats een OSB-plaat van *800 x 400 x 18 millimeter* op de damp-remmende folie. Dit is de binnen afwerking van het houtskelet. Er zijn geen gipsplaten aanwezig om hier op te plaatsen. Dit wordt bevestigd doormiddel van schroeven aan de regels.

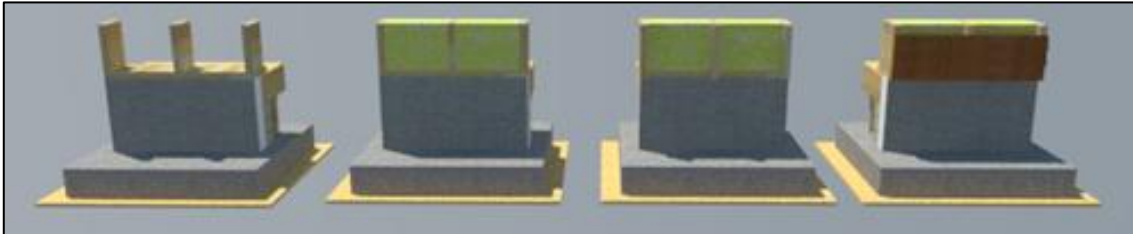
Stap 8: Plaats driemaal een panlat van *450 x 45 x 28 millimeter* aan de buitenzijde van de constructie. Deze lopen evenwijdig met de houtenregels van de HSB. Deze worden ook bevestigd met schroeven. De panlatten zijn hier, zodat hierop de gevel bekleding bevestigd kan worden. Figuur 3.3.4 laat het resultaat zien na de genomen stappen.

Stap 9: Bevestig de houten gevelbekleding met een afmeting van 800 x 150 x 22 millimeter aan de panlatten. Dit zijn in totaal dus 3 planken. Figuur 3.3.5 laat het resultaat hiervan zien. Dit is tevens ook het eindresultaat

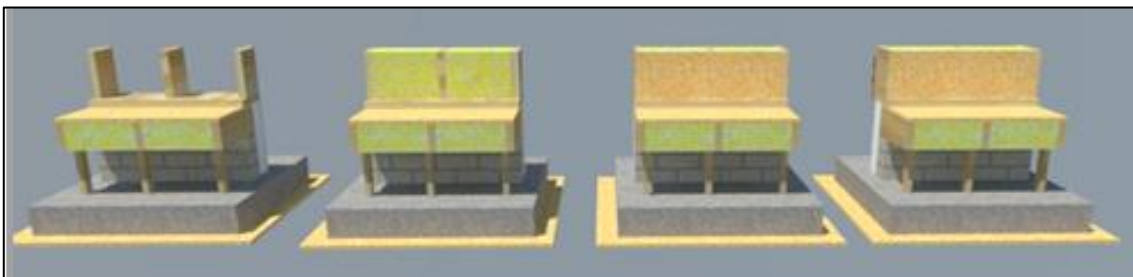


Figuur 3.3.5 Vloer constructie met gevel

3D model na de uitgevoerde stappen:



Figuur 3.3.6 Opbouw HSB-constructie vooraanzicht



Figuur 3.3.7 Opbouw HSB-constructie achteraanzicht

Benodigd materiaal:

- | | | |
|-----------------------|----|--------------------|
| - Houten stijlen | 3x | 400 x 184 x 38 mm |
| - Houten balk | 2x | 800 x 184 x 38 mm |
| - Isolatie (glaswol) | 2x | 340 x 400 x 180 mm |
| - OSB-plaat | | 800 x 400 x 18 mm |
| - Damp-remmende folie | | 800 x 400 x 0,5 mm |
| - Damp-open folie | | 800 x 400 x 0,5 mm |
| - Panlatten | 3x | 450 x 45 x 28 mm |
| - Hout gevelplanken | 4x | 800 x 150 x 22 mm |
| - Schroeven | | 4x40/ 4x70 |

3.4 Benodigd materieel:

Over de drie bouwdagen hebben we hetzelfde materieel nodig gehad. Het materieel dat we gebruiken hebben is:

- Boormachine inclusief bitje
- Houtzaag
- Winkelhaak
- Hamer
- Rolmaat
- Kruiwagen
- Troffel
- Stanley mes
- Waterpas
- Potlood
- Speciekuip

4. EVALUATIE EN BIJSTELLING

Dit hoofdstuk behandelt de uitgevoerde stappen en hoe dit verlopen is. Het is onderverdeelt in subhoofdstukken die per dag laten zien wat de genomen stappen zijn. Aan de rechterkant van de pagina staat een beeld die vervolgens aan de linkerkant wordt uitgelegd. De afbeeldingen staan op chronologische volgorde en slaan terug op het eerdergenoemde uitvoeringsplan. Het beeld laat een logisch tijdbeeld zien in de stappen die er gemaakt zijn. Aan het einde staat nog een bijstelling van onderdelen die tijdens dit proces anders gedaan hadden of moeten worden.

4.1 Evaluatie vrijdag 1 november 2019

Stap 1:

Wij zijn begonnen met het maken van de bekisting. Tijdens het maken kwamen we erachter dat de vier plaatjes OSB alleen niet heel stevig zijn en deze snel verschuiven. We hebben dit probleem opgelost door kleine houtjes op de hoeken van de bekisting te maken⁽¹⁾. Dit hebben we gedaan om ervoor te zorgen dat de hoeken steviger worden en de hoeken niet meer zouden verschuiven. Ook liggen er houtjes aan de buitenkanten van de OSB platen, zodat deze niet verder zouden verschuiven door de druk van het beton.



figuur 4.1.1 Bekisting

Stap 2:

Om ervoor te zorgen dat het beton niet te snel uitdroogt hebben we een waterdicht zeil in de bekisting gelegd. We konden dit zeil alleen niet vastzetten, dus hebben we de houtjes in de hoek weer losgehaald en deze gebruikt om het zeil vast te zetten. Hierbij hebben we genoeg ruimte in de hoeken over gehouden zodat het zeil niet scheurt.



figuur 4.1.2 Bekisting met plastic

Stap 3:

Door een kleine leveringsfout kregen we het beton eerder dan het wapeningsstaal. Dit probleem hebben we opgelost door het wapeningsstaal in het gestorte beton te duwen. Dit was niet een heel goed idee omdat je hierdoor niet precies ervoor kan zorgen dat het staal voldoende afstand heeft tot de rand van het beton. Het gladstrijken van het beton is helemaal goed gegaan.



figuur 4.1.3 Bekisting met nat beton

4.2 Evaluatie maandag 4 november 2019

Stap 4:

We zijn begonnen met het weghalen van de bekisting, dit ging niet helemaal soepel, omdat we tijdens het storten beton op de schroeven hadden gemorst. Hierdoor konden we er niet goed of gemakkelijk bij. Dit beton moesten we er eerst afkrabben voordat we de bekisting weg konden weghalen. Hierna hebben we alle planken losgeschroefd, zodat het beton niet meer in de bekisting zat.



figuur 4.2.1 Verwijderen bekisting

Stap 5:

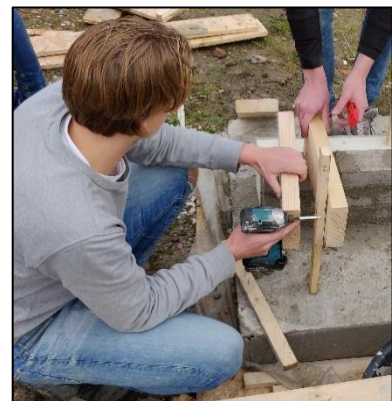
De bekisting was eraf dus nu gingen we aan de gang met het ondergronds metselwerk. We hadden wat moeite met het goede ratio vinden van de metselspecie, maar dat is uiteindelijk goed gelukt. Om de stenen recht te krijgen hebben we een lijntje gespannen. Dit lijntje hebben we getrokken tussen twee houten latjes aan de zijkant die loodrecht stonden op het ondergronds metselwerk. Dit hebben we hergebruikt van de bekisting.



figuur 4.2.2 Ondergronds metselwerk

Stap 6:

Vloerbalken op het ondergronds metselwerk leggen met vurenhoutenbalken. Normaal gesproken zou je de vloerbalken steunen op de fundering van beide kanten van het huis, maar daar waren wij niet toe in staat omdat we maar één fundering maakten. Om dit op te lossen hebben we panlatten aan de vloerbalken geschroefd zodat ze daarop konden steunen. Het bouwwerk is natuurlijk niet op grote schaal, daarom moest het probleem zo opgelost worden. Deze vloerbalken hebben we natuurlijk ook waterpas gelegd, zodat de vloer ook waterpas werd.



figuur 4.2.3 Stabiliseren vloerbalken

Stap 7:

De vloerbalken hebben we aan elkaar vast gemaakt zodat ze niet meer omvielen. Dit hebben we ook gedaan door middel van panlatten. Ook zijn de afstanden hierdoor goed afgemeten op 40 cm. Daarnaast hebben we in deze stap het ondergronds metselwerk en de kopsen van de vloerbalken geïsoleerd met een kantplaat die reeds geïsoleerd was. Hierbij zijn geen problemen voorgekomen.



figuur 4.2.4 Vloerbalken en isolatie op ondergronds metselwerk

Stap 8:

Met deze stap hebben we de vloer geïsoleerd. Hierbij kwamen de panlatten, die erop zaten, van pas. Hier kon de isolatie makkelijk op liggen. We hebben de juiste isolatie, omdat alleen met dit isolatiemateriaal de benodigde waarde werd gehaald voor het bouwbesluit. Dit isolatiemateriaal is steenwol. We hadden in eerste instantie XPS willen gebruiken, maar dit was niet mogelijk.



figuur 4.2.5 Vloerbalken met isolatie

Stap 9:

Dit is de laatste stap van maandag. We hebben de vloer afgemaakt door folie en een OSB-plaat op de vloerbalken te bevestigen. Jammer genoeg hebben we de verkeerde folie gebruikt, we hebben namelijk vocht open folie aan de warme kant van de vloer gedaan i.p.v. aan de koude kant. Ook zijn we vergeten folie aan de koude kant te doen. Deze fouten lossen we op dinsdag allemaal op.



figuur 4.2.5 Damp-open folie warme kant, vloer en onderste ligger

4.3 Evaluatie dinsdag 5 november 2019

Stap 10:

Op maandag hadden we twee fouten gemaakt dus begonnen we dinsdag met het goedmaken van deze fouten.

- Fout 1: Het damp-open folie op de warme kant van de vloer. Dit hebben we opgelost door de vloer weer uit elkaar te halen en de damp-open folie vervolgens aan de koude kant te bevestigen. We hebben het toen ook nog netjes gesneden op het juiste formaat met een Stanley mes. Hierna kon de isolatie daar weer op en was de vloer op de juiste manier bevestigd.



figuur 4.3.1 Verplaatsen open folie naar koude kant

Stap 11:

- Fout 2: Wij waren ook vergeten om vocht remmende folie in de vloer te maken. Deze folie hebben we, nadat we de damp-open folie hadden verplaatst, aan de warme kant van de vloer bevestigd. De dampremmende folie zit dus aan de bovenkant van de isolatie. Bovenop de dampremmende folie zit een OSB-plank die dient als vloer.

Deze hebben ook in deze stap opnieuw bevestigd aan de liggers.



figuur 4.3.2 Remmende folie warme kant, vloer en onderste ligger

Stap 12:

Deze stap hebben we niet verricht voor ons detail.

We hebben één van onze kantplanken afgestaan aan een ander groepje, omdat er niet voldoende bouwmaterialen aanwezig waren. Zelf hebben we de overgebleven kantplank doormidden gezaagd om deze vervolgens te gebruiken. Hierdoor hebben we twee op elkaar gestapelde halve kantplaten

Om de constructie toch stevig te houden hebben we een plank gebruikt om de kantplank te vervangen.



figuur 4.3.3 Halve isolatie platen en ondersteuning

Stap 13:

We gaan hier beginnen aan de gevel. De eerste stappen zijn de onderste ligger en de regels. De ligger hebben we gezaagd op 80 cm. Dit is net zo breed als het ondergrondse metselwerk. De onderste ligger zit bevestigd op de OSB-plaat die dient als vloer. De regels zijn 40 cm lang en zijn bevestigd op de ligger. De afstand tussen de regels is 35 cm. In de afbeelding hiernaast zie je het eindresultaat van deze stap.



figuur 4.3.4 Onderste ligger en regels

Stap 14:

De volgende stap is het plaatsen van de bovenste ligger. Deze is, net zoals de onderste ligger, ook 80 cm lang. De ligger zit doormiddel van schroeven vast aan de regels. Bij deze stap was het vooral van belang dat alle hoeken recht waren. Om dit goed te doen hebben we een winkelhaak gebruikt, zodat de hoek precies 90 graden was. Hiermee was het houtenskelet af.



figuur 4.3.5 Bovenste ligger

Stap 15:

Nadat we het skelet af hadden, hebben we het dampopen folie aan de koude kant van de gevel geplaatst. Hierbij hebben we extra opgelet zodat we niet dezelfde fout maken als bij de vloer gebeurde. Deze folie hebben we bevestigd door panlatten ertegenaan te schroeven. We hebben dit zo gedaan omdat er geen nietjes meer beschikbaar waren. De panlatten hadden ook nog als extra functie dat de houten gevelbekleding eraan vast kon worden gemaakt. Het figuur hiernaast laat het eindresultaat zien.



figuur 4.3.6 Damp-open folie koude kant

Stap 16:

Nu de folie geplaatst is, kunnen we de gevel isoleren. Hierin zitten isolatievlakken van 35 bij 40 cm en een breedte die gelijk is aan het houtenskelet. We hebben hier wel een fout bij gemaakt. We hebben de gevel geïsoleerd met de verkeerde isolatie, namelijk steenwol in plaats van glaswol. Het gevolg hiervan is dat de gevel een warmteweerstand heeft die niet voldoet aan het bouwbesluit. Hier kwamen we pas achter toen we alles al af hadden, waardoor we dit niet meer hebben kunnen veranderen.



figuur 4.3.7 Geïsoleerde gevel met verkeerde isolatiemateriaal

Stap 17:

Als gevelbekleding hebben we gekozen voor horizontale planken die elkaar aan de bovenkant overlappen. We hebben hiervoor gekozen, omdat de regen die tegen de gevel aan slaat zo niet de muur in kan komen. Het water zal namelijk over de planken heen druppen en op de grond vallen. In het figuur zie je dit, alleen de planken lopen niet aan de bovenkant door. Dit komt omdat dit niet meer op het houtskelet paste. Als het houtskelet hoger was geweest, dan hadden de planken ook doorgelopen.



figuur 4.3.8 Gevelbekleding

Stap 18:

De gevel is geïsoleerd en we zijn klaar voor de laatste stap. Het plaatsen van de damp-remmende folie aan de warme kant van de gevel plaatsen en tenslotte de afwerking aan de binnenkant van de gevel. In het figuur zie je dat de folie groter gesneden was dan de daadwerkelijk oppervlakte. Dit hebben we, na de plaatsing van de OSB-platen, met een Stanley mes weggesneden. De OSB-platen had oorspronkelijk een hele plaat moeten zijn, maar door een tekort aan materialen waren we niet in staat om dat te gebruiken. De OSB-platen zijn op de liggers bevestigd met behulp van schroeven.



figuur 4.3.9 Remmende folie warme kant en OSB-afwerking

4.4 Bijstelling

Gipsplaten:

In ons uitvoeringsplan hadden wij gipsplaten voor de afwerking van de binnenmuur. Bij aankomst op de bouwplaats bleek dit materiaal niet aanwezig te zijn. Wij hebben toen gekozen voor OSB-hout voor de binnen afwerking van de muur zoals u kunt zien op figuur 4.4.1



Figuur 4.4.1 OSB-afwerking i.p.v. gipsplaten

Steenwol:

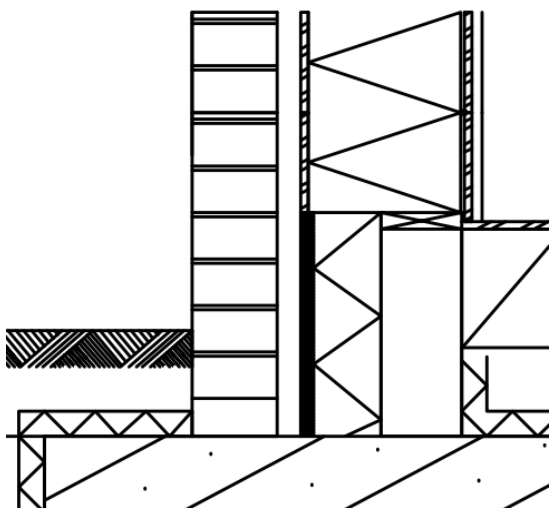
In het uitvoeringsplan dat wij hebben opgesteld, hadden wij steenwol als isolatie materiaal voor de vloer en de muur. Met de steenwol hebben wij de minimale Rc-waarde volgens het bouwbesluit behaald. Het bouwbesluit eist een Rc-waarde van minimaal 3,5, en daar hebben wij aan voldaan. Voor de buitenmuren staat er in het bouwbesluit dat deze constructie minimaal een Rc-waarde van 4,5 moet hebben. Dit is in onze uitvoering echter niet behaald door het toepassen van steenwol. Wij hadden eigenlijk glaswol moeten toepassen om de Rc-waarde van 4,5 te halen. Op figuur 4.4.2 is goed te zien dat wij dezelfde isolatie voor de gevel en de vloer hebben gebruikt.



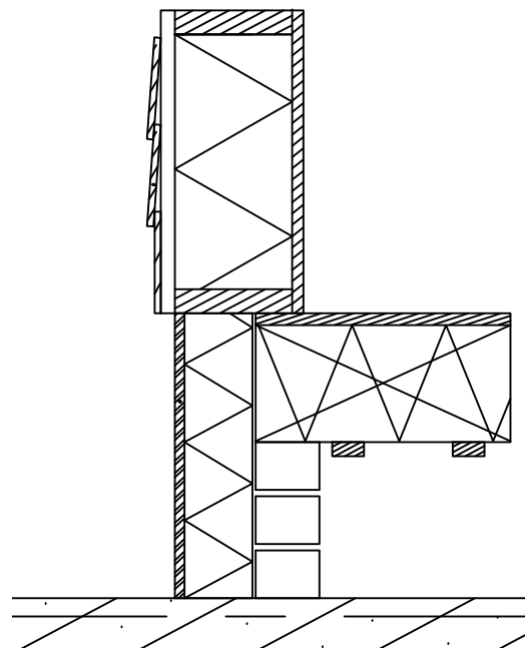
figuur 4.4.2 Goede isolatie vloer, verkeerde isolatie gevel

Gevelbekleding:

In de eerste dagen van ons project hebben wij gezamenlijk gekozen voor een gevelbekleding van donkere bakstenen. Hier hebben wij voor gekozen omdat die naar onze mening het best aansloot op het beeldkwaliteitsplan van de wijk Reitdiep. Bij het laten zien van ons detail en uitvoeringsplan zijn wij er op aan gesproken dat wij geen bakstenen mogen gebruiken, omdat we dan een dubbele schil zouden creëren. Dit was niet de bedoeling omdat het dan een spouwmuur zou worden. Wij hebben ons detail en uitvoeringsplan hierop aangepast. Hier onder ziet u het verschil tussen de twee details en wat wij hebben aangepast.



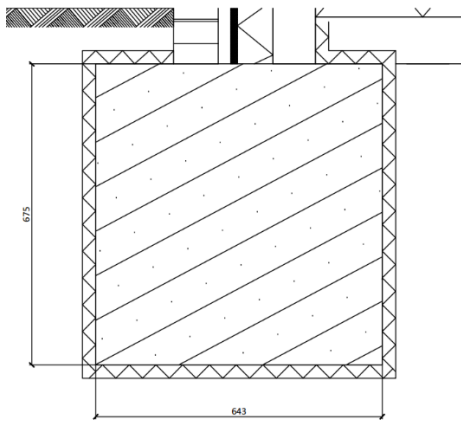
Figuur 4.4.3 Bakstenen gevelbekleding



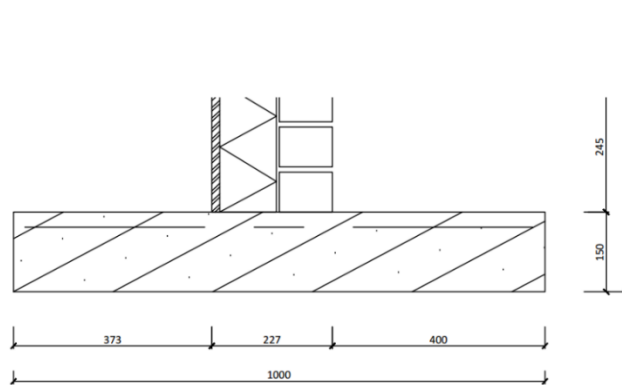
figuur 4.4.4 Houten gevelbekleding

Fundering:

Tijdens ons materiaalonderzoek hebben wij samen besloten om een strokenfundering te maken. Dit hebben wij gedaan omdat het in de eerste PowerPoint werd gezegd. Toen we ons uitvoeringsplan lieten nakijken werd er ons gezegd dat we een platenfundering moesten maken en hier hebben we ons detail dan ook op aangepast. Verder hebben we in ons eerste detail de fundering geïsoleerd, ook dit hebben we aangepast. In het tweede detail hebben we namelijk geen isolatie rondom de fundering omdat dit niet nodig was. Aangezien we de vloer en het ondergronds metselwerk al hadden geïsoleerd. Daarnaast zit de fundering normaal gesproken ook 80cm onder het maaiveld. Hier heeft de grond al een redelijk constante temperatuur waardoor het isoleren van de fundering overbodig wordt.

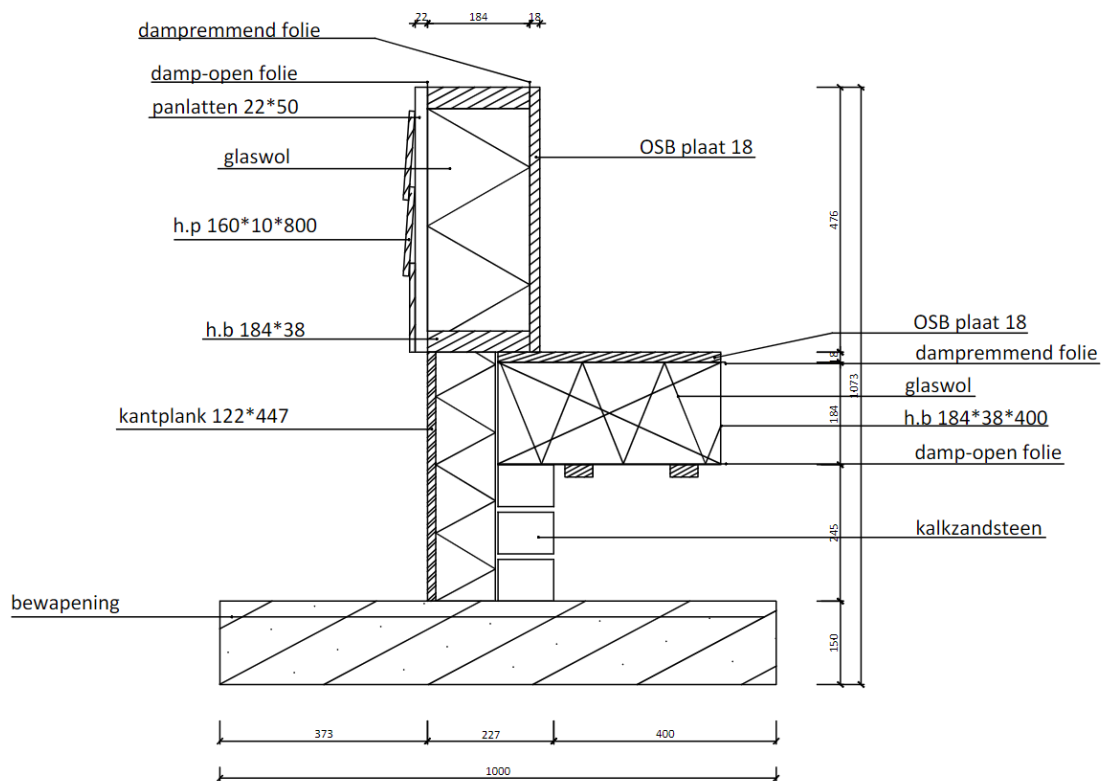


Figuur 4.4.5 Funderingsstrook



figuur 4.4.6 Funderingsplaat

Na de aangegeven bijstellingen, zou het volgende detailleringstekening wel voldoen:



Figuur 4.4.7 Nieuwe detailleringstekening

5. CONCLUSIE

In dit onderzoek hebben wij onderzocht hoe een HSB-constructie met een fundering gerealiseerd kan worden. Na drie dagen research te hebben gedaan was de opdracht om de bevindingen toe te passen in de praktijk.

Het uitgevoerde onderzoek bevat zowel kwalitatieve als kwantitatieve eigenschappen. Dat dit onderzoek kwalitatief is, blijkt vooral uit de vele berekeningen die toegepast zijn op verschillende materialen om een aanbeveling te kunnen doen over welke materialen geschikt zijn voor deze constructie. De kwantitatieve kant van dit onderzoek is vooral te vinden in het toewerken naar de uitvoering van het project. Dit valt te zien in de research die nodig was naar de hoeveelheid materialen die nodig waren om aan de wettelijk vastgelegde minimum R_c -waarden te kunnen voldoen.

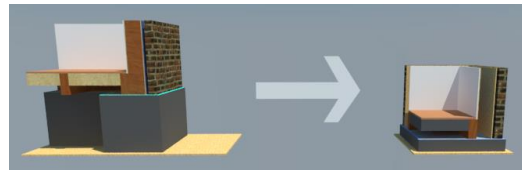
Om een juiste aanbeveling te kunnen doen voor de materialen van dit onderzoek stonden de eerste twee à drie dagen in het teken van onderzoek naar verschillende bouwmaterialen en de reglementen waaraan de constructie moest voldoen.

Om de constructie aan het bouwbesluit, het bestemmingsplan en de welstandseisen in de welstandsnota te laten voldoen, was het belangrijk dat de constructie van baksteen gemaakt zou worden.

Om een duidelijk beeld te verkrijgen het te maken product, was het nodig om een driedimensionale SketchUp tekening en een tweedimensionale detailtekening te maken. Na het materiaalonderzoek volgde een presentatie om een aanbeveling te kunnen doen:

- Voor de gevel moest een HSB-constructie van vurenhout met daartussen een steenwollen isolatie worden geplaatst. De isolatie moest worden afgedicht met OSB-platen aan beide kanten van de HSB-constructie. Tegen deze OSB-wanden moest een dampdoorlatende folie komen aan de kant van de buitenmuur en een damp-remmende folie aan de kant van de binnenmuur. Tegen de OSB-plaat met de dampdoorlatende folie moest een open stuk worden geplaatst wat zou moeten fungeren als spouw en tegen de spouw moest een bakstenen muur worden gemetseld. Aan de binnenzijde moest tegen de OSB-plaat een gipsmuur worden bevestigd.
- Voor de fundering moest een bekisting worden gemaakt met een bewapening erin. Vervolgens moest de bekisting worden volgestort met beton. Op de fundering moesten vurenhouten balken komen met XPS-isolatie ertussen wat werd afgedicht met een multiplex vloer.

De volgende dag diende het geschreven uitvoeringsplan aan de docenten te worden laten zien. Deze bleek helaas niet goed te zijn en diende aangepast te worden. De balkenfundering moest aangepast worden tot een strokenfundering waarna er pas gebouwd kon worden.



Figuur 5.1 Verbetering constructie na realisatie dag één

De volgende dag diende opnieuw een uitvoeringsplan ingeleverd te worden bij de docenten, welke ook afgekeurd werd. Deze keer moest de hoekconstructie worden veranderd in een rechte muur, de bakstenen muur worden veranderd in een muur van hout en een nieuwe detailtekening worden gemaakt. Na toestemming kon opnieuw buiten worden gebouwd en kon de vloer worden geconstrueerd.

De laatste dag was het uitvoeringsplan vrijwel gelijk goed en kon gelijk de HSB-constructie worden afgemaakt.

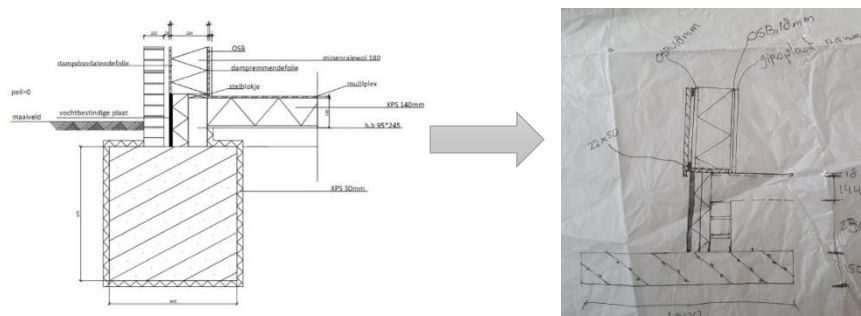


Figuur 5.2 Verbetering constructie na realisatie dag twee

Uit ons onderzoek hebben wij gemerkt dat wanneer wij onszelf continu verbeteren, we flexibel omgaan met tips die wij krijgen en telkens opnieuw beginnen met rekenen en ontwerpen, dat uiteindelijk tot een mooi resultaat leidt. Dit kwam volledig overeen met datgene wat wij bij O&O hebben geleerd. Het heeft ons een resultaat opgeleverd waar wij erg trots op zijn.



Figuur 5.3 Weergave SketchUp van begin tot eind



Figuur 5.4 Weergave detailtekening van begin tot eind

BIBLIOGRAFIE

- SketchUp pro versie 2016 + expansion packs
- Colleges M&O, T&C en O&O
- (airflex.nl, sd)
- (blauwplaat.nl, sd)
- (bouwmaterialenkopen.com, sd)
- (bouwonderwijs.net, sd)
- (dbabetonstaal.nl, sd)
- (delaroyepsdesign.nl, sd)
- (ekbouwadvies.nl, sd)
- (eppinga.nl, sd)
- (gamma.nl, sd)
- (Gemeente-Groningen, 2018)
- (gevelbekleding-info.nl, sd)
- (gipsprofi.nl, sd)
- (houtinfo.nl, sd)
- (Isobouw.nl, sd)
- (isolatie-info.nl, sd)
- (isolatie-info.nl, sd)
- (isolatiemateriaal.nl)
- (isolatiemateriaal.nl, sd)
- (isolatiemateriaal.nl, sd)
- (isolatiemateriaal.nl, sd)
- (isolatiemateriaal.nl, sd)
- (knaufisulation.nl, sd)
- (kunststofbouw materiaal.nl, sd)
- (lsgi.nl, sd)
- (nbd-online.nl, sd)
- (scanabouw.nl, sd)
- (takkenkamp-isolatie.nl, sd)
- (vandebuntisolatietechniek.nl, sd)
- (Vandenbergh, sd)
- (Vree, houtsoortenkeuze en toepassingen, 2009)
- (Vree, osb, sd)
- (Vree, R-waarde, sd)