



Smart circulair Bouw OntwerpChallenge 2025

Circulair en biobased ontwerp

Auteurs: Jelle van Der Bogt, Justin Boot

Titel: Circulair en biobased ontwerp

Datum: 28-05-2025



© 2025 Bouwkundeteam SMARTCirculair

Alle rechten voorbehouden.

Dit onderzoek, inclusief de bijbehorende bijlage bevat vertrouwelijke informatie. Niets uit dit onderzoek noch de bijlage mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteurs. Tevens is het niet toegestaan om het onderzoek noch de bijlage aan derden beschikbaar te stellen.



Colofon

Kandidaten

<i>Naam:</i>	<i>Studentnummer:</i>	<i>Mailadres:</i>
Justin Boot	410000826	410000826@st.roc.a12.nl
Jelle v.d. Bogt	410003627	410003627@st.roc.a12.nl
Thom Schoemaker	410002225	410002225@st.roc.a12.nl

Commissie

Niels Lewis	Schoolbegeleider
Yannick Trubendorffer	Schoolbegeleider
Johan v.d. Made	Schoolbegeleider
Martina Prokop	Gemeente Ede
Tanja Nolten	Programma manager SMARTCirculair

Onderzoek

Titel:	Circulair en biobased ontwerp
Instelling:	Technova College Ede, afdeling bouwkunde, opleiding middenkaderfunctionaris bouw
Periode:	November 2024 – Mei 2025
Locatie:	Technova College Ede, ROC A12

Contactadressen

Technova College Ede
Afd. Bouwkunde
Opleiding: Middenkaderfunctionaris Bouw
6717 XA Ede
Postbus 82



Inleiding

Voor u ligt het verslag over de materiaalkeuzes binnen de transformatie van een bestaand kantoorpand naar appartementen. In dit project is er bewust gekozen om verder te kijken dan de standaard bouwmaterialen. We richten ons op circulair bouwen en het toepassen van biobased alternatieven waar mogelijk.

De uitbreiding van het pand en de vervanging van bestaande materialen vormen hierbij een belangrijke uitdaging. Dit verslag onderzoekt welke materialen hergebruikt kunnen worden, welke onderdelen vervangen moeten worden, en hoe dit op een duurzame en toekomstbestendige manier kan gebeuren.

Dit onderzoek draagt bij aan een bewustere omgang met grondstoffen binnen de bouw, waarin circulariteit en biobased bouwen niet langer een uitzondering zijn, maar de norm.



Inhoudsopgave

1.	Puinggranulaat.....	7
2.	Raster	8
	2.1 Conclusie:.....	8
	2.2 voordelen.....	9
	2.3 detaillering raster	10
3.	Lamellen in het raster	12
4.	Begane grondvloer	13
	4.1 Huidige situatie	13
	4.2 opties	13
	4.3 Conclusie:.....	14
5.	Bestaande verdiepingsvloeren	15
	5.1 Huidige situatie	15
	5.2 Conclusie.....	15
6.	Buitenblad	16
	6.1 Huidige situatie	16
	6.2 Opties:	16
	6.3 Nadelen per optie	16
	6.4 Natuurvriendelijke alternatieven.....	16
	6.5 Definitieve keuze buitenblad	17
	6.6 Detaillering dakvloer	18
7.	Gevel	19
	7.1 opties.....	19
	7.3 Definitieve keuze gevel.....	21
8.	Kozijnen	22
	8.1 opties.....	22
	8.2 Conclusie.....	23
9.	Dak	24
	9.1 Huidige situatie	24
	9.2 opties	24
	9.3 Conclusie.....	24
	9.4 Optoppen en aanbouwen.....	25
	9.5 PREFAB	25
	9.6 detaillering tiny house op dakvloer.....	26
10.	Binnenwanden (woningscheidend).....	27
	10.2 De andere optie	27



10.3 voordelen.....	27
10.4 Nadelen:	28
10.5 Detaillering vloer op Faay wand.....	28
11. Lateien	29
11.2 Voordelen	29
.....	29
11.3 Nadelen.....	29
12. Bouwplaatsinrichting.....	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
13. Bronvermelding.....	31



1. Puingranulaat

Aan de achterzijde van het gebouw wordt een uitbouw geplaatst. Het gat dat veroorzaakt wordt door de verbinding van huidige gebouw naar uitbouw veroorzaakt veel puin. Dit puin wordt hergebruikt door downcycling. Het puin wordt verbrijzeld en over de bouwplaats verstrooit om een puinbed te maken.





2. Raster

Een houten raster rondom een gebouw kan dienen als een multifunctionele oplossing voor zowel geluidsreductie als constructieve ondersteuning van optopwoningen. Dit raster functioneert als een geluidsscherm tegen het lawaai van de Galvanistraat en biedt tegelijkertijd een stevige draagstructuur voor extra woonlagen.

Belangrijke kenmerken:

- **Geluidswerend:** Het raster kan worden gevuld met geluidsabsorberende materialen of ontworpen met specifieke lamelrichtingen om geluidsgolven te breken, zie geluidsrapport.
- **Constructieve functie:** Het dient aan elke zijde als dragende structuur voor optopwoningen, waardoor de belasting op de bestaande constructie wordt geminimaliseerd.
- **Duurzaam materiaal:** Hout is een milieuvriendelijke keuze die de ecologische impact van de uitbreiding beperkt en co2 opsluit.
- **Esthetisch en functioneel:** Het raster kan bijdragen aan de architectonische uitstraling en mogelijk ook fungeren als drager voor groenvoorzieningen, zoals klimplanten.

2.1 Conclusie:

Er wordt een raster gemaakt om zoveel mogelijk geluid te reduceren door geluidswerende elementen te gebruiken, in deze situatie glas. Glas op een bepaalde hoek te plaatsen. Dit raster heeft een constructieve functie voor de optopwoningen. In het kader van opschaalbaarheid is dit een belangrijk element. Vaak zijn gebouwen niet sterk genoeg om een extra laag te kunnen realiseren. In combinatie met geluidsoverlast is dit een betaalbare oplossing om op 3 punten meerwaarde te creëren op een gebouw te boeken. Constructief, geluid reducerend en esthetisch.

Er zijn verschillende materialen onderzocht om een zo compleet mogelijke vergelijking te kunnen maken. Uiteindelijk zijn we bij Azobé hout en thermisch gemodificeerd gelamineerd hout vanwege eigenschappen in verschillende weersomstandigheden en de levensduur.

Er is voor Azobé (tropisch hardhout) gekozen n.a.v. een gesprek met Grootlemmer, een aannemer die gespecialiseerd is in het bouwen van houten steigers, vlonders en houten galerijen.





2.2 voordelen

1. Uitzonderlijke hardheid en sterkte

- Azobé is een van de hardste houtsoorten ter wereld.
- Zeer geschikt voor zware belasting: brugdekken, sluisdeuren, spoorbielzen, damwanden, beschoeiingen.
- Moeilijk te bewerken, maar dat maakt het ook vrijwel onverwoestbaar.

2. Zeer duurzaam

- Levensduur van 25 tot 50 jaar of langer, zelfs zonder behandeling.
- Bestand tegen schimmels, insecten, en marine borer (houtaantastende organismen in zoutwater).
- Ideaal voor buitentoepassingen, zelfs onder water of in de grond.

3. Hoge weerstand tegen vocht

- Azobé zwelt nauwelijks op en werkt weinig, ondanks vochtbelasting.
- Daarom populair in natte milieus: waterbouw, funderingen, vlonders.

4. Geen chemische behandeling nodig

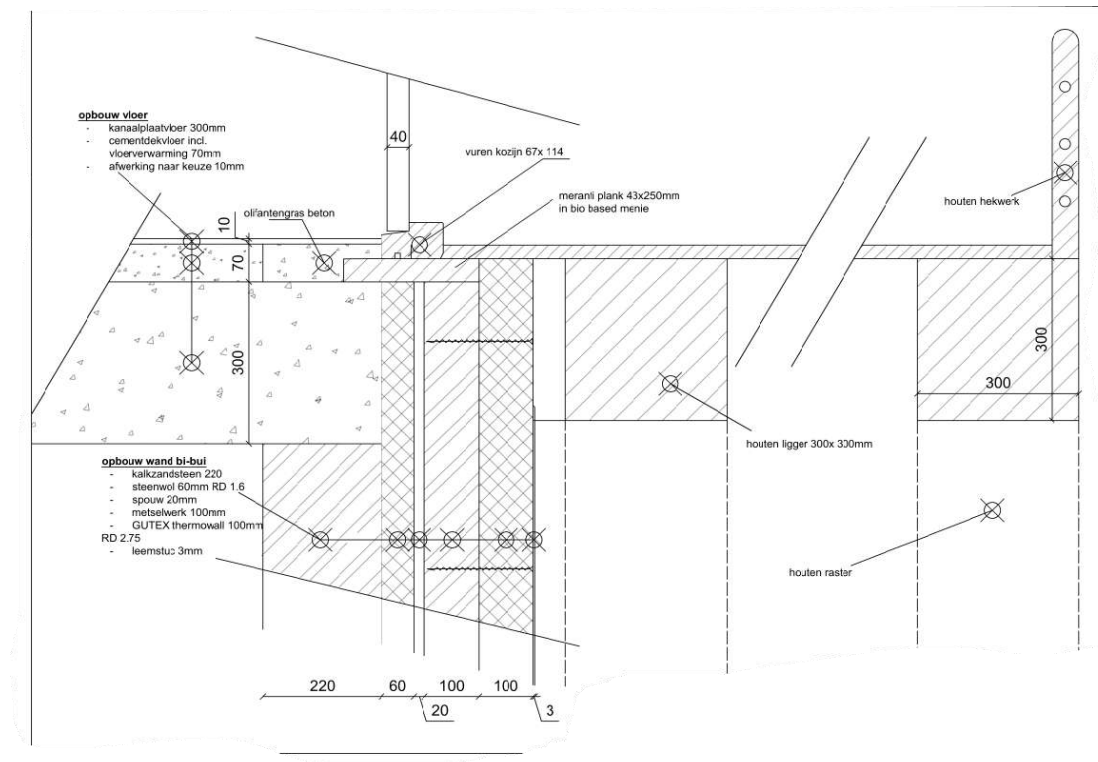
- Door zijn natuurlijke eigenschappen is impregneren meestal overbodig.
- Milieuvriendelijker bij juiste certificering (let op: bij voorkeur **FSC**-gecertificeerd).

5. Lange onderhoudsarme levensduur

- Hoewel het na verloop van tijd vergrijs, blijft het structureel sterk.
- Weinig tot geen onderhoud nodig als je de grijze uitstraling accepteert.



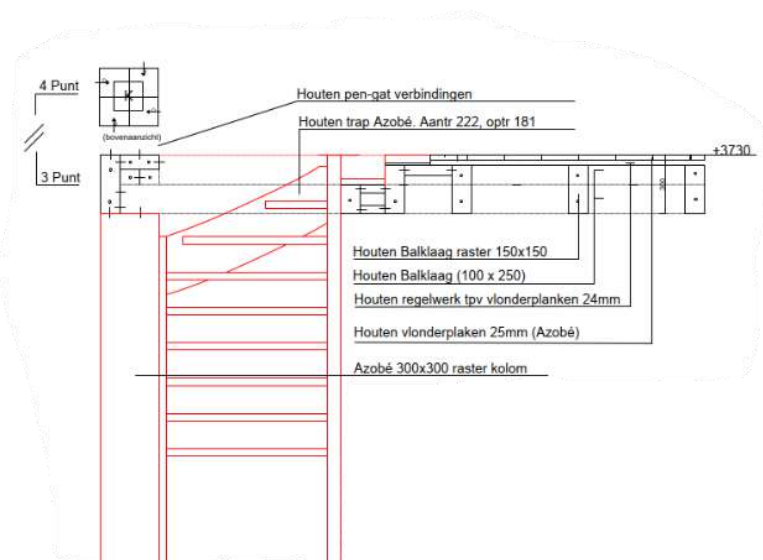
2.3 detaillering raster



Het bovenstaande detail laat de verbinding van het raster naar het bestaande gebouw zien. We hebben ervoor gekozen om het raster los van het gebouw te plaatsen om scheuring in het metselwerk te voorkomen. Het raster is een nieuw element dat naar verwachting nog zal zetten, terwijl het gebouw al jaren staat. Verder is er gekozen voor vlonderplanken over het raster om het beloopbaar te maken.

Het raster bestaat uit een volledige houtenconstructie. In deze constructie willen we zo min mogelijk arbeidsintensief werk verrichten, dit willen we hand in hand met een staal/ijzer/metaal loze verbindingen. Hier gaan we gebruik maken van pengat en deuvel verbindingen. Dit

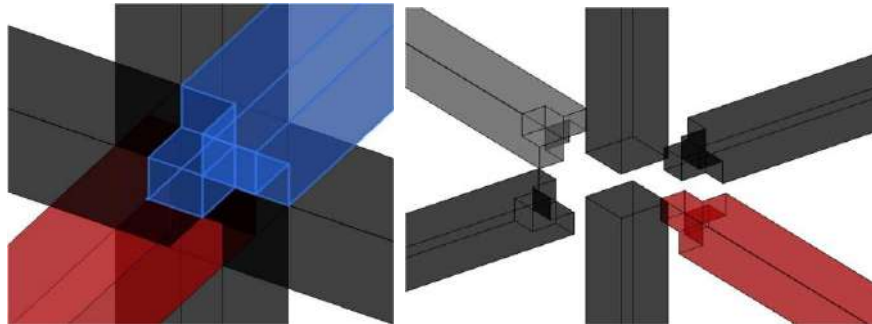
betekent dat er wel flink wat zaagwerk aan komt. het raster bestaat uit kolommen van 300x300mm waarvan de meerderheid van liggers deze maat ook zullen aanhouden. Op enkele plekken zijn de liggers opgedeeld in balken van 150x150mm om de vloer te kunnen opleggen.





Als eerst beginnen we met de aansluiting van de knoop.

Deze bestaan uit de balken van 300x300. Deze hebben twee uitgezagen stukken van 150. Een kant rechtsboven, waarna de andere linksonder (verschilt in aanzicht) Door deze verbinding is het eenvoudig de onderdelen vast te maken, deze kun je als het ware in elkaar schuiven. Door middel van pen gat/ deuvelfverbindingen betekent dit een sterke en vaste constructie. De balken bestaan allemaal uit azobé hout



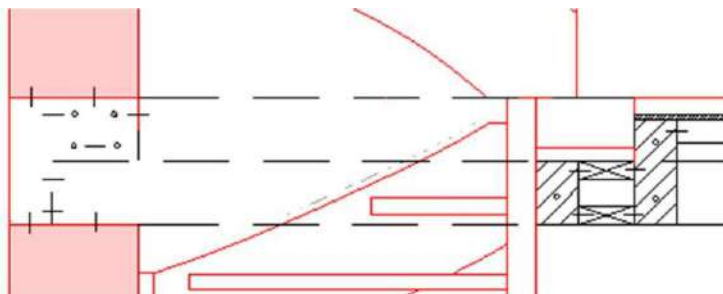
Trap

De trap is hier ook uit hout gefabriceerd. Deze wordt kant en klaar geleverd en word vervolgens op locatie gezet. Dit is een dubbelkwarts trap met een trede breedte van 825mm, optrede van 181mm en een aantrede van 222.

vanaf de begane grond tot de 1^e is deze trap 3730mm waarbij de rest van de verdiepingen 3500mm. van links naar rechts heeft deze trap een breedte van 4000mm wat qua kosten is berekend telt deze trap ca. 4.000,- per stuk. (3 gehele trappen totaal = ca. 12.000,-)

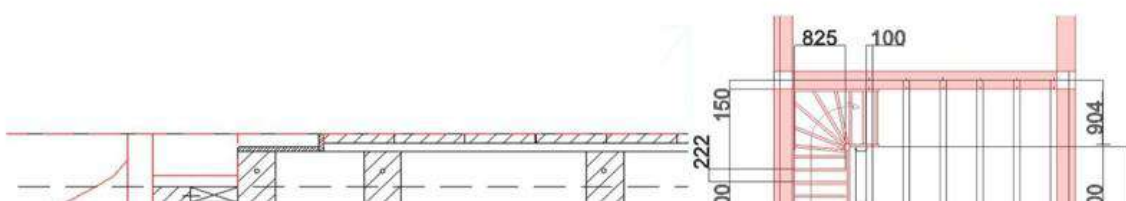
Vloer Wat betreft de vloer, deze heeft zoals eerder beschreven te maken met een bijzondere belasting. Het onderdeel moet op zijn minst de helft van de bewoners op kunnen vangen. Dit moet dus veilig en stevig uitgevoerd zijn. Hierbij worden de langs liggende balken opgedeeld in delen van 150x150mm.

Dit wordt als een trap geplaatst zodat de vloer hierop bevestigd kan worden.



Op deze liggers worden balken van 250x100mm gelegd als balklaag.

Deze wordt gezaagd in een T-vorm en kan dan in/op de langs liggende balken gelegd worden. hierdoor heeft de vloer een overspanning van 4 meter met aan beide kanten een oplegging van 150. Tot slot zit er nog 50mm verschil vanaf bovenkant balklaag, tot bovenkant liggers. Hier wordt vervolgens regelwerk, en vlinderplanken op getimmerd wat voor een totale dikte van 300 zorgt.





3. Lamellen in het raster

De lamellen zijn vervaardigd uit volledig glas en kunnen horizontaal gemonteerd worden in vaste of beweegbare opstelling. Dankzij maatwerk zijn ze aanpasbaar aan elk gevelontwerp. De horizontale plaatsing geeft een moderne, open uitstraling en maakt diverse standen mogelijk, afhankelijk van de gewenste functionaliteit.

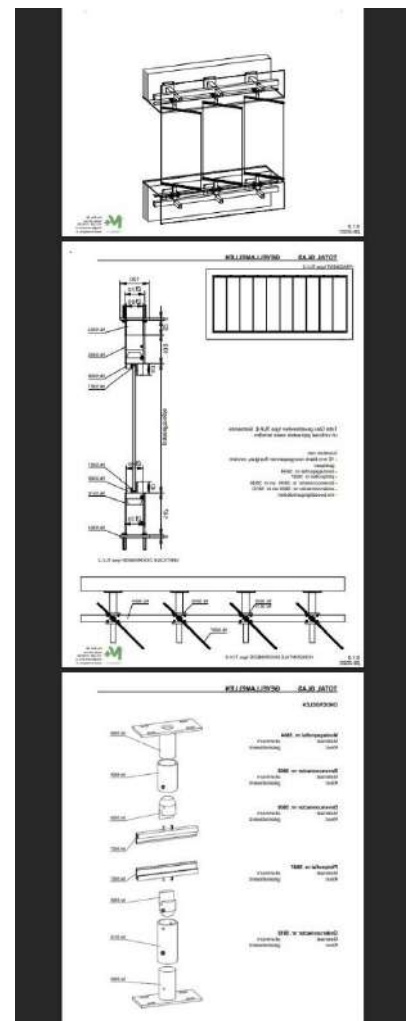
Voordelen

- **Transparantie:** Door het ontbreken van zware profielen blijft het gevelbeeld licht en visueel open.
- **Zonwering:** Bedrukte of gefolieerde lamellen reguleren zoninstraling terwijl het zicht naar buiten behouden blijft.
- **Geluidsreductie:** Wanneer de lamellen onder een bepaalde hoek worden geopend (30 tot 45 graden), ontstaat er een natuurlijke geluidsbarrière. Deze afgeschuinde stand weerkaatst en absorbeert (zie verslag geluid) een deel van het omgevingsgeluid. Met name van verkeer, waardoor de geluidsbelasting op achterliggende ruimtes afneemt.
- **Ventilatie & brandveiligheid:** Zelfs bij gesloten uitstraling blijft er meer dan 30% open oppervlak, voldoende voor rookafvoer en om compartimentering te voorkomen.
- **Onderhoud:** Glas is duurzaam en eenvoudig te reinigen, wat het systeem onderhoudsvriendelijk maakt.

Toepassing

verticale lamellen zijn toepasbaar in situaties waar natuurlijke ventilatie, daglichttoetreding en geluiddemping gewenst zijn. Denk aan galerijafsluitingen, kantoor- of woongevels langs drukke wegen, of als zon- en geluidsfILTER bij open gevels.

De keuze voor glas is noodzakelijk voor het open karakter. Er is onderzoek gedaan naar een alternatief voor glas, tot op heden is hier geen biobased oplossing voor. Het is wel mogelijk om glas te hergebruiken, wel door downcycling. De reden van het toepassen van de lamellen in deze situatie is te vinden in verslag geluid.





4. Begane grondvloer

4.1 Huidige situatie

De huidige begane grondvloer bestaat uit een betonnen vloer met een hoogte van 250 mm. De vloer is uitgevoerd volgens de 'vloer op zand'-methode en is geïsoleerd met een 80 mm dikke Tempex-isolatielaag, wat resulteert in een warmteweerstand (Rd-waarde) van 2,2 m²K/W.

4.2 opties

Optie 1: Isolatie vanaf boven met XPS isolatie en afwerking

Bij deze optie wordt de vloer vanaf boven geïsoleerd met drukvaste XPS-isolatie. Een laag van 50 mm XPS heeft een Rd-waarde van 2,4 m²K/W. Hierop dient een afwerklaag te worden aangebracht, zoals OSB of underlayment, gevolgd door een eindafwerking zoals PVC, laminaat of tapijt.

Nadelen:

- Vloerverwarming en -verkoeling zijn tegenwoordig vaak een eis, maar bij deze methode is het niet mogelijk om vloerverwarming toe te passen.

Optie 2: Isolatie met XPS, beton en vloerverwarming

Bij deze optie wordt de vloer eveneens vanaf boven geïsoleerd met een laag van 50 mm drukvaste XPS (Rd = 2,4). Vervolgens wordt een betonlaag gestort, waarop vloerverwarming kan worden aangebracht. Tot slot wordt een afwerkende dekvloer geplaatst.

Nadelen:

- Beton is een materiaal dat wordt gewonnen uit natuurlijke grondstoffen, en de productie ervan is belastend voor het milieu. Dit maakt deze optie minder duurzaam.



Nadelen:

- Stro vereist een goede bescherming tegen vocht om de levensduur en effectiviteit te waarborgen.
- De opbouwhoogte kan groter zijn dan bij traditionele isolatiemethoden, wat invloed kan hebben op de beschikbare ruimte.
- **Voordelen van Strobox-vloeren**
- **Duurzaamheid:** Stro is een hernieuwbare en milieuvriendelijke grondstof die bijdraagt aan een lagere ecologische voetafdruk. Het gebruik van stro als bouw materiaal ondersteunt circulair en biobased bouwen.
- **Isolatie:** Dankzij de uitstekende thermische en akoestische isolerende eigenschappen van stro wordt een comfortabel binnenklimaat gecreëerd. Dit kan leiden tot een aanzienlijke vermindering van de energiekosten.
- **Prefab constructie:** De panelen worden in een gecontroleerde omgeving geprefabriceerd, wat resulteert in een kortere bouw tijd op locatie en een verhoogde bouw kwaliteit en efficiëntie.

4.3 Conclusie:

De huidige vloer komt een droogvloersysteem met een WEM houtvezel montageplaat (zie afbeelding).

De uit/opbouw is een nieuwe situatie waar gebruik wordt gemaakt van strobox elementen en deze afwerken aan de buitenzijde met Fraké Noir.





5. Bestaande verdiepingsvloeren

5.1 Huidige situatie

De eerste, tweede en derde verdiepingsvloeren in de vleugels zijn constructief opgebouwd uit een betonnen kanaalplaatvloer met een dikte van 300 mm. Hierop is een betonnen druklaag van 50 mm aangebracht, met daarboven een dekvloer van 30 mm.

Op elke verdieping is een systeemplafond geïnstalleerd ter verbetering van de akoestiek en het verbergen van de benodigde installaties. De afstand van de bovenzijde van de constructieve vloer tot de onderzijde van het systeemplafond bedraagt 2700 mm. De afstand van de bovenzijde van de constructieve vloer tot de onderzijde van de onderliggende constructieve vloer bedraagt 3220 mm. Indien het systeemplafond wordt verwijderd, ontstaat op elke verdieping in de vleugels een vrije hoogte van 3220 mm, wat als relatief hoog kan worden beschouwd en mogelijkheden biedt voor herindeling en ruimtelijke optimalisatie.

5.2 Conclusie

De verdiepingsvloeren blijven in de huidige staat behouden, aangezien zij constructief zeer sterk zijn en naar verwachting nog meer dan een eeuw meegaan.

Net als de begane grondvloer wordt ook op de verdiepingsvloeren gebruik gemaakt door de WEM houtvezel montageplaat.

Verder wordt het plafond plaatselijk verlaagd per appartement om het leidingwerk buiten zicht te houden. We hebben gekozen voor

Aangezien het verwijderen van het systeemplafond niet bijdraagt aan circulariteit, is het voornemen om de plafondpanelen via een bouwmarktplaats een tweede leven te geven. Dit zal gebeuren via het platform **Insert Marktplaats**, waarmee niet alleen hergebruik wordt gestimuleerd, maar mogelijk ook financiële voordelen kunnen worden gerealiseerd.





6. Buitenblad

6.1 Huidige situatie

Vanwege de transformatie willen we de isolatiewaarde van het pand verhogen, deze voldoet niet aan de door bouwbesluit geëiste waarde. Hier hebben we verschillende opties voor uitgewerkt en gekeken welke het beste bij dit gebouw aansloot.

Isolatie

Huidig: 60mm steenwol in de spouw tegen binnenblad.

6.2 Opties:

- steenwol laten zitten en spouw opvullen met spouwisolatie
- steenwol weghalen en spouw vullen met spouwisolatie
- buitenblad wegslopen, isofort bevestigen aan binnenblad en houten afwerking.
- Voorzetwanden van binnenuit en opvullen met isolatie
- Voorzetgevel op de bestaande gevel (Gutex Thermowall)

6.3 Nadelen per optie

1. Lage isolatiewaarde.
2. Lage isolatie waarde en de vraag hoe steenwol circulair te hergebruiken.
3. Wat te doen met buitenblad (veel kalk in stenen) en hoe isofort bevestigen.
4. De wanden komen meer naar binnen (alle vensterbanken eruit) en minder vierkante meters.
5. Daglichttoetreding wordt minder. Bevestigingen op binnenblad.

6.4 Natuurvriendelijke alternatieven.

1. Cellulose, houtvezel.
2. Cellulose, houtvezel.
3. Isofort.
4. Isovlas, hennep, glaswol uit de spouwmuur, cellulose, houtvezel, grasvezel, katoen.
5. GUTEX Thermowall





6.5 Definitieve keuze buitenblad

Er is bewust voor gekozen om de bestaande buitenmuur te behouden. Ter verbetering van de isolatiewaarde wordt tegen het bestaande metselwerk GUTEX Thermowall toegepast. Deze houtvezelisolatieplaat wordt vervolgens voorzien van een stuclaag, die zowel de waterdichting verzorgt als een esthetisch verzorgde afwerking biedt.

De oorspronkelijke spouw wordt volledig opgevuld met cellulose-isolatie. Een luchtspouw met circulerende lucht achter de isolatie is namelijk nadelig voor de Rc-waarde. Door deze ruimte volledig te vullen met cellulose wordt de isolerende werking geoptimaliseerd.

Na uitvoering van deze maatregelen wordt een Rc-waarde van $5,10 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ bereikt. Dit ligt ruim boven de minimaal vereiste waarde van $4,70 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$. Het vermijden van bewegende lucht achter de isolatie draagt bij aan de thermische prestaties van de gevelconstructie.

Zie onderstaande foto's voor een visuele toelichting op de opbouw en toegepaste materialen.

GUTEX Thermowall is een bepleisterbare houtvezelisolatieplaat, ontworpen voor gebruik in het GUTEX buitengevelisolatiesysteem (ETICS). De platen zijn beschikbaar in diktes variërend Met een warmtegeleidingscoëfficiënt van $\lambda D = 0,040 \text{ W}/\text{mK}$ bieden ze uitstekende thermische isolatie. GUTEX Thermowall verbetert ook de geluidsisolatie en is stootvast. De platen zijn dampopen en vochtregulerend, wat bijdraagt aan een gezond binnenklimaat. Ze zijn vervaardigd uit duurzaam hout en zijn recyclebaar. GUTEX Thermowall wordt geproduceerd in Duitsland.

GUTEX met leemstuc

Buitenwand
aangemaakt op 13.5.2025

Thermische isolatie

$R_c = 5,10 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$

Bouwbesluit 2015*: $R_c > \text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$

zeer goed

Vochtbescherming

Geen condensatiewater

slecht

zeer goed

Hittebescherming

Temperatuur amplitude demping: >100

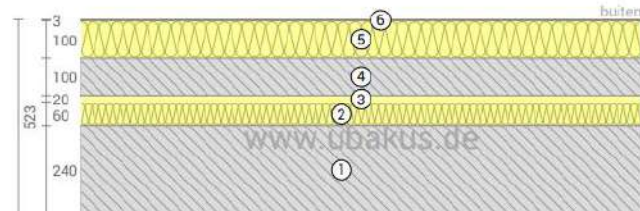
Faseverschuiving: niet relevant

Warmtecapaciteit binnen: $465 \text{ kJ}/\text{m}^2\cdot\text{K}$

slecht

zeer goed

slecht



① Kalkzandsteen (240 mm)

② Steenwol (60 mm)

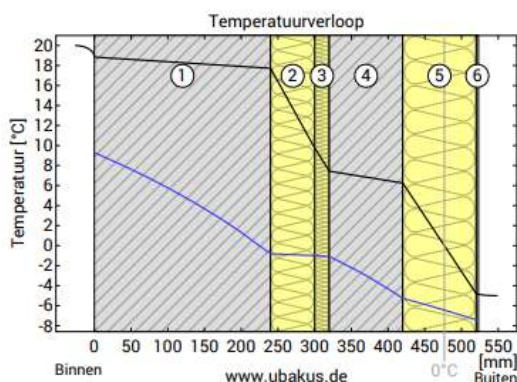
③ Cellulose (20 mm)

④ Hochlochziegel A+B 1000 kg/m³ (100 mm)

⑤ GUTEX Thermowall (100 mm)

⑥ Leempleister (3 mm)

Temperatuurverloop



— Temperatur
— Dauwpunt

① Kalkzandsteen (240 mm)

② Steenwol (60 mm)

③ Cellulose (20 mm)

④ Hochlochziegel A+B 1000 kg/m³ (100 mm)

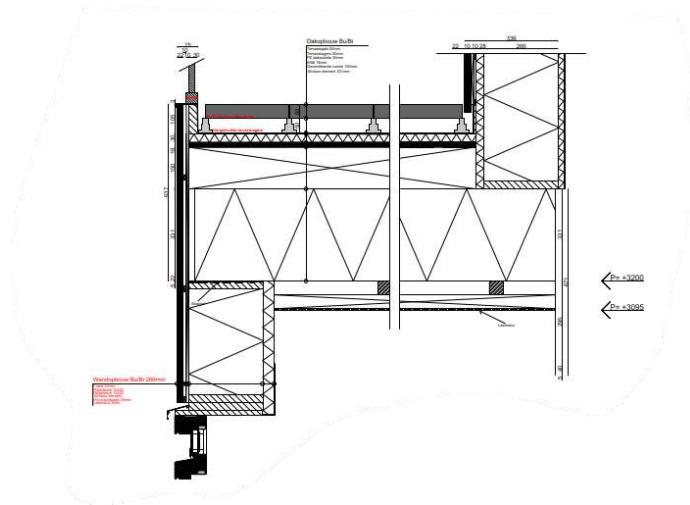
⑤ GUTEX Thermowall (100 mm)

⑥ Leempleister (3 mm)



6.6 Detaillering dakvloer

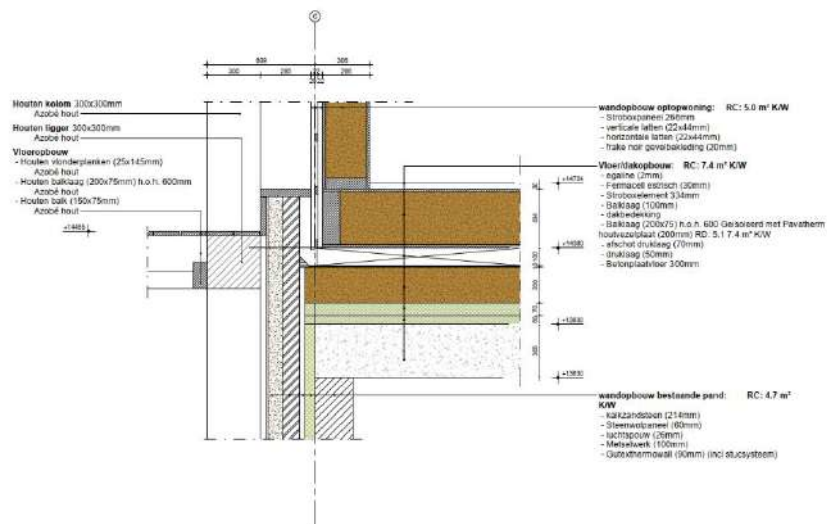
In het detail wordt toegelicht hoe de aanbouwen aan de achterzijde van het bestaande kantoorgebouw worden gerealiseerd. Voor de constructie maken we gebruik van prefab strobox-elementen. Deze opbouw bestaat, van buiten naar binnen, uit: Fraké-hout, regelwerk, het strobox-element, een houtvezel leemplaat en een afwerking met leemstuc.



Het strobox-element is dampopen, wat bijdraagt aan een gezond binnenklimaat. Om installaties netjes weg te werken, worden verlaagde plafonds geplaatst waarin de leidingen worden verwerkt.

Voor het dakterras maken we gebruik van hergebruikte tegeldragers met daarop 30x30 cm hergebruikte tegels, die reeds op het kavel aanwezig zijn. De balustrade wordt eveneens uitgevoerd in Fraké-hout, zodat deze naadloos aansluit op de gevel en bijdraagt aan een samenhangend geheel.

De vloer wordt voorzien van ingefreesde vloerverwarming, wat zorgt voor een aangenaam en comfortabel binnenklimaat in alle ruimtes.



Dit detail toont de aansluiting van de dakvloer met daarop de Strobox-woning en het houten raster aan de straatzijde. De Strobox-module is gepositioneerd op de bestaande dakvloer en vormt een optopwoning. Aan de dakrand is een houten raster bevestigd dat fungeert als balkon.



7. Gevel

Waar op het bestaande gebouw GUTEX Thermowall wordt toegepast, is er voor de optoplaag en de uitbouw voor een andere oplossing gekozen. Esthetisch is er gekozen om een houtachtige uitstraling te gebruiken. Hieronder staan de verschillende keuzes die aansluiten bij deze criteria.



7.1 opties

1. Accoya Accoya is geacetyleerd snelgroeiend hout dat bekendstaat om zijn duurzaamheid en vormstabiliteit. Het hout ondergaat een modificatieproces waardoor het vergelijkbare eigenschappen krijgt als tropisch hardhout. Accoya is onderhoudsarm en geschikt voor diverse buitentoepassingen, waaronder gevelbekleding.

<https://www.mnext.nl/projecten/demowand-biobased-gevelbekleding/>

2. Bamboo X-treme

Deze massieve planken zijn gemaakt van geperste en thermisch gemodificeerde bamboestrips. Bamboe is een snel hernieuwbare grondstof die na oogst niet tot ontbossing leidt, omdat de plant blijft groeien. Bamboo X-treme heeft een hoge duurzaamheid en stabiliteit, wat het geschikt voor gevelbekleding.



<https://www.mnext.nl/projecten/demowand-biobased-gevelbekleding/>

3. Nabasco 8010

Nabasco 8010 is een biocomposiet vervaardigd uit natuurlijke vezels, zoals riet, vlas of hennep, gecombineerd met biohars. Dit materiaal heeft een lage CO₂-voetafdruk en is geschikt voor geveltoepassingen. Het is duurzaam, onderhoudsvrij en volledig recyclebaar.



https://nabasco.nl/?srsId=AfmBOoqIHjE4khFEW0a0CaUNWgrlyLFuK0eXuP6JTIwxHKK_IbFclsHg&utm_

4. NEOLIFE

NEOLIFE biedt biobased gevelbekledingssystemen gemaakt van natuurlijk houtcomposiet met minimale kunststofinhoud. Deze materialen zijn beschermd met lignine, een stof uit het hout zelf, waardoor ze onderhoudsvrij en circulair zijn. Ze combineren een lange levensduur met een luxe uitstraling.



https://nabasco.nl/?srsId=AfmBOoqIHjE4khFEW0a0CaUNWgrlyLFuK0eXuP6JTIwxHKK_IbFclsHg&utm_



Fraké Noir is egaal notenbruin en fijn getekend met een donkere vlamstructuur. Fraké Noir is vrijwel foutvrij maar een enkele kleine noest, een boordergaatje of een kleine harsaftekening kan voorkomen.

https://noirwood.nl/wp-content/uploads/2021/05/Frake_modellen.pdf





7.3 Definitieve keuze gevel

Leemstuc is een natuurlijk pleistermateriaal dat wordt aangebracht op muren of plafonds. Het bestaat meestal uit een mix van klei, zand, silt en soms stro of andere vezels. In tegenstelling tot gewone gips- of cementpleisters, is leemstuc ademend (dampopen) en vochtregulerend, wat betekent dat het vocht uit de lucht kan opnemen en weer afgeven. Daardoor draagt het bij aan een gezond en comfortabel binnenklimaat.

Het wordt vaak gebruikt in duurzame of ecologische bouwprojecten, zowel vanwege de milieuvriendelijke herkomst als de esthetische uitstraling — het heeft een warme, natuurlijke look en voelt prettig aan. Daarnaast heeft het ook akoestische en thermische voordelen doordat het massa heeft en geluid en warmte dempt. Deze stuc is overigens ook goed te combineren met de GUTEX houtvezelisolatieplaat.

Aan de uitgebouwde gevel en bij de optopwoningen is er gekozen voor een houten verticale gevelbekleding.

Voordelen van Fraké Noir

- **Unieke uitstraling:** Donkere, diepbruine tot zwarte tinten, vaak met mooie noesten, spiegeltjes en vlammen.
- **Lichtgewicht en makkelijk te verwerken** (ondanks de hardhoutnaam is het vrij licht).
- **Milieuvriendelijk alternatief** voor tropisch hardhout zoals padouk of afrormosia.
- **Zeer geschikt voor gevelbekleding**, lamellen, zonwering en designinterieur.



8. Kozijnen

Onlangs (2016) zijn de kozijnen vervangen, deze voldoen nog aan de huidige eisen. De reden van het vervangen heeft te maken met de hoeveelheid daglichttoetreding per appartement. De keuze is gevallen om de huidige kozijnen zoveel als mogelijk hergebruiken. Als dit om welke reden dan ook niet mogelijk is worden er nieuwe kozijnen ontwikkeld. Hieronder staan de uitgezochte kozijnen.

8.1 opties

1. Hybride kozijnen met thermisch gemodificeerd hout en vurenhout

Er zijn kozijnen ontwikkeld die bestaan uit een combinatie van thermisch gemodificeerd hout en vurenhout. De buiten- en binnenkant zijn gemaakt van gemodificeerd hout dat voldoet aan de nodige duurzaamheidseisen, terwijl de kern bestaat uit vurenhout uit Europese bossen. Deze hybride constructie verhoogt de duurzaamheid van het kozijn.

<https://kozijnenvanhout.nl/biobased-bouw materiaal-dit-zijn-de-nieuwste-innovaties-in-houten-kozijnen/>

2. Onbehandelde houten kozijnen

Er is een trend naar het toepassen van onbehandelde houten kozijnen die op natuurlijke wijze vergrijzen of behandeld worden met een olieproduct met een niet- of semi-filmvormende afwerking. Dit vermindert schilderonderhoudskosten en behoudt de natuurlijke uitstraling van het hout.

<https://www.icdubo.nl/oplossing/geveloplossingen-hout-front-biobased/>

3. Gebruik van biobased materialen in coatings en reparatie

Er zijn biobased coatings ontwikkeld die voor circa 75% uit natuurlijke grondstoffen bestaan, wat bijdraagt aan duurzamer onderhoud van kozijnen. Daarnaast is er een houtrotreparatiepasta op de markt die bestaat uit 40% biobased grondstoffen, wat reparaties milieuvriendelijker maakt.

<https://www.bouwwereld.nl/bouwtechniek/prefab-biobased-producten-voor-gebouwschil/>

4. Kunststof kozijnen van gerecycled PVC – Sommige fabrikanten maken kozijnen van gerecyclede kunststoffen, wat bijdraagt aan een circulaire economie en minder grondstoffen verspilt.

5. Stalen kozijnen van gerecycled staal – Staal is een zeer goed recyclebaar materiaal dat eendeloos hergebruikt kan worden zonder kwaliteitsverlies. Stalen kozijnen zijn robuust en duurzaam.

Hout VS kunststof, staal of aluminium Op het gebied van biobased eigenschappen zijn houten kozijnen de meest duurzame keuze, aangezien hout een hernieuwbare grondstof is. Wat betreft circulariteit scoren alle genoemde materialen goed vanwege hun recyclebaarheid. Echter, de combinatie van zowel biobased als circulaire eigenschappen maakt houten kozijnen tot een bijzonder aantrekkelijke optie voor wie streeft naar maximale duurzaamheid.





8.2 Conclusie

de kozijnen zullen gedeeltelijk vervangen worden. De te vervangen kozijnen zullen nieuw gemaakt worden. Om de kozijnen zo duurzaam mogelijk te krijgen, wordt er gebruik gemaakt van thermisch gemodificeerd hout om een lange levensduur te garanderen. Voor het glas is tot op heden nog geen bio based alternatief. De sparringen van de bestaande kozijnen aan de rasterzijde worden intact gehouden. Hier zijn geen verdere constructieve aanpassingen.



9. Dak

9.1 Huidige situatie

De verdiepingsvloeren in de vleugels zijn constructief opgebouwd uit een betonnen kanaalplaatvloer met een dikte van 300 mm. Hierop is een betonnen druklaag van 50 mm aangebracht, met daarboven een dekvloer van 30 mm. Voor de dakconstructie geldt een vergelijkbare opbouw, met als verschil dat de dekvloer is weggelaten. Om afschot te creëren, is een cementgebonden laag aangebracht, gevolgd door een isolatielaag met daarop een afwerking van bitumen-dakbedekking.

9.2 opties

Voor de nieuwe dakafwerking worden verschillende duurzame opties overwogen:

- **PVC-dakbedekking:** Onderhoudsarm, bestand tegen diverse weersinvloeden en eenvoudig te reinigen. Dit materiaal heeft een levensduur van circa 20 tot 30 jaar.
- **Groendak (sedumdak):** Bestaat uit vegetatie zoals mossen, kruiden en vetplanten. Dit biedt natuurlijke isolatie, verlengt de levensduur van het dak tot 55 à 60 jaar en draagt bij aan een beter milieu. Groendaken kunnen zowel intensief (met struiken en bomen) als extensief (met lage begroeiing) worden uitgevoerd.
- **Hennep- of vlasvezel dakbedekking:** Gemaakt van natuurlijke vezels en vaak gecombineerd met biobased harsen.
- **Biobased bitumen:** Een duurzamer alternatief voor traditioneel bitumen, waarbij fossiele componenten zijn vervangen door biologische oliën.
- **Houten shingles:** Dakbedekking vervaardigd uit duurzaam geproduceerd hout, zoals ceder of kastanje.
- **Rietendaken:** Een traditionele, volledig biobased optie met uitstekende isolerende eigenschappen.
- **Mycelium dakbedekking:** Een innovatieve toepassing waarbij schimmeldraden (mycelium) worden gebruikt om sterke en duurzame dakplaten te vormen.

Toekomstige constructieve opbouw

Voor de constructieve opbouw van de optopping wordt **Strobox** als mogelijke bouwmethode overwogen. Dit betreft prefab panelen met een houtskelet gevuld met geperst stro, geschikt voor toepassing als muren, daken en verdiepingsvloeren. Strobox biedt een duurzame en energiezuinige bouwoplossing met uitstekende isolerende eigenschappen.

9.3 Conclusie

Huidige dakbedekking blijft liggen. Hierop komt een vuren balklaag met daartussen een houtvezelisolatie van 200mm. Hierop komt een underlayment plaat van 12mm wat vervolgens wordt afgewerkt door Derbigum bitumen dakbedekking. Zie ook onderstaande detail.

Ter hoogte van de tiny huisjes komt een balk van 100 omdat het tiny house een vloer heeft er op deze manier geen trappetjes gebruikt te hoeven worden. Zie ook onderstaande detail.



9.4 Optoppen en aanbouwen.

Zoals eerder vermeld wordt er het e.e.a. opgetopt en aangebouwd. Hiervoor is een standaard wand en dakopbouw gemaakt. In de basis bestaand deze uit stobox. Dit is een innovatief bouwsysteem waarbij stro wordt gebruikt als isolerende factor. Door met stro te werken is het mogelijk om met een materiaal te werken die lokaal geteeld wordt, lichtgewicht constructies oplevert en een redelijk vergelijkbare isolatiewaarde als een ander bio based isolatiemateriaal. Hieronder is de wandopbouw te zien die toegepast gaat worden.

9.5 PREFAB

De aanbouwwoningen zijn gebaseerd door stobox details en worden 2d aangeleverd. 3d details zijn in deze situatie niet mogelijk omdat dit element uit 3 wanden bestaat, hierdoor is er onvoldoende stabiliteit om dit te vervoeren. De optopwoningen (tiny houses) worden wel 3d prefab aangeleverd.

Binnen afwerking – Leemstuc of kalkstuc voor vochtregulatie en een natuurlijke uitstraling.

Binnen beplating – Houten of gipsvezelplaten (bv. Fermacell) voor extra stijfheid en bevestigingsmogelijkheden.

Dampopen membraan – Voorkomt ongewenste condensatie terwijl damp naar buiten kan.

STROBOX elementen – Geperste stroblokken met hoge isolatiewaarde en uitstekende vochtregulatie.

Houtconstructie (optioneel) – Houten regels of een houtskelet als drager indien nodig.

Dampopen beplating – Houten beplating of vezelplaten voor bescherming en stijfheid.

Houtvezelisolatie (optioneel) – Extra isolatielaag voor hogere thermische prestaties.

Gevelfwerking – Fraké Noir.

Strobox is een innovatief bouwsysteem dat natuurlijke materialen inzet voor woningbouw. Het bestaat uit prefab elementen van brandwerend, ademend en FSC-gecertificeerd hout, gevuld met lokaal geteeld stro. Dit resulteert in lichtgewicht constructies met uitstekende isolatiewaarde. Het bouwproces is snel en efficiënt, wat bijdraagt aan lagere kosten. Bovendien zijn de gebruikte materialen herbruikbaar, wat bijdraagt aan een circulaire economie.



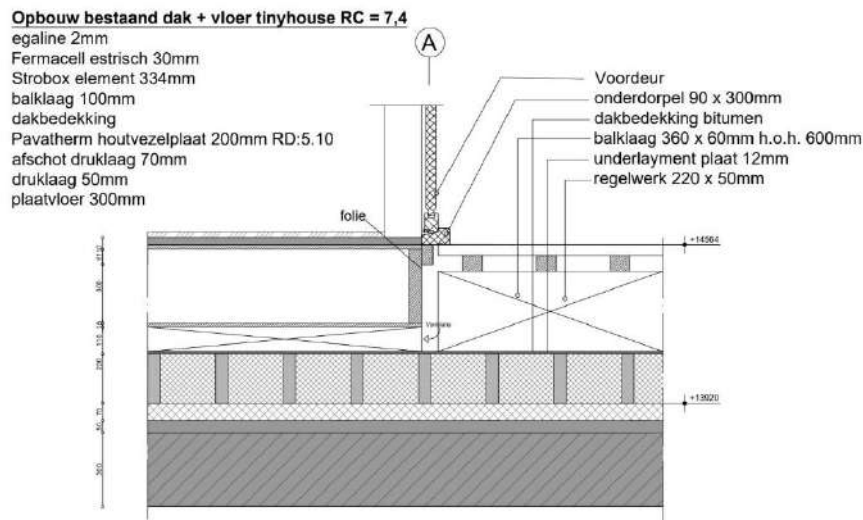
https://strobox.nl/wp-content/uploads/2024/04/19042024-StroBOX-Infosheet_converted.pdf



9.6 detaillering tiny house op dakvloer

de situatie waar we mee beginnen is een bestaand dak dat bestaat uit een plaatvloer, druklaag en een afschot druklaag. We willen het dak zo maken dat er Tiny house woningen op kunnen komen en een terras vloer. Voordat we de Tiny house woningen willen plaatsen leggen we eerst regelwerk in en daar tussen isolatie. Zodra dat klaar is werken we het af met een underlayment plaat.

Nu komen er twee balken te liggen op het regel werk constructie. Het plaatsen van de Tiny house en de terrasvloer is nu mogelijk.





10. Binnenwanden (woning scheidend)

Voor dit onderwerp is een breed scala aan alternatieven en duurzame oplossingen beschikbaar. De definitieve keuze is gevallen op Faay wanden vanwege de duurzaamheid en het monteren en demonteren van de elementen. Daarnaast hebben de dikte en de isolerende eigenschappen een groot aandeel gehad tot de keuze voor deze wandopbouw.

10.2 De andere optie

Een andere kandidaat was de CLT wand, een wand die constructief hoge eigenschappen heeft. Echter heeft deze wand een hoge dikte waardoor er veel gebruiksoppervlak verloren zou gaan. Ook is de hoge constructieve waarde niet nodig, en wordt er graag ingezet op hoge thermisch en geluidsisolerende eigenschappen.

Faay wanden, een biobased, circulair, demontabele, prefab wand die toegepast mag worden als woning scheidende wand. De casco prefab binnenwand is opgebouwd uit een vlaskern aan weerskanten voorzien van een houtvezel versterkte toplaag. (hier is ook een plafond variant van). Deze wanden voldoen aan de eisen van bouwbesluit.

<https://www.faay.nl/iw-148/>

10.3 voordelen

1. **snelle en eenvoudige montage:** FAAY-wanden combineren stijl- en regelwerk, isolatie en eindbeplating in één paneel, wat de montagetijd aanzienlijk verkort. Dit resulteert in tijdwinst en lagere arbeidskosten.
2. **Schroefvastheid:** Dankzij de massieve vlaskern zijn de wanden extreem schroefvast, waardoor zware objecten zonder pluggen direct aan de wand kunnen worden bevestigd.
3. **Goede geluidsisolatie en brandwerendheid:** De wanden bieden uitstekende akoestische isolatie (56 Db) en voldoen aan hoge brandveiligheidsnormen (90 minuten), wat bijdraagt aan een veilig en comfortabel binnenklimaat.





10.4 Nadelen:

1. **Hogere materiaalkosten:** Met prijzen vanaf ongeveer €40 per m² zijn FAAY-panelen duurder dan alternatieven zoals gipsplaten, die vaak onder de €10 per m² verkrijgbaar zijn. Echter, de snellere montage kan dit kostenverschil deels compenseren.
2. **Beperkte flexibiliteit na installatie:** Door de geprefabriceerde aard van de panelen is het aanpassen of verplaatsen van wanden na installatie minder eenvoudig, wat beperkingen kan opleveren bij toekomstige herindelingen.
3. **afhankelijkheid van nauwkeurige planning:** Prefab wandsystemen vereisen een zorgvuldige en vroege planning, aangezien wijzigingen tijdens de bouwphase moeilijker door te voeren zijn.
4. **Mogelijke compatibiliteitsissues:** Bij renovatieprojecten of integratie met bestaande bouwsystemen kunnen er compatibiliteitsproblemen optreden, wat extra aandacht en mogelijk maatwerk vereist.

Overig:

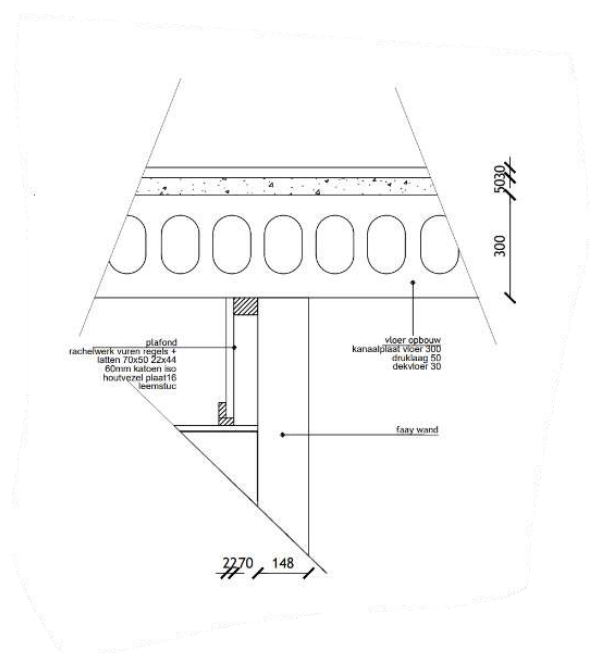
- Dikte: 148 mm.
- Breedte: 400 of 600 mm.
- Hoogte: zes hoogtematen, variërend van 2400 tot 3600 mm.
- Gewicht: 58,24 kg/m²

Het is mogelijk om de platen in het gebouw te hijsen, hiervoor is het wel nodig dat er een opening in de gevel komt. Hiervoor zou een kozijn gedemonteerd kunnen worden of een vluchtdeur gebruikt kunnen worden.



10.5 Detaillering vloer op Faay wand

Huidig, verdiepingsvloer die opgebouwd is van een 300mm dik kanaalplaatvloer die over de kortste overspanning ligt. Hierop bevindt zich een betonnen druklaag van 50 mm. Op de druklaag bevindt zich een dekvloer die een dikte heeft van 30mm. Om hier een tussenwand tussen te zetten maken we gebruik van een Faay wand die tussen de vloer en het plafond wordt geplaatst. Door middel van badhoeken. Voor het verlaagd plafond wordt er rachel werk toegepast, dit wordt tegen het huidige plafond aan geschroefd en vervolgens vlaggetjes aan geschoten om het uit te vullen. Wanneer het rachelwerk klaar is wordt er een houtvezelplaat tegen aan geschroefd, om het leem stuc te kunnen aanbrengen. Zie ook onderstaande detail.





11. Lateien

11.2 Voordelen

Duurzaamheid: Hennep is een snelgroeiende plant die weinig middelen nodig heeft, wat bijdraagt aan een lage ecologische voetafdruk.



- **Isolatie:** Hennepbeton biedt uitstekende thermische en akoestische isolatie, wat het wooncomfort verhoogt.
- **Sterkte:** De combinatie met gewapend beton zorgt voor een stevige constructie die geschikt is voor dragende toepassingen.

11.3 Nadelen

- **Kosten:** Biobased materialen zoals hennep kunnen initieel duurder zijn dan traditionele bouwmaterialen.
- **Beperkte beschikbaarheid:** Afhankelijk van de regio kan de beschikbaarheid van hennep en hennepbeton variëren.
- **Technische kennis:** Het werken met hennepbeton kan specifieke technische kennis vereisen, wat invloed heeft op ontwerp en uitvoering.

https://www.groenebouwmaterialen.nl/prefab-latei.html?srsItd=AfmBOoqUqoujvM0ekWVs7DW78Eve-miKXQ_H_1wmsluVlvFx6mPOFU1t&utm



12. Bouwplaats inrichting

De bouwplaats is volledig energie neutraal door middel van mobiele zonnepanelen, batterij containers en hybride aggregaten, op deze manier wordt er zonder veel Co2 en andere schadelijke stoffen energie opgewekt voor de bouwplaats, samen met de strategische indeling van de bouwplaats geloven we dat dit de goede manier voor de bouwplaats inrichting is, de keuze voor twee kranen is omdat één kraan veel tijd kost en met de juiste manier van plannen en communicatie zouden twee kranen makkelijk kunnen, ook om het proces wat te versnellen.





13. Bronvermelding

GUTEX Holzfaserplattenwerk H. Henselmann GmbH + Co. KG. (z.d.). *GUTEX Thermowall – Facade insulation*. GUTEX. <https://www.gutex.de/en/products/facade-insulation/gutex-thermowall/>

StroBOX. (2024, april 19). *StroBOX infosheet* [PDF]. https://strobox.nl/wp-content/uploads/2024/04/19042024-StroBOX-Infosheet_converted.pdf

Pluimers Isolatie. (z.d.). *Greenfloc cellulose-isolatie: innovatief biobased isolatiemateriaal*. Geraadpleegd op 14 mei 2025, van <https://www.pluimers.nl/materiaal/cellulose>

GUTEX Holzfaserplattenwerk H. Henselmann GmbH + Co. KG. (2025, januari 28). *Technisches Datenblatt GUTEX Thermowall*. GUTEX. https://www.gutex.de/Downloads/PDF/Technisches%20Datenblatt/Gutex_Thermowall-TDB_de.pdf

GevenHout. (z.d.). *Thermo Fraké voor al jouw projecten*. <https://www.gevenhout.nl/g/thermo-frake>

Gadero. (2018, 16 november). *Thermisch gemodificeerd hout, wat is dat?* https://gadero.nl/blog_thermisch-gemodificeerd-hout-wat-is-dat/

Faay Vianen B.V. (z.d.). *IW148: Ruimtebesparende woningscheidingswand*. Geraadpleegd op 14 mei 2025, van <https://www.faay.nl/iw-148/>

Groene Bouwmaterialen. (z.d.). *Isohemp prefab lateien versterkt met gewapend beton*, van [https://www.groenebouwmaterialen.nl/prefab-latei.htmlGroene Bouwmaterialen+5](https://www.groenebouwmaterialen.nl/prefab-latei.htmlGroene+Bouwmaterialen+5)

Bouwwereld. (n.d.). *Prefab biobased producten voor gebouwschil*. Bouwwereld.nl. <https://www.bouwwereld.nl/bouwtechniek/prefab-biobased-producten-voor-gebouwschil/>