



**UNIVERSITEIT  
GENT**

# CONCLUSIES

# ONDERZOEKSPROJECT PRO<sup>3</sup>

Prof. Marijke Steeman

# PRO<sup>3</sup> : PREFAB-RENOVATIE-OPLOSSINGEN VOOR DE TERTIAIRE GEBOUWSECTOR



- TETRA project (01/10/15 – 30/09/17)
- Subsidie Vlaamse Overheid (Vlaio)
- Renovatie van bestaande gebouwen met prefab gevel- (dak-) elementen

# PREFAB GEVELSYSTEMEN

- Meerdere functies in één schil
  - Isolatie
  - Lucht- en waterdichtheid
  - Integratie schrijnwerk, HVAC, zonwering
  - Gevelafwerking



# PREFAB GEVELSYSTEMEN

- Meerdere functies in één schil
  - Isolatie
  - Lucht- en waterdichtheid
  - Integratie schrijnwerk, HVAC, zonwering
  - Gevelafwerking
- Potentieel
  - Gebouw bewoonbaar tijdens werken
  - Weinig hinder voor gebouwgebruikers
  - Snelheid en herhaalbaarheid
  - Beperkt aantal handelingen op werf



# PRO<sup>3</sup> : PREFAB-RENOVATIE-OPLOSSINGEN VOOR DE TERTIAIRE GEBOUWSECTOR



- Momenteel amper toegepast in Vlaanderen door gebrek aan ervaring en vertrouwen
- Doel = stimuleren van prefab-renovatie
- Kennis bundelen voor de sector o.a. aannemers, producenten bouwmaterialen, studiebureaus, houtskeletbouwers, prefab betonfabrikanten

# OVERZICHT RESULTATEN



# OUTPUT PRO<sup>3</sup>

- Ontwerpgids en prefabgids

## TERREINVERKENNING

- Situatieschets en eisenpakket

## BOUWFYSISCHE ASPECTEN &

### INTEGRATIE HVAC

- Hygrothermische prestaties
- Integratie technieken
- Lucht- en waterdichtheid
- Superisolerende materialen
- Thermische optimalisatie verankeringen
- Luchttrotaties in de adaptatielaag

## STRUCTURELE ASPECTEN

- Verankering en vervorming

## AKOESTIEK EN BRAND

- Akoestiek
- Brandveiligheid

## OPMETING, PLANNING EN KOST

- Opmeting
- Kostprijscalculatie



# PRO<sup>3</sup> Prefab-Renovatie-Oplossingen voor de tertiaire sector

Geprefabriceerde gevelelementen bieden een groot potentieel om repetitieve gevels snel en efficiënt energetisch te renoveren.

De systemen combineren functies als thermische isolatie, akoestische bescherming, prefab systemen een grotere voorbereidingstijd en verhindert het gebrek aan ervaring kennis aanwezig om het volle potentieel uit prefab systemen te halen. Niettemin is het verouderd patrimonium van grootschalige bouwblokken versneld te renoveren met

## Op deze pagina

- [Ontwerpgids](#)
- [Prefabgids](#)
- [Onderzoeksrapporten](#)
- [Afsluitende studiedag 'Renovatie van appartementsgebouwen'](#)
- [Gebruikersgroep](#)
- [Onderzoekinstellingen](#)
- [Met de steun van](#)

## Onderzoeksrapporten


→ [Download alle verslagen in één keer via deze link.](#) (zip 15mb)

### TERREINVERKENNING

Partner: UGent

### Situatieschets en eisenpakket Tertiaire gebouwen

In dit verslag wordt de situatie voor tertiaire gebouwen kort geschetst. Eerst wordt dieper ingegaan op de nieuwe E-peil eisen die sinds 1 januari 2017 van kracht zijn voor alle niet-residentiele gebouwen met een publieke functie. Daarnaast wordt de toestand van het gebouwpatrimonium van de Vlaamse Overheid, de scholen en de kantoormarkt kort geïllustreerd.

→ [Download hier](#) 

### BOUWFYSISCHE ASPECTEN EN INTEGRATIE HVAC

Partner: UGent

### Hygrothermische prestaties

Via hygrische simulaties van houtskeletpanelen, geplaatst tegen een vochtig binnenspouwblad, werd de uitdroogcapaciteit van het metselwerk en het degradatierisico van de houtgebaseerde materialen in kaart gebracht. Verschillende opbouwen werden daarbij onderzocht. Daarnaast werden de hygrothermische prestaties van een houtskeletpaneel met geïntegreerde VIP-panelen, bekeken.

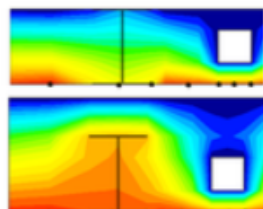
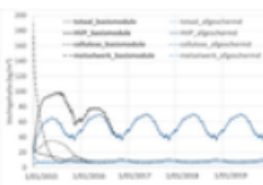
→ [Download hier](#) 

### Integratie Technieken

Het verslag biedt een overzicht van de mogelijke concepten, haalbare debieten van kanalen en luchtgroepen in een paneel en vat de resultaten uit eerdere onderzoeksprojecten samen.

Daarnaast werd via thermische simulaties nagegaan welke temperatuurdaling kan verwacht worden van warme lucht in een geïntegreerde leiding en of er een risico bestaat op schimmel aan het binnenoppervlak of condensvorming in de leidingen.

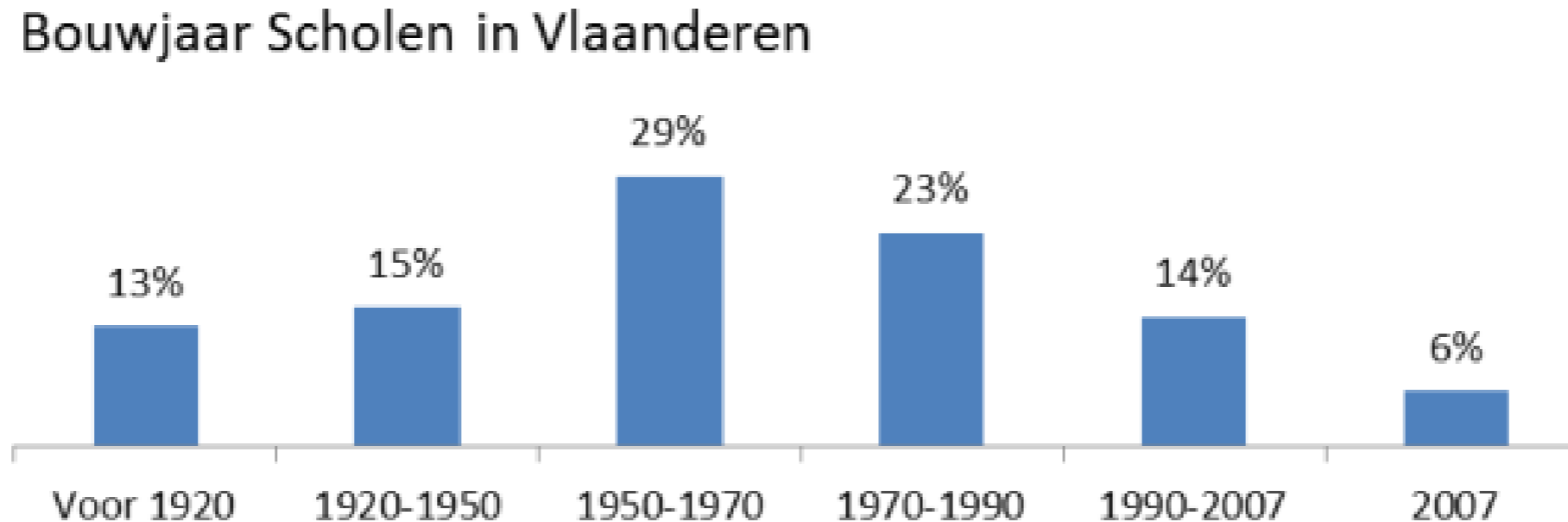
→ [Download hier](#) 



<https://www.ugent.be/ea/architectuur/nl/onderzoek/onderzoeksprojecten/projecten/pro-prefab-renovatie-oplossingen-voor-de-tertiaire-gebouwsector>

# SITUATIESCHETS EN EISENPAKKET

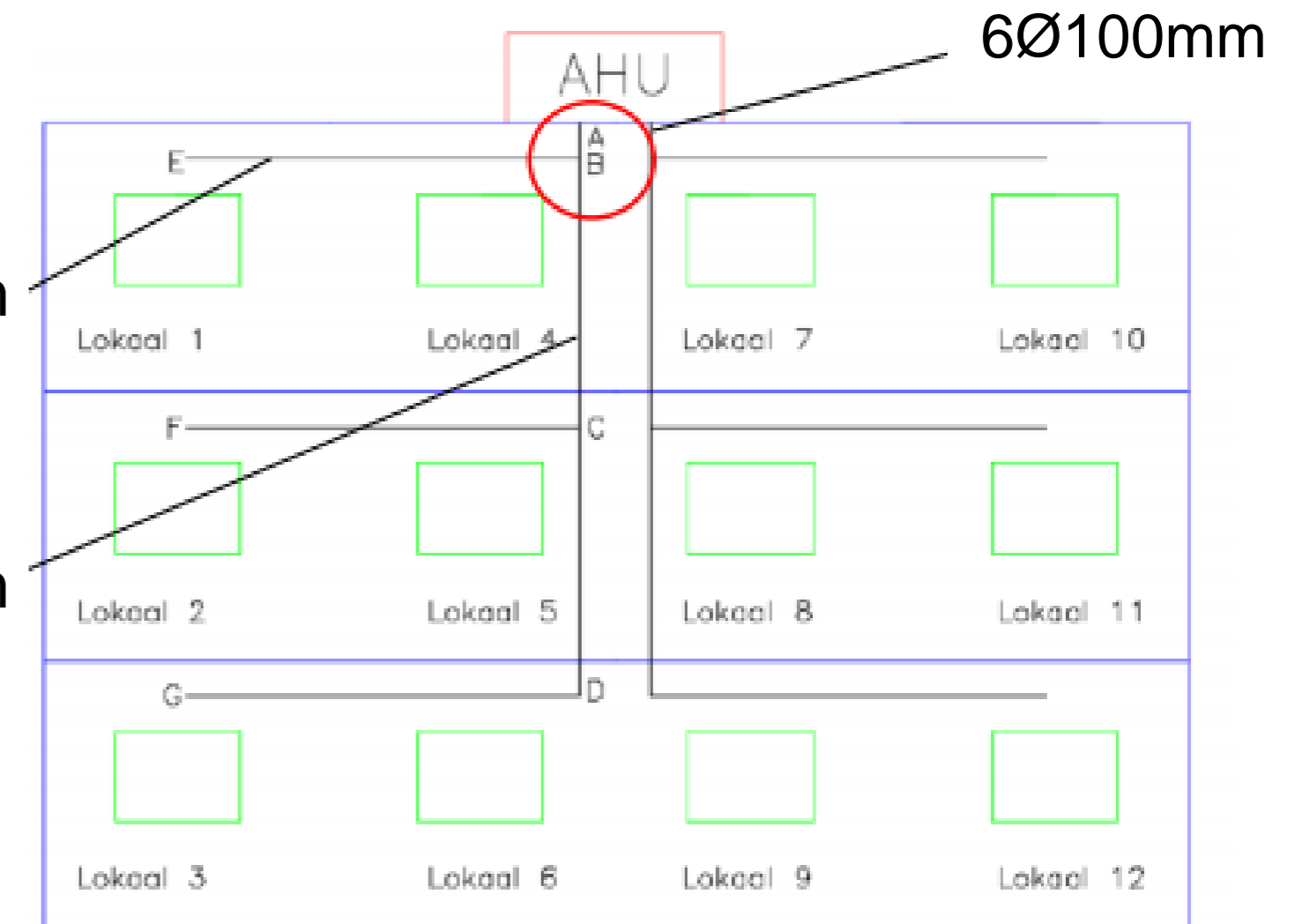
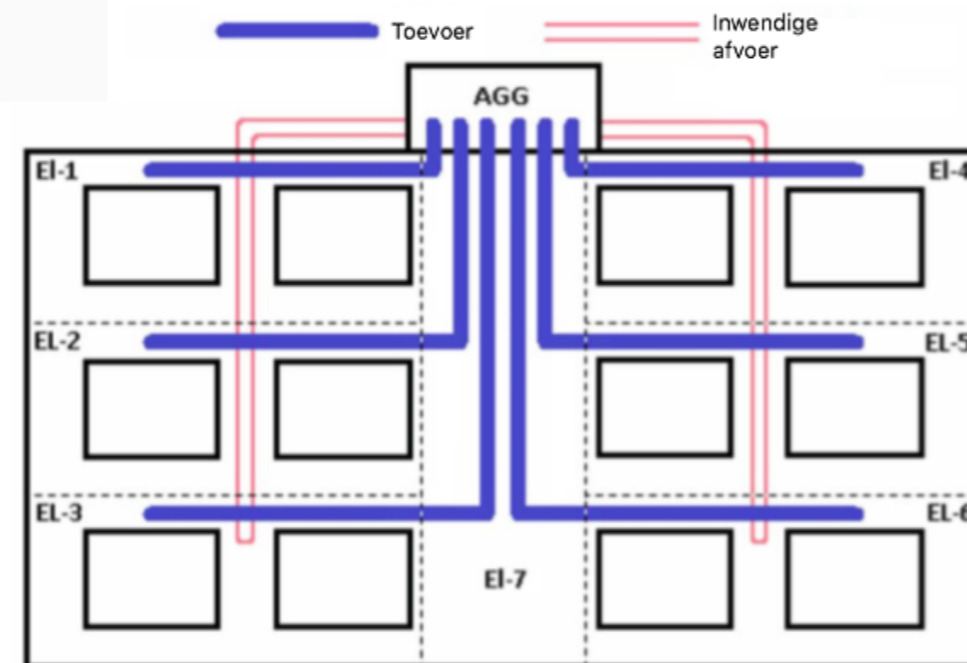
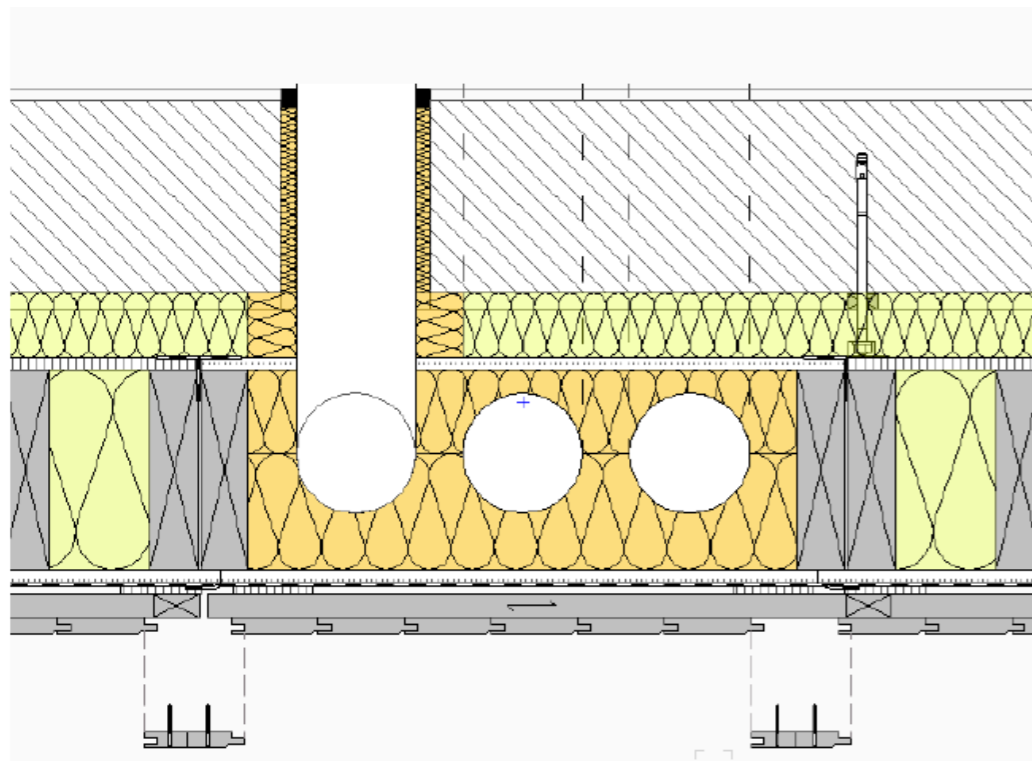
- Schetst context tertiaire gebouwen
- E-peil eisen nieuwbouw en ingrijpende energetische renovatie
- Gebouwpatrimonium scholen en kantoormarkt



**Figuur 1** Bouwjaar van het bestaand scholenpatrimonium in Vlaanderen, cijfers uit 2013  
(Conceptnota Masterplan Scholenbouw, 2015)

# INTEGRATIE TECHNIEKEN

- Concepten voor integratie ventilatiekanalen: centraal - decentraal
- Welke debieten zijn haalbaar?
- Impact op thermische prestaties paneel



Voorbeeld: leslokaal 60 m<sup>2</sup>  
toevoer via gevel 730 m<sup>3</sup>/u

# HYGROTHERMISCHE PRESTATIES

– Zie verder

# LUCHT- EN WATERDICHTHEID

– Zie verder

# SUPERISOLERENDE MATERIALEN

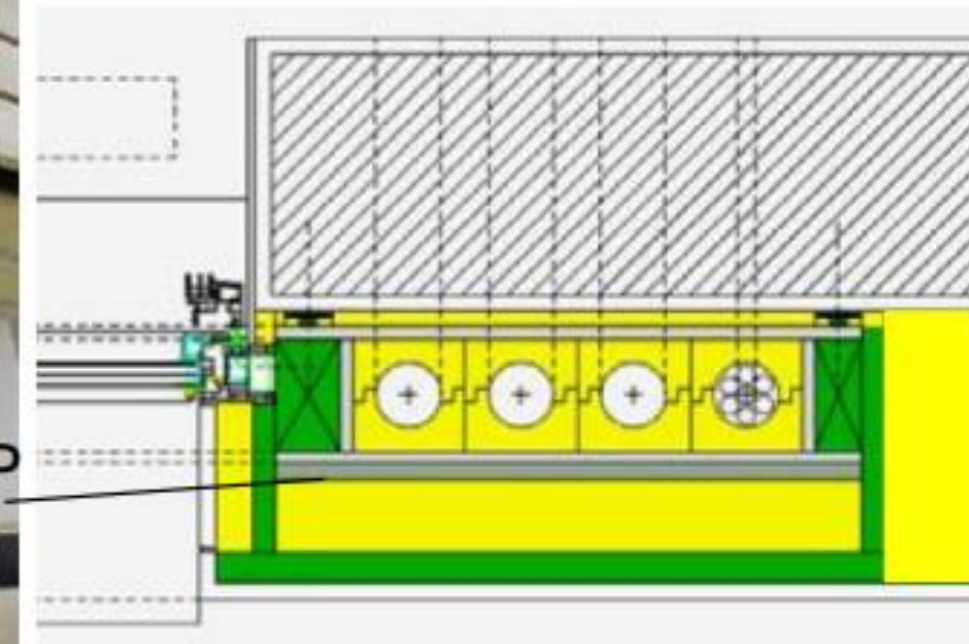
Potentieel en aandachtspunten bij toepassing vacuüm isolatiepanelen en aerogels in prefab-elementen



Gevel in Karlsruhe (2010)



Prefab-raammodule met ventilatiekanalen, Annex 50

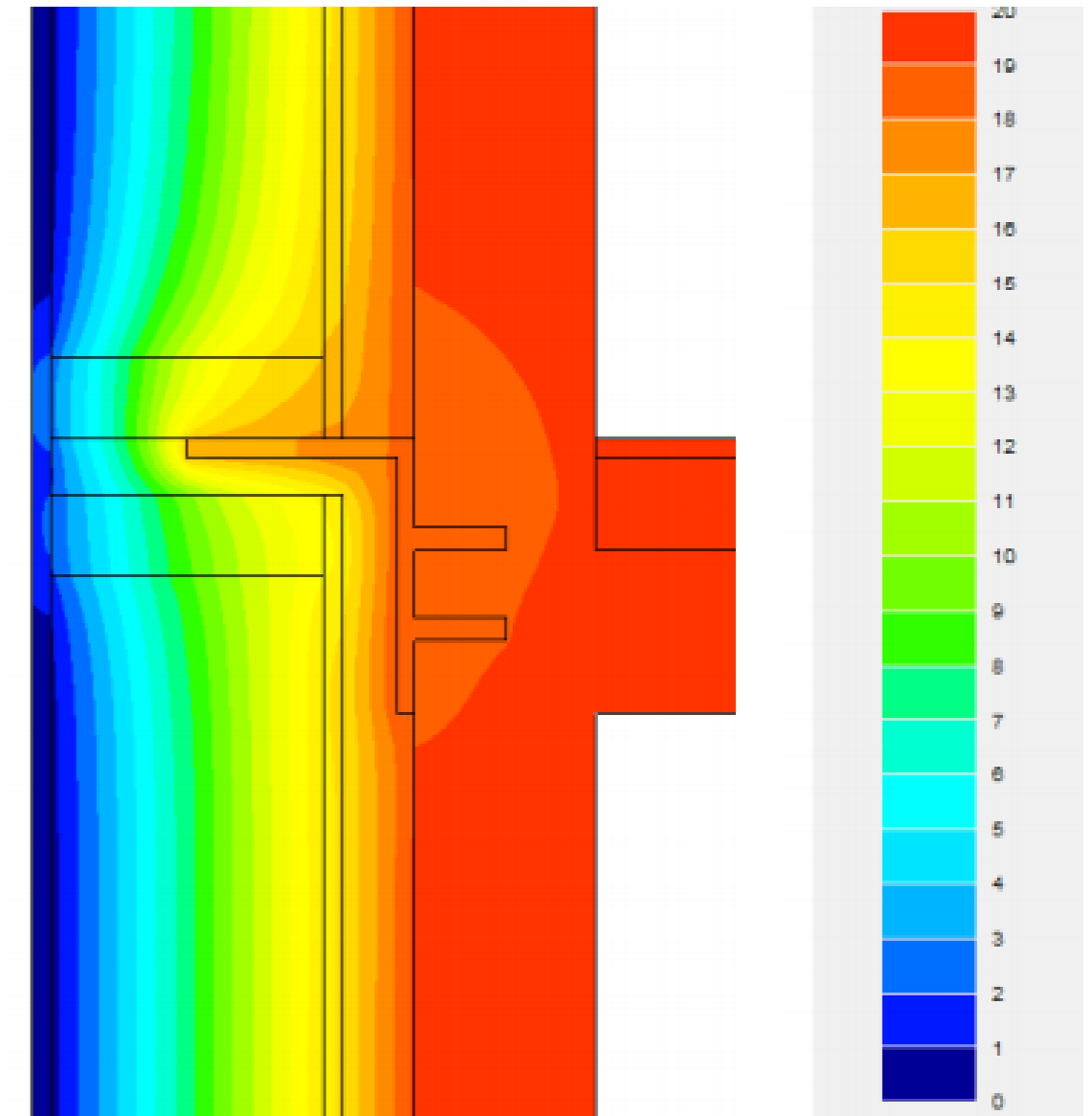
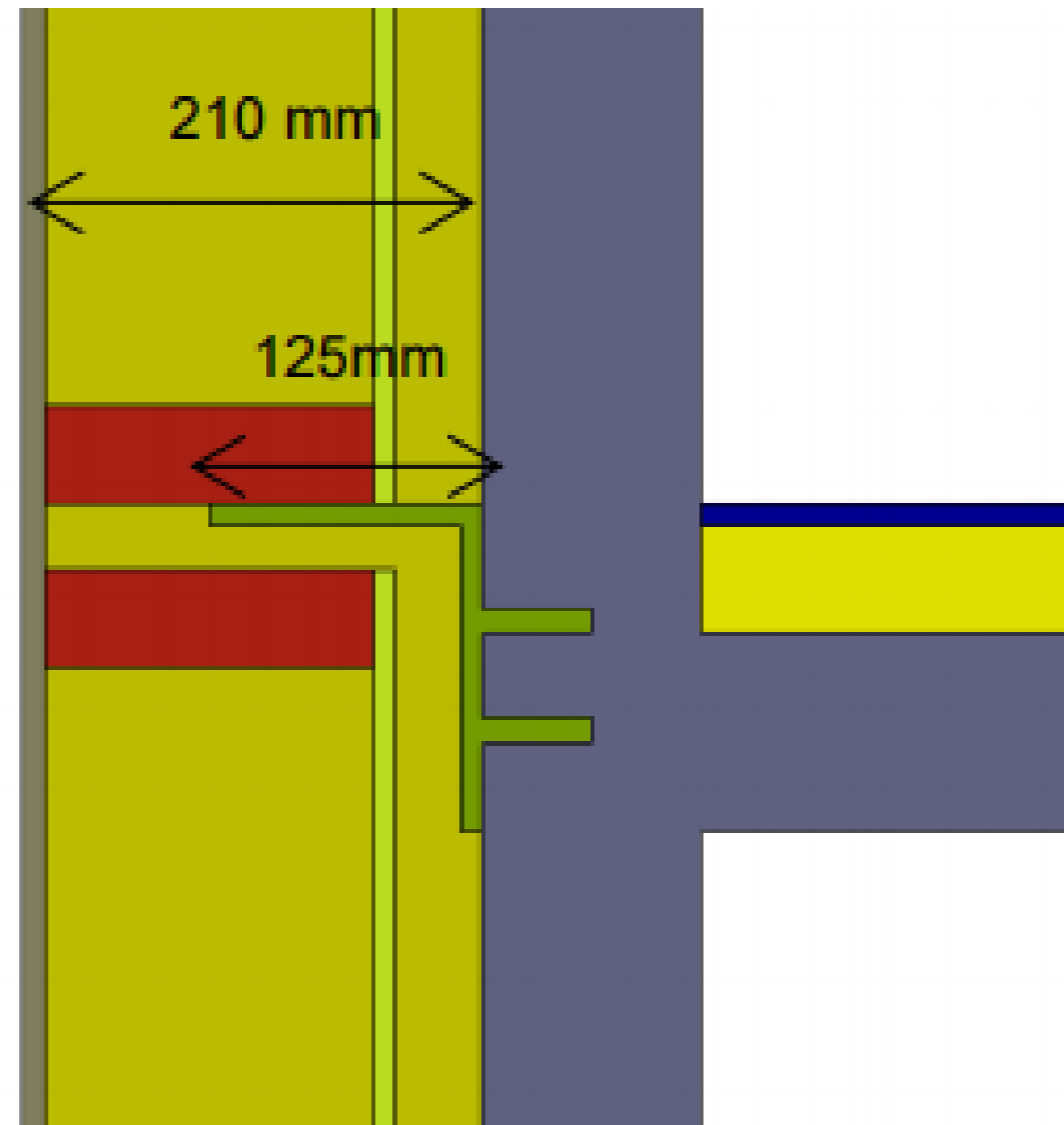


# THERMISCHE OPTIMALISATIE VERANKERINGEN

Thermische impact van verankeringen bij houtskeletelementen en geventileerde gevels

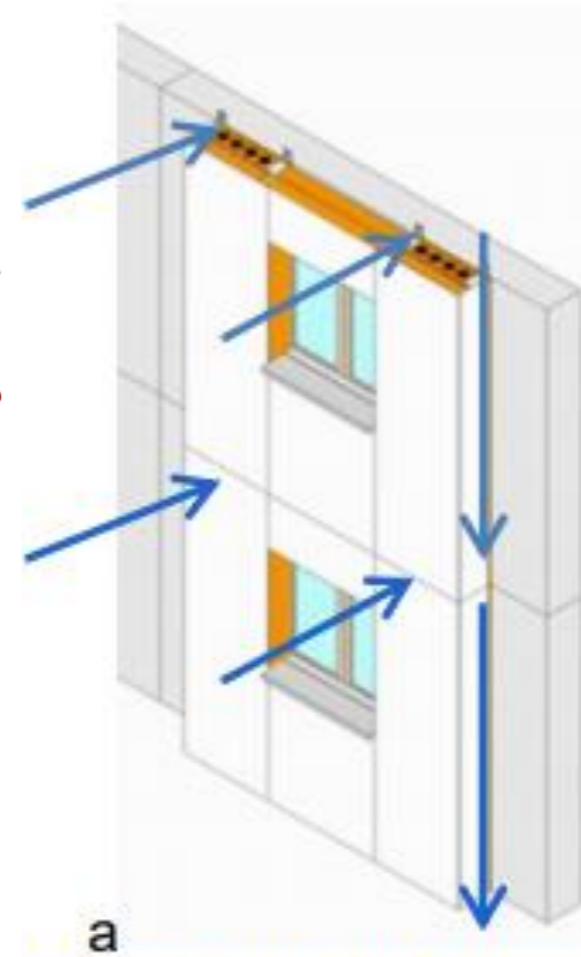
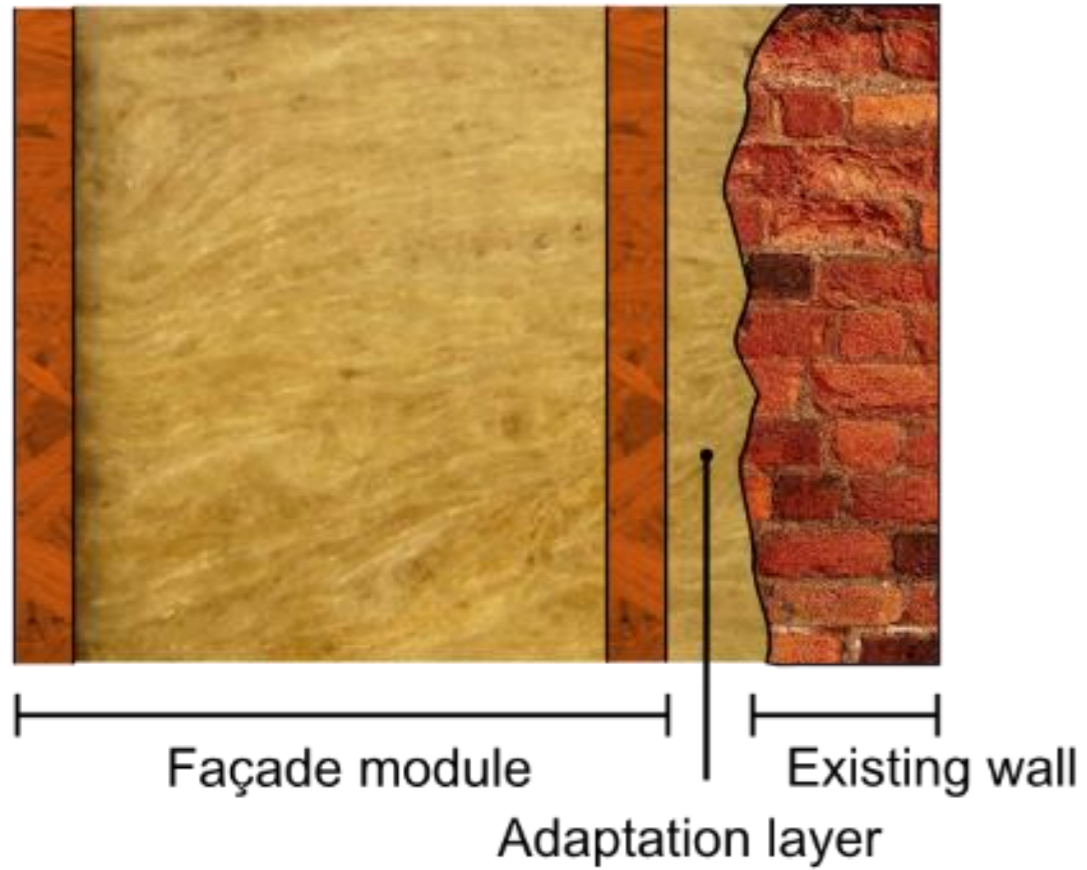


(foto: MBS)



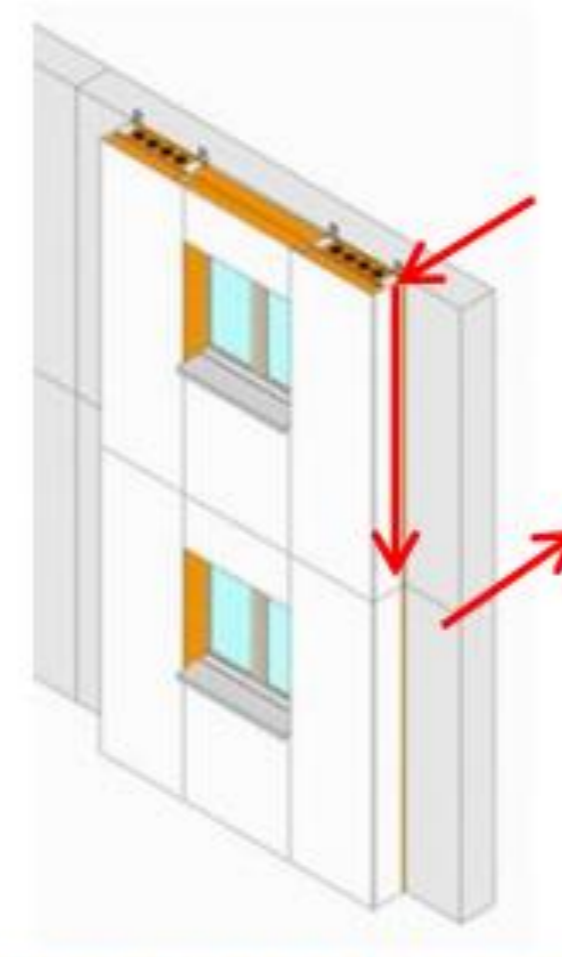
# LUCHTROTATIES IN DE ADAPTATIELAAG

Impact luchtrotaties op thermische prestaties

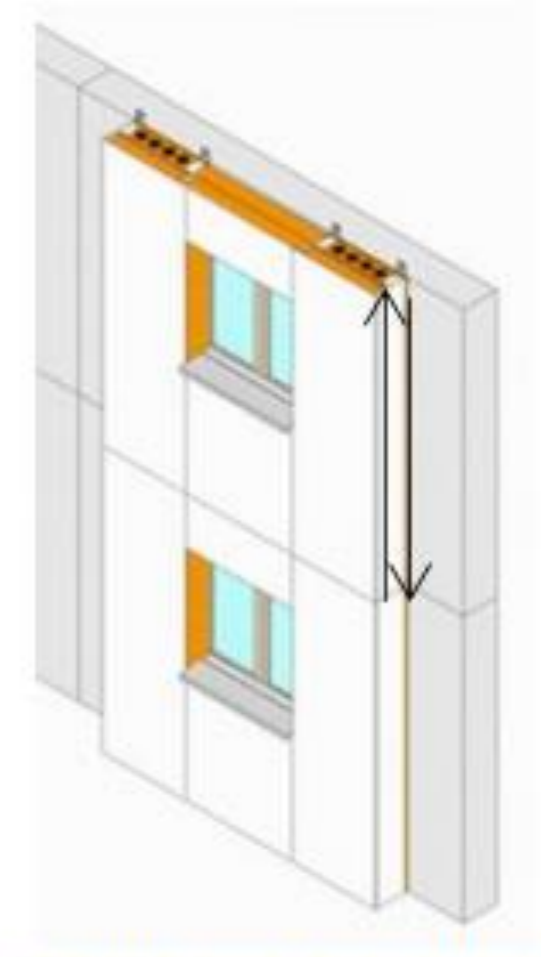


a

Figuur 2 (a) *Wind Washing* (b) *Inside air venting* (c) *Air Looping* (indien de adaptielaag onvoldoende samengedrukt is)



b

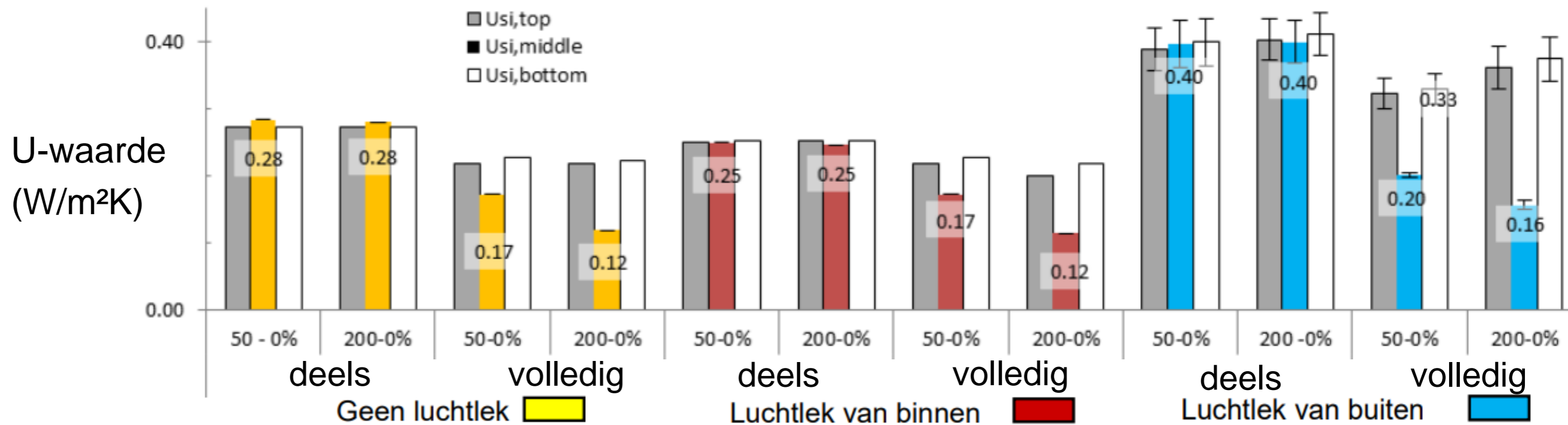
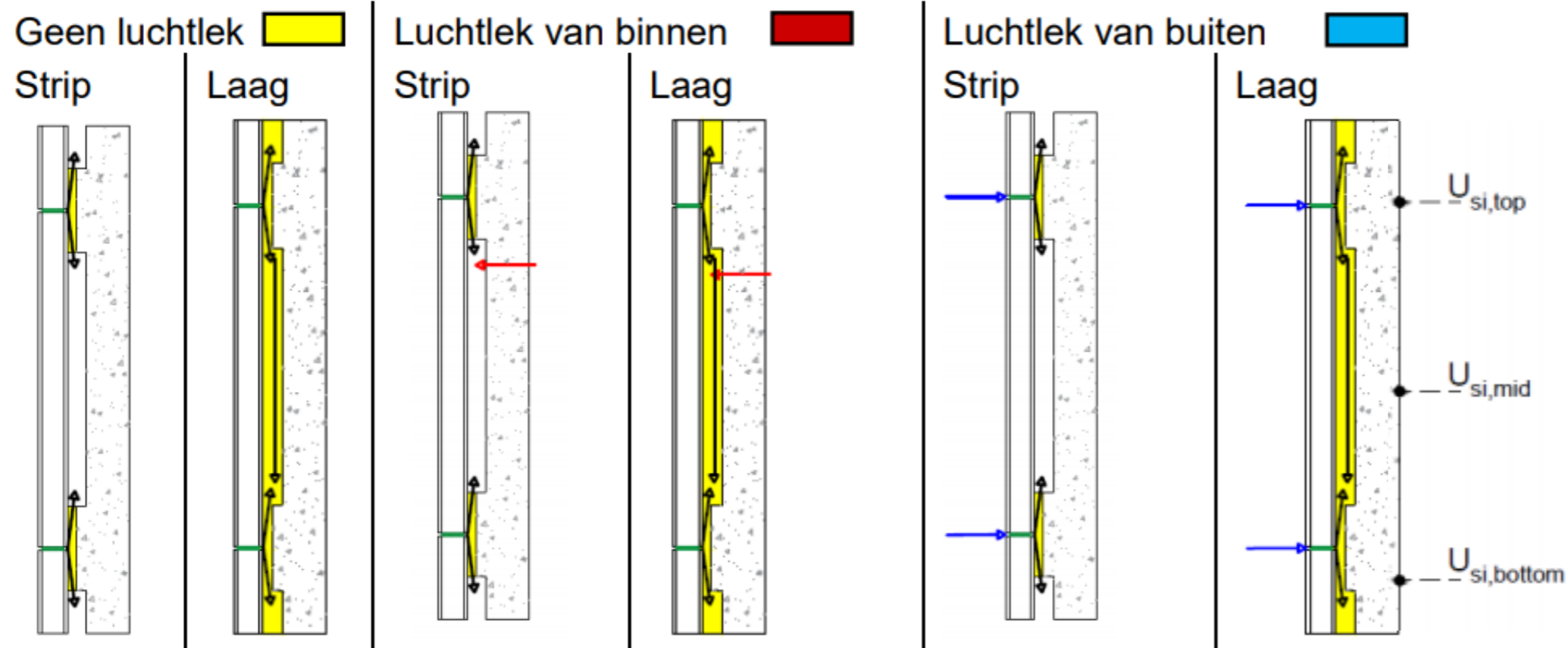


c



# LUCHTROTATIES IN DE ADAPTATIELAAG

Potentieel van deels opvullen adaptatielaag bv. bij geprofileerde gevel

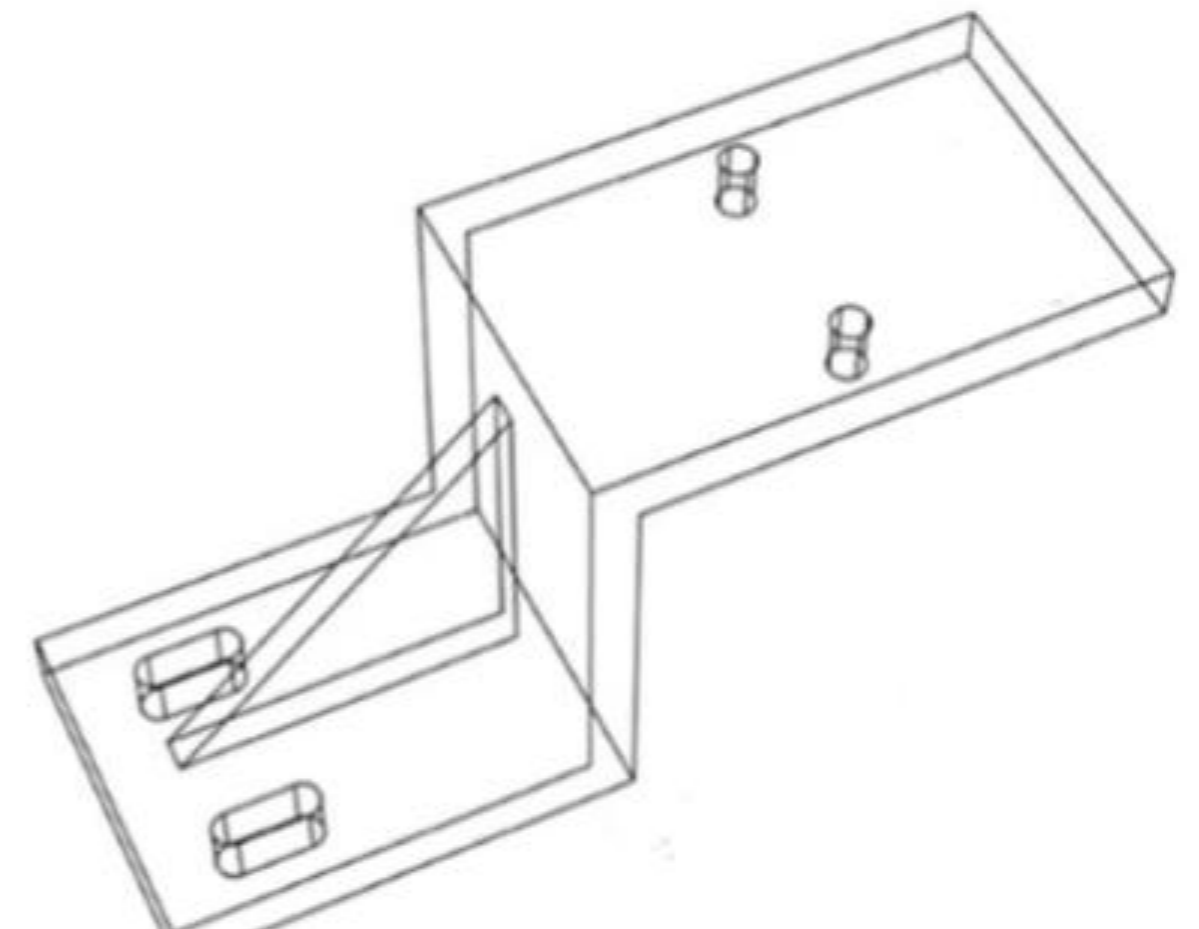
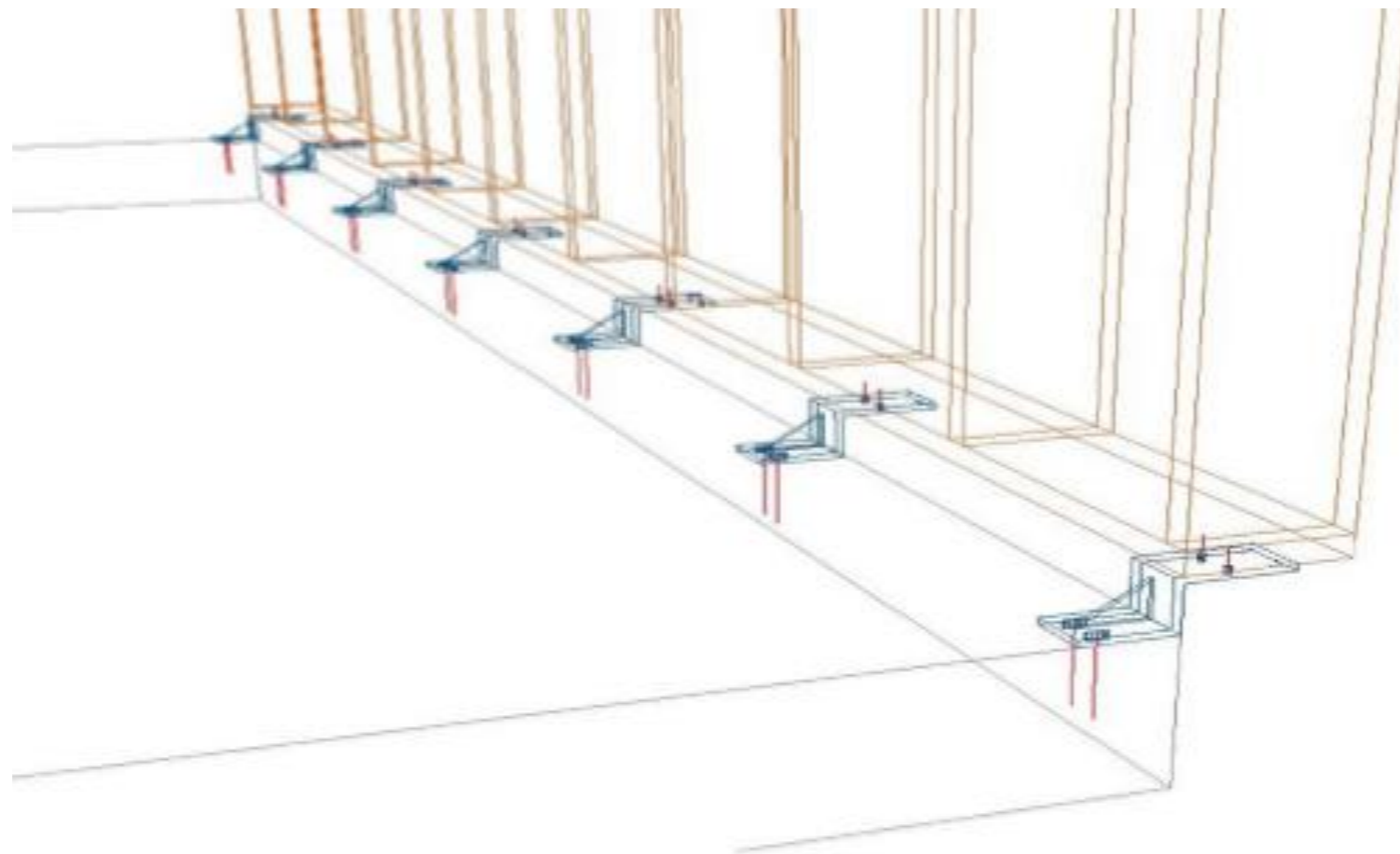


# STRUCTURELE ASPECTEN: VERANKERING EN VERVORMING

## 1/ Verankeringen bij houten prefab gevelpanelen

Eisen gesteld aan verankeringen? Optredende krachtswerkingen?

Toelaatbare uitvoeringstoleranties?



# STRUCTURELE ASPECTEN: VERANKERING EN VERVORMING

2/ Relatie tussen vervormingen van een houten gevelelement in het vlak tot de vervormingen van het structurele (beton)element waar het in verankerd is

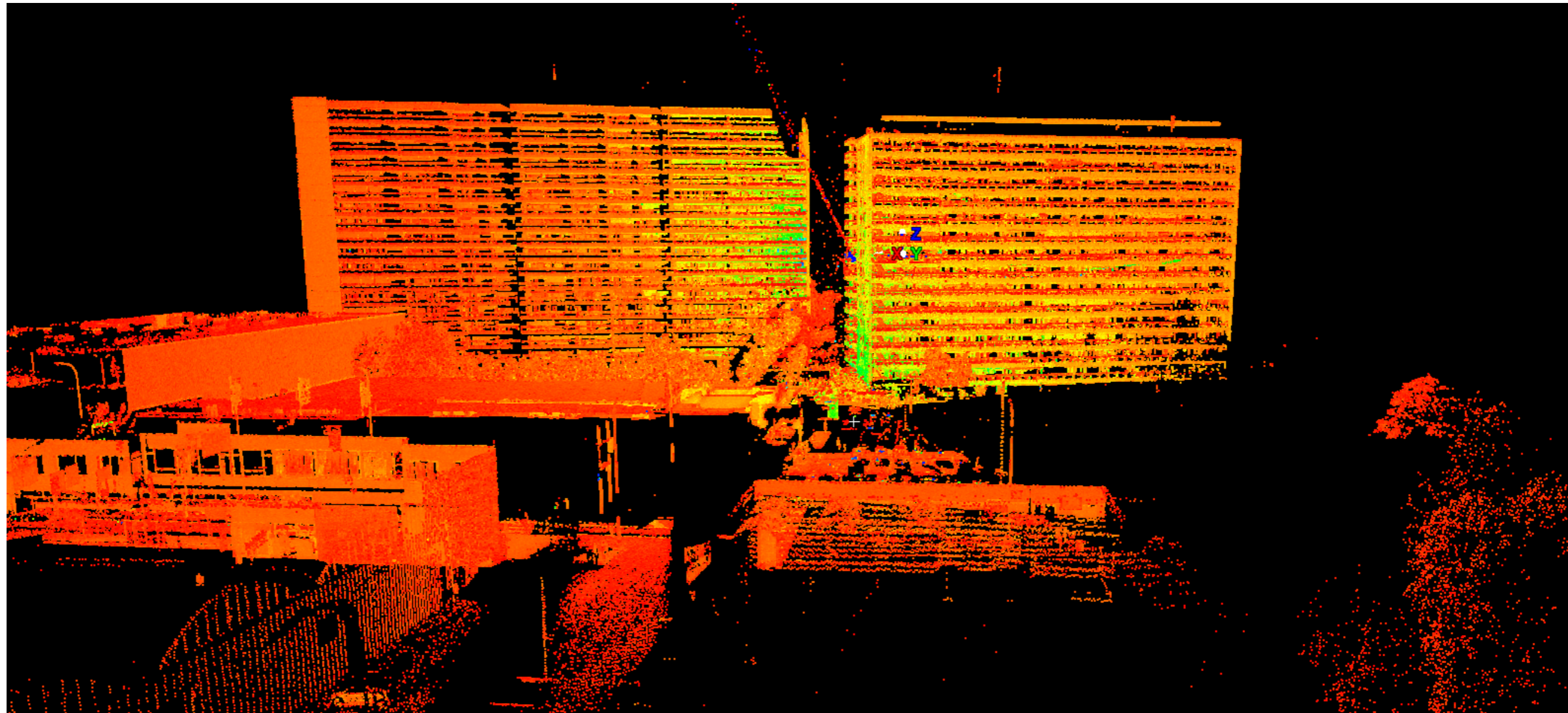


# AKOESTIEK EN BRANDVEILIGHEID

- Presentatie Lieven De Geetere : akoestische prestaties van raamaansluitingen
- Presentatie Yves Martin : brandvoortplanting via gevels bij hoogbouw

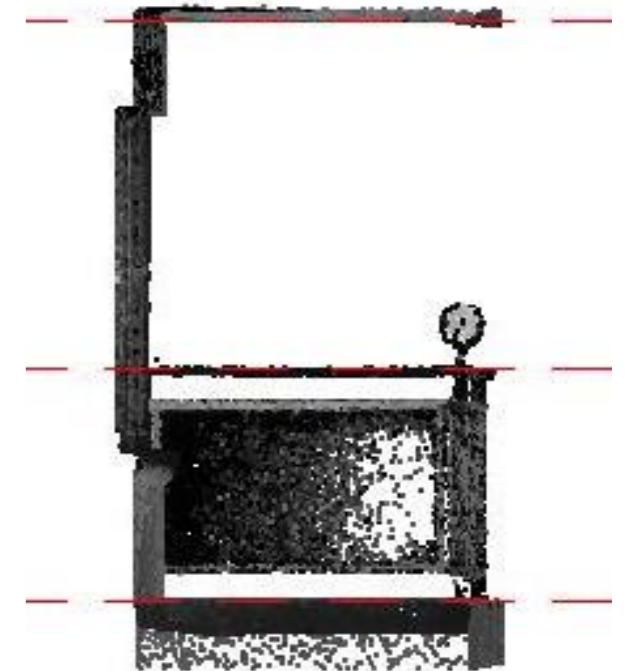
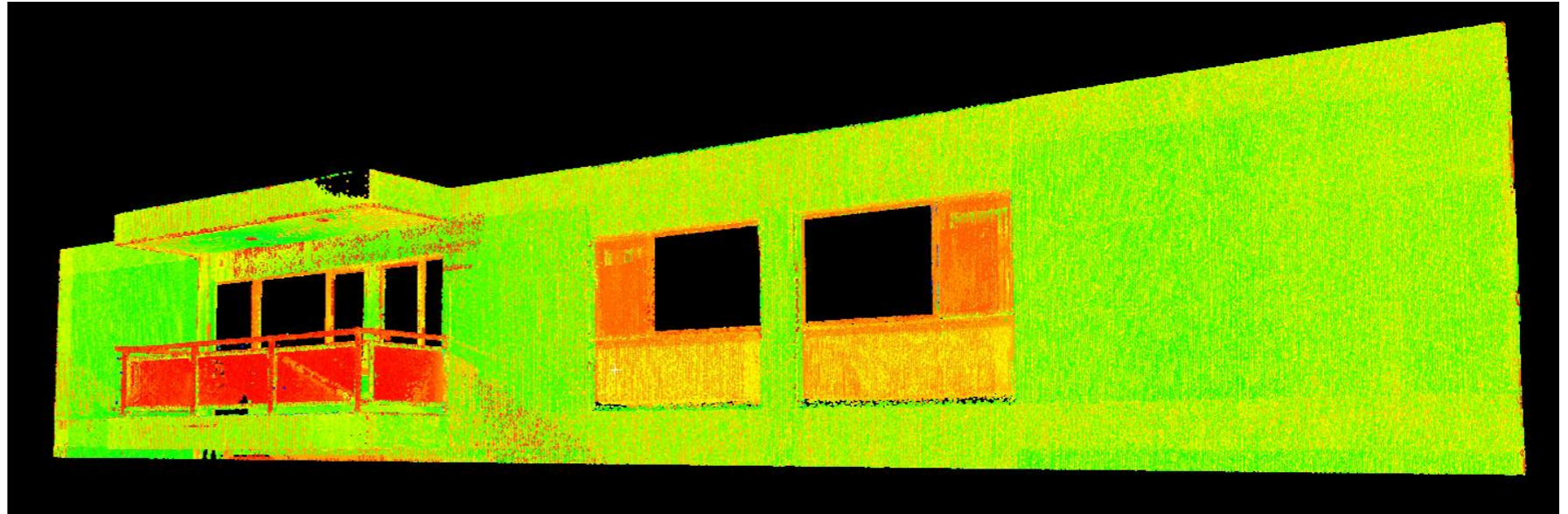
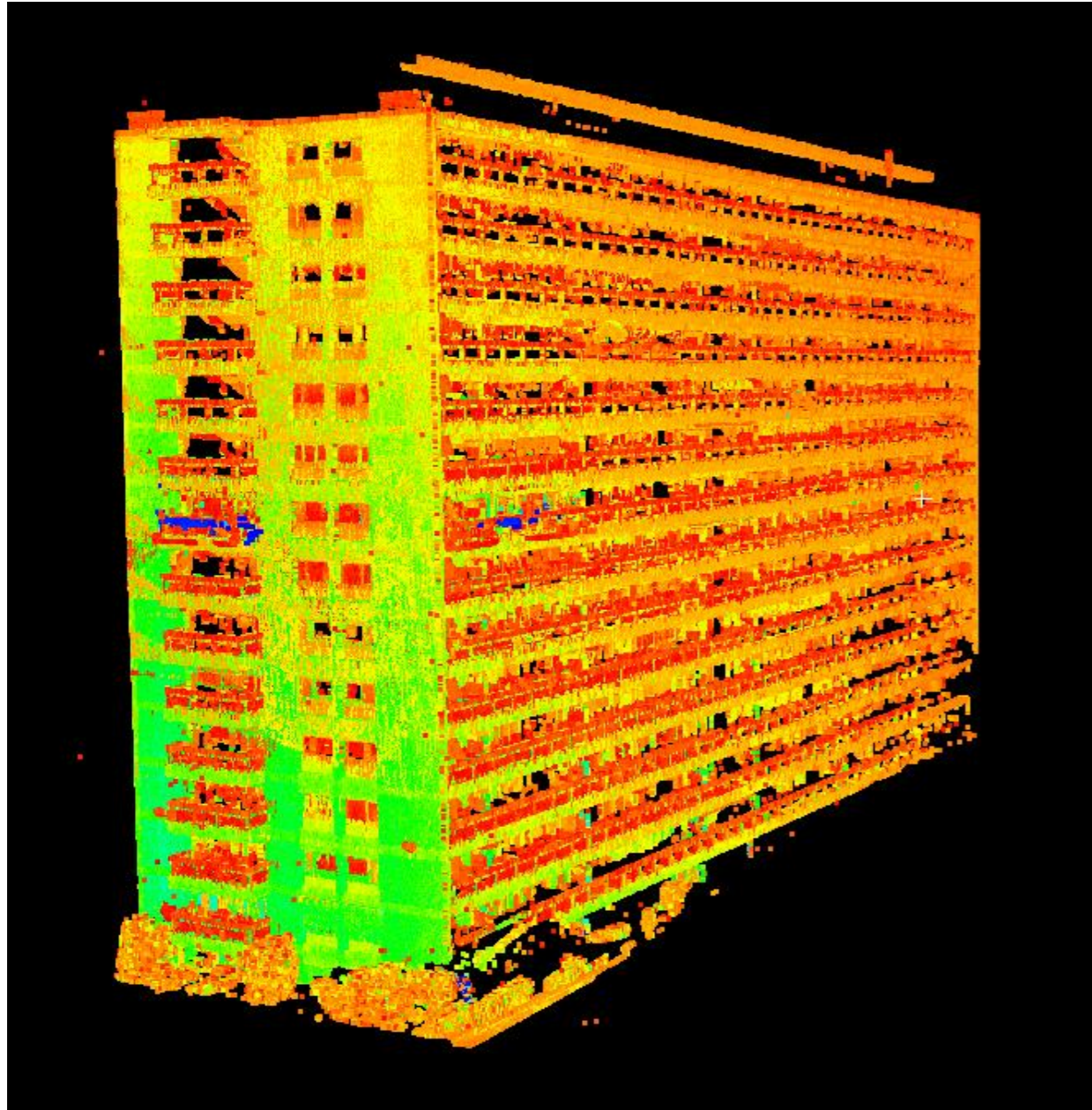
# 3D-OPMETING

- Kennis van as-build toestand : gevel uit lood, oneffenheden, dimensies
- Toepasbaarheid technieken voor opmeting bestaande gebouwen a.h.v. case studies



Case studie : laserscanning balkon appartement

# 3D-OPMETING



# KOSTPRIJSCALCULATIE

- Zie presentatie Sebastiaan Schelfaut : kostenanalyse prefab vs. in situ







Systemen met navul isolatie

1.1 Houten caisson met cementgebonden spaanplaat



1.2 Houten caisson met gipskartonplaat



1.3 Houten caisson met vezelplaat en geventileerde gevel



1.4 Houten caisson met houtvezelplaat en ventilatiekanalen



Systemen met isolatie Plaat

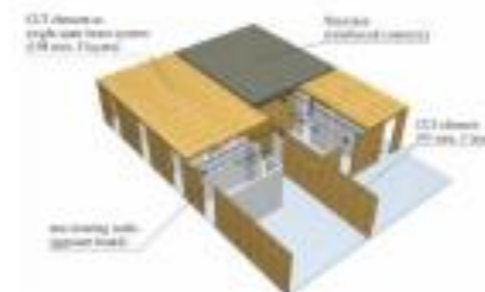
2.1 SIP's met architectonisch beton



2.2 Enkelschalig betonelement met minerale wol



2.3 CLT als dragende wand- en vloerelementen



Systemen met isolatie Frame

3.1 Houtskeletelement met gevelafwerking en ventilatie-unit met warmtewisselaar



3.2 Houtskeletelement



3.3 Houtskeletelement – raammodule met ventilatiekanalen



3.4 Gordijngevelprofielen met raam en gevelmodules



3.5 Staalframe met isolatie en luchtdichte laag



Systemen met isolatie (SIP's)

4.1 SIP met multiplexlagen als wand- en gevelafwerking



4.2 SIP met bekleding in verzinkt staal

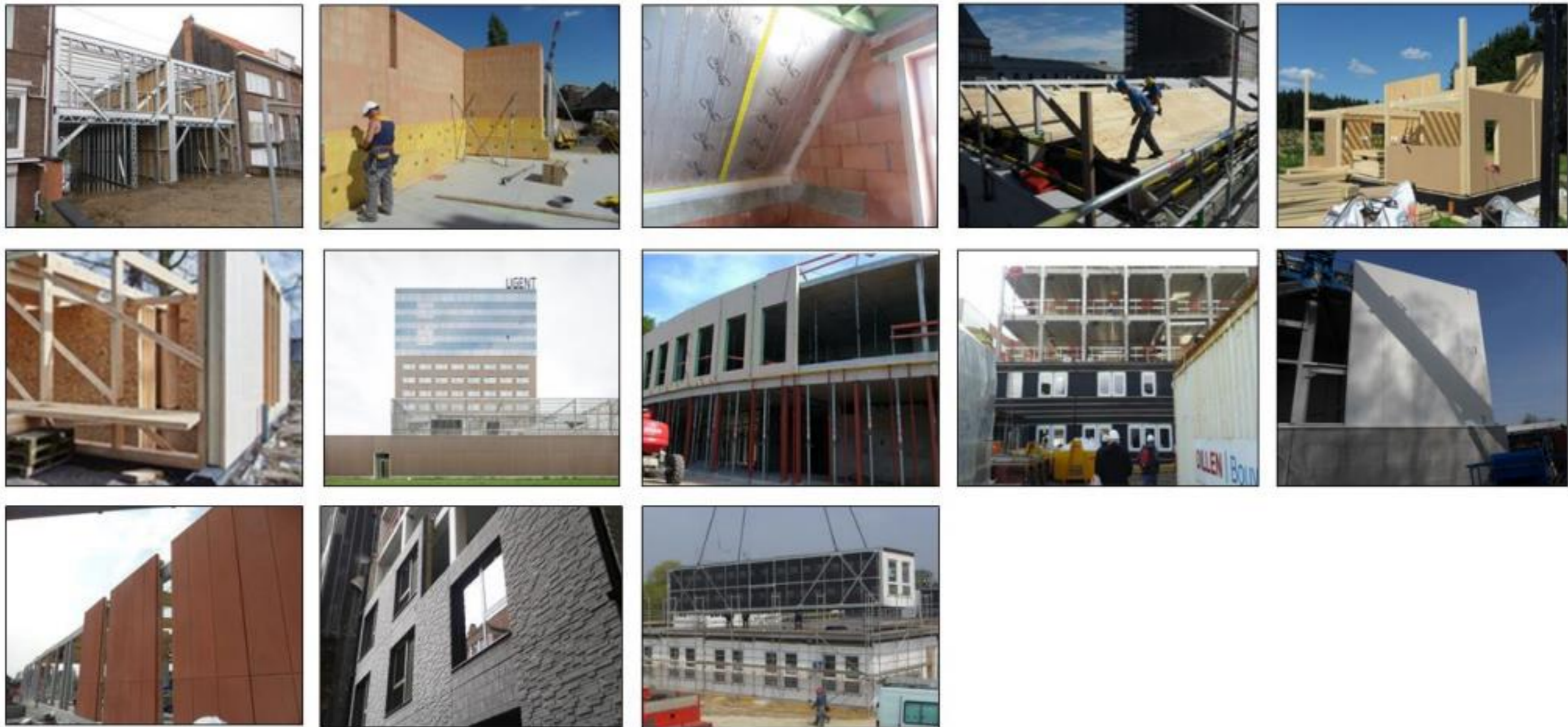


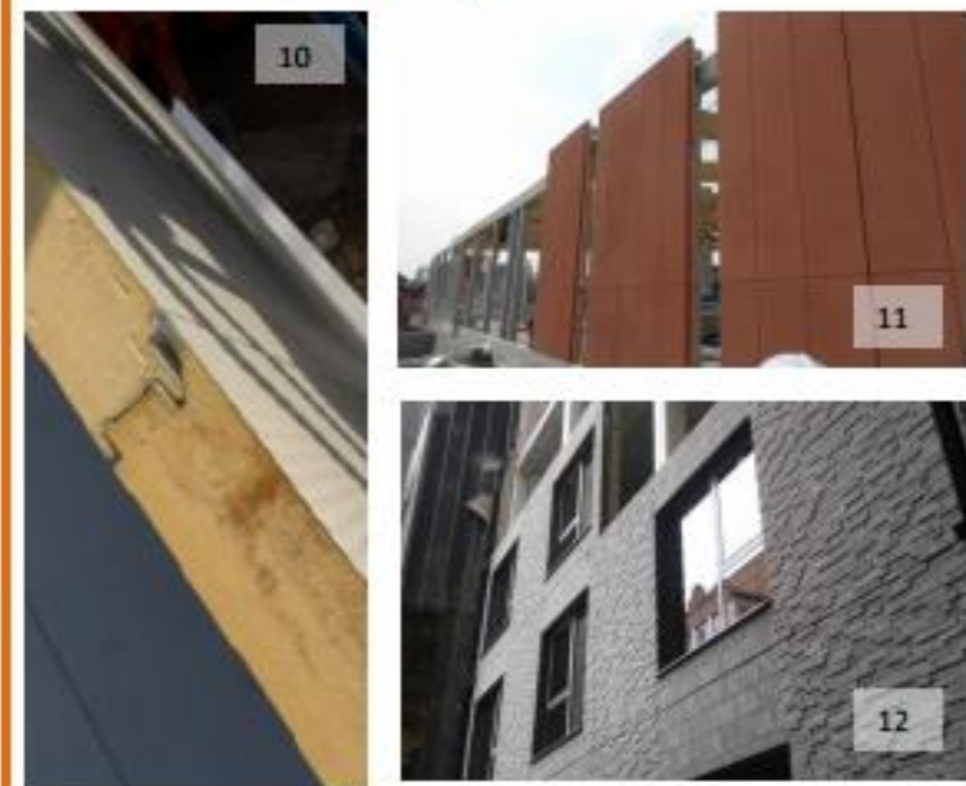
4.3 Isolatieplaat met meerlaagse aluminium bekleding



4.4 SIP met vezelcementbeplating





AfwerkingStructuurThermischStructuur + ThermischAfwerking + Structuur + ThermischAfwerking + Structuur + Thermisch + VolumeInhoud

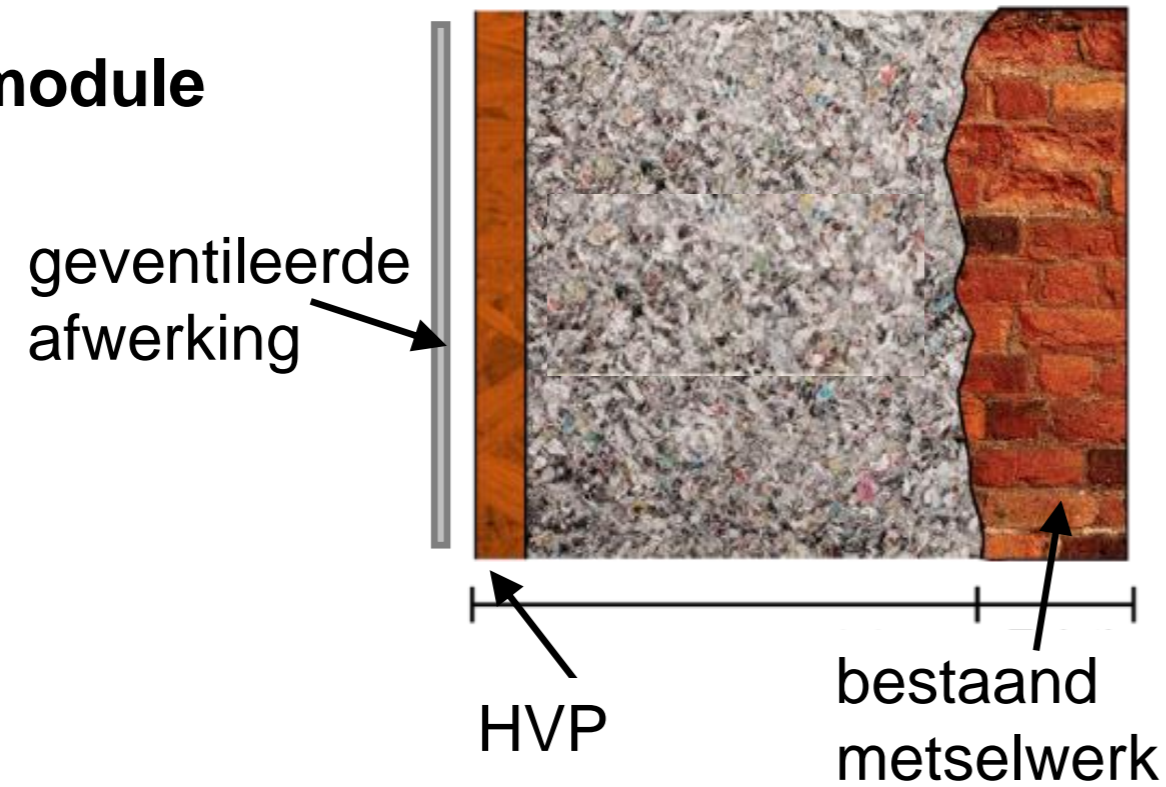
- 1 Rijwoningen in staalframe (Pro-Fil Benelux)
- 2 Prefab wandelement in snelbouwsteen (Heijmans)
- 3 Zelfdragend dakelement met PIR en meerlaagse ALU-bekleding (Recticel)
- 4 Zelfdragend dakelement met multiplex bekleding en minerale wol (Unilin)
- 5 Zelfdragend wandelement met OSB-3 en dampopen houtvezelplaat, minerale wol (Unilin)
- 6 Zelfdragend wand- en dakelement met PUR en twee multiplexplaten (Unilin)
- 7 Houtskelet-gevelement voor hoogbouw (Jonckheere Projects, Bureau Bouwtechniek)
- 8 Houtskelet-gevelement voor laagbouw (Jonckheere Projects, Algemene Bouwwerken Maes)
- 9 Houtskelet-gevelement met schrijnwerk en akoestische veerregels (Machiels Building Solutions)
- 10 Metalen sandwichpaneel met PIR (Gijbels)
- 11 SIP's in architectonisch beton en PIR (Loveld)
- 12 Houtskelet gevelement met schrijnwerk en steenstrips (Machiels Building Solutions)
- 13 Industriële 3D prefab-modules met warmgewalst staal en geïntegreerde badkamers (ALHO)

# HYGROTHERMISCHE PRESTATIES VAN HOUTSKELETELEMENTEN



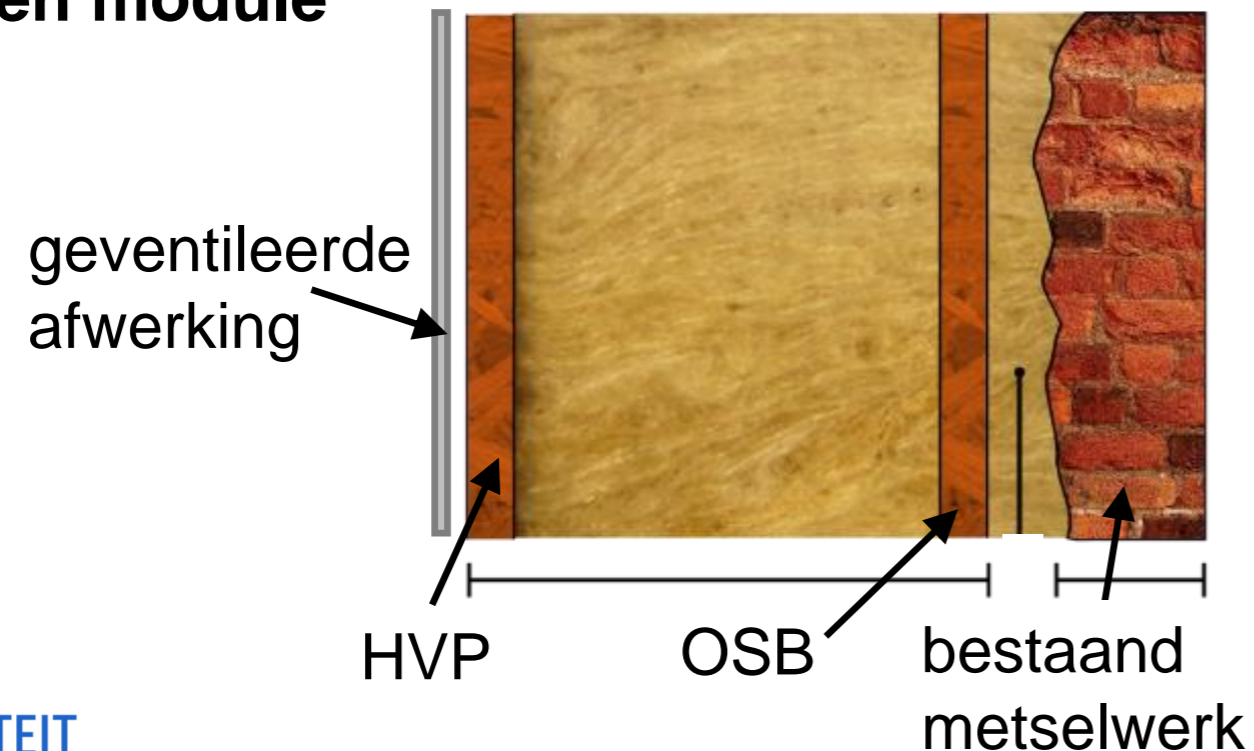
# HOUTSTRUCTUUR VOOR BESTAANDE GEVEL

## Open module



- Open vs. gesloten modules?
- Invloed oriëntatie?
- Type gebruikte uitstijvende plaat?
- Type isolatiemateriaal?
- Toevoeging dampscherm?
- Afscherming gevel?

## Gesloten module



# EVALUATIE DEGRADATIERISICO

## **Gevoelige houtgebaseerde materialen**

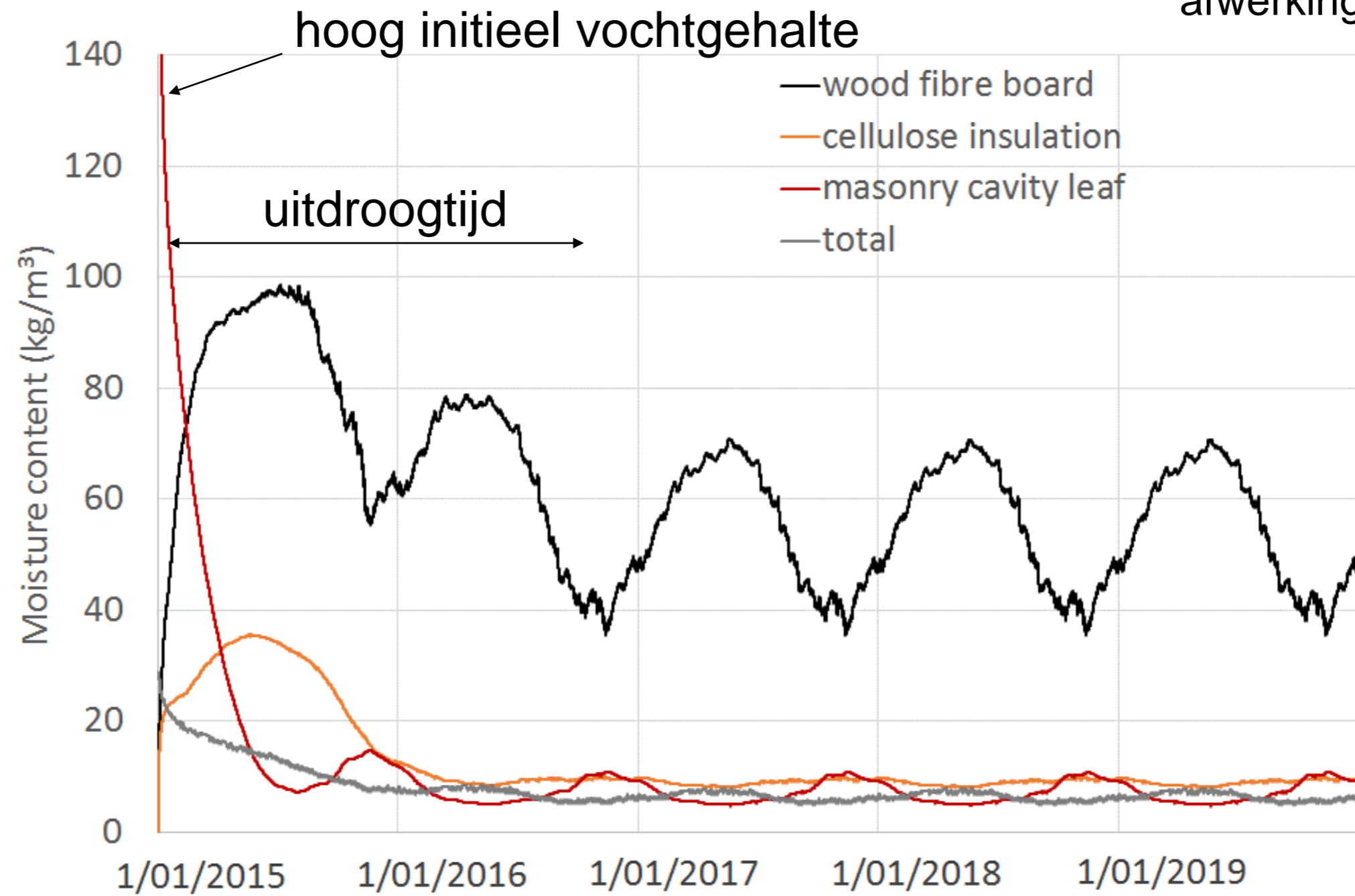
### Schimmelgroei

Aantal uren met vochtgehalte  $> 20\% \text{kg/kg}$  en  $T > 5^\circ\text{C}$  mag 720 u/jaar (1 maand) niet overschrijden

### Houtrot

Aantal uren met vochtgehalte  $> 25\% \text{kg/kg}$  en  $T > 10^\circ\text{C}$  mag 168 u/jaar (1 week) niet overschrijden

# OPEN MODULE



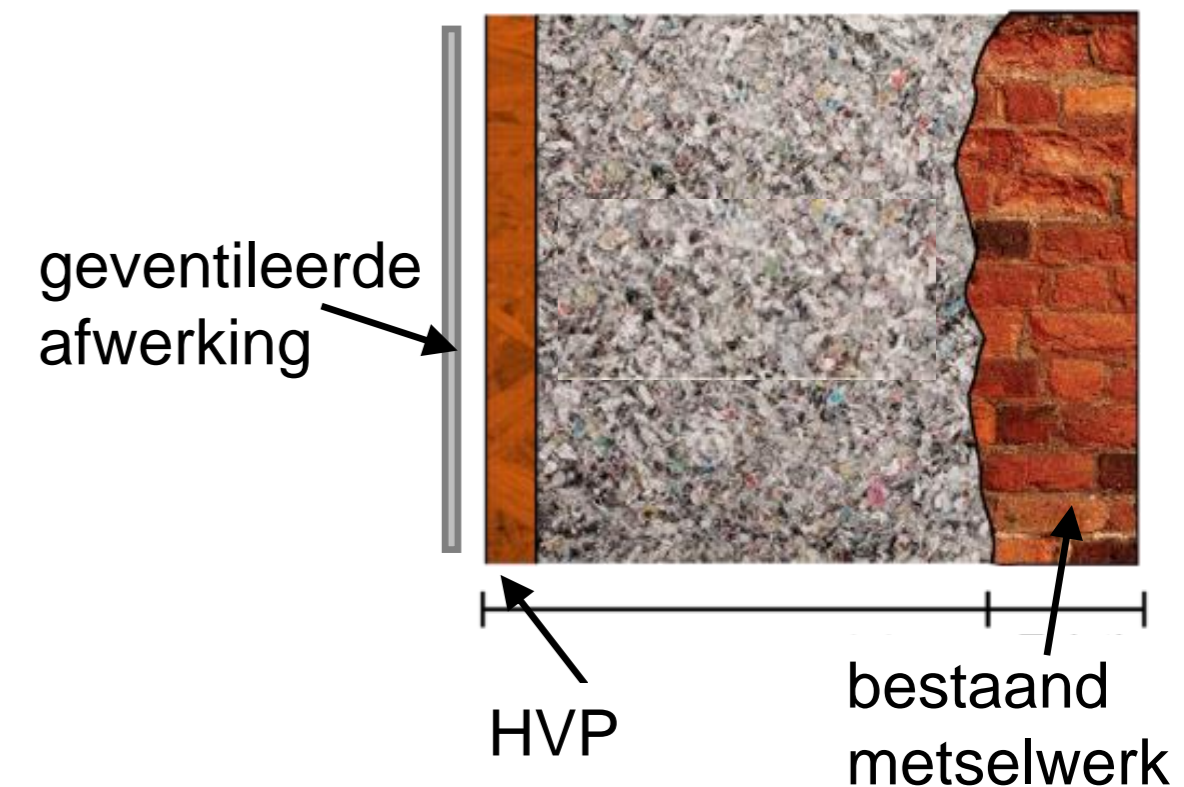
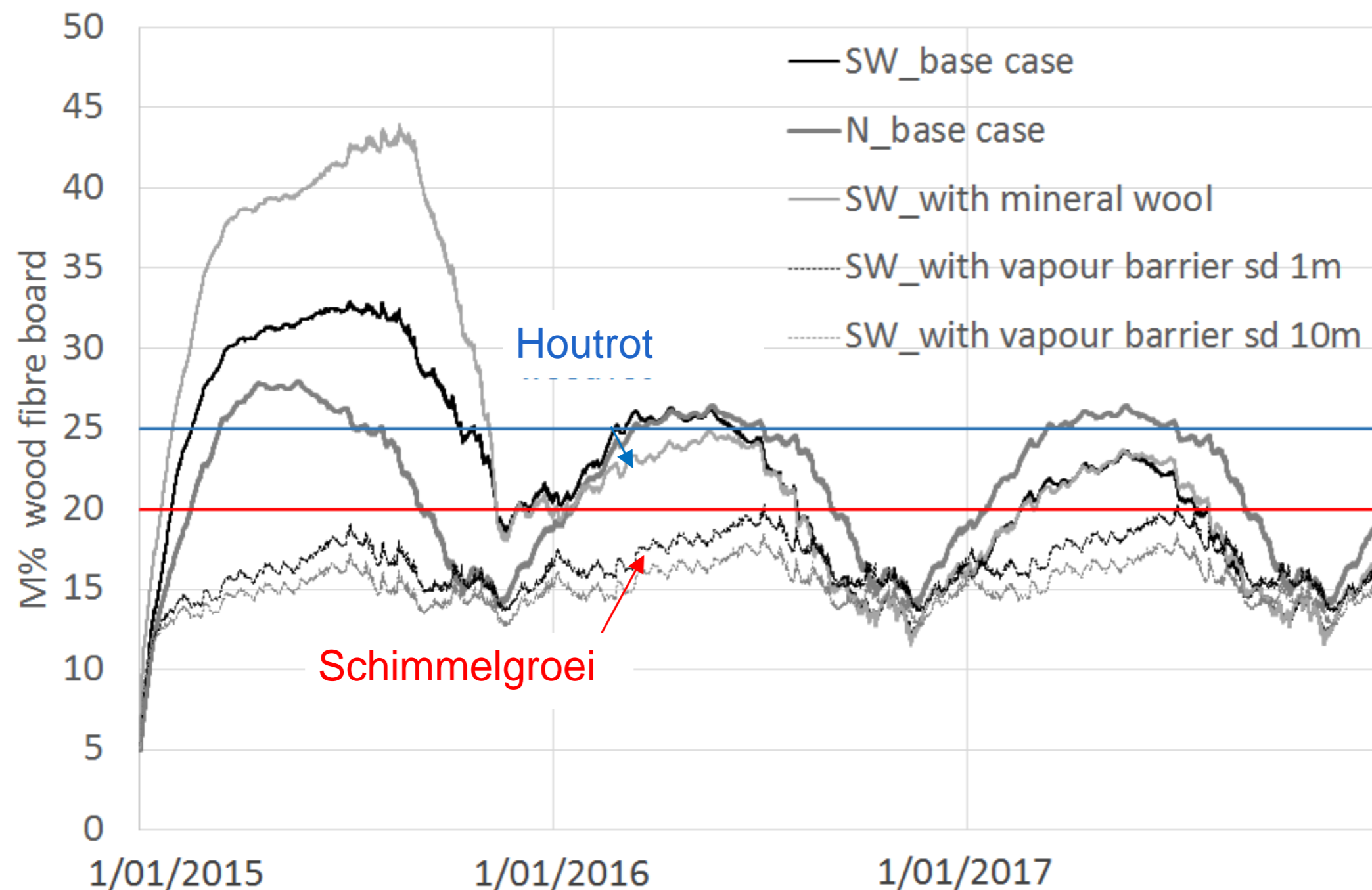
geventileerde afwerking



HVP

bestaand metselwerk

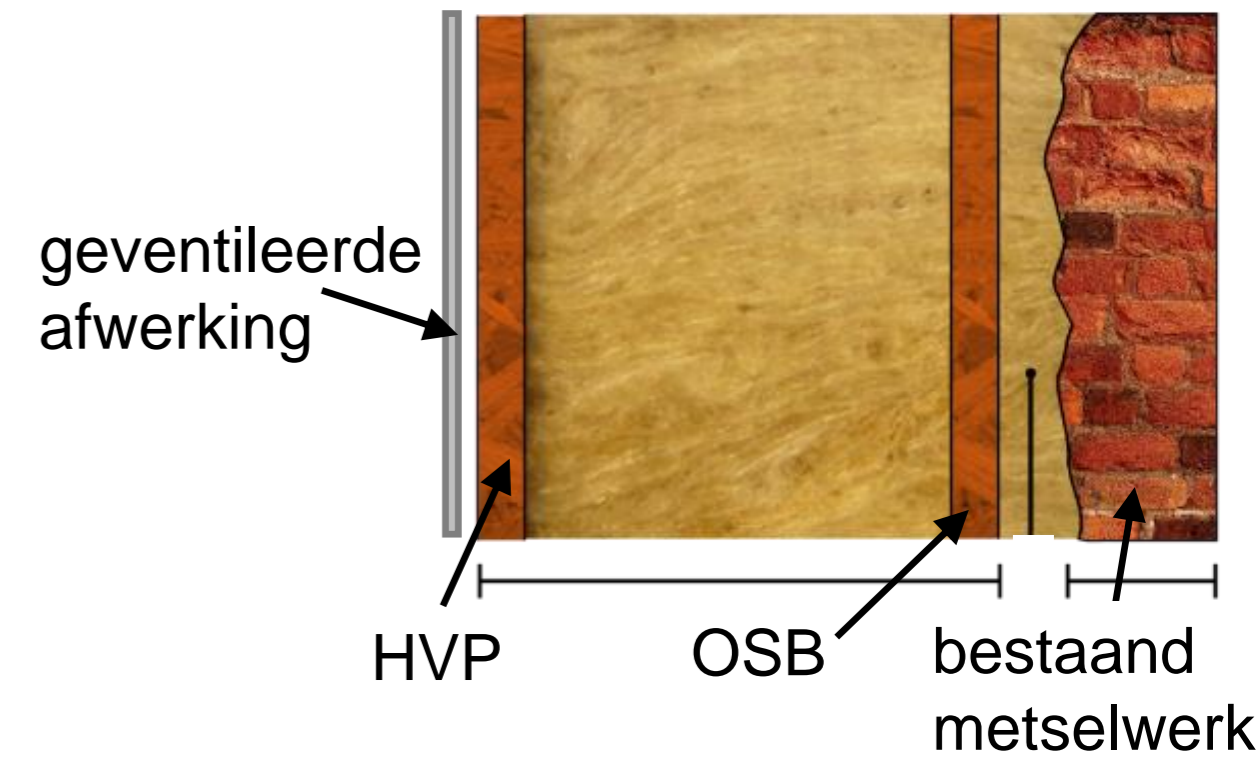
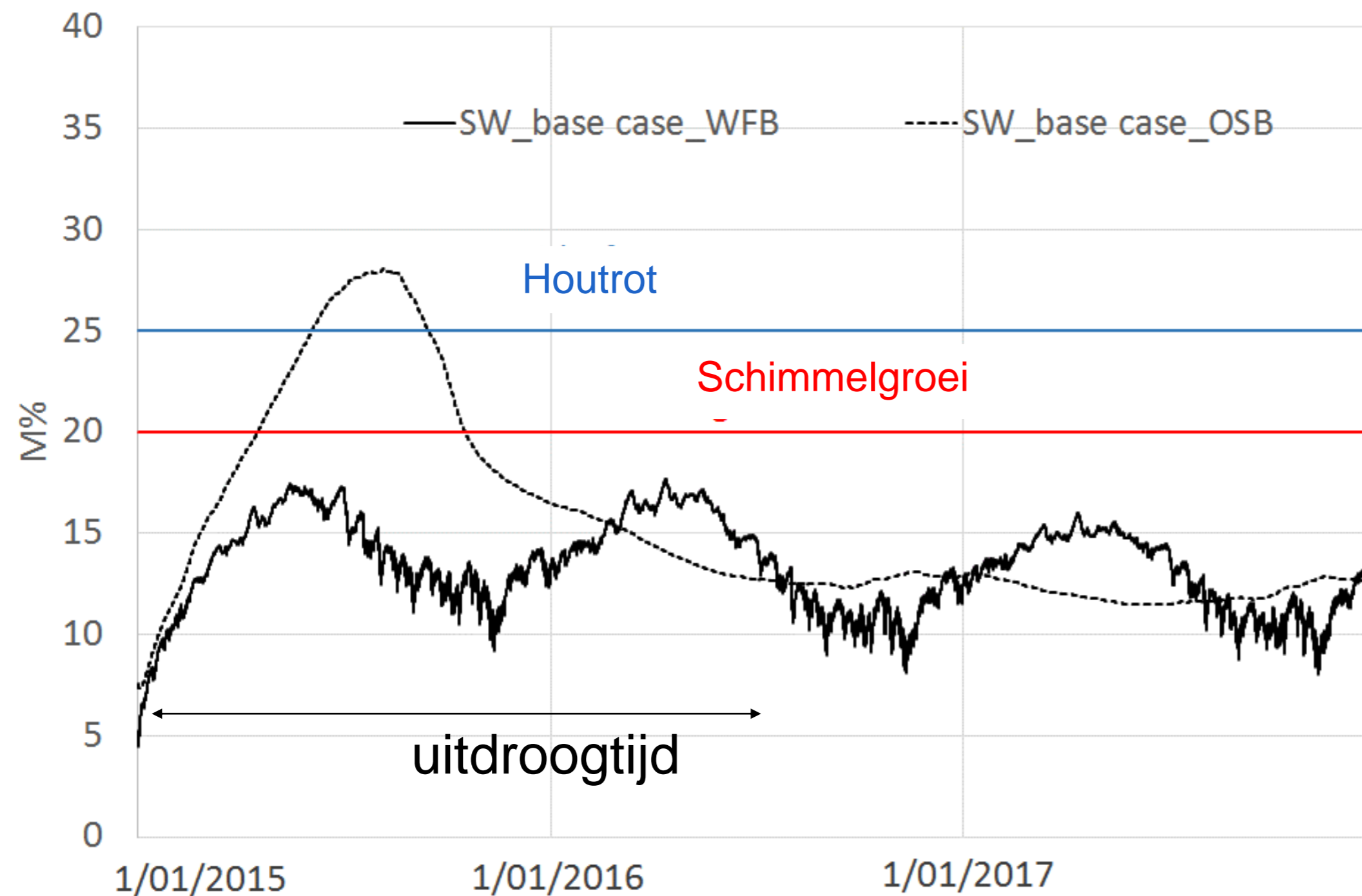
# OPEN MODULE



- Voorkeur cellulose boven minerale wol (vochtbuffering)
- Noord-georiënteerde gevel lager risico
- Toevoeging dampscherm gunstig

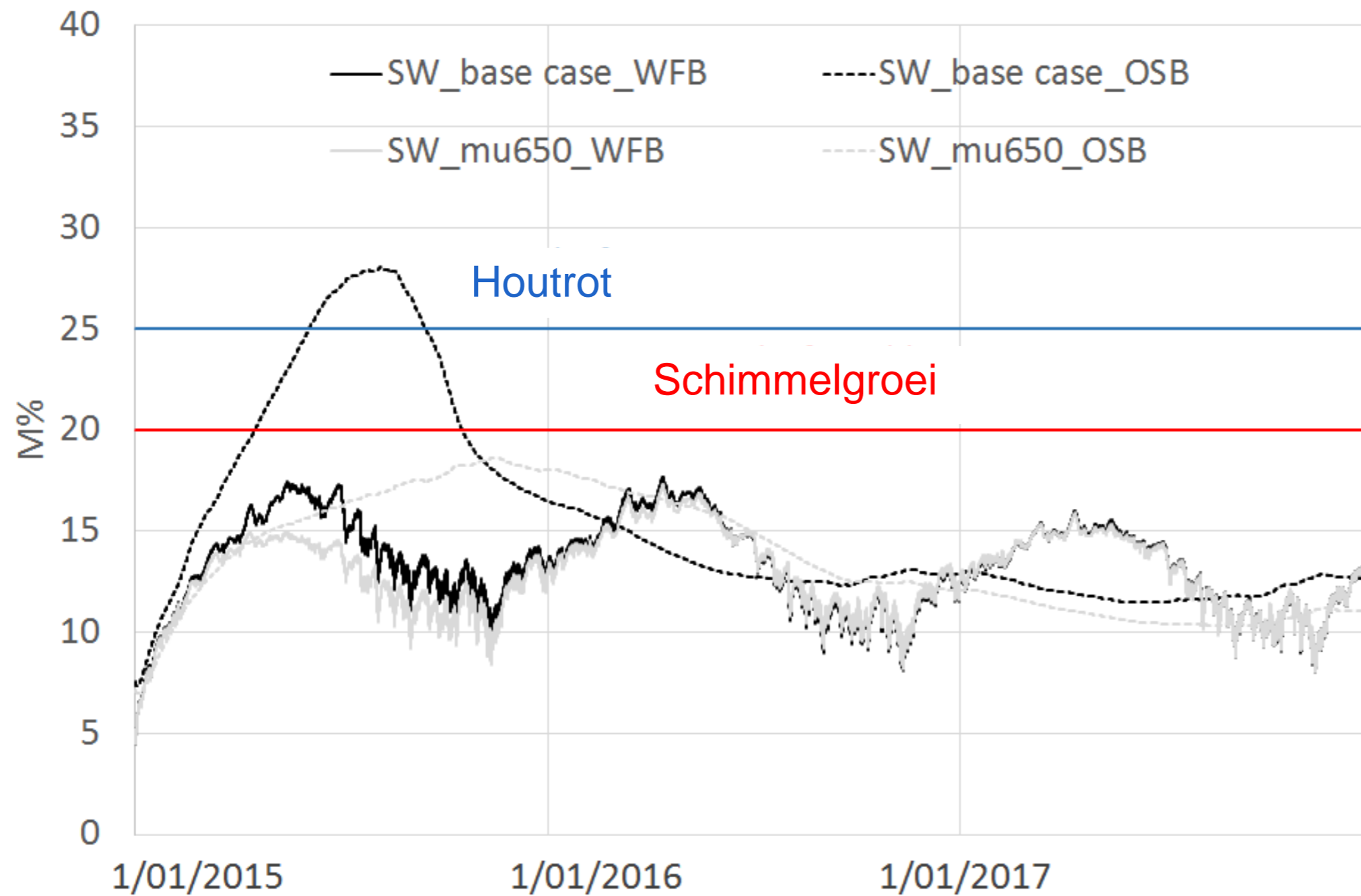


# GESLOTEN MODULE

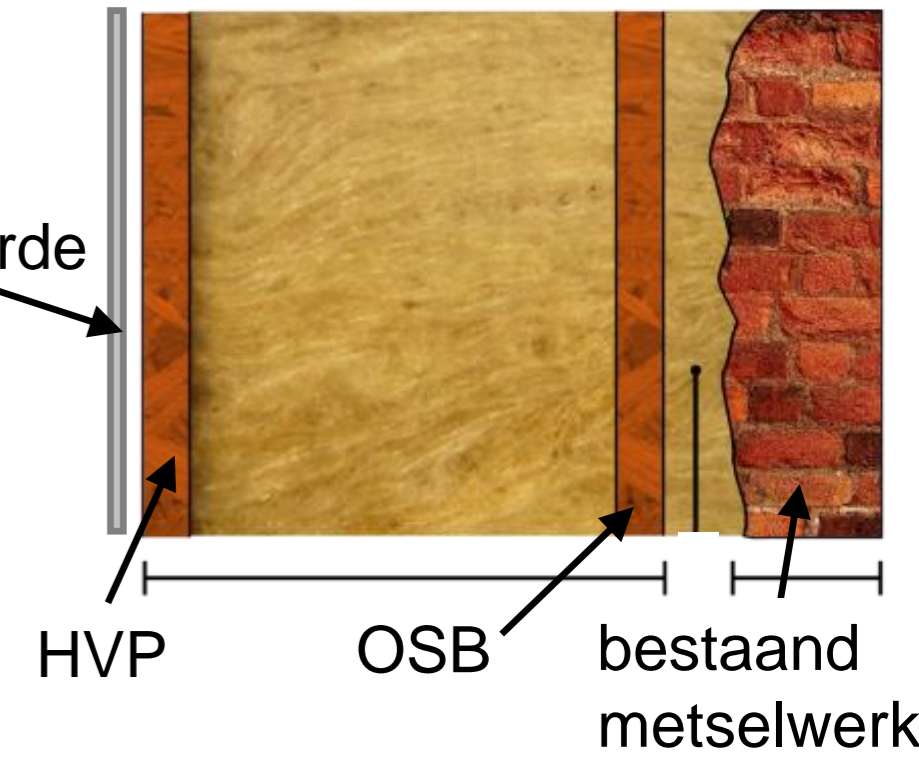


- Uitdroging gedurende eerste twee jaren
- Risico op degradatie van OSB-plaat

# GESLOTEN MODULE

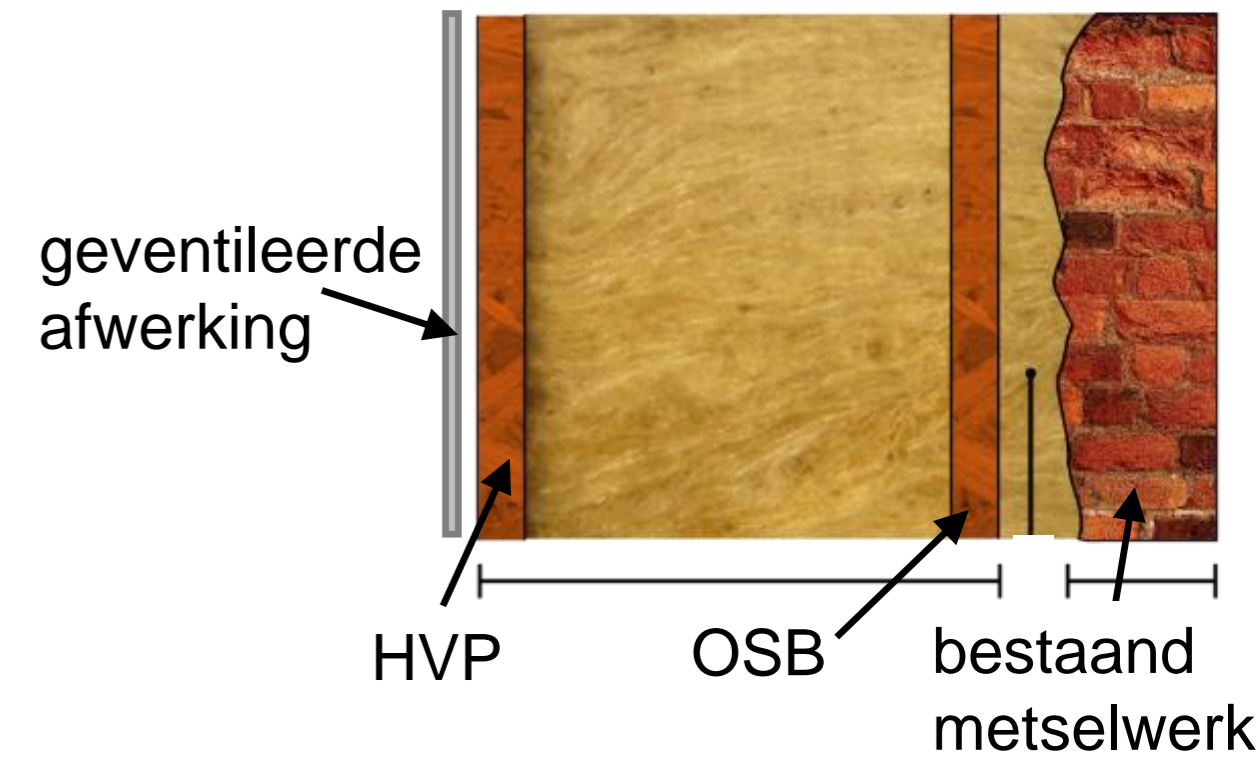
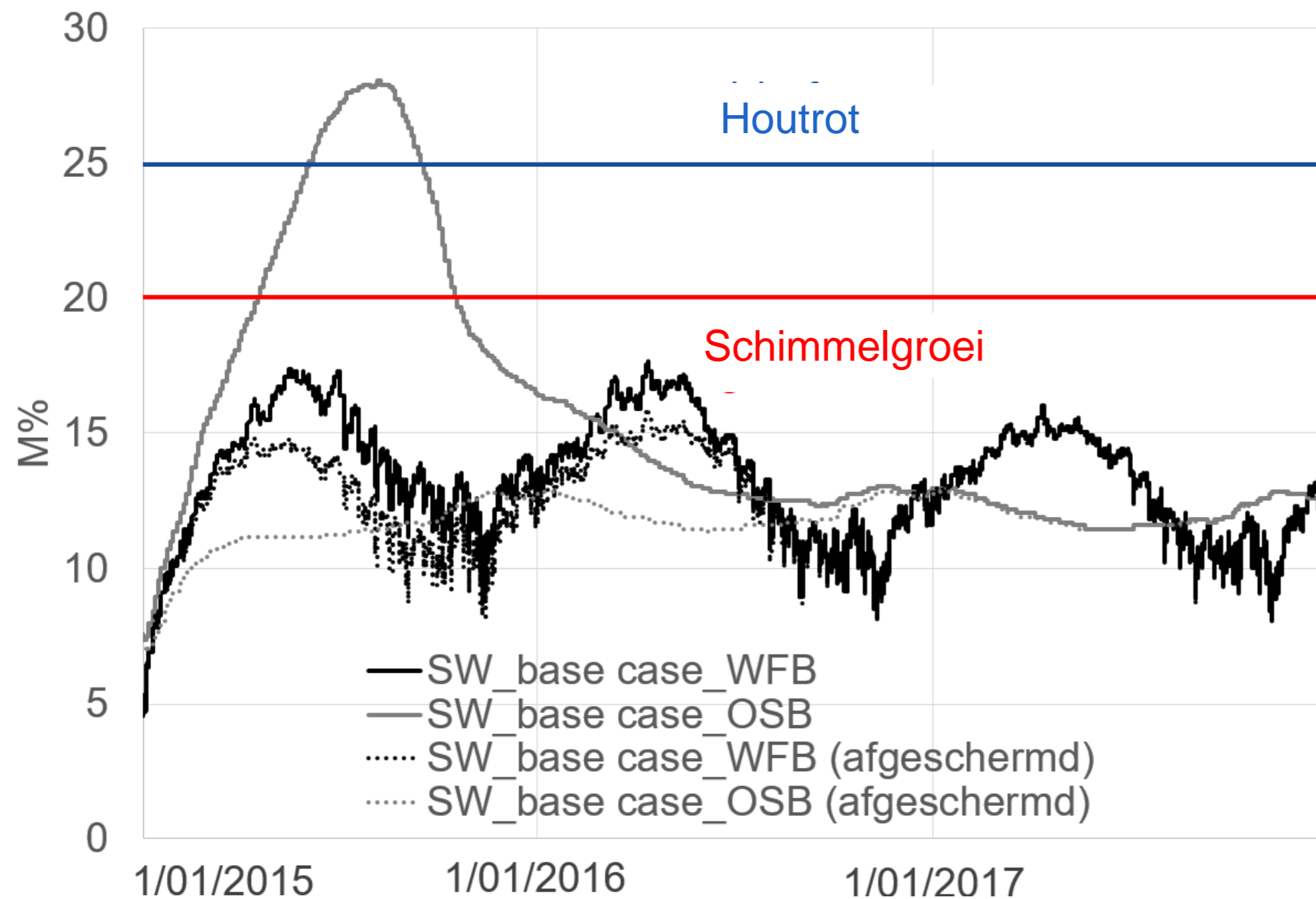


geventileerde afwerking



Hoge dampdichtheid  
uitstijvende plaat gunstiger

# GESLOTEN MODULE



Afscherming bestaande gevel is essentieel

# Marijke Steeman

Docent bouwfysica

ONDERZOEKSGROEP BOUWFYSICA,  
CONSTRUCTIE EN KLIMAATBEHEERSING

E marijke.steeman@ugent.be

T +32 9 264 37 19

[www.ugent.be](http://www.ugent.be)

 Ghent University

 @ugent

 Ghent University

Onderzoeksproject PRO<sup>3</sup> werd mogelijk gemaakt dankzij de steun en inhoudelijke input van de volgende bedrijven en organisaties:

*Algemene Bouwwerken Maes, Alpas NV, Belga Plastics NV, Belgo Metal, Besix, BJW wonen, Buro Il, Confederatie Bouw, CRH, Decomo, Dow Corning, Exel Composites, FEBE, Foamglas, Gijbels, GO!, Hevadex, Jonckheere Projects nv, Loveld, Machiels Building Solutions, NAV, Pixii, Promat, Recticel, Renotec NV, Renson, Scheldebouw NV, Schüco Belgium nv, Siniat nv, Universiteit Gent Dienst Gebouwen en Facilitair Beheer, Unilin, Ursus, Verhelst Bouwmaterialen, Verheyen nv, VK Engineering en Vorsselmans.*

Met de steun van

