

# Kennisbijeenkomst Verduurzaming in de praktijk

27 september 2022

*Samenwerken* aan restauratiekwaliteit

Welkom  
Christian Braak



Stichting  
Erkende  
Restauratiekwaliteit  
Monumentenzorg





Stichting Erkende Restauratiekwaliteit Monumentenzorg (ERM) is hét **kennisnetwerkplatform** voor:

- monumenteigenaren,
- ontwerpers en uitvoerders en
- toezichthouders.

Samen werken zij heel **praktijkgericht** aan de **kwaliteit** bij **onderhoud** en **restauratie** van monumenten. En natuurlijk hoort het **verduurzamen** van monumenten daarbij.

Stichting ERM beheert de **beoordelings- en uitvoeringsrichtlijnen** zoals die worden vastgesteld door het Centraal College van Deskundigen Restauratiekwaliteit.

Alle **kennis** in de richtlijnen maakt ERM voor u beschikbaar met onder andere websites, nieuwsbrieven, publicaties en kennisbijeenkomsten.

*Samenwerken* aan restauratiekwaliteit



# Programma

- 13.00 – 13.30**                    **Ontvangst**
- 13.30 – 13.35**                    **Welkom**  
Christian Braak (Stichting ERM)
- 13.35 – 13.50**                    **De verduurzamingsopgave**  
Bram Tromp (Brandweer Amsterdam)
- 13.50 – 14.10**                    **Verduurzamingsbeleid Gemeente Amsterdam**  
Eveline Roubos en Romeo Rawi (gemeentelijk vastgoed  
Gemeente Amsterdam)
- 14.10 – 14.45**                    **Praktijkonderzoek na-isoleren woonhuismonumenten**  
Felix Kusters (Stichting ERM) en Marc Stappers (RCE)
- 14.45 – 15.00**                    ***Pauze***
- 15.00 – 15.15**                    **De aanpak van de verduurzaming Brandweerkazerne Dirk  
Edwin de Vlieger (Koninklijke Woudenberg)**
- 15.15 – 15.35**                    **Bouwfysisch onderzoek, monument specifiek**  
Paul Steskens (Peutz)
- 15.35**                                **Inleiding rondleiding en afsluiting**  
Christian Braak (Stichting ERM)
- 15.35 – ca 16.30**                    **Borrel en rondleidingen**



De verduurzamingsopgave  
Bram Tromp

ER  
M

Stichting  
Erkende  
Restauratiekwaliteit  
Monumentenzorg

# De verduurzamingsopgave

KAZERNE DIRK

Brandweer Amsterdam-Amstelland

*Bram Tromp*

*Coördinator Bureau Vastgoed*

*Projectleider Nieuwbouw*



**BRANDWEER**

Amsterdam-Amstelland

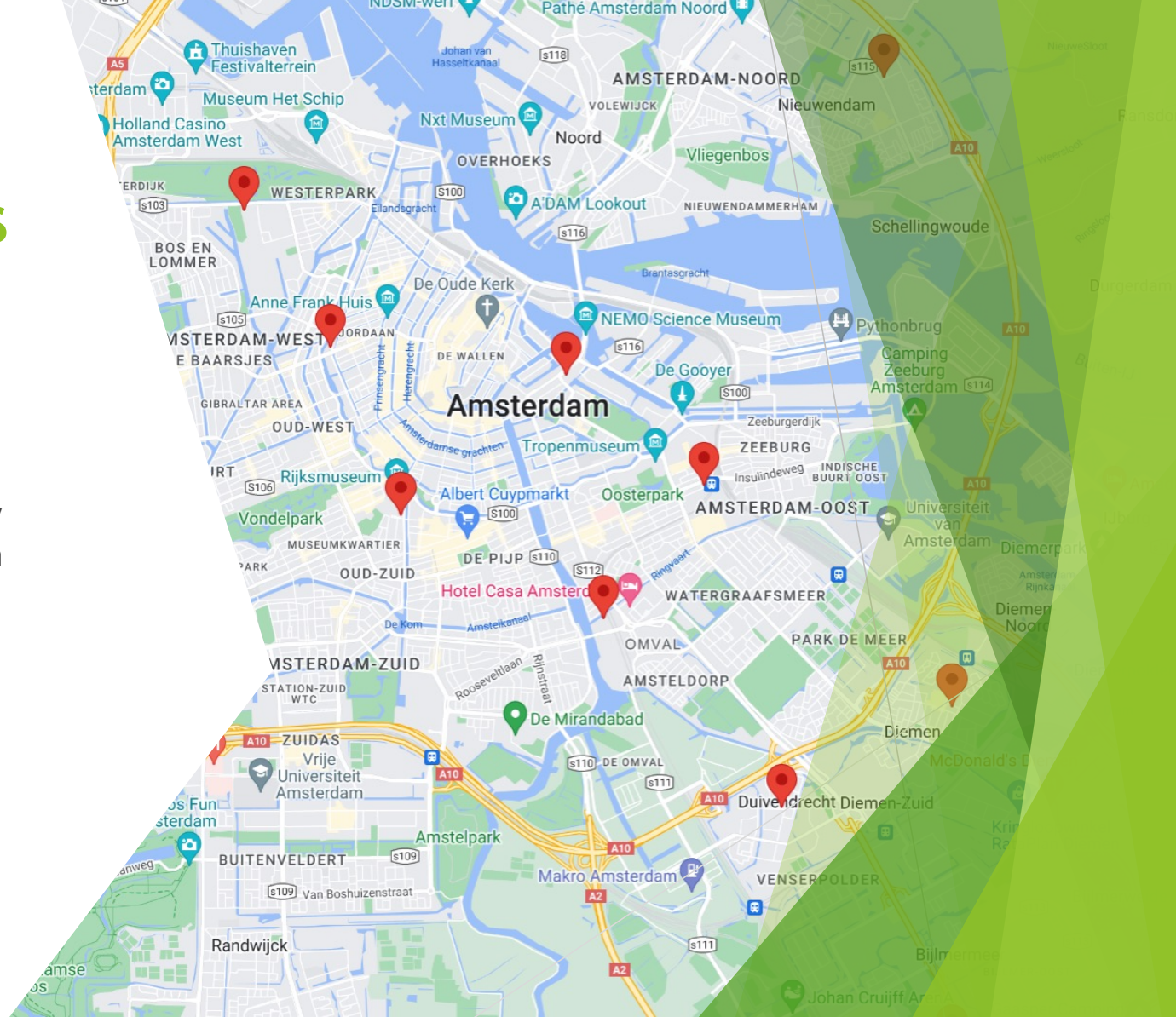
# Afdeling Vastgoed





# Overzicht vastgoedlocaties

- ▶ 18 kazernes
  - ▶ 24uurs bezet en vrijwillig
- ▶ 3 overige locaties
  - ▶ Garage, logistiek en kantoor / Brandweer Opleidingscentrum en een ligplaats voor een blusboot



# Projecten

Renovatie  
kazerne Dirk



Nieuwbouw  
kazerne  
Duivendrecht

Nieuwbouw  
kazerne  
Pieter



Renovatie  
kazerne  
Hendrik



Tijdelijke  
kazerne Dirk

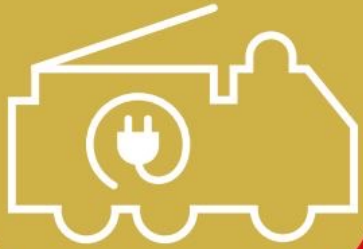


Nieuwbouw  
kazerne  
Aalsmeer



# Duurzaamheidsambitie

## Brandweer Amsterdam-Amstelland



### Emissievrije brandweer

In 2030 is BAA emissievrij, Buiten Gewoon Duurzaam.

In 2030 stoten onze voertuigen geen CO<sub>2</sub> en stikstof uit en zo min mogelijk fijnstof, onze gebouwen zijn waar mogelijk energieneutraal en aardgasvrij en onze bedrijfsvoering is waar mogelijk circulair, klimaatneutraal en maatschappelijk verantwoord.

#### Wat betekent emissievrij in 2030?

- Het mobiliteitssysteem van BAA is uitstootvrij (stikstof, fijnstof en CO<sub>2</sub>);
- De gebouwen zijn waar mogelijk energieneutraal en aardgasvrij;
- De bedrijfsvoering is waar mogelijk circulair, klimaatneutraal en maatschappelijk verantwoord.

## Gemeente Amsterdam

### 2030

- Streeft naar een volledige uitstootvrije stad
- Heeft een duurzame eigen organisatie
- Wekt 80% van de elektriciteit die huishoudens gebruiken op uit zonne- en windenergie
- Gebruiken we 50% minder nieuwe grondstoffen
- Stoot 55% minder CO<sub>2</sub> uit in vergelijking met 1990

### 2040

- Is aardgasvrij

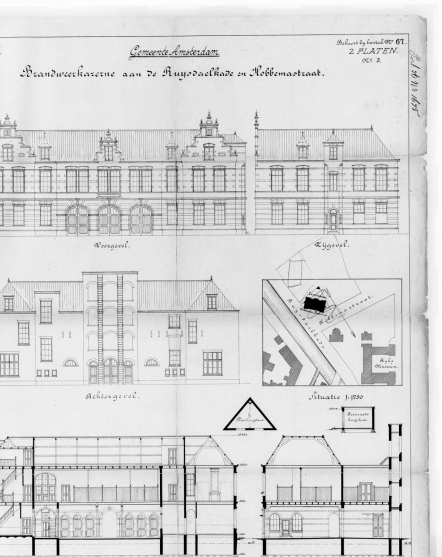
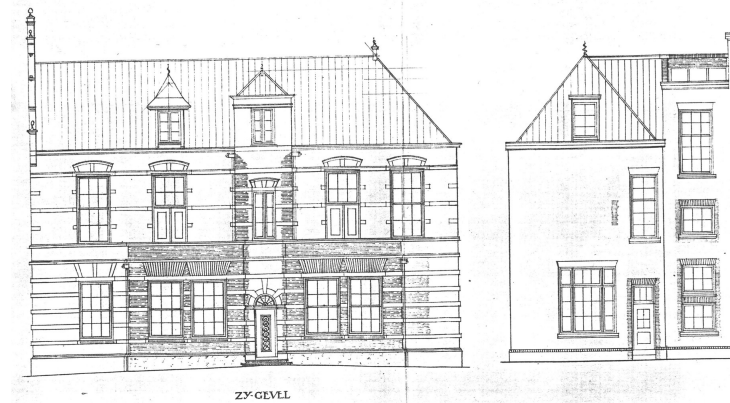
### 2050

- Is klimaatadaptief
- Heeft alle geschikte daken ingezet voor de opwek van zonne-energie
- Is klimaatneutraal
- Is circulair

# Renovatie Brandweerkazerne Dirk

## Kenmerken van het pand:

- De oudste nog functionerende kazerne van Nederland en, naar verluidt, van Europa;
- In 1896 ontworpen en in 1897 gebouwd;
- Neorenaissancestijl met helderrode verblendsteen, natuurstenen elementen als speklagen en trapgevels;
- Vanaf begin 20ste eeuw hebben er diverse interne aanpassingen en verbouwingen plaatsgevonden.



## Uitgangspunten in het project zijn dat de gerenoveerde kazerne Dirk:

- ▶ Een doelmatig gebouw is met behoud van de oorspronkelijke ornamenten en monumentale uitstraling;
- ▶ Is vervaardigd van kwalitatief hoogwaardige materialen, afgestemd op de gebruikersfuncties, monumentenstatus;
- ▶ Emissieloos is of bijna emissieloos;
- ▶ Een duurzaam gebouw wordt met energielabel A of hoger.

# De genomen stappen

- ▶ Interne organisatie
- ▶ Bouwteam (architect, adviseurs, aannemer en installateur)
- ▶ Diverse energiebesparende mogelijkheden onderzocht
- ▶ Overleg met MNA
- ▶ 3 dimensionale berekening van ontwerp
- ▶ Ontwerp aangepast op uitkomst berekening



# Toepassingen

- ▶ Isolatie (box in een box)
- ▶ Achterzetramen
- ▶ Zonnepanelen (niet zichtbaar vanaf straatniveau)
- ▶ Luchtwarmtepomp (niet zichtbaar vanaf straatniveau)
- ▶ Klimaatinstallatie (middels plafond)
- ▶ Vloerverwarming (waar nodig)
- ▶ Ledverlichting



# Conclusie

- ▶ Ruggensteun van directie
- ▶ Vanaf de eerste stap
- ▶ Juiste partijen in het team
- ▶ Als gezamenlijk team
- ▶ Ieder zijn eigen verantwoordelijkheid
- ▶ Pragmatische benadering
- ▶ Integrale denkwijze bij elke keuze
- ▶ Regelmatig intern overleg om bij te sturen op kosten / planning / beeldvorming
- ▶ Veel energie stoppen in partnerschap

DANK VOOR UW AANDACHT

Bram Tromp

[bram.tromp@veiligheidsregioaa.nl](mailto:bram.tromp@veiligheidsregioaa.nl)

06-23616098 / 020-5556065



**BRANDWEER**

**Amsterdam-Amstelland**





Verduurzamingsbeleid gemeente Amsterdam  
Eveline Roubos en Romeo Rawi



ER  
M

Stichting  
Erkende  
Restauratiekwaliteit  
Monumentenzorg



# Toekomstbestendige monumenten

Beleid verduurzaming monumenten - gemeente Amsterdam



26-09-2022



# Wie zijn wij?

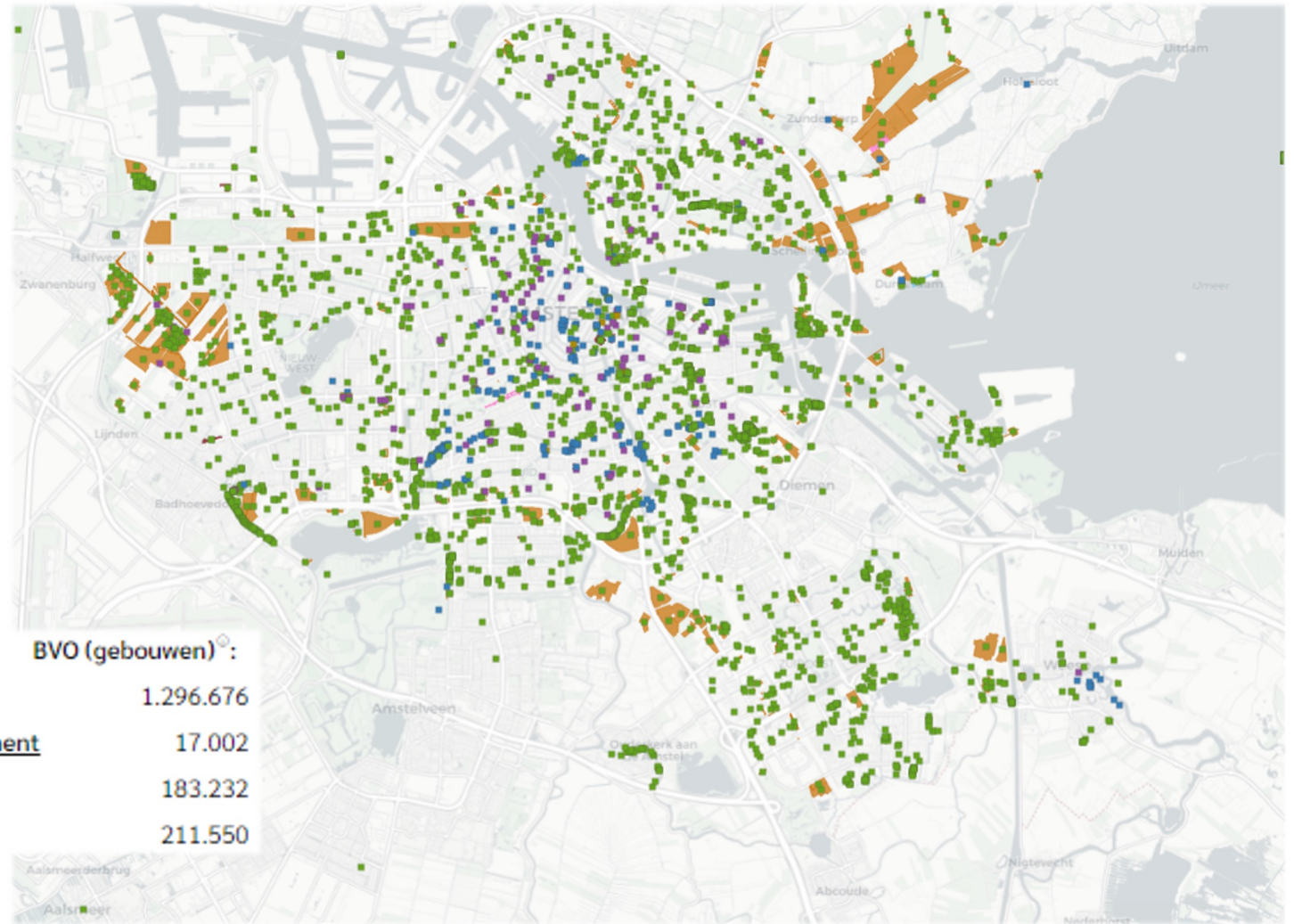
**Eveline Roubos**  
programmamanager  
Duurzaam  
Gemeentelijk Vastgoed

**Romeo Rawi**  
projectleider  
Verduurzamen





# Waar werken we aan?



monument aanwezig (BRK-PB)

BVO (gebouwen)

746 geen monument

1.296.676

8 gemeentelijk en rijksmonument

17.002

110 gemeentelijk monument

183.232

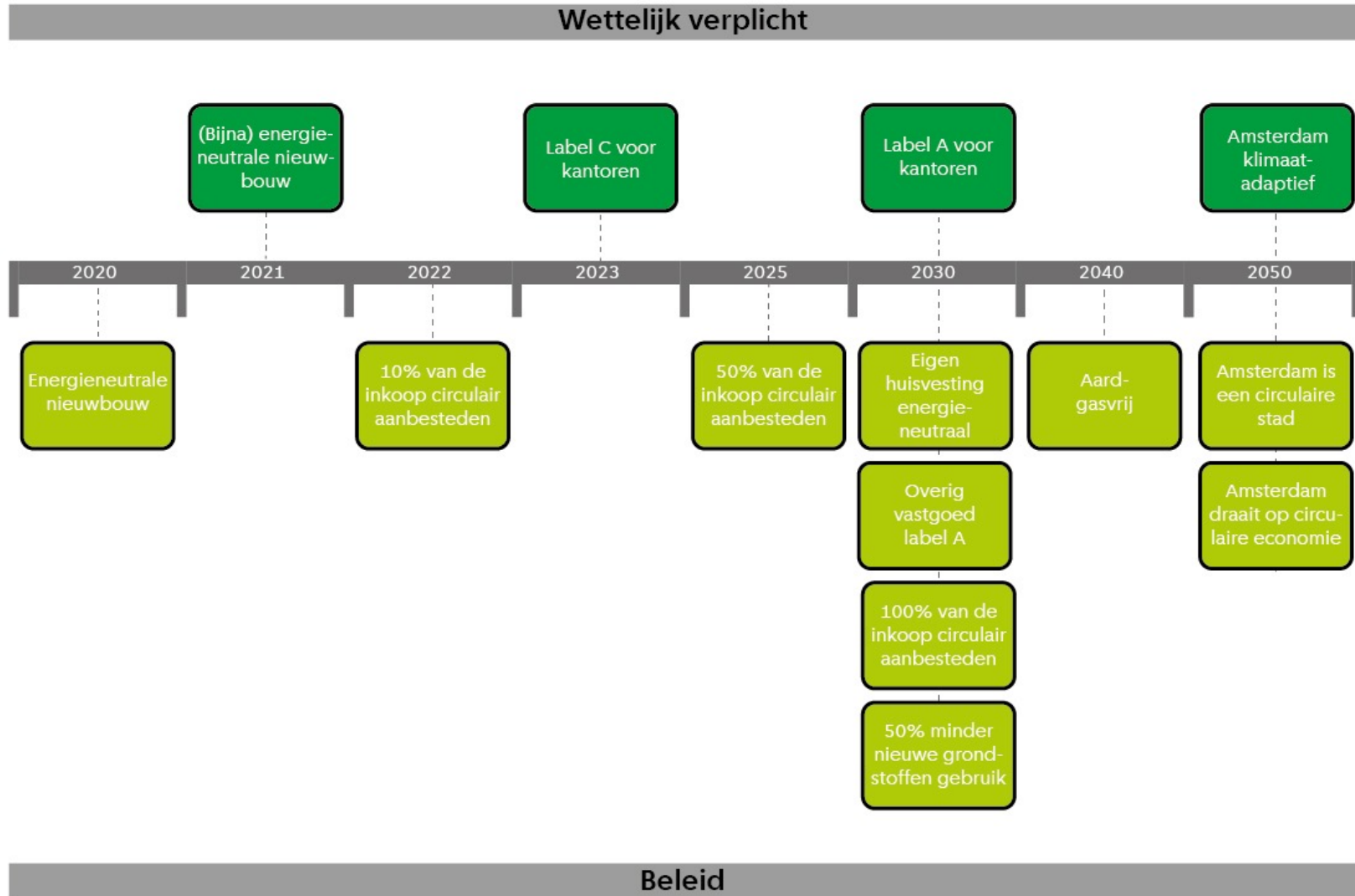
135 rijksmonument

211.550





# Doelen





# Wat is ons beleid voor monumenten?



**Energie**

Besparing, Opwek en Transitie



**Circulariteit**

behoud Grondstoffen: Hergebruik nu en in toekomst

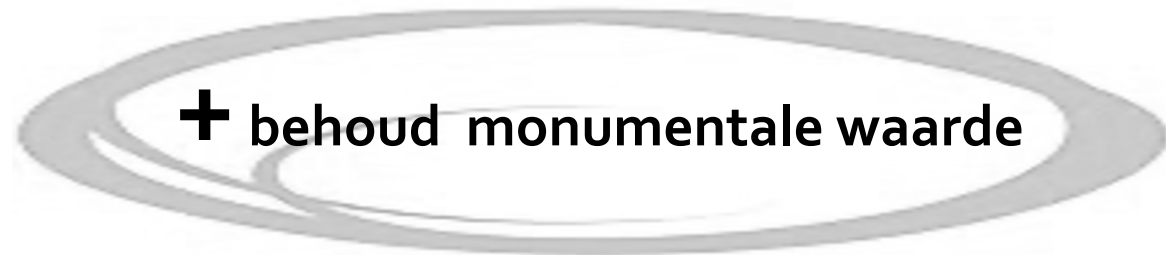


**Klimaatadaptatie en Groen**

Wateroverlast, Hitte en Droogte  
Biodiversiteit en Leefbaarheid



**Aanpak**





# Enkele voorbeelden





# Albert Cuypstraat 241



A+++

✓ Energie



- aanpassing en uitbreiding verhuurbare ruimte op zolder
- aanleiding tot versneld verduurzamen en gasloos.
- uitdaging in verbouw en verduurzamen met bestaande verhuur.
- doelstellingen combineren met groot onderhoud en programma's







✓ **Klimaatadaptatie**





# Mauritskade 24



- Aanleiding slechte vloer, groot onderhoud en uitbreiding verhuurbaar oppervlak.
- Kans op versneld verduurzamen.
- Combineren met circulair bouwen en biobased materialen



**Energie**



**Circulariteit**





- Betonnen vloer met stalen liggers
- Houten balkkoppen hersteld.
- Tegels zijn verwijderd en hergebruikt.
- Verbeterde ventilatie kruipruimte en schelpen als bodemlaag.
- Onderzijde vloer geïsoleerd met B-keuze pir platen.

### Niveaus van circulariteit (10 R's)

Meest duurzaam



Minst duurzaam

Refuse	weigeren/voorkomen gebruik
Reduce	gebruik minder grondstoffen
Redesign	herontwerp met oog op circulariteit
Re-use	product hergebruik (2e hands)
Repair	onderhoud en reparatie
Refurbish	product opknappen
Remanufacture	nieuw product van 2e hands
Re-purpose	hergebruik product maar anders
Recycle	verwerking en hergebruik materialen
Recover	energie terugwinning





# Huidige situatie





# BIM model als basis voor rekenmodel isolatie





## Dashboard

Dakisolatie heeft in dit geval een beperktere invloed.

Zonnepanelen zijn zeer effectief voor het energielabel. Met 100m<sup>2</sup> zonnepanelen, neemt de BENG2 met 30 kWh/m<sup>2</sup> af

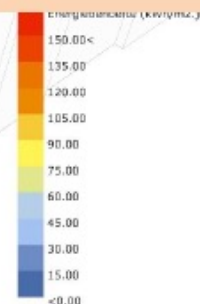
Zonder zonnepanelen is het ook haalbaar om energielabel A te halen

Glastype heeft grote invloed op energieverbruik

Gevelisolatie heeft grote invloed op energieverbruik, maar relatie met geveldelen

Vloerisolatie heeft een beperkte invloed op energieverbruik

Daglicht is zeer beperkt beïnvloed door aanpassingen, en ruim voldoende





- Biobased isoleren binnenzijde buitengevels
- Dampopen bouwen met hernieuwbare materialen
- Capillair adaptief, gezond binnenklimaat
- Keuze bv houtvezel, hennep of cellulose
- Nadeel is dikkere toepassing tov dampdichte materialen
- Weinig 'gedragen' adviezen tot uitvoering
- Ervaring opdoen in de uitvoering





# MDH - test opbouw baksteen voorgevel

Buitenwand  
aangemaakt op 11.3.2022

## Thermische isolatie

$R_c = 4,62 \text{ m}^2\text{K/W}$

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



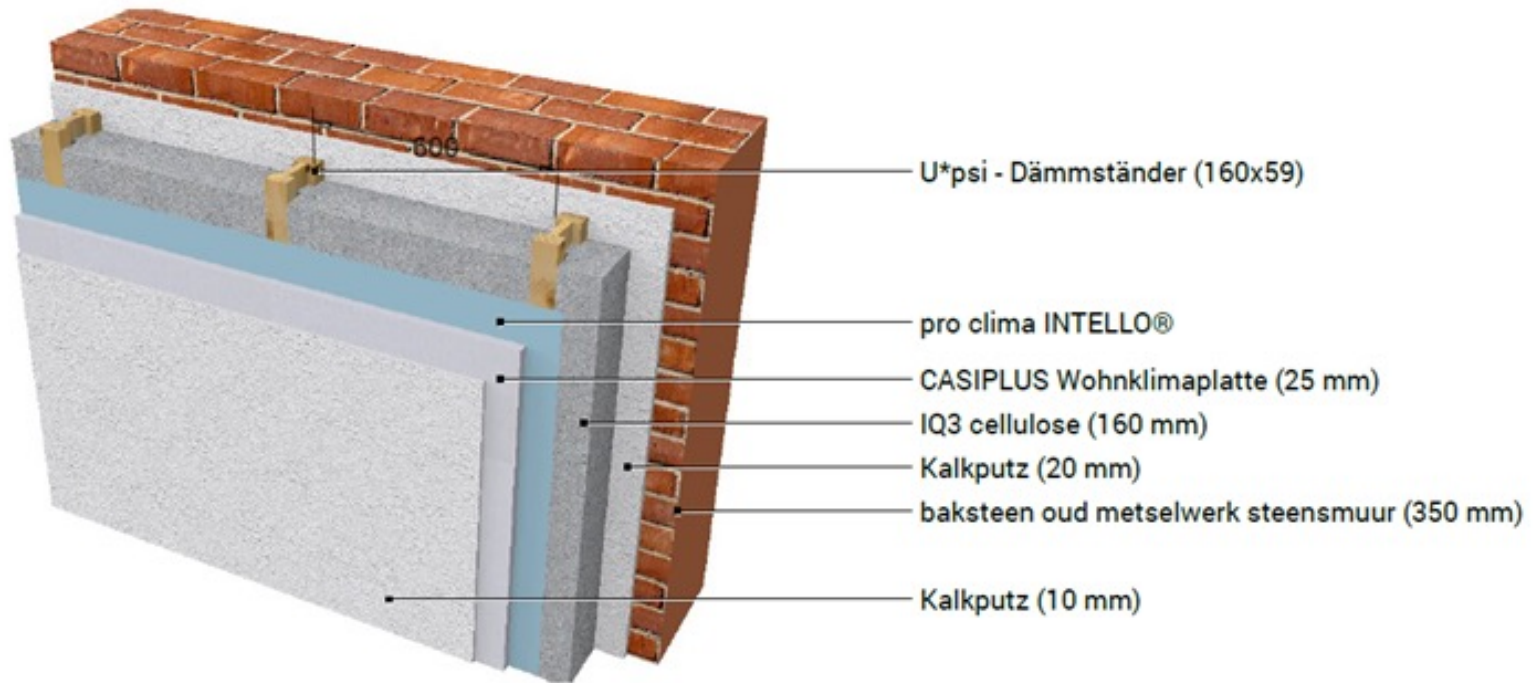
## Vochtbescherming

Droogreserve:  $355 \text{ g/m}^2\text{a}$   
Droogt 12 dagen  
Condenswater:  $54 \text{ g/m}^2$



## Hittebescherming

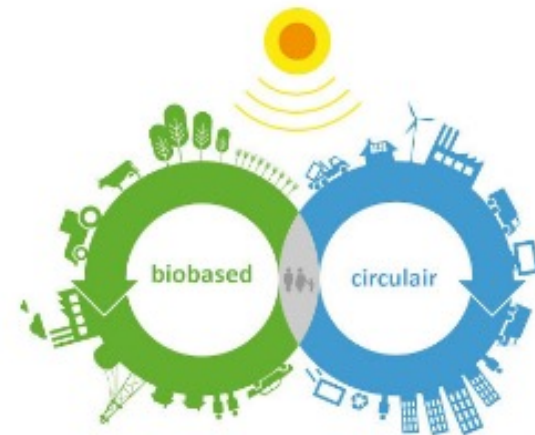
Temperatuur amplitude demping:  $>100$   
Faseverschuiving: niet relevant  
Warmtecapaciteit binnen:  $68 \text{ kJ/m}^2\text{K}$







- Circulaire principes nastreven
- Vanuit opdrachtgever meer sturen op biobased materialen
- Waarom is het nog geen standaard?
- Ontbreken van kennis?
- Traditioneel bouwen?





Vragen?





Praktijkonderzoek na-isoleren  
woonhuismonumenten  
**Felix Kusters en Marc Stappers**



Stichting  
Erkende  
Restauratiekwaliteit  
Monumentenzorg

# Praktijkonderzoek na-isolatie woonhuismonumenten

Felix Kusters | adviseur verduurzaming ERM

Marc Stappers | specialist bouwfysica RCE

*Samenwerken* aan restauratiekwaliteit

# INHOUD PRESENTATIE

- 1. Onderzoeksdoelstelling**
- 2. Projectplan**
- 3. Bouwfysische achtergrond en risico's**
- 4. Overzicht casussen**
- 5. Bouwfysische toelichting casussen (Marc Stappers)**
- 6. Bevindingen en aanbevelingen**

# ONDERZOEKSDOELSTELLING

**Verkrijgen praktijkinzicht of en welke problematieken omtrent na-isolatie zich kunnen voordoen in woonhuismonumenten**

**Bijdrage leveren aan meer eenduidigheid over bouwfysische aspecten van isoleren**

## PROJECTPLAN

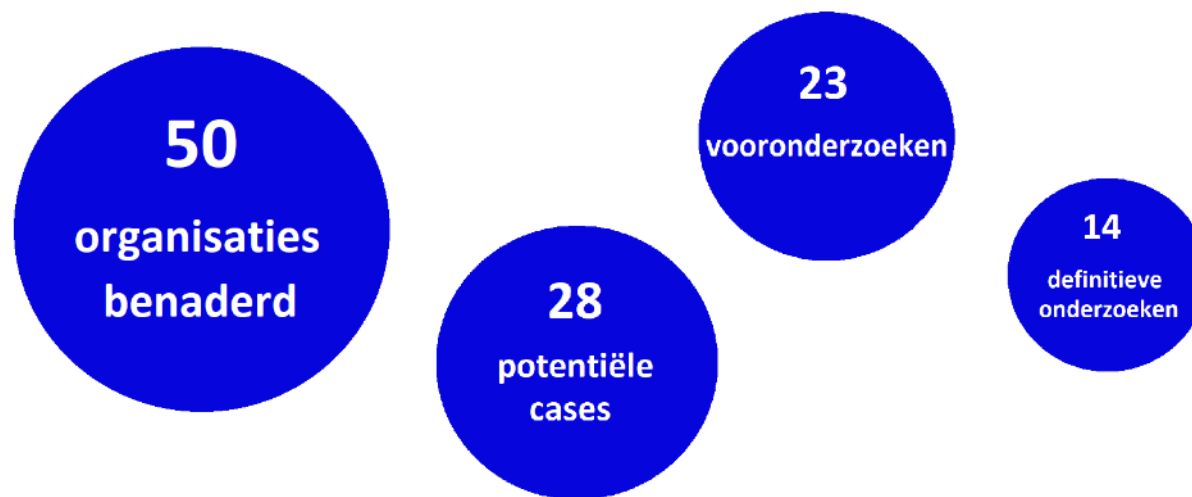
**Stap 1: Inventarisatie (juli-nov 2021)**

**Stap 2: Vooronderzoek (nov 2021 – feb 2022)**

**Stap 3: Casestudies (mrt – mei 2022)**

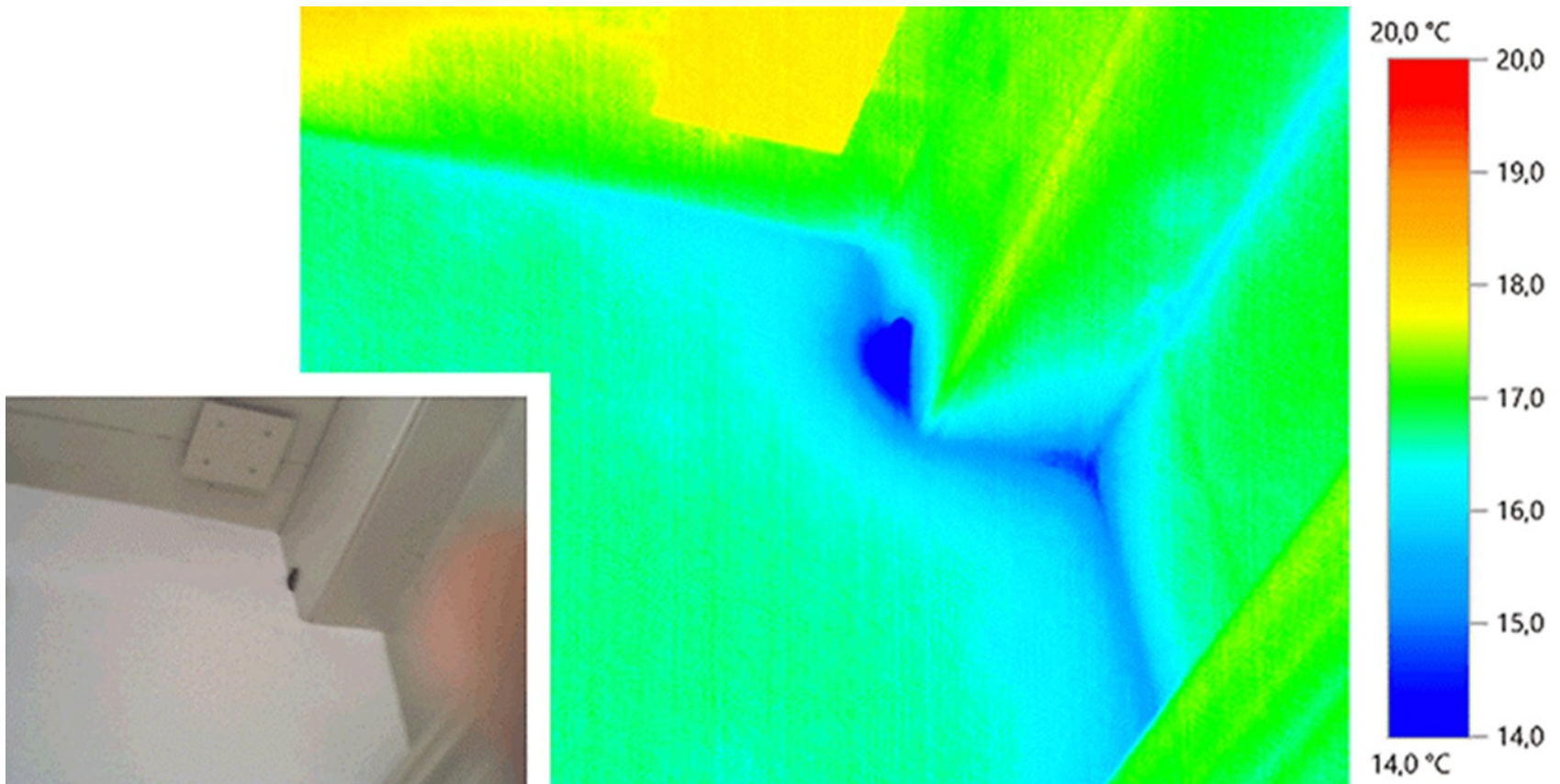
**Stap 4: Rapportage (juni-juli 2022)**

**Stap 5: Besluitvorming en kennisoverdracht (sep-nov 2022)**



*Samenwerken* aan restauratiekwaliteit

# VOORONDERZOEK



*Samenwerken* aan restauratiekwaliteit



<b>Casus</b>	<b>8</b>	
Gebouwsort	kasteel/buitenplaats	
Gebouwtype	vrijstaand	
Ligging	landelijk	
Slagregenbelasting	hoog	
Bezonning	hoog	
Beschaduwing	laag	
Conditie	Buitentemperatuur	8°C
	Binnentemperatuur	18,3°C
	Zon	geen
	Wind	geen
	Regen	geen
<b>Dakisolatie</b>		
Beschrijving knooppunt	Dakisolatie aangebracht tussen sporen	
Locatie in het gebouw	Kapverdieping oostzijde, t.h.v. borstwering, NO-hoek	
Soort gebruikruimte	Opslag	
Gebruiksfrequentie	matig	
Verwarmd	Ja (indirect door aanwezigheid cv-leidingen)	
Warmte distributie	cv-leidingen	
Ventilatie wijze	natuurlijk	
Isolatieopbouw	Laag 1	Pannen, oud-Hollands (20mm)
	Laag 2	Luchtlaag met panlatten en tengellatten, sterk geventil. (50mm)
	Laag 3	Pavatex-plaat (35mm)
	Laag 4	Pavatex vezeldekens (tussen sporen) (140mm)
	Laag 5	Grenen beschoot (20mm)
Rc-waarde	Ca. 4,7 m <sup>2</sup> K/W	
Afwatering dak	matig	
Gebreken	Inwatering zuidzijde, pannendeckking matig	
Vochtproblemen	ja	
Waarnemingen	Sporen van inwatering	
Soort vochtprobleem	Inwatering	
Actief vochtprobleem	ja	
Vermoedelijke oorzaak	Hemelwater of stuifneeuw via pannen icm wind	
Materiaalvochtmeting	Uitgevoerd, vochtpercentage constructie 11,3-21,8%	
<b>Opmerkingen</b>		
Details waarneming	-sporen van lekkage op constructiedelen en isolatiemateriaal -constructie en isolatiemateriaal zijn echter droog -Zoldervloer t.p.v. woning geïsoleerd. Kapdeel daarboven alleen voorzien van Pavatexplaat. Aangebracht t.b.v. wind-, regen- en sneeuwdichtheid. -Dak niet t.p.v. woning geopend i.v.m. bewoning.	



# BOUWFYSISCHE ACHTERGROND NA-ISOLATIE

## *Algemeen*

**Warmtestroom bouwschil vermindert**

**Vochttransport bouwschil wijzigt**

## *Binnenisolatie*

**Droging regenbelaste bouwschil neemt af**

**Overschrijding maximale dampspanning**

**Effect koudebrugwerking versterkt**

RISICO'S

**Houtrot door inwendige condensatie gebouwschil**

**Vorstschade of biologische aangroei buitenzijde gevel**

**Gezondheidsrisico door vocht, schimmels, schadelijke dampen of vezels van bepaalde isolatiematerialen**

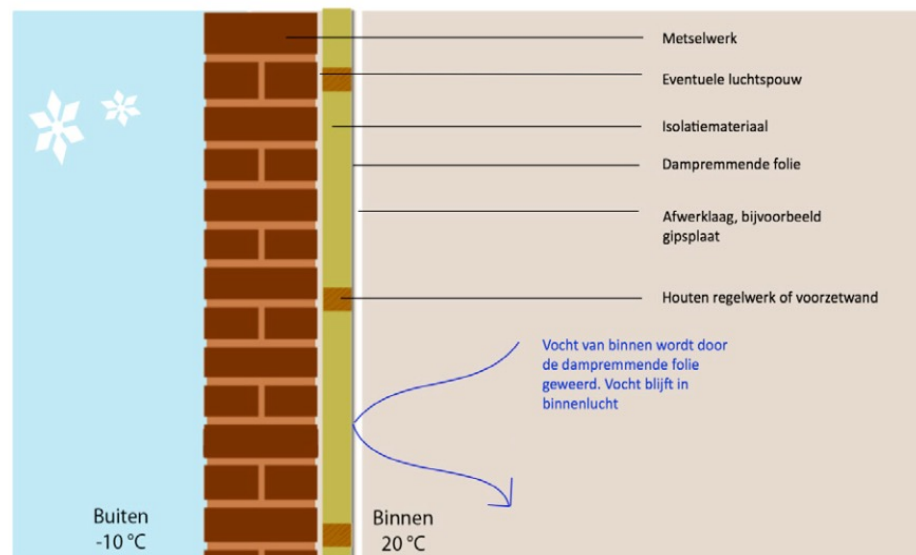
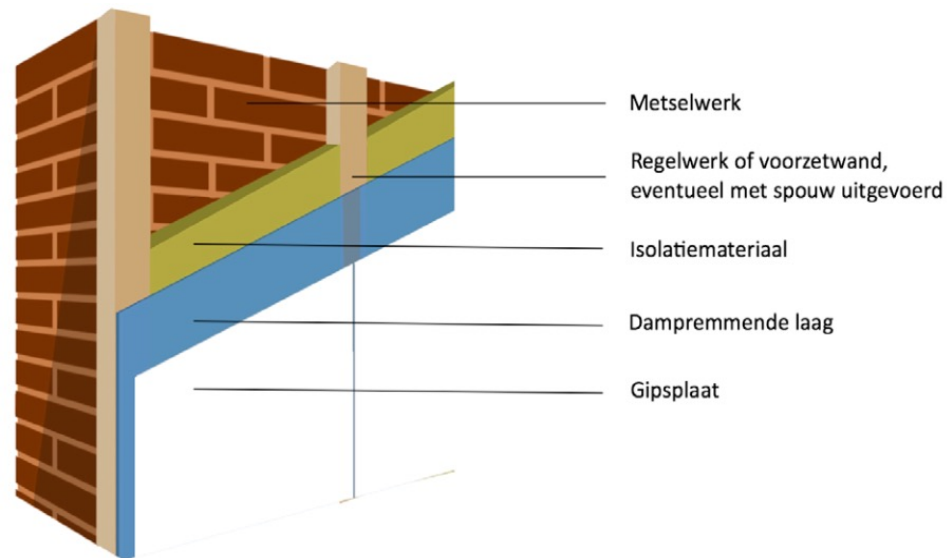
*Samenwerken* aan restauratiekwaliteit

# ISOLATIESYSTEMEN

**Dampdichte systemen**

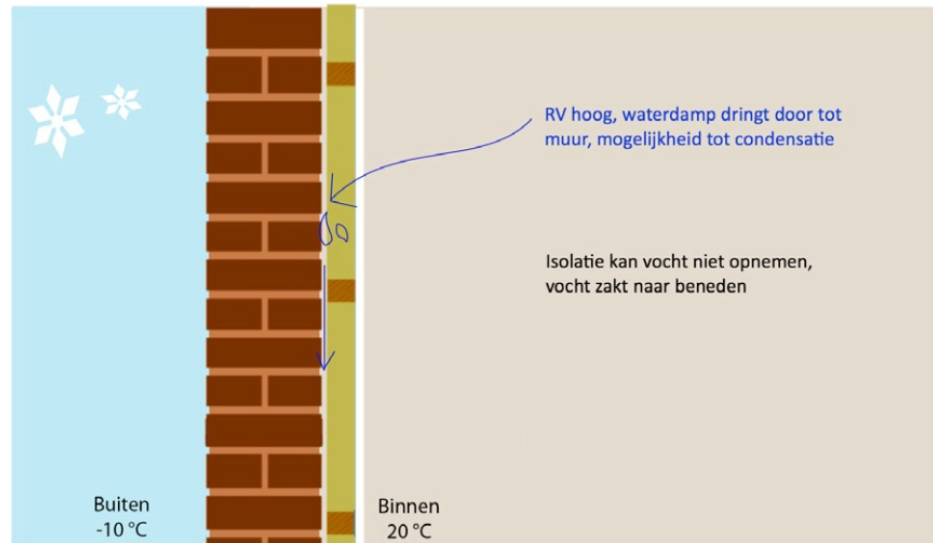
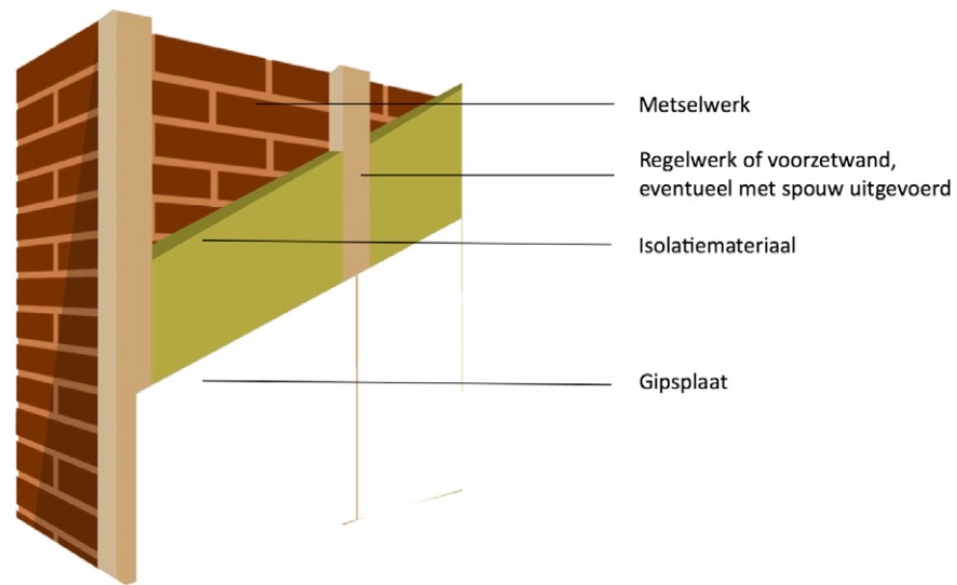
**Dampopen systemen**

**Dampopen capillair actieve systemen**



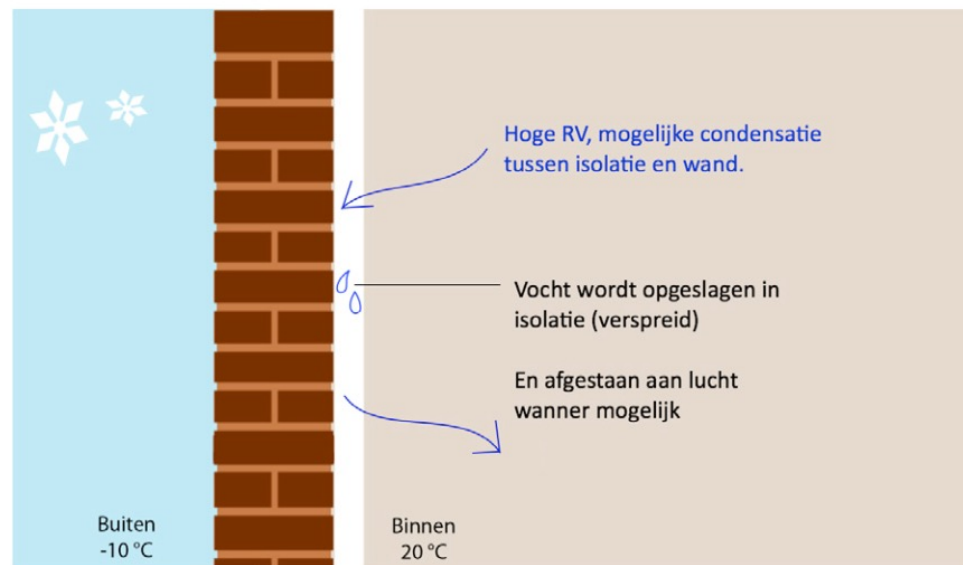
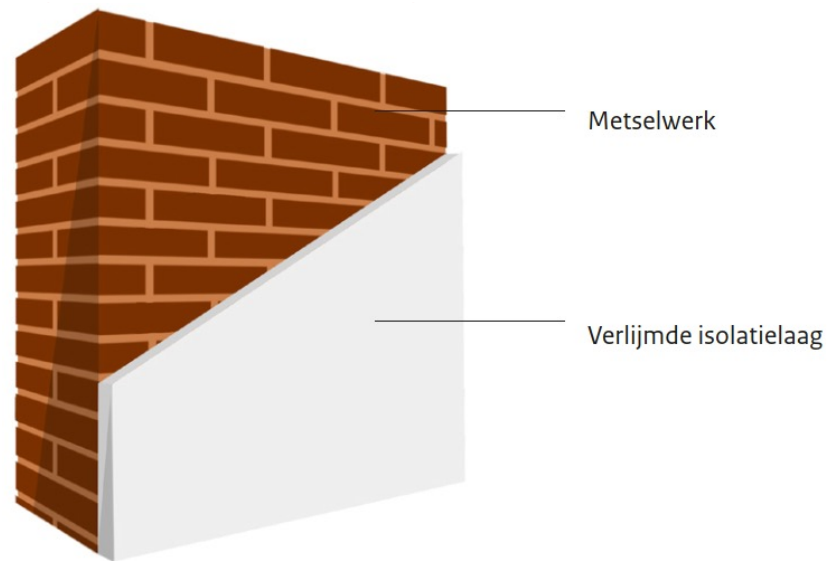
Bron: RCE

*Samenwerken* aan restauratiekwaliteit



Bron: RCE

*Samenwerken* aan restauratiekwaliteit



Bron: RCE

Samenwerken aan restauratiekwaliteit

# LOCATIE CASUSSEN



*Samenwerken* aan restauratiekwaliteit



# OVERZICHT DAKISOLATIE PER CASUS

Casus	Dakisolatie				Theoretische boordeling *
	Locatie	Systeem	Materiaal	Damprem binnenzijde	
1	Buitenzijde	Dampdicht	PUR-platen	Ja (alu cachering, vertrekzijde)	Correct
2	Buitenzijde	Dampdicht	Isolatiefolie (Actis Triso Laine)	Ja (alulagen in folie) **	Correct
3	Buitenzijde	Dampopen	Steenwoldekens	Nee	Incorrect
4	Binnenzijde	Dampdicht	PIR-platen (Xtratherm)	Ja (2-zijde alu cachering)	Correct
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	Combinatie	Dampopen	Houtvezel (Pavatex dakplaat + dekens)	Nee	Incorrect
9	-	-	-	-	-
10	Binnenzijde	Dampdicht	Glaswoldekens	Ja (alu cachering, vertrekzijde)	Correct
11	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-
13	Binnenzijde	Dampopen	Cellulose (ingeblazen)	Nee	Incorrect
14	Binnenzijde	Klimaatfolie ***	Glaswol	Ja	Correct

\* Beoordeling ten aanzien van de principe-opbouw. Hiermee is niet gezegd dat in de casus geen bouwfysische problemen op kunnen treden.

\*\* Hoewel de damprem zich niet aan de binnenzijde van het materiaal bevindt, is de eerste dampremmende tussenlaag direct na de eerste isolatielaag gepositioneerd. Het potentiële condensatievlak bevindt zich theoretisch meer aan de buitenzijde.

\*\*\* Deze folie is dampdoorlatend als deze vochtig is en dampdicht als deze droog is.

Samenwerken aan restauratiekwaliteit

# OVERZICHT GEVELISOLATIE PER CASUS

Casus	Gevelisolatie				Beoordeling
	Locatie	Systeem	Materiaal	Damprem binnenzijde	
1	Binnenzijde	Dampdicht	PUR	Ja (alu cachering, vertrekzijde)	Correct
2	-	-	-	-	-
3	Binnenzijde	Dampdicht	XPS (Roofmate CW)	Nee	Correct*
4	Binnenzijde	Dampdicht	Steenwol	Ja (folie met alulaag, vertrekzijde)	Correct
5	Binnenzijde	Dampdicht	PIR (Unilin)	Ja (alu cachering, vertrekzijde)	Correct
6	Binnenzijde	Dampdicht	Steenwol	Ja (folie met alulagen, vertrekzijde)	Correct
7	Binnenzijde	Dampdicht	PIR (Eurothane G)	Ja (cachering vertrekzijde)	Correct
8	-	-	-	-	-
9	Binnenzijde	Dampopen	Glaswol	Nee	Incorrect
10	Binnenzijde	Dampdicht	PUR	Nee (PE-folie, buitenzijde)	Correct*
11	Binnenzijde	Capillair actief	Houtvezel (Pavadentro)	Nee	Correct
12	Binnenzijde	Dampdicht	XPS	Nee	Correct*
13	-	-	-	-	-
14	Binnenzijde	Dampdicht	Steenwol	Nee (folie met alulagen, buitenzijde)	Incorrect

\* XPS en PUR zijn relatief dampremmende materialen, zodat meestal geen extra dampremmende laag nodig is

# CASUSOMSCHRIJVINGEN

## Basisinformatie

Rc [m <sup>2</sup> K/W]	μd [m]	Locatie	Ruimte	Knooppunt	Gebruik	Verwarmd	T <sub>bu</sub> /T <sub>bi</sub> [°C]
2,95	7,5 (7,3/0,2) <sup>34</sup>	Kapverdieping, hoek zuidwest	Slaap- en speelkamer	Hoekmuurplaat- gordingeind- strijkbalk-voorgevel	Hoog	Ja	8/18

## Vochtmetingen (met name houtvocht)



**Waarnemingen (vocht, gebreken, shades)**

**Analyse (oorzaak eventuele vochtproblemen)**

*Samenwerken* aan restauratiekwaliteit

# BOUWFYSISCHE TOELICHTING CASUSSEN DOOR MARC STAPPERS



**Uitlichting casussen vanuit theorie gezien incorrect**

**Uitlichting capillair actieve casus**

*Samenwerken* aan restauratiekwaliteit



Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed  
Ministerie van Onderwijs, Cultuur en  
Wetenschap

## DAKISOLATIE DAMPOPEN - CASUS 8

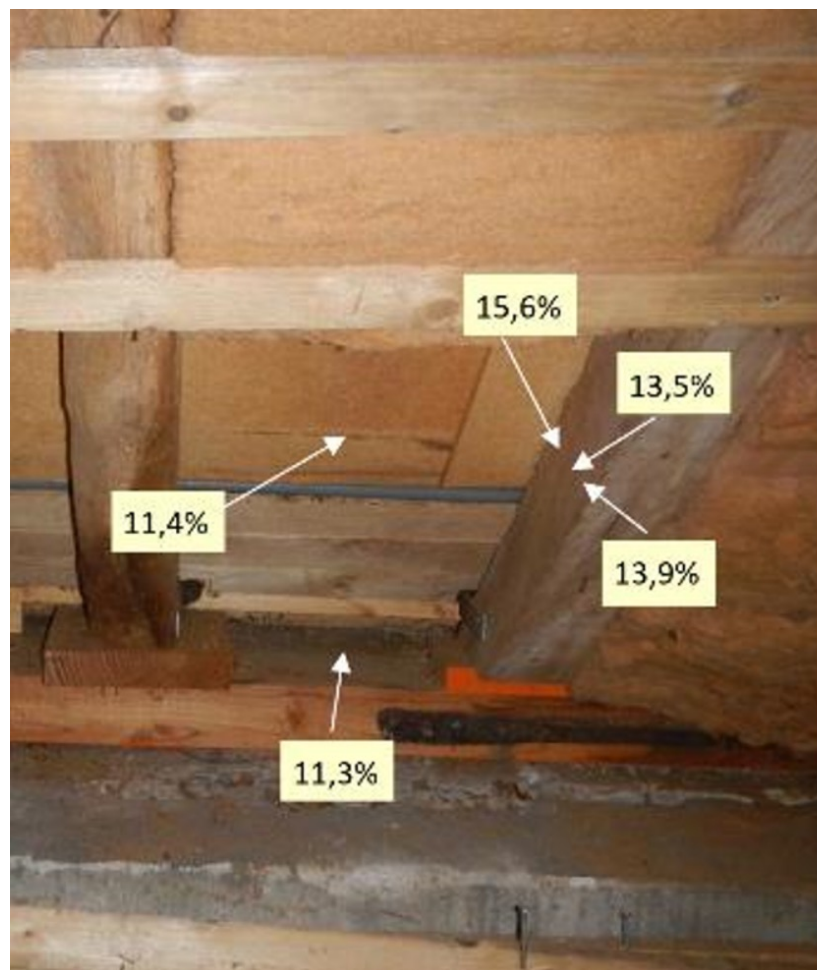
Rc [m <sup>2</sup> K/W]	μd [m]	Locatie	Ruimte	Knooppunt	Gebruik	Verwarmd	T <sub>bu</sub> /T <sub>bi</sub> [°C]
4,20	3,5 (3,5/0)	Kapverdieping NW- hoek t.h.v. borstwering	Opslag	Dakisolatie tussen sporen	Matig	Ja*	8/18,5



Pannendak in 2013 dampopen geïsoleerd met 140 mm houtvezeldekens tussen de sporen en 35 mm houtvezelplaten op de sporen (zonder dakbeschot)

*Samenwerken* aan restauratiekwaliteit

# DAKISOLATIE DAMPOPEN - CASUS 8



## Waarnemingen

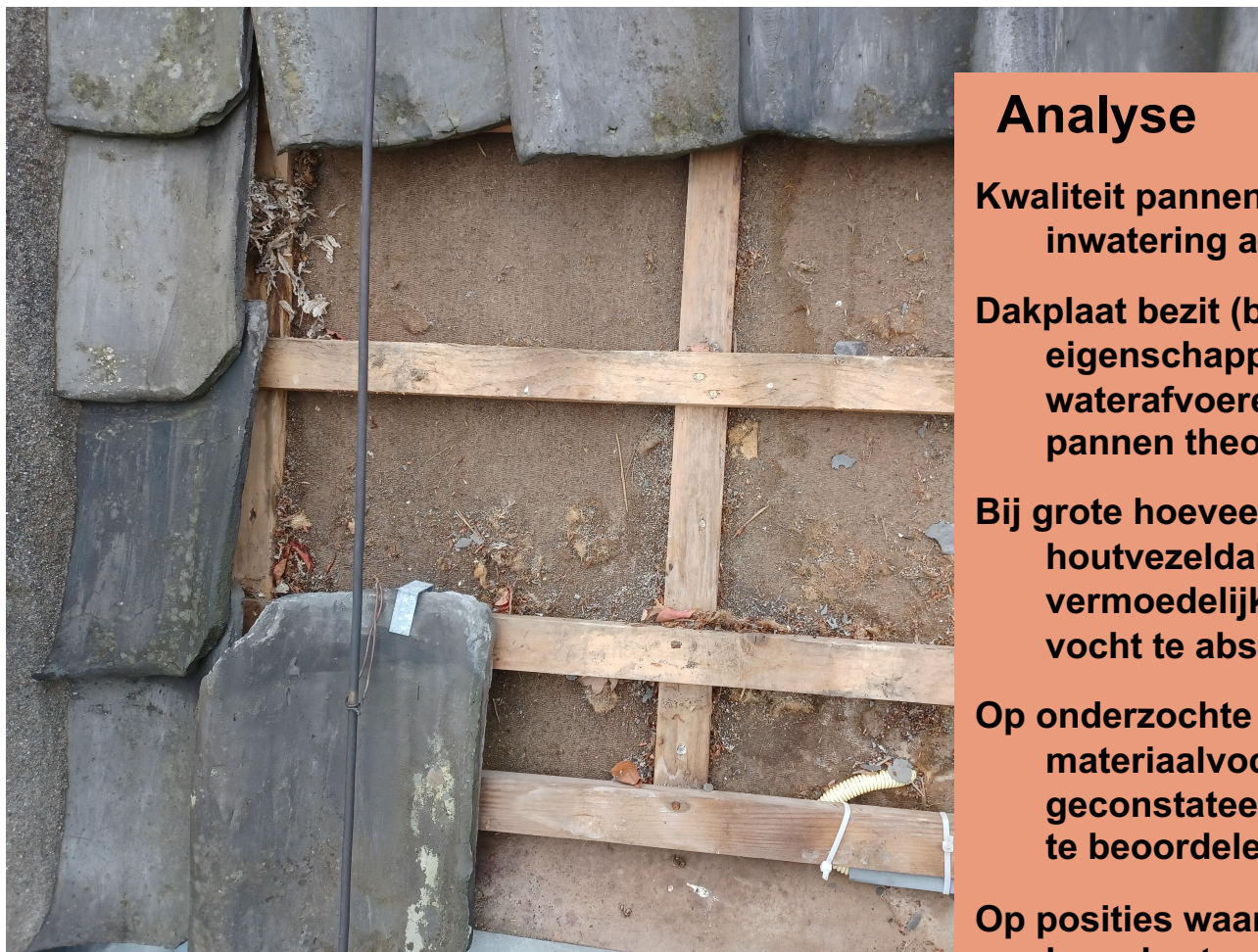
Sporen van lekkage op constructiedelen en dakplaat.

Inwatering via pannen aannemelijk en actieve lekkage bekend aan zuidelijke kopgevel.

Constructie en isolatiemateriaal zijn veelal droog. Materiaalvochtgehalte spant kopgevel verhoogd (>21%), vermoedelijk a.g.v. inwatering.

Zoldervloer t.p.v. woning geïsoleerd. Kapdeel daarboven alleen voorzien van houtvezeldakplaat.

# DAKISOLATIE DAMPOPEN - CASUS 8



## Analyse

**Kwaliteit pannendekking dermate dat inwatering aannemelijk is.**

**Dakplaat bezit (beperkt) capillair actieve eigenschappen maar dampopen waterafvoerende folie onder de pannen theoretisch nodig.**

**Bij grote hoeveelheden hemelwater zijn houtvezeldakplaat en houtvezeldecken vermoedelijk niet in staat om al dat vocht te absorberen.**

**Op onderzochte positie verhoogd materiaalvochtgehalte in een spant geconstateerd, maar niet als kritisch te beoordelen.**

**Op posities waar grote hoeveelheden hemelwater de dakplaat kunnen bereiken is de situatie vermoedelijk anders.**

## DAKISOLATIE DAMPOPEN - CASUS 13

Rc [m <sup>2</sup> K/W]	μd [m]	Locatie	Ruimte	Knooppunt	Gebruik	Verwarmd	T <sub>bu</sub> /T <sub>bi</sub> [°C]
2,88	3,7 (0,5/3,2)	2de verdieping N- zijde	Overloop	Dak, achter borstwering, t.p.v. blokkeel	Hoog	Ja	15,5/19

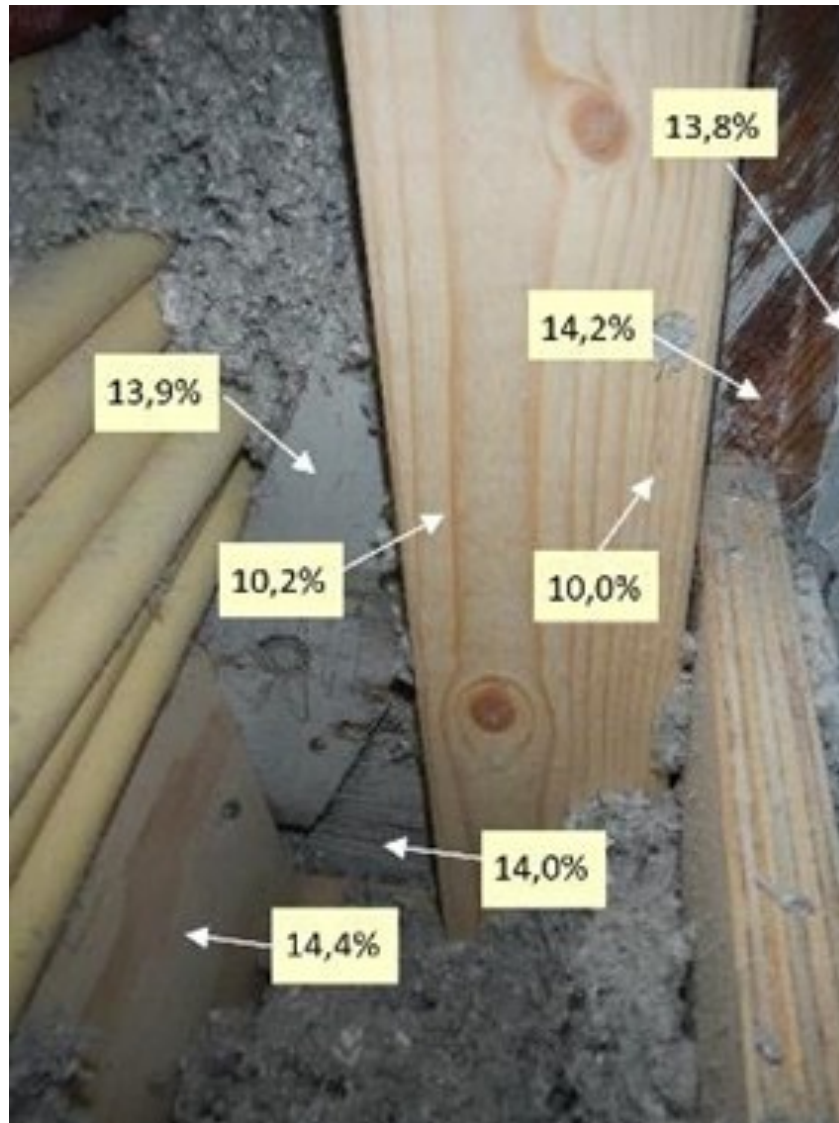


Pannendak in 2016 dampopen geïsoleerd aan binnenzijde met 100 mm cellulose vlokken.

*Samenwerken* aan restauratiekwaliteit



## DAKISOLATIE DAMPOPEN - CASUS 13



### Waarnemingen

Constructie droog, geen sporen van condensatie of vochtproblemen waarneembaar.

Isolatiemateriaal is intact en niet nat geweest.

# DAKISOLATIE DAMPOPEN - CASUS 13



## Analyse

**Ter plaatse van geopende constructie  
geen sporen van condensatie of vocht  
aangetroffen.**

**In theorie geen correcte isolatiemethode,  
daar geen dampremmende laag  
aanwezig is aan de vertrekzijde**

# GEVELISOLATIE DAMPOPEN - CASUS 9

Rc [m <sup>2</sup> K/W]	μd [m]	Locatie	Ruimte	Knooppunt	Gebruik	Verwarmd	T <sub>bu</sub> /T <sub>bi</sub> [°C]
2,14	3,3 (0,4/2,9)	Begane grond, gevel ZW	Woonkamer	Binnenisolatie tegen regenbelaste gevel	Hoog	Ja	8/19,5



De metselwerk gevel is in 2016 dampopen geïsoleerd aan de binnenzijde met 60 mm glaswoldeken, zonder toepassing van een dampremmende folie.

*Samenwerken* aan restauratiekwaliteit

# GEVELISOLATIE DAMPOPEN - CASUS 9



## Waarnemingen

**Zeer beperkte schades aan gevelklinkers zichtbaar aan buitenzijde. Mogelijk lichte vorstschade of mechanische inwerking.**

**Isolatiemateriaal deels in contact met buitenblad, spouw van beperkte breedte.**

**Isolatiemateriaal klam met zwarte vlekken (waarschijnlijk schimmel) en stuclaag binnenzijde gevel vochtig.**

**Gipsplaat isolatiezijde lichte en roze schimmelvlekken, spaanplaatzijde zwarte schimmelvlekken.**

**Binnenzijde vertoont vanuit woonkamer gezien beperkt sporen van de aanwezige bouwfysische problemen.**

# GEVELISOLATIE DAMPOPEN - CASUS 9



*Samenwerken* aan restauratiekwaliteit



# GEVELISOLATIE DAMPOPEN - CASUS 9



## Analyse

**Aan isolatiemateriaal grenzende gipsplaat is gezien de aanwezige schimmels langdurig vochtig geweest.**

**Vochtprobleem mogelijk combinatie inwendige condensatie en buitengevel die na slagregen verminderd droogt t.g.v. de thermische isolatie.**

**Mate van inwendige condensatie vermoedelijk beperkt door binnenaafwerking van 2 gipsplaten met 2cm spaanplaat.**

**Door afwezigheid dampremmende laag i.c.m. dampopen isolatiemateriaal, is isolatiemethode theoretisch incorrect.**

## GEVELISOLATIE CAPILLAIR ACTIEF - CASUS 11

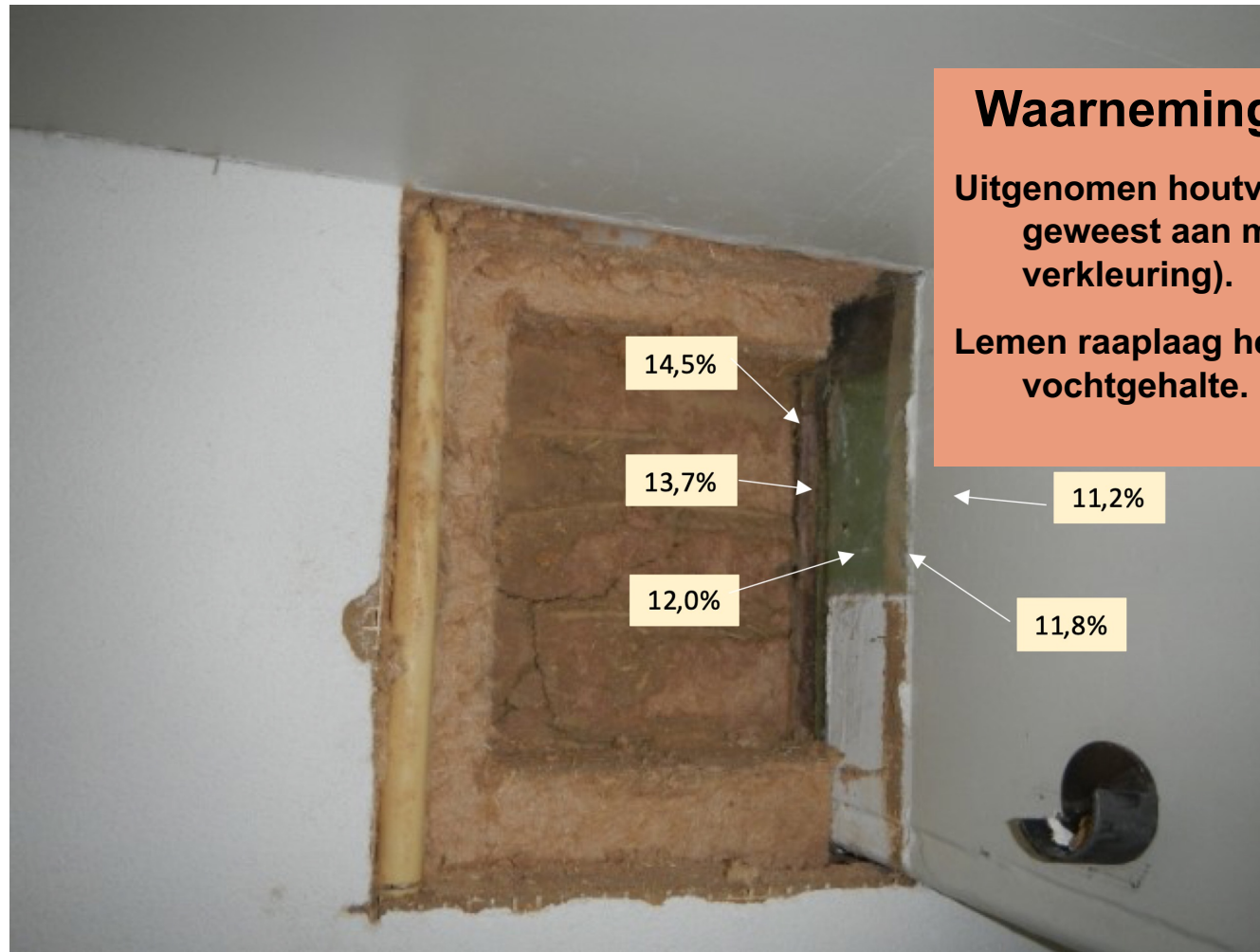
Rc [m <sup>2</sup> K/W]	μd [m]	Locatie	Ruimte	Knooppunt	Gebruik	Verwarmd	T <sub>bu</sub> /T <sub>bi</sub> [°C]
2,26	2,1 (0,3/1,8)	WNW-gevel, balk 4	Woonkamer	Gevel t.p.v. balkoplegging	Hoog	Ja	18,5/20,5



De gepleisterde metselwerk gevel is in 2016 dampopen geïsoleerd aan de binnenzijde met 80 mm houtvezelplaten (Pavadentro) en leemstuc.

*Samenwerken* aan restauratiekwaliteit

# GEVELISOLATIE CAPILLAIR ACTIEF - CASUS 11



## Waarnemingen

Uitgenomen houtvezelplaat lijkt nat te zijn geweest aan metselwerkzijde (donkere verkleuring).

Lemen raaplaag heeft een verhoogd vochtgehalte.



# GEVELISOLATIE CAPILLAIR ACTIEF - CASUS 11



## Analyse

De donkere verkleuring die waargenomen is op de uitgenomen houtvezelplaat is vermoedelijk het gevolg van het monteren in de nog vochtige raaplaag, conform montagevoorschrift.

Omdat dit materiaal theoretisch capillair actieve eigenschappen bezit en het systeem dampopen is opgebouwd, is deze wijze van isolatie in een situatie waar de interne vochtlast beperkt is niet als kritisch te beoordelen.

Het is aannemelijk dat de lemen raaplaag een verhoogd vochtgehalte bezit, omdat dit de positie is waar mogelijke condensatie ontstaat.

# Resultaten en conclusies

*Samenwerken* aan restauratiekwaliteit

# OVERZICHT ONDERZOEKSRESULTATEN DAKISOLATIE

Casus	Isolatie	Systeem	Positie	Rc	μd		Vocht hout (% max)	Resultaat theoretisch	Resultaat onderzoek
					Totaal	Warme zijde			
1	Buitenzijde	Dampdicht	1	2,95	7,6	7,3	24,9% *	Correct	Positief
2	Buitenzijde	Dampdicht	1	6,32	143	143	-- **	Correct	Positief
			2	6,46	146	146	-- **		Positief
3	Buitenzijde	Dampopen	1	2,52	0,9	0,7	-- **	Incorrect	Positief
4	Binnenzijde	Dampdicht	1	2,57	6,7	3,7	13,5%	Correct	Positief
8	Combinatie	Dampopen	1	4,20	3,5	3,5	21,8% *	Incorrect	Positief
10	Binnenzijde	Dampdicht	1	2,37	7,3	4,2	15,8%	Correct	Positief
13	Binnenzijde	Dampopen	1	2,88	3,7	0,5	14,4%	Incorrect	Positief
14	Binnenzijde	Klimaatfolie	1	6,05	>0,8	>0,6	19,9%	Correct	Positief

\* Weliswaar kritisch maximaal houtvochtgehalte maar veroorzaakt door inwatering

\*\* Geen houtvochtmeting uitgevoerd, maar geen vochtinwerking of condensatiesporen geconstateerd

# OVERZICHT ONDERZOEKSRESULTATEN GEVELISOLATIE

Casus	Isolatie	Systeem	Positie	Rc	$\mu$ d		Vocht hout (% max)	Resultaat theoretisch	Resultaat onderzoek
					Totaal	Warme zijde			
1	Binnenzijde	Dampdicht	1	3,06	6,5	4,1	26,2% *	Correct	Positief
3	Binnenzijde	Dampdicht	1	1,74	6,3	3,3	-- **	Correct	Positief
			2	1,75	6,4	3,3	15,8%		Positief
4	Binnenzijde	Dampdicht	1	1,43	13,2	10,1	13,3%	Correct	Positief
			2	1,43	13,2	10,1	12,8%		Positief
			3	1,43	13,2	10,1	15,8%		Positief
5	Binnenzijde	Dampdicht	1	2,90	7,4	3,7	14,2%	Correct	Positief
			2	2,91	7,4	3,7	-- **		Positief
			3	2,90	7,4	3,7	14,1%		Positief
6	Binnenzijde	Dampdicht	1	2,83	18,1	15,2	14,7%	Correct	Positief
			2	2,82	18,0	15,2	12,9%		Positief
7	Binnenzijde	Dampdicht	1	2,14	5,4	2,5	12,9%	Correct	Positief
			2	2,14	5,4	2,5	-- **		Positief
			3	2,14	5,4	2,5	14,2%		Positief
			4	2,14	5,4	2,5	12,3%		Positief
9	Binnenzijde	Dampopen	1	2,14	3,3	0,4	20,0%	Incorrect	Negatief
10	Binnenzijde	Dampdicht	1	2,89	7,0	3,7	14,0%	Correct	Positief
11	Binnenzijde	Capillair actief	1	2,26	2,1	0,3	-- **	Correct	Positief
			2	2,26	2,1	0,3	14,5%		Positief
12	Binnenzijde	Dampdicht	1	1,72	7,2	3,3	13,5%	Correct	Positief
14	Binnenzijde	Dampdicht	1	3,35	17,5	16,0	-- **	Incorrect***	Positief

\* Weliswaar kritisch maximaal houtvochtgehalte maar veroorzaakt door inwatering

\*\* Geen houtvochtmeting uitgevoerd, maar geen vochtinwerking of condensatiesporen geconstateerd

\*\*\* Dampremmende laag aanwezig maar niet aan binnenzijde aangebracht en isolatiemateriaal van zichzelf onvoldoende dampremmend

*Samenwerken* aan restauratiekwaliteit

## BEVINDINGEN

1. Onderzoek geeft unieke inkijk in isolatieconstructies
2. Praktijk lijkt rooskleuriger dan theorie
3. Beperkte vochtlast mogelijk reden uitblijven vochtproblemen
4. Onderzoek indicatief dus voorzichtig met 'harde' conclusies
5. Goed vertrekpunt vervolgonderzoek

## AANBEVELINGEN

1. Panden met vochtproblemen onderzoeken
2. Panden met hoge interne vochtbelasting onderzoeken
3. Probleemcasus diepgaander onderzoeken
4. Vergelijking casussen met bouwfysische berekeningen

Pauze



Stichting  
Erkende  
Restauratiekwaliteit  
Monumentenzorg



De aanpak van de verduurzaming  
Brandweerkazerne Dirk  
Edwin de Vlieger



Stichting  
Erkende  
Restauratiekwaliteit  
Monumentenzorg







# KENNISBIJEENKOMST VERDUURZAMING IN DE PRAKTIJK

27 september 2022



KONINKLIJKE WOUTENBERG



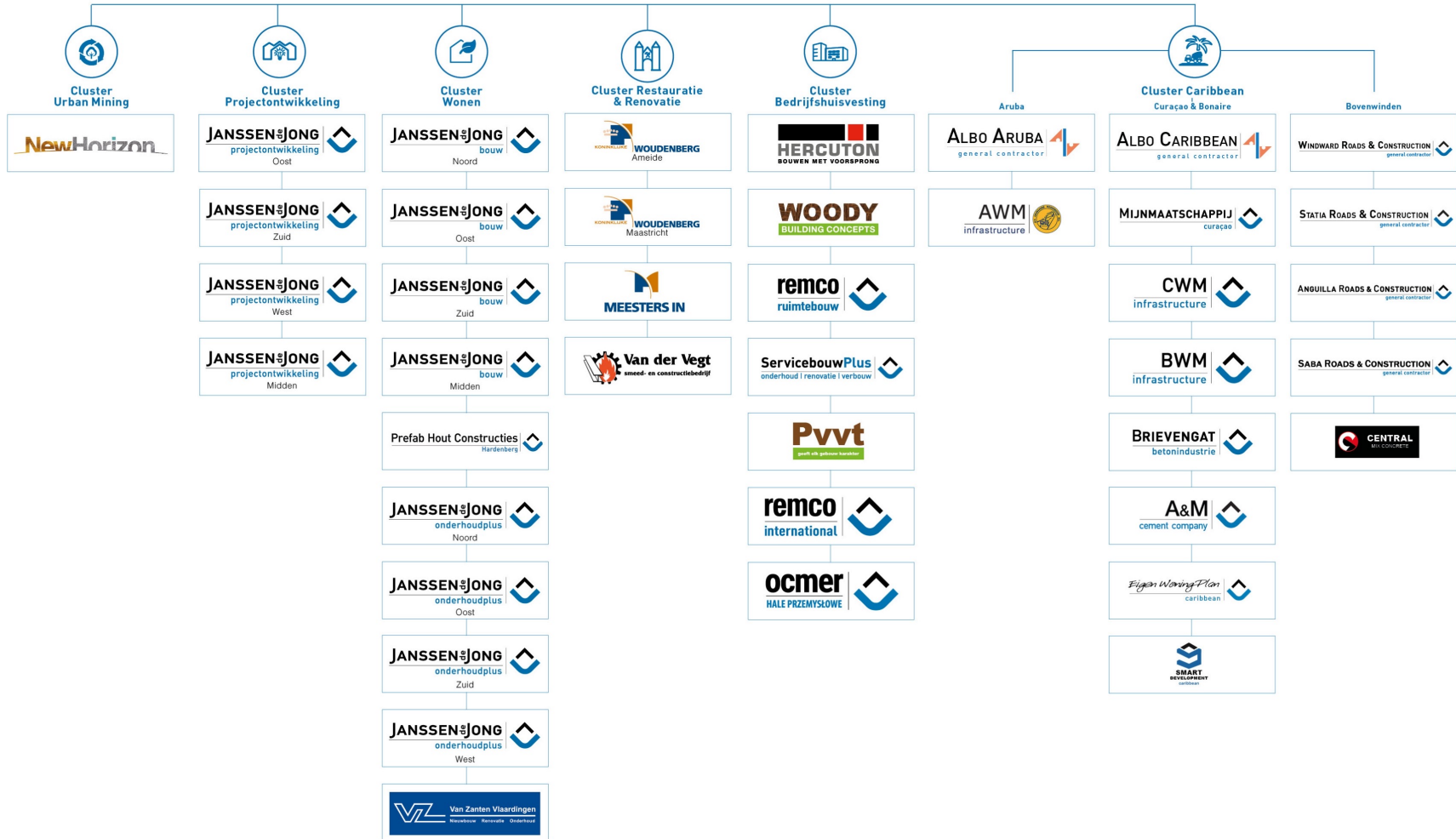
MEESTERS IN



ONDERDEEL VAN

# JANSSEN & JONG

groep





## KONINKLIJKE WOUDENBERG

- Gecertificeerd en erkend restauratie bouwbedrijf
- Gericht op behoud van erfgoed middels vakmanschap
- Kernactiviteiten restaureren, upgraden en behouden
- Partner in verduurzaming van monumentale gebouwen



# HALLO!

HIER ZAMELEN WIJ HERBRUIKBARE  
MATERIALEN IN.

VAKRESTAURATEURS SINDS 1799 • [WWW.KONINKLIJKEWOUTENBERG.NL](http://WWW.KONINKLIJKEWOUTENBERG.NL)



**WOUTENBERG**  
HOUDT HISTORIE LEVENDE



Voeger



Timmerman



Betonherstel



Smid



Metselaar



Steenhouwer



## Vakgroep Restauratie

Partners in restauratie,  
onderhoud en herbestemming



Restauratiefonds.





RENOVATIE  
BRANDWEERKAZERNE DIRK

Opdrachtgever: Brandweer Amsterdam - Amstelland  
Bouwkundig aannemer: Koninklijke Woudenberg  
Installateur: Breman Utiliteit Zwolle BV  
Architect: ENZO architectuur & interieur  
Adviseur: Sijperda-Hardy Adviesbureau

BRANDBEER  
WOUDEBERG  
breman  
ENZO  
Sijperda-Hardy

WEER.



**VOOR DE HISTORIE VAN MORGEN**  
 VAKMANSCHAP EN PARTNERSCHAP

[WWW.KONINKLIJKEWOUTENBERG.NL](http://WWW.KONINKLIJKEWOUTENBERG.NL)

BEVEILIGD DOOR BouWatch CAMERA BEWAACHT

KONINKLIJKE **WOUTENBERG**  
 HOUDT HISTORIE LEVENDE!

**DEZE KAZERNE WORDT DUURZAAM GERENOVEERD**

#FD\_AMS





## ADVIES OVER VERDUURZAMING

Speerpunten:

- Dak
- Ramen
- Gevel
- Kierdichting



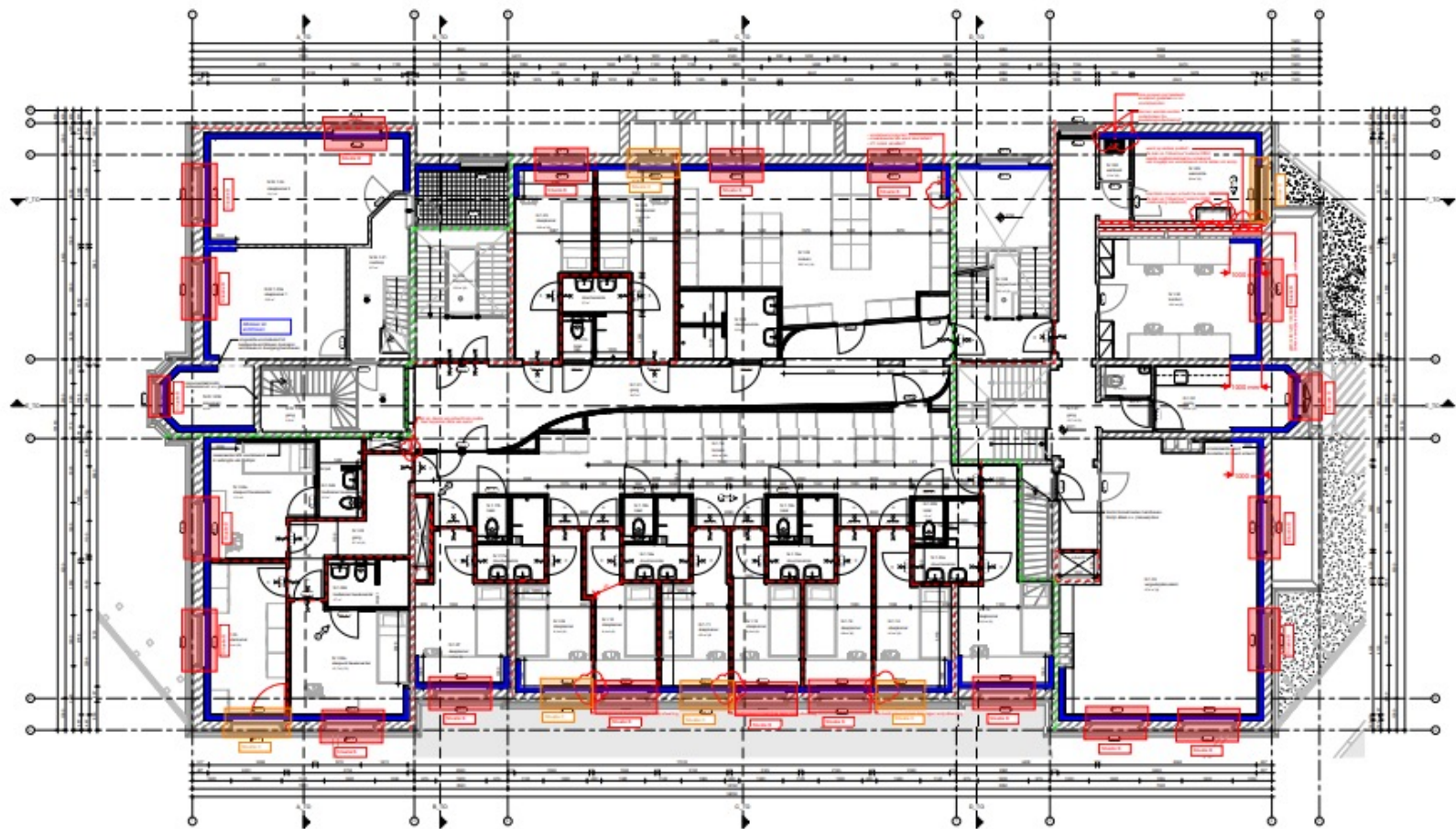


## MOGELIJKHEDEN

Win-win met restaureren én verduurzamen  
Totaalplan voor het monument biedt inzicht  
Inzicht in 'laaghangend fruit' met direct impact  
Doorrekenen energetisch en financieel incl. subsidies



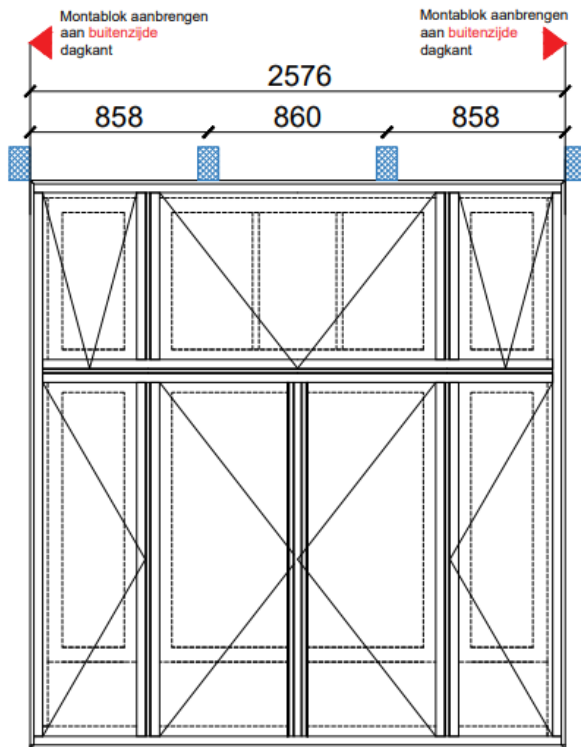




Eerste verdieping  
1:50

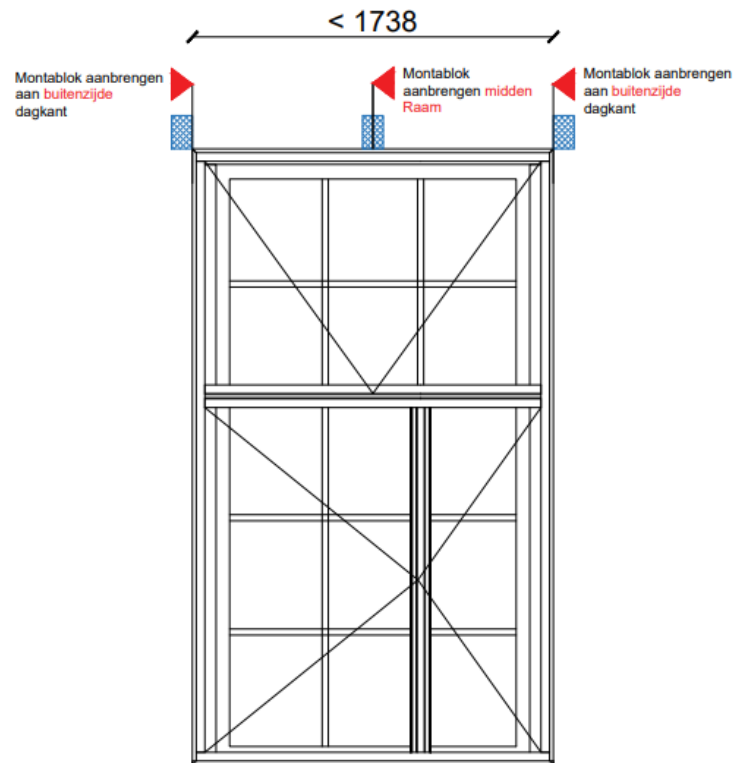
KWA 2022-06-08  
Aanduiding Multipor

- Situatie A
- Situatie B
- Situatie D




Montageblok  
Situatie A  
Kozijn AEN-04  
Aantal: 2x

Begane grond - achtergevel - N.O.18 en N.W. 0.3



Montageblok  
Situatie B



Status: Definitief																									
Onderwerp: Productietekening																									
Onderdeel: Montageblok Multipor (1/2)																									
<table border="1"> <tr> <th>Reg.</th> <th>Status</th> <th>Gepl.</th> </tr> <tr> <td>A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>E</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>F</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Reg.	Status	Gepl.	A			B			C			D			E			F			<table border="1"> <tr> <td>Projectnaam: Brandweerkazerne Dirk</td> </tr> <tr> <td>Werkadres: Honthorststraat 27</td> </tr> <tr> <td>Plaats: Amsterdam</td> </tr> </table>	Projectnaam: Brandweerkazerne Dirk	Werkadres: Honthorststraat 27	Plaats: Amsterdam
Reg.	Status	Gepl.																							
A																									
B																									
C																									
D																									
E																									
F																									
Projectnaam: Brandweerkazerne Dirk																									
Werkadres: Honthorststraat 27																									
Plaats: Amsterdam																									
Datum: 03-06-2022 Schaal: 1:20 Tekeningenaam: A2 Werk nr: 302005500	 <p><b>KONINKLIJKE WOUDEBERG</b></p>																								
Opdrachtgever: Koninklijke Woudenberg Voorstraat 7, 4213 EA Amstelveen Tel: +31 (0)20 498 355 96 00 Fax: -	Koninklijke Woudenberg Voorstraat 7, 4213 EA Amstelveen Tel: +31 (0)20 498 355 96 00 www.koninklijkwoudenberg.nl																								
Pagina: Uitvoering      Tekening nr: KWA-DIRK-Montageblok1																									



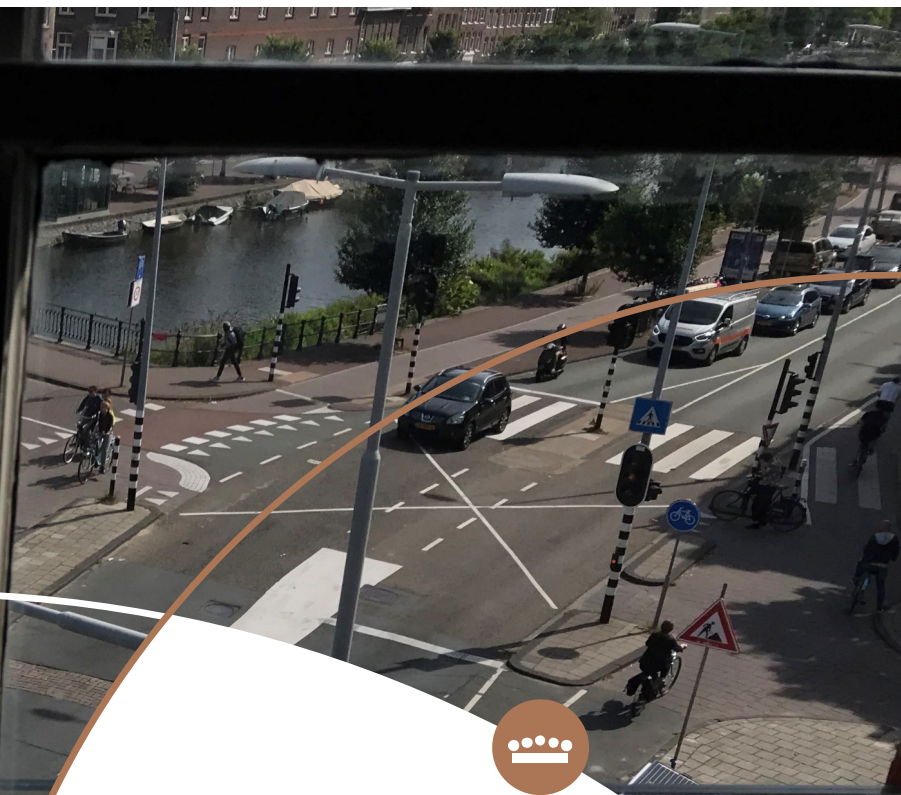












 **KONINKLIJKE  
WOUDEBERG**


*Verduurzaamt  
monumenten!*

 **KONINKLIJKE  
WOUDEBERG**

 **MEESTERS IN**

 **MEESTERS IN  
Kunst**

 **Van der Vegt**  
metad - en constructiebedrijf

ONDERDEEL VAN  
**JANSSEN:JONG**   
groep

Bouwfysisch onderzoek, monument specifiek  
Paul Steskens



Stichting  
Erkende  
Restauratiekwaliteit  
Monumentenzorg

# Kennisbijeenkomst Verduurzaming in de Praktijk



## *Verduurzaming Brandweerkazerne Dirk - Bouwfysisch Onderzoek*

Paul Steskens, dr. ir., *Hygrothermische Prestatie en Bouwfysica*, Peutz

27 september 2022

## Inhoud

- Aanleiding
- Risico-analyse thermische isolatie bestaande gevels
- Bouwfysisch onderzoek
  - Bouwfysische metingen
  - Hygrothermische berekeningen
- Onderzoek alternatieve isolatiesystemen
- Validatie & Verantwoording

## Aanleiding

- Thermische isolatie gevel
- Voorgesteld isolatiesysteem
- Verandering hygrothermische prestatie
  - Risico accumulatie van vocht
  - Vorstschade
  - Degradatie houten balken

ISOVER  
SAINT-GOBAIN

### R<sub>c</sub>-BEREKENING VAN EEN VOORZETWAND MET METALEN PROFIELEN

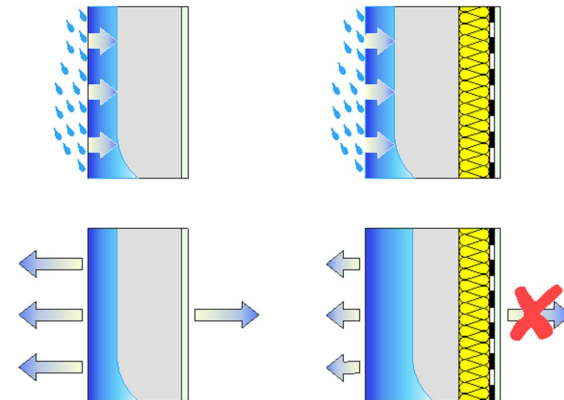
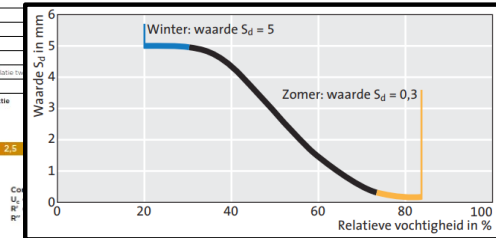
VOLGENS NEN 1068:2012/C1:2014  
PROJECT:  
PLAATS:

Constructie-opbouw	Materiaal	Dikte (mm)	Lambda-deel (W/m.K)	R-waarde (m <sup>2</sup> .K/W)
Constructiemethode	Metaal (DyppFrame)			
Beplating	glaaskoringsstaal (dypp-System)	0,5	0,250	0,05
Dampremmende laag	trans 999 Duplex 12r-folie	0,1	0,200	0,05
Extra isolatie	niel van toepassing			
Metalen profielen				
Isolatie tussen profielen	Sonopanel			
Lichtspouw	3 mm			
Isolatie tweede laag	Mullmax 3D			
Luchtspouw	tussen gevel en profielen/isolatie			
Bestaand gevel	baksteen metselwerk			
<b>Totale dikte van de constructie</b>				

### R<sub>c</sub>-WAARDE

2,0 → 2,5

Totale constructiedikte: 505,6 mm  
Overgangswaarden (R<sub>s</sub> + R<sub>s,i</sub>): 0,17  
R<sub>s</sub> bouwbesluit: 4,8





## Risico-analyse

- Thermische isolatie gevel

WTA		Innendämmung nach WTA I Planungsleitfaden	Merkblatt 6-4 Ausgabe: 05.2009/D
<b>Inside insulation according to WTA I: plenary guide</b> <b>isolation thermique par l'intérieur selon WTA I: guide de planification</b>			
<b>Deskriptoren</b> Innendämmung, Sanierung, Hydrothermische Nachweisverfahren, vereinfachtes Nachweisverfahren			
<b>Key Words</b> inside insulation, renovation, hydrothermal methods of proof, simplified method of proof			
<b>Mots-clés</b> isolation thermique par l'intérieur, assainissement, analyse hydrothermique, analyse simplifiée			
<b>Erläuterungen zum Merkblatt</b> Dieses Merkblatt befasst sich mit den bauphysikalischen Grundlagen und Anforderungen bei der Planung und Ausführung von Innendämmungen an Außenwänden von Bestandsgebäuden und ist Teil einer Merkblattrihe.			
Ergänzend zu dieser Merkblattrihe sind folgende WTA-Merkblätter in der jeweils aktuellen deutschen Fassung heranzuziehen:			
6-1 "Leitfaden für hydrothermische Simulationsberechnungen" 6-2 "Simulation wärme- und feuchtechnischer Prozesse" 8-1 "Fachwerkinstandsetzung nach WTA I: Bauphysikalische Anforderungen an Fachwerkgebäude" 8-2 "Fachwerkinstandsetzung nach WTA II: Checkliste zur Instandsetzungsplanung und -durchführung" 8-5 "Fachwerkinstandsetzung nach WTA V: Innendämmungen"			
		<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
1	Einleitung		4
2	Zweck des Merkblatts		4
3	Ziel der Dämmmaßnahme		4
4	Vor- und Nachteile von Innendämmssystemen		5
5	Grundlagen der feuchtechnischen Beurteilung von Innendämmssystemen		5
6	Bestandsaufnahme		8
7	Bauphysikalische Nachweise von Innendämmssystemen		8
8	Ablaufdiagramm		11
9	Literatur		12

© Copyright by Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V.  
 Vertrieb: WTA Publications  
 Tel. +49-89-578 697 27, Fax +49-89-578 697 29, email: wta@wta.de

WTA		Innendämmung nach WTA II Nachweis von Innendämmssystemen mittels numerischer Berechnungsverfahren	Merkblatt E-6-5 Ausgabe: 11.2012/D Einspruchsfrist: 31.10.2013
<b>Interior insulation according to WTA II: Evaluation of internal insulation systems with numerical design methods</b> <b>Isolation thermique par l'intérieur selon WTA II: Évaluation des systèmes d'isolation interne par des méthodes de calcul numériques</b>			
<b>Deskriptoren</b> Innendämmung, Sanierung, Hydrothermische Nachweisverfahren, detailliertes Nachweisverfahren			
<b>Key Words</b> inside insulation, renovation, hydrothermal methods of proof, detailed method of proof			
<b>Mots-clés</b> isolation thermique par l'intérieur, assainissement, analyse hydrothermique, analyse			
<b>Erläuterungen zum Merkblatt</b> Dieses Merkblatt befasst sich mit den bauphysikalischen Grundlagen und Anforderungen bei der Planung und Ausführung von Innendämmungen an Außenwänden von Bestandsgebäuden und ist Teil einer Merkblattrihe.			
Ergänzend zu dieser Merkblattrihe sind folgende WTA-Merkblätter in der jeweils aktuellen deutschen Fassung heranzuziehen:			
6-1 "Leitfaden für hydrothermische Simulationsberechnungen" 6-2 "Simulation wärme- und feuchtechnischer Prozesse" 6-3 "Rechnerische Prognose des Schimmelpilzwachstumsrisikos" 6-4 "Innendämmung nach WTA I: Planungsleitfaden" 3-17 "Hydrophobierende Imprägnierung von mineralischen Baustoffen"			
		<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
		Kurzfassung	3
1	Einleitung		4
2	Durchführung einer hydrothermischen Simulation		4
2.1	Grundlegende Hinweise zur Simulation		4
2.2	Materialkennwerte		5
2.3	Klimadaten		5
2.4	Startzeitpunkt und Dauer der Simulation		6
2.5	Anfangsbedingungen im Bauteil		6
2.6	Ausgaben für die Auswertung		6
3	Bewertung der Simulation		7
3.1	Eingeschwungener Zustand		7
3.2	Bewertungskriterien		7
4	Hinweise zur Bestandskonstruktion		8
4.1	Beurteilung der thermischen und hygrischen Materialeigenschaften		8
4.2	Beurteilung des Schlagregenschutzes		8
5	Literatur		9

© Copyright by Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V.  
 Vertrieb: WTA Publications, Tel. +49-89-578 697 27, Fax +49-89-578 697 29, email: wta@wta.de

**Binnenisolatie van Buitenmuren**  
 Evaluation of internal insulation systems with numerical design methods  
 Isolation thermique par l'intérieur selon WTA II: Évaluation des systèmes d'isolation interne par des méthodes de calcul numériques

**Na-isolatie van historische woonhuizen**  
 Wegwijzer voor vakmensen

**Isolatie van historische gebouwen**  
 Technische achtergronden

# Bouwfysisch onderzoek - Metingen

- Doelstelling
  - Bouwfysische fenomenen in bestaande toestand



**Bouwfysische staat bestaande gevel**



**Inspectie houten balken / meting vochtgehalte**

# Bouwfysisch onderzoek - Metingen

- Doelstelling
  - Bouwfysische fenomenen in bestaande toestand



Tabel 2: Indeling initiële wateropzuiging

Categorie		Declaratie	Keuringscriteria gemiddelde initiële wateropzuiging
IW1	Zeer weinig zuigend	0 – 0,5 kg/m <sup>2</sup> .min	< 0,8 kg/m <sup>2</sup> .min
IW2	Matig zuigend	0,5 – 1,5 kg/m <sup>2</sup> .min	0,3 – 2,0 kg/m <sup>2</sup> .min
IW3	Normaal zuigend	1,5 – 4,0 kg/m <sup>2</sup> .min	1,0 – 5,0 kg/m <sup>2</sup> .min
IW4	Sterk zuigend	4,0 – 8,0 kg/m <sup>2</sup> .min	> 3,0 kg/m <sup>2</sup> .min

# Bouwfysisch onderzoek - Metingen

- Doelstelling
  - Bouwfysische fenomenen in bestaande toestand

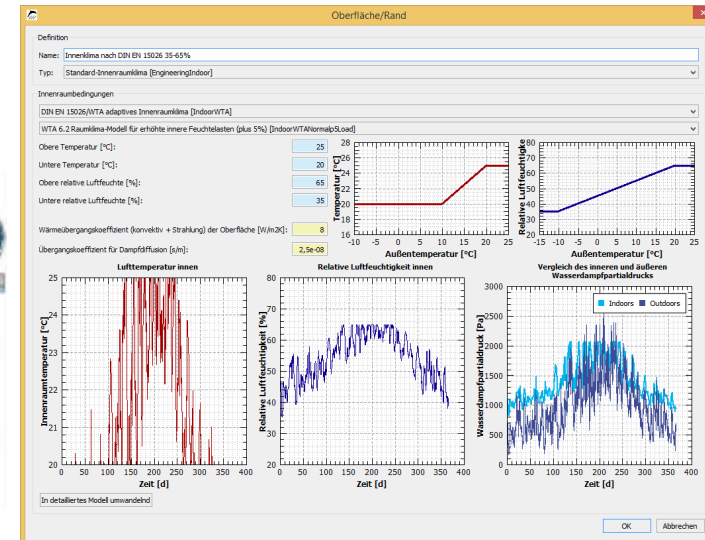
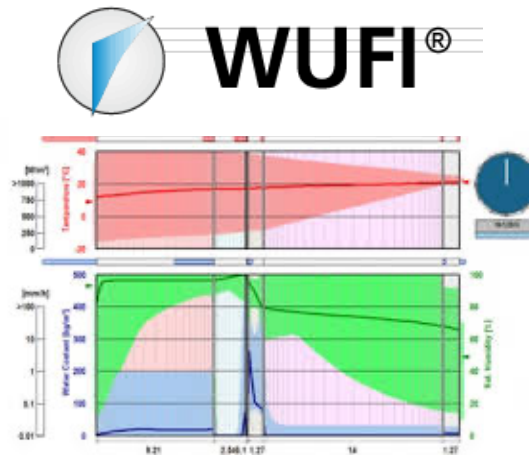
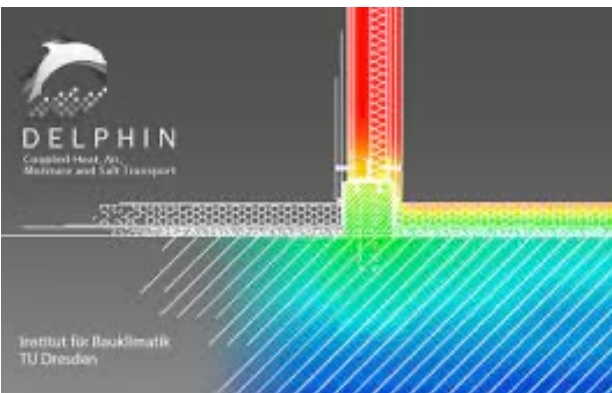


## Bouwfysisch onderzoek

- ✓ Schade / Degradatie
- ✓ Vorstschade
- ✓ Bouwfysische fenomenen
- ! Waterabsorptiecoëfficiënt

# Bouwfysisch onderzoek - Berekeningen

- Doelstelling
  - Bouwfysische fenomenen in bestaande toestand
  - (Schade)mechanismen die mogelijk in toekomst zich manifesteren
  - Onderzoek wijziging bouwfysisch gedrag gevel

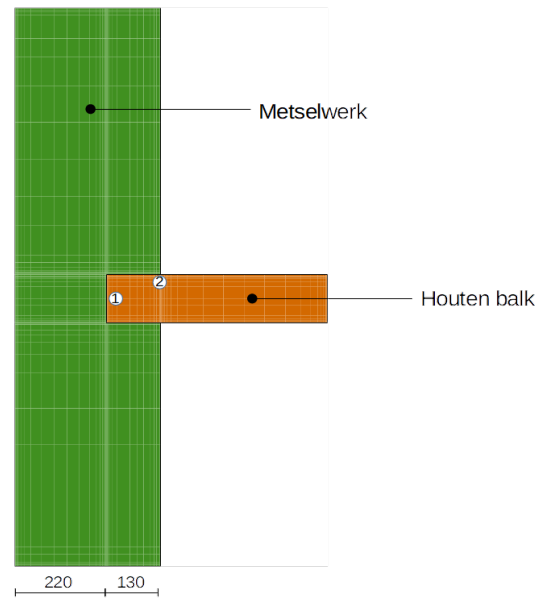


# Bouwfysisch onderzoek - Berekeningen

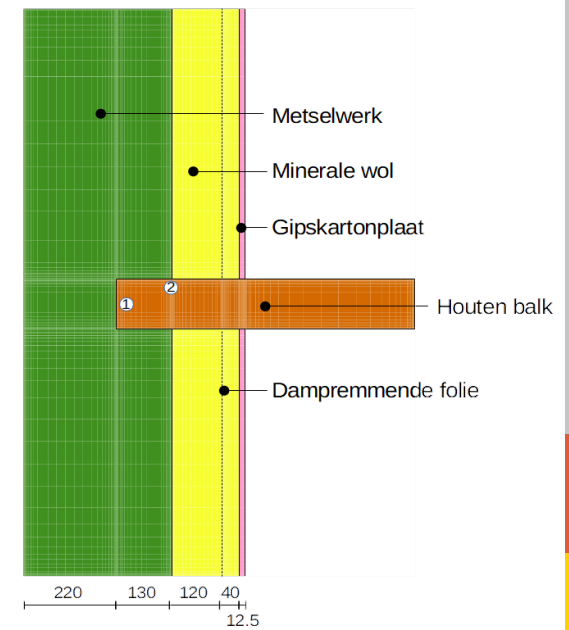
- Methodologie
  - Hygrothermische berekening – Gecombineerd warmte- vochttransport



Zonder isolatie

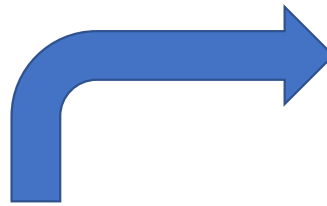


Met isolatie



## Bouwfysisch onderzoek - Berekeningen

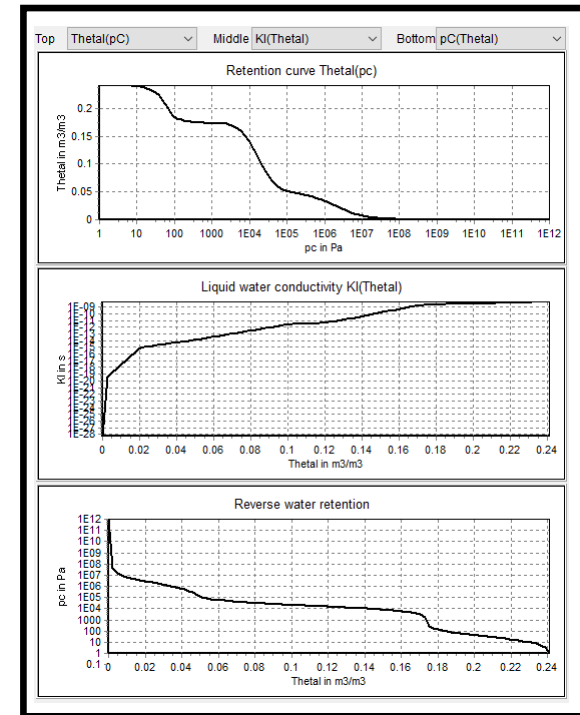
- Methodologie
  - Hygrothermische berekening – Gecombineerd warmte- vochttransport
  - Materiaaleigenschappen





**MASER** ©  
geprüfte Datenbank

Materialdatensammlung für die energetische Altbausanierung



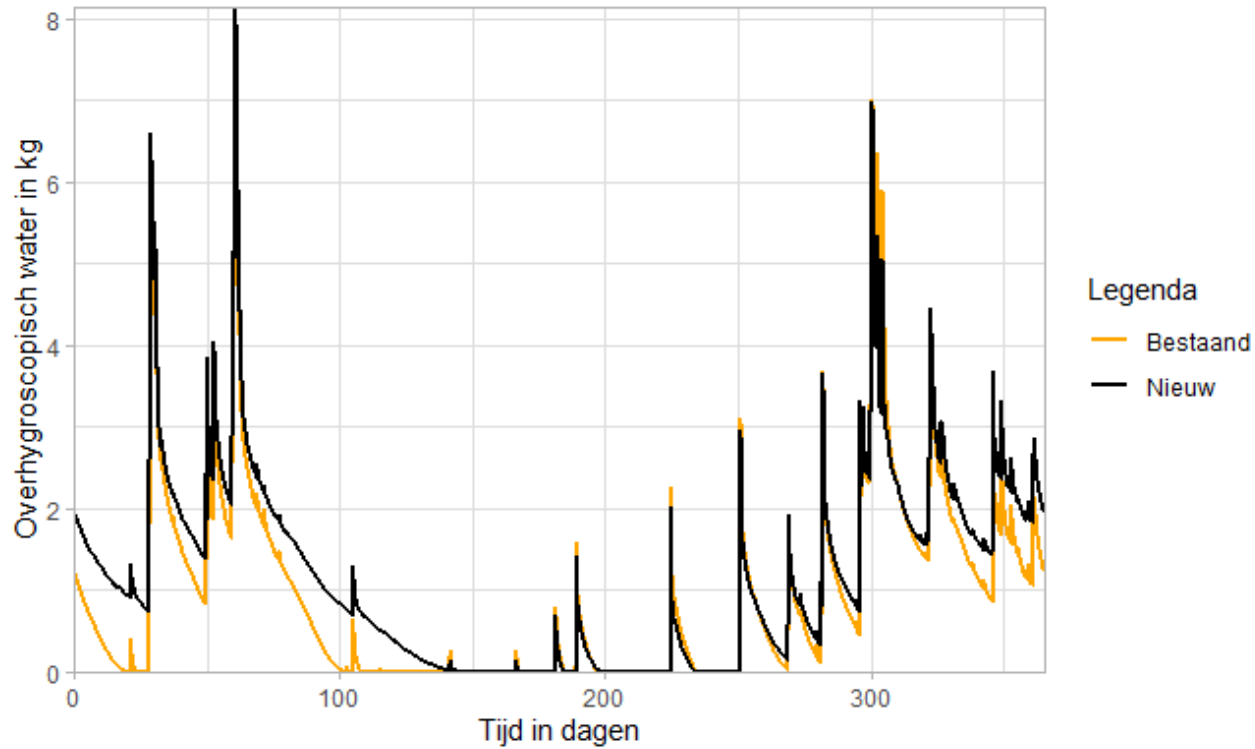
## Bouwfysisch onderzoek - Berekeningen

- Methodologie
  - Hygrothermische berekening – Gecombineerd warmte- vochttransport
  - Materiaaleigenschappen
  - Parameterstudie – verschillende oriëntaties/slagregenbelasting
  - Beoordelingscriteria
    - Vochtaccumulatie: jaargemiddelde droging
    - Vorstschade: vorstdooi-cycli
    - Degradatie houten balken: Time of Wetness (TOW 20/5; TOW 25/10)



# Bouwfysisch onderzoek - Berekeningen

- Resultaten



Jaargemiddelde droging

Vorst-dooi-cycli

Legenda

— Bestaand

— Nieuw

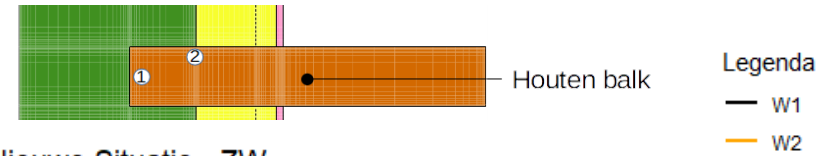
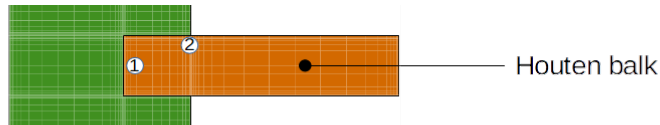
# Bouwfysisch onderzoek - Berekeningen

- Resultaten

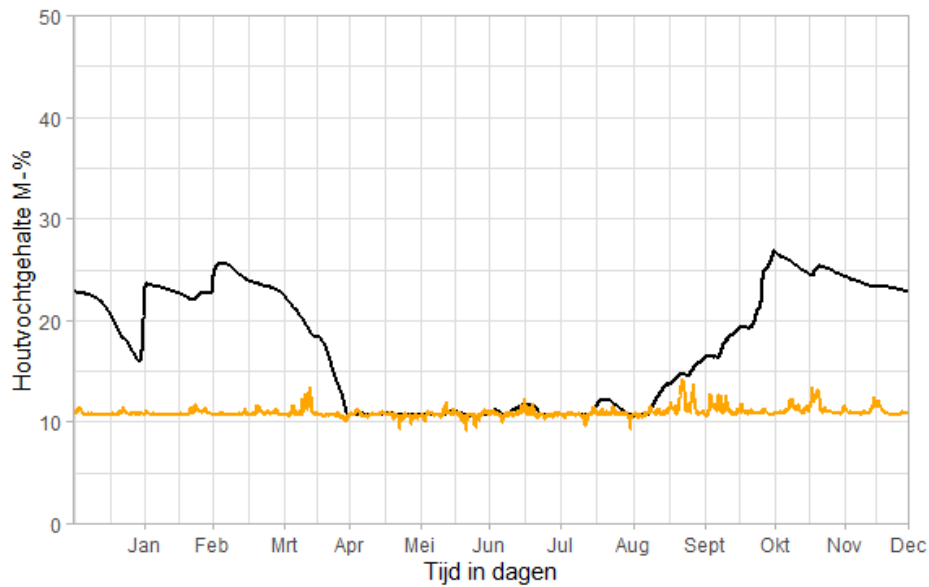
	<b>Aantal vorst-dooi-cycli [n]</b>	<b>Minimum temperatuur [°C]</b>
Bestaand – zonder thermische isolatie	17	-6,5
Nieuw – met thermische isolatie	28	-7,7

# Bouwfysisch onderzoek - Berekeningen

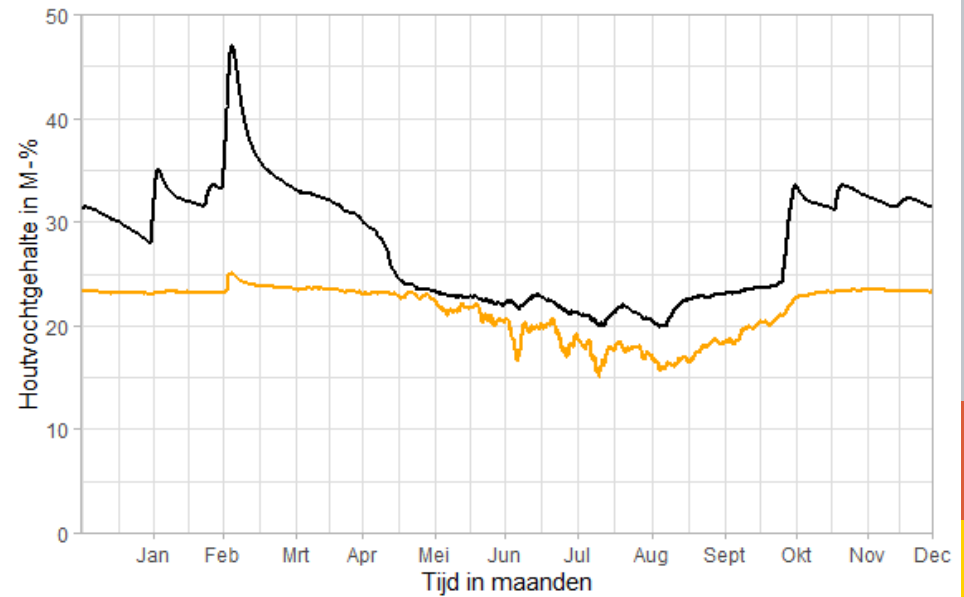
- Resultaten



Bestaande Situatie - ZW



Nieuwe Situatie - ZW



# Bouwfysisch onderzoek - Berekeningen

- Resultaten

*Time of Wetness voor de zuidwest georiënteerde gevel*

		<b>TOW 20/5 [dagen/jaar]</b>	<b>Voldoet? [ja/nee]</b>	<b>TOW 25/10 [dagen/jaar]</b>	<b>Voldoet? [ja/nee]</b>
ZW – Bestaande Situatie	Meetpunt 1	170	Nee	26	Nee
	Meetpunt 2	0	Ja	0	Ja
ZW – Nieuwe Situatie	Meetpunt 1	317	Nee	54	Nee
	Meetpunt 2	242	Nee	0	Ja

*Time of Wetness voor de noordwest georiënteerde gevel*

		<b>TOW 20/5 [dagen/jaar]</b>	<b>Voldoet? [ja/nee]</b>	<b>TOW 25/10 [dagen/jaar]</b>	<b>Voldoet? [ja/nee]</b>
NW – Bestaande Situatie	Meetpunt 1	15	Ja	1	Ja
	Meetpunt 2	3	Ja	0	Ja
NW – Nieuwe Situatie	Meetpunt 1	67	Nee	1	Ja
	Meetpunt 2	62	Nee	0	Ja

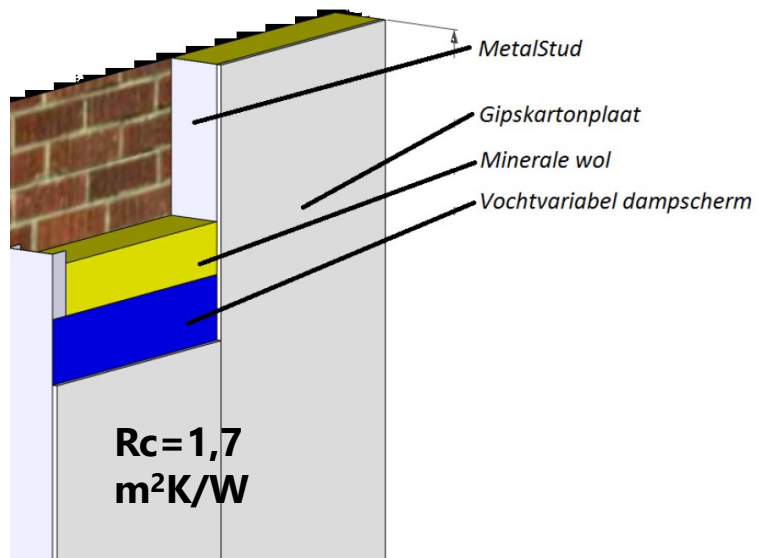
## Bouwfysisch onderzoek

- Conclusie
  - ✓ Vochtaccumulatie: Jaargemiddelde droging
  - ✗ Vorstschade / vorst-dooi-cycli
  - ✗ Degradatie houten balken
- Aanbevelingen: onderzoek alternatieve systemen

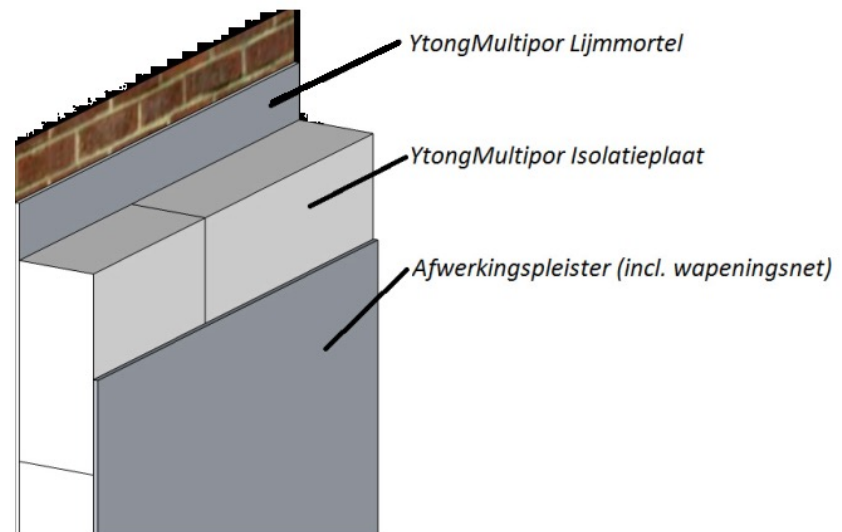
# Onderzoek alternatieve systemen

- Damp-open systemen

**Systeem #1**



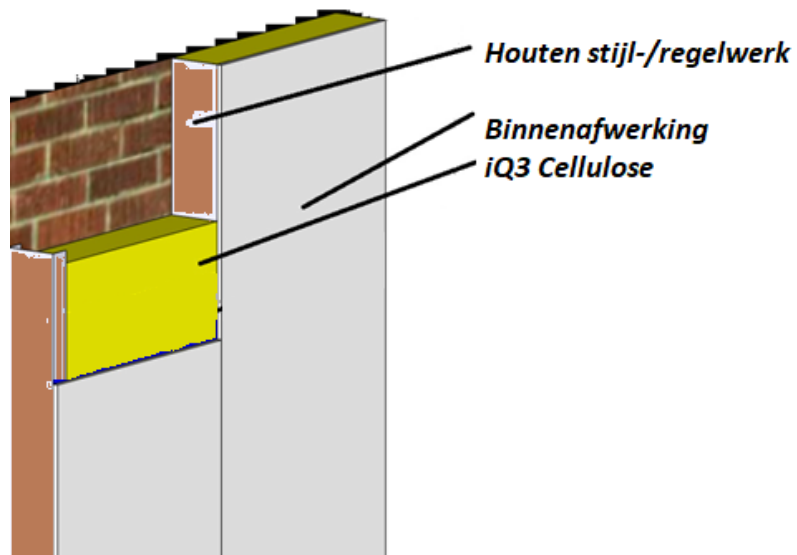
**Systeem #2**



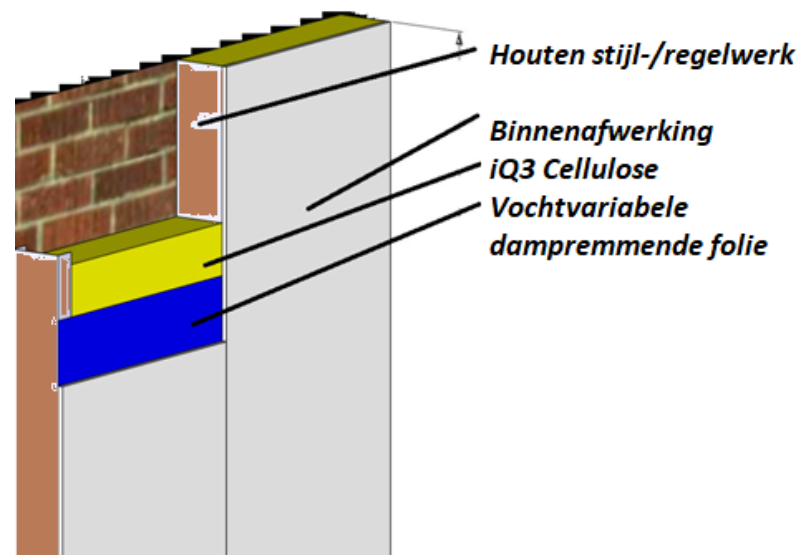
# Onderzoek alternatieve systemen

- Damp-open systemen

**Systeem #3**



**Systeem #4**



# Onderzoek alternatieve systemen

- Resultaten

*Time of Wetness voor meetpunt 1*

	<b>TOW 20/5 [dagen/jaar]</b>	<b>Voldoet? [ja/nee]</b>	<b>TOW 25/10 [dagen/jaar]</b>	<b>Voldoet? [ja/nee]</b>
Bestaand situatie	15	Ja	1	Ja
Variant 1	76	Nee	2	Ja
Variant 2	67	Nee	1	Ja
Variant 3	90	Nee	6	Ja
Variant 4	69	Nee	2	Ja



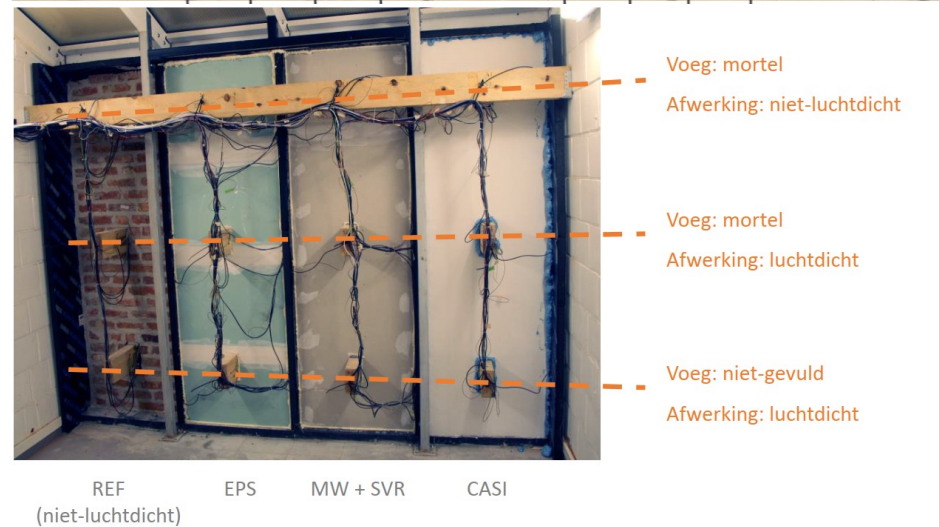
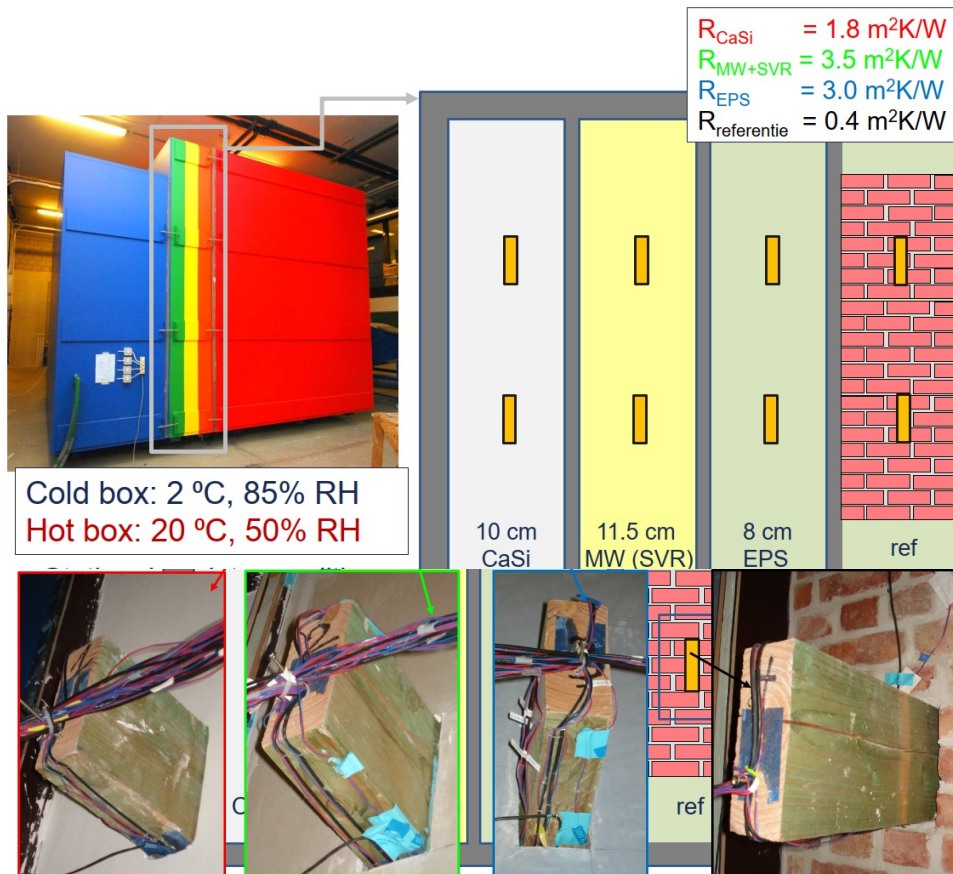
## Onderzoek alternatieve systemen

- Systeem#2: Multipor



## Validatie en verantwoording

### Meetopstelling Hot Box – Cold Box



**Bedankt voor uw aandacht**

*Vragen?*



Inleiding rondleiding en afsluiting  
**Christian Braak**

**ER** **M**

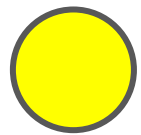
Stichting  
Erkende  
Restauratiekwaliteit  
Monumentenzorg



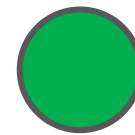
# Inleiding Rondleiding

**15.35 – 16.30 uur Rondleidingen tijdens de borrel**

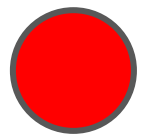
- **2 groepen tegelijkertijd door het gebouw:  
25 personen per groep, 20 minuten per rondleiding**
- **Zie kleur van uw badge voor de indeling:**



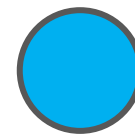
15.35 – 16.00



15.35 – 16.00



16.05 – 16.30



16.05 – 16.30

- **Kleur van de rondleiding wordt ook omgeroepen**
- **We komen hier niet meer terug, vergeet uw spullen niet hier mee te nemen**
- **Volg de veiligheidsinstructies!**

Borrel en rondleiding



Stichting  
Erkende  
Restauratiekwaliteit  
Monumentenzorg

