

De gekozen Prefab-oplossing

Het Modul'air project zette een innovatiepartnerschap op om een innovatieve oplossing voor geprefabriceerde gevels te ontwikkelen. Een consortium kreeg de opdracht om een innovatief concept te realiseren. De betrokken spelers waren in staat om een technische oplossing te verfijnen die voldeed aan de technische en sociale eisen van de klant, rekening houdend met duidelijke randvoorwaarden.



Multifunctionele prefab gevels: wat zijn de mogelijkheden?

Onder bepaalde voorwaarden kan een oud gebouw worden **'ingepakt' met een nieuwe geprefabriceerde schil**, bovenop de bestaande muren. Dit voorkomt grote overlast voor de buurt en voor de bewoners, die hun woonruimte vrijwel onbeperkt kunnen blijven gebruiken. Het AIM-ES project¹ (2013-2016) werd geleid door Buildwise en richtte zich op prefab gevelsystemen geïnstalleerd op bestaande muren. De onderzochte gevelsystemen combineerden drie verschillende benaderingen:

- Prefabricage van grote gevelelementen
- Installatie op bestaande muren
- De integratie van schrijnwerk en/of diverse technische apparatuur.

Bovendien werd het project beperkt tot het bestuderen van oplossingen die een zekere mate van architecturale vrijheid bieden. Dit impliceert ten minste:

- Aanpasbaarheid aan verschillende soorten gebouwen
- Een ruime keuze qua buitenafwerking
- De mogelijkheid om geprefabriceerde elementen te gebruiken om het volume van het gebouw te vergroten.

Verschiedende systemen, zowel commerciële als op onderzoek gebaseerde, zijn ontwikkeld in Europa en worden gedetailleerd beschreven in de literatuur. **Grootschalige houtskeletbouwmodules** voldoen aan de hierboven opgesomde criteria en kunnen bijdragen tot de snelle verspreiding van prefabricage in renovatieprojecten. Ze zijn gebaseerd op eenvoudige technieken die door een groot aantal bedrijven in België worden beheerst. Hun gewicht maakt het ook gemakkelijk om het volume van de constructie te vergroten zonder dat er complexe ingrepen nodig zijn op het vlak van ontwerp en installatie.

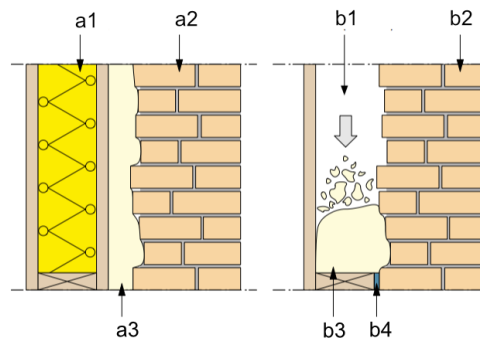
Er zijn twee types AIM-ES modules: het gesloten systeem en het open systeem. Het gesloten systeem heeft een vlakke achterkant. Het bestaat uit een structuur die in de fabriek gesloten is met panelen of wordt gekenmerkt door een sandwichpaneelconfiguratie. Er is een onafhankelijke aanpassingslaag nodig om de lege ruimte tussen de nieuwe omhulling en de bestaande muur op te vullen. Een in detail beschreven voorbeeld is het gesloten TES-systeem (*Timber Element System*²) (zie Afbeelding 1); een houten constructie wordt aan beide zijden gesloten met behulp van bekledingspanelen; de hoofdisolatielaag van de module

¹ Architectonische geïndustrialiseerde multifunctionele enveloppensystemen¹, <http://www.brusselsretrofitxl.be/projects/aim-es/>

² Term gebruikt in het TES Energy Facade project

wordt bijna altijd in de fabriek aangebracht. Deze gesloten TES-modules hebben vaak een draagvermogen dat erg lijkt op dat van een nieuw gebouw.

Het open systeem bestaat uit een structuur zonder achterpaneel wanneer het tegen bestaande muren wordt geïnstalleerd. De isolatielaag wordt ter plaatse geïnjecteerd en absorbeert de onregelmatigheden van de muur. Aanpassingselementen zijn beperkt tot een paar insluitingen of afdichtingen (bv. compressiestrips) aan de achterranden van het frame en rond de raamelementen, om lekken tijdens het inblazen van de isolatie te voorkomen. Open TES-modules zijn een goed voorbeeld van zo'n systeem, omdat er geen bekledingspaneel aan de achterkant van de houten structuur zit. Zodra de module aan de bestaande muur is bevestigd en er een geschikte afdichting is aangebracht op de achterranden van het houten frame, wordt de isolatie geïnjecteerd via voorgeboorde gaten in de fabriek.



Afbeelding 1. Gesloten (links) en open (rechts) geprefabriceerde houtskeletbouwsystemen. (a1) gevelmodule, (a2) bestaande muur, (a3) aanpassingslaag, (b1) ter plaatse ingeblazen isolatie, (b2) bestaande muur, (b3) aanpassingslaag gevormd door de ingeblazen isolatie, (b4) afdichtingsstrip

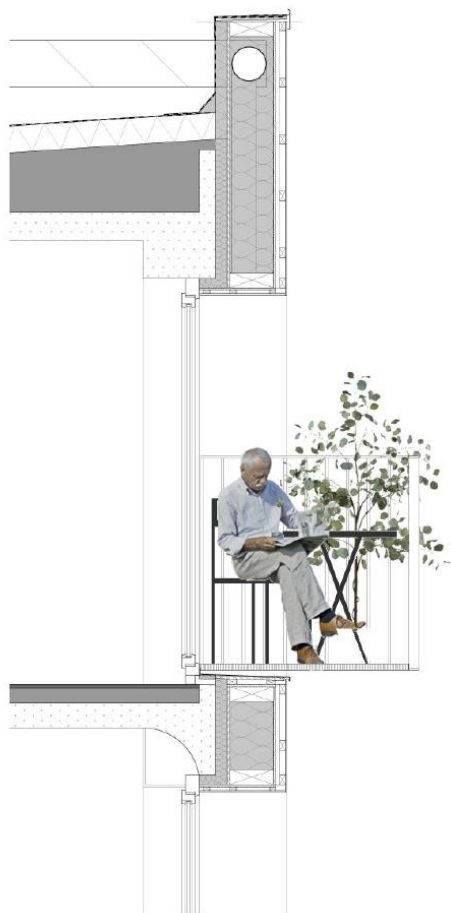
Naast de keuze van het basisbouwsysteem zijn **er natuurlijk een groot aantal variaties mogelijk in het ontwerp van deze geprefabriceerde panelen**: verankerings- en uitlijnmethoden tussen modules, algemene afwerkingen en afwerkingen bij openingen, en zelfs systemen om transport en handling te vergemakkelijken. Het belangrijkste voordeel van prefabricage is dat het de bouwfase verkort door zoveel mogelijk werk in het voortraject te elimineren (ten koste van een intensievere ontwerpfase). Zo is het bijvoorbeeld mogelijk om verschillende speciale technieken in de houten module zelf te integreren. Op het gebied van ventilatie, bijvoorbeeld, kunnen de kanalen van gecentraliseerde systemen door de nieuwe schil lopen, waardoor het aantal openingen en ingrepen in het bestaande gebouw wordt beperkt.

Ontwerpparameters en beperkingen voor het Dumont-gebouw

Tijdens de onderzoeks- en ontwikkelingsfase van het innovatiepartnerschap voor het Modul'Air-project hebben twee consortia verschillende oplossingen bestudeerd voor de renovatie van het Dumont-gebouw. **De twee winnende consortia bestaan uit multidisciplinaire teams** van architecten, ingenieurs, EPB-experts en aannemers. Ze waren in staat om de voor- en nadelen van verschillende technische oplossingen te analyseren en te reageren op de vraag van de klant. We mogen niet vergeten dat het ontwikkelde concept gemakkelijk moest kunnen worden aangepast aan andere soortgelijke gebouwen, om het renovatieproces voor spelers zoals ABC te versnellen. Enkele van de belangrijkste aspecten worden hieronder samengevat.

De architecturale keuze

In tegenstelling tot bepaalde vooropgezette ideeën bieden **geprefabriceerde gevelmodules tal van architecturale mogelijkheden**. Eerst en vooral betekent hun zelfdragende aard dat ze kunnen worden gebruikt om de lijnen en volumes van een gebouw een nieuwe vorm te geven. Er kunnen balkons worden toegevoegd of geabsorbeerd, en verticale of horizontale uitbouwen worden gerealiseerd. Wat betreft gevelbekleding hebben panelen lange tijd de keuze gedomineerd, maar er is nu een veel grotere verscheidenheid aan producten. Bij renovatieprojecten, vooral voor sociale woningen, is het de kostenfactor die de architecturale ambities kan temperen. **Stedenbouwkundige voorschriften beperken ook de speelruimte**. Het gebouw gelegen in de Albert Dumont-laan 28-30 maakt eigenlijk deel uit van een speciale



Afbeelding 2. Balkon-terras concept overwogen tijdens de eerste ontwerpfase

'tuinwijk'-achtige site, ontworpen en gebouwd over meerdere opeenvolgende decennia. Het gebouw staat in een woonomgeving die voornamelijk bestaat uit flatgebouwen met één of twee verdiepingen.

Tijdens de beginfase ontwikkelden de twee consortia hun eerste architecturale ideeën. **De eerste onderzoeksfasen lieten een grote vrijheid in hun denken toe (Figuur 2)**, in de wetenschap dat de klant een zekere aanpassingscapaciteit behield wat betreft de evaluatiemijlpalen in het O&O-proces. In eerste instantie voorzag een van de twee oplossingen bijvoorbeeld in een nieuwe, homogene omhulling van polycarbonaatpanelen, met het oog op de implementatie van een trombe-wandconcept (zie **fiche V**).

Behandeling van bestaande gevelbekleding

Een belangrijke overweging is de **omgang met de bestaande gevel** (Afbeelding 4), bestaande uit een 9 cm dik buitenspouwblad met een luchtspouw van 6 cm (volgens de plannen). Het vooraf verwijderen van dit buitenspouwblad zou het voordeel hebben gehad dat de aansluitingen op de bestaande kozijnen eenvoudiger werden, dat de overdikte van de gevels beperkt kon worden en dat de luchtdichtheid beter beheerd kon worden door de geventileerde spouw te elimineren. Er werd echter niet voor deze oplossing gekozen **omdat sloop het ongemak voor de bewoners tijdens het verwijderen aanzienlijk zou vergroten**. Het is ook een gecompliceerdere oplossing om uit te voeren, omdat de kroonlijst moet worden afgebroken. Bovendien zijn het slopen van de gevel en het eventueel egaliseren van de ondergrond posten die de totale raming duurder maken.

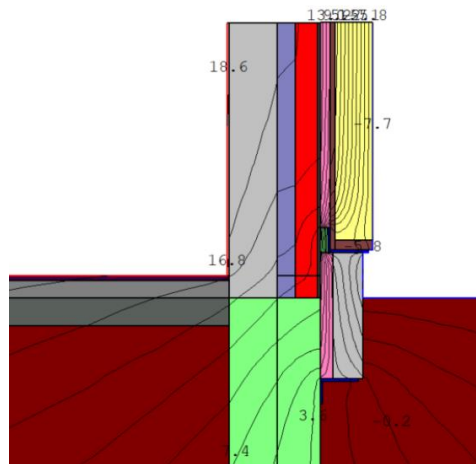


Afbeelding 3. Moet de bestaande bakstenen gevel behouden blijven?

Bevestiging van de prefab panelen

Er zijn veel manieren om de nieuwe modules aan de bestaande constructie te bevestigen en de daaruit voortvloeiende belastingen op zich te nemen. Deze parameter is grondig geanalyseerd om de meest geschikte technieken te identificeren. **De eerste mogelijkheid is om het gewicht van de panelen door het hele oppervlak van de bestaande gevel te laten opnemen**. Elk paneel wordt dan aan de gevel bevestigd door middel van verbindingen die door de bekleding heen lopen en verankerd worden aan de achterliggende dragende muur. Deze oplossing vermenigvuldigt het aantal bevestigingspunten en creëert akoestische bruggen die op hun beurt moeten worden aangepakt.

Een andere oplossing is mogelijk: het hele gewicht van de nieuwe gevel wordt opgevangen aan de voet van de muur (afbeelding 4). De panelen hoeven dus minder te worden bevestigd en hoeven niet in de dragende muur te worden verankerd. Deze oplossing **vereist** echter **grondwerken** om de koudebrug op te lossen die aan de voet van de gevel zou kunnen ontstaan. Een andere mogelijkheid is om de modules "op te hangen", d.w.z. om de modules aan de dakplaat te bevestigen en ze tegen de gevels te stabiliseren ter hoogte van de vloeren van de lagere verdiepingen. Een hoeksteun wordt tegen de structurele plaat geplaatst ter hoogte van de ringbalk en neemt het gewicht van de gevel op. Dankzij deze oplossing zijn er geen grondwerken nodig en hoeft de voet van de muur niet te worden bewerkt.



Afbeelding 4. Een dragende oplossing aan de voet van de muur

Energieprestaties en comfort

In het bestek voor het renovatieproject worden **alleen de gevelmuren verbeterd**. Het dak is al geïsoleerd en de bestaande PVC-ramen blijven zitten. De enige manier om de thermische prestaties hier te verbeteren is dus :

- Gevelisolatie, met de nieuwe modules
- Luchtdichtheid verbeteren
- Een ventilatiesysteem implementeren

In termen van renovatie hebben we het hier over een "ingrijpende energetische renovatie". De EPB-eisen werden daarom uitgedrukt in een maximale U-waarde voor de gerenoveerde muren en de installatie van hygiënische ventilatie. Door een nieuwe muur bovenop de bestaande te plaatsen, is het mogelijk om snel de juiste prestaties te bereiken op het vlak van transmissieverliezen. Er moet echter **bijzondere aandacht worden besteed aan de technische details van de voegen en openingen** die het gevolg zijn van de installatie van de nieuwe modules en hun geïntegreerde systemen.

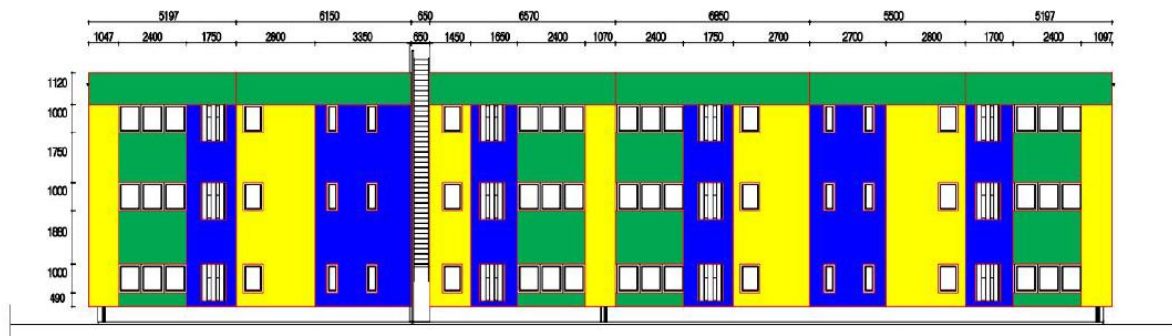
Uit een enquête die door een van de consortia werd uitgevoerd onder de bewoners van het gebouw, bleek dat de flats geen specifieke problemen van ongemak tijdens de zomermaanden vertoonden. **Het is daarom essentieel om aandacht te besteden aan de impact van de nieuwe huid op het risico van oververhitting.**

De samenstelling en indeling van de panelen

De uiteindelijke materiaalkeuze voor de gevelmodules wordt bepaald door een aantal factoren: het gekozen structurele systeem, de beoogde milieuduurzaamheid, de vereiste brandwerendheid en reactie, enz. Er moet ook rekening worden gehouden met de **beschikbaarheid van materialen bij leveranciers**, een factor die de uiteindelijke keuzes sterk kan beïnvloeden, vooral in tijden van crisis zoals tijdens de COVID-pandemie. Als het gaat om het materiaal waarmee de modules worden bekleed, zijn er nog andere specifieke vereisten, zoals het onderhoudsgemak van het materiaal zelf of de mogelijkheid om toegang te creëren tot de technische systemen die in de modules zijn geïntegreerd.

De oriëntatie en plaatsing van de modules op de gevels moet ook zorgvuldig worden bestudeerd om het aantal constructieve knopen te beperken, de off-site-productie te vergemakkelijken en een gemakkelijke

hantering op de bouwplaats te garanderen. Afbeelding 5 toont een montageprojectie die door een van de consortia in het initiële conceptdossier is gemaakt. Het Dumont-gebouw heeft eenvoudige architecturale lijnen die, in combinatie met de geringe hoogte, een verticale montage van de modules mogelijk maken.



Afbeelding 5. Plaatsing van de beoogde modules op een van de gevels in een van de twee oorspronkelijke concepten

Geïntegreerde systemen

Bij geprefabriceerde gevelmodules kan **in de fabriek een breed scala aan systemen en apparatuur**, waaronder ventilatiekanalen, fotovoltaïsche panelen, kabels en afvoer, worden geïntegreerd. De voordelen van deze integratie zijn legio: gegarandeerde kwaliteit, minder aanpassingen op de bouwplaats, testen in een gecontroleerde omgeving vóór installatie, minder overlast voor bewoners, betere werkomstandigheden, enz. In het kader van het Modul'Air-project moesten ventilatiesystemen zoveel mogelijk op voorhand in de geprefabriceerde gevelmodules worden geïntegreerd.

| Enkele laatste kenmerken van het concept

Een aanzicht van het prototype van de achtergevel³ wordt getoond in Afbeelding 6. De modules zijn **verticaal georiënteerd** over de volledige hoogte van het gebouw. Hun maximale lengte is 9m en hun maximale breedte 3,35m. Dankzij deze afmetingen kunnen de volledige modules in één stuk van de prefabwerkplaatsen naar de bouwplaats worden getransporteerd. Bovendien worden de modules opgebouwd a.d.h.v. meerdere verticale balken met een maximale hart-op-hart-afstand van 60 cm, d.w.z. 4 of 5 verticale balken per module.

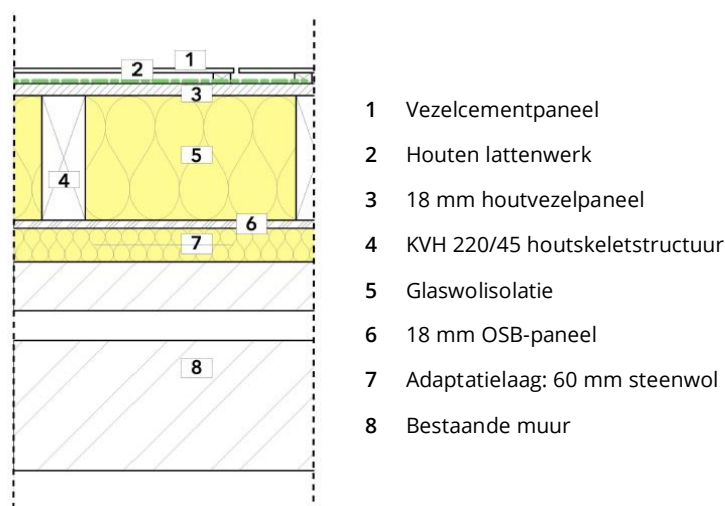
De installatie van de geprefabriceerde gevel aan het gebouw bestaat uit **4 belangrijke bewerkingen**: (1) afbraak van de uitsteeksels en "uit het lood staande" elementen, (2) installatie van een samengeperste flexibele minerale wol-mat achter de houten modules om de onregelmatigheden op te vangen die worden veroorzaakt door de ruwheid van de bestaande draagmuur, (3) aanpassing van de kozijnen van de bestaande ramen die behouden zijn gebleven en (4) het boren van gaten voor ventilatie in de woningen.

³ Voor de consortia die de technische details nog mogen uitwerken



Afbeelding 6. Aanzicht van de achtergevel voor de prototyping

De samenstelling van een typische module wordt beschreven in Afbeelding 7. Ze bestaan uit een houten constructie van 220 mm KVH (afkorting van het Duitse 'Konstruktionsvollholz'). Dit is massief gevingerlast hout dat grote overspanningen kan overbruggen. Het is dimensionaal stabiel en voldoet aan de relevante regelgeving voor de bescherming van constructiehout. **Voor de isolatielaag** zijn de aanvankelijk voorziene cellulosewatten vervangen door minerale wol vanwege bepaalde geïdentificeerde risico's. De **watten zouden onderhevig kunnen zijn aan mogelijke zettingen** tijdens transport en handling. Bovendien is het materiaal extreem hydrofiel, waardoor er tijdens het transport en de montage grote voorzorgsmaatregelen moeten worden genomen om te voorkomen dat er water in de houten modules infiltreert.

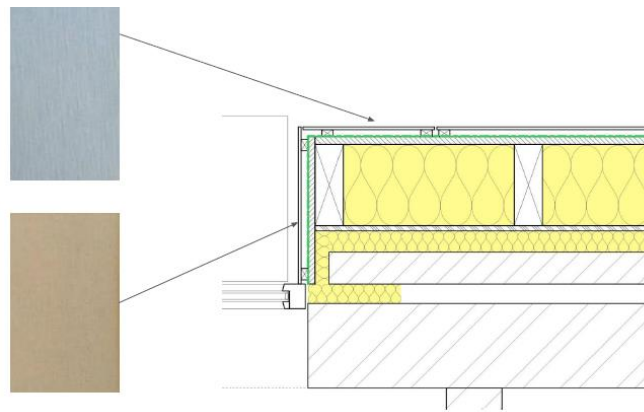


Afbeelding 7. Samenstelling van de gevelmodule in het prototype stadium

Voor de gevelbekleding van het gebouw Dumont 28-30 is gekozen voor vezelcementplaten (Afbeelding 8) :

- Ze zien er monolithisch uit, in perfecte harmonie met de stijl van het bestaande gebouw.
- Hun verticale plaatsing in de vorm van stroken van verschillende breedte past perfect bij het bestaande patroon van openingen in de gevels.
- Hun sobere, onafgewerkte uiterlijk past goed bij nieuwe elementen zoals de gelakte roestvrijstalen leuning en de gecementeerde basis, maar ook bij bestaande elementen zoals de PVC-ramen.

Wat betreft de mogelijke replicerbaarheid van de ontwikkelde oplossing, heeft dit type paneel bovendien de nodige kwaliteiten op het gebied van brandreactie-eisen voor middelhoge en hoge gebouwen. In het laatste geval zouden de houten latten wel moeten worden vervangen door metalen latten om de vereiste brandreactie te verkrijgen.



Afbeelding 8. Gevelbekledingsmodule

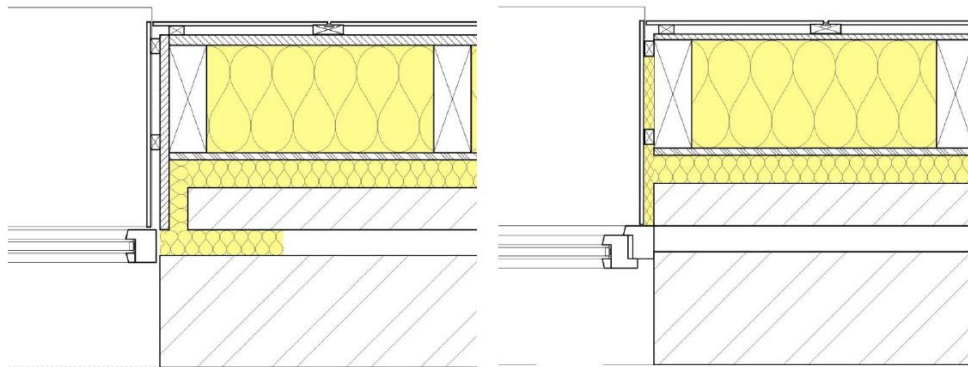
Naast het verbeteren van de U-waarde wordt ook **de luchtdichtheid** op een aantal punten **verbeterd**:

- De toegevoegde modules zijn luchtdicht (OSB + tape),
- De verbinding tussen de frames en de modules is luchtdicht afgedicht,
- De berging/terras aan de achtergevel wordt afgesloten en zal de waterdichtheid van alle betrokken muren verbeteren.

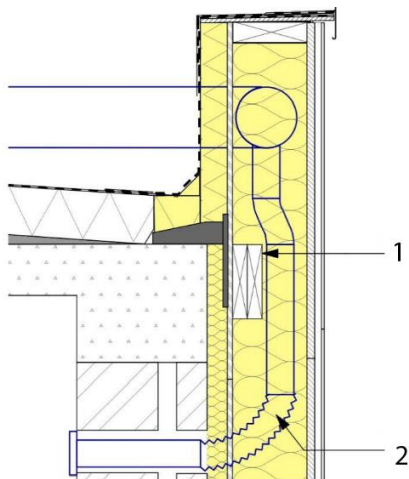
Er is echter geen actie gepland:

- Op kozijnniveau (tussen de beglazing en het kozijn en tussen de kozijnen en vleugels),
- Tussen de appartementen en de traphuizen.

De prototype-fase (zie Fiche VI) maakte het nog mogelijk om bepaalde technische details te verbeteren, zoals het aanbrengen van dunne isolatie rond de omtrek van de openingen (Afbeelding 9), in plaats van een lat te snijden. **Dit detail bleek cruciaal te zijn** in het ontwerp van de nieuwe geïsoleerde gebouwschil.



Afbeelding 9. Studie van de technische details: het isoleren van de traveeën, het uitsnijden van het regelwerk (links) en het aanbrengen van dunne isolatie (rechts)



De keuze van het systeem om de module aan de gevel te verankeren is origineel, aangezien het voorstelt om elk nieuw paneel 'op te hangen' door het aan de dakplaat te bevestigen (Afbeelding 10).

Er moet aan worden herinnerd dat slechts enkele ontwerpelementen in deze samenvatting zijn opgenomen. Lezers vinden een schat aan aanvullende technische informatie in Buildwise Innovation Paper 34⁴.

Afbeelding 10. Ophangstelsel van de module: (1) bovenste rail om de module vast te zetten, (2) flexibele aansluiting voor het ventilatiesysteem.

⁴ <https://www.buildwise.be/fr/publications/innovation-paper/34/>

Conclusies

Bij het ontwerpen van een geprefabriceerd gevelsysteem voor de renovatie van bewoonde gebouwen spelen veel parameters een rol. De conceptuele keuzes zijn natuurlijk afhankelijk van de eisen in het bestek van het renovatieproject, maar ook van de technische beperkingen van het betreffende gebouw. In het kader van een onderzoeks- en ontwikkelingscontract, zoals opgezet in een innovatiepartnerschap, is het mogelijk om tal van ontwerprichtingen te verkennen.

De bestanden

De belangrijkste kwesties in verband met de projecten zijn samengevat in verschillende factsheets:

Fiche I: Het Modul'air project en zijn ontstaan

Fiche II: Innovatiepartnerschappen

Fiche III: Het gebouw begrijpen vóór renovatie

Fiche IV: Innovatieve oplossingen voor ventilatie

Fiche V: De gekozen geprefabriceerde oplossing

Fiche VI: Produceren van een prototype



La Région et l'Europe investissent dans votre avenir ! - Het Gewest en Europa investeren in uw toekomst!

