

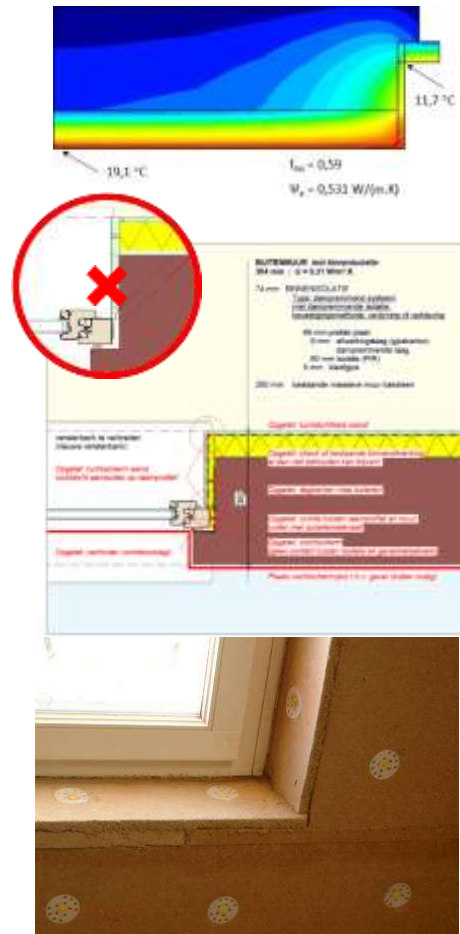
RenoFase WP4: Coördinatie van doorgedreven stapsgewijze renovatie

Deliverable D4-2

Detaillering van binnenisolatie

|

praktijksgids



6/10/2017, Filip Dobbels – WTCB

Disclaimer

Dit rapport is een projectresultaat gegenereerd binnen de context van het IWT-project RenoFase. Het geldt bijgevolg niet als een officieel document van de partijen die het document gerealiseerd hebben. De gepresenteerde bevindingen, analyses en adviezen worden enkel ten titel van inlichting gegeven.

Toelichting bij de huidige versie

1^{ste} versie – oktober 2017

Dit document is een resultaat van het RenoFase-project, gepubliceerd via www.renofase.be in oktober 2017. In dit document worden de momenteel beschikbare kennis en een aantal algemene principes aangereikt en meegegeven voor gebruik in de praktijk, als houvast voor aannemers en architecten.

Gezien het thema van deze publicatie vrij complex is en nog volop verder onderzocht wordt (o.a. de problematiek van de houten balkkoppen, cf. § 5.3.C), kan worden verwacht dat in de komende jaren bijkomende inzichten en praktijkervaringen worden opgedaan. Deze kunnen vervolgens leiden tot bijkomende kennis en aangepaste praktijkrichtlijnen.

De publicatie van dit document moet ons toelaten om het vervolg op deze gids nog beter af te stemmen op de noden en wensen uit de praktijk. Het Technisch Comité “Hygrothermie” van het WTCB heeft in september 2017 het initiatief genomen om te starten met de redactie van een Technische Voorlichting (TV) over binnenisolatie. De Renofase-praktijkgids zal het vertrekpunt worden voor het hoofdstuk over aansluitingsdetails in die TV. In het kader daarvan zal de inhoud verder besproken en geoptimaliseerd worden. Alle input voor de TV is welkom, in het bijzonder foto’s van – goede en foutieve – realisaties (werffoto’s, aansluitingsdetails in de praktijk), technisch interessante schadegevallen, en alle mogelijke feedback op deze praktijkgids (bijkomende vragen, opmerkingen, aanvullingen...). Zo kunt u ertoe bijdragen dat de toekomstige TV zo goed mogelijk oplossingen biedt voor de vragen die u zich stelt in de praktijk.

Feedback kan verstuurd worden via mail naar Filip.Dobbels@bbri.be en Jeroen.Vrijders@bbri.be .

Inhoudstafel

| | | |
|----------|---|----|
| 1 | Inleiding | 5 |
| 1.1 | Context | 5 |
| 1.2 | Doelstelling..... | 5 |
| 1.3 | Opzet..... | 6 |
| 1.4 | Leeswijzer..... | 7 |
| 2 | Risico's | 9 |
| 2.1 | Schade..... | 9 |
| | SCHIMMELVORMING | 9 |
| | HOUTROT | 10 |
| 2.2 | Energieverlies | 12 |
| | FAQ: “Dikkere isolatielaag, grotere risico’s”?..... | 13 |
| 3 | Basisprincipes | 17 |
| 3.1 | Vooraf: eventuele vochtproblemen oplossen! | 17 |
| 3.2 | Drie basisprincipes | 17 |
| 3.2.1 | Koudebruggen reduceren..... | 18 |
| | FAQ: “Kan hout toegepast worden als retourisolatie”? | 23 |
| 3.2.2 | Luchtlekken vermijden | 27 |
| 3.2.3 | Binnenklimaat beheersen..... | 39 |
| 4 | Specifieke aandachtspunten i.f.v. het type binnenisolatie? | 41 |
| 4.1 | Vochtgevoelige materialen | 41 |
| 4.2 | Capillair-actieve materialen..... | 41 |
| 4.3 | Stijve isolatieplaten en prefab-panelen..... | 42 |
| | FAQ: “Prefab panelen op een latwerk?” | 47 |
| | FAQ: “Een goede geluidisolatie, ook met prefab panelen?” | 48 |
| | FAQ: “PUR-schuim als luchtdichting: aandachtspunten?” | 49 |
| 4.4 | Superisolerende isolatiematerialen | 52 |
| 5 | Aansluitingsdetails | 53 |
| 5.1 | Overzicht | 53 |
| | <i>10 details</i> | 53 |
| | <i>5 concepten</i> | 54 |
| | <i>3 types binnenisolatie</i> | 55 |
| | <i>Zijn alle bouwdetails even schadegevoelig?</i> | 56 |
| | <i>Classificatie i.f.v. het prestatieniveau</i> | 57 |
| 5.2 | De standaarddetails in een notendop | 59 |
| | <i>Uitgangspunten</i> | 59 |
| | <i>Aandachtspunten vóór de werken</i> | 60 |
| | <i>Aandachtspunten tijdens de werken</i> | 62 |
| | <i>Aandachtspunten na de werken</i> | 64 |
| 5.3 | Specifieke aandachtspunten en oplossingen per aansluitingsdetail | 65 |
| A. | Concept “Gevel – vloer ter hoogte van het maaiveld” | 67 |
| A.1. | Detail 1 – muurvoet | 67 |

| | |
|---|-----|
| FAQ “Een houten vloer boven een (kruip)kelder? Opgelet!” | 85 |
| FAQ “Binnenisolatie van keldermuren?” | 86 |
| B. Concept “Gevel – massieve wand (gevel, gemene muur, binnenmuur of massieve vloer)” | 93 |
| Detail 2 – gevel – binnenmuur | 103 |
| Detail 3 – gevel – gemene muur | 113 |
| Detail 4 – gevel – verdiepingsvloer massief | 117 |
| C. Concept “Gevel – houten vloer” (problematiek balkkoppen) | 131 |
| Detail 5 – gevel – houten vloer | 131 |
| FAQ: “Waarop letten bij de voorafgaandelijke analyse van houten balkkoppen?” | 139 |
| FAQ: “Welk isolatiemateriaal ter hoogte van de balkkoppen?” | 149 |
| FAQ: “Een ander type isolatie ter hoogte van de balkkoppen dan in het vlak van de muur?” | 152 |
| FAQ: “Een binnenisolatiesysteem kiezen <i>in functie van de detaillering</i> ?” | 153 |
| FAQ: “Over het hele gebouw dezelfde detaillering?” | 153 |
| FAQ: “Wat doen ter hoogte van strijk balken?” | 178 |
| D. Concept “Gevel – dak” | 187 |
| Detail 6 – gevel – hellend dak, onderrand | 187 |
| E. Concept “Gevel – buitenschrijnwerk” | 193 |
| Detail 7 – gevel – venster, onderrand | 205 |
| Detail 8 – gevel – venster, zijrand | 212 |
| Detail 9 – gevel – venster, bovenrand | 217 |
| Detail 10 – gevel – deur, onderrand | 221 |
| F. Interactie van technische installaties met binnenisolatie | 222 |
| 6 Invloed van het globaal concept op de detaillering | 227 |
| 7 Gefaseerde uitvoering | 229 |
| FAQ: “Wat als de basisprincipes redelijkerwijs niet volledig gerealiseerd kunnen worden binnen de limieten van de opdracht?” | 232 |
| FAQ: “Kan binnenisolatie schade veroorzaken bij de burens?” | 233 |
| 8 Praktische realisatie en kwaliteitsborging | 235 |
| 8.1.1 Een goede voorbereiding van de werken | 235 |
| 8.1.2 Controle van de werken na uitvoering | 235 |
| 9 Synthese | 237 |
| 10 Dankwoord | 238 |
| Literatuurlijst | 239 |
| Bijlage: BIM-detailfiches | 241 |

1 Inleiding

Om bestaande gevels te isoleren is binnenisolatie soms de enige mogelijkheid. Dit kan het geval zijn wanneer het uitzicht van de gevel niet gewijzigd mag worden of wanneer geen spouw aanwezig is. Binnenisolatie houdt echter risico's in. Om schade te voorkomen moet de bestaande situatie grondig geanalyseerd worden [1], moet het binnenisolatiesysteem oordeelkundig gekozen worden [2], en moeten de technische details en bouwknopen zorgvuldig ontworpen en uitgevoerd worden. Deze praktijkgids gaat dieper in op de detaillering.

1.1 Context

Dit document geeft een overzicht van de stand der techniek op het vlak van detaillering van binnenisolatie in België anno 2017. Het bevat een uitvoerige bespreking van de meest relevante aansluitingsdetails. Focus ligt op de **praktische aandachtspunten voor de ontwerper en de aannemer**.

Binnen het onderzoeksproject Renofase (www.renofase.be) werd een grondige studie uitgevoerd van de actuele literatuur en technisch-commerciële documentatie, aangevuld met een proefcampagne in labo (bij KUL en WTCB). Op basis hiervan werden generieke type-details voor de Belgische context ontwikkeld.

De inhoud van deze gids is volledig **conform het kwaliteitskader** voor binnenisolatie, door **VEA** ingevoerd op 1/1/2017 als basis voor het toekennen van subsidies voor binnenisolatie in het Vlaamse Gewest (zie <http://www.energiesparen.be/binnenisolatie/>). Ze bevat de voornaamste aandachtspunten zoals vermeld in de VEA-opleiding voor “gecertificeerd aannemer”, maar gaat ook in op minder courante situaties, zoals gefaseerde uitvoering. Ze biedt **dieper inzicht** in de risico's & oplossingen, en tal van extra varianten voor diverse praktijksituaties. Ze geeft een ruime aanvulling op de informatie die vóór Renofase vlot toegankelijk was voor architecten en aannemers. Zo kan ze een basis vormen voor bouwprofessionelen die specifieke vragen hebben of het onderwerp grondig willen bestuderen, om de risico's tot een minimum te reduceren.

1.2 Doelstelling

Voor een goed functionerend binnenisolatie-systeem zijn goed ontworpen en zorgvuldig uitgevoerde aansluitingsdetails cruciaal. Wanneer schade optreedt na de plaatsing van binnenisolatie is het immers vaak ter hoogte van de aansluitingsdetails. Deze praktijkgids wil de essentiële kennis aanreiken om in de meeste bouwkundige situaties binnenisolatie op een kwaliteitsvolle manier te kunnen detailleren en het schaderisico tot een minimum te herleiden. De gids is bedoeld als **naslagwerk**, als houvast om snel betrouwbare oplossingen te kunnen uitwerken.

1.3 Opzet

Eerst worden de voornaamste risico's opgesomd. Hiervan worden de voornaamste basisprincipes afgeleid. Vervolgens worden een aantal mogelijke oplossingen getoond om de basisprincipes te realiseren. Tenslotte wordt ook ingegaan op de aanpak van bouwkundige situaties waar de basisprincipes niet volledig gerealiseerd kunnen worden in het kader van de gevraagde binnenisolatiewerken (bv. bij een gefaseerde uitvoering van renovatiewerken). Over de volledige publicatie wordt beoogd de aannemer en ontwerper houvast te geven bij reële praktijksituaties a.d.h.v. eenvoudige regels van goed vakmanschap. Ook worden een aantal vaak gestelde vragen beantwoord.

In het bestek van deze publicatie is het niet mogelijk om:

- voor alle mogelijke bouwkundige situaties oplossingen uit te werken; merk op dat in de praktijk verschillende na-isolatietechnieken (buitenisolatie, spouwisolatie, binnenisolatie) gecombineerd worden in eenzelfde gebouw en dat na-isolatie gecombineerd wordt met uitbreiding; het aantal mogelijke varianten is dus bijzonder groot; in het kader van het project RenoFase 1 werden een reeks detailfiches uitgewerkt voor de meest courante bouwknoepen, waarbij ook meer concreet ingegaan wordt op de do's & dont's van een gefaseerde uitvoering. Deze zijn opgenomen als bijlage bij deze gids. Met de kennis vervat in deze publicatie zou de ontwerper of aannemer voldoende gewapend moeten zijn om ook andere bouwkundige situaties kwalitatief te detailleren;
- dieper in te gaan op de achterliggende argumentatie van de voorgestelde regels van de kunst; we volstaan hier te vermelden dat deze gebaseerd zijn op onderzoekswerk in het kader van het project RenoFase.

De focus ligt op massieve muren. Spouwmuren zijn over het algemeen minder kritisch omdat er geen of amper regendoorslag plaatsvindt. Een spouwinspectie met endoscopie kan aangeven of er eventueel toch risico is op regendoorslag (bv. door mortelbruggen in de spouw, verkeerd geplaatste spouwankers, foutieve afwatering onderaan de spouw of ter plaatse van vensteraansluitingen, ...). Vaak zullen dergelijke onvolkomenheden ook reeds aanleiding gegeven hebben tot vochtsporen aan de binnenzijde van de gevel, hoewel de afwezigheid van isolatie en drogend effect heeft en eventuele vochtproblemen kan maskeren.

¹ RenoFase, Stappenplan voor een kwaliteitsvolle energetische renovatie - Gestroomlijnd en prestatiegericht werken. Project van WTCB, KUL, UGent, Pixii, Thomas More Kempen, VCB, Bouwunie, NAV, met steun van Vlaio (2013-2017). Zie www.renofase.be

1.4 Leeswijzer

Rode draad door de gids zijn de voornaamste risico's (ter hoogte van de aansluitingsdetails) en de basisprincipes voor de detaillering van binnenisolatie:

RISICO'S

RISICO: Houtrot !

RISICO: Schimmel/condensatie !

RISICO: Energieverlies !

BASISPRINCIPES

VOORAF... Vochtproblemen oplossen !

PRINCIPE 1 : Koudebruggen reduceren !

PRINCIPE 2 : Luchtlekken vermijden !

PRINCIPE 3 : Binnenklimaat beheersen !

Deze vormen de kern van het document en worden uiteen gezet in § 2 (risico's) en § 3 (basisprincipes).

Essentiële inzichten en aandachtspunten zijn (over het volledige document) **geel gemarkeerd**.

De voornaamste **kritische punten voor de praktijk** zijn aangegeven in **rode tekst**.

Door het document door te nemen aan de hand van de rode en geel gemarkeerde tekst kan de lezer dus **snel** een **beknopt overzicht** krijgen van de voornaamste aandachtspunten.

Voor **dieper inzicht** kan men vervolgens de volledige tekst doornemen, van de onderdelen die relevant zijn voor het project van de lezer.

De meer **ervaren lezer** kan meteen naar de praktische voorbeelden gaan in bijlage, en waar nodig de tekst consulteren als achtergrondinformatie bij de voorbeelden.

Bouwprofessionelen met **specifieke vragen** kunnen via de inhoudstafel meteen een antwoord zoeken in de FAQs die in deze gids verwerkt zijn.



Stappenplan voor een kwaliteitsvolle,
efficiënte renovatie

www.renofase.be

2 Risico's

De onoordeelkundige uitvoering van de details kan volgende consequenties hebben:

2.1 Schade

SCHIMMELVORMING

Door plaatsing van binnenisolatie zal de temperatuur in de muur tijdens koude periodes lager zijn dan voorheen. De oppervlaktetemperatuur van plaatselijk niet of onvoldoende thermisch geïsoleerde zones (koudebruggen) kan in bepaalde gevallen lager liggen dan voor de isolatiewerken. Het temperatuurverschil tussen muurvlak en bouwknoep zal groter worden. Bij eenzelfde binnenklimaat zal er sneller en over een langere periode een situatie ontstaan waarin schimmelgroei mogelijk is. Dit kan leiden tot het verschijnen van schimmel, bv. op **niet-geïsoleerde dagkanten**.



Afbeelding 1 : schimmelgroei op een niet-geïsoleerde dagkant [foto WTCB, L. Lassoie]

Schimmel kan ook optreden zonder dat ze meteen zichtbaar is, bv. tussen de binnenisolatie en de muur. Dit is met name het geval wanneer de aansluitingsdetails en perforaties van het binnenisolatiesysteem onvoldoende luchtdicht zijn. In dat geval kan warme binnenlucht achter de isolatie dringen en aanleiding geven tot relatief grote hoeveelheden condensaat op het oppervlak van de bestaande muur. Ook in dat geval kan ze mogelijk een nadelige impact hebben voor de bewoners (geurhinder, gezondheidsrisico's).



Afbeelding 2 : schimmelgroei achter een wandbekleding
[bron: <https://www.epa.gov/mold/mold-image-library>]

HOUTROT

Ter plaatse van koudebruggen kan condensatie optreden. Dit zal het geval zijn als de temperatuur van de constructie lager is dan de dauwpuntstemperatuur van de lucht die ermee in contact komt. Deze situatie kan o.a. ontstaan als bij lage buitentemperatuur lucht vanuit de (verwarmde) binnenruimte achter de binnenisolatie kan dringen (bv. door luchtlekken ter hoogte van houten balkkoppen). Ook kan oppervlaktecondensatie ontstaan op koude oppervlakken die in contact staan met de binnenruimte (bv. aan de rand van een tegelvloer ter hoogte van een niet-geïsoleerde muurvoet). Door langdurige en herhaalde bevochtiging door condensaat kunnen vochtgevoelige materialen (bv. gipsbepleistering) aangetast worden. Bijzondere aandacht moet besteed worden aan houten afwerkingsmaterialen en hun onderstructuur (parketvloer, plinten, latwerk, ...). Door een gepaste detaillering moet men ervoor zorgen dat deze onderdelen niet in contact komen met oppervlakken waar condensatie kan optreden (streefdoel) of (als contact onvermijdelijk is) over een voldoende duurzaamheid beschikken (natuurlijk of via behandeling). Anders is houtrot zeer waarschijnlijk. Dit geldt ook voor een houten stijl- en regelwerk als structuur voor binnenisolatie, in het bijzonder de onderregel.



Afbeelding 3 : aantasting van een houten vloerbekleding door houtrot [foto WTCCB, L. Firket]

Door binnenisolatie zal de muur over het algemeen minder snel kunnen drogen (zeker met dampdichte binnenisolatiesystemen). Ze kan vochtiger staan dan voorheen, niet alleen aan de buitenzijde van een massieve muur, maar over quasi de volledige dikte, en dit over een langere periode dan voor de naïsolatiewerken. Hiermee moet rekening gehouden worden bij aansluitingsdetails waar contact gemaakt wordt met de buitenste zone van de muur, zoals houten balkkoppen (die over een zekere diepte in de muur steken) of raam- en deuraansluitingen (die in de muur meestal ook in meer of mindere mate naar buiten toe gepositioneerd zijn).

Eventuele luchtstromen vanuit de binnenomgeving naar buiten (exfiltratie) kan in koude periodes leiden tot verhoogde vochttoevoer. Dit is een belangrijk aandachtspunt t.p.v. houten balkkoppen. Eén van de grootste risico's van binnenisolatie is nl. houtrot in **houten balkkoppen**, wat zelfs kan leiden tot stabiliteitsproblemen.



Afbeelding 4 : aantasting van een houten balkkop door houtrot [Bron: Meerselmolen.be]

Indien de houten vloer een zoldervloer is, is het risico op houtrot nog groter, door de aanwezigheid van mogelijke extra vochtbronnen (infiltraties vanuit het dak, bv. door een lekkende goot).

In de eerder uitzonderlijke situatie van een houten draagvloer op het gelijkvloers vormt capillair opstijgend vocht een extra risico. Luchtlekken t.p.v. de balkkoppen op deze plaats kunnen een drogend effect hebben (luchtinfiltratie onderaan de gevel door thermische trek in het gebouw). In dat geval kan een verbetering van de luchtdichtheid op die plaats (conform de basisprincipes voor de plaatsing van binnenisolatie) bijdragen tot het ontstaan van houtrot. Binnenisolatie op een houten draagvloer boven een (kruip)kelder is dus extra risicovol en kan slechts mits uitvoeren van een grondige hygrothermische studie. Essentieel is dat het metselwerk waarin de balkkoppen rusten droog is en blijft.

2.2 Energieverlies

De aansluitingsdetails hebben een bijzonder grote impact op de reële thermische prestaties van de gevel, in het bijzonder bij dikkere isolatiepakketten.

Als de bouwknopen niet correct aangepakt worden kan dit leiden tot een daling van de effectief gerealiseerde prestaties van 30% tot 70% (voor een isolatiedikte van 6 respectievelijk 20 cm) [2]. De impact van de aansluitingsdetails is zelfs groter dan de dikte van de isolatielaag: een isolatielaag van 6 cm met correcte detaillering zal thermisch beter presteren dan een laag van 20 cm zonder correcte detaillering (met dagkantisolatie en retourisolatie) [2].

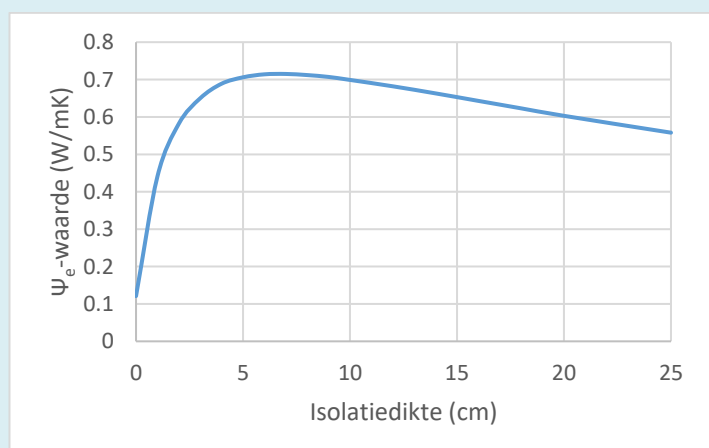
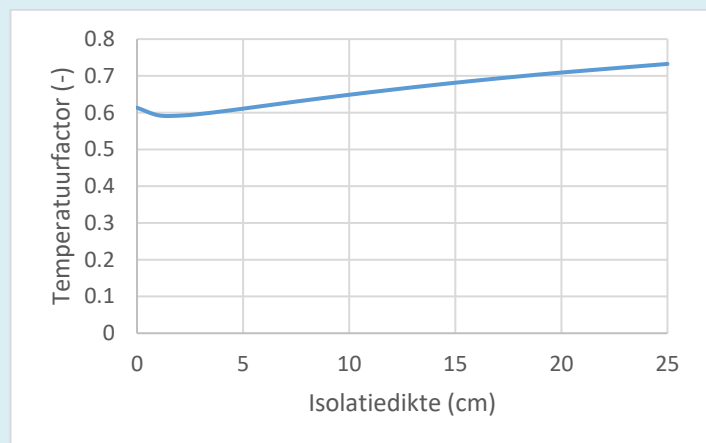
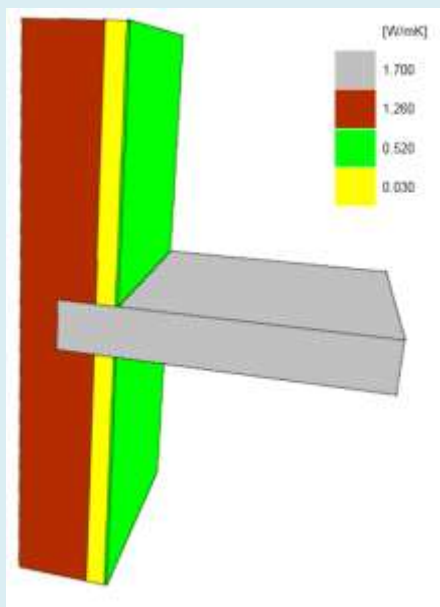
De principes uiteengezet in deze gids zijn dus niet alleen belangrijk om schade te vermijden maar ook om de door binnenisolatie verhoopde energiebesparing en comfortverbetering effectief te kunnen realiseren.

FAQ: “Dikkere isolatielaag, grotere risico’s”?

Men hoort soms beweren dat de schadegevoeligheid bij binnenisolatie toeneemt wanneer de dikte van de isolatielaag groter wordt. Op basis hiervan wordt soms voorgesteld om de isolatiedikte te beperken tot ca. 6 cm. Dit zou voor de praktijk een maximum zijn om zonder gedetailleerde bouwfysische studie binnenisolatie te kunnen toepassen.

Deze bewering dient echter genuanceerd te worden.

De hiernavolgende afbeelding illustreert dat – bij ongewijzigd binnenklimaat – het risico op schimmelgroei ter plaatse van een koudebrug niet noodzakelijk toeneemt na het aanbrengen van binnenisolatie, en dat het risico zelfs – in beperkte mate – kan afnemen naarmate de isolatiedikte toeneemt. Door het vergroten van de isolatielaag *stijgt* immers de temperatuurfactor (licht) ter plaatse van de koudebrug.



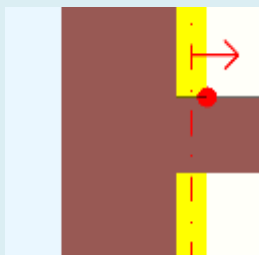
Afbeelding 5 : invloed van de dikte van binnenisolatie op de koudebrugwerking:
evolutie van de temperatuurfactor en de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt i.f.v. de isolatiedikte
[randvoorwaarden: buitentemperatuur 0 °C, binnentemperatuur 20 °C, lambda-waardes materialen: zie figuur] [5]

De lineaire warmtedoorgangscoefficiënt (psi-waarde) die het *extra* energieverlies uitdrukt ter hoogte van de koudebrug t.o.v. de warmteverliezen in het vlak, uitgedrukt door de warmtedoorgangscoefficiënt (U-waarde), *neemt af* bij toenemende isolatiedikte, bij de actueel courante isolatiediktes.

Dat door het aanbrengen van *dikkere* binnenisolatie de koudebrugwerking altijd zou *verergeren* en de kans op schimmelvorming zou toenemen is dus een mythe. **Het risico op schade wordt niet noodzakelijk groter naarmate de isolatiedikte toeneemt.**

Opgelet: dit is afhankelijk van het type aansluitingsdetail! Twee groepen kunnen onderscheiden worden:

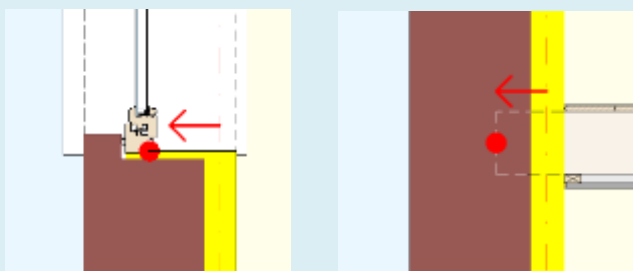
- “convexe” aansluitingsdetails
 - o waarbij het punt waar de temperatuurfactor en lineaire warmtedoorgangscoefficiënt bepaald worden zich bevindt aan de “warme” kant van de binnenisolatielaag in het muurvlak (zijde binnenruimte van het gebouw)



- o voorbeelden: muurvoet, aansluiting gevel – massieve vloer, aansluiting gevel – binnenwand... (cf. §5: concepten A, B en D)
- o door het opdrijven van de isolatiedikte schuift dit punt naar binnen en zal de oppervlaktetemperatuur op die plaats over het algemeen (lichtjes) stijgen, wat over het algemeen een (beperkt) **positief effect** heeft, zoals geïllustreerd in de simulatie hierboven

- “concave” aansluitingsdetails

- o waarbij het punt waar de temperatuurfactor en lineaire warmtedoorgangscoefficiënt bepaald worden (in het geval van raamaansluitingen) of de zone die het meest kritisch is voor schade (in het geval van houten balkkoppen) zich bevindt aan de “koude” kant van de binnenisolatie in het muurvlak (zijde buitenomgeving);



- o voorbeelden: houten balkkoppen, raamaansluitingen, ... (cf. §5: concepten C, E en F)

- door het opdrijven van de isolatiedikte in het muurvlak daalt de temperatuur in de muur (vrij sterk) en dus ook op die kritische punten, wat een (beduidend) **negatief effect** heeft, zoals geïllustreerd in de simulatie in afbeelding 153 (raamaansluitingen, vergelijk situatie met of zonder binnenisolatie)
- bemerk dat in dit geval de isolatiedikte lokaal aangepast kan worden (bv. een dunnere isolatielaag of geen isolatie ter hoogte van de balkoppen) of doorgaans sowieso verschilt van deze in het muurvlak (dagkantisolatie)
- de evolutie van de oppervlaktetemperatuur op de kritische punten wordt ook beïnvloed door de warmtegeleidingscoëfficiënt van de materialen; zo kan het temperatuurverloop bij stalen liggers sterk verschillen van dat bij houten balken; alleen een thermische simulatie kan uitsluitsel geven in een projectspecifieke situatie.

In alle gevallen is het belangrijk dat het vochtgehalte in de binnenlucht niet toeneemt door de isolatiewerken.

Wanneer bv. tegelijkertijd de beglazing en/of het volledige buitenschrijnwerk in de nageïsoleerde ruimten vervangen worden, en de luchtdichtheid toeneemt, zonder dat er een ventilatiesysteem aanwezig is, of geplaatst wordt tijdens de renovatiewerken, kan het binnenklimaat vochtiger worden en kan er dus sneller een situatie ontstaan waarin schimmelgroei mogelijk wordt. Dit heeft echter niets te maken met de dikte van de isolatielaag.

Ook is het zo dat hoe dikker het isolatiepakket wordt, hoe lager de temperatuur in de muur (in z'n geheel) kan zakken, wat het risico op vorstschade vergroot (over het volledige gevelvlak, wat dus te maken heeft met de keuzes qua systeemopbouw en niet met de detaillering).

BESLUIT:

- **De dikte van binnenisolatie hoeft NIET begrensd te worden omwille van een toegenomen risico op schade ter hoogte van de aansluitingsdetails.**
- **Bij om het even welke isolatiedikte is het van belang om alle aansluitingsdetails correct te ontwerpen en uit te voeren.**
- Waar wenselijk of nodig kan de isolatiedikte *lokaal* aangepast worden.



Stappenplan voor een kwaliteitsvolle,
efficiënte renovatie

www.renofase.be

3 Basisprincipes

Schade ter hoogte van de aansluitingsdetails kan sterk gereduceerd worden door het naleven van de hiernavolgende principes.

3.1 Vooraf: eventuele vochtproblemen oplossen!

Zoals blijkt uit het overzicht van de risico's hiervoor, ontstaat schade meestal wanneer vochtgevoelige materialen langdurig in contact staan met vocht in of op de bestaande muur. Een eerste en bijzonder belangrijke voorwaarde om schade te voorkomen ter hoogte van aansluitingsdetails is dan ook: **als er vochtproblemen zijn in de bestaande muur, moeten deze eerst opgelost worden. Pas dan kan men overgaan tot het plaatsen van binnenisolatie.**

Vocht in de muur door infiltratie (barsten, beschadigingen van het voegwerk of de stenen, lekkende dakgoot, onvoldoende dichte dorpelaansluitingen,...) of capillaire opzuiging (ontbreken vochtscherm t.p.v. de muurvoet, ...) moet volledig opgelost worden [1] [3]. De muur moet volledig en duurzaam droog zijn op het moment dat binnenisolatie geplaatst wordt. Zeker ter hoogte van houten balkkoppen is dit essentieel: het kan bepalend zijn voor het al dan niet optreden van houtrot.

3.2 Drie basisprincipes

Een correcte detaillering vereist het naleven van drie basisprincipes:

- 1) Koudebruggen reduceren**
- 2) Luchtlekken vermijden**
- 3) Binnenklimaat beheersen**

Hierna worden deze principes nader verklaard en vertaald in algemene ontwerpregels (voor alle aansluitingsdetails).

3.2.1 Koudebruggen reduceren

Wat?

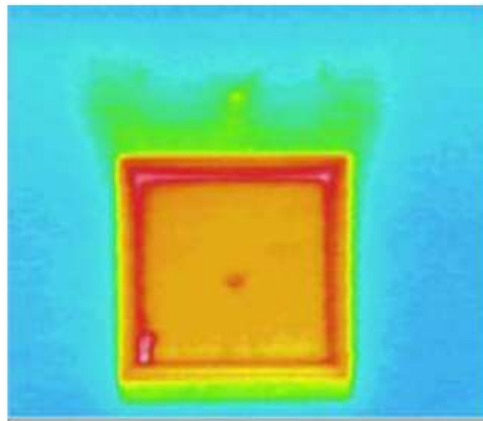
Koudebruggen kunnen beoordeeld worden, enerzijds naar hun risico op schade (oppervlaktecondensatie en schimmelvorming), anderzijds naar hun bijdrage aan het energieverlies door de gevel.

Vochtproblemen kunnen ontstaan door condensatie van warme binnenlucht op koude oppervlakken van de constructie. Schimmel kan reeds optreden wanneer de relatieve vochtigheid gedurende langere periodes meer dan 80% bedraagt, dus vóór condensatie. Om oppervlaktecondensatie te vermijden is het belangrijk om ervoor te zorgen dat de temperatuur van de binnenoppervlakken overal voldoende hoog is, ook ter plaatse van – bij binnenisolatie soms onvermijdbare – onderbrekingen van de isolatielaag. De minimale oppervlaktetemperatuur hangt af van het binnenklimaat: bij een vochtig binnenklimaat zullen er sneller (reeds bij hogere oppervlaktetemperaturen) kritische relatieve vochtigheden optreden dan bij een droger binnenklimaat. Als hygrothermisch prestatie criterium wordt gebruik gemaakt van de **temperatuurfactor** [4] (voorgesteld met het symbool f_{Rsi}). Voor gebouwen met een “normaal” (niet zeer vochtig) binnenklimaat wordt er een **minimumwaarde van 0,7** vooropgesteld (TV 153). Een bouwknop met een gunstige (hoge) temperatuurfactor zal een hoge binnenoppervlaktetemperatuur vertonen, waardoor het risico op oppervlaktecondensatie en schimmelontwikkeling beperkt zal zijn.

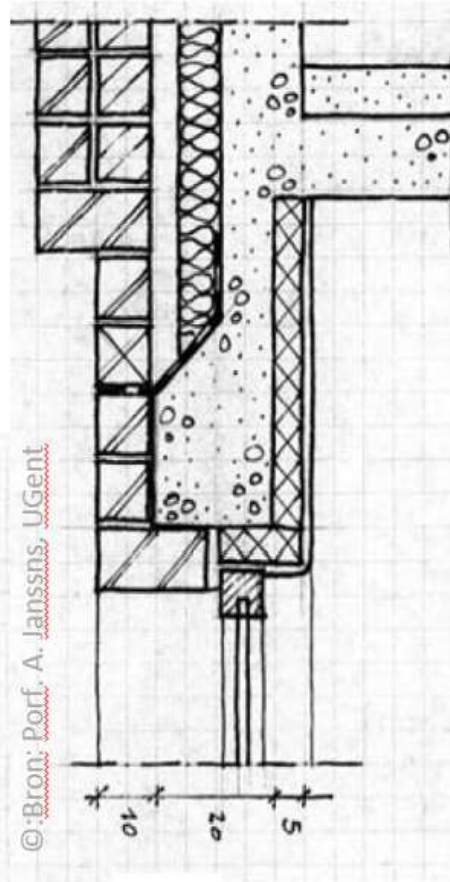
Energieverlies door koudebruggen kan uitgedrukt worden d.m.v. de **lineaire warmtedoorgangscoefficiënt** (ook wel ψ (psi)-waarde genoemd) [4]. Deze geeft het *extra* energieverlies weer ter plaats van de aansluiting of bouwknop (bv. aansluiting gevel – vloer) t.o.v. het energieverlies berekend m.b.v. de warmtedoorgangscoefficiënt in het vlak (U-waarde). Ze kan positief of negatief zijn. Als ze positief is geldt: hoe groter de absolute waarde, hoe groter het energieverlies. We streven dus naar aansluitingen met een psi-waarde die zo dicht mogelijk de 0 benadert (als ze groter is dan 0) of zo negatief mogelijk is (als ze kleiner is dan 0).

Zowel temperatuurfactor als psi-waarde worden bepaald door thermische simulatie (m.b.v. software).

Bemerk dat het mogelijk is dat de temperatuurfactor voldoet (groter is dan 0,7) maar het energieverlies toch aanzienlijk is. Gezien men binnenisolatie aanbrengt met de bedoeling de energieverliezen doorheen de gevel te reduceren, moet men er altijd naar streven om **niet alleen de temperatuurfactor maar ook de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt te optimaliseren.**



$$\Psi_e = 0.53 \text{ W/mK}$$



$$f_{R_{si}} = 0.74$$

Afbeelding 6 : voorbeeld van een aansluitingsdetail dat voldoet aan de vuistregel voor het vermijden van vochtproblemen (temperatuurfactor groter dan 0.7) maar toch een relatief groot energieverlies vertegenwoordigt (psi-waarde relatief groot). De kans op oppervlaktecondensatie of schimmelvorming is dus gering, maar het detail is toch niet optimaal, want ondanks het aanbrengen van binnenisolatie blijft het energieverlies relatief groot. [bron: Prof. A. Janssens, UGent]

Hoe?

Een koudebrug bij binnenisolatie kan op verschillende manieren gereduceerd worden. De hiernavolgende tabel geeft een aantal mogelijkheden en varianten, bij wijze van voorbeeld.

De mogelijke oplossingen zijn schematisch voorgesteld en kunnen zowel horizontaal (muuraansluitingen, in planzicht) als verticaal (vloeraansluitingen, in snede) toegepast worden.

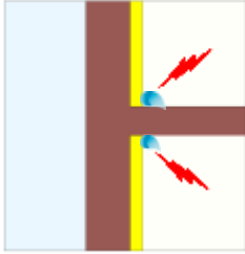
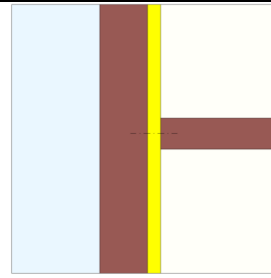
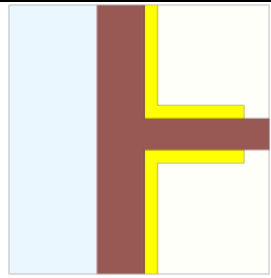

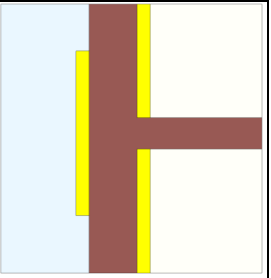
De beste oplossing voor een concrete situatie is sterk projectafhankelijk.

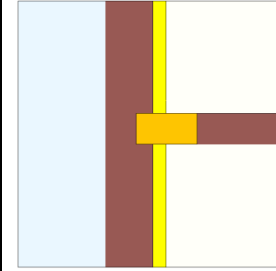


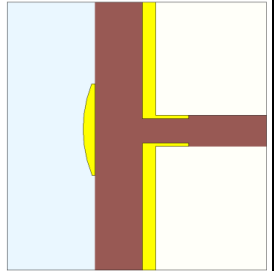
Als een bestaande gevel door na-isolatie onderhevig zou kunnen worden aan relatief grote temperatuurverschillen (bv. door het langs binnen isoleren van slechts één appartement van een appartementsgebouw, of het niet tegelijkertijd na-isoleren van alle kamers of geveldelen van een woning), wordt aanbevolen om thermische spanningen in het metselwerk te bestuderen.

Een dunne en smalle isolatielaag ter plaatse van de aansluiting (vanaf ca. 10 mm x 200 mm, wat na verwijdering van het bestaande pleisterwerk mogelijk geïntegreerd kan worden in het muurvlak) of zelfs een akoestische isolatielaag (vanaf ca. 20 mm) kan reeds volstaan om schade te vermijden (de temperatuurfactor voldoende te verhogen). Om de energiebesparing ter hoogte van de bouwknopen te optimaliseren (de psi-waarde te minimaliseren) is echter een dikkere retourisolatie aanbevolen (idealiter zelfde dikte als de isolatielaag, tot een afstand van ca. 60 cm vanaf de binnenzijde van de bestaande gevel).

In de praktijk wordt binnenisolatie soms gecombineerd met spouwisolatie of buitenisolatie (bv. binnenisolatie op een gevel gecombineerd met buitenisolatie op een blinde zijgevel). Hiervan kan soms gebruik gemaakt worden om koudebruggen op te lossen ter plaatse van de raakvlakken (zie § 6 “Invloed van de het globaal concept op de detaillering”). Zo kan een buitenisolatie op een blinde zijgevel bijdragen om de koudebrug in de hoekaansluiting tussen gevel en zijgevel op te lossen (in combinatie met een routerisolatie van de binnenisolatie van de gevel op de zijgevel).

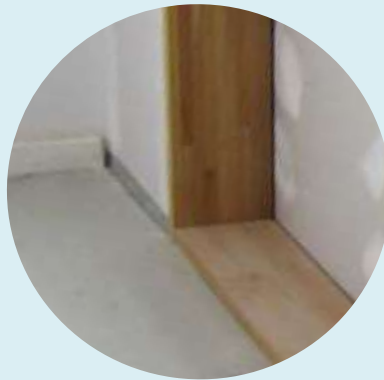
Tabel A : mogelijke technieken voor koudebrugreductie bij binnenisolatie
Legende: geel = isolatie / oranje = tussengevoegd isolerend deel (volgens EPB-definitie)
Niet-standaard-oplossingen kunnen slechts toegepast worden mits projectspecifieke studie.

| Koudebrug | | | |
|---|--|---|--|
|  <p>energieverlies + risico op schade</p> | | | |
| Mogelijkheden koudebrugreductie | | | |
| Isolatie continu doortrekken | Retourisolatie aanbrengen | Dikte binnenisolatie verhogen | Plaatselijk buitenisolatie aanbrengen |
|  |  |  |  |
| <p>++ OPTIMALE OPLOSSING</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vaak niet mogelijk bij binnenisolatie. - Vaak is een structurele verbinding tussen de twee bouwcomponenten noodzakelijk, wat tot puntkoudebruggen aanleiding kan geven <p>! Opgelet voor de geluidsisolatie: akoestische lekken moeten vermeden worden; stijve isolatiematerialen kunnen onderbroken worden door soepele isolatie ter hoogte van de aansluiting</p> | <p>+ STANDAARDOPLOSSING</p> <p>Dimensionering: lengte retourisolatie standaard 60 cm vanaf het binnenoppervlak van de bestaande muur; door dit te verlengen tot 100 cm vanaf het buitenvlak, wordt de bouwknop EPB-aanvaard)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Impact op de vorm van het muur- of vloeroppervlak aan de binnenruimte (soms niet mogelijk of gewenst) + Kan nuttig gecombineerd worden met integratie van technieken (leidingkoker, verlichting, ...) | <ul style="list-style-type: none"> + Minimale visuele impact - Relatief groot ruimteverlies - <u>Altijd</u> thermische simulatie nodig ter bepaling van minimale isolatiedikte (want afhankelijk van muurdikte en materiaaleigenschappen) - deze oplossing laat toe om schade te vermijden (temperatuurfactor voldoende hoog) maar de energieverliezen worden slechts in beperkte mate gereduceerd (psi-waarde blijft relatief nadelig) | <p>Dimensionering: de basisregel "weg van de minste weerstand > 1 m" kan gebruikt worden om de bouwknop EPB-aanvaard te maken</p> <ul style="list-style-type: none"> + Minimale visuele impact en ruimteverlies - Impact op gevelaanzicht, dus niet altijd mogelijk; + Soms kan dit tegelijk een koudebrug oplossen en architecturaal een meerwaarde vormen; <p>! Opgelet met thermische spanningen in het metselwerk</p> |

| Enkele varianten | | | |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
| <p>Bestaand metselwerk plaatselijk vervangen door isolerend metselwerk.</p> <p>! Opgelet: het isolerend metselwerk kan vochtig worden: de impact hiervan moet in rekening gebracht worden (impact op de lambda-waarde, capillair vochttransport, duurzaamheid ...)</p> | <p>Doortrekken over volledige wand of vloer en combineren met akoestische isolatie of absorptie</p> <p>Om de energieverliezen te beperken kan gebruik gemaakt worden van superisolerende isolatiematerialen in de eerste 20 à 50 cm vanaf de muur</p> <p>- Opgelet: vloerplaat kan tijdens de winter relatief koud worden; impact thermische spanningen te verifiëren; geen vorstgevoelige leidingen in de vloer</p> | <p>De verdikking kan beperkt worden tot een strook aan weerszijden van de binnenwand of -vloer.</p> <p>+ Kan nuttig gecombineerd worden met integratie van technieken (leidingkoker, verlichting, ...)</p> | <p>Kan geïntegreerd worden in nieuwe of bestaande decoratieve gevelelementen (bv. bij erfgoed) en/of gecombineerd worden met bv. een beperkte retourisolatie</p> |

FAQ: “Kan hout toegepast worden als retourisolatie”?

Hout isoleert onvoldoende om als isolatiemateriaal beschouwd te worden. In EPB-context kan het wel gebruikt worden om bouwknopen EPB-aanvaard te maken door toepassing als “tussengevoegd isolerend deel”. Thermische simulaties kunnen aangeven dat een retourisolatie uit hout volstaat om te voldoen aan de vuistregel m.b.t. de temperatuurfactor ter plaatse van het aansluitingsdetail. Naar de beperking van de energieverliezen toe (psi-waarde) is hout echter minder optimaal. Projectspecifiek kan dit een optie zijn, bv. als gevel reeds sowieso onderbroken is door tal van koudebruggen, (bv. groot aandeel aan transparante delen, betonskelet in de gevel, ...) om een zekere na-isolatie te combineren met een architecturale aanvulling, maar als algemene regel is het beter om een retourisolatie te realiseren met een isolatiemateriaal (dat eventueel langs binnen afgewerkt kan worden met een houten bekleding). Wanneer men afwijkt van de standaarddetails (zie § 5.2) is controle van de voorgestelde oplossing d.m.v. thermische simulatie steeds sterk aangeraden.

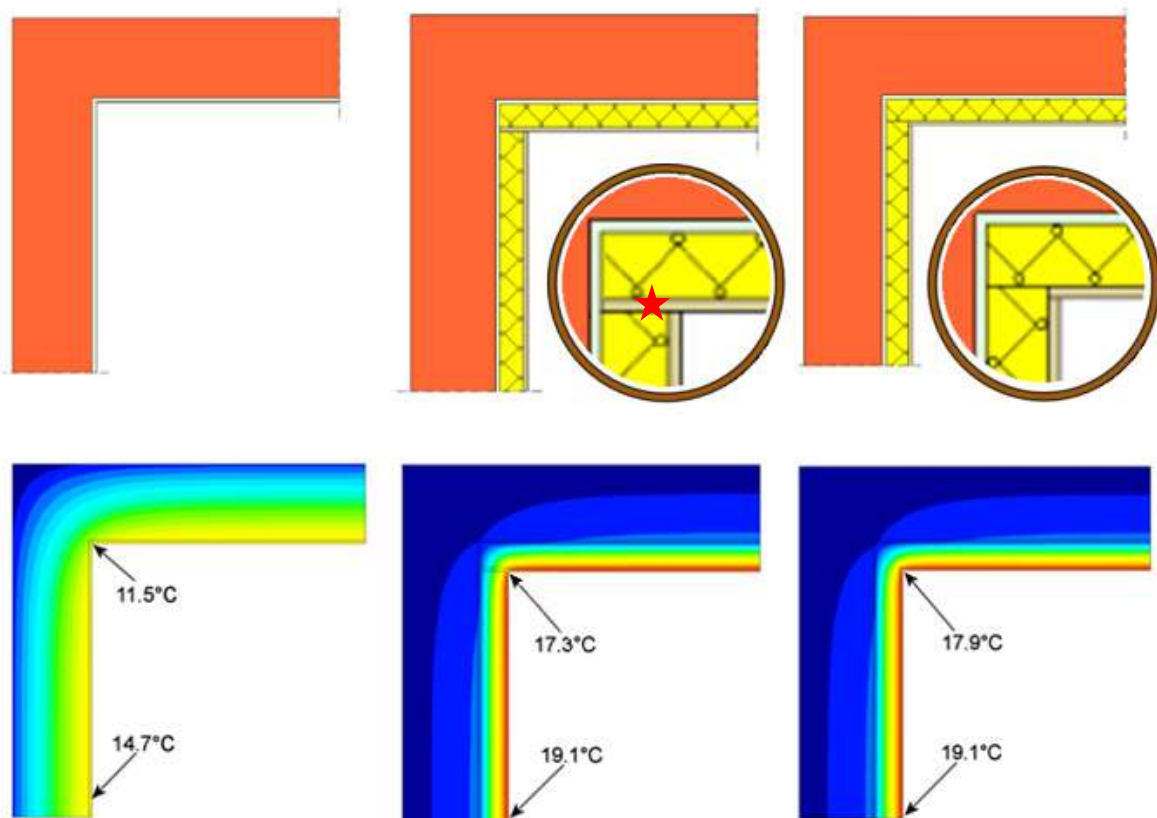


Afbeelding 7 : voorbeeld van een retourisolatie in hout
(aansluiting van een binnenisolatie op een massieve vloer en een betonkolom)

Bijzonder aandachtspunt: hoeken

Om het koudebruggeffect ter plaatse van hoeken te reduceren wordt aangeraden om in de eerste 10 cm vanaf het hoekpunt (gerekend op het binnenoppervlak) enkel isolatie te plaatsen (zie afbeelding hierna). Thermisch geleidende materialen (bv. metaal) moeten vermeden worden. Matig thermisch isolerende materialen zoals hout of drukvaste isolatie (zoals bv. cellenbeton) zijn toegestaan maar worden idealiter ook niet volledig in de hoek geplaatst, zeker als hun duurzaamheid en/of thermische weerstand beduidend beïnvloed kunnen worden door vocht.

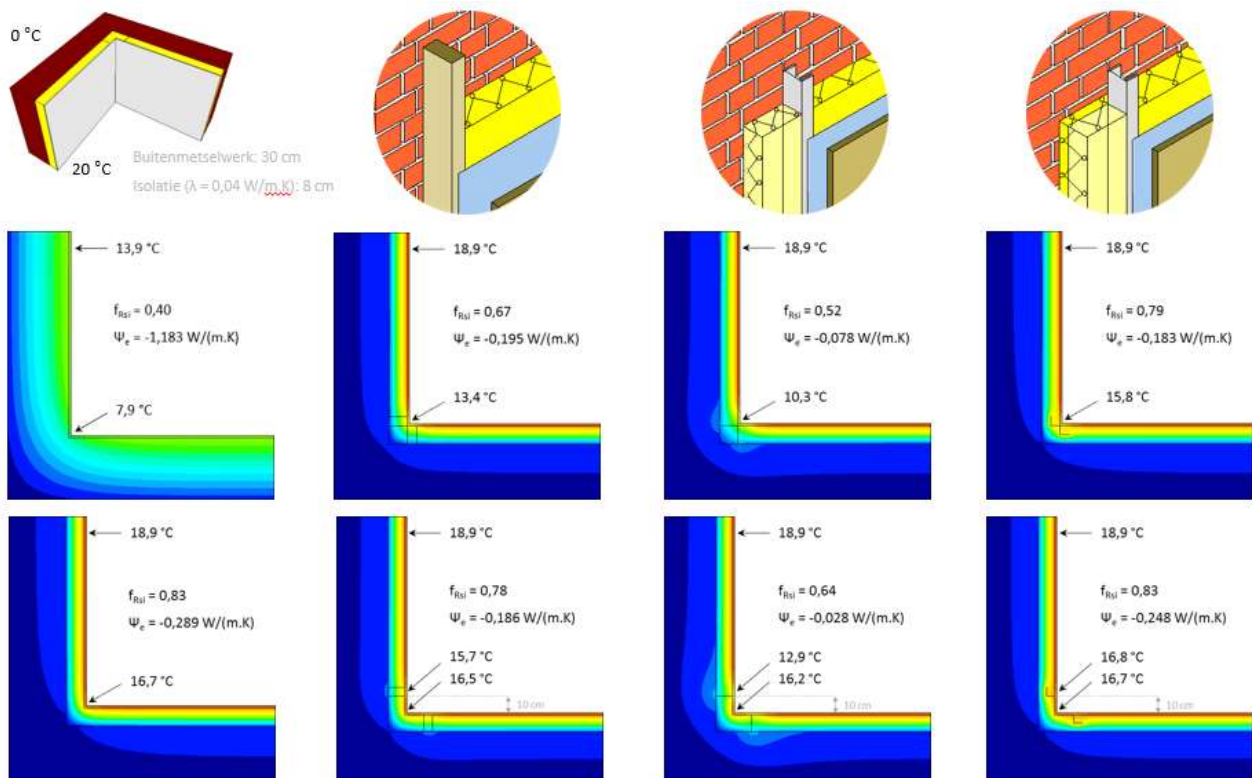
Bij prefabplaten bestaande uit een afwerkingsplaat verbonden met een isolatieplaat wordt idealiter de afwerkingsplaat verwijderd in de hoek, zodat de isolatielaag continu kan doorlopen. Het effect ervan is relatief gering, maar het is praktisch gemakkelijk realiseerbaar, dus aan te raden als standaard uitvoering.



Afbeelding 8 : thermische simulaties voor een binnenhoek met binnenisolatie: het verwijderen van de afwerkingsplaat (*) in de hoek levert een licht verbeterde situatie op, maar het verschil t.o.v. de situatie waarin het niet verwijderd werd, is *relatief klein* [5]

Bij systemen met stijl- en regelwerk mogen de stijlen niet in de hoek geplaatst worden. Zeker bij metalen stijlen (metal stud) kan dit leiden tot beduidende warmteverliezen en zelfs het optreden van schimmel (zoals de afgebeelde thermische simulaties aantonen). Bemerkt: ook uitvoeringstechnisch is het noodzakelijk om de stijlen in de hoek op enige afstand van elkaar te plaatsen; anders kan het hoekcompartiment niet gevuld worden met isolatiemateriaal.

Ook wordt aanbevolen om het stijl- en regelwerk over de volledige wand enkele cm van het muurvlak verwijderd te houden en de ruimte tussen stijl- en regelwerk en muur volledig te vullen met isolatie (zie FAQ "Prefab panelen op een latwerk?" in § 4). Zo wordt de koudebrugwerking van de stijlen gereduceerd. Bovendien is dit akoestisch voordelig, kunnen eventuele afwijkingen van de loodrechte stand van het muurvlak opgevangen worden en is en wordt het stijl- en regelwerk beter afgeschermd van het vocht dat kan voorkomen op de binnenzijde van de bestaande muur, wat de duurzaamheid ten goede komt, zeker bij een houten stijl- en regelwerk.



Afbeelding 9 : invloed van de positie van stijlen op de koudebrugwerking in een hoek: resultaten van thermische simulatie [5]



Afbeelding 10 : Praktijkvoorbeeld (houten stijl- en regelwerk waartussen cellulose-isolatie ingeblazen zal worden)
[foto: IsoproC]

Alle bovenstaande richtlijnen gelden zowel in plan (wandaansluitingen) als in snede (vloeraansluitingen).

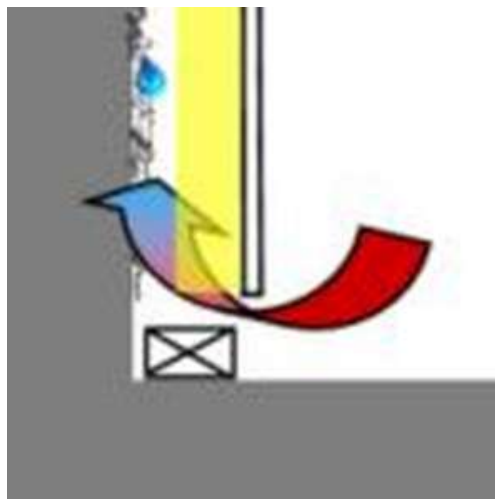
Door de onderregel niet op de vloer te plaatsen maar 5 à 15 mm erboven (passend ondersteund door stelblokjes van bv. kunststof of voldoende duurzaam hout) en de ruimte tussen onderregel en vloer op te vullen met isolatiemateriaal kan ook de duurzaamheid van het stijl- en regelwerk vergroot worden. De houten onderregel of het metal stud profiel zal dan immers niet direct in contact staan met het - in koude periodes mogelijk vochtige – vloeroppervlak waardoor er minder kans is op houtaantasting respectievelijk roest (bv. ter plaatse van afgezaagde profieluiteinden). Door de keuze van een soepel isolatiemateriaal (bv. rotswol) kan tenslotte ook de geluidisolatie verbeterd worden.

3.2.2 Luchtlekken vermijden

Wat?

Luchtdichtheid is een cruciale eis voor binnenisolatie [2]. Vochtproblemen kunnen ontstaan door condensatie van warme binnenlucht op koude oppervlakken binnenin de constructie, wanneer lucht in of achter de isolatielaag kan dringen (convectie, luchtexfiltratie). Gezien het binnenoppervlak van de bestaande gevel in koude periodes sterk kan afkoelen, kunnen op die plaats vrij snel en langdurig relatief grote hoeveelheden condensaat ontstaan door luchtlekken. Het condensaat zal meestal door het metselwerk opgezogen worden en na verloop van tijd uitdrogen. Dit verloopt echter langzaam. Ondertussen kan schimmel ontwikkelen en kunnen gevoelige bouwmaterialen (zoals pleister of hout) beschadigd worden. Om vochtproblemen te vermijden is het dus zeer belangrijk om bij het aanbrengen van binnenisolatie de luchtdichtheid van de wand te verzekeren. Dit wordt voornamelijk bepaald door de luchtdichte afwerking van aansluitingen en doorboringen.

“Niet luchtdicht?”



“Risico op condensatie en schimmelvorming”

Afbeelding 11 : wanneer lucht vanuit de binnenruimte achter de isolatielaag kan stromen, kan ze in contact komen met een koud muuroppervlak en aanleiding geven tot schimmelvorming of oppervlaktecondensatie

Hoe?

De uitvoeringsrichtlijnen van luchtdicht bouwen, zoals beschreven in de TV 255 [6] vormen de basis voor een geslaagde realisatie. Hierna wordt dieper ingegaan op specifieke aspecten voor binnenisolatie, voor de drie voornaamste types: gelijmde systemen [2], voorzetwanden [2] en capillair-actieve systemen [7]. Drie stappen kunnen onderscheiden worden.

1. Verzeker de luchtdichtheid van het binnenisolatiesysteem in het vlak [2].

Algemeen:

Luchtdichte laag aan de warme zijde van de isolatie. Alleen zo kan immers vermeden worden dat binnenlucht achter de isolatie kan dringen en condenseren. Bemerkt: *de luchtdichte laag van de bestaande muur (bv. pleisterwerk) kan niet gebruikt worden als luchtscherm bij binnenisolatie.*

Ook ter hoogte van retourisolatie moet de luchtdichte laag in principe aan de warme zijde van de retourisolatie doorgetrokken worden. Dit is niet altijd praktisch realiseerbaar (bv. bij prefabplaten). Het luchtscherm mag ook rechtstreeks aangesloten worden op het aanpalend bouwdeel [8]. In dat geval mag ze niet doorgetrokken worden achter de retourisolatie. Zie afbeelding 13.

A. Gelijmde systemen

Prefabpanelen opgebouwd uit weinig dampdoorlatende of dampdichte isolatiematerialen en een afwerkingslaag (bv. gipskarton), doorgaans voorzien van een dampremmende folie tussen isolatie en afwerking:

- de folie doet dienst als luchtscherm
- als het isolatiemateriaal luchtdicht is kan het dienst doen als luchtdichte laag
- als er geen folie is en het isolatiemateriaal is niet luchtdicht, moet op de afwerkingslaag gerekend worden als luchtscherm; dit is niet optimaal gezien dit sneller beschadigd of doorboord kan worden dan een laag die zich dieper in de wandopbouw bevindt [2]
- voegen tussen de panelen luchtdicht af te werken volgens de voorschriften van de systeemleverancier (productspecifiek);
- luchtstromingen tussen isolatie en muur beperken door een gepaste verlijmingstechniek [2]

Niet dampdoorlatende isolatiematerialen voorzien van een afwerkingslaag

- het isolatiemateriaal (cellenglas) is luchtdicht en kan dus dienst doen als luchtscherm
- voegen tussen de isolatieplaten luchtdicht af te werken volgens de voorschriften van de systeemleverancier (productspecifiek).

B. Voorzetwanden

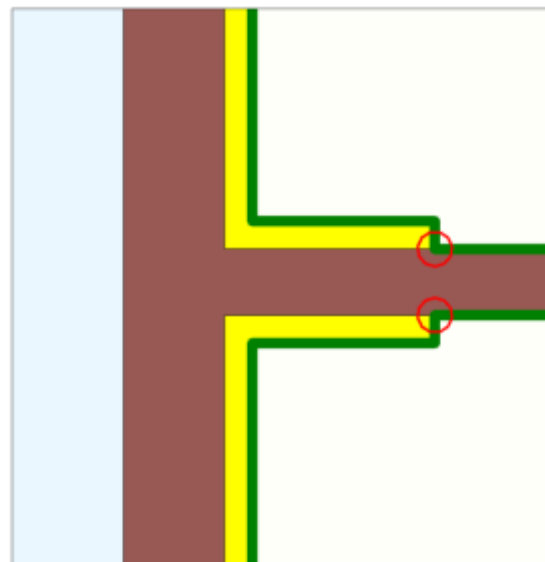
Doorgaans isolatie tussen en achter een stijl- en regelwerk, voorzien van een dampremmende laag (meestal een folie, mogelijk een plaat) en een plaatvormige afwerking.

Het luchtscherm moet zoveel als mogelijk uit één stuk uitgevoerd worden voor het volledige te isoleren muurvlak. Als dat niet mogelijk is moeten de voegen tussen de banen van het dampscherm luchtdicht verbonden worden (bv. m.b.v. geschikte luchtdichtheidstape)

C. Capillair-actieve systemen

Doorgaans isolatie opgebouwd uit blokken of platen waarop een pleistervormige afwerkingslaag aangebracht wordt (cementerij, leempleister, sierpleister, ...).

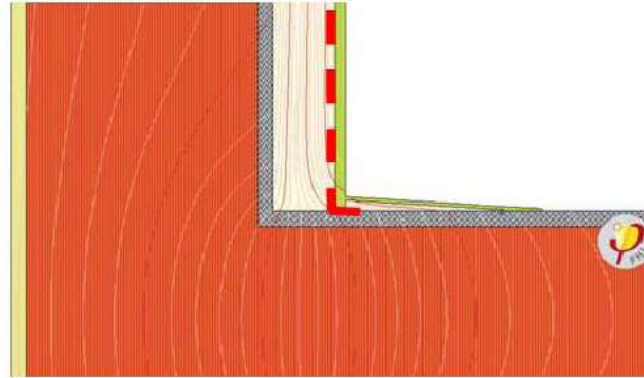
In dit geval doet de afwerkingslaag dienst als luchtscherm (zoals het pleisterwerk op een muur in metselwerk). De afwerkingslaag moet voldoende luchtdicht zijn [6]. Eventuele voegen moeten luchtdicht afgewerkt worden volgens de voorschriften van de systeempleverancier (productspecifiek).



Afbeelding 12 : Algemeen principe luchtdicht bouwen bij binnenisolatie: luchtdichte laag aan de warme zijde van de isolatielaag aanbrengen en luchtdicht verbinden op de luchtdichte laag van de aanpalende bouwdeelen; de verbinding zelf (rode cirkel) wordt hieronder verder uitgewerkt en voorgesteld in de onderstaande tabel

De afbeelding hiervoor geeft het algemene principe weer (luchtscherm aan de warme zijde van de isolatie). Uit onderzoek blijkt echter dat het eventuele **dampscherm** niet moet doorgetrokken worden achter de retourisolatie maar **direct**

aangesloten mag worden op de binnenmuur. Dit is bij sommige binnenisolatiesystemen praktisch gezien eenvoudiger te realiseren.



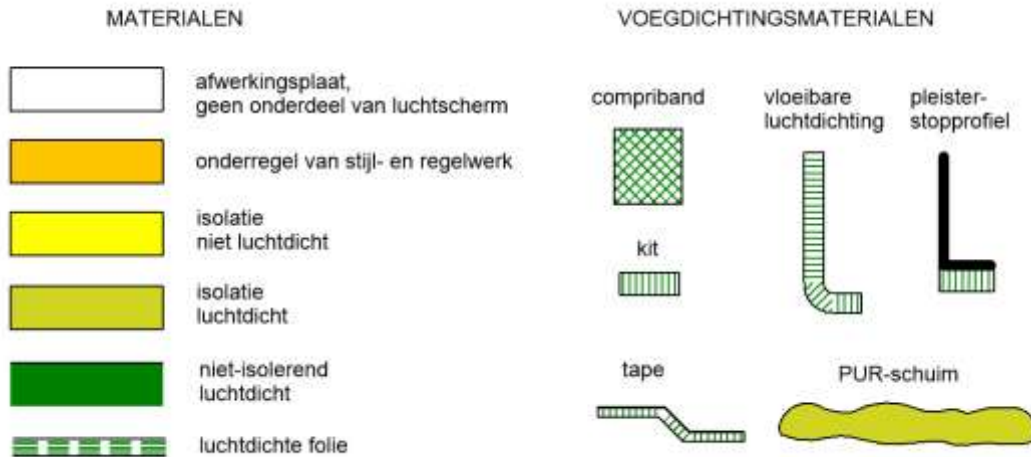
Afbeelding 13 : het eventuele dampscherm moet niet doorgetrokken worden achter de retourisolatie maar kan direct aangesloten worden op de binnenmuur [ref.Altbauhandbuch, PHI, 2009]

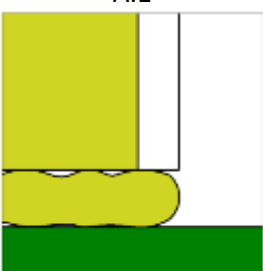
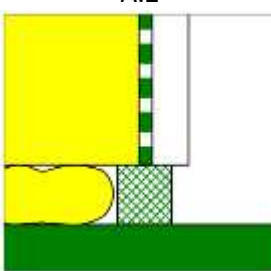
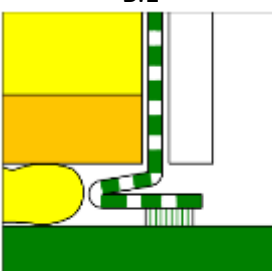
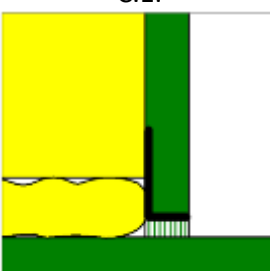
2. Alle aansluitingen op aanpalende bouwdelen moeten duurzaam luchtdicht gemaakt worden,

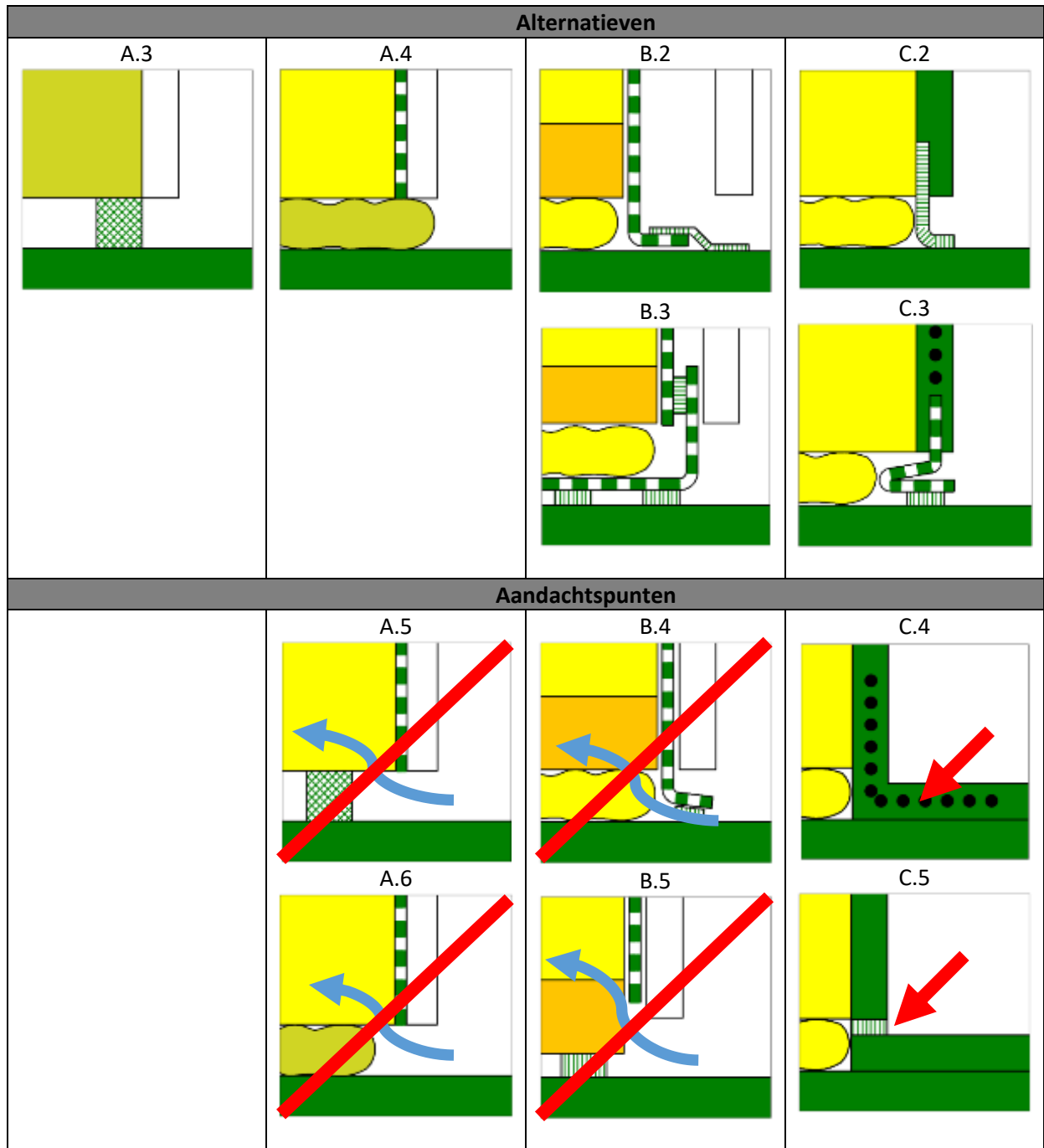
In de tabel en tekst hierna wordt een overzicht gegeven van de voornaamste mogelijke oplossingen en aandachtspunten. *De tekeningen kunnen zowel horizontaal (muuraansluitingen, in planzicht) als verticaal (vloeraansluitingen, in snede) geïnterpreteerd worden.*

Tabel B : mogelijke technieken voor luchtdichte aansluitingen bij binnenisolatie
 (schematische voorstelling: voor de duidelijkheid zijn enkel de isolerende laag en de afwerkingslaag van de binnenisolatie weergegeven, samen met de elementen die relevant zijn voor de luchtdichtheid; de donkergroene laag onderaan de tekeningen is de luchtdichte laag waarop aangesloten wordt, bv. een pleisterlaag, een draagvloer in beton, een raamprofiel, ...; luchtdichte isolatie wordt weergegeven in geel-groen; stijlen of regels in hout of metaal worden weergegeven door een oranje rechthoek)

LEGENDE



| Luchtdichte laag in de binnenisolatie | | | |
|--|--|--|--|
| Isolatie (indien luchtdicht materiaal, luchtdicht geplaatst) | Folie tussen isolatie en afwerkingsplaat (prefabplaat, folie loopt niet door voorbij de plaatranden) | Folie (afzonderlijk geplaatst op stijl- en regelwerk, kan doorlopen voorbij de randen van het stijl- en regelwerk) | Pleister- of mortellaag |
| Type binnenisolatiesysteem | | | |
| Voorkomend bij gelijkijnde systemen; ook bij sommige capillair-actieve systemen mogelijk | Vaak voorkomend bij gelijkijnde systemen | Standaard bij voorzetwanden | Standaard bij capillair-actieve systemen, mogelijk bij voorzetwanden (pleisteren op pleisterplaat); uitzonderlijk bij gelijkijnde systemen |
| Mogelijke oplossingen voor een luchtdichte aansluiting | | | |
| A.1 | A.2 | B.1 | C.1. |
|  |  |  |  |



Algemeen:

- De gekozen verbindingstechniek moet geschikt zijn voor de luchtdichte laag van het binnenisolatiesysteem. Het werken met een integraal systeem (binnenisolatie + producten voor randafwerkingen) aangeboden door één systeemleverancier biedt het meeste waarborg voor een duurzame luchtdichtheid. Het combineren van producten van verschillende fabrikanten wordt afgeraden.
- De verbindingstechniek moet geschikt zijn om eventuele bewegingen van de bouwcomponenten op te vangen. Zettingen mogen niet leiden tot luchtlekken (bv. door scheuren of barsten in de voeg).
- De gekozen verbindingstechniek moet geschikt zijn voor de ondergrond (zie toepassingsvoorwaarden fabrikant). Op oud pleisterwerk en steenachtige ondergronden blijken luchtdichtingskitten in het algemeen praktischer dan tapes. Ook vloeibare luchtdichtingsmaterialen kunnen toegepast worden.
- Het oppervlak van de aanpalende bouwdelen waarmee verbonden wordt (bv. bestaand pleisterwerk, beton, raamprofielen) moet luchtdicht zijn en geschikt om een duurzame luchtdichte verbinding aan te brengen (de draagvloer verdient de voorkeur t.o.v. een dekvloer of vloerafwerking [6]). Het moet continu zijn (opgelet met holtes in muren of vloeren), niet beschadigd (barsten moeten gedicht worden), droog, stof- en vetvrij. In functie van de gekozen verbindingstechniek kan het nodig zijn om een primer aan te brengen [2].

A. Gelijmde systemen

Prefabpanelen: de luchtdichte laag in de panelen (doorgaans een dampremmende folie tussen isolatie en afwerking, mogelijk de isolatie zelf) moet luchtdicht verbonden worden met de luchtdichte laag van de aanpalende bouwdelen (bv. pleisterwerk). Mogelijke oplossingen:

- voldoende elastisch en luchtdicht vulmateriaal (bv. voor deze toepassing geschikt type gespoten PUR) [cf. tabel – tekening A.1 en A.4]
- samendrukbare, luchtdichte band of dichtingsprofiel [cf. tabel – tekening A.2 en A.3]

Belangrijk aandachtspunt: de luchtdichte aansluiting moet zich bevinden *in het vlak van de luchtdichte laag (in casu het dampscherm)* en moet ononderbroken zijn over de volledige omtrek van het muurvlak (ook aan de hoeken) [cf. tabel – tekening A.5 en A.6].

De aansluiting kan aan de binnenzijde afgewerkt worden met een elastische kitvoeg (bij voorkeur schimmelwerend en overschilderbaar) of afgedekt met een plint, moulure of sierlat.

B. Voorzetwanden

De dampremmende folie (dampscherm) moet luchtdicht verbonden worden op de luchtdichte laag van de aanpalende bouwdelen (bv. pleisterwerk). Mogelijke oplossingen:

- De folie kleven op de muur of vloer, langs de kant van de binnenruimte. De beschikbare oppervlakte is soms erg beperkt (bv. een strook van slechts 1 à 2 cm). Kit is in dat geval praktisch makkelijker toepasbaar dan kleefband [cf. tabel – tekening B.1]
- Wanneer een leidingspouw aanwezig is, is er meer ruimte om te kleven (doorgaans ca. 5 cm) [cf. tabel – tekening B.2]
- Om meer ruimte te hebben voor de luchtdichte verbinding kan ook gewerkt worden met wachtfolies tussen de laatste stijl of regel, die naderhand luchtdicht verbonden worden aan het luchtscherm in het muurvlak (bv. met tape, bij voorkeur ter plaatse van de stijl of regel, zodat de tape goed aangedrukt kan worden). [cf. tabel – tekening B.3]. De folie kan tevens dienst doen als vochtscherm, bv. wanneer binnenisolatie op een draagvloer geplaatst wordt; dan is een vochtscherm aanbevolen, aan weerszijden opgetrokken tot boven het vloerpeil

Aandachtspunten:

- Om zettingen op te vangen mag de folie niet strak gespannen verkleefd worden [cf. tabel – tekening B.4]. Een ontspanningsplooi moet voorzien worden [cf. tabel - tekening B.1]
- Een luchtdichte aansluiting (enkel) onder de onderregel wordt afgeraden: er kunnen dan immers nog luchtlekken optreden tussen afwerkingsplaat en onderregel [cf. tabel – tekening B.5]

C. Capillair-actieve systemen

De pleisterlaag of cementering aangebracht aan de kant van de binnenruimte moet luchtdicht verbonden worden op de luchtdichte laag van de aanpalende bouwdelen (bv. pleisterwerk). Mogelijke oplossingen:

a) In het geval verbonden wordt op een reeds bestaand oppervlak (bv. oud pleisterwerk) kunnen de technieken toegepast worden beschreven in TV 255, §

5.2.2. “droog-nat-aansluiting” [6]:

- pleisterstopprofiel met elastische omtrekvoeg [cf. tabel – tekening C.1]
- vloeibare luchtdichtingsmaterialen [cf. tabel – tekening C.2]
- aansluitstroken, gekleefd op het oude pleisterwerk en ingebed in de afwerkingslaag van de binnenisolatie (nieuwe pleisterlaag of cementering) [cf. tabel – tekening C.3]

b) in het geval aangesloten kan worden op een nieuwe pleisterlaag (bv. wanneer het oude pleisterwerk in een randzone verwijderd werd om retourisolatie te kunnen verzinken in de muur, en er een randstrook terug aangevuld moet worden met nieuw pleisterwerk) kunnen de technieken toegepast worden beschreven in TV 255, § 5.2.3. “nat-nat-aansluiting” [6]:

- wapeningsnet inwerken ter hoogte van aansluiting, om scheurvorming te vermijden [cf. tabel – tekening C.4]
- snede maken in hoek en na droging van het pleisterwerk opvullen met elastische kit [cf. tabel – tekening C.5]

c) in het geval de isolatie zelf luchtdicht is kan ook gebruik gemaakt worden van de oplossingen hiervoor beschreven voor geval A “Gelijmde systemen”, toegepast tussen isolatie en aanpalend bouwdeel; voorkeur gaat naar dichtingen die tevens thermisch isolerend zijn (bv. PUR-opschuiming); om een holte correct te kunnen opschuimen mag deze niet te smal zijn, als voor deze oplossing gekozen wordt laat men best 10 à 15 mm tussen de plaat en het aanpalend bouwdeel

3. Alle doorboringen van de luchtdichte laag van het binnenisolatiesysteem moeten luchtdicht gemaakt worden. Hiervoor verwijzen we naar de richtlijnen in de TV 255 [6].

Gezien de bijzonder grote impact van de luchtdichtheid op het schaderisico bij binnenisolatie wordt sterk aanbevolen om alle doorboringen van de luchtdichte laag van het binnenisolatiesysteem volledig te vermijden. Sowieso moeten alle vocht- en vorstgevoelige leidingen uit de gevel verwijderd worden [1]. Gelet op de invloed van koudebruggen wordt ook best een strook van ca. 1 m vanaf het gevelvlak vrijgehouden van leidingen (dus geen leidingen achter retourisolatie). Bij de heraansluiting van de technische installaties na de isolatiewerken kan de positie ervan aangepast worden. Stekkerdozen en lichtsakelaars worden bij voorkeur in binnenwanden aangebracht. Sanitaire en verwarmingsleidingen kunnen in een dekvloer of een binnenwand geïntegreerd worden. Radiatoren kunnen aangesloten worden op het leidingnet vanuit de vloer of een binnenwand. Indien dit toch niet mogelijk zou zijn, kunnen leidingen in opbouw geplaatst worden en verborgen achter **plinten of moulures** of weggewerkt achter vast meubilair.

Als er op meerdere plaatsen in het muurvlak technische aansluitingen nodig zijn, kan een leidingspouw helpen om perforaties van het luchtscherm te vermijden. Een **leidingspouw** hoeft niet noodzakelijk het volledig muurvlak te omvatten. Het kan beperkt worden tot bv. een strook onderaan de muur tot een hoogte van ca. 110 cm. Dit volstaat meestal om stekkerdozen, lichtsakelaars, verwarmingselementen, lavabo's, ... aan te brengen. en kan gecombineerd worden met een decoratief element (lambrisering, cf. afbeelding 14).

De invloed van perforaties van het luchtscherm door nagels of schroeven (bv. om kaders op te hangen) is verwaarloosbaar: zolang de nagels of schroeven aanwezig zijn kan er zo goed als geen lucht lek vastgesteld worden. Daarna kunnen de gaatjes opgestopt worden (wat kan beschouwd worden als normaal onderhoud van het gebouw). De debieten die kunnen optreden wanneer de gaatjes toch open zouden blijven zijn dermate klein dat schade weinig waarschijnlijk is, tenzij de wand veelvuldig doorboord wordt (in de literatuur

wordt vermeld dat een kritische situatie kan ontstaan vanaf ca. 8 gaatjes per m², in de veronderstelling dat het gaatjes betreft van courante nagels of schroeven, met een diameter kleiner of gelijk aan 3 mm [8].

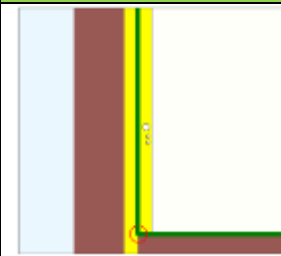
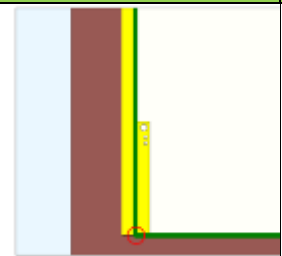
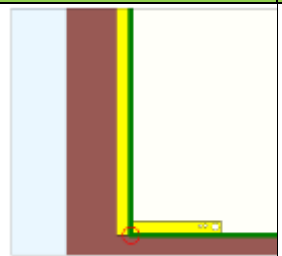
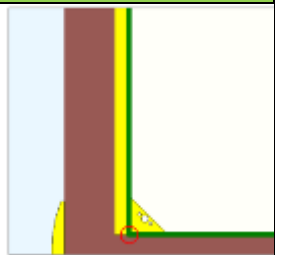
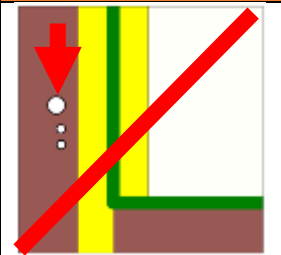
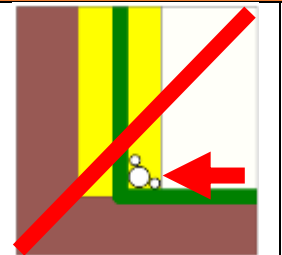
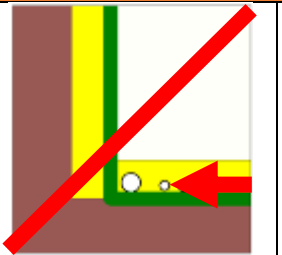
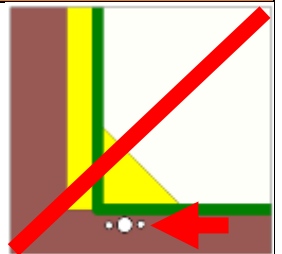
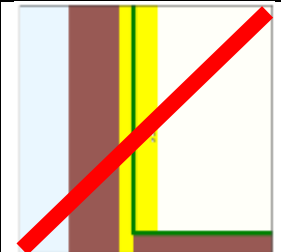
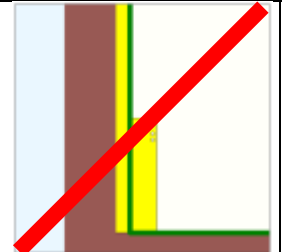
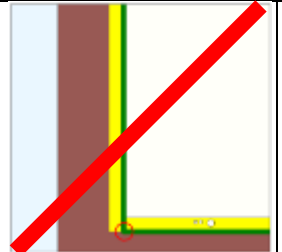
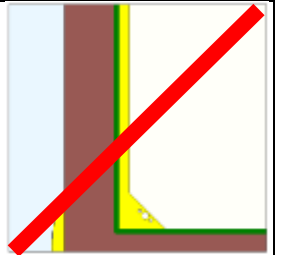
In de leidingspouw of achter plinten of moulures kan **extra thermische isolatie** aangebracht worden. *De thermische weerstand van de extra isolatielaag (aan de warme zijde van de luchtdichte en dampremmende laag) moet beperkt worden tot 2/3 van die aan de koude zijde.* Een extra strook isolatie aan de onderzijde of bovenzijde van de muur kan helpen om het **koudebruggeffect** te **reduceren**. Plaatselijk mag een dampdichte laag aan de koude zijde voorkomen (bv. een strook damp scherm, luchtdicht bevestigd op bestaand pleisterwerk van een binnenmuur en bedekt door retourisolatie), voor zover deze zone beperkt is tot een breedte van max. 50 cm. Een (bestaande) gipspleisterlaag heeft ook een zekere dampremmende werking. Een cementering is dampdichter dan pleister. Verf en behang kunnen ook dampdicht zijn. Idealiter wordt de afwerkingslaag van de muur ook achter de retourisolatie verwijderd (zoals als algemene regel aanbevolen wordt voor binnenisolatie). Hierdoor kan de retourisolatie bovendien ca. 15 mm verzonken worden in het muurvlak.

Leidingen in een geïsoleerde spouw moeten volledig omhuld worden met isolatiemateriaal. *Ze mogen dus niet geplaatst worden in direct contact met de bestaande muur of vloer.* Bij voorkeur worden ze geplaatst zover mogelijk van gevel en binnenmuur- of vloer.

Wanneer soepel isolatiemateriaal gebruikt wordt kan een geïsoleerde leidingspouw ook bijdragen tot een verbetering van het akoestisch comfort (geluidisolatie en/of absorptie). Om die reden kan overwogen worden om de leidingspouw aan te brengen over het volledige muurvlak (bv. op een gemene muur). In dat geval moet het ontwerp van de leidingspouw afgestemd worden op de akoestische eisen. Zo moeten starre koppelingen van de binnenisolatie met de muur of vloer vermeden worden.

Bestaande, manueel bediende rolluiken worden bij voorkeur geautomatiseerd en indien nodig vervangen in het kader van binnenisolatiewerken. Door een elektrische bediening kunnen moeilijk luchtdicht te maken doorboringen van de isolatielaag vermeden worden. De rolluikbak kan vervolgens eenvoudig langs binnen geïsoleerd worden, mogelijk gecombineerd met een gordijnbak. Bovenaan kan een strook retourisolatie geïntegreerd worden (tussen rolluikbak en plafond).

Tabel C : mogelijke technieken om perforaties van het luchtscherm te vermijden

| Mogelijkheden om perforaties van het luchtscherm te vermijden | | | |
|---|---|--|---|
| Leidingspouw (volledig muurvlak) | Leidingspouw (beperkte zone) | Leidingen in retourisolatie | Leidingen in moulure of plint |
|  |  |  |  |
| Aandachtspunten | | | |
| Geen vocht- en vorstgevoelige HVAC-onderdelen in koude zones | | | |
|  |  |  |  |
| Geen dampdichte laag aan de koude zijde van de isolatie (thermische weerstand isolatielaag aan warme zijde van het dampscherm max. 2/3 van deze aan de koude zijde) | | | |
|  |  |  |  |



Afbeelding 14 : voorbeeld van integratie van technieken in een lambrizing en dekvloer
 [foto: www.werkspot.nl]

Bijzonder aandachtspunt: controle van de luchtdichtheid

Gezien de zeer bepalende invloed van de luchtdichtheid op het al dan niet voorkomen van schade, is zorgvuldige controle van de luchtdichte laag na uitvoering sterk aanbevolen, idealiter vóór het afwerken van de wanden. Na het aanbrengen van het binnenisolatiesysteem zou de luchtdichtheidsklasse van de nageïsoleerde wand minstens L1 moeten bedragen, dit betekent dat alle aansluitingen luchtdicht afgewerkt moeten zijn en de luchtdichte laag visueel gecontroleerd moet worden [9].

Wenst men ook luchtlekken opsporen die visueel niet waarneembaar zijn, kan men overgaan tot een pressurisatietest met lekdetectie [6]. Deze techniek heeft echter haar beperkingen in deze toepassing: wanneer de bestaande muur aan de buitenzijde winddicht is (geen luchtlekken doorheen de muur) en de binnenisolatie niet luchtdicht geplaatst wordt, kunnen er toch vochtproblemen optreden door luchtstromingen tussen isolatie en muur. Dit is niet detecteerbaar met een pressurisatietest, die immers enkel luchtlekken kan vinden die optreden tussen binnen en buitenomgeving, niet binnenin een constructie. De testmethode kan wel behulpzaam zijn om doorgaande lekken te vinden, bv. t.p.v. van balkkoppen. Deze kunnen aan het licht gebracht worden tijdens een pressurisatietest met onderdruk, na verwijdering van een randstrook van ca. 30 cm van plafond- en vloerbekleding tegen de gevel.

Bij belangrijke constructies kan overwogen worden om sensoren in te bouwen t.p.v. de balkkoppen. Hiermee kan het optreden van kritische vochtgehalten in het hout (kans op rot) vroegtijdig gedetecteerd worden, voordat schade kan optreden (de balkkoppen zijn immers niet meer zichtbaar na afwerking, houtrot kan dus heel plots aan het licht komen, en herstelwerken heel ingrijpend).



Afbeelding 15 (links) : De realisatie van een goede luchtdichtheid wordt zeer sterk bepaald door een zorgvuldige uitvoering op de werf [foto: architectenkantoor AR-TE]



Afbeelding 16 (rechts) : voorbeeld van een pressurisatietest [ref. Presentatie IsoproC, "Isoleer uw buitenmuren!", 27.05.2009]

3.2.3 Binnenklimaat beheersen

Wat?

Naast de bouwkundige parameters (koudebrugreductie en luchtdichtheid) heeft ook het binnenklimaat een **niet te onderschatten impact op het al dan niet ontstaan van schade ter hoogte van de aansluitingsdetails**. De tijdsduur en de mate waarin condensatie kan optreden is immers gerelateerd aan de temperatuur en relatieve vochtigheid van de binnenlucht. Om de risico's van binnenisolatie te beheersen moet het binnenklimaat binnen bepaalde grenzen blijven [1].

Hoe?

Om het schaderisico bij de detaillering tot een minimum te herleiden moet het gebouw behoren tot binnenklimaatklasse 1 of 2. Binnenklimaatklasse 3 is niet onmogelijk, maar vereist een hygrothermische studie [1]. Door het aanbrengen van een ventilatiesysteem (mechanisch of natuurlijk) is het mogelijk om de binnenklimaatklasse van 3 naar 2 te brengen [9]. Daarnaast is het aanbevolen om eventuele onoplosbare koudebruggen tijdens koude periodes niet te sterk te laten afkoelen (zo kan bv. een verwarmingselement onder een raam ertoe bijdragen dat de oppervlaktetemperatuur van niet-isoleerbare dagkanten van dat raam niet zakt onder de temperatuur waaronder schimmelgroei mogelijk wordt).

Via een hygrothermische studie kunnen de limietwaarden voor temperatuur en relatieve vochtigheid aan de binnenzijde van kritische aansluitingen in specifieke bouwkundige situaties bepaald worden. Door een gepaste klimaatinstallatie kan men dan schade voorkomen, ook wanneer de aansluitingen niet voldoen aan de basisregels van koudebrugreductie en luchtdichtheid. Dit kan overwogen worden voor belangrijke gebouwen (bv. erfgoed) wanneer koudebruggen niet gereduceerd kunnen worden. Door het gebouw via het ventilatiesysteem permanent in een lichte onderdruk te zetten, wordt exfiltratie beperkt wat het risico op houtrot t.p.v. houten balkkoppen kan beperken.

Bijzonder aandachtspunt: plaatselijk hoge vochtproductie & ontoereikende ventilatie

Het is niet omdat het gebouw in z'n geheel behoort tot binnenklimaatklasse 1 of 2 dat het binnenklimaat overal gunstig is. Over de woning heen kan de mate van ventilatie en verwarming variëren. Temperatuur en relatieve vochtigheid kunnen – zeker in renovatiecontext – sterk verschillen van kamer tot kamer en zijn ook niet overal gelijk binnen eenzelfde kamer. Men mag zich dus niet blindstaren op het binnenklimaat van de woning in z'n geheel, maar moet zich bewust zijn van de mogelijke verschillen binnen de woning, en de grote impact van het bewonersgedrag hierop. Bekend is dat schimmel vaak eerst optreedt in hoeken en achter meubilair. Dit zijn plaatsen met lokaal een lagere oppervlaktetemperatuur en/of geringere ventilatie. Bij de planning van binnenisolatie moet men in het bijzonder *oplettend zijn voor relatief kleine ruimtes met een relatief hoge vochtproductie* (bv. een niet-geventileerde doucheruimte, een kleine slaapkamer voor twee personen, een zone met veel planten, een ongeventileerd bijkeukentje waar permanent was gedroogd wordt...). Dit zijn plaatsen waar de kans op schade groter is dan in andere ruimtes. Dit wordt sterk bepaald door het bewonersgedrag. De aannemer heeft hier geen impact op, maar kan de bewoners wel informeren en voorstellen om ventilatie te voorzien.



Stappenplan voor een kwaliteitsvolle,
efficiënte renovatie

www.renofase.be

4 Specifieke aandachtspunten i.f.v. het type binnenisolatie?

De drie basisprincipes gelden voor alle types binnenisolatiesystemen (ook capillair-actieve). In functie van de eigenschappen van de verschillende isolatiematerialen zijn er extra aandachtspunten voor de aansluitingsdetails.

4.1 Vochtgevoelige materialen

Na het aanbrengen van binnenisolatie zal het vochtgehalte van de bouwschil over het algemeen toenemen [2]. Dit geldt niet alleen voor de gevel maar *ook voor de binnenmuren en –vloeren die raken aan de gevel* en niet onderbroken worden door een isolatielaag. Ook voor retourisolatie moet dus rekening gehouden worden met een mogelijk hoge vochtigheidsgraad van de ondergrond. Vochtgevoelige materialen mogen niet in rechtstreeks contact staan met oppervlakken die vochtig kunnen worden, tenzij ze passend verduurzaamd en/of waterwerend gemaakt zijn. Naast de impact van vocht op de duurzaamheid mag ook de impact op de thermische prestaties niet uit het oog verloren worden. *De meeste materialen* kunnen (op korte of lange termijn) vocht opnemen. Hierdoor wordt de warmtegeleidbaarheid van het materiaal nadelig beïnvloed. De mate waarin een materiaal in contact kan komen met vocht bepaalt de rekenwaarde van de lambda-waarde.

4.2 Capillair-actieve materialen

De capillair-actieve werking van bepaalde isolatiematerialen kan nuttig toegepast worden bij binnenisolatie [7]. Ze vragen echter ook bijzondere aandacht bij de detaillering. Capillair-actieve materialen geplaatst in contact met vochtige oppervlakken kunnen vocht opzuigen en verspreiden (“sponswerking”). Zo kunnen ze een vochtbrug vormen tussen een vochtig materiaal en een vochtgevoelig materiaal. Om dit te vermijden dienen volgende ontwerprichtlijnen nageleefd worden:

- vermijd direct contact tussen een capillair-actief materiaal en materialen die aangetast kunnen worden door vocht, bv. onverduurzaamd hout; in het contactvlak moet een luchtdichte *en vochtwerende* aansluiting voorzien worden
- beperk het contact tussen capillair-actief materiaal en materiaal dat *zeer* vochtig kan worden, bv. de buitenste helft van een massieve gevel; anders kan het capillair-actief materiaal vocht uit de gevel naar binnen zuigen; hiervoor moet vooral opgelet worden bij relatief dunne gevels (bv. 20 cm) met een relatief grote vochtbelasting (bv. ZW-oriëntatie).

Deze aandachtspunten zijn vooral van belang bij volgende aansluitingsdetails:

- raamaansluitingen (dagkantisolatie), in het bijzonder wanneer de vensters relatief ver naar buiten in de muur zitten en/of de raamprofielen uit hout bestaan: plaats geen capillair-actief materiaal tussen raamprofielen en metselwerk (gebruik op die plaats materialen die vochtbestendig en niet-capillair zijn, of plaats een vochtscherm tussen isolatie en muur)

- houten balkkoppen: plaats geen capillair-actief materiaal in direct contact met de balkkoppen, zeker niet in combinatie met een dampdicht systeem boven en onder de vloer (in dit laatste geval zou de muur immers zeer vochtig kunnen worden en het capillair-actief materiaal het vocht permanent transporteren naar de meest kritische plaats voor vochtproblemen).

De binnenafwerking van capillair-actieve binnenisolatiesystemen moet dampopen zijn en blijven, *ook ter plaatse van de aansluitingsdetails*. Dit is niet altijd evident. Bemerk dat bij toepassing van capillair-actieve isolatiematerialen tussen houten balkkoppen idealiter ook de vloer- en plafond afwerking dampopen moeten zijn en blijven.

4.3 Stijve isolatieplaten en prefab-panelen

De manier waarop stijve isolatieplaten of prefab-panelen bevestigd worden op de ondergrond is belangrijk. De bevestigingstechniek heeft immers een invloed op het al dan niet voorkomen van luchtstromen tussen plaat en muur. Deze moeten zoveel mogelijk vermeden worden gezien ze kunnen leiden tot het ontstaan van schimmel en/of oppervlaktecondensatie tussen de platen en de muur.

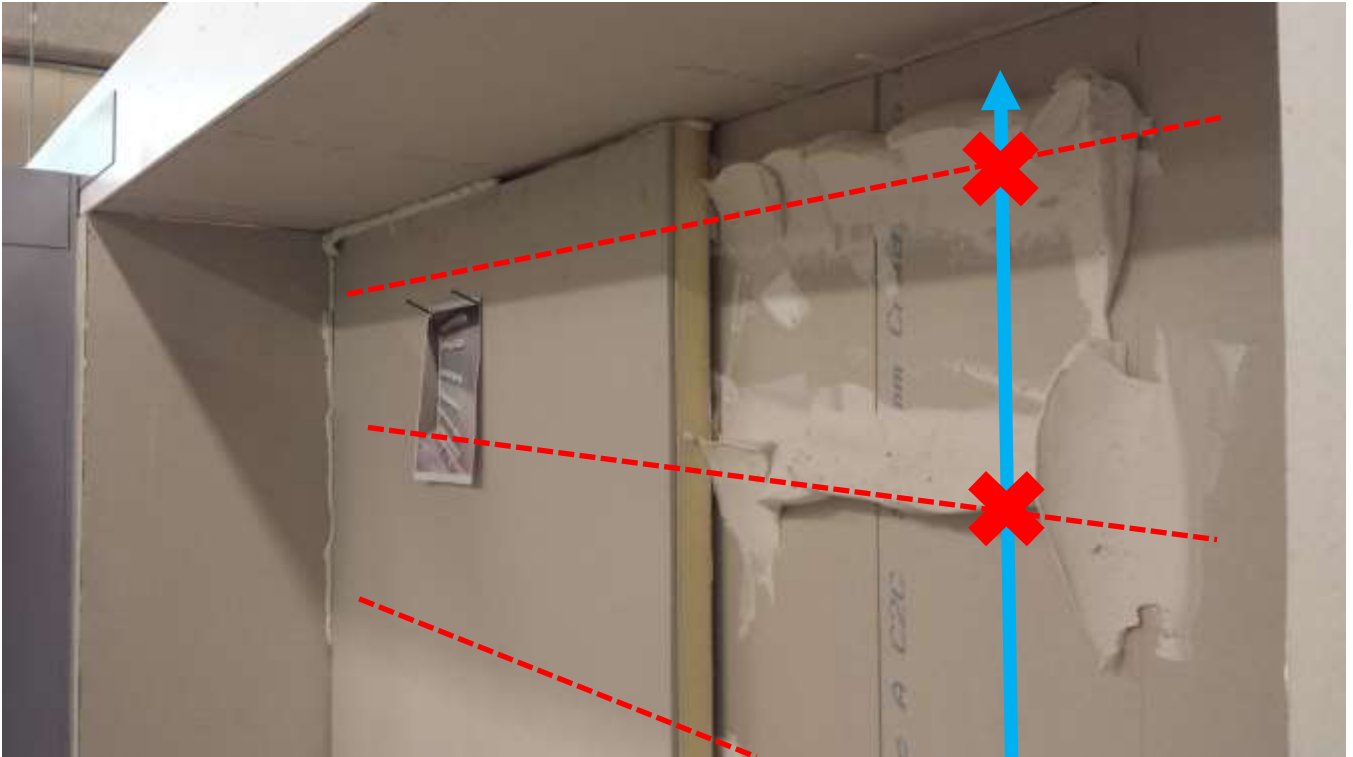
Stijve isolatieplaten worden meestal volvlakig verlijmd. Wanneer dit correct uitgevoerd wordt, kunnen er geen luchtstromen optreden tussen plaat en muur. Ook partieel verlijmen is mogelijk, waarbij dezelfde principes gevolgd kunnen worden als hierna uiteengezet voor prefab panelen.

Prefab panelen worden vaak gekleefd met bv. kleefmortel of kleefgips (of PU-lijm). In dat geval is het **belangrijk om de kleefsubstantie zo aan te brengen dat de luchtstroming tussen plaat en muur beperkt wordt. Dit kan door compartimentering van de ruimte tussen plaat en muur.** Gezien warme lucht stijgt is het aangewezen om vooral de luchtstroom *in verticale richting* te beperken, door ononderbroken horizontale stroken kleefsubstantie.

Verschillende manieren van verkleving zijn mogelijk, in functie van o.a. het type, formaat, gewicht en plaatsingswijze (bv. horizontaal of verticaal) van de panelen:

- het aanbrengen van een continue strook kleefsubstantie aan de vier zijden van de plaat, gecombineerd met dotten in het midden van de plaat
- het aanbrengen van continue horizontale stroken kleefsubstantie in combinatie met continue verticale stroken aan de uiteinden van de muur
- de verticale stroken kunnen meteen volledig aangebracht worden, of gesloten worden na plaatsing van de plaat, bv. door opschuimen met PUR-schuim
- de kleefsubstantie kan op de plaat of op de muur aangebracht worden
- ...

Aangeraden wordt de voorschriften van de fabrikant strikt te volgen.



Afbeelding 17 : door een horizontale compartimentering van de ruimte tussen plaat en muur kan de verticale luchtstroom beperkt worden

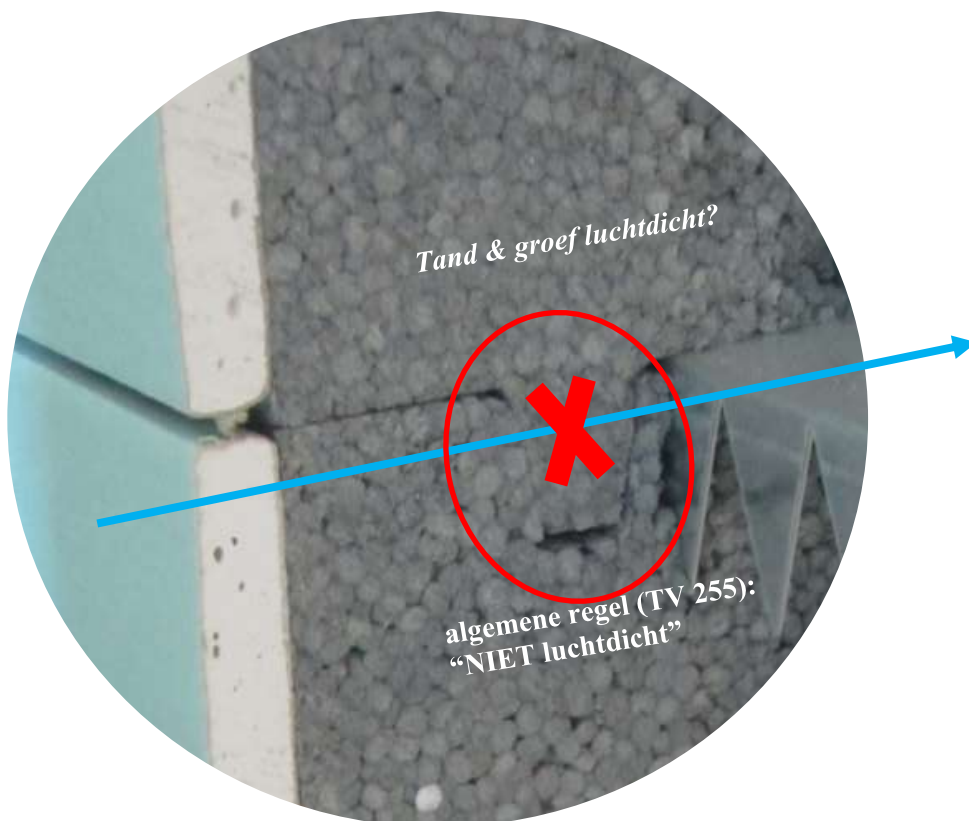


Afbeelding 18 : het (alleen) dotsgewijs verkleven van de plaat is af te raden



Afbeelding 19 : de manier waarop prefab platen verkleefd worden op de ondergrond heeft een belangrijke invloed op het al dan niet voorkomen van schimmelvorming en/of oppervlaktecondensatie tussen de platen en de muur; verschillende varianten zijn mogelijk; essentieel is dat luchtstromen tussen plaat en muur zoveel mogelijk gereduceerd worden door een voldoende compartimentering

Alle voegen tussen de platen moeten luchtdicht gemaakt worden. Platen kunnen bij fabricatie voorzien worden van een randafwerking die de luchtstromingen doorheen de voegen in meer of minder mate kan afremmen. De performantie van deze randafwerkingen kan beoordeeld worden aan de hand van rapporten van proeven in labo (die opgevraagd kunnen worden bij de fabrikant). Opgelet: de uitvoeringskwaliteit heeft een grote impact op het resultaat in situ. Resultaten van labo-proeven geven dus niet noodzakelijk een realistisch beeld van de prestaties op de werf. Een strikte uitvoering volgens de richtlijnen van de fabrikant is noodzakelijk om de prestaties in labo ook in situ te realiseren.



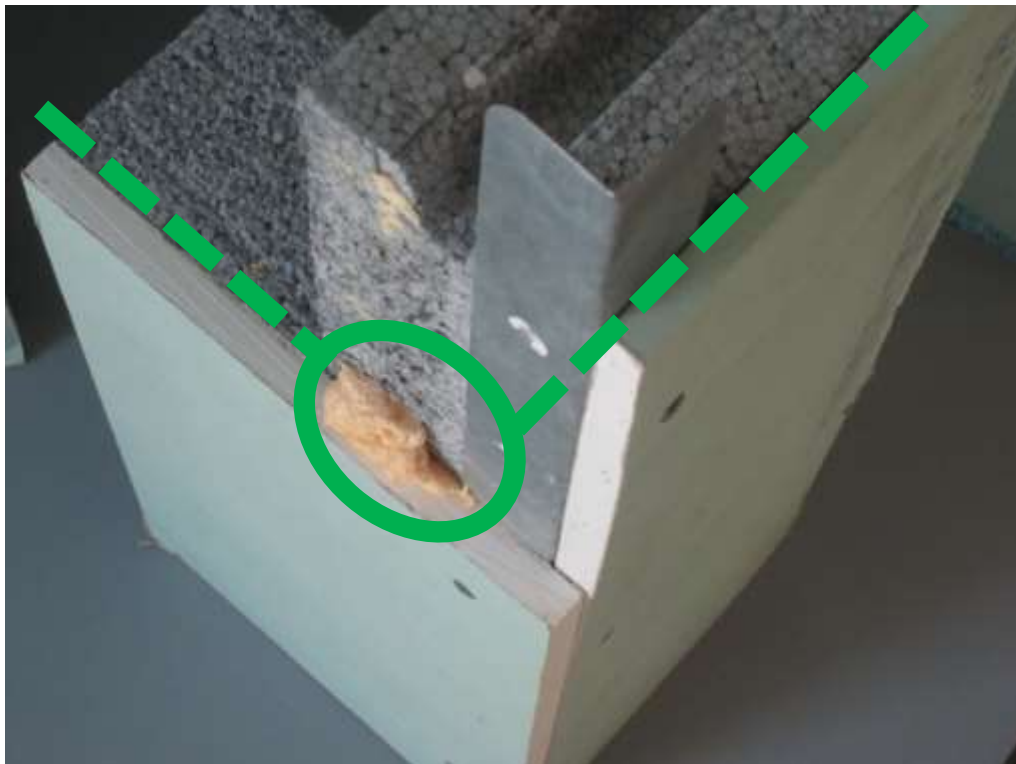
Afbeelding 20 : een plataanluiting met tand- en groef kan luchtlekken tussen de platen afremmen

Als de voegen niet voldoende luchtdicht zijn na het plaatsn van de panelen, moeten ze in een tweede fase luchtdicht gemaakt worden (zie onderstaande afbeelding). We willen erop wijzen dat als algemene regel een specifieke behandeling van de aansluitingen tussen de platen met het oog op hun luchtdichtheid aanbevolen is, ook voor platen met een tand- en groefverbinding. Uit WTCB-proeven is namelijk gebleken dat de luchtdoorlatendheid bij platen waarvan de voegen onbehandeld bleven tot 7 keer hoger kan zijn [4]. Bemerkt dat in realiteit bij de luchtdichting van *dit* type voegen ook de binnenafwerking (de voegafwerking ter hoogte van het gipskarton) een rol speelt, wat in labo-proeven soms wel en soms niet in rekening gebracht wordt. Bij de interpretatie van proefverslagen in labo is het dus belangrijk om na te gaan hoe de voegen van het proefstuk exact uitgevoerd en afgewerkt werden.



Afbeelding 21 : afdichten van voegen tussen prefab-platen d.m.v. PUR-schuim

Ook hoekaansluitingen moeten luchtdicht gemaakt worden. Bij prefab platen wordt daarvoor ook doorgaans gebruik gemaakt van PUR-schuim.



Afbeelding 22 : afdichten van een hoekaansluiting tussen prefab platen d.m.v. PUR-schuim

FAQ: “Prefab panelen op een latwerk?”

Stijve isolatieplaten worden bij voorkeur rechtstreeks op de muur gelijmd of verkleefd [2] zoals hiervoor geïllustreerd. Naast het feit dat een correct verlijmd plaatsing meer waarborgen biedt om schade te voorkomen [2] heeft ze ook het voordeel dat ze tot minder ruimteverlies leidt dan plaatsing op een latwerk. Mechanische bevestigen via een latwerk kan (uitzonderlijk) een optie zijn omwille van volgende redenen:

- omdat de toleranties van de muur voor een gelijmd plaatsing overschreden worden (muurvlak niet vlak en/of niet verticaal genoeg)
- om een dikkere isolatielaag te realiseren in combinatie met de voordelen van prefab panelen
- om bij toepassing van prefab panelen de geluidisolatie te verbeteren

In dat geval wordt aanbevolen om het **latwerk horizontaal aan te brengen en de holtes tussen muur en isolatieplaten volledig te vullen met een soepel isolatiemateriaal**. Zo kunnen luchtstromingen achter de platen beperkt worden. Bij perfecte luchtdichtheid aan de binnenzijde kan het systeem ook zonder vulling met isolatiemateriaal werken, maar bij de minste luchttek (wat in de praktijk regelmatig voorkomt) kunnen er circulatiestromen ontstaan met energieverliezen en vochtschade tot gevolg. De extra isolatie kan bovendien bijdragen tot koudebrugreductie ter plaatse van de aansluitingen (maar is mogelijk niet voldoende).



Afbeelding 23 : bij plaatsing van prefab panelen op een latwerk wordt aangeraden om de holte tussen de panelen en de muur volledig te vullen met (soepele) isolatie

FAQ: “Een goede geluidisolatie, ook met prefab panelen?”

Aansluitend op de algemene aandachtspunten voor geluidisolatie bij binnenisolatie [2] [11] moet men opletten wanneer de binnenisolatie doorgetrokken wordt doorheen een binnenmuur of –vloer (met onderbreking van de massieve muur of vloer, of aangebracht tussen de balken van een houten roostering). Thermisch gezien is dit de optimale oplossing om de koudebrug te reduceren. Het kan echter de geluidisolatie tussen de ruimtes aan weerszijden van deze muur of vloer nadelig beïnvloeden, in het bijzonder bij toepassing van lichte stijve isolatiematerialen

Aan te bevelen is de *stijve isolatie ter hoogte van de binnenmuur- of vloer te vervangen door soepele isolatie* (bv. PUR onderbreken door minerale wol, kurk door soepele houtvezelisolatie, ...).

We vestigen er ook de aandacht op dat er prefabpanelen op de markt zijn met verbeterde akoestische prestaties, die wel doorgetrokken kunnen worden ter hoogte van de houten balklaag.

Geëlastificeerd EPS scoort akoestisch beter dan XPS, PUR, EPS, en is dus te verkiezen wanneer men prefab panelen wenst toe te passen in een situatie waar er eisen gesteld worden aan de geluidisolatie.



Afbeelding 24 : EPS (links) versus geëlastificeerd EPS (rechts)

FAQ: “PUR-schuim als luchtdichting: aandachtspunten?”

“Dichtpuren” is in de praktijk een populaire methode om prefab binnenisolatieplaten aan de randen luchtdicht af te dichten. Het is immers relatief makkelijk en snel aan te brengen. Om de luchtdichtheid correct en duurzaam te realiseren is echter een zorgvuldige uitvoering noodzakelijk. De uitvoerder dient altijd de productvoorschriften van de fabrikant strikt na te leven. Hierna vatten we kort de voornaamste aandachtspunten voor ontwerper en aannemer samen.

Welk type PUR-schuim kiezen?

Bij voorkeur “**elastisch**” éénkomponent PU pistoolschuim, zeker wanneer de geluidisolatie belangrijk is en/of de ondergrond zettingsgevoelig is. Er bestaan sinds enkele jaren PUR-schuimen met een maximale vervormingsgraad (rek bij breuk) tot 35% (dit is ca. 3 x elastischer dan standaard PUR-schuimen). Voor binnenisolatie in renovatie-context is de ondergrond doorgaans (nog) weinig zettingsgevoelig. In dat geval is een **standaard schuim** (niet-elastisch) **ook bruikbaar**.



Afbeelding 25 : voorbeelden van standaard PUR-schuim (links) versus elastisch PUR-schuim (rechts)
(uitzicht en kleur van de producten kunnen verschillen i.f.v. de fabrikant)

Aan wat moet de ondergrond voldoen?

- Voldoende ruimte: **breedte spleet min. 6 mm**
- **Bevochtigen** (belangrijk om de hechting te verbeteren)
- Niet langdurig blootgesteld aan daglicht (PUR is niet UV-bestendig)

Mag je de spleet in één keer vullen?

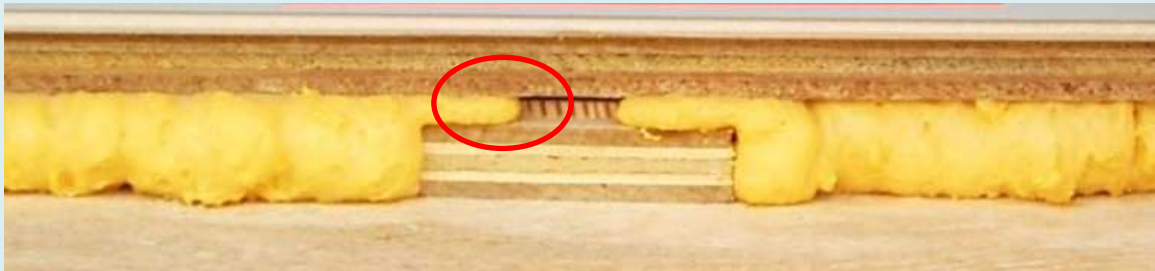
PUR kent steeds een zekere expansie bij aanbrengen. Een relatief grote ruimte (zoals een diepe spleet) wordt bij voorkeur **stapsgewijs** gevuld, **in lagen van max. 4 à 5 cm diep** (om het PUR-schuim de kans te bieden om uit te zetten en uit te harden). Tussen de stappen moet enige tijd gewacht worden. De voorgaande laag moet **bevochtigd** worden alvorens een nieuwe laag aan te brengen.



Afbeelding 26 : plaatsing van gespoten PUR-schuim: bij brede en diepe holtes bij voorkeur in meerdere lagen

Is gespoten PUR voldoende luchtdicht?

Er zijn weinig problemen gekend door een onvoldoende luchtdichtheid van gespoten PUR. Bij strenge eisen op het vlak van luchtdichtheid kan het nuttig zijn om ook de interactie met stelblokjes in beschouwing te nemen. Door de geometrische interactie van (hoekige) blokjes of spieën en het (vaak aan de randen afgeronde) schuim kunnen er (kleine) luchtlekjes blijven.



Afbeelding 27 : interactie tussen gespoten PUR-schuim en stelblokjes kan aanleiding geven tot kleine luchtlekken

Er is relatief weinig ervaring met het lange duur-gedrag. Na verloop van tijd ontstaan microbarstjes, maar de impact op de luchtdichtheid lijkt verwaarloosbaar.

Heeft het afsnijden van overtollig PUR een negatieve impact op de luchtdichtheid?

Nee, *indien het PUR correct aangebracht werd* is ook de kern van het materiaal luchtdicht.

Is gespoten PUR voldoende brandveilig?

Voor toepassingen waar er eisen zijn m.b.t. brandveiligheid (bv. brandwerende doorvoeren) moeten aangepaste types schuimen toegepast worden.

Wat is de milieu-impact van PUR-schuimen?

De milieu-impact is een aandachtspunt. De aard van het toegepaste product en de verkleving aan diverse materialen maakt de afvalverwerking moeilijker dan bepaalde andere bouwproducten.

4.4 Superisolerende isolatiematerialen

Superisolerende materialen toegepast als binnenisolatie (bv. VIP-panelen, pleisterwerk met nano-isolatie) hebben het voordeel dat een relatief dunne laag kan volstaan. Het ruimteverlies is dus beperkt. Ter hoogte van de aansluitingsdetails is het in dit geval niet mogelijk om koudebruggen te reduceren door de dikte van de isolatie te verhogen. *Retourisolatie is dus altijd noodzakelijk*, maar kan ook makkelijker onopvallend geïntegreerd worden op of in de bestaande structuur (bv. na verwijderen van het bestaande pleisterwerk).

Superisolerende materialen kunnen helpen om dagkantisolatie te realiseren als de beschikbare ruimte erg beperkt is. Toch zijn ook de mogelijkheden van deze materialen niet onbeperkt.

De dampdichte mantel van VIP-panelen kan een relatief grote koudebruggeffect creëren aan de zijkanten van de panelen. Bij panelen van geringe breedte (zoals bij dagkantisolatie het geval is) kan dit een relatief grote impact hebben op de rekenwaarde van de lambda-waarde. VIP-panelen moeten beschermd worden tegen doorboring en worden daarom meestal aangeboden tussen beschermlagen en/of ingebed in een ander isolatiemateriaal.

Ook superisolerende pleisters hebben een minimale laagdikte (bv. 30 mm ⁽²⁾). Tussen de superisolerende pleister en de afwerkingslaag kan een mortellaag met wapeningsnet vereist zijn ⁽³⁾.

Ook de dikte van de afwerkingslaag mag niet uit het oog verloren worden (min. 3, vaak 9 mm).

Dit maakt dat ook superisolerende materialen niet altijd toereikend zijn als de beschikbare ruimte voor dagkantisolatie erg beperkt is (zie § 8).

Tabel D: mogelijke oplossingen voor dagkantisolatie i.f.v. de beschikbare ruimte
[Renofase – marktonderzoek 2015]

| Beschikbare ruimte | Mogelijke techniek | |
|--------------------|--|--|
| | Technisch optimaal (optimale thermische isolatie) | Kostenoptimaal (optimum isolatie / kostprijs) |
| 29 mm < | Isolatieplaat + afwerking (al dan niet prefab) | |
| 29 à 22 mm | Platen o.b.v. nano-isolatie | Capillair actieve platen |
| 22 à 14 mm | Platen o.b.v. nano-isolatie | NIET MOGELIJK (met de actuele technieken) |
| < 14 mm | NIET MOGELIJK (met de actuele technieken) | |

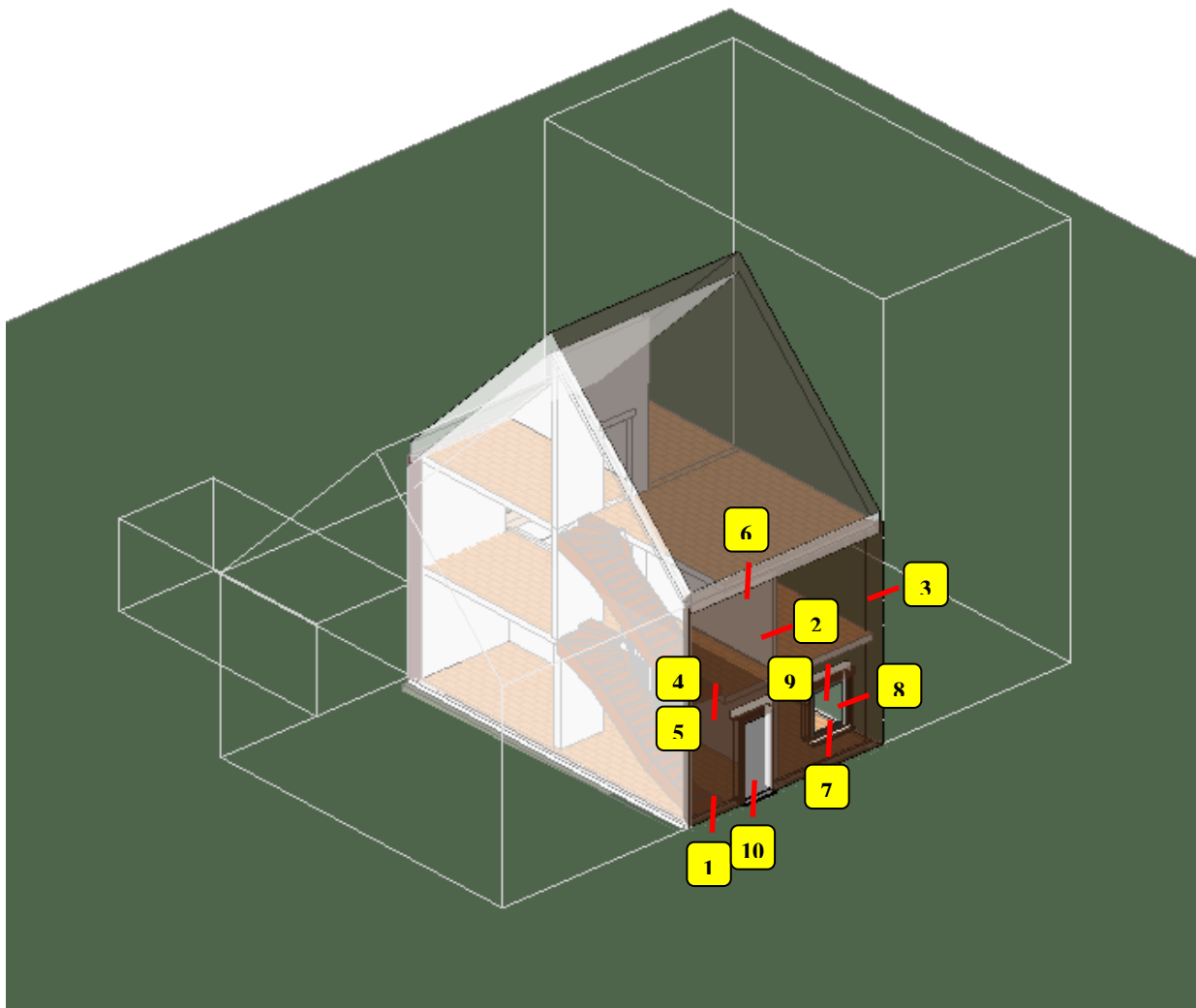
² Technische fiche Fixit 222 Aerogel Hochleistungsdämmputz

5 Aansluitingsdetails

5.1 Overzicht

10 details

De meest voorkomende aansluitingsdetails (aansluitingen tussen twee verschillende schildelen, bv. een muur en een dak) bij binnenisolatie zijn:



Afbeelding 28 : Overzicht van courante aansluitingsdetails voor binnenisolatie

- | | |
|---|----------------------|
| 1. Muurvoet | 6. Dakvoet |
| 2. Gevel – binnenmuur | 7. Venster onderrand |
| 3. Gevel – gemene muur | 8. Venster zijrand |
| 4. Gevel – verdiepingsvloer massief | 9. Venster bovenrand |
| 5. Gevel – verdiepingsvloer met houten balken | 10. Deur onderrand |

5 concepten

Voor een aantal van deze details zijn de principes, risico's en aandachtspunten gelijkaardig. Op basis hiervan is het zinvol om de 10 details te groeperen tot 5 concepten:

| CONCEPT |
|--|
| Detail |
| CONCEPT A - Gevel – vloer ter hoogte van het maaiveld |
| Detail 1: Muurvoet |
| CONCEPT B - Gevel – massieve wand |
| Detail 2: Gevel – gemene muur |
| Detail 3: Gevel – binnenmuur |
| Detail 4: Gevel – verdiepingsvloer massief |
| CONCEPT C - Gevel - balkkoppen |
| Detail 5: Gevel – verdiepingsvloer met houten balken |
| CONCEPT D - Gevel - dak |
| Detail 6: Dakvoet |
| CONCEPT E - Gevel - buitenschrijnwerk |
| Detail 7: Venster onderrand |
| Detail 8: Venster zijrand |
| Detail 9: Venster bovenrand |
| Detail 10: Deur onderrand |

Hierna worden deze concepten één voor één besproken.

3 types binnenisolatie

Drie types binnenisolatiesystemen kunnen onderscheiden worden³:

BI I: “ambachtelijk systeem”
dampopen isolatie, geplaatst tussen een stijl- en regelwerk, met dampscherm

Doorgaans niet-stijve of halfstijve isolatiematerialen geplaatst tussen een stijl- en regelwerk tegen de bestaande muur of op enkele cm afstand van de muur, wat toelaat om een extra, ononderbroken isolatielaag te plaatsen tegen de muur.

vb. minerale wol tussen houten stijl- en regelwerk, voorzien van dampscherm en afgewerkt met gipskartonplaat

BI II: “industriële systeem”
(relatief of volledig) dampdichte isolatieplaten, verkleefd of verlijmd tegen de muur

Doorgaans stijve isolatiematerialen, prefab voorzien van een afwerkingsplaat of in situ afgewerkt met pleister.

vb. prefab platen bestaande uit gipskartonplaten verlijmd op PUR-isolatieplaat, verkleefd tegen de bestaande muur

BI III: “innovatieve systemen”
capillair-actieve systemen (dampopen en zonder dampscherm)

Doorgaans halfstijve of stijve platen verkleefd tegen de muur, of blokken aan elkaar verlijmd net naast de oude muur, afgewerkt met een dampopen pleister; eigen aan capillair-actieve systemen is dat ze inwendige condensatie vermijden door dit vocht op te nemen, te herverdelen in het materiaal en terug af te ge(ven aan de omgeving. Op die manier zouden eveneens schommelingen in de luchtvochtigheid van de binnenruimte opgevangen kunnen worden.

vb. calciumsilicaat platen, cellenbeton blokken (speciaal type, specifiek voor deze toepassing), houtvezelisolatie, ...

³ Binnenisolatiesystemen kunnen geklasseerd worden in functie van:

- de mate van dampdichtheid
- de plaatsingswijze

Dit zijn twee verschillende uitgangspunten die in de praktijk door elkaar lopen. Meerdere indelingen zijn dus mogelijk. De hierboven vermelde indeling is de meest gebruikte op dit moment.

Zijn alle bouwdetails even schadegevoelig?

Er blijken over het algemeen vrij weinig schadegevallen bekend te zijn door binnenisolatie. Dit betekent echter niet dat ze er niet zijn. Vaak werd (en wordt) binnenisolatie immers uitgevoerd door doe-het-zelvers, waardoor in het geval van schadegevallen, niet altijd bouwprofessionelen betrokken zijn en onderzoekinstellingen zoals het WTCB er niet altijd van op de hoogte gesteld worden. Anderzijds is het zo dat het binnenklimaat vaak voldoende droog is zodat er wel veel energie verloren gaat via koudebruggen maar schade minimaal blijft (zolang de lokalen verwarmd en geventileerd worden)

Uit rondvraag bij specialisten terzake blijken – als er schade vastgesteld werd ter plaatse van de aansluitingsdetails - de **vensteraansluitingen de meest kritische punten** te zijn (d.w.z. dat daar het *snelst* bouwgebreken *zichtbaar* worden, voornamelijk schimmelvorming, cf. § 5.3.E). Daarom is het dus voor de aannemer zeer sterk aangeraden om de continuïteit van het luchtscherm en de isolatie tussen de binnenisolatie in het muurvlak en deze van het raamprofiel zorgvuldig te realiseren.

Ook de **aansluiting van een houten vloer op een muur in metselwerk**, nageïsoleerd met binnenisolatie, moet zorgvuldig gepland en uitgevoerd worden. Ter hoogte van de balkkoppen kunnen immers bouwgebreken optreden die meestal pas vrij laat aan het licht komen, maar een grote impact kunnen hebben, zelfs op de stabiliteit van het gebouw (rotten van de houten balkkoppen, cf. § 5.3.C).







De andere aansluitingsdetails blijken minder snel aanleiding te geven tot schade (maar dienen uiteraard ook zorgvuldig gepland en uitgevoerd te worden, vooral met het oog op het beperken van energieverliezen).

***“Vensterranden en houten balkkoppen
zijn de meest schadegevoelige aansluitingsdetails”***

Classificatie i.f.v. het prestatieniveau

Een specifieke moeilijkheid bij binnenisolatie is dat de theoretisch optimale aansluitingsdetails in de praktijk vaak niet gerealiseerd kunnen worden binnen de limieten van de opdracht en het beschikbare budget. Vaak zal men zich tevreden moeten stellen met theoretisch niet-optimale oplossingen. Om die reden is het belangrijk om de mogelijke oplossingen duidelijk te differentiëren i.f.v. het prestatieniveau. De onderstaande tabel geeft houvast bij de interpretatie van mogelijke oplossingen. Ze is gebaseerd op de algemene indeling van bouwdetails i.f.v. het prestatieniveau qua thermische isolatie, voorgesteld in tabel B van referentie [4].

Tabel E : classificatie van binnenisolatie-details i.f.v. prestatieniveau

| | | SCHADERISICO BEPERKT | ENERGIEZUINIG |
|---|--|--|---|
| | | Criterium: temperatuurfactor > 0,7 | Criterium: lineaire warmtedoorgangscoefficiënt gunstig (waarde afhankelijk van het type aansluiting) en/of EPB- aanvaarde bouwknoop |
|  | Hoogperformant Toepasbaar in een ruimte met een zeer vochtig binnenklimaat | OK + binnenisolatiesysteem geschikt voor toepassing in vochtige ruimten (bv. cellenglas) | OK |
|  | Hoogperformant Toepasbaar bij renovatie tot zeer- lage-energiewoning of bijna-nul- energiewoning | OK | OK + wanden met zeer hoge thermische weerstand (aangepast aan de globale prestatie-eis op gebouwniveau) |
|  | Optimaal | OK | OK |
|  | Aanvaardbaar als <u>tijdelijke</u> oplossing bij <u>gefaseerde</u> uitvoering | OK | Niet OK |
|  | Aanvaardbaar als tijdelijke oplossing bij gefaseerde uitvoering <u>mits</u> <u>beheersing van het binnenklimaat</u> <u>(voldoende verwarmen en ventileren)</u> | Niet OK | Niet OK |
|  | Niet aanvaardbaar (zelfs als voldoende verwarming en ventilatie gegarandeerd kan worden) | Niet OK Reëel schaderisico, ook bij gemiddeld binnenklimaat | Niet OK |



Stappenplan voor een kwaliteitsvolle,
efficiënte renovatie

www.renofase.be

De hierna vermelde mogelijke oplossingen van aansluitingsdetails worden telkens beoordeeld i.f.v. hun prestatieniveau a.d.h.v. de symbolen voorgesteld in de bovenstaande tabel.

Qua luchtdichtheid is een differentiatie niet zinvol: de aansluitingsdetails moeten altijd luchtdicht zijn.

De bij isolatiewerken betrokken bouwprofessionelen moeten ALTIJD streven naar een optimale oplossing, desnoods gefaseerd (zie § 7).

5.2 De standaarddetails in een notendop

Hierna worden de voornaamste standaard-bouwdetails voor binnenisolatie samengevat.

Uitgangspunten

- Massieve gevel in metselwerk; spouwmuren zijn over het algemeen minder kritisch (o.a. omdat neerslag op de gevel normaal geen aanleiding kan geven tot vocht ter hoogte van de binnenisolatie en de temperatuur van het binnenspouwblad van een spouwmuur doorgaans hoger zal zijn dan de binnenzijde van een massieve muur met dezelfde dikte)
- Beperkte opdracht: enkel na-isoleren langs binnen (buitenschrijnwerk, vloer- en plafondafwerking, ... ongewijzigd)
- Er wordt geen gedetailleerde bouwfysische studie uitgevoerd (overeenkomstig de courante praktijk bij kleine particuliere (ver)bouwprojecten); de standaardoplossingen moeten dus voldoende robuust zijn om in alle situaties het schaderisico tot een minimum te reduceren; hierdoor zijn ze ook vrij conservatief
- Alleen de voornaamste specifieke aandachtspunten voor de aansluitingsdetails worden besproken (niet exhaustief)

Bemerk dat afgeweken kan worden van deze standaardoplossingen, mits het uitvoeren van een hygrothermische studie (toetsing van de temperatuurfactor en de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt van de bouwknopen). Zo kunnen de afmetingen van retourisolatie beduidend gereduceerd worden t.o.v. de standaardafmetingen, door rekening te houden met de reële materiaalkarakteristieken en afmetingen, in het bijzonder van het metselwerk. Gezien de grote spreiding qua materiaalkarakteristieken van baksteen in bestaande gebouwen, is het aan te bevelen deze te bepalen door laboproeven (in het bijzonder de vorstweerstand).

Aandachtspunten vóór de werken

Vooraf...
Vochtproblemen? Oplossen!

“Houten balkkoppen?



Bijzondere aandacht!”

V.1 Kan de bestaande binnenafwerking behouden blijven? Zie referentie [1]. Standaardoplossing: verwijder pleisterwerk of cementering, *ook ter plaatse van dagkantisolatie (cf. figuur hierna, A.2) en retourisolatie (A.1)*.

V.2 Technische installaties in de zone waar binnenisolatie komt? Verwijder alle installaties van de muur, en ontkoppel alle leidingen in de muur. *Ook t.p.v. retourisolatie*. Dit is vooral van belang voor vocht- of vorstgevoelige installaties.

V.3 Vochtgevoelige materialen in de zone waar binnenisolatie komt (bv. vloerbekleding op basis van hout)? Standaardoplossing: verwijder deze materialen (plaatselijk).

V.4 Beschikbare ruimte voor dagkantisolatie? Opgelet: de raam- opening mag niet verbreed worden zonder controle van de minimale opleg van de latei (afhankelijk van type latei en metselwerk; vuistregel: 15 cm).

V.5 Houten draagvloer? Verwijder vloerbekleding en plafond over een afstand van ca. 30 cm vanaf de muur. Controleer de staat van het hout ter plaatse van de balkkoppen. Aangetaste delen? Behandel of vervang, in functie van de aantasting. Risico op regendoorslag? Zie [1]. Beoordeel oriëntatie en dikte van de gevel, diepte balkkop in de muur en de eventuele aanwezigheid van barsten of holtes (bv. t.p.v. muurankers). Indien risico: reduceer door het dichten van openingen en het oordeelkundig aanbrengen van een vochtwerende laag op de gevel (bv. dampopen pleisterlaag, gevelbekleding of hydrofobering). Kunnen er luchtlekken vastgesteld worden ter plaatse van de balkkoppen? Dicht eventuele lekken. Meer info over lekdetectie en dichtingstechnieken: zie [6]



Afbeelding 29 : Mogelijke situatie vóór het aanbrengen van binnenisolatie:
analyse bestaande situatie en uitvoering van voorafgaandelijke werken

Aandachtspunten tijdens de werken

BASISPRINCIPES

- A. Reduceer koudebruggen
- B. Vermijd luchtlekken
- C. Beheers het binnenklimaat

A. *Plaats de thermische isolatielaag zo ononderbroken als mogelijk. Zorg ervoor dat de temperatuurfactor overal voldoende hoog is.*

A.1 Standaardoplossing t.p.v. inbindende muren en massieve vloeren: plaats retourisolatie (indien mogelijk altijd *aan beide zijden* van de muur of vloer). Standaard breedte: ca. 60 cm.

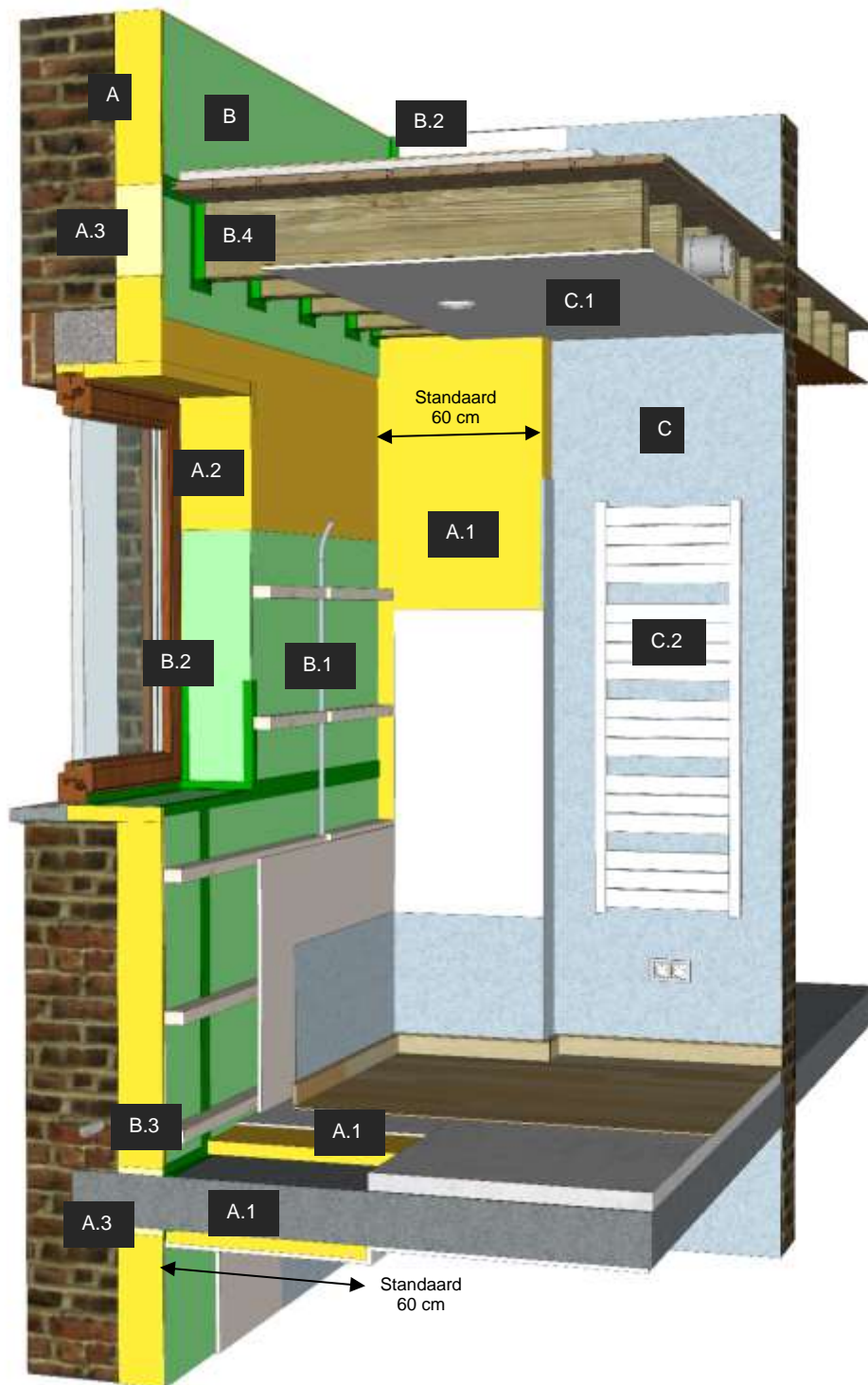
A.2 Plaats isolatie in alle dagkanten van raam- en deuropeningen. Opgelet: gebruik geen vochtgevoelige materialen. Isolatiedikte: 20 mm (of meer). Bij plaatsgebrek kan gebruik gemaakt worden van superisolerende materialen.

“Vermijd schimmel:



plaats dagkantisolatie”

A.3 In de randzones, waar de binnenisolatie contact maakt met aanpalende bouwdelen (bv. onderrand, bv. tussen houten balkkoppen, ...) kan het om akoestische, hygrothermische of uitvoeringstechnische redenen aangewezen zijn om een aangepast type isolatiemateriaal toe te passen. Zo kan bv. door plaatselijk een geringere thermische weerstand te realiseren (door een dunnere isolatielaag en/of een isolatiemateriaal met een hogere warmtegeleidingscoëfficiënt dan in het muurvlak) de temperatuur van het metselwerk t.p.v. de balkkoppen verhoogd worden, en bijgevolg het condensatierisico verlaagd. Wanneer binnenisolatie gerealiseerd wordt met stijve isolatiematerialen, kan door toepassing van een soepel isolatiemateriaal ter hoogte van de balkkoppen, de flankerende geluidstransmissie beperkt worden.



Afbeelding 30 : Mogelijke situatie na het aanbrengen van binnenisolatie, volgens standaard aansluitingsdetails (isolatie- (geel) en luchtdichte laag (groen) schematisch weergegeven, basisprincipes geldig voor alle binnenisolatiesystemen; delen weggelaten voor een betere visualisatie van de aansluitingen)



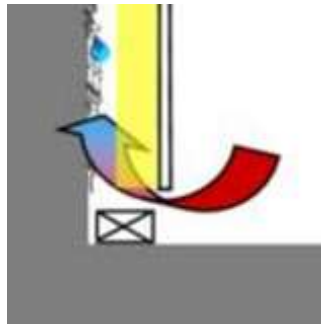
B. *Plaats een luchtdichte laag aan de warme zijde van de binnenisolatie, zo ononderbroken als mogelijk.*

B.1 Vermijd doorboringen van het luchtscherm zoveel als mogelijk. Tip: plaats een leidingspouw. Maak eventuele onvermijdelijke perforaties luchtdicht (zie [6]).

B.2 Sluit de luchtdichte laag van de binnenisolatie luchtdicht aan op de luchtdichte laag van alle aanpalende bouwdelen (bv. muren, vloeren, vensters).

B.3 Opgelet: vermijd luchtstromen tussen isolatie en muur. Laat daarom geen luchtspouw tussen isolatie en muur. Voer de luchtdichte aansluiting op de draagvloer extra zorgvuldig uit.

“Niet luchtdicht?”



“Risico op condensatie en schimmelvorming”

B.4 Belangrijk: sluit het luchtscherm luchtdicht aan op houten balken.

C *Zorg ervoor dat het binnenklimaat niet te vochtig of te koud wordt*
Een ventilatiesysteem is aanbevolen.

Aandachtspunten na de werken

Informeer de opdrachtgever over het belang van het binnenklimaat

C.1 Ventileer voldoende

Bij uitzonderlijk hoge vochtproductie (bv. koken, douchen...): zorg voor piekventilatie.

Vermijd langdurige hoge vochtproductie (bv. was drogen, veel planten in een kleine ruimte, ...), in het bijzonder bij dampopen binnenisolatie en/of ontoereikende ventilatie.

C.2 Verwarm voldoende

Vermijd langdurige leegstand van het gebouw.

5.3 Specifieke aandachtspunten en oplossingen per aansluitingsdetail

Gezien het grote aantal mogelijke varianten is het onmogelijk om voor elke situatie een detail op te stellen in het kader van deze publicatie. Er werd daarom geopteerd om de algemene principes van een kwalitatieve detaillering toe te lichten op een generieke manier (onafhankelijk van het gekozen isolatiesysteem) en te illustreren a.d.h.v. concrete voorbeelden (voor elk type binnenisolatiesysteem en alle courante aansluitingen).

Per concept...

Hierna wordt voor elk van de voornoemde 5 concepten uiteengezet hoe de basisprincipes voor een correcte detaillering in de praktijk gerealiseerd kunnen worden. Focus ligt op het reduceren van koudebruggen (principe 1) en het vermijden van luchtlekken (principe 2). Voor de volledigheid wordt het derde basisprincipe (beheersing binnenklimaat) telkens ook vermeld, gezien dit een vaak onderbelicht maar essentieel aandachtspunt is. Waar relevant wordt ook gewezen op het belang van het oplossen van eventuele vochtproblemen bij specifieke aansluitingen. In principe volstaat het om de aandachtspunten en praktische oplossingen toe te lichten aan de hand van één aansluitingsdetail per concept, gezien alle details binnen dit concept volgens hetzelfde principe gerealiseerd worden (bv. door plaatsing van retourisolatie). Per concept worden de specifieke aandachtspunten besproken. Hierbij wordt ook telkens een inschatting gegeven van de specifieke risico's, bv. a.d.h.v thermische simulaties.

Per aansluitingsdetail...

- Standaardoplossing (generiek)
 - o 3D-voorstelling
 - o 2D detailtekening
- Varianten
 - o 2D detailtekening

Per aansluitingsdetail, voor elk type binnenisolatiesysteem...

- Praktische uitvoering: voorbeelden
 - o Foto's (voor de 3 voornaamste binnenisolatiesystemen)

Voor een selectie van concrete bouwkundige situaties en binnenisolatiesystemen...

- Voorbeelden van concrete uitvoeringsdetails, met aanduiding van de voornaamste aandachtspunten (fiches met detailtekening van bestaande en ontworpen situatie, aangevuld met een checklist)
→ zie bijlage bij deze Praktijkids

Waar relevant worden tenslotte ook antwoorden geformuleerd op vragen vanuit de praktijk.

Bedoeling van deze aanpak is om – zonder volledigheid na te streven - een maximum aan praktische kennis over te dragen op een voor de bouwprofessionelen zo compact en toegankelijk mogelijke manier.



Stappenplan voor een kwaliteitsvolle,
efficiënte renovatie

www.renofase.be

A. Concept “Gevel – vloer ter hoogte van het maaiveld”

A.1. Detail 1 – muurvoet

Vooraf: eventuele vochtproblemen oplossen!

Belangrijk: de muurvoet moet duurzaam droog zijn alvorens binnenisolatie te plaatsen.

Dit kan noodzaken om eerst een vochtscherm te plaatsen, bv. door injecteren van het metselwerk in de muur of het integreren van een membraan (indien mogelijk). Zo kan vermeden worden dat de muur waarop binnenisolatie aangebracht wordt bevochtigd wordt door capillair opstijgend vocht.



Afbeelding 31 : voorbeeld van het injecteren van een muurvoet

Voor meer informatie over dit onderwerp verwijzen we naar de TV 252 van het WTCB [12].

Specifieke aandachtspunten voor binnenisolatie:

- **het plaatsen van een (dampdichte) binnenisolatie kan tot gevolg hebben dat de droging van het vocht in de muur verhinderd wordt en het vocht door capillariteit hoger opstijgt dan voordien!**
In combinatie met een dampdichte gevelafwerking aan de buitenzijde kan het vocht in de muur meerdere meters hoog stijgen, mogelijk zelfs tot aan de verdiepingsvloer, wat in uitzonderlijke gevallen zelfs zou kunnen leiden tot aantasting van houten balkkoppen. Zie TV 252, afb. 63.

- de positie van het vochtscherm (o.a. het niveau t.o.v. het vloerpas) is zeer belangrijk.

Als de injectering of het membraan te hoog aangebracht wordt, is het mogelijk dat er onder de geïnjecteerde zone of het membraan een strook vochtig metselwerk in contact komt met de binnenisolatie. Als die situatie zich zou voordoen, dan moet die strook langs binnen afgesloten worden d.m.v. een cementering of vochtbestendige isolatie, alvorens binnenisolatie te plaatsen.

Aangeraden wordt om het injectieniveau steeds te voorzien volgens de regel vermeld in [12], dit is doorgaans boven en zo dicht mogelijk bij het niveau van de afgewerkte binnenvloer (tenzij het niveau van de grond of vloer aan de buitenzijde hoger zou liggen).

Op voornoemde regel zijn heel wat uitzonderingen mogelijk, in het bijzonder in het geval van een maaiveld dat aanzienlijk lager ligt dan het binnenvloerniveau, en bij onderkelderde ruimtes. In dergelijke gevallen kunnen alternatieve (waaronder ook lagergelegen) injectieniveaus een goede oplossing bieden. In het specifieke geval van binnenisolatie, die ter hoogte van de muurvoet idealiter op de (bestaande) draagvloer geplaatst wordt, dus niet op de (bestaande) dekvloer (cf. infra), kan het aangewezen zijn om het injecteringsniveau te verlagen, tot het aanzetniveau van de binnenisolatie of de onderzijde van de vloerisolatie. Hierbij dient gecontroleerd te worden dat het niveau van het maaiveld of de verharding aan de buitenzijde van de muur onder het injecteringsniveau ligt (*en ook op lange termijn zal blijven* – **informeer de opdrachtgever** over het belang daarvan!). Praktisch gezien kan een bestaande massieve muur in dit geval ook langs buiten geïnjecteerd worden.

Gezien de complexiteit en het grote belang ervan is het **aangeraden om de keuze van het injectieniveau over te laten aan specialisten terzake en hen goed te informeren over de geplande wand- en vloeropbouw en het ontwerp van het aansluitingsdetail.**

Basisprincipe 1: koudebruggen reduceren

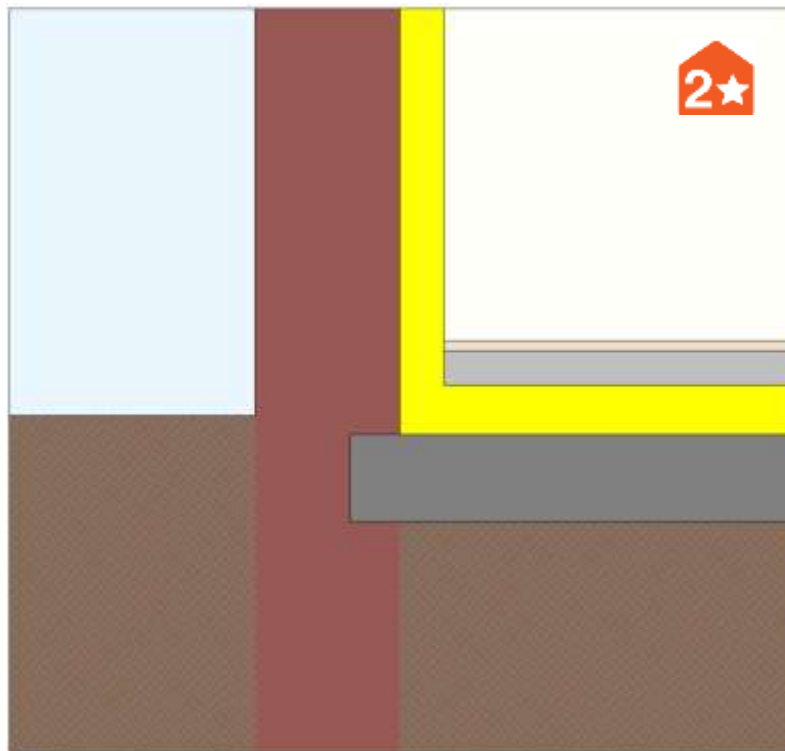
De mate waarin dit basisprincipe gerealiseerd kan worden in de praktijk hangt o.a. af van:

- het type vloer
 - o vloer op volle grond (kan in principe enkel langs boven geïsoleerd worden, tenzij de volledige vloer vervangen wordt)
 - o (massieve) vloer boven (kruip)kelder (biedt doorgaans de mogelijkheid om langs onder te isoleren)
- de mate waarin vloerisolatie aanwezig is of kan toegevoegd worden
- de mate waarin perimeterisolatie toegevoegd kan worden

Hierna worden een aantal mogelijk vertreksituaties die zich kunnen voordoen in de praktijk overlopen waarbij telkens aangegeven wordt wat wenselijk en haalbaar is m.b.t. de koudebrugreductie ter hoogte van de muurvoet. We vertrekken van de meest ideale situatie en gaan stap voor stap naar meer ongunstige situaties.

BELANGRIJK: (*) Streef altijd een technisch optimale oplossing na: realiseer het detail conform de basisregel of – als dat niet mogelijk is - toon aan dat er geen risico is op schimmelvorming of condensatie d.m.v. thermische simulatie (temperatuurfactor in de hoek moet $\geq 0,7$). Indien projectspecifiek redelijkerwijs niet realiseerbaar in het kader van de geplande werken: zie FAQ: “Wat als de basisprincipes redelijkerwijs niet volledig gerealiseerd kunnen worden binnen de limieten van de opdracht?” in §7.

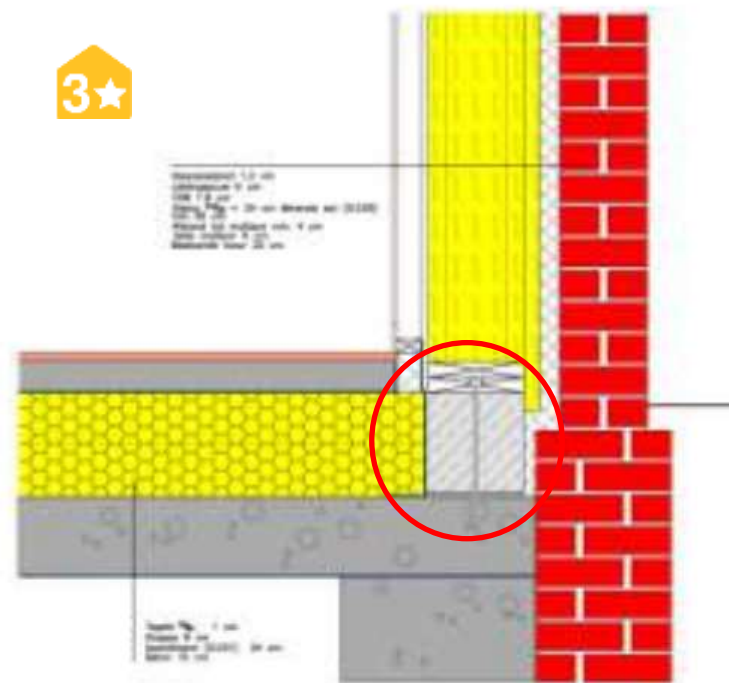
a. Basisregel: sluit wandisolatie aan op thermische vloerisolatie



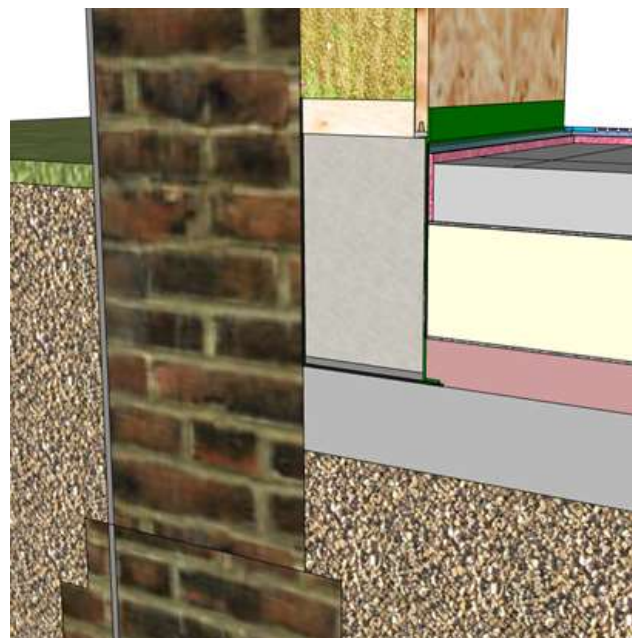
Afbeelding 32 : binnenisolatie continu aangesloten op vloerisolatie (schematische voorstelling)

- Realisatie theoretisch optimale oplossing: koudebrug volledig opgelost
- Kan EPB-aanvaard zijn mits naleven regels voor EPB-aanvaarde bouwknopen

Om de binnenisolatie aan te sluiten op de vloerisolatie kan gebruik gemaakt worden van **blokken drukvast isolerend materiaal**, zoals kimblokken in cellenbeton of keramisch materiaal met verbeterde lambda-waarde. Dit laat ook toe om vochtgevoelige elementen boven het vloerpeil te houden, wat aangeraden is. Indien de binnenisolatie onder het vloerpeil aangezet wordt, moet ze beschermd worden tegen vocht (occasioneel vocht uit de binnenomgeving en eventueel vocht uit de buitenomgeving) door een vochtscherm, bv. een membraan dat onder de binnenisolate geplaatst wordt en opgeplooid wordt aan weerszijden van de isolatie, tot boven het nulpas (zie afbeelding 38).



Afbeelding 33 : aansluiting van binnenisolatie op vloerisolatie via een isolerend tussengevoegd deel, bv. cellenbeton (praktijkvoorbeeld) [bron: onderzoek LEHR, WTCB]



Afbeelding 34 : aansluiting van binnenisolatie op vloerisolatie via een isolerend tussengevoegd deel, bv. cellenbeton; binnenisolatie opgevat als houtskeletbouw wand opgevuld met cellulose-isolatie; luchtscherm opgebouwd met OSB-panelen; luchtdichte aansluiting op de draagvloer via luchtdichtingsmembraan; vochtscherm onder kimblok opgetrokken tot achter de houten onderregel; **bemerk:** het metselwerk moet geïnjecteerd zijn tegen opstijgend vocht en moet voldoende neerslagdicht zijn (geen barsten, voldoende dik, idealiter geen zuid-west-oriëntatie, etc...); er mag geen contact zijn tussen vochtgevoelige isolatie en een vochtige muur (3D voorstelling) [bron: STAR-project, tekening PHP, B. Van Humbeeck, 2014]

Voor het aanbrengen van een isolatielaag in de vloer (+ dekvloer + nieuwe vloerbekleding) is relatief veel ruimte nodig (zoals voorgaande afbeelding illustreert). Als dit bovenop een bestaande draagvloer geplaatst zou worden, zou dit als gevolg hebben dat het vloerpeil stijgt, binnendeuren aangepast moeten worden, alsook alle doorgangen naar buiten (buitendeuren, schrijnwerk tot op vloerniveau, garagepoort, ...), trappen, ... Deze oplossing is dan ook doorgaans enkel realiseerbaar als ook de vloer volledig vervangen wordt, wat meestal slechts mogelijk is bij een ingrijpende renovatie.

Soms kan de voor vloerisolatie beschikbare hoogte aan de bovenzijde van de draagvloer erg beperkt zijn (bv. bij een oude tegelvloer op zavel). Als er onvoldoende ruimte is voor een klassieke vloerisolatie (dikte 5 à 15 cm) en dekvloer (dikte 5 à 8 cm) kan de nodige ruimte voor het vloerpakket beperkt worden door toepassing van:

- een anhydriet dekvloer (dikte ca. 4 cm) of droge dekvloer (dikte ca. 2 cm)
- superisolerende isolatiematerialen (bv. VIP-panelen, dikte ca. 25 mm)

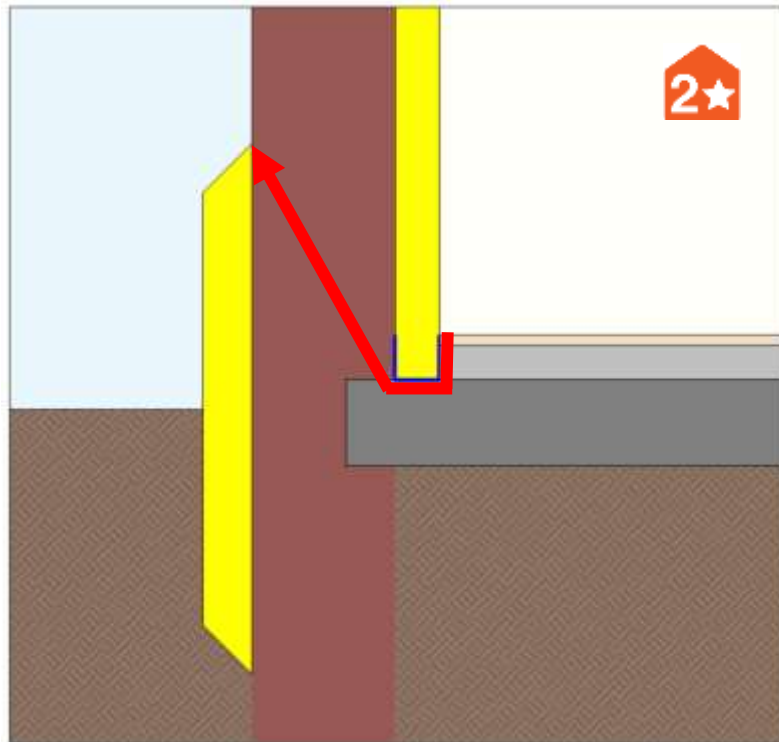
Bemerkt dat het in het geval van een vloer op volle grond niet altijd nodig is om de volledige vloeroppervlakte te isoleren. In functie van de blootgestelde perimeter kan men zich beperken tot de delen van de vloer die in contact staan met een buitenmuur. Bij een rijwoning kan het soms volstaan om een strook van enkele meters vloerisolatie t.p.v. de voorgevel en t.p.v. de achtergevel te plaatsen. Op die manier kan men de kostprijs beperken en het gebruik van innovatieve materialen haalbaar maken.

Men kan ook de toepassing overwegen van extreem dunne vloerverwarmingssystemen, specifiek ontwikkeld voor renovatie. Er bestaan systemen waarin de nodige opbouwhoogte tussen vloerbekleding en draagvloer gereduceerd werd tot ca. 30 mm. Uiteraard dient geverifieerd te worden of de isolatielaag voldoet aan gewenste thermische prestatie van de vloer (al dan niet EPB-plichtig). Als algemene regel zijn dikkere isolatiepakketten en dikkere dekvloeren aangewezen voor een goede thermische prestatie en een goede werking van de eventuele vloerverwarming.

Een plankenvloer op lambourdes laat ook toe een relatief dunne vloeropbouw te realiseren met een (vrij beperkte) isolatielaag.

b. Indien er onvoldoende vrije hoogte is voor het plaatsen van vloerisolatie ():*

- de koudebrug kan opgelost worden door perimeterisolatie aan de buitenzijde van de gevel
- mits een goede dimensionering kan deze oplossing EPB-aanvaard gemaakt worden (regel van de minimale lengte van de weg van de minste warmteweerstand, minimum 1 m)



Afbeelding 35 : koudebrug muurvoet gereduceerd d.m.v. perimeterisolatie aan de buitenzijde van de muur (schematische voorstelling);
bemerkt ook het vochtscherm onder de binnensolatie en opgetrokken aan weerszijden, tot boven het vloerplaat

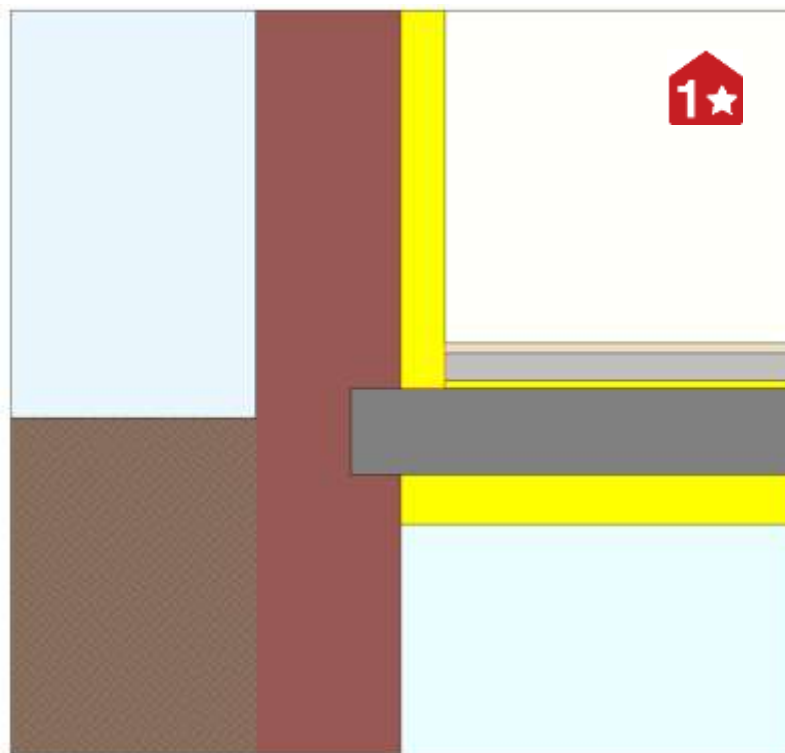


Afbeelding 36 : perimeterisolatie kan geïntegreerd worden in een gevel via een plint
(voorbeeld van een plint in blauwsteen in traditionele woningbouw [foto: Nijst-natuursteen.be])

Perimeterisolatie is niet altijd (redelijkerwijs) mogelijk, bv. als de na te isoleren muur een gevel aan een (smal) trottoir is, of als het bv. een gemene muur is waarnaast zich een (pas heraangelegd) terras van de burens bevindt.

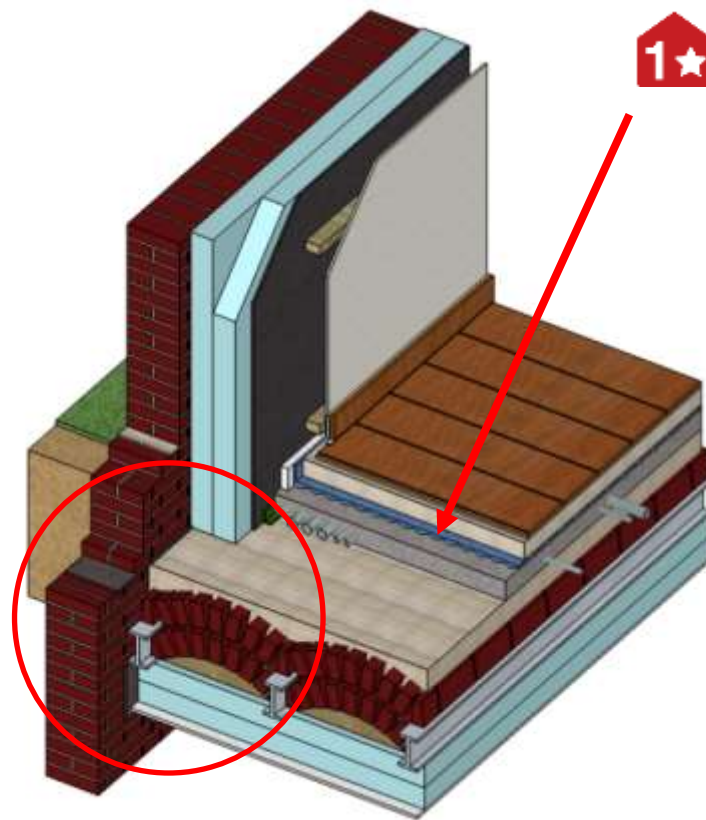
c. *Indien geen perimeterisolatie mogelijk (*):*

- Tracht de thermische isolatie te realiseren tegen het plafond van de kelder
- Tracht de koudebrug te reduceren door de wandisolatie aan te sluiten op een minimale isolatielaag aan de bovenzijde van de vloer, bv. een *akoestische* vloerisolatie



Afbeelding 37 : koudebrugreductie ter plaatse van de muurvoet door middel van een dunne laag isolatie aan de bovenzijde van de vloer (bv. akoestische isolatie) en realisatie van thermische vloerisolatie tegen het plafond van de kelder (schematische voorstelling)

Idealiter moet de positie van de isolatie in de verschillende bouwcomponenten (muur en vloer) zo gekozen worden dat ze op elkaar aan kunnen sluiten. Dit impliceert dat men in het geval van binnenisolatie en vloerisolatie de isolatie in de vloer best aanbrengt aan de bovenzijde van de draagvloer. Bij renovatie is dit soms niet evident.



Afbeelding 38 : voorbeeld van een situatie waarin de aansluiting van muurisolatie op vloerisolatie bouwkundig (redelijkerwijs) niet mogelijk is; hoewel thermisch niet optimaal, kan een dunne akoestische isolatie maken dat de oppervlaktetemperatuur in de hoek (bij de houten plint) wat hoger wordt en het schaderisico beperkt blijft [afbeelding: STAR-project, tekening WTCB, 2014]

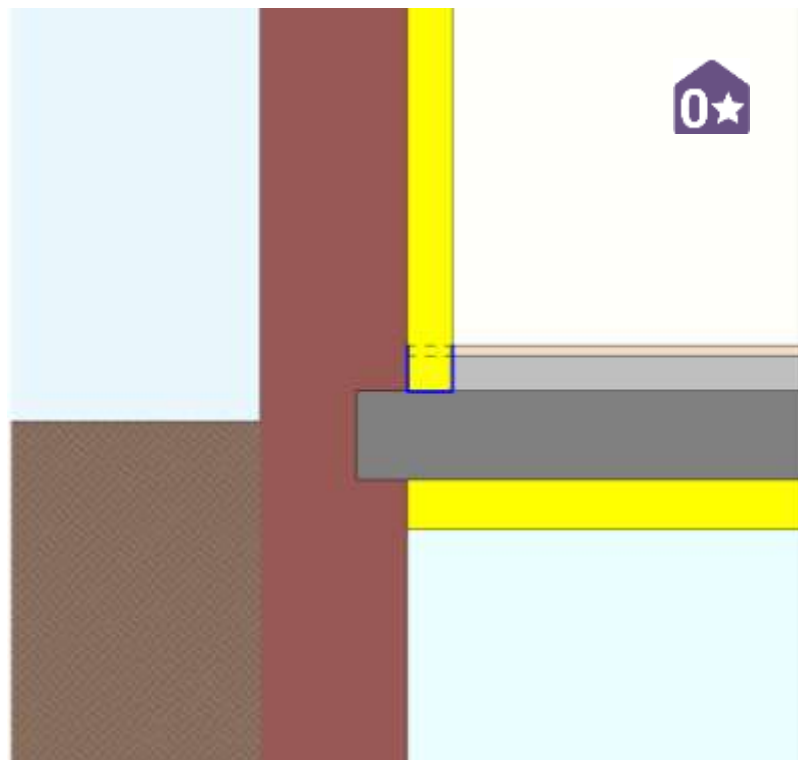
Wanneer men niet de mogelijkheid heeft om de thermische vloerisolatie aan de bovenzijde van de vloer te realiseren ontstaat een moeilijk oplosbare koudebrug. **Hoewel naar energieprestatie niet ideaal, kan een minimale isolerende laag onder de dekvloer of de vloerbedekking (bv. akoestische isolatie) nuttig zijn om de koudebrug te milderen.** Een minimale isolatielaag kan helpen om de temperatuurfactor in de hoek te verhogen. **Dit kan het verschil maken tussen het wel of niet voorkomen van schade, bv. het rotten van een houten vloerbekleding.** Aan de hand van een thermische simulatie kan men de werkzaamheid van deze oplossing toetsen in een projectspecifieke situatie (aangeraden).

Indien de vloer enkel langs onder geïsoleerd kan worden, en er wordt tijdens de renovatiewerken ook een nieuwe vloerbekleding (en/of dekvloer) geplaatst aan de bovenzijde, is het dus aan te raden om een akoestische isolatie te voorzien en deze door te trekken tot tegen de binnenisolatie (zoals in voorgaande afbeelding).

d. Indien de vloerbekleding en onderlagen (bv. dekvloer) niet vervangen kunnen worden (*):

- ❑ verwijder vloerbekleding en dekvloer *plaatselijk, onder de binnenisolatie*; plaats de binnenisolatie op de draagvloer; plaats een vochtscherm onder de binnenisolatie zodat er geen water in de binnenisolatie kan lopen (vochtscherm optrekken tot boven peil afgewerkte vloer);

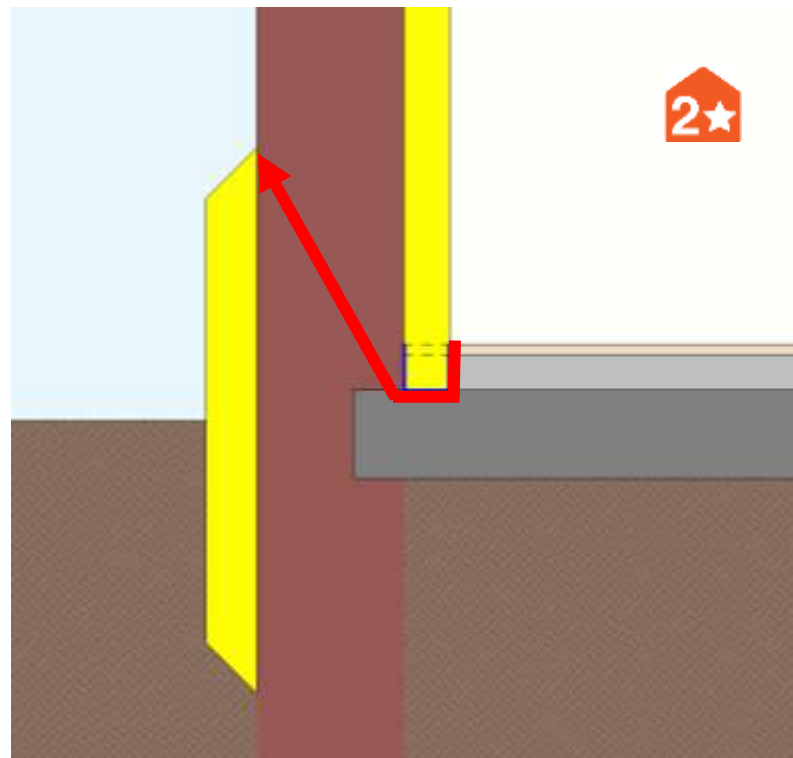
Door deze verlaagde positie van de isolatielaag stijgt de temperatuurfactor in de hoek en is er minder risico op schade ter hoogte van de vloerbekleding (bv. houtrot na condensatie).



Afbeelding 39 : minimale koudebrugreductie in het geval de bestaande dekvloer (redelijkerwijs) niet verwijderd kan worden: dekvloer plaatselijke verwijderen en binnenisolatie op de draagvloer plaatsen (met vochtscherm, opgetrokken tot boven vloerpeil) (schematische voorstelling)

- ❑ Indien mogelijk: plaats perimeterisolatie

De koudebrugwerking kan sterk gereduceerd worden door het plaatsen van een perimeterisolatie (cf. supra). Hierdoor kan de oplossing zelfs EPB-aanvaard worden (mits een aangepaste dimensionering van de perimeterisolatie).



Afbeelding 40 : verbeterde koudebrugreductie in het geval de bestaande dekvloer (redelijkerwijs) niet verwijderd kan worden: aanvullende perimeterisolatie (schematische voorstelling)

e. Indien geen dekvloer aanwezig (bv. tegels op zavel) (*):

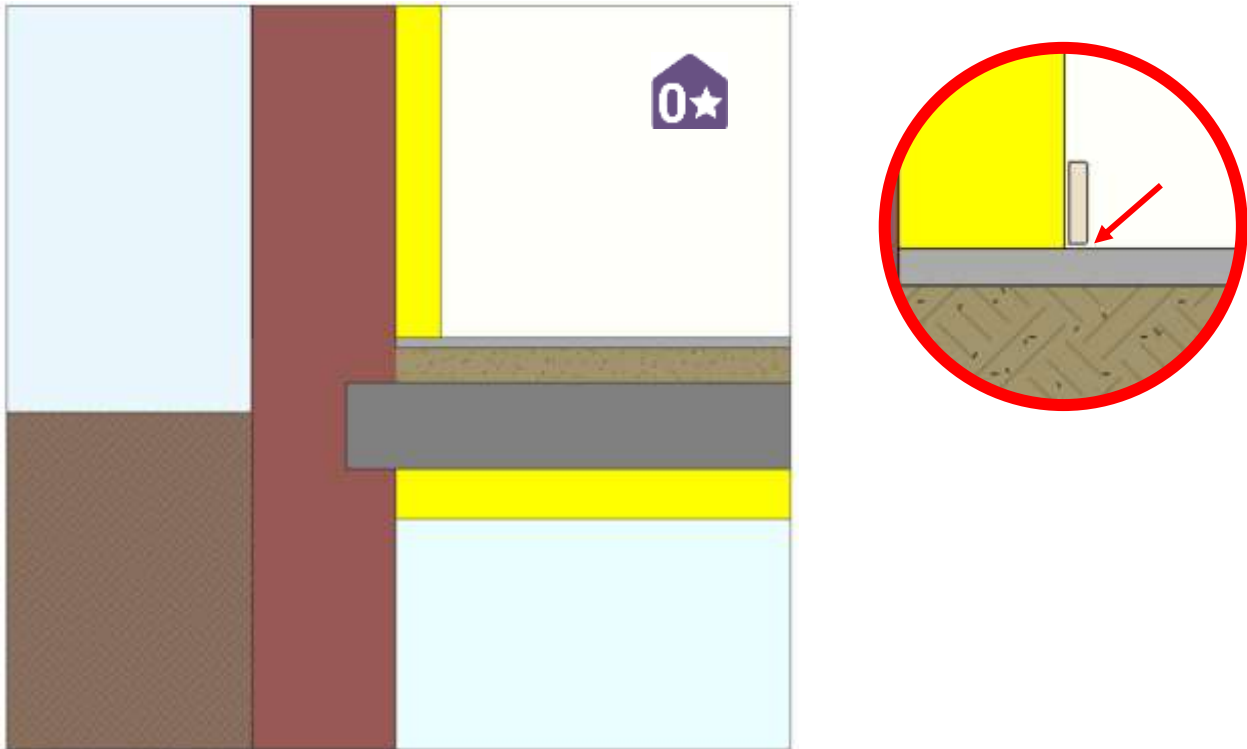
- ❑ plaats binnenisolatie op de oude vloerbekleding; vermijd vochtgevoelige materialen in de randzone: **geen houten plint in direct contact met de tegelvloer, geen houten vloerbekleding, tenzij voldoende duurzaam of verduurzaamd (kans op houtrot!); plaats een eventuele houten plint ca. 5 à 10 mm boven het vloeroppervlak; de voeg kan opgevuld worden met een elastische kit**

Bemerk: condensatie op de tegelvloer onder de binnenisolatie kan optreden wanneer warme vochtige binnenlucht door voegen, kieren of barstjes in de vloer onder de binnenisolatie kan stromen. Het is dus aangeraden om eventuele niet volledige dichte voegen tussen tegels, loodrecht op de muur, te dichten vóór het plaatsen van de binnenisolatie (vergelijkbaar met het dichten van barsten in houten balken, zie afb. 111).

Bemerk: om verzakken van de vloer te vermijden kan het aangewezen zijn om een binnenisolatiesysteem te kiezen van het type BII, dat gelijmd of verkleefd wordt op de muur, en dus geen belasting vormt voor de vloer.

- ❑ Indien mogelijk: plaats perimeterisolatie

De koudebrugwerking kan sterk gereduceerd worden door het plaatsen van een perimeterisolatie (cf. supra). Hierdoor kan de oplossing zelfs EPB-aanvaard worden (mits een aangepaste dimensionering van de perimeterisolatie).



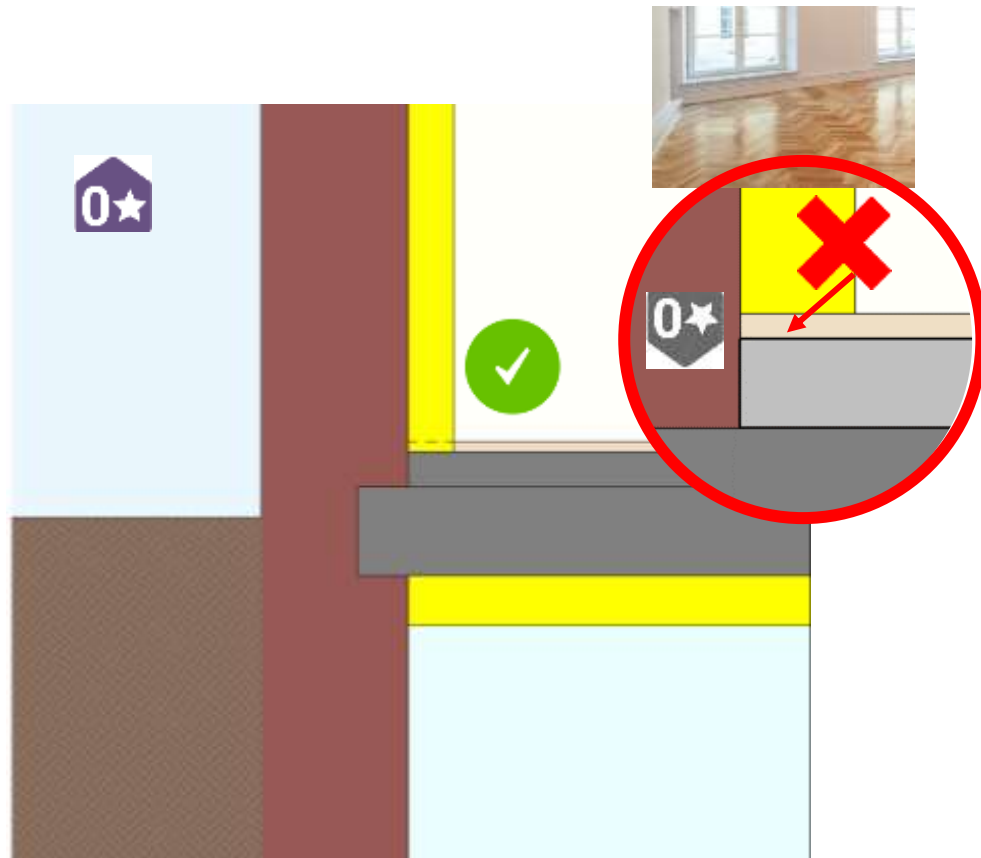
Afbeelding 41 : maximaal haalbare oplossing indien de onderlaag van de bestaande vloerbekleding redelijkerwijs niet verwijderd kan worden in het kader van werken die zoveel mogelijk beperkt worden tot na-isolatie (bv. tegels op zavel); onoplosbare koudebrug; vermijd direct contact tussen de vloer en vochtgevoelige materialen, bv. een houten plint (schematische voorstelling)

Bemerk: zavel heeft een vochtbufferend effect en kan dus in zekere mate eventuele vochtproblemen maskeren. Na vervanging door een dekvloer en eventuele vloerisolatie kunnen vochtproblemen zich duidelijker gaan manifesteren.

f. Indien onderlaag vloerbekleding redelijkerwijs niet vervangen kan worden (bv. polierbeton) (*):

- ❑ verwijder vochtgevoelige materialen uit de randzone: **laat geen houten vloerbekleding doorlopen onder de binnenisolatie (kans op houtrot!)**; geef de voorkeur aan materialen die nat schoongemaakt kunnen worden (bv. tegelvoer) en/of materialen met een schimmelwerende coating

Bemerk: een houten vloerbekleding is niet luchtdicht. Er kan dus lucht uit de binnenruimte tussen de planken dringen, condenseren op het koude oppervlak onder de vloerbekleding en leiden tot het rotten van het hout.



Afbeelding 42 : mogelijke oplossing indien de vloerbekleding niet vervangen kan worden (wegens bv. pas gerenoveerd of waardevol); onoplosbare koudebrug; laat geen vochtgevoelige materialen doorlopen onder de binnenisolatie (schematische voorstelling)
[Foto: interieurdesigner.be]

❑ Indien mogelijk: plaats perimeterisolatie

De koudebrugwerking kan sterk gereduceerd worden door het plaatsen van een perimeterisolatie (cf. supra). Hierdoor kan de oplossing zelfs EPB-aanvaard worden (mits een aangepaste dimensionering van de perimeterisolatie). In dit geval is het eventueel toch mogelijk om een waardevolle houten vloer (erfgoed) in z'n geheel te bewaren. Studie van de projectspecifieke situatie via thermische simulatie is noodzakelijk.

Basisprincipe 2: luchtlekken vermijden

De binnenisolatie moet altijd luchtdicht aangesloten worden op de vloer, om luchtstromingen tussen de isolatie en de bestaande muur te vermijden. Dit is een extra belangrijk aandachtspunt t.p.v. de muurvoet, gezien de luchtdichtheid van de aansluiting op deze plaats sterk bepalend kan zijn voor het al dan niet voorkomen van luchtstromen tussen binnenisolatie en muur en de mogelijke risico's die daarmee samen hangen (zie § 2.1).

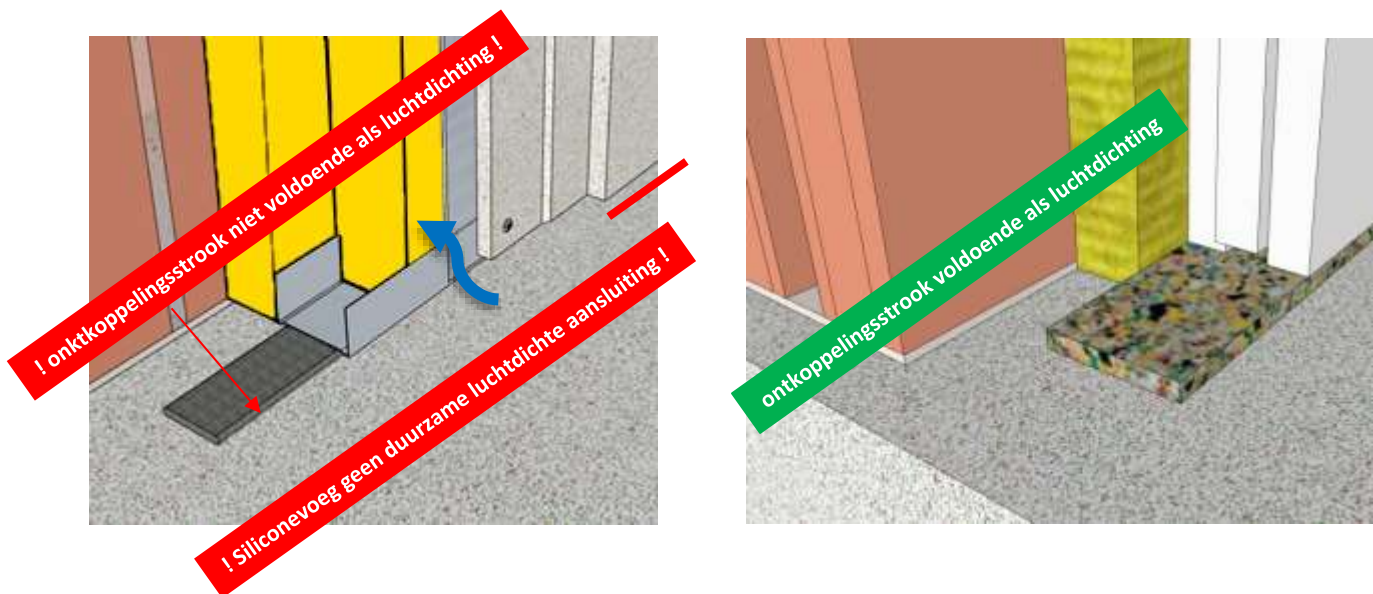
In functie van het type binnenisolatie kunnen verschillende technieken toegepast worden om de luchtdichting te realiseren. De principes en aandachtspunten worden besproken in § 3.2.2. Hierna worden enkele specifieke aandachtspunten en concrete voorbeelden weergegeven.

Het luchtscherm van de binnenisolatie wordt **idealiter aangesloten op de draagvloer, niet op de dekvloer**, en zeker niet op de vloerbekleding (tenzij dit redelijkerwijs niet anders kan, bv. bij een tegelvloer op zavel, wanneer het volledig vervangen van de vloer buiten het bereik valt van de actuele werken).

Opgelet met eventuele holtes in de draagvloer (bv. holle welfsels) in combinatie met eventuele perforaties van de vloer (bv. lichtpunten, stekkerdozen, convectorsputten...).

Opgelet met eventueel vocht in de draagvloer. Indien dit risico bestaat dient een vochtscherm geplaatst te worden onder de voet van de binnenisolatie, aan weerszijden opgetrokken tot boven het vloerpas (zie afbeelding

Bemerk: de **ontkoppelingstrook** die vaak gebruikt wordt tussen vloer en binnenisolatie is **niet** zonder meer **voldoende** als luchtdichting bij binnenisolatie van het type "stijl- en regelwerk" (zie foto's hierna). Er kunnen immers nog luchtstromen optreden tussen de afwerkingsplaat en de onderregel. Bij capillair-actieve binnenisolatie (vaak opgebouwd uit blokken) kan dit wel voldoende zijn.



Afbeelding 43 : binnenisolatie continu aangesloten op vloerisolatie (schematische voorstelling)

In beide gevallen gelden volgende **aandachtspunten voor de ontkoppelingsstrook**:

- **Voldoende dik:** minimum 5 mm als de vlakheid van de vloer perfect is, 10 mm als de vloer niet perfect vlak is (risico op perforaties van de strook en/of luchtstromen tussen strook en vloer)
- **Voldoende breed:** bij voorkeur ook onder de beplating, dus tot aan de plint (zo kunnen ook eventuele luchtstromen tussen onderregel en plaat afgesloten worden, bij zorgvuldige uitvoering)
- **Randen gedicht met elastische kit** (een blijvend elastisch materiaal, dus niet met bv. gips) ter hoogte van het afgewerkte vlak aan de kant van de binnenruimte (bv. tussen vloer en gipskartonplaat)

Opgelet: een **siliconevoeg** vraagt regelmatig onderhoud, wordt als algemene regel **op deze plaats niet beschouwd als een duurzame luchtdichte aansluiting**⁴. Door zettingen van de vloer en/of dekvloer in de eerste jaren na uitvoering van de vloer is de kans reëel dat het vloerpeil (licht) zakt en de voeg tussen plint en vloer open komt. Indien een elastische kit toegepast wordt (bv. als akoestische ont koppeling van wand- en vloer afwerking) wordt aangeraden om de voorschriften van de fabrikant te raadplegen (kies een voldoende duurzaam type) en de onderhoudsfrequentie in acht te nemen.



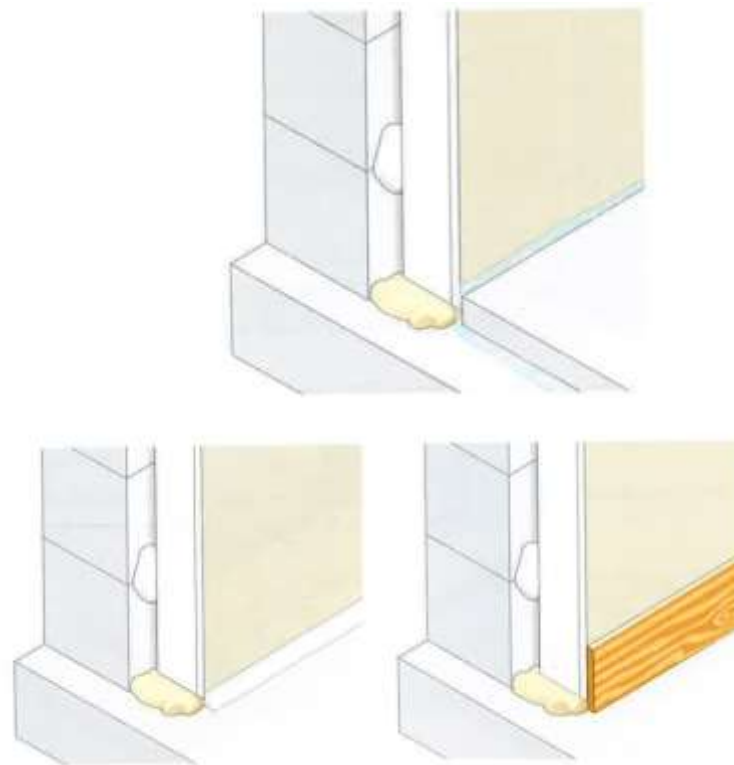
Afbeelding 44 : voorbeelden van losgekomen siliconevoegen (ref. Bouwinfo.be)

Binnenisolatie met prefab-panelen worden doorgaans luchtdicht gemaakt aan de randen door de voeg op te spuiten met PUR-schuim. Mits een correcte plaatsing (zie § 4.3) kan dit resulteren in luchtdichte aansluitingen.

⁴ Een siliconevoeg wordt wel als oplossing aanvaard voor de aansluiting pleisterwerk – buitenschrijnwerk, cf. TV 255, blz. 94 “Pleisterstop en soepele voeg” (...) “Deze oplossing kan duurzaam zijn, voor zover de voeg regelmatig gecontroleerd en indien nodig hersteld wordt.” Ter hoogte van het vloerpeil is de kans op bevochtiging en beschadiging groter dan rondom vensters.



Afbeelding 45 : luchtdichting van de onderrand van prefab-panelen voor binnenisolatie d.m.v. PUR-schuim



Afbeelding 46 : luchtdichting van de onderrand van prefab-panelen voor binnenisolatie d.m.v. PUR-schuim: ook in het geval van prefab-panelen wordt de binnenisolatie bij voorkeur geplaatst op de *draagvloer* (afbeelding boven); uitzonderlijk kan een plaatsing op de dekvloer of vloerafwerking redelijkerwijs de enige optie zijn (bv. als de dekvloer en vloerbekleding recent vernieuwd werd of als de bestaande vloer uit polierbeton bestaat) (afbeeldingen onder);

bij plaatsing op de draagvloer is het vaak aan te bevelen om de binnenisolatie te beschermen tegen eventueel opstijgend vocht door een plaatsing van een vochtscherm onder de isolatie, die aan weerszijden opgetrokken wordt tot boven het nulpas (zoals voorgesteld in afbeelding 34); bij het achteraf plaatsen van een dekvloer moet het vochtscherm onder de dekvloer geplaatst worden en opgetrokken tegen de binnenisolatie (zie afbeelding boven); aan de zijkant van de dekvloer moet tussen vochtscherm en PE-folie een randisolatie gelaatst worden (zie afbeelding 33)

bij plaatsing op de vloerbekleding kan de voeg tussen binnenisolatie en vloer bekleed worden met een plint (afbeelding onder rechts) of gedicht worden met een elastische voegdichting (afbeelding onder links); bemerk dat de luchtdichting gerealiseerd dient te worden door het PUR-schuim en niet door de afwerking

[bron tekeningen: Ouvrages en plaques de plâtre, guide pratique, CSTB, 2008]

In de praktijk kunnen zich vele bouwkundige vertreksituaties voordoen. Essentieel is dat de luchtdichtheid van deze aansluiting in planningsfase aangeduid wordt als een belangrijk punt en dat dit in uitvoeringsfase zorgvuldig gerealiseerd wordt.

Basisprincipe 3: binnenklimaat beheersen

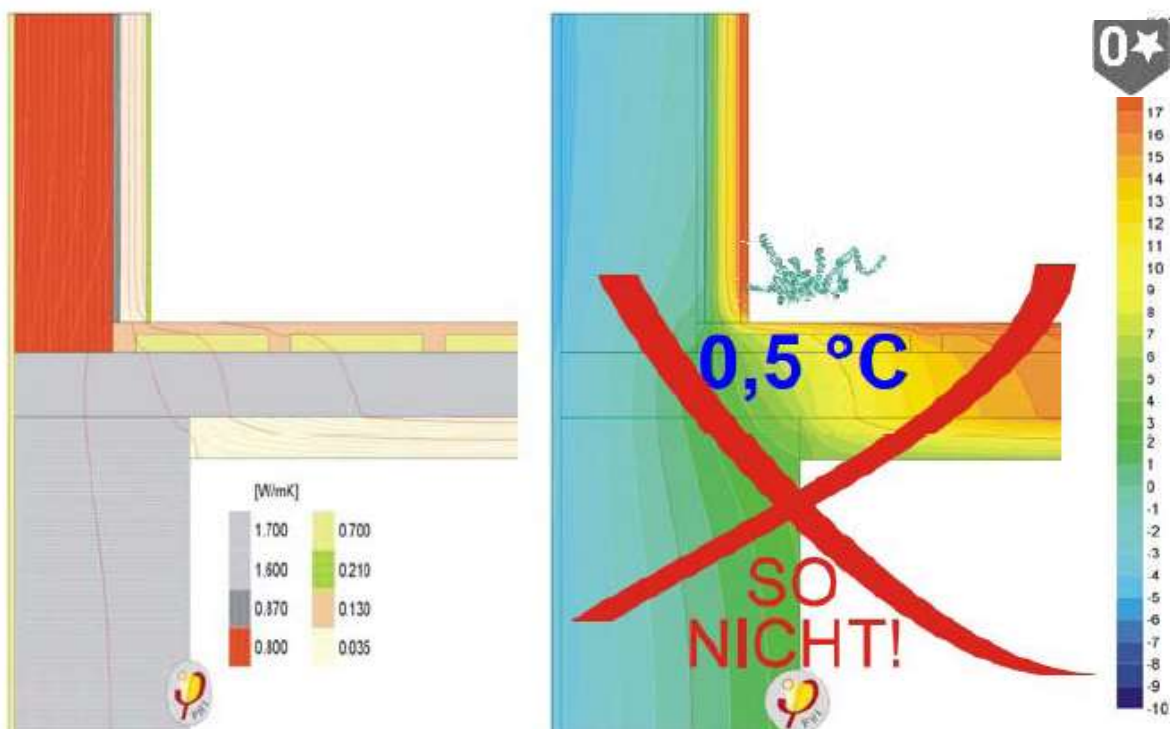
Pro memorie. Cfr. § 3.2.3. Vooral van belang wanneer de koudebrug ter hoogte van de muurvoet slechts ten dele gereduceerd kan worden. Door een correcte verwarming en ventilatie tijdens de winterperiode kan het optreden van schade vertraagd en beperkt worden.

Risico-inschatting en specifieke aandachtspunten

Wanneer de binnenisolatie niet continu aansluit op de isolatie in de vloer, ontstaat een koudebrug. Tijdens de winterperiode zal de oppervlaktetemperatuur in de hoek relatief laag zijn, wat een risico op schimmelvorming, condensatie en/of houtrot met zich mee brengt. Dit risico wordt reëel bij een gebrekkige ventilatie van de binnenruimte of zelfs een beperkte luchtverversing t.p.v. de aansluiting, bv. door de aanwezigheid van meubilair (een kast bv.), zeker in combinatie met een hoge vochtproductie in de ruimte (bv. was drogen, veel planten, ...).

Belangrijk: wanneer de muurvoet opgebouwd is met materialen die vochtbestendig zijn, hoeft een koudebrug niet per se tot bouwschade aanleiding te geven; **indien er zich daarentegen ter plaatse van de muurvoet niet-vochtbestendige materialen bevinden, zoals hout (met een ontoereikende duurzaamheid) bestaat een reële kans op het ontstaan van schade, met name houtrot!**

De case weergegeven in onderstaande afbeelding vormt hiervan een illustratie. Wanneer op een bestaande houten plankenvloer binnenisolatie geplaatst wordt, komt het hout in de hoek in contact met oppervlakken die in de winter erg koud kunnen zijn, en waarop vocht uit de binnenlucht kan condenseren. Dit kan tot het rotten van de houten lambourdes of vloerplanken leiden. In deze situatie is het aangeraden om de planken vloer plaatselijk te verwijderen zodat de binnenisolatie kan doorlopen tot op de draagvloer.



Afbeelding 47 : voorbeeld van een riskante uitvoering van binnenisolatie: [afbeelding: Altbauhandbuch, PHI, 2009]

Aangeraden wordt om:

- **geen hout of andere vochtgevoelige materialen in direct contact te plaatsen met oppervlakken waarop condensatie kan optreden**
- **alle hout t.p.v. de hoek wand-vloer (bv. onderregel stijl- en regelwerk) uit te voeren in voldoende duurzaam of verduurzaamd hout** (het hout kan immers mogelijk langdurig in een omgeving staan waar condensaat voorkomt en dus een hogere relatieve vochtigheid dan de gemiddelde waarde in de binnenruimte).

Voor meer informatie m.b.t. de inschatting van het schaderisico in functie van het binnenklimaat en de bouwkundige opbouw van de bouwknoop (met name de temperatuurfactor en het al dan niet EPB-aanvaard zijn) verwijzen we naar het thematisch WTCB-contact 2015/1 [4].

Synthese: als de theoretisch optimale oplossing door de specifieke renovatiecontext niet gerealiseerd kan worden:

- risico op pathologieën vrij beperkt,
 - o Opgelet: verwijder houten elementen op plaatsen waar mogelijk een lage oppervlaktetemperatuur kan ontstaan!
- wel energieverliezen

FAQ “Een houten vloer boven een (kruip)kelder? Opgelet!”

Wanneer de draagvloer op het gelijkvloers uit hout bestaat is extra waakzaamheid geboden.

De situatie en risico's zijn vergelijkbaar met deze voor detail 5 “gevel – houten vloer” (cf. infra), maar nog kritischer door de nabijheid van het maaiveld en de daarmee samenhangende extra aanwezigheid van vochtbronnen (bv. capillair opstijgend vocht, een mogelijk hoog vochtgehalte in de ruimte tussen de vloer en de grond bij onvoldoende verluchting van een kruipkelder, ...).



Afbeelding 48 : houtrot in een houten vloer boven een kelder [foto WTCB, L. Firket]

Door toepassing van een vochtgevoelig materiaal in een omgeving met talrijke vochtbronnen is een houten vloer boven een (kruip)kelder sowieso een **risicovolle constructie**. Plaatsing van binnenisolatie tegen de muren van de gelijkvloerse verdieping vermindert daarenboven de droogcapaciteit van de houten balkkoppen. Bemerkt dat door thermische trek in het gebouw aan de onderzijde van de gevel vooral *luchtinfiltratie* optreedt (aan de bovenzijde vooral *luchtexfiltratie*). Dit betekent dat er bij aanwezigheid van luchtlekken lucht van buiten het gebouw zal *binnen* stromen (i.p.v. lucht van binnenuit buitenstromen). Dit fenomeen kan een drogend effect hebben voor de balkkoppen. Wanneer geen wand- en vloerisolatie aanwezig is zal in de winter de warmte uit de binnenruimte ook een drogende effect hebben. Dit kan tot gevolg hebben dat de mogelijke gevolgen van eventueel aanwezige vochtproblemen zich (nog) niet manifesteren. **Het isoleren en luchtdichter maken van de muurvoet kan als gevolg hebben dat de balkkoppen natter komen te staan dan voorheen, en gaan rotten!**

*Een goede luchtdichtheid en continuïteit van de isolatie ter plaatse van de muurvoet blijkt in deze situatie dus géén voldoende garantie te bieden voor een schadevrije constructie!*⁵

Men moet dus uiterst voorzichtig zijn met het aansluiten van binnenisolatie op een houten vloer op grondniveau: de balkkoppen moeten perfect droog zijn en alle mogelijke oorzaken van vocht ter hoogte van de balkkoppen moeten opgelost zijn (denk aan capillair opstijgend vocht, aan de gevel opspattend vocht, spouwdrainage, onvoldoende ventilatie (kruip)kelder ...).

⁵ Er is een schadegeval bekend na plaatsing van binnenisolatie waarbij naar verluidt het detail van de muurvoet volgens voornoemde basisprincipes 1 en 2 uitgevoerd was (o.a. perfect luchtdichte aansluiting) en de houten vloer op korte termijn door houtrot teniet is gegaan.

Gelet op het grote risico van deze situatie is het **sterk aangeraden om - alvorens binnenisolatie te plaatsen - de houten vloer te vervangen door een massieve vloer**. Dit biedt de meeste zekerheid op een duurzame, schadevrije constructie

FAQ “Binnenisolatie van keldermuren?”

In bepaalde gevallen kan het wenselijk zijn om ook (half) in de grond verzonken binnenruimten thermisch te isoleren. Buitenisolatie of spouwisolatie zijn in dat geval meestal geen optie, waardoor gekeken wordt in de richting van binnenisolatie. Binnenisolatie van keldermuren vereist een bijzondere kennis van ontwerper en uitvoerder, die buiten het bestek van dit document valt. We beperken ons hier tot het aanstippen van enkele belangrijke aandachtspunten, zodat de lezer een basisinzicht krijgt in de problematiek en een weet hoe hij/zij in voorkomend geval dit in de praktijk kan aanpakken.

Bij het langs binnen isoleren van ondergrondse constructies wordt men geconfronteerd met **specifieke risico's**. Ten eerste moet de kelder 100% **waterdicht** zijn. Zie TV 250 van het WTCB. Ten tweede moet de kelder ook voldoende **geventileerd** zijn. Een doordacht ventilatiesysteem (natuurlijke of mechanisch) is daartoe aanbevolen. Zie TV 258. *Beide randvoorwaarden zijn niet altijd evident om (volledig) te realiseren in de praktijk.*

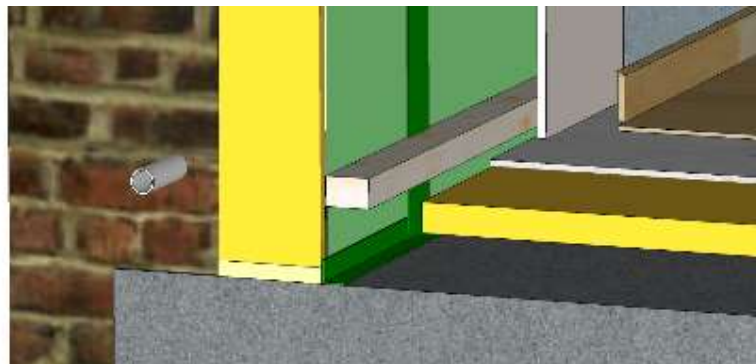
Wat de keuze van het binnenisolatiesysteem betreft is het belangrijk aan te stippen dat **niet alle materialen geschikt zijn voor deze toepassing**. Het wordt sterk aanbevolen om enkel te werken met **vochtbestendige en volledige dampdichte isolatiematerialen, die via volvlakkige verlijming perfect luchtdicht aangebracht worden tegen de muur**.

Opgelet: **door vermindering van de drogingsmogelijkheid naar binnen kan de vochthuishouding van de kelderwanden wijzigen, m.a.w. waar voor het aanbrengen van isolatie geen probleem zichtbaar was, kan er een kritische situatie ontstaan na aanbrengen van isolatie!** Ook het metselwerk boven het maaiveld kan vochtiger worden (wanneer een vochtscherm ontbreekt, wat bij oude massieve muren vaak het geval is).

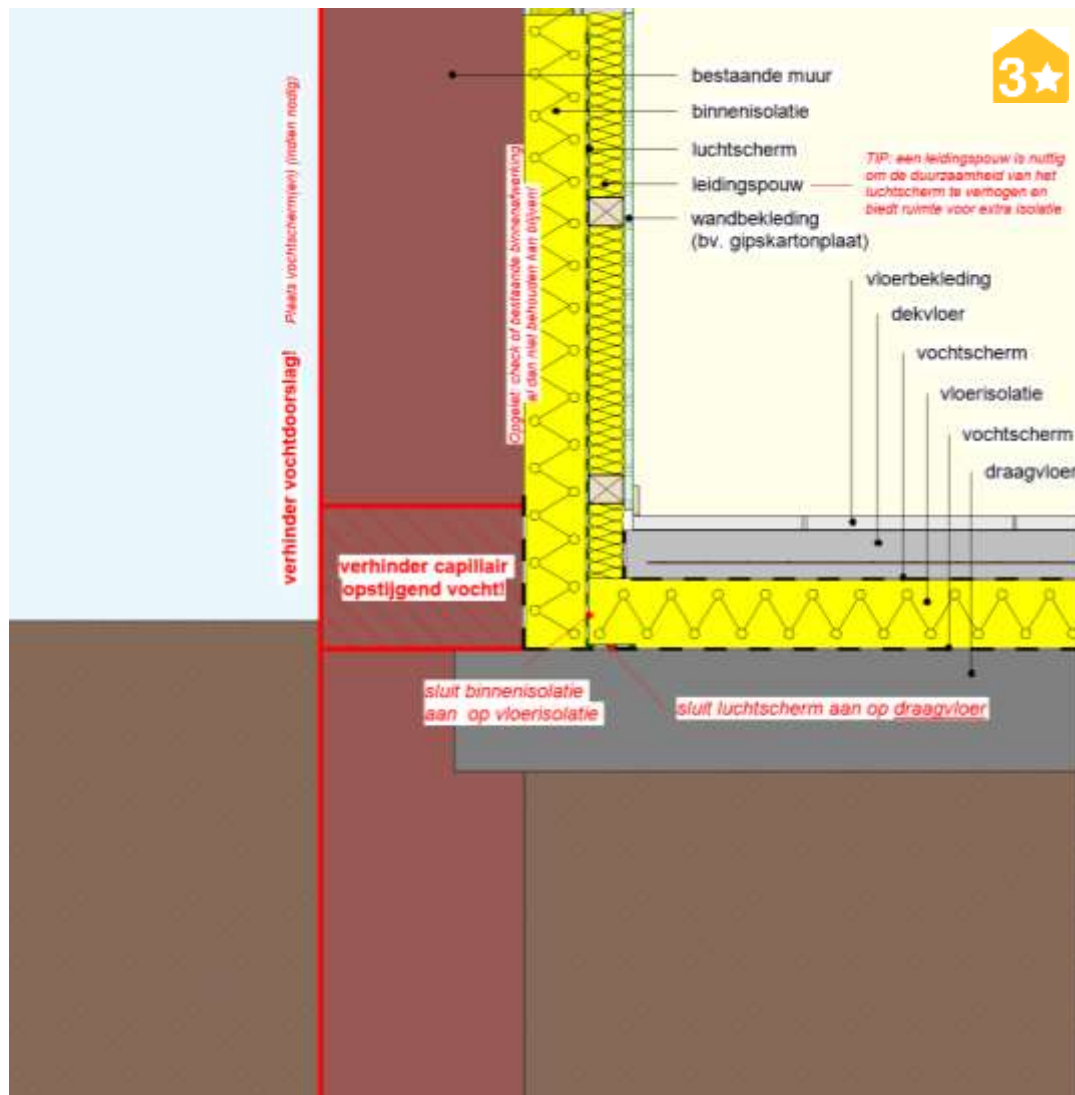
Daarom is het als ontwerper of aannemer sterk aangeraden om advies in te winnen bij een persoon, bedrijf of organisatie met gespecialiseerde kennis (hygrothermie, kelderdichting, binnenisolatie ...) en gepaste tools (bv. hygrothermische simulatieprogramma's) om een projectspecifieke situatie correct te kunnen inschatten en een robuuste oplossing te kunnen uitwerken.

Plaats nooit binnenisolatie in een ondergrondse constructie zonder voorafgaande studie!

Generiek standaarddetail



Afbeelding 49 : aansluiting binnenisolatie - vloerisolatie (standaarddetail, schematische 3D voorstelling)



Afbeelding 50 : aansluiting binnenisolatie - vloerisolatie (standaard referentiedetail, 2D voorstelling)

Praktische uitvoering: voorbeelden

Hierna wordt voor elke basistype binnenisolatie één voorbeeld gegeven van een type-detail, a.d.h.v. foto's van demonstratiemodellen in atelier⁶, aangevuld met werffoto's. De onderregel wordt in de praktijk meestal direct op de ondergrond geplaatst en bevestigd met een slagplug. Onder een onderregel in metalstud wordt vaak een soepele, isolerende dichtingsband geplaatst (PE, eenzijdig klevend). Als de geluidisolatie belangrijk is, is dit noodzakelijk.

A.1.B1 I Detail 1 – muurvoet – Binnenisolatie type B1 I (stijl- en regelwerk)



Afbeelding 51 : luchtdichte aansluiting op de vloer via een wachtfolie, luchtdicht verbonden op de vloer d.m.v. een kitvoeg



Afbeelding 52 : aansluiting van het luchtscherm op de vloer via zelfklevende luchtdichtingsstroken

⁶ Bron foto's: foto's WTCB, gemaakt in VDAB Hamme en opleidingscentrum Gyproc (Kallo)



Afbeelding 53 : aansluiting van het luchtscherm op de vloer via een wachtfolie, vertrekkend van onder de vloerisolatie; de wachtfolie is luchtdicht verbonden met de vloer via luchtdichtingskit; bemerk ook dat het stij- en regelwerk op enkele cm afstand van de muur geplaatst is en de holte opgevuld is met soepel isolatiemateriaal; de desolidarisatiestrook tussen de onderregel van de metal stud en de vloer dient om eventuele onvlakheden op te vangen en is positief voor de geluidisolatie



Afbeelding 54 : aansluiting van een binnenisolatie (houten stijl- en regelwerk, te vullen met minerale wol) op een massieve vloer; bemerk het vochtscherm tussen vloer en binnenisolatie om capillair opstijgend vocht te vermijden; in dit specifieke geval zijn de stijlen gedimensioneerd om een nieuwe verdiepingsvloer te dragen (zodat de problematiek van de houten balkkoppen – zie detail 5 - vermeden wordt) (werffoto – illustratief voor een reële praktijksituatie)



Afbeelding 55 : aansluiting van een binnenisolatie (houten stijl- en regelwerk, te vullen met cellulose) op een massieve vloer; bemerk het vochtscherm tussen vloer en binnenisolatie om capillair opstijgend vocht te vermijden; in dit specifieke geval zijn de stijlen alleen zelfdragend; bemerk de integratie van technieken in de voorzetwand en de aanzet voor luchtdichte aansluitingen (werffoto WTCB – werf arch. K. Lowette, Brussel – illustratief voor een reële praktijksituatie)

A.1.BI II Detail 1 – muurvoet – Binnenisolatie type BI II (verkleefd of verlijmd)



Afbeelding 56 : aansluiting van een binnenisolatie met prefab panelen op een massieve vloer; bemerk dat de binnenisolatie idealiter niet op de dekvloer maar op de draagvloer geplaatst wordt en in elk geval bij voorkeur aansluit op de vloerisolatie



Afbeelding 57 : aansluiting van een binnenisolatie met prefab panelen op een massieve vloer; detail van een courante techniek voor de realisatie van een luchtdichte aansluiting: de voeg opspuiten met PUR-schuim

A.1.BI III **Detail 1 – muurvoet – Binnenisolatie type BI III (capillair actief)**



Afbeelding 58 : aansluiting van een binnenisolatie met capillair-actief materiaal op een massieve vloer; detail van een courante techniek voor de realisatie van een luchtdichte aansluiting: strook vilt tussen de isolerende blokken en een massieve vloer (hier voorgesteld door een multiplex plaat); de strook vilt doet ook dienst als desolidarisatiestrook voor het opvangen van eventuele onregelmatigheden in het vloeroppervlak en als akoestische scheidingslaag

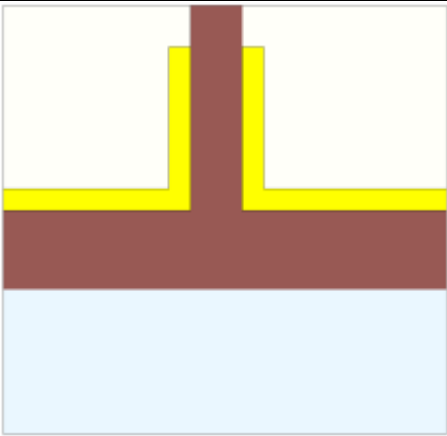
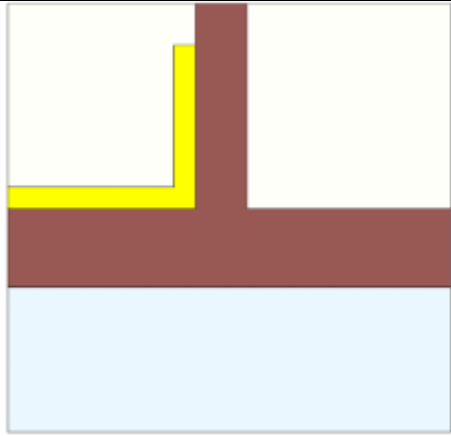
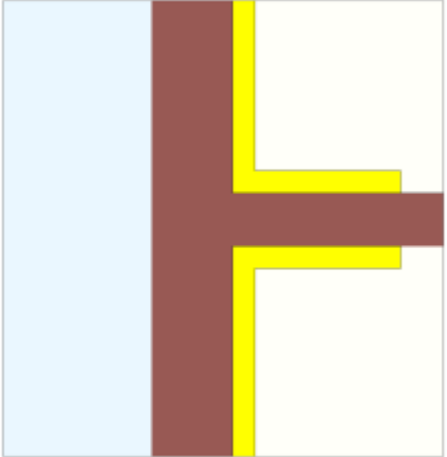
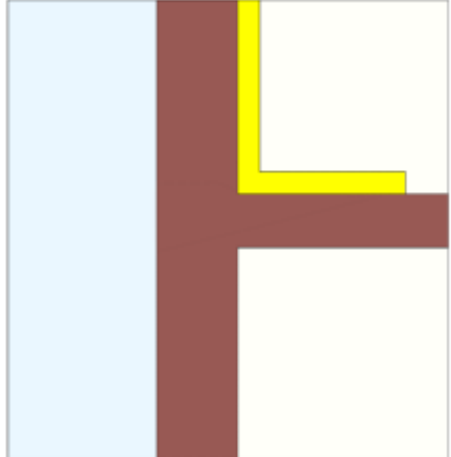


Afbeelding 59 : akoestische scheidingslaag tussen een binnenisolatiesysteem met capillair-actief materiaal en de bestaande muur en vloer (variante); periferisch soepele randstroken (aan de onderzijde en zijkanten van de muur, bovenaan kan opgespoten worden met – elastisch – montageschuim)

B. Concept “Gevel – massieve wand (gevel, gemene muur, binnenmuur of massieve vloer)”

Dit concept bundelt een aantal gelijkaardige details waarin de thermische binnenisolatielaag onderbroken wordt door een intern scheidingselement (muur of vloer) dat – doorgaans orthogonaal – raakt aan de gevel. De muur kan een binnenmuur zijn (in deze positie ook wel “dwarsmuur” of “inbindende muur” genoemd) of een gemene muur. Ook de vloer kan ofwel een binnenvloer zijn (bv. een verdiepingsvloer binnen een woning) of een woningscheidende vloer (bv. tussen twee appartementen). Wanneer de muur of vloer woningscheidend is, is het doorgaans niet evident om aan beiden zijden van de muur of vloer binnenisolatie en retourisolatie (zie verder) aan te brengen. Wanneer het een binnenmuur of –vloer betreft is dit doorgaans wel mogelijk (en aangeraden).

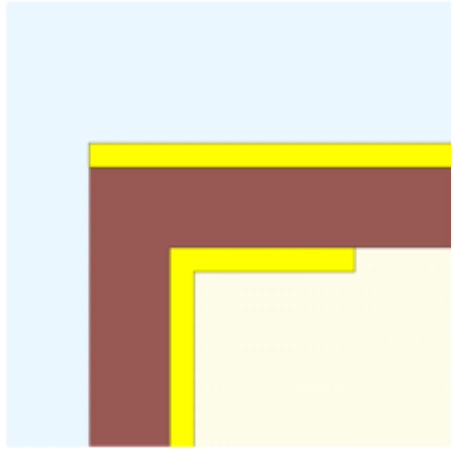
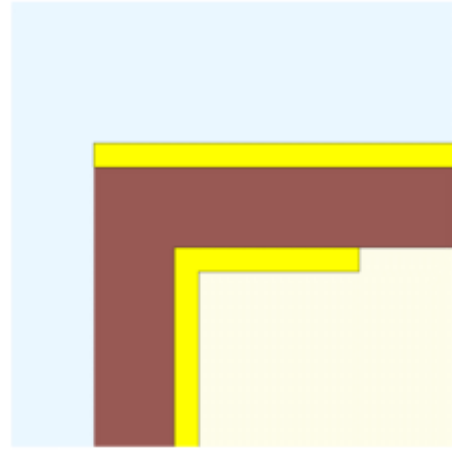
Tabel F : mogelijke technieken voor koudebrugreductie bij binnenisolatie
Legende: geel = isolatie / oranje = tussengevoegd isolerend deel (volgens EPB-definitie)

| | Binnenisolatie aan twee zijden van de inbindende muur of vloer | Binnenisolatie aan één zijde van de inbindende muur of vloer |
|----------------------|---|--|
| Muur dwars op gevel |  |  |
| Vloer dwars op gevel |  |  |

Hierna worden de verschillende situaties besproken, waarbij eerst de algemene en vervolgens de eventuele specifieke punten aan bod komen.

Bemerk: een vergelijkbare situatie kan zich voordoen wanneer een voorgevel langs binnen geïsoleerd wordt en een (blinde) zijgevel langs buiten (vaak voorkomend). Ook in dit geval kan gebruik gemaakt worden van retourisolatie om de koudebrug te reduceren in de hoek tussen de twee gevels. Zie ook afbeelding 8. Ook bij de aansluiting van een warm plat dak (isolatie bovenop een massieve draagvloer) op een binnenisolatie van een onderliggende gevel is een retourisolatie aangewezen.

Tabel G : mogelijke technieken voor koudebrugreductie bij binnenisolatie
Legende: geel = isolatie / oranje = tussengevoegd isolerend deel (volgens EPB-definitie)

| | Zijgevel met buitenisolatie op gevel | Warm plat dak op gevel |
|----------------------------|--|---|
| Gevel of plat dak op gevel |  |  |

Basisprincipe 1: koudebruggen reduceren

Verskillende oplossingen zijn mogelijk. De mogelijkheid tot toepassing wordt in de praktijk echter beperkt door de bouwkundige randvoorwaarden:

- de mate waarin ingegrepen mag worden in de plafondafwerking (doorgaans zal de plaatsing van een retourisolatie visueel en budgettair acceptabel kunnen zijn, maar er zijn situaties waar dit niet zo is, bv. in erfgoed-context, bv. een monumentaal plafond, waar de moulures niet gewijzigd kunnen worden zonder de proporties van het geheel teniet te doen)
- de mate waarin de vloerbedekking op de verdiepingsvloer kan aangepast worden (kan beperkt zijn door budget, erfgoed, maar ook uitvoeringstechnisch, bv. een betonnen afwerkingslaag die redelijkerwijs niet verwijderd kan worden in het kader van de werken)
- de dikte van de afwerkingslaag (doorgaans vloerbekleding + dekvloer + eventuele akoestische isolatie); deze bepaalt in welke mate retourisolatie aan de bovenzijde al dan niet in de vloer ingewerkt kan worden
- de mate waarin (akoestische) vloerisolatie aanwezig is of kan toegevoegd worden
- de mate waarin eventueel een strook buitenisolatie toegevoegd kan worden

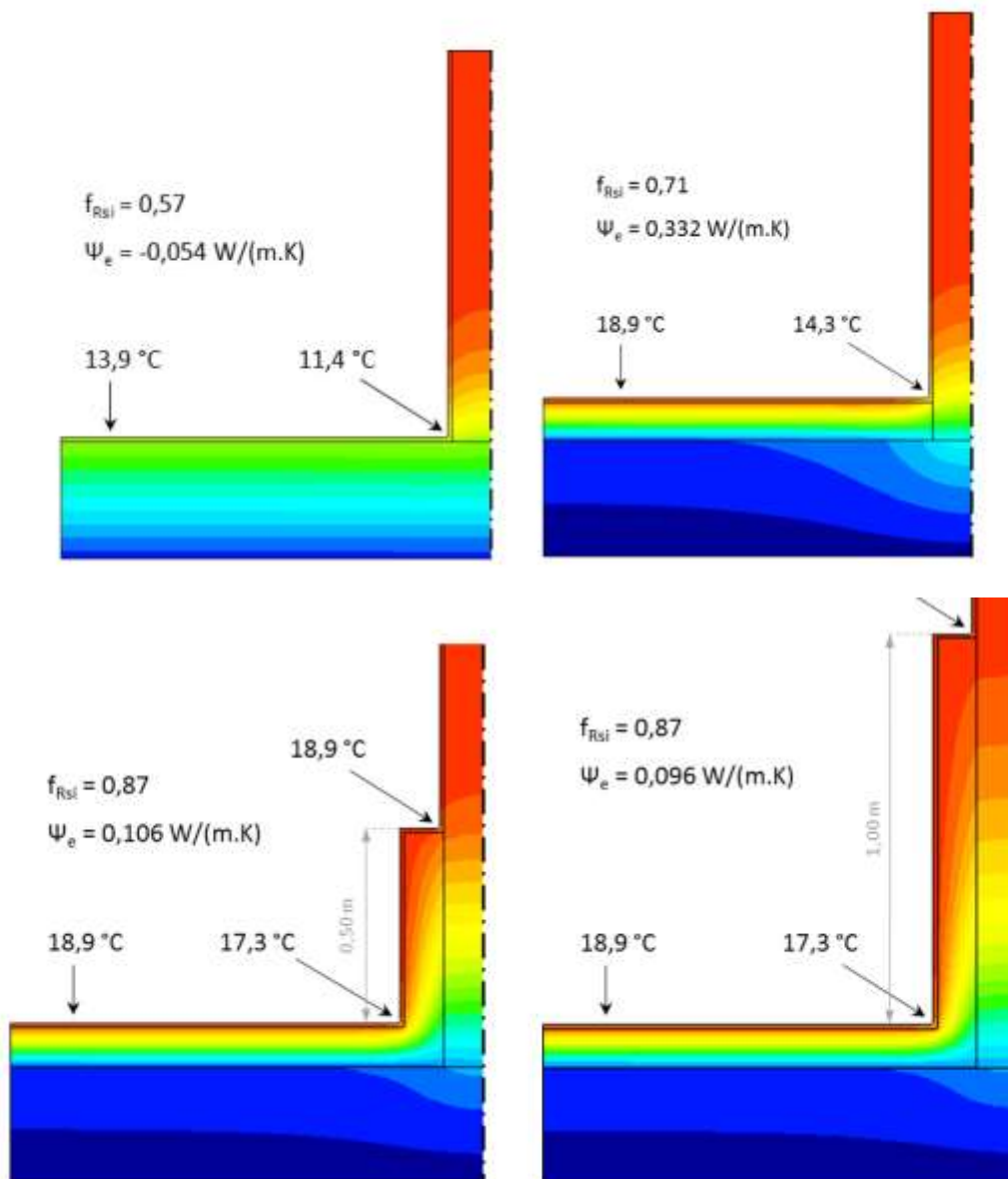
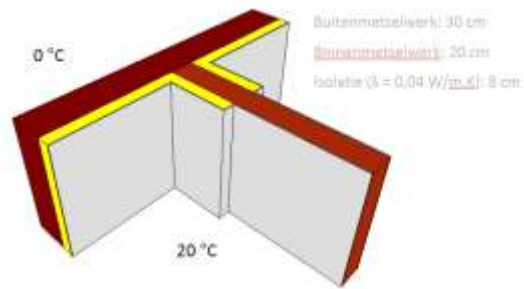
Hierna worden de verschillende opties besproken in volgorde van haalbaarheid in de courante praktijk: van de altijd toepasbare standaardoplossing tot eerder zelden toepasbare alternatieven.

BELANGRIJK: (*) Streef altijd een technisch optimale oplossing na: realiseer het detail conform de basisregel of – als dat niet mogelijk is - toon aan dat er geen risico is op schimmelvorming of condensatie d.m.v. thermische simulatie (temperatuurfactor in de hoek moet $\geq 0,7$). Indien projectspecifiek redelijkerwijs niet realiseerbaar in het kader van de geplande werken: zie FAQ: “Wat als de basisprincipes redelijkerwijs niet volledig gerealiseerd kunnen worden binnen de limieten van de opdracht?” in §7.

a) Basisregel: plaats retourisolatie

Daar waar een gevel voorzien van binnenisolatie aansluit op een binnenmuur of een verdiepingsvloer is het meestal onmogelijk om de isolatielaag continu te laten doorlopen. Om de koudebrugwerking op die plaats te beperken en het risico op schimmelvorming en condensatie te reduceren, wordt als algemene regel aangeraden om de isolatie over een zekere afstand door te trekken over de muur of vloer die de gevelisolatielaag onderbreekt (“retour van de isolatie” of “inbindende” of “flankerende” isolatiestrook).

De retour zorgt ervoor dat de oppervlaktetemperatuur in de hoek hoger is dan zonder retour, waardoor het risico op schimmelvorming en condensatie verkleind wordt (zie Afbeelding 60:). De lengte van de inbindende isolatie is afhankelijk van de dikte van de isolatie in het gevelvlak en de resulterende U-waarde van de geïsoleerde gevel. In het algemeen is een flankerende isolatiestrook van 60cm voldoende. Via thermische simulatie kan de minimale lengte en dikte nauwkeuriger bepaald worden. Hieronder worden de resultaten getoond van een thermische simulatie van de standaardoplossing en enkele varianten (bij gemiddelde, courant voorkomende randvoorwaarden).

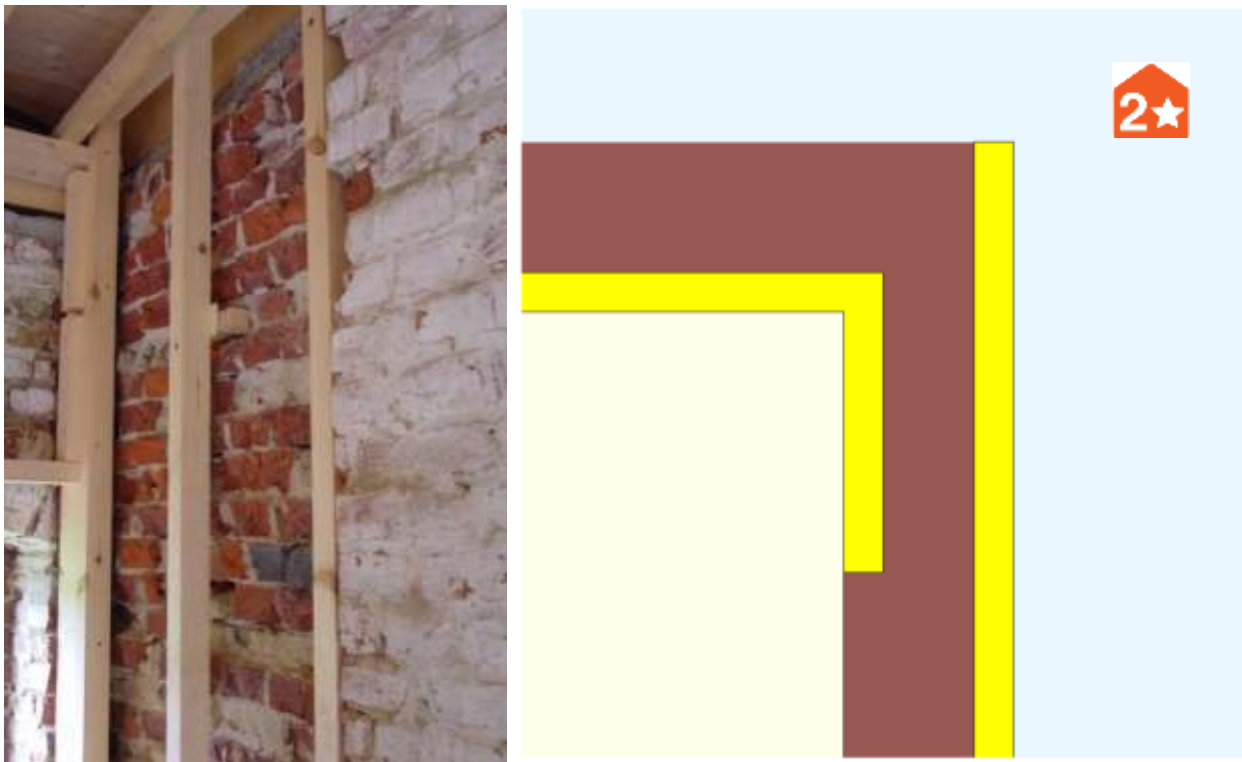


Abbeelding 60 : werkingsprincipe van flankerende isolatie van een inbindende binnenwand: resultaten thermische simulatie voor 4 situaties (randvoorwaarden: zie boven)

Uit bovenstaande afbeelding kunnen we leren:

- binnenisolatie heeft een duidelijk gunstige invloed op temperatuurfactor (maar het ééndimensionaal temperatuursverschil tussen binnenoppervlak koudebrug en binnenoppervlak hoek inbindende wand wordt groter, ook de koudebrug wordt groter)
- als retourisolatie toegepast wordt dalen de warmteverliezen en stijgt de temperatuurfactor verder;
- het heeft niet veel zin om meer dan 60 cm retourisolatie te plaatsen
- met de randvoorwaarden voor deze berekening is ook zonder retour de temperatuurfactor $f > 0,7$, dus in principe aanvaardbaar; bemerk wel dat dit afhankelijk is van de dikte van de inbindende muur, de dikte van de isolatie, de materiaaleigenschappen van het metselwerk etc...; dit mag dus niet veralgemeend worden, maar moet steeds projectspecifiek getoetst worden. Bemerk ook dat de temperatuurfactor slechts een vuistregel is om het schaderisico in te schatten en niets zegt over de energieverliezen; retourisolatie is dus in principe altijd de beste oplossing (zie ook § 3.2.1).

Als de muur dik genoeg is, kan de mogelijkheid bestaan om de binnenisolatie in de muur te verzinken, na weggappen van een laag metselwerk. Dit kan bv. een optie zijn bij relatief dikke massieve zijgevels. *Steeds dient de impact van deze maatregel op de stabiliteit, de vochthuishouding (grotere kans op regendoorslag) en de geluidisolatie (bv. bij gemene muren) op voorhand goed bestudeerd te worden!*



Afbeelding 61 : praktijkvoorbeeld van het verzinken van retourisolatie in de muur (aansluiting voorgevel met binnenisolatie op zijgevel met buitenisolatie) [ref. IsoproC, werf Schlachthof Eupen, 2002]

b) Zonder retour

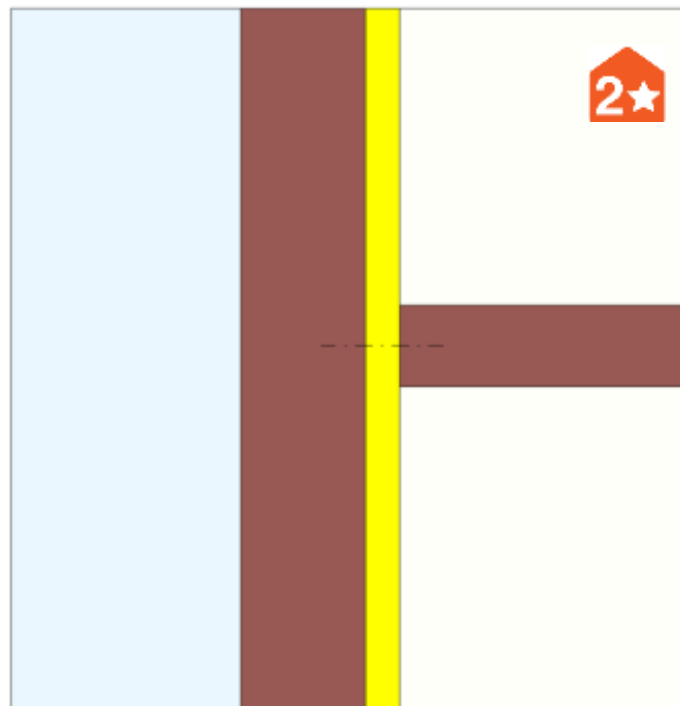
We merken op dat het ook mogelijk is om retourisolatie achterwege te laten, ALS de dikte van de binnenisolatielaag voldoende groot is (zie voorgaande Afbeelding 60 :), of als de gevel een dikke muur is, of een spouwmuur. Door thermische simulatie kan de oppervlaktetemperatuur in de hoek berekend worden en op basis hiervan bepaald worden of een retourisolatie nodig is of niet.

Noodzakelijke voorwaarde:

Voor deze optie kan enkel gekozen worden *mits het uitvoeren van een hygrothermische studie.*

Bemerk dat met superisolerende isolatiematerialen (relatief dun) altijd een retourisolatie geplaatst moet worden.

c) Isolatielaag continu



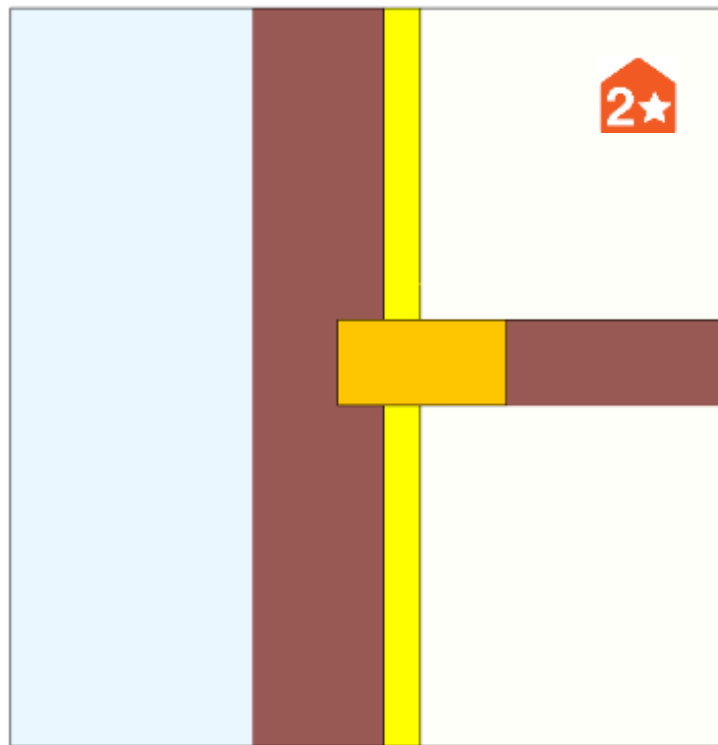
Afbeelding 62 : koudebrug inbindende muur of vloer opgelost door het doortrekken van de isolatielaag (schematische voorstelling);
bemerkt dat de koudebrugwerking van eventuele metalen verbindingstukken in rekening gebracht moet worden (cf. EPB-regels)

Hoewel praktisch meestal zeer moeilijk realiseerbaar (zonder grote technische en financiële impact) is het in principe ook mogelijk om de isolatielaag te laten doorlopen, mits het loskoppelen van de binnenwand of vloer van de gevel. In de uitwerking van de algemene principes per detail worden enkele voorbeelden gegeven van concrete toepassingen (cf. infra).

Noodzakelijke voorwaarde:

Het is duidelijk dat dit consequenties kan hebben op het vlak van de stabiliteit van het gebouw, waardoor **slechts met de meeste omzichtigheid en enkel na studie door een stabiliteitsingenieur**, voor deze optie gekozen kan worden.

Uit een case studie waarin dit principe toegepast werd (bv. L'Oréal, Brussel, arch. Moreno-Vacca) blijkt dat het om stabiliteitsredenen nodig kan zijn om de gevel te verankeren aan de binnenmuren d.m.v. stalen ankers. Uiteraard moet in dat geval ook de koudebrugwerking van de ankers in rekening gebracht worden.

d) Tussenvoeging isolerend deel

Afbeelding 63 : koudebrug inbindende muur of vloer gereduceerd door tussenvoeging van isolerend metselwerk (schematische voorstelling); cf. EPB-regel voor bouwknoep "tussengevoegd isolerend deel"

In het geval de inbindende muur een functie heeft voor de stabiliteit van het gebouw, kan een mogelijke alternatieve oplossing erin bestaan om de oude binnenmuur over een afstand van ca. 30 cm vanuit het gevelvlak weg te kappen, en te vervangen door een materiaal dat een zeker thermisch isolerend vermogen heeft (relatief geringe lambda-waarde, beduidend lager dan baksteen), en tevens een voldoende mechanische belasting kan opnemen. Men zou dus het oude metselwerk kunnen vervangen door nieuw metselwerk met een betere thermische weerstand, en de gewenste mechanische krachtsoverdracht in het aansluitingsdetail realiseren zoals voorheen, door het metselwerkverband. Mogelijk kan cellenbeton

hiervoor in aanmerking komen, of baksteen waarvan de holtes gevuld zijn met isolatiemateriaal (zoals bepaalde types kimblokken). Er zou ook onderzocht kunnen worden of in het geval van een capillair-actief binnenisolatiesysteem tussengevoegde isolerende stenen met een zekere capillair-actieve werking zouden kunnen ontwikkeld worden (én voldoende mechanische weerstand).

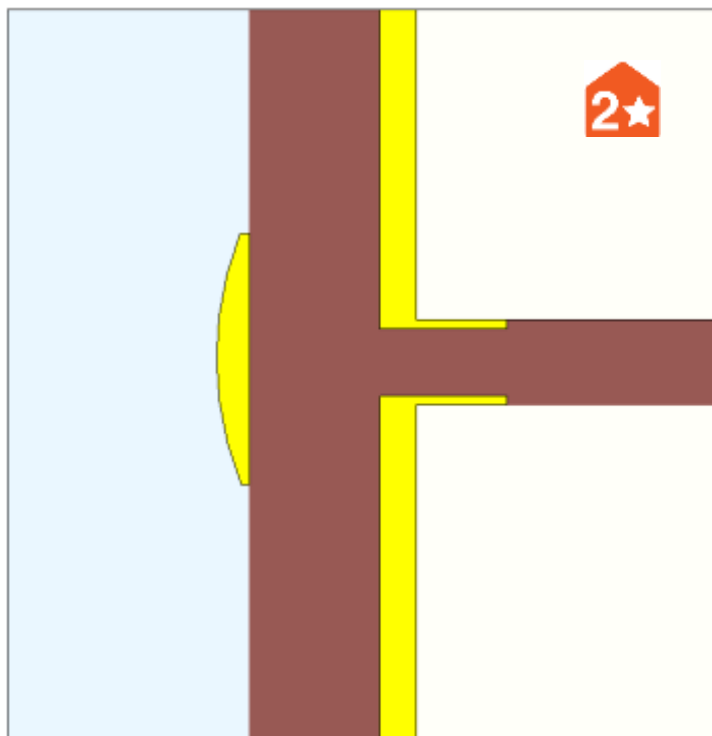
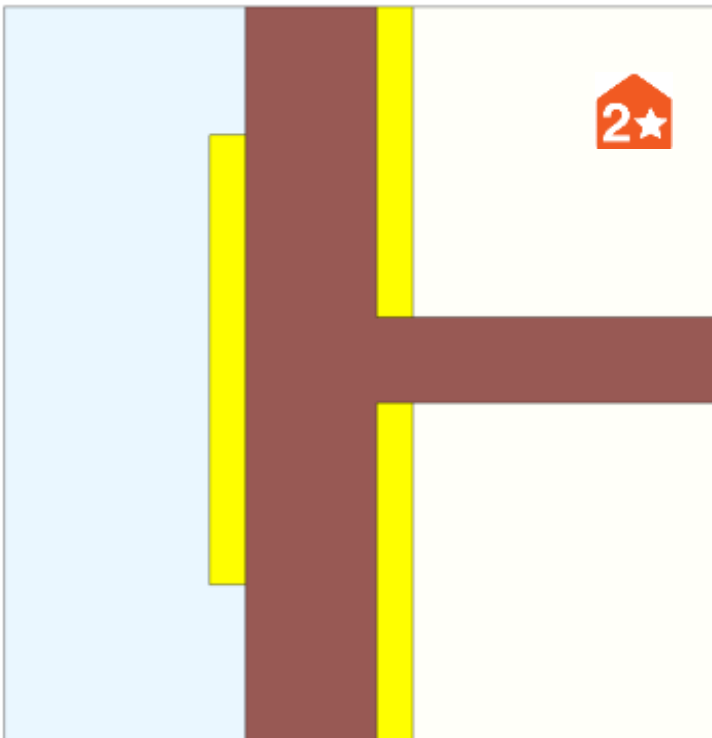
Voorwaarde: formaat isolerende blokken moet in te passen zijn in het bestaande metselverband.

e) Lokale strook buitenisolatie (optie 5)

De koudebrug die ontstaat doordat de binnenisolatielaag onderbroken wordt door een inbindende muur of vloer kan in principe ook gereduceerd worden door een lokale strook buitenisolatie. Zie afbeelding hierna. Bemerkt dat dit kan onder de vorm van een horizontale lijst in de gevel die architecturaal onopvallend geïntegreerd kan worden in een bestaand decoratief patroon, of net als nieuw architecturaal element gebruikt kan worden om de gevel een frisse look te geven. Een dunne laag isolatie kan reeds volstaan om condensatie te vermijden. In principe zou overwogen kunnen worden om bestaande decoratieve elementen, bv. in natuursteen, wanneer ze aan renovatie toe zijn te vervangen door nieuwe elementen met dezelfde of gelijkaardige vorm, bestaand uit een kern van isolatiemateriaal, duurzaam bekleed met een product dat qua materiaal en kleur past in de bestaande gevel.

Bovenstaande - in de praktijk reeds toegepaste - opties a t.e.m. c worden verder meer concreet uitgewerkt, met vermelding van specifieke aspecten per detail.

*De opties d en e werd niet terug gevonden in de literatuur maar zou in theorie ook een mogelijke oplossing kunnen zijn, aanvullend op de voorgaande drie opties. **Innovatie-opportunities?***



Afbeelding 64 : koudebrug inbindende muur of vloer gereduceerd door lokale strook buitenisolatie (schematische voorstelling); bemerk dat dit in bepaalde gevels architecturaal geïntegreerd kan worden (onopvallend, of juist als decoratief element);

Basisprincipe 2: luchtlekken vermijden

Verder in het document wordt voor de verschillende details aangegeven op welk manier de luchtdichte verbinding gerealiseerd kan worden in de praktijk, volgens de principes uiteengezet in § 3.2.2.

Voor de positie van het luchtscherm ter hoogte van de retourisolatie verwijzen we naar afbeelding 12 en 13.

Voor meer informatie over luchtdicht maken van aansluitingen verwijzen we naar de TV 255 van het WTCB.

Basisprincipe 3: binnenklimaat beheersen

Pro memorie: geen binnenisolatie plaatsen zonder eerst een correcte ventilatie te voorzien. Een voldoende droog en verwarmd binnenklimaat is een belangrijke voorwaarde om binnenisolatie te kunnen plaatsen zonder risico op schimmelvorming of condensatieproblemen.

Detail 2 – gevel – binnenmuur

Vooraf: eventuele vochtproblemen oplossen!

Belangrijk: het aansluitingsdetail moet duurzaam droog zijn alvorens binnenisolatie te plaatsen.

Basisprincipe 1: koudebruggen reduceren

a. Met retour (standaard-optie)

Zoals hiervoor beschreven, vormt een retour van de isolatielaag de standaardoptie voor de aansluiting van een gevel op een binnenmuur. Deze wordt idealiter aangebracht aan weerszijden van de muur, wat bij binnenmuren doorgaans mogelijk is. Voor een bespreking van het verschil tussen éénzijdig en tweezijdig aanbrengen van retourisolatie: zie Detail 4.

De retourisolatie kan op verschillende manieren gerealiseerd worden:

- i. Retour van de binnenisolatie van de gevel op de inbindende binnenwand met een laag isolatie, met dezelfde dikte als gebruikt in de gevelisolatie; dit heeft een verspringing in het muuroppervlak van de inbindende wand tot gevolg, wat mogelijk niet gewenst kan zijn door de opdrachtgever.

Bemerk: een retour van binnenisolatie op een muur loodrecht op de gevel kan architecturaal geïntegreerd worden in het gebouw, bv. door contrasteren van materialen (bv. ruw oppervlak van geschilderd zichtmetselwerk <> effen oppervlak plaatmateriaal).

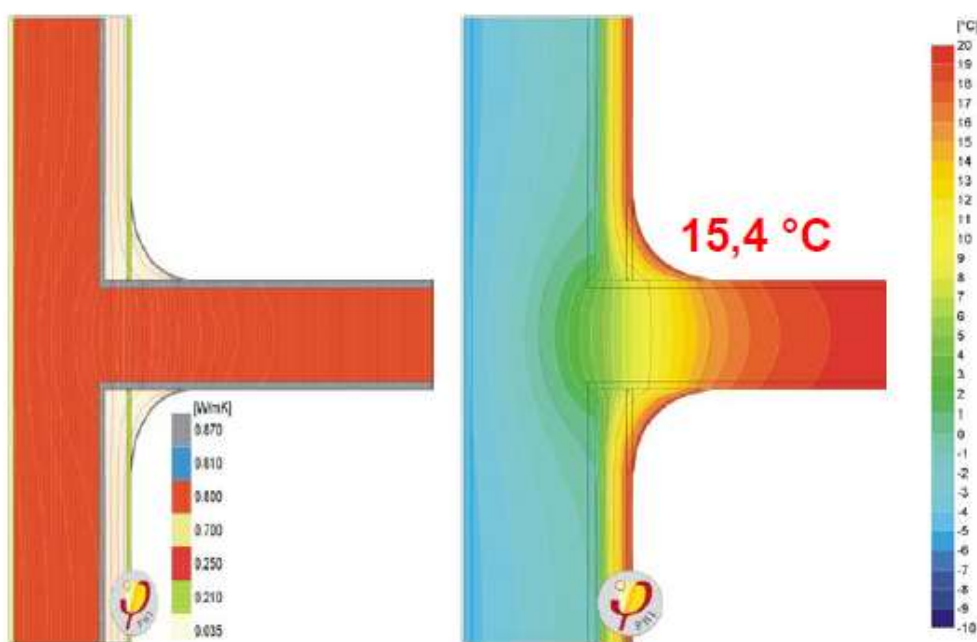


Afbeelding 65 : aansluiting gevel-binnenmuur via retourisolatie (praktijkvoorbeeld) [ref. projectfiche "Eco"Hom, Liège", onderzoeksproject LEHR, Low Energy Housing Retrofit, PHP/ PMP, Architecture et Climat - UCL, WTCB, 2009]

Om de plaatselijke verdikking van de muur zoveel mogelijk te beperken, kan ervoor gekozen worden om voorafgaandelijk het **binnenpleisterwerk** op die plaats te **verwijderen**. Zo kan men de **meerdikte met 10 à 15 mm beperken**.

Opgelet: belangrijk is wel om de **luchtdichtheid** van de bouwschil niet in het gedrang te brengen. Het pleisterwerk vervult normaal de functie van luchtscherm op die plaats. Het is dus nodig om bovenop de nieuwe isolatie terug een pleisterlaag aan te brengen en deze luchtdicht aan te sluiten op de aanpalende pleisterlagen, of de continuïteit van het luchtscherm te waarborgen door middel van een plaat of een folie. De mogelijke recutie van de meerdikte is doorgaans vrij gering

- ii. Door het toepassen van een **wigvormige isolatiestrook**, die mogelijk wordt afgewerkt met een pleister kan de overgang tussen geïsoleerd en niet-geïsoleerd deel van de inbindende wand geleidelijker verlopen.
- iii. Er bestaan ook **afgeronde isolatiehoeken** (afbeelding cf. infra).



Afbeelding 66 : aansluiting gevel-binnenmuur via retourisolatie: ook afgeronde hoeken zijn toepasbaar
[ref. Altbaumodernisierung mit Passivhaus-Komponenten, PHI, 2009]

iv. Om esthetische en/of akoestische redenen, kan men er ook voor opteren om de flankerende **isolatiestrook door te trekken over de volledige breedte van de wand van het lokaal**. Hierbij kan men deze ook verder valoriseren als **leidingspouw**, al dan niet geïsoleerd met bv. **akoestische isolatie**.



Afbeelding 67 : voorbeeld van de integratie van een leidingspouw in een muur in het verlengde van de retourisolatie [ref. Altbauhandbuch, PHI, 2009, foto arch. Werry, LUWOGÉ]

v. Men kan de verspringing in het wandoppervlak ook aan het zicht onttrekken door middel van vast meubilair. *Opgelet: dit heeft een impact op de ventilatie ter plaatse van het aansluitingsdetail. Dit mag niet over het hoofd gezien worden bij de hygrothermische studie van het detail.*

Het toepassen van een **hoekvormige metalen afwerkingsplaat** in de hoek wordt **afgeraden**. Het idee hierachter is om de oppervlaktetemperatuur in de hoek te verhogen (tot boven het dauwpunt) door het aanbrengen in de hoek van een goed warmtegeleidend materiaal dat in contact staat met de binnenruimte. Hoewel dit kan bijdragen tot het beperken van vochtproblemen of schimmelvorming, leidt dit tot een vrij grote warmtestroom en energieverlies. Ook worden de vereiste oppervlaktecondities voor het vermijden van pathologieën soms niet bereikt. Om voornoemde redenen wordt deze maatregel afgeraden.

b. Zonder retour? (optie 2)

Door een voldoende dikke binnenisolatielaag te plaatsen en mits controle van de oppervlaktetemperatuur m.b.v. een thermisch simulatieprogramma, is het mogelijk om een retour achterwege te laten.

Bemerk dat het in principe **ook mogelijk** is om de **binnenisolatie plaatselijk te verdikken tegen de gevel**, bv. over een strook van 1 m aan weerszijden van de binnenmuur. Mogelijk kan dit – bv. in combinatie met vaste kasten tegen de gevel, maar – architecturaal/esthetisch meer aanvaardbaar zijn dan het plaatselijk verdikken van de binnenmuur door retourisolatie (specifiek te bepalen per project). *Opgelet: door meubilair kan de ventilatie plaatselijk gereduceerd worden, wat niet over het hoofd gezien mag worden bij de hygrothermische beoordeling.*

c. Isolatielaag continu (optie 3)

Indien een retour van de isolatie over de binnenmuur ongewenst is, kan men ervoor opteren om de binnenmuur door te snijden zodanig dat de binnenisolatielaag (isolatie en luchtscherm) continu kan doorlopen t.p.v. de binnenmuur. **Dit is doorgaans enkel mogelijk als de binnenmuur geen functie heeft in de stabiliteit van het gebouw (als ze geen verticale belastingen opneemt en/of geen rol speelt in het opnemen van dwarse belastingen (wind) op het gebouw).**



Afbeelding 68 : continuïteit van de binnenisolatie via doorkappen inbindende muur (praktijkvoorbeeld)
[ref. Presentatie IsoproC, "Isoleer uw buitenmuren!", 27.05.2009]

Basisprincipe 2: luchtlekken vermijden

Zie algemene bespreking voor Concept B.

Basisprincipe 3: binnenklimaat beheersen

Zie algemene bespreking voor Concept B.

Risico-inschatting en specifieke aandachtspunten

Indien het basisprincipe, noch de andere opties in een specifieke bouwkundige situatie (redelijkerwijs) niet gerealiseerd kunnen worden en dus een onoplosbare koudebrug blijft bestaan, zijn de risico's in deze situatie doorgaans relatief beperkt, voor zover er zich geen vochtgevoelige materialen bevinden in de hoeken. Zie verder § 7.

Generiek standaarddetail

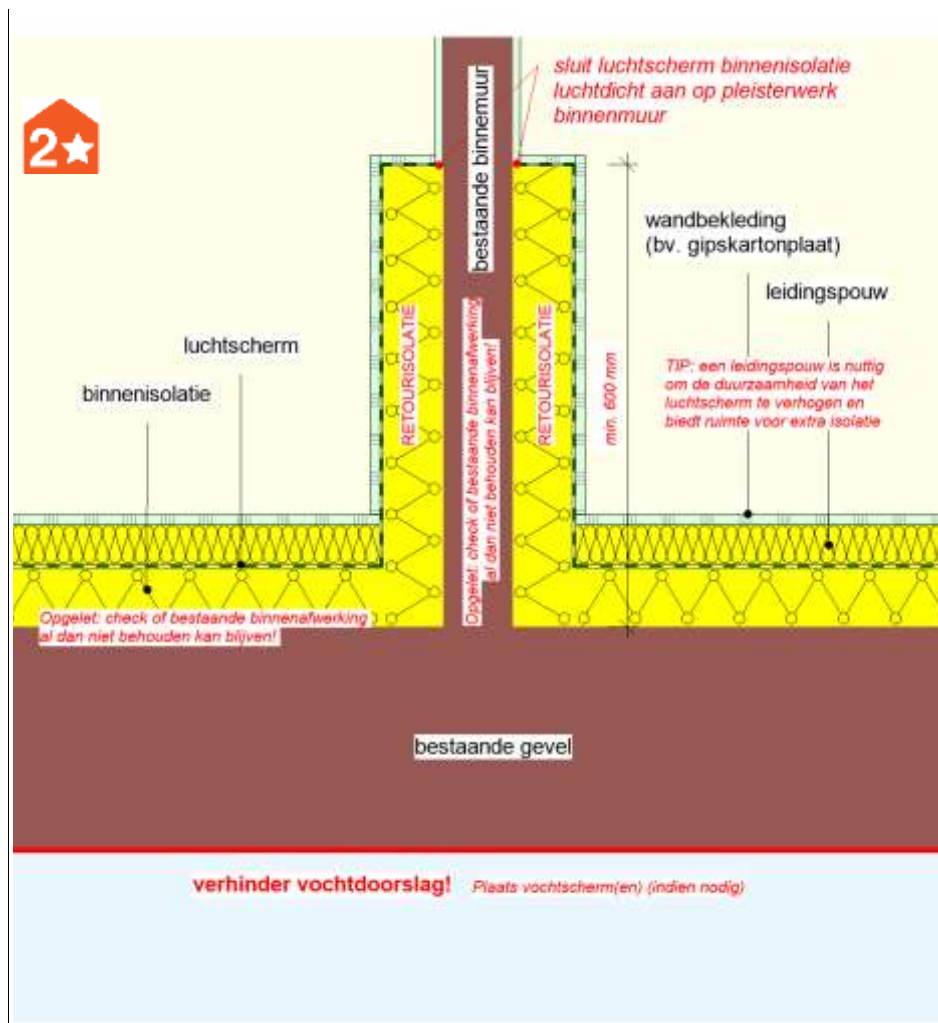
Opmerking: als algemene regel wordt het pleisterwerk of de cementering ook achter de retourisolatie verwijderd (zoals voorgesteld in het 2D detail hierna en 3D-afbeelding 29). Dit is immers hygrothermisch het meest robuust, zeker bij een cementering (dampdichter dan pleisterwerk). Het biedt bovendien het voordeel dat de retourisolatie wat in de muur verzonken kan worden (ca. 15 mm, de dikte van het bestaande pleisterwerk of cementering).

Als het pleisterwerk in goede staat is en het binnenklimaat relatief droog is en blijft (binnenklimaatklasse kleiner dan of gelijk aan 2) is het ook mogelijk om het pleisterwerk achter de retourisolatie te behouden. In dat geval kan het luchtscherm van de binnenisolatie aangesloten worden op het pleisterwerk zoals weergegeven in onderstaande afbeelding 65.

Hierna worden dus twee varianten van het standaard detail weergegeven.



Afbeelding 69 : aansluiting binnenisolatie – inbindende muur, via retourisolatie (standaarddetail, schematische 3D voorstelling)



Afbeelding 70 : aansluiting binnenisolatie – inbindende muur, via retourisolatie (standaarddetail, 2D voorstelling)

Praktische uitvoering: voorbeelden

1.B.1.1 Detail 2 – gevel – binnenmuur – Binnenisolatie type BI I (stijl- en regelwerk)

De luchtdichte aansluiting wordt doorgaans gerealiseerd d.m.v. een luchtdichtingskit of –tape. In voorkomend geval kan de tape overpleisterbaar zijn.



Afbeelding 71 : luchtdichte aansluiting van het luchtscherm van de binnenisolatie op de luchtdichte laag in de muur, d.m.v. een kit, aan de voorzijde van de binnenisolatie



Afbeelding 72 : luchtdichte aansluiting van het luchtscherm van de binnenisolatie op de luchtdichte laag in de muur, d.m.v. een bepleisterbare zelfklevende luchtdichtingsstrook, aan de voorzijde van de binnenisolatie

Ook aan de zijkant kan gewerkt worden met een wachtfolie. Dit biedt de mogelijkheid om de luchtdichte verbinding met de gevel te verschuiven naar de gevel toe, wat handig kan zijn als de afwerking dicht tegen het stijl- en regelwerk zit.



Afbeelding 73 : luchtdichte aansluiting van het luchtscherm van de binnenisolatie op de luchtdichte laag in de muur, m.b.v. een wachtfolie; dit laat toe om de luchtdichte aansluiting op de muur te voorzien in het vlak van de binnenisolatie of aan de achterzijde (zie foto's Detail 4 – plafondaansluiting op massieve vloer)

Detail 2 – gevel – binnenmuur – Binnenisolatie type BI II (verkleefd of verlijmd)

Het wordt aanbevolen om de afwerkingsplaat van een prefab plaat zo af te snijden dat de isolatie van de ene plaat in direct contact staat met isolatie van de andere plaat. Zie afbeelding 8.



Afbeelding 74 : de zijdelingse aansluiting van prefab-panelen wordt vaak luchtdicht gemaakt d.m.v. PUR-schuim (zoals de bovenkant en de onderkant, zie Detail 1); voorbeeld van een zijdelingse aansluiting zonder retourisolatie (voorwaarden: cf. supra)

1.B.1.2 Detail 2 – gevel – binnenmuur – Binnenisolatie type BI III (capillair actief)

Zie afbeelding 92.



Stappenplan voor een kwaliteitsvolle,
efficiënte renovatie

www.renofase.be

Detail 3 – gevel – gemene muur

Vooraf: eventuele vochtproblemen oplossen!

Belangrijk: het aansluitingsdetail moet duurzaam droog zijn alvorens binnenisolatie te plaatsen.

Basisprincipe 1: koudebruggen reduceren

Mogelijke opties en concrete realisaties: zie Detail 2.

Standaard optie: retour isolatie.

In tegenstelling tot bij Detail 2 is retourisolatie **meestal slechts mogelijk aan één zijde van de muur.**

Cf. infra: risico-inschatting.

Basisprincipe 2: luchtlekken vermijden

Zie algemene bespreking voor Concept B.

Basisprincipe 3: binnenklimaat beheersen

Zie algemene bespreking voor Concept B.

Risico-inschatting en specifieke aandachtspunten

Idealiter wordt de retour ter hoogte van de gemene muur aan beide zijden van de muur gerealiseerd. Dit is echter zelden mogelijk bij een gemene muur (andere zijde van de muur geen eigendom van de verbouwer).

Dezelfde specifieke risico's en aandachtspunten zijn van toepassing als bij vloeren die slechts langs één zijde flankerend geïsoleerd worden (zie Detail 4).

Een thermische simulatie met een softwareprogramma kan meer zekerheid geven over het temperatuurverloop en is daarom sterk aangeraden.

Specifiek voor gemene muren is dat de opdrachtgever ook het binnenklimaat aan de andere zijde van de muur niet in de hand heeft. Idealiter zou de bouwheer moeten nagaan of de naburige ruimte verwarmd wordt (bv. gemene muur in een zolder: bij de ene woning is de zolder een verwarmde ruimte, bij een andere woning is er mogelijk geen onderdak aanwezig en is de zolder dus een quasi "buitenruimte"). Het naburig gebouw kan mogelijk ook al lang onbewoond zijn of niet verwarmd worden (bv. loods) of plaatselijk kan er een buitenruimte aanwezig zijn. Bij een gemene muur in een zolderruimte moet het profiel van het aanpalende gebouw in rekening gebracht worden: mogelijk komt het dak bij de burens lager, zodat de gemene

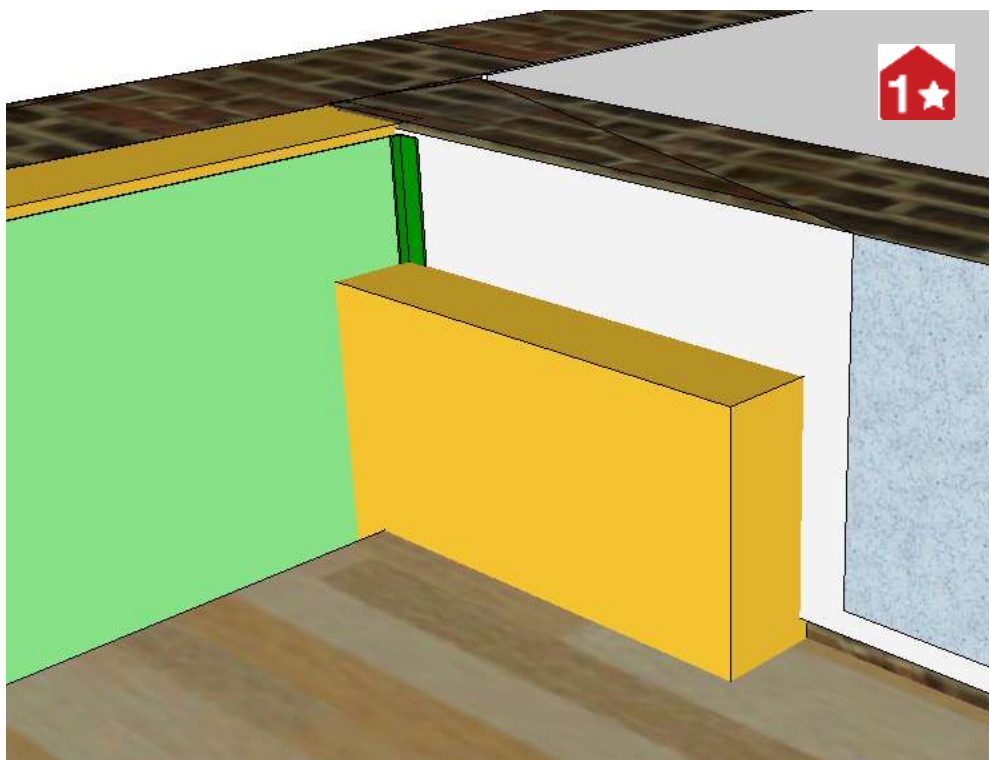
muur een buitenmuur wordt. Indien informatie beschikbaar is over het binnenklimaat in het aanpalende gebouw is het aangewezen om daarmee rekening te houden bij de hygrothermische studie van het aansluitingsdetail. **In functie van het binnenklimaat aan de andere kant van de muur kan het nodig zijn om het uitvoeringsdetail te differentiëren.** Zo kan bv. aan de ene kant van een rijwoning mogelijk zonder retour gewerkt worden, terwijl aan de andere kant idealiter de volledige topgevel langs binnen geïsoleerd wordt.

Generiek standaarddetail

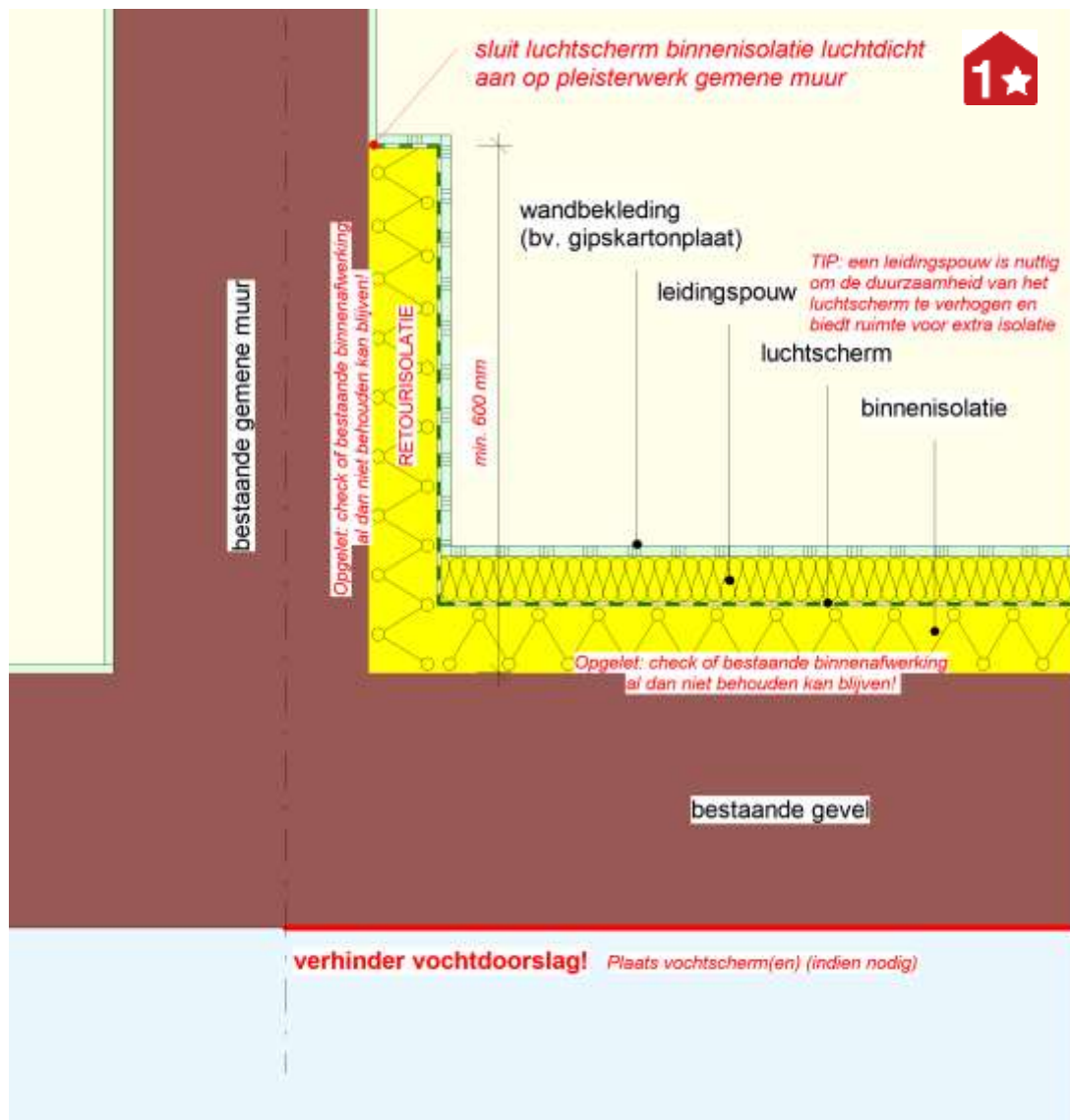
Opmerking: als algemene regel wordt het pleisterwerk of de cementering ook achter de retourisolatie verwijderd (zoals voorgesteld in het 2D detail hierna en 3D-afbeelding 29). Dit is immers hygrothermisch het meest robuust, zeker bij een cementering (dampdichter dan pleisterwerk). Het biedt bovendien het voordeel dat de retourisolatie wat in de muur verzonken kan worden (ca. 15 mm, de dikte van het bestaande pleisterwerk of cementering).

Als het pleisterwerk in goede staat is en het binnenklimaat relatief droog is en blijft (binnenklimaatklasse kleiner dan of gelijk aan 2) is het ook mogelijk om het pleisterwerk achter de retourisolatie te behouden. In dat geval kan het luchtscherm van de binnenisolatie aangesloten worden op het pleisterwerk zoals weergegeven in onderstaande afbeelding 65.

Hierna worden dus twee varianten van het standaard detail weergegeven.



Afbeelding 75 : aansluiting binnenisolatie – gemene muur, via retourisolatie (standaarddetail, schematische 3D voorstelling) ;
Bemerk: de situatie kan naar energieprestatie toe nog verbeterd worden als de buur ook isolatie aanbrengt.



Afbeelding 76 : aansluiting binnenisolatie – gemene muur, via retourisolatie (standaarddetail, 2D voorstelling)
 Bemerk: de situatie kan naar energieprestatie toe nog verbeterd worden als de buur ook isolatie aanbrengt.

Praktische uitvoering: voorbeelden

1.B.1.3 Detail 3 – gevel – gemene muur – Binnenisolatie type BI I (stijl- en regelwerk)



Afbeelding 77 : aansluiting binnenisolatie – gemene muur, via retourisolatie (praktijkvoorbeeld);
stijl- en regelwerk (metal-stud) gevuld met cellulose-dekens, vochtvariabel dampscherm, geplaatst tegen een gevel van 39 cm
metselwerk in baksteen, langs buiten bezet met 2 cm pleister [ref. projectfiche "Eco"Hom, Liège", onderzoeksproject LEHR, Low Energy
Housing Retrofit, PHP/ PMP, Architecture et Climat - UCL, WTCB, 2009]

1.B.1.4 Detail 3 – gevel – gemene muur – Binnenisolatie type BI II (verkleefd of verlijmd)

Zie §3.B.2.2 (principes) en afbeelding 73 en 91 (praktisch voorbeeld).

1.B.1.5 Detail 3 – gevel – gemene muur – Binnenisolatie type BI III (capillair actief)

Zie §3.B.2.2 (principes) en afbeelding 92 (praktisch voorbeeld).

Detail 4 – gevel – verdiepingvloer massief

Vooraf: eventuele vochtproblemen oplossen!

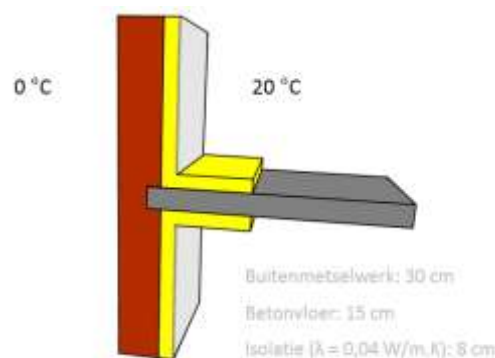
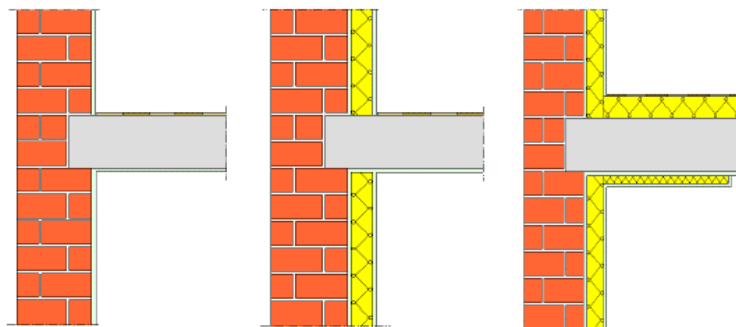
Belangrijk: het aansluitingsdetail moet duurzaam droog zijn alvorens binnenisolatie te plaatsen.

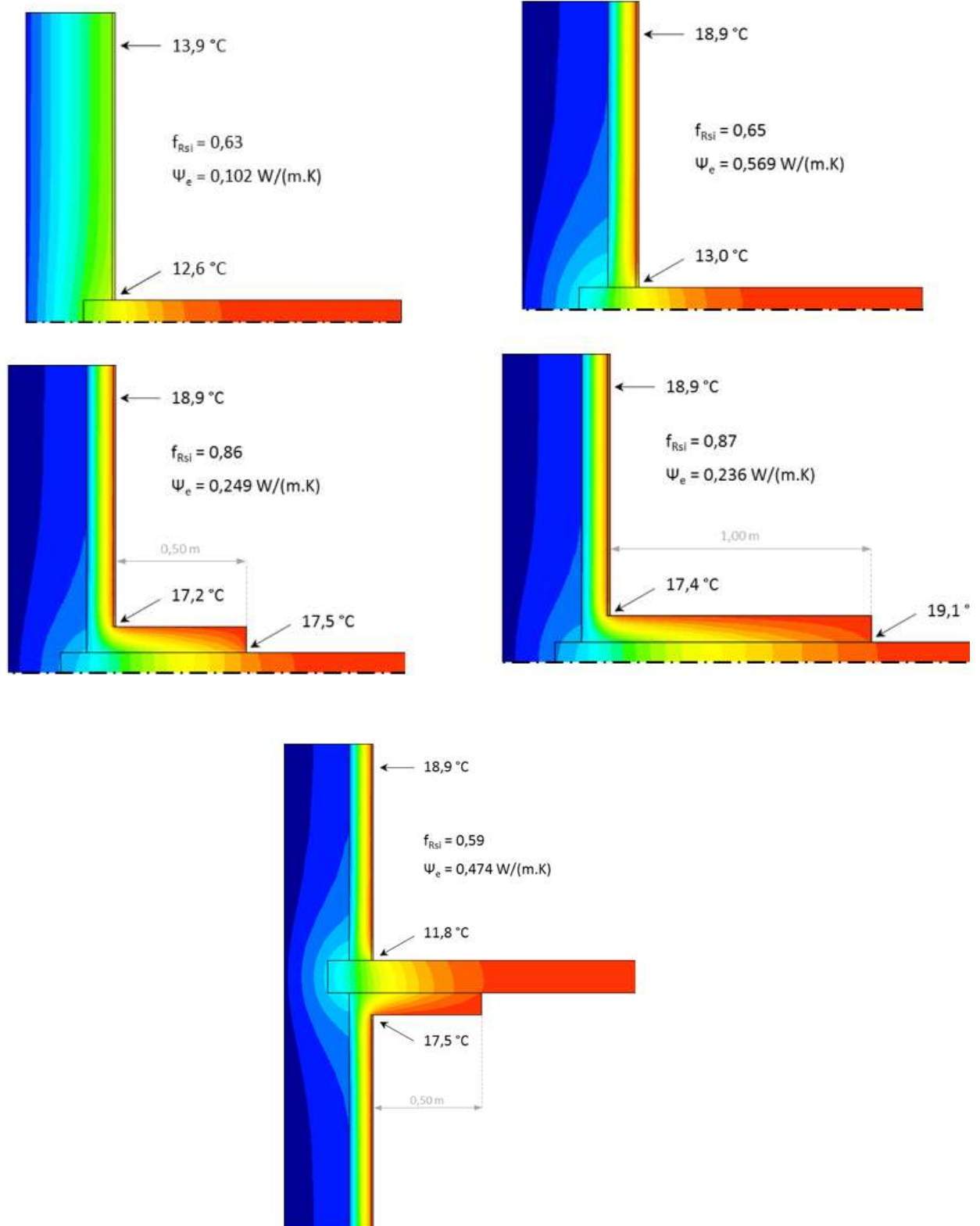
Basisprincipe 1: koudebruggen reduceren

De aansluiting van een vloer met de bestaande gevel is bouwfysisch gezien vergelijkbaar met de aansluiting van een binnenmuur met de gevel (er zijn kleine verschillen door het verschil in materiaal en dikte van het inbindende bouwdeel en de eventuele aanwezigheid van extra lagen bovenop de vloer).

a. Met retour (standaard-optie)

Vergelijkbaar met de aansluiting van de gevel met binnenmuren, is ook in dit geval een flankerende isolatie(strook) met een lengte van ca. 60cm de standaard oplossing. Idealiter wordt **een flankerende isolatiestrook geplaatst, aan beide zijden van de vloer.**





Afbeelding 78 : werkingsprincipe van flankerende isolatie van een inbindende massieve vloer: resultaten thermische simulatie (randvoorwaarden: zie boven)

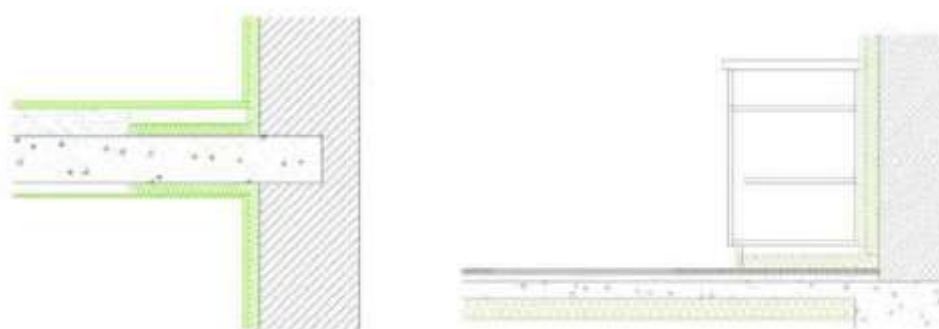
Uit bovenstaande afbeelding kunnen we leren:

- binnenisolatie heeft een duidelijk gunstige invloed op temperatuurfactor
- als retourisolatie toegepast wordt dalen de warmteverliezen en stijgt de temperatuurfactor verder;
- het heeft niet veel zin om meer dan 60 cm retourisolatie te plaatsen
- met de randvoorwaarden voor deze berekening is zonder retour de temperatuurfactor $f < 0,7$, dus in principe niet aanvaardbaar; bemerk dat dit afhankelijk is van de dikte van de inbindende vloer, de dikte van de isolatie, de materiaaleigenschappen van de materialen van de vloer (beton, dekvloer, ...) etc... (vergelijk met afbeelding 59!). Dit mag dus niet veralgemeend worden, maar moet steeds projectspecifiek getoetst worden. Bemerk ook dat de temperatuurfactor slechts een vuistregel is om het schaderisico in te schatten en niets zegt over de energieverliezen; retourisolatie is dus in principe altijd de beste oplossing (zie ook § 3.2.1).
- **enkel plafond (of enkel vloer) flankerend isoleren geeft situatie die kritischer is dan niet-geïsoleerd!**

In de praktijk is het niet evident om retourisolatie te plaatsen aan weerszijden van de vloer.

Het toevoegen van een isolatielaag **aan de bovenzijde van de vloer** kan tot gevolg hebben dat het vloerpeil zou moeten verhoogd worden, wat grote consequenties heeft (aanpassen trap, deuropeningen, ...) en vaak ongewenst zal zijn. Het plaatselijk verhogen van het vloerpeil (een strook van 60 cm vanaf de gevel) zou leiden tot een niveauverschil binnen eenzelfde kamer, wat meestal ook niet gewenst is. Er bestaan mogelijkheden om een zichtbare verspringing in het vloerniveau te vermijden:

- Indien er een dekvloer en/of dikke afwerkingslaag aanwezig is op de vloer kan de de binnenisolatie **in de vloer verzonken** worden, bv. na het weggakken van een strook dekvloer . Zie afbeelding hierna, links.
Opgelet: risico op barstvorming in de vloerbekleding ter hoogte van de overgang van de dekvloer naar een dunnere of droge dekvloer. Bij barstgevoelige vloerafwerkingen (bv. tegels): plaats een soepele voeg in de vloerbekleding ter hoogte van de overgang (zie afb. 87).
- Een plaatselijke verhoging van het vloerpeil kan gecombineerd worden met **vast meubilair**. Zie afbeelding hierna, rechts, en foto hierna.



Afbeelding 79 : enkele mogelijkheden voor de praktische realisatie van een isolatieretour boven en onder een verdiepingvloer: inwerken in een dekvloer, inwerken in een (verlaagd) plafond (links), combineren met vast meubilair (rechts)

[ref. L'application de principes de la maison passive en région de Bruxelles-Capitale, Etude réalisée par le centre d'étude, de recherche et d'action en architecture asbl, rapport final, Version du 20 juin 2008]



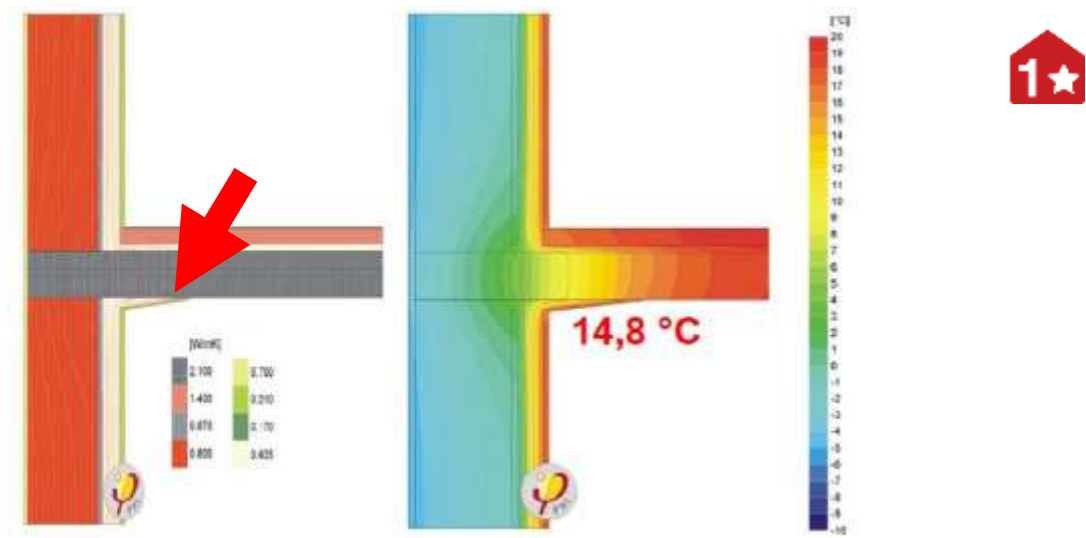
Afbeelding 80 : voorbeeld van combinatie van retourisolatie aan de bovenzijden van een verdiepingsvloer in beton met vast meubilair (en een horizontale leidingkoker in opbouw) [ref. Presentatie IsoproC, "Isoleer uw buitenmuren!", 27.05.2009]

Opgelet: door het plaatsen van (al dan niet vast) meubilair (zoals in de afbeelding hiervoor) kan de ventilatie plaatselijk gereduceerd worden, wat niet over het hoofd gezien mag worden bij de hygrothermische beoordeling.

- Een derde mogelijkheid bestaat erin om de retourisolatie te combineren met een (decoratieve, sterk geprononceerde) **isolerende plint**; mogelijk kunnen daarin ook leidingen ondergebracht worden (bv. een kabelgoot).

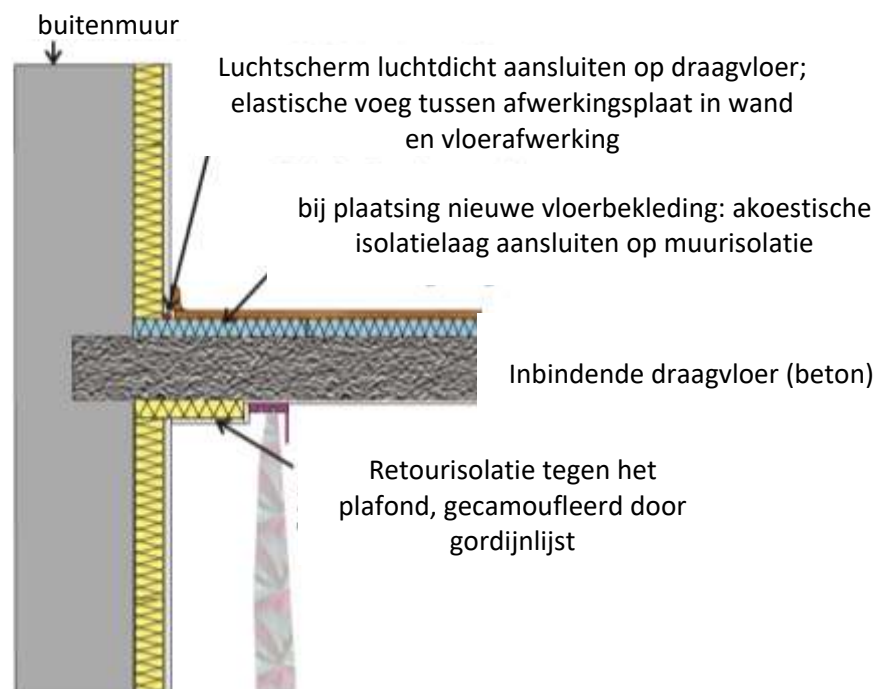
Opgelet: vorstgevoelige leidingen moeten op enige afstand van de vloer geplaatst worden; ze mogen niet direct raken aan de vloer, maar thermisch ervan gescheiden worden door een isolatielaag (zie tabel C in § 3.2.2.).

Interessant om aan te stippen voor de praktische realisatie van retourisolatie bij verdiepingsvloeren is dat **ook een dunne, bv. akoestische isolatielaag kan bijdragen tot het verminderen van de koudebrugwerking, mits geplaatst tot tegen de muurisolatie** (wat in principe het geval zou moeten zijn, om akoestische redenen); via thermische simulatie kan de oppervlaktetemperatuur berekend worden en geëvalueerd worden of de akoestische isolatie al dan niet toereikend is om de koudebrug op te lossen.



Afbeelding 81 : een dunne (akoestische) isolatielaag kan bijdragen tot het verminderen van de koudebrugwerking, [ref. PHI, Altbauhandbuch]

Retourisolatie **aan het plafond** architecturaal/esthetisch integreren in het interieur is wat eenvoudiger dan aan de bovenzijde. De retourisolatie kan verwerkt worden achter een **moulure** (bv. minerale wol achter een kooflijst in gips) of kan zelf de vorm een moulure aannemen (zie afb. 84). Ook een **gordijnkast**, die doorgetrokken wordt over de breedte van de kamer kan gebruikt worden om de retourisolatie onopvallend te integreren in het interieur.



Afbeelding 82 : een gordijnkast, doorgetrokken over de hele breedte van de muur, kan een middel zijn om retourisolatie tegen het plafond onopvallend te integreren in het interieur [ref. Wärmedämmung von aussenwänden mit der Innendämmung, Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, WU, Hessische Energiesparaktion, 2011]



Afbeelding 83 : een retour van isolatie tegen het plafond kan architecturaal geïntegreerd worden in een klassiek interieur door het integreren in plafonddecoratie [ref. projectfiche "Eco"Hom, Liège", onderzoeksproject LEHR, Low Energy Housing Retrofit, PHP/ PMP, Architecture et Climat - UCL, WTCB, 2009]



Afbeelding 84 : bepaalde isolerende materialen kunnen verkregen worden met diverse (decoratieve) secties, wat handig kan zijn voor het integreren van retourisolatie in het interieur [ref. www.calsitherm.nl]

b. Zonder retour? (optie 2)

Door een voldoende dikke binnenisolatielaag te plaatsen en mits controle van de oppervlaktetemperatuur m.b.v. een thermisch simulatieprogramma, is het mogelijk om een retour achterwege te laten.

Bemerk dat het in principe ook mogelijk is om de binnenisolatie plaatselijk te verdikken ter hoogte van de vloer, bv. over een strook van ca. 1 m aan weerszijden van de vloer. Zo zou aan de bovenzijde van de vloer gebruik gemaakt kunnen worden van een "isolerende plint" of "isolerende lambrisering" (zie § 3.2.1).

c. Isolatielaag continu (optie 3)

In principe is het ook mogelijk om de verdiepingvloer te onderbreken net voor de gevel. Dit structureel loskoppelen van vloer en gevel vereist uiteraard een stabiliteitsstudie en het voorzien van de nodige structurele elementen, zoals een balk, eventueel kolommen e.d.



Afbeelding 85 : praktijkvoorbeeld van het doortrekken van binnenisolatie over een massieve vloer:
een houtskeletwand als basis voor binnenisolatie loopt door tussen oude massieve muur en nieuwe vloerelementen in beton
[ref. IsoproC, binnenisolatie werf Schlachthof, Eupen, 2002]

d. Lokale strook buitenisolatie (optie 4)

Eerder zelden toepasbaar, maar het kan een optie zijn in heel specifieke situaties. Zie afbeelding 64.

Basisprincipe 2: luchtlekken vermijden

Zie algemene bespreking voor Concept B.

Basisprincipe 3: binnenklimaat beheersen

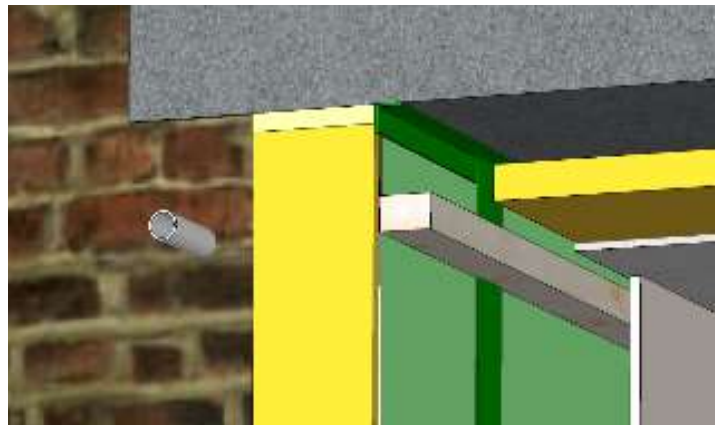
Zie algemene bespreking voor Concept B.

Risico-inschatting en specifieke aandachtspunten

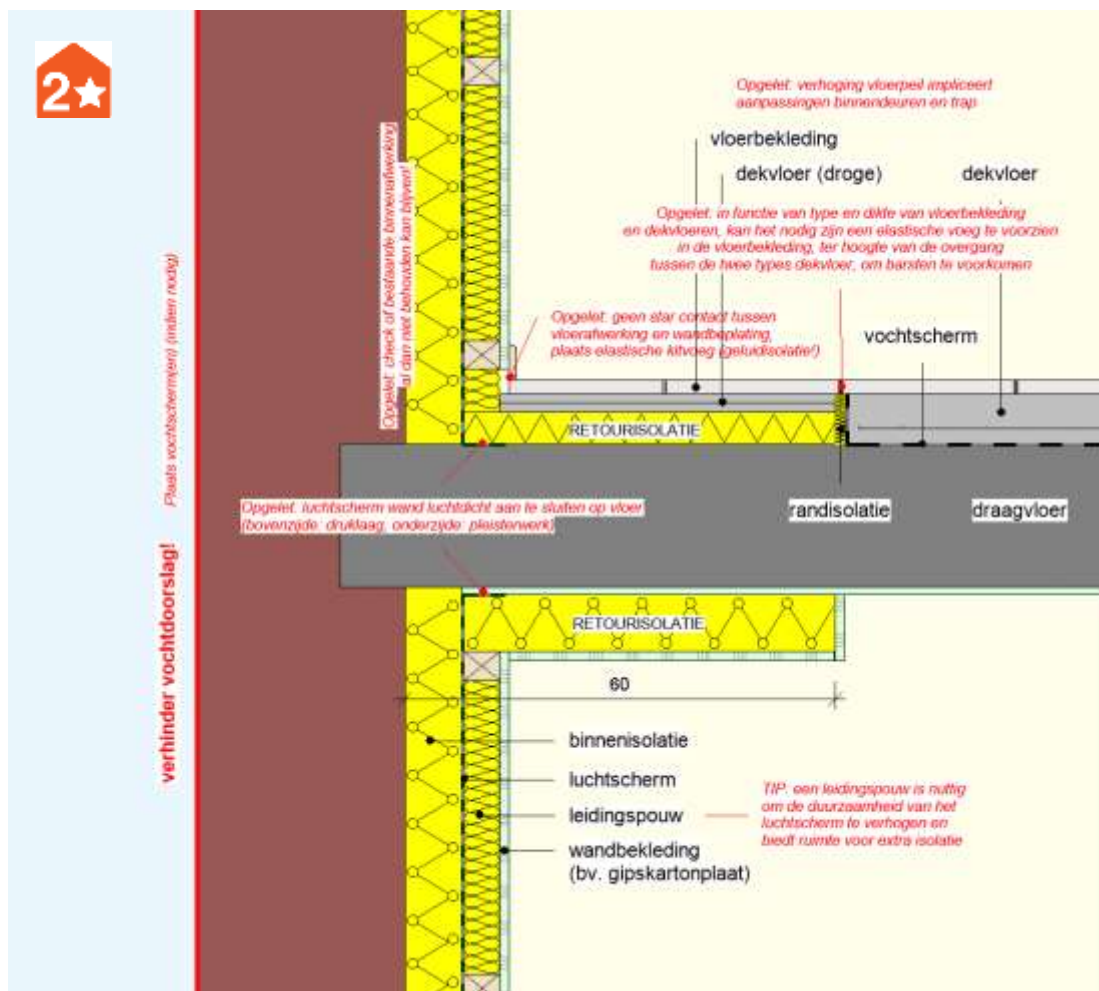
Meestal wordt binnenisolatie aangebracht aan weerszijden van de vloer (bv. een verdiepingsvloer binnen een woning), maar dit is niet altijd het geval. Zo kan in een appartementsgebouw **in het ene appartement binnenisolatie aangebracht worden en bij ander niet**. Het is belangrijk om een dergelijke situatie **op voorhand goed te bestuderen** om problemen te vermijden (bv. barsten in de gevel door differentiële uitzetting van geveldelen [referentie: een schadegeval gemeld aan WTCB]).

Het eenzijdig aanbrengen van flankerende isolatie, ofwel aan de bovenzijde ofwel aan de onderzijde van de vloer kan leiden tot een **verlaging** van de oppervlaktetemperatuur respectievelijk in de hoek aan de onderzijde of aan de bovenzijde (zie afbeelding 77). Dit fenomeen speelt vooral een rol bij een gedeeltelijke renovatie, bijvoorbeeld vertreksgevijs of appartement per appartement. In principe is het altijd aangeraden om in het aan de beide zijden een flankerende isolatie(strook) toe te passen. Door middel van thermische simulatie kan de oppervlaktetemperatuur in een specifiek geval berekend worden en kan het risico ingeschat worden, en de nodige maatregelen bepaald. Zoals hoger vermeld **kan een dunne akoestische isolatie soms al het verschil maken** tussen het al dan niet voorkomen van schimmelvorming of condensatie (zie afbeelding 80).

Generiek standaarddetail



Afbeelding 86 : aansluiting binnenisolatie – massieve verdiepingsvloer, aan de bovenzijde (plafond)
 (standaarddetail, schematische 3D voorstelling)



Afbeelding 87 : aansluiting binnenisolatie – massieve verdiepingsvloer, aan de bovenzijde (plafond)
 (standaarddetail, 2D voorstelling)

Praktische uitvoering: voorbeelden

Hierna ligt de focus op de aansluiting van binnenisolatie op de *onderzijde* van een massieve vloer (plafond). Voor de aansluiting op de bovenzijde verwijzen we naar Detail 1.

1.B.1.6 Detail 4 – gevel – verdiepingsvloer massief – Binnenisolatie type BI I (stijl- en regelwerk)



Afbeelding 88 : aansluiting binnenisolatie – massieve verdiepingsvloer, aan de bovenzijde (plafond); stijl- en regelwerk in metalstud, luchtdichte aansluiting van het luchtscherm tegen de onderzijde van de vloer d.m.v. een kit, aan de voorzijde van de binnenisolatie



Afbeelding 89 : aansluiting binnenisolatie – massieve verdiepingsvloer, aan de bovenzijde (plafond); stijl- en regelwerk in metalstud, luchtdichte aansluiting van het luchtscherm tegen de onderzijde van de vloer d.m.v. een kit, in het vlak van de binnenisolatie, m.b.v. een wachtfolie



Afbeelding 90 : aansluiting binnenisolatie – massieve verdiepingsvloer, aan de bovenzijde (plafond);
stijl- en regelwerk in metalstud, luchtdichte aansluiting van het luchtscherm tegen de onderzijde van de vloer
d.m.v. een kit, aan de achterzijde van de binnenisolatie, m.b.v. een wachtfolie;
deze positie van de kit kan handig zijn als er aan de voorzijde geen ruimte is voor een kit



Afbeelding 91 : aansluiting binnenisolatie – massieve verdiepingsvloer, aan de bovenzijde (plafond);
stijl- en regelwerk in metalstud, luchtdichte aansluiting van het luchtscherm tegen de onderzijde van de vloer
d.m.v. een kit, aan de achterzijde van de binnenisolatie, m.b.v. een wachtfolie;
aansluiting van de wachtfolie op het luchtscherm d.m.v. luchtdichtingstape



Afbeelding 92 : aansluiting binnenisolatie – massieve verdiepingsvloer, aan de bovenzijde (plafond);
stijl- en regelwerk in metalstud, de voeg tussen afweringsplaat en plafond wordt bij voorkeur opgevuld met een elastische kitvoeg
(dit geldt ook voor de andere zijden van de binnenisolatie)

1.B.1.7 Detail 4 – gevel – verdiepingsvloer massief – Binnenisolatie type BI II (verkleefd of verlijmd)



Afbeelding 93 : aansluiting binnenisolatie – massieve verdiepingsvloer, aan de bovenzijde (plafond);
de bovenrandaansluiting van prefab-panelen wordt vaak luchtdicht gemaakt d.m.v. PUR-schuim (zoals de zijkant en de onderkant, zie
Detail 1); voorbeeld van een aansluiting tegen het plafond, zonder retourisolatie (voorwaarden: cf. supra)

1.B.1.8 Detail 4 – gevel – verdiepingsvloer massief – Binnenisolatie type BI III (capillair actief)



Afbeelding 94 : aansluiting binnenisolatie – massieve verdiepingsvloer, aan de bovenzijde (plafond);
caillair-actief binnenisolatiesysteem; retourisolatie tegen plafond (praktijkvoorbeeld)
[Ref. <http://www.bouw-energie.be/> voorbeeld toepassing Multipor]



Afbeelding 95 : aansluiting binnenisolatie – massieve verdiepingsvloer, aan de bovenzijde (plafond);
caillair-actief binnenisolatiesysteem; retourisolatie tegen plafond, spievormig (praktijkvoorbeeld)
Figuur 1: [ref. Gutex (via <http://www.detail.de/inspiration/forschung-innendaemmung-von-ausenwaenden-%E2%80%93-planungshinweise-und-systemauswahl-107480.html>)]



Stappenplan voor een kwaliteitsvolle,
efficiënte renovatie

www.renofase.be

C. Concept “Gevel – houten vloer” (problematiek balkkoppen)

Detail 5 – gevel – houten vloer

De problematiek van mogelijke schade aan houten balkkoppen na het isoleren is één van de meest kritische en complexe aspecten van binnenisolatie. De laatste decennia werd veel onderzoek verricht naar dit onderwerp, vooral in de Duitstalige landen, wat zich vertaalt in een uitgebreide hoeveelheid literatuur⁷.

*In dit document wordt een praktijkgerichte synthese gegeven van de meest relevante kennis voor ontwerpers en aannemers, **op basis van de stand van het onderzoek anno 2017**. Via literatuurstudie werd een overzicht opgesteld van inzichten en praktijkrichtlijnen in binnen- en buitenland. Vervolgens werden eigen richtlijnen en standaarddetails opgesteld op basis van de resultaten van onderzoek bij WTCB en KUL, in kader van WP 3 van het onderzoeksproject Renofase (2013-2017).*

*Gezien de complexiteit is het **niet evident om duidelijke praktijkrichtlijnen af te leiden**, zelfs na meerdere decennia onderzoek. Het is niet uitgesloten dat verder onderzoek in de toekomst andere of meer verfijnde inzichten oplevert, wat tot gevolg kan hebben dat de praktijkrichtlijnen bijgestuurd worden. **Dit document biedt dus een actuele stand van zaken, maar kan zeker niet beschouwd worden als een definitief besluit.***

Gezien het belang en de moeilijkheidsgraad worden voor dit detail eerst de specifieke risico's geanalyseerd. Daaruit worden aandachtspunten afgeleid voor de praktijk (do's & don'ts) en mogelijke oplossingen opgesteld, voor verschillende vertreksituaties.

⁷ Zie literatuurlijst op het einde van dit document. Lezenswaard is o.a. “Endbericht Haus der Zukunft plus 822 169 PH SAN PLUS, §3.4, blz 127 e.v.,”

Risico-inschatting en specifieke aandachtspunten

Wat zijn de risico's?

Waar vloerbalken zijn opgelegd in het metselwerk, wordt de binnenisolatielaag en het luchtscherm onderbroken. Er ontstaan dus koudebruggen en er kunnen luchtlekken aanwezig zijn. Dit kan leiden tot inwendige condensatie, in het bijzonder als het binnenklimaat relatief vochtig is. Doordat de balken in het metselwerk steken, zijn de uiteinden ervan relatief dicht bij het geveoppervlak gelegen, waardoor het risico bestaat dat ze vochtig worden door regendoorslag. Doordat de muur kouder komt te staan door isoleren langs binnen, **verhoogt het risico op bevochtiging na plaatsing van binnenisolatie**. Tegelijk **vermindert** meestal **de drogingscapaciteit**. Langdurige blootstelling aan vocht van de houten balkkoppen kan nefaste gevolgen hebben: houtrot, schimmel of corrosie.

HOUTROT

Houtrot **kan leiden tot het bezwijken van de vloer** en moet dus absoluut vermeden worden.

Houtrot kan optreden wanneer hout zich *langdurig* in een vochtige omgeving bevindt, waardoor het houtvochtgehalte hoger is dan 20%. De uiteinden van houten balken zijn extra gevoelig, enerzijds door hun positie in een constructie die vochtig kan worden en anderzijds door het feit dat kopshout beduidend meer vocht kan opslorpen dan een radiaal of tangentiaal zaagvlak.

Houtrot kan reeds aanwezig zijn vóór de isolatiewerken. Vaak zal de oorsprong van het houtrot van de balkkoppen te vinden zijn in infiltratie en/of capillair vochttransport doorheen de muur.

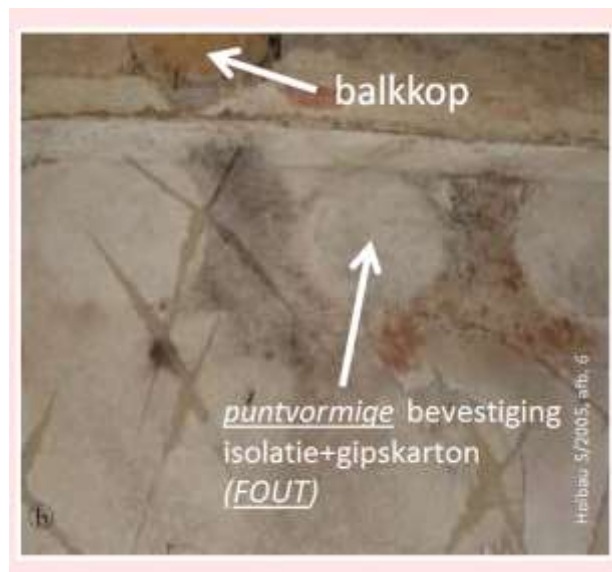
Houtrot kan ook ontstaan door (onoordeelkundig) langs binnen isoleren. Doordat de muur natter komt te staan en minder kan uitdrogen, vergroot de kans op houtrot.



Afbeelding 96 : vloerbalk aangetast door houtrot na het aanbrengen van binnenisolatie [ref. Arch. Dittert, Hamburg]

SCHIMMEL

Naast houtrot kan ook schimmelvorming optreden, wat meestal geen aanleiding geeft tot stabiliteitsproblemen, maar nadelig kan zijn voor het binnenklimaat. Concreet kunnen schimmels aanleiding geven tot **geurhinder** en zelfs **gezondheidsklachten**. In de literatuur⁸ wordt melding gemaakt van een case die treft het belang van een goede luchtdichtheid illustreert, in het bijzonder ter hoogte van de muurvoet (zie Detail 1) en de balkkoppen:



Afbeelding 97 : praktijkvoorbeeld van schimmelvorming tussen binnenisolatie en muur, te wijten aan onvoldoende luchtdichtheid [ref. Holzbau 5/2005, afb. 6]

Bouwkundige situatie:

- 240 cm metselwerk, binnenpleisterwerk
- Binnenisolatie EPS + gipskartonplaat, *foutief* geplaatst (*onvoldoende luchtdicht afgewerkt* aan de randen + kleefmortel *dotsgewijs* aangebracht i.p.v. continue t.p.v. de randen)

Vaststelling na wegnemen binnenisolatie: schimmel zichtbaar (donkere plekken)

Verklaring: warme binnenlucht stroomt door luchtlekken aan de muurvoet (en mogelijk ook ter hoogte van stopcontacten en lichtsckelaars) achter de binnenisolatie door en koelt af door contact met de koude buitenmuur. Bemerkt dat het contact *lanqdurig* is: de lucht stroomt niet meteen van binnen naar buiten maar strijkt over enkele meters muuroppervlak (van muurvoet tot verdiepingsvloer) en langs de balkkoppen alvorens het gebouw te verlaten. Hierdoor krijgt ze ruim tijd om af te koelen, waardoor de Relatieve Vochtigheid stijgt. Boven ca. 80% R.V. kan schimmelvorming optreden.

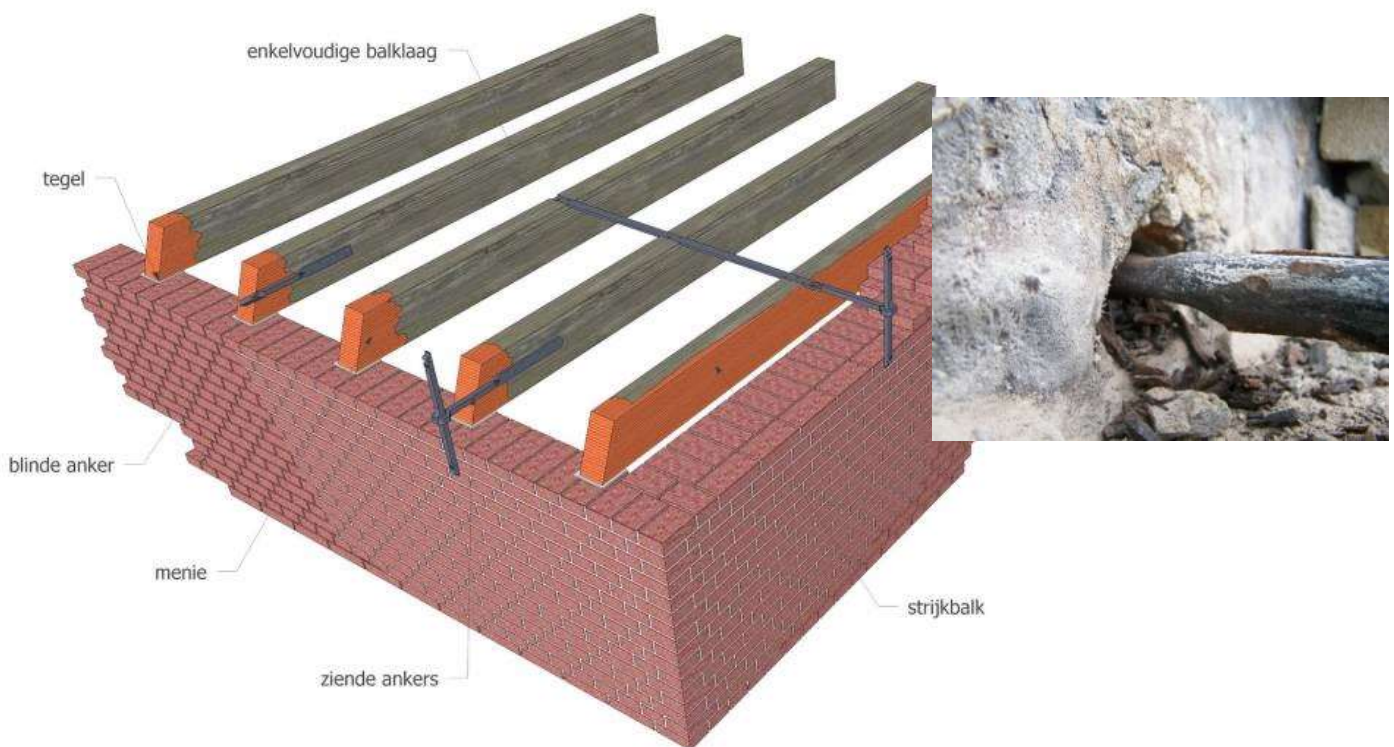
⁸ Tijdschrift "Holzbau" nr. 5/2005 [33]

CORROSIE

Naast houtrot en schimmel kan een langdurig hoog vochtgehalte ter plaatse van de balkkoppen ook aanleiding geven tot **corrosie van metalen ankers, wat op lange termijn aanleiding kan geven tot stabiliteitsproblemen**. Dit is voornamelijk een aandachtspunt bij oude gebouwen (waarbij bv. gordingen van hellende daken, of houten moerbalken via metalen haken verankerd werden aan een gevel in metselwerk).

Bij restauratiewerken wordt vaak vastgesteld dat deze ankers (bijna) doorgeroest zijn en dus vervangen moeten worden. **Het is belangrijk om de staat van de ankers te controleren vóór binnenisolatie te plaatsen**. Bij vervanging in latere fase is het immers nodig om de binnenafwerking terug open te breken en is het risico reëel dat de continuïteit van isolatie en luchtscherm nadelig beïnvloed wordt.

Bemerk dat via deze ankers mogelijk ook neerslag van op de gevel in de muur kan dringen, richting de houten balkkoppen. Het is dus belangrijk om de doorvoer van eventuele ankers zorgvuldig te bestuderen en **eventuele holtes tussen anker en metselwerk te dichten, bij voorkeur met een elastisch blijvend materiaal**.



Afbeelding 98 : metalen ankers ter bevestiging van een houten vloer aan massieve muren in metselwerk
[ref. <http://bouwhistorie.blogspot.be/2013/01/>];
voorbeeld van corrosie van een anker

Vochtbronnen?

Al de hierboven opgesomde risico's zijn gerelateerd aan een min- of meer langdurige blootstelling van vochtgevoelige materialen aan vocht. Essentieel is dus na te gaan van waar het vocht kan komen, zodat de nodige maatregelen genomen kunnen worden om langdurig contact met vocht te vermijden.

Regendoorslag

Een eerste belangrijke oorzaak van vocht in massieve muren is neerslag. De aard van het metselwerk (o.a. de mate waarin de baksteen water absorbeert, verspreidt en droogt) en het type mortel⁹ bepalen of neerslag al dan niet diep in het metselwerk zal doordringen en al dan niet snel terug zal uitdrogen. Ook de kwaliteit van het metselwerk en het voegwerk spelen een rol, alsook het al dan niet voorkomen van barsten of openingen in de muur, ook ter hoogte van de aansluitingsdetails (bv. een onvoldoende voegdichting van de dorpelaansluiting van een vensterdeur aan een balkon).

Bemerk: de neerslagbelasting op een gevel varieert sterk. Zo zal een ZW-georiënteerde gevel veel meer aan vocht blootgesteld zijn dan een NO-gevel. Ook de opbouw van de gevel zelf en het dak spelen een rol: een dakoversteek, waterlijsten, ... kunnen de neerslagbelasting (plaatselijk) sterk reduceren. *Voor de beoordeling van het schaderisico ter hoogte van houten balkkoppen is een grondige analyse van deze factoren essentieel.*

Uiteraard is **ook de diepte van de balk in de muur een belangrijke parameter.** Hoe meer de balken naar buiten steken in de muur, hoe groter het risico op het bevochtigen van de balkkoppen door infiltratie en/of door capillariteit.

Capillair opstijgend vocht

Hoewel eerder uitzonderlijk is het niet uitgesloten dat capillair opstijgend vocht tot een houten verdiepingsvloer kan doordringen, bv. de vloer van een mezzanine opgelegd in een massieve muur zonder vochtscherm ter plaatse van de muurvoet en voorzien van een dampdichte buitenafwerking (bv. cementering). Wanneer tegen die muur een dampdichte binnenisolatie geplaatst wordt, kan het zijn dat het vocht in de muur hoger opstijgt dan voorheen en zelfs de houten balkkoppen bereikt. Bij een houten vloer boven een kruipkelder is dit risico uiteraard nog veel meer uitgesproken. Zie Detail 1, FAQ "Een houten vloer boven een (kruip)kelder? Opgelet!". Capillair opstijgend vocht kan ook een verdiepingsvloer bereiken door opspattend water vanaf een plat dak of uitkragende decoratieve gevelelementen.

⁹ Voorbeeld: een compactere cementmortel als voegmortel zal droging belemmeren, hetgeen in het bijzonder van belang is bij metselwerk waarvan de stelmortel hydraulische kalk of luchtkalk als bindmiddel heeft.

Luchtlekken

Condensatie rond de balkkoppen kan ontstaan wanneer warme, vochtige lucht uit de binnenruimte door kan dringen tot tegen de balkkoppen.

Mogelijke oorzaken van luchtlekken ter hoogte van balkkoppen:

- 1) geen luchtdichte laag aanwezig tussen de balkkoppen, in combinatie met niet-luchtdicht metselwerk, door onvoldoende luchtdichtheid van de bakstenen en/of van het voegwerk (*vaak voorkomende situatie!*) (zie foto hierna, links)
- 2) niet luchtdichte aansluiting tussen metselwerk en houten balk (zie foto hierna, links)
- 3) constructiehout gekrompen door droging, waardoor een luchtlek ontstaat tussen balk en muur (zie foto hierna, rechts), indien er geen luchtdichte verbinding is tussen luchtscherm en hout die deze vervorming kan opvangen en overbruggen (voldoende elastisch materiaal); **dit is vooral een aandachtspunt bij vervanging van balken**

Bemerk:

- condensatie kan optreden door luchtlekken aan de balkkoppen, *maar ook door luchtlekken in het muurvlak onder de balkkoppen*. Warme lucht stijgt immers, dus lekken ter hoogte van de muurvoet (of doorboringen van het luchtscherm in het muurvlak, bv. door niet-luchtdichte stekkerdozen) kunnen aanleiding geven tot luchtexfiltratie en condensatie ter hoogte van de balkkoppen!
- Luchtlekken in de bestaande muur kunnen opgespoord worden door het gebouw in onderdruk te zetten (via een pressurisatietest) en lekdetectie (bv. met rookstaafjes, zie TV 255)
- luchtlekken kunnen ontstaan enige tijd *na oplevering* (van de binnenisolatiewerken)



Afbeelding 99 : mogelijke oorzaken van luchtlekken ter hoogte van balkkoppen:

- o geen luchtdichte laag aanwezig tussen de balkkoppen, in combinatie met niet-luchtdicht metselwerk, door onvoldoende luchtdichtheid van de bakstenen en/of van het voegwerk (vaak voorkomende situatie!) [foto links, ref. Holzbau 6/2012]
- o niet luchtdichte aansluiting tussen metselwerk en houten balk [foto links, vaststelling luchtstroom met een thermoanemometer, ref. Holzbau 6/2012]
- o constructiehout gekrompen door droging, waardoor een luchtlek ontstaat tussen balk en muur [ref. Presentatie IsoproC, "Isoleer uw buitenmuren!", 27.05.2009]

Dampdiffusie

Balkkoppen die in massief metselwerk ingewerkt worden dienen in principe behandeld te worden met een **vochtwerend product** (het “teren” van balkkoppen). Dit **belet het opzuigen van vocht door de kop van de balk** (bemerkt: kopshout zuigt veel meer vocht op dan de andere zaagvlakken van een balk). **Als het vochtwerend product dampdicht is**, bevindt zich na plaatsing van de balk een dampdichte laag aan de koude kant van het hout. **Dit kan aanleiding geven tot inwendige condensatie door dampdiffusie in het hout.**

Ook hier speelt de diepte van de balk in de muur een rol: hoe meer de balk naar buiten zit in de muur, hoe lager de temperatuur aan het uiteinde en hoe groter het risico op inwendige condensatie tegen de eventuele dampdichte laag op de balkkop.



Afbeelding 100 : al in de 19de eeuw werd gewaarschuwd dat dampdichte behandelingen van balkkoppen (op basis van teer bv.) aanleiding kunnen geven tot houtrot, omdat de balkkoppen niet meer kunnen uitdrogen

Bemerk: indien men het kopshout afsluit zal de waterabsorptie in het hout beperkt worden, maar ook de drogingscapaciteit! Zelfs met een dampopen product zal de droging trager verlopen dan zonder coating.

Doorgaans wordt het volledige oppervlak van de balk die in de muur steekt behandeld (zoals voorgesteld op de foto's). Bemerk: enkel het kopshout coaten, dus zonder retour aan de zijkanten van de balk, is geen oplossing, want niet enkel de wateropsorping, ook de droging verloopt via de zijkanten veel minder snel dan via het kopshout.

Vooraf: eventuele vochtproblemen oplossen!

Analyse

Alvorens binnenisolatie aan te brengen is een grondige controle en analyse van de balkkoppen noodzakelijk. Op het moment van na-isoleren mogen geen vochtproblemen (meer) aanwezig zijn, *en ook geen situatie die na het isoleren langs binnen aanleiding kan geven tot het aan het licht komen van oude of het ontstaan van nieuwe vochtproblemen.*

Het onderzoek naar een eventuele aantasting van de balkkoppen is een eerste en belangrijke stap voor een probleemloze realisatie van dit aansluitingsdetail en mag dus niet achterwege gelaten worden.

Plaats nooit binnenisolatie op of onder een houten vloer zonder voorafgaande analyse van de toestand van de balkkoppen!

Ook als vloer- en plafondafwerking behouden zullen blijven is het noodzakelijk om de toestand van de balkkoppen te analyseren, door **vloer- én plafondbekleding minstens plaatselijk te verwijderen over een afstand van ca. 30 cm vanaf de muur.** Vervolgens kan men de relevante invloedsfactoren bestuderen a.d.h.v. onderstaande praktische **checklist:**

FAQ: “Waarop letten bij de voorafgaandelijke analyse van houten balkkoppen?”

CHECKLIST

BINNEN

- staat van het hout van de balkkop: aangetast of nog in goede staat?
 - Tip: Door met een hard, scherp voorwerp (zoals een **schroevendraaier**) **in de uiteinden van de houten balken te steken** kan men eenvoudig een eerste indicatie bekomen van de aanwezigheid van houtrot of insectenaantasting
- vochtigheid van het metselwerk rond de balkkop?
- houtvochtgehalte: lager of hoger dan 20%?
- sporen van vroegere vochtbelasting zichtbaar?
- eventuele binnenafwerking van het metselwerk tussen de houten balken aanwezig? Luchtdicht of luchtopen?
 - bv. een pleisterlaag of andere oude afwerkingslaag die doorloopt tussen de balkkoppen
- onvolkomenheden in het metselwerk (barstjes, gaatjes, ..) langs binnen?
 - impact op luchtdoorlatendheid?
- luchtdichtheid van de aansluiting balk-metselwerk?
 - holte of spleet tussen hout en metselwerk?

BUITEN

- oriëntatie muur?
- aard van de stenen (capillariteit, porositeit, ...)?
- staat van het voegwerk?
- eventuele buitenafwerking en dampdichtheid?
 - bv. een pleisterlaag (mogelijk dampdicht), kalei (in principe dampopen), verf (mogelijk dampdicht), ...
- bouwkundige elementen die de regenbelasting ter hoogte van de balkkoppen beïnvloeden?
 - dakoversteek?
 - sierlijsten?
 - andere?
- onvolkomenheden in het metselwerk (barstjes, gaatjes, ..) langs buiten?
 - impact op eventuele vochtdoorslag?

BINNEN / BUITEN OF VIA EVENTUELE PLANNEN VAN DE BESTAANDE TOESTAND

- dikte muur en afstand van de balkkop t.o.v. het gevelvlak?
- aanwezigheid van metalen ankers?
 - Opgelet met blindankers (onzichtbaar in het gevelvlak)

Als er aantasting van de houten balkkoppen vastgesteld wordt, dient allereerst de oorsprong ervan nagegaan te worden en moet de oorzaak van de aantasting opgelost worden. Dit is een essentiële voorwaarde om op een veilige manier binnenisolatie te kunnen toepassen.

Vervolgens kan het nodig zijn om de balkkoppen (curatief) te behandelen of te vervangen. Soms kan het nodig blijken om volledige balken tot zelfs de volledige houten vloer te vervangen.

Hierna wordt voor de verschillende hoger opgelijste vochtbronnen aangegeven op welke manier vocht ter hoogte van de balkkoppen beperkt kan worden.

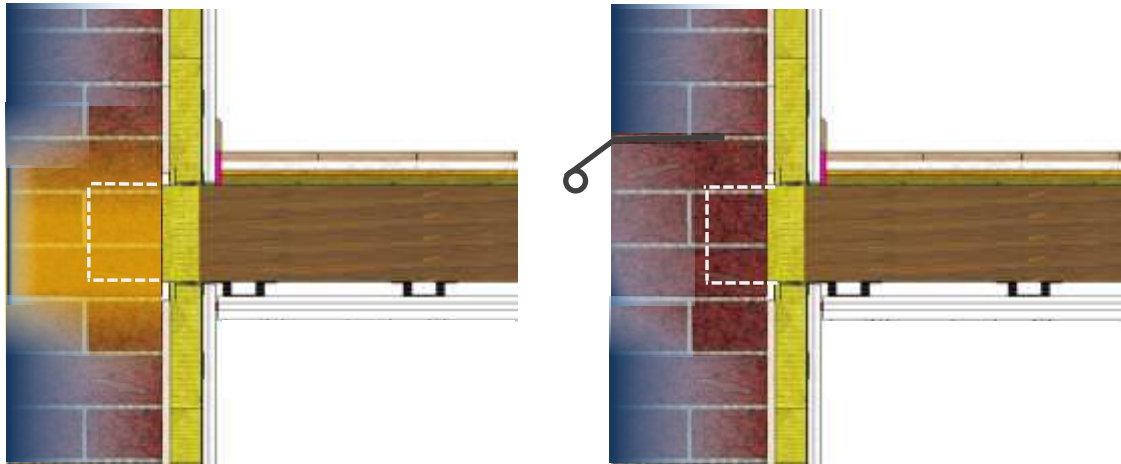
Regendoorslag beheersen

Vaak zal de oorsprong van het houtrot van de balkkoppen te vinden zijn in infiltratie doorheen de muur. Dit kan opgelost worden door bv. het dichten van barsten in het metselwerk, herstellingen van het voegwerk, het dichten van een lekkende dakgoot, ... Schenk bijzondere aandacht aan de aansluitingsdetails, in het bijzonder de (uiteinden van) dorpels, gezien dit een plaats is waar – zeker bij onvoldoende onderhoud van dichtingsvoegen – relatief veel water in de gevel kan dringen.

Bemerk: de vochtbelasting van houten balkkoppen door regendoorslag kan ook plaatselijk gereduceerd worden door bouwkundige maatregelen:

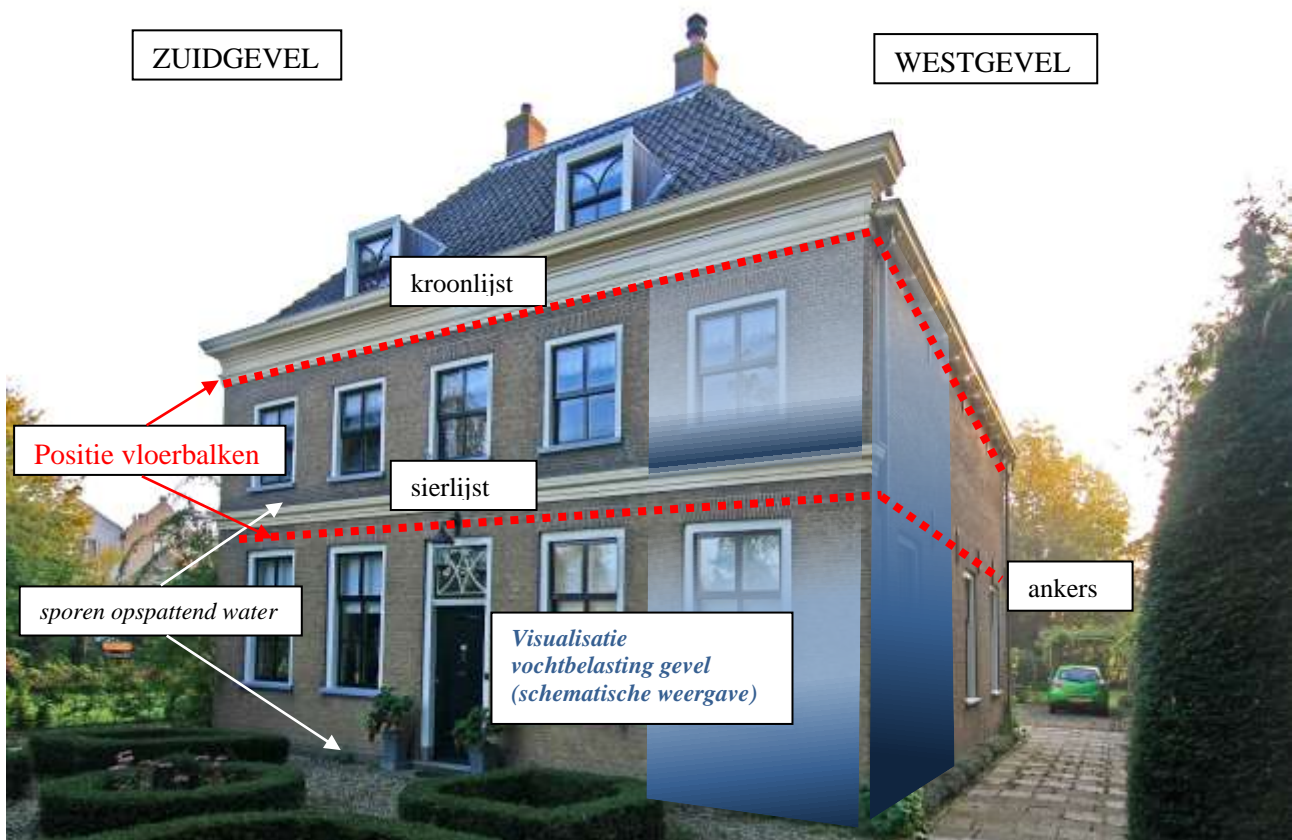
- aanbrengen of optimaliseren van een waterlijst net boven de balkkoppen (bv. natuursteen, bv. zink profiel die voldoende uit het muurvlak steekt), eventueel in combinatie met een horizontaal vochtscherm in de muur net boven de balkkoppen; aandachtspunten:
 - o maatvoering: afstemming uitkraging uit gevel en integratie in de muur i.f.v. afmetingen en positie balkkop in muur
 - o rekening houden met de mogelijke spreiding van vocht in de muur door capillariteit;
- injecteren van de muur ter hoogte van de balkkoppen met een waterwerend product :
aandachtspunten:
 - o compatibiliteit met de binnenisolatie na te gaan: verifiëren of het injectieproduct het binnenisolatiemateriaal niet kan aantasten (hout kan in principe nooit aangetast worden door de bij injectie gebruikte solventen); idealiter wordt eerst de injectie uitgevoerd en pas na volledige droging van het metselwerk de binnenisolatie geplaatst
 - o opdat de balkkop niet bevochtigd zou kunnen worden door neerslag op de gevel is het nodig om de volledige massa metselwerk rond de balkkop te injecteren; rekening houdend met ca. 5 cm indringing van het product rond een boorgat is een configuratie nodig van cirkels van 5 cm diameter over het ganse gevelvlak ter hoogte van en de balkkop en errond; bijgevolg relatief arbeidsintensief, groot productverbruik, gewenste resultaat niet altijd gerealiseerd (volledige injectie van de zone niet evident)

Injecteren van de muur is in principe altijd mogelijk (geen visuele impact) en kan een optie zijn voor bv. sterk neerslagbelaste zones van de gevel, bij houten balken die absoluut niet aangetast mogen worden. Gezien de aandachtspunten en beperkingen van deze bouwkundige maatregelen zijn ze eerder te beschouwen als uitzonderlijke, extra maatregelen dan als primaire ingrepen.



Afbeelding 101 : beperking van de vochtbelasting van houten balkkoppen door lokale bouwkundige maatregelen: injecteren met een waterwerend product (links) en aanbrengen van een waterlijst + vochtscherm in de muur (rechts)

Bemerk dat deze maatregelen soms ook in de breedte beperkt kunnen worden tot een lokale ingreep, bv. ter plaatse van de oplegging van moerbalken, tot over een afstand van ca. 50 cm aan weerszijden van de balkkop.



Afbeelding 102 : voorbeeld van een gevel met sierlijst en ankers;
de sierlijsten beperken de vochtbelasting ter plaatse van de houten vloerbalken
[ref. <http://rijksmonumenten.nl>: Pastorie van de Nederlands Hervormde Kerk te Heinenoord]
studie van de impact van gevelelementen op de vochtbelasting van de vloerbalken

Het aanbrengen van een sierlijst is niet altijd mogelijk, maar kan soms een oplossing bieden in specifieke situaties, zowel bij klassieke gevels die men wenst te behouden als bij gevels die men een nieuwe, moderne look wil geven (maar waar een buitenisolatie of een gevelbekleding op de volledige gevel niet mogelijk is, bv. omwille van ruimtelijke ordening). Een bouwkundige ingreep kan gebruikt worden als architecturaal element in de vormgeving van de gevel. In de afbeelding 102 wordt geïllustreerd wat de impact kan zijn van decoratieve elementen in het gevelvlak op de vochtbelasting ter hoogte van de houten balken.

Positie en vorm van sierlijsten zijn zeer belangrijk om het water van de gevel af te leiden en de vochtbelasting ter plaatse van de houten balkkoppen te verminderen. Bemerkt dat indien gevelsierlijsten aan de bovenzijden een horizontaal vlak vertonen (zoals in de afbeelding hierboven) neerslag kan opspatten tegen de gevel, wat in combinatie met capillaire werking de vochtbelasting kan vergroten! Een afgeschuinde kant bovenaan en een druiplijst onderaan zijn optimaal (zoals weergegeven in de afbeelding hierna).



Afbeelding 103 : waterlijsten met afgeschuind bovenvlak en druiplijst kunnen de vochtbelasting op houten balkkoppen reduceren
[ref. foto rechts: <http://www.documentatie.org/B/B----/B---w/Waterlijst.htm>]

Bij de beoordeling van de impact van lokale gevelelementen op de vochtbelasting mag de verspreiding van vocht in de muur door capillariteit niet over het hoofd gezien worden. Na verloop van tijd kan vocht dat in de gevel komt zich over een groter oppervlak verspreiden dan het oppervlak dat aan neerslag blootgesteld werd. Hierdoor kan de impact van zeer kleine gevelelementen op de vochtbelasting van balkkoppen verwaarloosbaar zijn. Bemerkt: indien bij zeer waardevolle gebouwen onzekerheid zou bestaan over de vochtbelasting van de balkkoppen van buitenaf, kunnen gedurende enige tijd (bv. 2 jaar) vochtsensoren ingebouwd worden in de muur en de balkkoppen, waarbij de relatie bestudeerd wordt met de buitenklimaatparameters.

Bemerkt: bij vervanging van een waterlijst of het aanbrengen van een nieuwe lijst kan deze **ook een thermisch isolerende functie meekrijgen, en zo tegelijkertijd het risico op vocht aan de balkkoppen door condensatie reduceren**. Zie concept B, basisprincipe 1, oplossing e) "Lokale strook buitenisolatie".

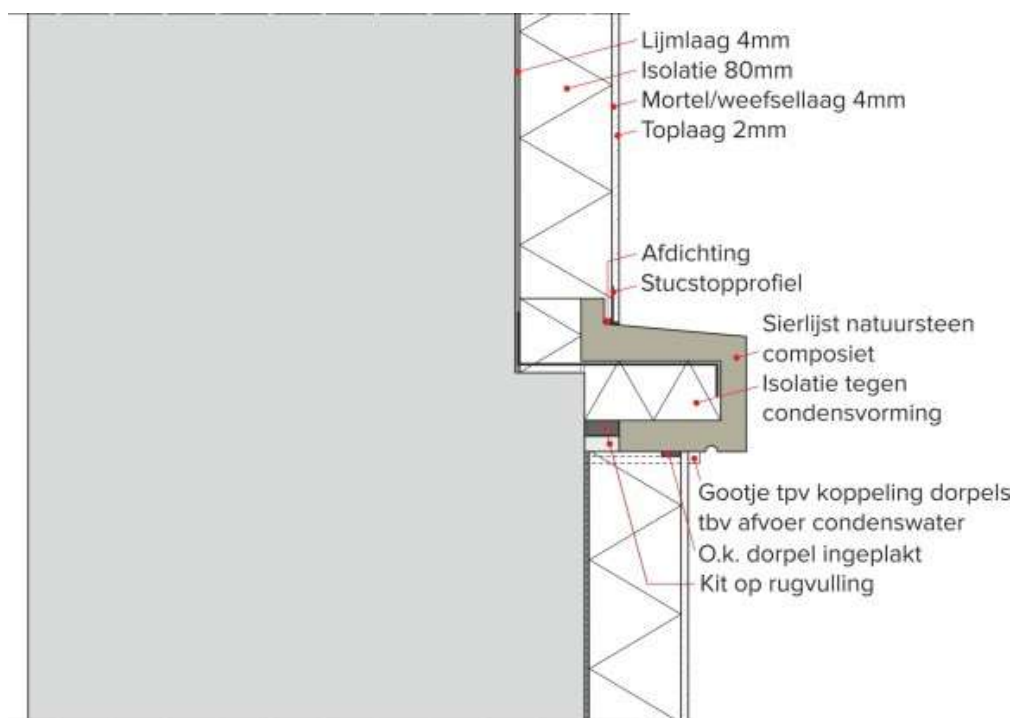
Enkele mogelijkheden voor vertaling naar de praktijk:

- opvullen holte achter houten sierlijst met minerale wol
- (omgekeerd geplaatst) ETICS-plintprofiel, bestaande uit een vochtongevoelig isolatiemateriaal en voorzien van een afgeschuinde kant; kan afgewerkt worden met een voor deze ondergrond geschikte cementering en verflaag
- specifiek voor deze toepassing ontwikkeld sierprofiel?
 - o Isolerend langs binnen
 - o Waterdicht langs buiten
 - o **Innovatie-opportuniteit?**

Enkele aandachtspunten:

- duurzaamheid
 - o interactie tussen isolatiemateriaal en afwerkingslaag (verschillend thermische uitzetting?)
 - o duurzaamheid van eventuele houten onderdelen (verluchting?)
- brandveiligheid
- uitzicht (in het bijzonder bij restauratie)

De combinatie sierlijst/isolatie is - voor zover ons bekend - nieuw in de context van binnenisolatie, maar werd al toegepast in het kader van restauratie met buitenisolatie. Zie afbeelding hierna.

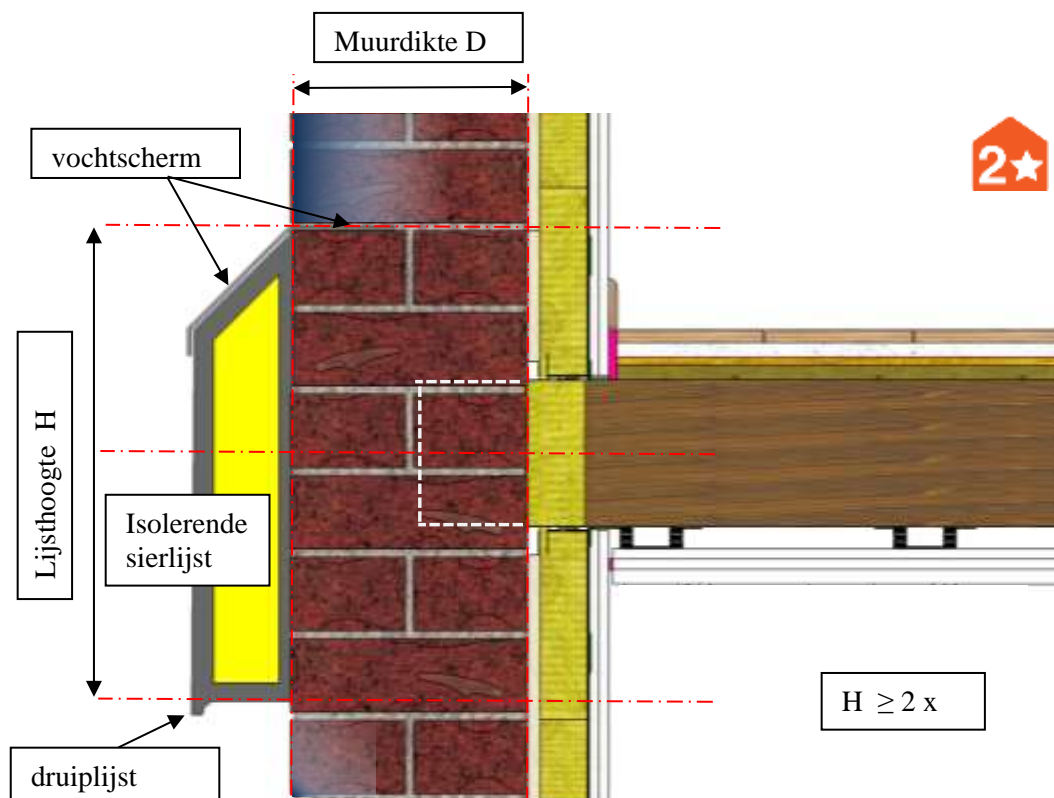


PRINCIPE TERUGPLAATSSEN GEVELDETAILS

Afbeelding 104 : voorbeeld een combinatie van sierlijst en isolatie bij een gevelrenovatie met ETICS
(gevel van het Rijksmonument de Nedinsco fabriek in Venlo, 2013,

Ref. <https://www.bouwwereld.nl/detail-van-de-dag/gevel-fabriek-buitenzijde-geisoleerd/>]

Opdat de thermische isolatiestrook aan de buitenzijde van de muur een effect zou hebben op de oppervlaktetemperatuur ter hoogte van de balkkoppen is het nodig dat ze voldoende ver boven en onder het niveau van de balken doorloopt. Als vuistregel kan gesteld worden: hoogte isolerende lijst minstens gelijk aan twee maal de muurdikte. De dikte van de isolatielaag kan variëren over de hoogte van het profiel (bv. afnemen naar boven en onder toe), zodat de isolatielaag de vorm kan aannemen van decoratieve moulures.



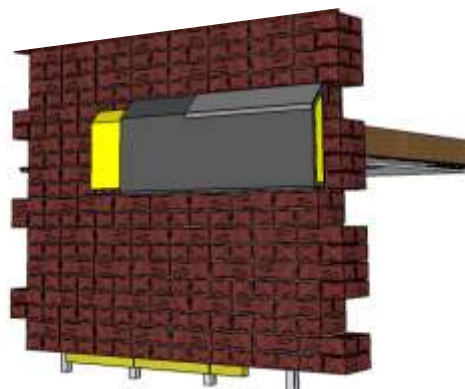
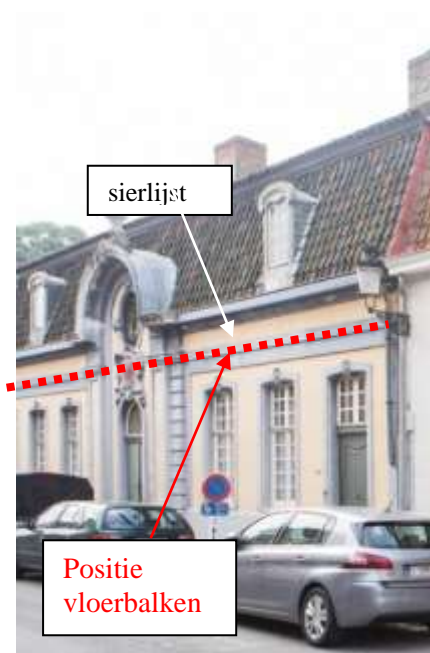
Afbeelding 105 : beperking van de vochtbelasting van houten balkkoppen door lokale bouwkundige maatregelen: isolerende sierlijst aan de buitenzijde van de muur

Deze oplossing kan vooral interessant zijn als de gevel zich leent tot een horizontale opdeling of als er reeds horizontaal lijstwerk aanwezig is die aan (grondige) herstelling/vervanging toe is. De afbeelding hierna vormt een illustratie: in het kader van renovatiewerken moesten de blindankers vervangen worden en een (relatief hoge) gestucte fries vervangen. In dit geval zou een nieuwe, waterdichte en isolerende fries (met hetzelfde uitzicht als de bestaande) nuttig kunnen zijn om het risico op rotten van de balkkoppen te reduceren en tegelijkertijd de erfgoedwaarde van de gevel te respecteren (uitzicht ongewijzigd).



Afbeelding 106 : voorbeeld van een gevel met sierlijst en (blind)ankers, in herstelling tijdens restauratiewerken
[ref. http://www.meerbouw.com/ren_min_ovz.php?pj_ID=27]

De afbeelding hierna toont een ander voorbeeld waar deze oplossing in principe toegepast zou kunnen worden. Indien de horizontale lijst tussen ramen en dakgoot niet aanwezig zou zijn, zou men deze in het kader van restauratiewerken kunnen toevoegen, in de stijl van de bestaande gevel. Bemerkt: gezien in dit geval al een pleister aanwezig is over het volledige gevelvlak zal de vochtbelasting ter hoogte van de balkkoppen reeds sterk beperkt zijn t.o.v. een gevel in metselwerk (in de veronderstelling dat er geen lokale infiltraties aanwezig zijn, bv. een lekkende dakgoot, barsten, ...) en is een lokale ingreep niet nodig.



Afbeelding 107 : voorbeeld van een gepleisterde gevel met sierlijst ter hoogte van de verdiepingvloer; schematische voorstelling mogelijke toepassing van een isolerende sierlijst (profiel kan aangepast worden aan de stijl van de gevel)

Naast het aanpakken van eventuele plaatselijke onvolkomenheden kan het ook een optie zijn om het volledige geveloppervlak minder waterdoorlatend te maken. Dit kan - zonder een al te grote visuele impact op de gevel - door **hydrofoberen** van de gevel.

Opgelet: toepassing van een hydrofuge vereist dat er **geen openingen in de gevel mogen voorkomen die een onderbreking van de hydrofuge kunnen vormen (oude leidingdoorvoeren, spleten, barstjes, los of ontbrekend voegwerk, ontbrekende dichtings- of uitzettingsvoegen...)**. Eventueel langs die weg binnendringend vocht kan immers door de hydrofuge op de muur trager uitdrogen, wat tot schade aanleiding kan geven! Een hydrofuge dient dus met de meeste zorgvuldigheid uitgevoerd te worden, en pas na een zeer grondige inspectie van de gevel en eventuele herstellingswerken. De werkzaamheid van een hydrofuge neemt af in de tijd. In functie van het product kan het nodig zijn om bv. om de 5 à 30 jaar een nieuwe laag aan te brengen. Een hydrofuge is dus geen éénmalige maatregel maar vereist een zeker **onderhoud**. De effectiviteit en duurzaamheid van een hydrofuge hangt ook af van de ondergrond (baksteen, natuursteen, mortel) en is dus niet noodzakelijk homogeen over het volledige gevelvlak. De compatibiliteit van de gekozen techniek met de ondergrond moet dus in detail bestudeerd worden om het gewenste resultaat effectief te realiseren.

In principe zou ook een gevelbekleding of pleisterlaag de waterdichtheid van het metselwerk kunnen waarborgen, maar in dat geval zal het wellicht meer aangewezen zijn om meteen ook een buitenisolatiesysteem toe te passen.

Belangrijk: alvorens te hydrofoberen en alvorens te isoleren moet alle vocht in de gevel uitgedroogd zijn!

Bij het vervangen van balkkoppen of balken kan het nuttig zijn om de **balken niet dieper in de muur te steken dan nodig voor de stabiliteit van de vloer** (uiteraard mits het respecteren van de minimale oplegging, nodig voor de stabiliteit, in functie van de gegeven bouwkundige situatie). Bemerkt: er bestaan technieken om de puntlast van de balk te spreiden onder het onderliggende metselwerk (slof in beton, stalen verdeelplaat, ...), waardoor mogelijk ook de diepte in de muur enigszins gereduceerd kan worden t.o.v. de bestaande situatie.

Bemerkt: bij **spouwmuren** is de vochtuithouding ter hoogte van de balkkoppen veel eenvoudiger: in principe is het binnenspouwblad droog en kunnen houten balken – zelfs zonder vochtbescherming van de balkkoppen – in het binnenspouwblad rusten. Het binnenspouwblad kan alleen nat worden door **onvolkomenheden in het metselwerk, bv. mortelbruggen, naar binnen afhellende spouwankers, of ontbrekende vochtschermen**. Dit kan gecontroleerd worden ter plaatse van de balkkoppen, bv. door het visueel vaststellen van vochtsporen en/of door spouwendoscopie.

Capillair opstijgend vocht beheersen

Capillair opstijgend vocht in de muur kan verhinderd worden door het plaatsen van een **vochtscherm**.

Voor meer informatie verwijzen we naar TV 252 van het WTCB (referentie [3]).

In het kader van binnenisolatie is het nuttig de aandacht te vestigen op volgende punten:

- het aanbrengen van een binnenisolatie vermindert de droging naar binnen toe en kan ertoe leiden dat vocht door capillaire werking in de muur hoger stijgt dan voordien; daarom is het belangrijk om nooit binnenisolatie aan te brengen wanneer er nog capillaire vocht in de muur aanwezig is, zeker wanneer aan de buitenzijde een dampdichte afwerking aanwezig is (bv. cementering). Zie afb. 63 van TV 252.
- door capillaire werking kan vocht uit metselwerk de houten balkkoppen bevochtigen; het is dus in principe nuttig om een **vochtscherm** aan te brengen **tussen het hout en het metselwerk**; belangrijk is dat dit een *dampopen* materiaal is, om inwendige condensatie door dampdiffusie te vermijden (cf. infra).
 - o In de literatuur vindt men als mogelijke oplossing ook het laten van een kleine luchtsponw tussen het hout en het metselwerk erboven en aan de zijkanten; het is echter niet evident om dit te realiseren in de praktijk; de kans is groot dat er toch stukken mortel tussen hout en metselwerk terecht komen; bovendien vergemakkelijken deze luchtsponwen luchtcirculaties rondom de balk, wat strijdig is met het basisprincipe 2 “luchtlekken vermijden”.
 - o Een vochtscherm **vermindert ook steeds - in meer of mindere mate - de drogingscapaciteit van de balkkop, zelfs als het toegepaste product dampopen is**. Daarom is het aangeraden om alleen een vochtscherm aan te brengen als het echt nodig is. Als de muur voldoende droog is en met zekerheid zal blijven (bv. door de maatregelen beschreven hierboven, in paragraaf “regendoorslag vermijden”) is het best om geen vochtscherm aan te brengen tussen hout en metselwerk. *Het al dan niet aanbrengen van een vochtscherm moet dus idealiter voor elke balkkop afzonderlijk afgewogen worden.* **Het duurzaam droog houden van de muur ter plaatse van de balkkoppen is de beste maatregel om het schaderisico tot een minimum te reduceren ter hoogte van de inbouw van houten balkkoppen bij binnenisolatie**, en is te verkiezen vóór het nemen van maatregelen om contact tussen vochtig metselwerk en vochtgevoelige materialen te vermijden.
 - o **Ook capillair-actieve isolatiematerialen vertonen uiteraard een capillaire werking. Direct contact tussen deze materialen en hout moet daarom vermeden worden.** Tussen een capillair-actief materiaal en hout wordt aangeraden om een vochtscherm te plaatsen, of minstens een materiaal dat vochtbestendig en niet capillair-actief is.

Luchtlekken beheersen

Oplossing: luchtdicht bouwen, cf. infra (basisprincipe 2).

Dampdiffusie beheersen

Oplossing: indien een vochtscherm tussen hout en metselwerk noodzakelijk is om voldoende zekerheid te bekomen dat het hout niet bevochtigd zal worden door het metselwerk of capillair-actieve isolatie, kies dan voor een **dampopen** product. Bepaalde vloeibare luchtdichtheidsproducten kunnen bv. ook voor deze toepassing gebruikt worden. Bemerk: een isolerende laag rond de balkkoppen zou in principe ook een positieve impact hebben, want de temperatuur ter plaatse van de balkkop zou stijgen, waardoor de kans op condensatie zou dalen. Dit is echter niet evident in de praktijk.

Bouwvocht beheersen

Dit is een aandachtspunt bij vervanging houten balkkoppen of balken:

- voldoende droog constructiehout te gebruiken (HVG < 18 à 20%)

Basisprincipe 1: koudebruggen reduceren

- isoleren tussen de balken (binnenisolatielaag zo continu mogelijk doortrekken over de verdiepingsvloer)

FAQ: “Welk isolatiemateriaal ter hoogte van de balkkoppen?”

Doorgaans wordt tussen de balken dezelfde isolatielaag geplaatst als in het muurvlak (zelfde materiaal, zelfde dikte, in het geval van prefab platen inclusief de afwerkingslaag).

De mogelijkheid bestaat om tussen de balkkoppen een minder isolerende laag aan te brengen (dunnere laag en/of materiaal met een minder performante lambda-waarde) of zelfs geen isolatie. Dit heeft het voordeel dat de temperatuur van de balkkoppen hoger zal zijn tijdens koude periodes en condensatie minder snel zal optreden. De balkkoppen zullen ook makkelijker kunnen uitdrogen naar binnen toe (op voorwaarde dat de vloer- en/of plafondbekleding voldoende dampopen zijn. Nadelig is echter dat de energieverliezen groter zullen zijn.

Per project, en idealiter zelfs per balkkop zal men dus de afweging moeten maken tussen energiebesparing en robuustheid t.o.v. eventuele schade. Concreet kan men de keuze maken als volgt:

- **zal de muur met voldoende zekerheid droog blijven?**
 - o dan is het perfect mogelijk om te isoleren tussen de balken
- **is de kans op bevochtiging relatief groot is kan ze niet vermeden worden in de specifieke bouwkundige situatie en context (budget, ruimtelijke ordening, eisen erfgoed, ...)?**
 - o dan kan het aangewezen zijn om minder of geen isolatie te plaatsen en wat extra energieverliezen te verkiezen boven een risico op schade.

Is er een voorkeur voor bepaalde isolatiematerialen op deze plaats?

Vanuit hygrothermisch oogpunt?

- in principe zijn zowel traditionele isolatiematerialen als capillair actieve mogelijk (toepassing van superisolerende materialen op deze plaats is weinig zinvol)
- **wanneer het binnenklimaat relatief vochtig is kunnen dampdichte materialen voordelig zijn**; ze verhinderen immers het best dampdiffusie van binnen naar buiten;
 - o *opgelet: de luchtdichtheid moet perfect verzorgd zijn; eventuele condensatie door convectie kan moeilijk uitdrogen naar binnen toe en kan dus een risico op houtrot met zich mee brengen!*
 - o *ook wanneer bevochtiging van buitenaf niet volledig uitgesloten kan worden, zijn dampdichte systemen minder optimaal omdat ze de droging naar binnen toe beperken*

- **capillair-actieve isolatie (dampopen) lijkt in het algemeen een interessante oplossing:**
 - o grootste drogingscapaciteit, minder foutgevoelig dan dampdichte systemen, een occasionele infiltratie zal minder snel aanleiding geven tot houtrot omdat het hout sneller kan drogen naar binnen toe;
 - o opgelet, dit geldt slechts op voorwaarde dat:
 - **de aansluiting perfect luchtdicht is (onderzoek aan de KUL [E. Vereecken, 2017] heeft uitgewezen dat wanneer de aansluiting NIET luchtdicht is, een capillair-actief systeem kan leiden tot een HOGER houtvochtgehalte dan andere systemen!)**
 - **vochtscherm aanwezig tussen capillair actief isolatiemateriaal en hout (cf. infra)**
 - **capillair-actieve materialen toegepast kunnen worden op de beschouwde gevel;**
 - **deze materialen zijn niet optimaal bij gevels met grote vochtbelasting; het risico bestaat dan immers dat het isolatiemateriaal het vocht uit de muur zal "opzuigen" en vrij vaak relatief vochtig zal staan (en bijgevolg minder goed zal isoleren)**

Vanuit akoestische oogpunt?

- in principe zijn soepele isolatiematerialen voordelig voor de geluidisolatie, nl. voor het reduceren van geluidsoverdracht van de lokalen gescheiden door de verdiepingsvloer
- bij massieve gevels is de aard van het isolatiemateriaal op deze plaats echter relatief beperkt: de massa van de gevel heeft een sterk dempend effect, zodat de bijdrage van de isolatielaag eerder beperkt is
- wanneer stijve isolatie of prefab platen gebruikt wordt in het muurvlak is het positief om ter hoogte van de balken een soepel isolatiemateriaal te plaatsen, maar dit is niet strikt noodzakelijk
- wat wel belangrijk is, is om elk star contact te vermijden:
 - o tussen stijve isolatie en houten balken
 - hou de stijve isolatie op enige afstand (bv. 1 cm) van de balken en vul de voeg met een elastisch isolatiemateriaal (bv. elastisch PUR-schuim); bemerk dat mogelijk tegelijkertijd een luchtdichte aansluiting gerealiseerd kan worden
 - o tussen de afwerkingspanelen van de wanden (bv. gipskartonbeplating) en vloer of plafond:
 - plaats een elastische kitvoeg tussen wandbeplating (of plint) en vloerbekleding
 - plaats een elastische kitvoeg tussen wandbeplating en plafondbeplating (of eventuele sierlijst)

Naar de praktijk toe wordt bovenstaande punten samengevat in een matrix die houvast biedt bij de keuze van het type isolatie tussen de balkkoppen (cf. infra).

Tabel G : isolatie ter plaatse van de balkkoppen: keuzematrix

| | | INTERNE VOCHTBELASTING (impact binnenklimaat) | |
|---|-------|--|--|
| | | DROOG | NAT |
| EXTERNE VOCHTBELASTING (impact neerslag) | DROOG | Strategie: ISOLEER MAXIMAAL ! In principe kan om het even welk binnenisolatiesysteem toegepast worden; <i>Indien standaard constructie (geen erfgoed):</i> kies isolatie met hoge thermische weerstand <i>Indien behoud constructie prioritair t.o.v. energiebesparing (bv. erfgoed):</i> een capillair-actief systeem biedt het voordeel dat occasionele bevochtiging sneller zal drogen; | Kies een dampdicht binnenisolatiesysteem |
| | | Kies een dampopen en vochtbestendig binnenisolatiesysteem Een capillair-actief systeem bevordert de droging <i>mits dampopen binnenafwerking; een dampopen hydrofobering op het gevelvlak is zeer sterk aanbevolen</i> | |
| | NAT | Plaats <u>GEEN dampdicht systeem</u> : <i>grote kans op houtrot!</i> | Zet in op maximale drogingscapaciteit, plaats GEEN isolatie tussen de balkkoppen |
| | | <i>Indien behoud constructie prioritair t.o.v. energiebesparing (bv. erfgoed):</i> zet in op maximale drogingscapaciteit, plaats GEEN isolatie tussen de balkkoppen | |

Belangrijk: de vochtbelasting moet beoordeeld worden, niet voor het gebouw als geheel, maar **ter plaatse van de beschouwde balkkoppen!**

- 1) Voor de **INTERNE VOCHTBELASTING** kan de binnenklimaatklasse als basis gebruikt worden:
- binnenklimaatklasse 1 en 2? → "droog"
 - binnenklimaatklasse 3 en 4? → "nat"

Opgelet: *zeer lokale functies of bouwkundige situaties kunnen het binnenklimaat ter plaatse van de balkkoppen beïnvloeden*; zo is het mogelijk dat in een grote, goed geventileerde woning enkele balkkoppen die zich bevinden vlak boven een douche of boven een keukenaanrecht met recirculatie dampkap (die geen vocht naar buiten afvoert) beduidend meer aan vocht blootgesteld worden dan andere, ook al worden de kamers als geheel voldoende geventileerd; ook in het plafond van een kleine kamer in een appartement waar quasi-continu was gedroogd wordt en geen toereikende ventilatie aanwezig is (bv. bestaand gebouw dat gefaseerd gerenoveerd zal worden) kunnen balkkoppen lokaal aan een hogere vochtbelasting blootgesteld worden

- 2) Voor de **EXTERNE VOCHTBELASTING** kan de regenbelasting op de gevel als basis gebruikt worden. De grootte en impact ervan wordt voornamelijk beïnvloed door:

- de oriëntatie van de gevel
- de dikte van de muur
- de diepte van de balkkoppen in de muur
- de eventuele aanwezigheid van vochtwerende maatregelen, zoals een bardage of hydrofobering

Opgelet: *zeer lokale bouwkundige situaties kunnen de vochtbelasting ter plaatse van de balkkoppen beïnvloeden*, zowel in positieve als negatieve zin; zo kan een uitkragende gevel vlak boven een balkkop ervoor zorgen dat deze relatief droog blijft, terwijl een barst of oude kabeldoorvoer kan maken dat de balk relatief nat staat, zelfs als de gevel in z'n geheel gehydrofoberd.

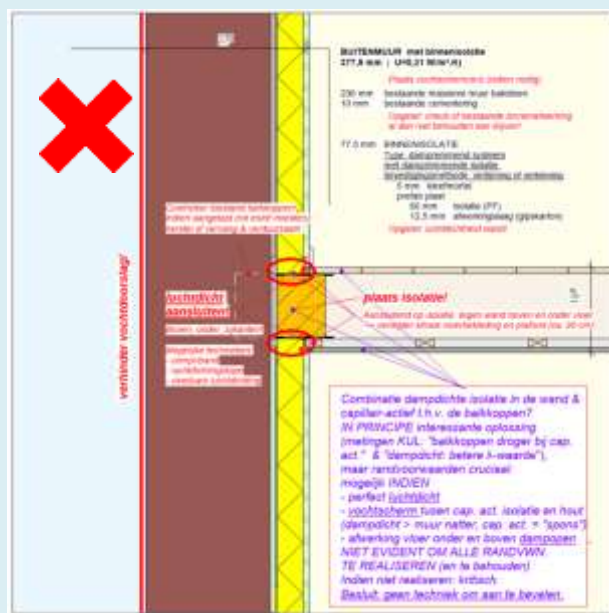
Bemerk: in eerste instantie moet men ernaar streven om de vochtbelasting zoveel mogelijk te beperken zo kan men in de tabel opschuiven van een risicovolle situatie naar een situatie waar meer energiebesparing mogelijk is

Een perfecte luchtdichtheid is in alle gevallen een absolute noodzaak!

FAQ: “Een ander type isolatie ter hoogte van de balkkoppen dan in het vlak van de muur?”

Gezien bepaalde isolatiematerialen meer geschikt lijken voor toepassing tussen de balkkoppen zou men de overweging kunnen maken om een ander type isolatiemateriaal te plaatsen tussen de balkkoppen dan in het muurvlak. Zo zou men kunnen bedenken om dampdichte panelen in het muurvlak (minimale vochtbelasting van binnenuit!) te combineren met capillair-actieve materialen tussen de balkkoppen (maximale drogingscapaciteit!). Is dit een goed idee of juist niet?

- bij toepassing van dampdichte isolatie kan de muur minder uitdrogen naar binnen en zal ze over een langere termijn een hoger vochtgehalte vertonen
- bij toepassing van capillair-actieve isolatie tussen de balkkoppen zal deze isolatie “als een spons” het vocht uit de muur aantrekken
- *als de capillair-actieve isolatie in direct contact staat met het hout kan ze een vochtbrug vormen tussen muur en hout, en dus de houten balken extra bevochtigen!*
- een **vochtscherm tussen hout en capillair-actieve isolatie** is dus aangeraden in deze situatie!
- opdat de drogingscapaciteit van de capillair-actieve isolatie zou kunnen benut worden, is het noodzakelijk dat de **afwerking van de verdiepingvloer** ook **dampopen** is en blijft, idealiter zowel aan de onderkant als de bovenkant
- de aansluiting van de isolatie op de balkkoppen moet **perfect luchtdicht** zijn; dit is in principe moeilijker bij aansluiting van 2 verschillende systemen
- realisatie en duurzaam behoud van bovenstaande randvoorwaarden zijn niet evident
- daarom wordt de **combinatie van capillair-actief en dampdicht NIET aanbevolen** (tenzij in uitzonderlijke omstandigheden de randvoorwaarden toch ook op lange termijn voldaan zouden kunnen blijven)



Afbeelding 108 : voorbeeld van een combinatie van verschillende isolatiesystemen

Een ander type isolatie ter hoogte van de balkkoppen is meestal niet zinvol en wordt in de praktijk in België ook zelden gedaan.

Het kan eventueel een optie zijn als uitvoeringstechnisch pragmatische oplossing in specifieke situaties (bv. eventuele innovatieve technieken om luchtdichtheid en isolatie tussen de balkkoppen op een snelle en efficiënte manier te realiseren) maar vergt steeds een aandachtige studie van de interactie van de materialen, in het bijzonder bij capillair-actieve materialen.

Algemene regel: zelfde isolatiesysteem tussen de balken als in het muurvlak. Doortrekken van de isolatie tussen de balkkoppen onder of boven is voordeliger dan een aparte laag tussen de balken, zo kan men één aansluiting van isolatie en luchtdichtheid uitsparen (zie verder “concrete realisatie”).

FAQ: “Een binnenisolatiesysteem kiezen *in functie van de detaillering?*”

De concrete realisatie van de detaillering hangt af van het type binnenisolatiesysteem (cf. infra “concrete realisatie” en “praktische uitvoering: voorbeelden”). Echter, gezien de ene detaillering beter geschikt blijkt voor een bepaalde situatie dan een andere, **kan het nuttig zijn om bij de keuze van het type binnenisolatiesysteem ook rekening te houden met de op te lossen details. Het kan dus handig zijn om een systeem te kiezen in functie van de details i.p.v. enkel (in tweede fase) de details uit te werken, na de keuze van het systeem. Met name aansluitingsdetails met houten balkkoppen kunnen bepalend zijn.** Men kan een systeem kiezen dat optimaal is om zoveel mogelijk energie te besparen én het schaderisico tot een minimum te vermijden ter hoogte van de balkkoppen, en dit vervolgens toepassen over het volledige muurvlak.

Voorbeeld: een erfgoed-gebouw met waardevolle houten vloeren. In functie van de situatie kan – op basis van tabel G – blijken dat bv. een capillair-actief systeem de beste keuze is om de details ter hoogte van de houten balkkoppen op te lossen. Op basis hiervan - en het feit dat combinatie van systemen als algemene regel afgeraden wordt (zie vorige FAQ) - kan men ervoor kiezen om voor de volledige gevel een capillair-actief systeem toe te passen (ook al zouden andere systemen voordeliger zijn voor het vlak van de muur, bv. omdat ze beter thermisch isoleren, beter akoestisch isoleren, ...). Deze laatste criteria kunnen in dit geval minder doorslaggevend zijn dan het behoud van de houten vloeren.

FAQ: “Over het hele gebouw dezelfde detaillering?”

Op basis van het voorgaande, zou men - als mogelijke pragmatische aanpak - kunnen onderzoeken wat de meest ongunstige situatie is voor houten balkkoppen in het gebouw, een binnenisolatiesysteem kiezen die optimaal is voor die situatie en dit vervolgens toepassen op het volledige gebouw.

Zoals in tabel G voorgesteld hangt het optimale isolatiesysteem voor de balkkoppen af van de vochtbelasting van binnenuit en van buitenaf. Gezien deze factoren niet gelijk zijn voor het volledige gebouw, maar variëren van gevel tot gevel en van lokaal tot lokaal kan een differentiatie van de aanpak van de balkkoppen aangeraden zijn, idealiter per binnenruimte en per gevel.

Voorbeeld: een grote, architecturaal waardevolle villa wordt gerenoveerd. De monumentale voorgevel is zuid-west georiënteerd. Achter de voorgevel bevinden zich een groot salon, een bureau en een inkomhal. Op de verdieping komt een opnamestudio. In een sous-sol aan de achterzijde (veronderstel vrij van vochtproblemen) wenst men een fitnessruimte en zwembad onder te brengen. De vloeren tussen souterrain

en bel-etage en tussen bel-etage en eerste verdieping zijn opgebouwd met houten balken en afgewerkt met waardevol visgraatparket.

Welk type binnenisolatie kiezen? Hoe de details ter plaatse van balkkoppen best uitvoeren?

Stel dat we de - belangrijke! - problematiek van (half-) ondergrondse constructies hier nog even buiten beschouwing laten (zie FAQs “Een houten vloer boven een (kruip)kelder? Opgelet!” en “Binnenisolatie van keldermuren?”). Stel dat er buiten de vermelde gegevens geen andere keuzebepalende factoren zijn.

Wanneer we binnenisolatie gaan plaatsen in deze villa is wat de detaillering betreft het grootste risico het rotten van de houten balkkoppen. We focussen daarom eerst daarop en gaan onderzoeken op welke manier dit risico beheerst kan worden. Op basis van tabel G vinden we:

- voor de voorgevel kan een capillair-actief systeem interessant zijn
- voor de opnamestudio kan een dampopen systeem met vochtongevoelig materiaal een optie zijn, rekening met eisen qua geluidisolatie zou een akoestisch geoptimaliseerde voorzetwand met metal stud, minerale wol en vochtvariabel damp scherm in beeld kunnen komen
- voor het zwembad (en de aansluitende fitnessruimte) lijkt een dampdicht systeem optimaal (gezien de muren half ingegraven zijn, bij voorkeur een perfect dampdicht systeem met vochtongevoelig materiaal)

Stel dat we in dit geval:

- ook (ter plaatse van de balkkoppen) in de voorgevel een dampdicht systeem zouden plaatsen, *zullen deze veel natter komen te staan dan voor het plaatsen van de binnenisolatie, kunnen ze niet uitdrogen naar binnen en is kans op houtrot reëel*
- ook (ter plaatse van de balkkoppen) in het zwembad een capillair-actief materiaal zouden toepassen *is het mogelijk (o.a. in functie van de mate van ventilatie van het zwembad) dat dit materiaal quasi-permanent zeer vochtig staat en méér vocht naar de houten balkkoppen leidt dan vóór de plaatsing van de binnenisolatie; in combinatie met bv. een dampdicht vernis op het parket aan de bovenzijde en een cementering als gevelafwerking (weinig droogcapaciteit, noch langs binnen als langs buiten) kan dit leiden tot een situatie waarin houtrot kan ontwikkelen*
- ook (ter plaatse van de balkkoppen) in het zwembad een minerale wol met vochtvariabel damp scherm zouden toepassen, *is het mogelijk dat het damp scherm door de hoge relatieve vochtigheid in het zwembad relatief dampopen is (ook in de winter), waardoor damp tot de balkkoppen kan doordringen en kan condenseren op de koude uiteinden van de balken en op het omringende metselwerk; dan kan dit aanleiding geven tot een situatie waarin houtrot kan ontstaan; stel dat de balkkoppen bij plaatsing (bv. 100 jaar geleden) “geteerd” werden met een dampdicht product (zie afbeelding 99) dan kunnen de balkkoppen niet uitdrogen langs buiten en is het risico nog groter*

Stel dat de balkkoppen van de verdiepingsvloer:

- in de voorgevel steken, ca. 10 cm boven een gevelijst met horizontaal bovenvlak (zoals aanwezig in de gevel in afbeelding 101). *Dan kan de gevel door opspattend regenwater extra nat worden en het risico voor de balken groter worden.*
- in de achtergevel steken, ca. 10 cm onder een gevelijst met afgeschuind bovenvlak en druiplijst (zoals aanwezig in de gevel in afbeelding 102). Dan zal de gevel ter plaatse van de balkkoppen minder nat worden en zal het risico op houtrot lokaal kleiner zijn.

Dit voorbeeld illustreert de complexiteit die zich kan voor doen in concrete projecten in de praktijk. Het geeft ook aan op welke manier men deze kan uiteenrafelen en de risico's kan beheersen door zorgvuldig vooronderzoek en een differentiatie van de oplossingen.

Besluit: NEEN. Bij binnenisolatie volstaat het niet om typedetails te ontwerpen per gebouw.

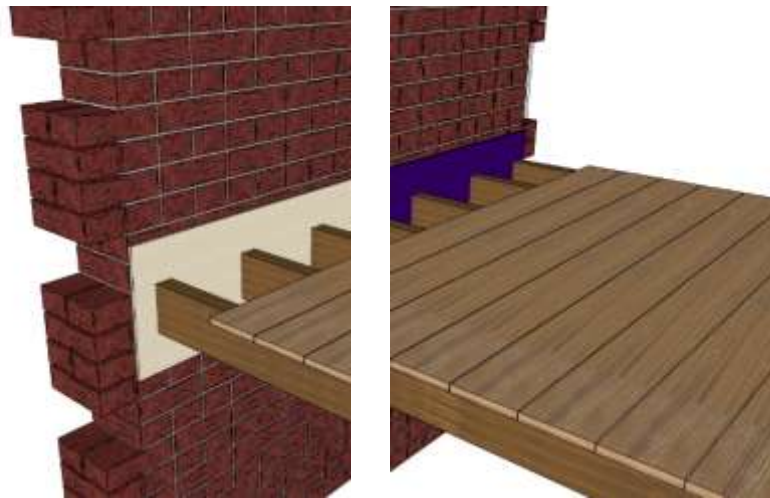
Elk aansluitingsdetail moet afzonderlijk bestudeerd worden! Zowel de vochtbelasting op de gevel als het binnenklimaat moet in detail beschouwd worden, en dit voor elke combinatie van binnenruimte & gevel, met aandacht voor eventuele elementen die de vochtbelasting lokaal kunnen beïnvloeden.

Basisprincipe 2: luchtlekken vermijden

Om de verschillende mogelijk optredende luchtstromingen (zie afbeelding 98 en paragraaf erboven) af te sluiten moet idealiter:

1) het muurvlak tussen de balkkoppen (en een strook van ca. 20 cm erboven en eronder) luchtdicht zijn of gemaakt worden

- dit kan door het aanbrenge van een luchtdichte laag, bij voorkeur dampopen en vochtbestendig; enkele mogelijkheden voor concrete realisatie:
 - i. vloeibare luchtdichting
 - voor zover voldoende dampopen
 - ii. pleisterlaag
 - *bemerk: deze eis lijkt contradictorisch met de eis om pleisterwerk in het muurvlak te verwijderen alvorens binnenisolatie aan te brengen; gezien de impact van een strook pleisterwerk tussen de balkkoppen (en op een kleine afstand erboven en eronder) op de bevestiging door verkleving van binnenisolatie in het muurvlak verwaarloosbaar is, is dit acceptabel, voor zover beperkt tot een smalle strook rond de balkkoppen*
 - voorwaarde: geen risico op vochtbelasting van buitenaf (die het pleisterwerk zou kunnen aantasten)
 - iii. bij voorkeur geen cementering (dampdicht)



Afbeelding 109 : (eventuele) luchtdichtingslaag op de bestaande muur rond de balkkoppen,
in het geval de luchtdichting van de muur zelf ontoereikend is;
2 mogelijke varianten: pleisterwerk (links) / (dampopon) vloeibare luchtdichting (rechts)

- als het metselwerk zelf voldoende luchtdicht is (en men kan in deze situatie veronderstellen dat dit het geval is als geen luchtlekken gedetecteerd kunnen worden tijdens een pressurisatietest), kan men een extra luchtdichte laag achterwege laten; bemerk: eventuele duidelijke en zeer lokale luchtlekken (bv. een oude leidingdoorvoer) kan men in eerste instantie (lokaal) luchtdicht maken; dit kan vaak voldoende zijn om de muur voldoende luchtdicht te maken, een coating of pleisterwerk zoals hiervoor beschreven zal meestal enkel nodig zijn als het metselwerk in z'n geheel in relatief slechte staat is (bv. heel slordig gemetst, talrijke ondichtheden in het voegwerk, ...)



Afbeelding 110 : de luchtdichting van de muur wordt sterk bepaald door de kwaliteit van het metsel- en voegwerk; voorbeeld van een voor de beperking van het schaderisico ter hoogte van de balkkoppen bij binnenisolatie onvoldoende luchtdichte muur (links [foto WTCB]) en een voldoende luchtdichte muur (rechts) [ref. Vandemoortel] (vermoedelijk, op basis van visuele controle; een pressurisatietest met lekdetectie kan meer duidelijkheid bieden)

2) alle voegen tussen de balken en de muur luchtdicht gemaakt worden, evenals eventuele barsten in de balk loodrecht op het muurvlak (zie afbeelding hierna)

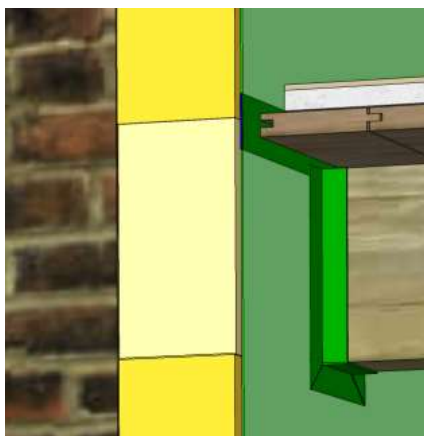
- dit kan door het aanbrenge van een luchtdichte voegdichting, bij voorkeur elastisch en vochtbestendig; enkele mogelijkheden voor concrete realisatie:
 - i. flexibel PUR-schuim
 - ii. luchtdichtingstape (opgelet: compatibiliteit ondergronden te checken)
 - iii. luchtdichtingskit



Afbeelding 111 : luchtdichting van de aansluiting houten balk – muur
(en eventuele barsten of holten in het hout, die de luchtdichtheid zouden kunnen hypothekeren)

3) het luchtscherm van het binnenisolatiesysteem in het muurvlak zo continu mogelijk doorgetrokken worden over de houten vloer

- eventueel kan gebruik gemaakt worden van een wachtfolie ter hoogte van de balken; over het algemeen is het echter handig om het luchtscherm van het muurvlak boven of onder de balkenlaag door te trekken tot de onderzijde respectievelijk bovenzijde van de balkenlaag (na het aanbrengen van passende uitsparingen voor de balken); zo moet men slechts één horizontale aansluiting luchtdicht maken i.p.v. twee (onder en boven de balken)
- enkele mogelijkheden voor de concrete realisatie van een luchtdichte verbinding tussen luchtscherm en houten balken worden voorgesteld in de tabel hierna:



Afbeelding 112 : luchtdichte aansluiting van het luchtscherm op de houten balken (voorbeeld van een situatie waarbij een folie als luchtscherm van de binnenisolatie onder de houten vloer doorgetrokken wordt tot boven de vloer)

Tabel H : overzicht mogelijke oplossingen aansluiting luchtscherm – balkkoppen in functie van het type binnenisolatiesysteem (niet-limitatief)

| | | Toepassingsgebied | | | | | Aandachtspunten |
|--------------------------------|-------------------------------------|---|----------|--|----------|-------------------------------|---|
| | | BI I (stijl en –regelwerk met dampremmende laag: | | BI II (stijve isolatieplaten, al dan niet prefab voorzien van een afwerkingslaag) | | BI III (capillair-actief)- | |
| | | Folie | Plaat | Pleisterlaag | Isolatie | Pleisterlaag | Specifiek |
| Type voegdichting | Luchtdichte laag | | | | | | |
| | Luchtdichtings-tape | courant | mogelijk | | | | - bij voorkeur L-vormig - balken: primer! - relatief arbeidsintensief |
| | Luchtdichtings-kit | mogelijk | mogelijk | | | | - acrylaatkit (plastisch blijvend) |
| | Vloeibare luchtdichting | | mogelijk | | mogelijk | | - aanbrengen met borstel of gespoten (kan vrij snel) - maximale voegbreedte om duurzaam luchtdicht te overbruggen? |
| | PUR-schuim | | mogelijk | courant | courant | mogelijk | - elastisch |
| | Compriband | | | mogelijk | mogelijk | mogelijk | |
| | Inpleisterbare luchtdichtingsstrook | | | | mogelijk | | mogelijk |
| Pleisterstopprofiel (type APU) | | | | mogelijk | | mogelijk | - vrij arbeidsintensief |

Algemene aandachtspunten:

- gebruik voor deze toepassing steeds materialen die een zekere beweging (krimp, zetting, trilling, ...) van de ondergrond kunnen opvangen en op een duurzame wijze hun functie blijven vervullen op lange termijn
- blijf bij voorkeur binnen het systeem van de systeemleverancier, experimenteer niet zelf met combinaties van producten van verschillende oorsprong (bv. een tape die normaal met folie gebruikt wordt toepassen op een houten plaat) tenzij de compatibiliteit met de ondergrond uitdrukkelijk door de fabrikant gegarandeerd wordt
- volg de voorschriften van de fabrikant van het luchtdichtingsmateriaal (bv. primer nodig, ...)
- algemene informatie over de types voegdichtingstechnieken: zie TV 255 (WTCB)

Via een pressurisatiemeting kan men de luchtdichtheid van de aansluiting van het luchtscherm op de balken na de uitvoering (en idealiter vóór de afwerkingsfase) controleren, wat de mogelijkheid biedt om eventuele resterende lekken te dichten. Bemerk: dit stemt overeen met een **luchtdichtheidsklasse L2** zoals ontwikkeld in de TV 251 “Thermische isolatie van hellende daken” van het WTCB [F. Dobbels, 2014]. Voor binnenisolatie kan gesteld worden dat het binnenisolatiestelsel na realisatie van de luchtdicht laag moet voldoen aan een luchtdichtheidsklasse L2.

Bemerk: de dichtheid van de wand tegen luchtstromen van binnen naar buiten is belangrijk, maar niet voldoende. **Ook luchtstromen tussen isolatie en muur kunnen nadelig zijn, en deze worden niet noodzakelijk gedetecteerd tijdens een pressurisatietest.** Het is immers mogelijk dat de muur perfect luchtdicht is en luchtlekken voorkomen onderaan en bovenaan de binnenisolatie. Hierdoor zou lucht tussen muur en isolatie kunnen stromen, daar over een relatief lange weg in contact staan met een koud muuroppervlak, en tot schimmelvorming of condensatie aanleiding geven.

Basisprincipe 3: binnenklimaat beheersen

Pro memorie: geen binnenisolatie plaatsen zonder eerst een correcte ventilatie te voorzien. Een voldoende droog binnenklimaat is een belangrijke voorwaarde om binnenisolatie te kunnen plaatsen zonder risico op schimmelvorming of condensatieproblemen.

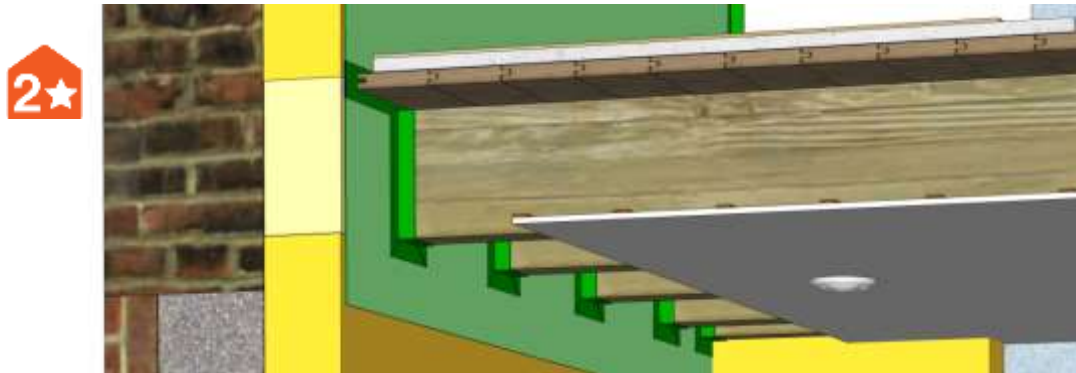
Voor de beperking van het schaderisico bij de houten balkkoppen is dit extra belangrijk!

Door een goede **ventilatie** kan men ervoor zorgen dat de relatieve vochtigheid in de binnenruimtes niet te hoog oploopt en de vochtbelasting van binnenuit op de balkkoppen (zie tabel G) zoveel mogelijk beperkt blijft.

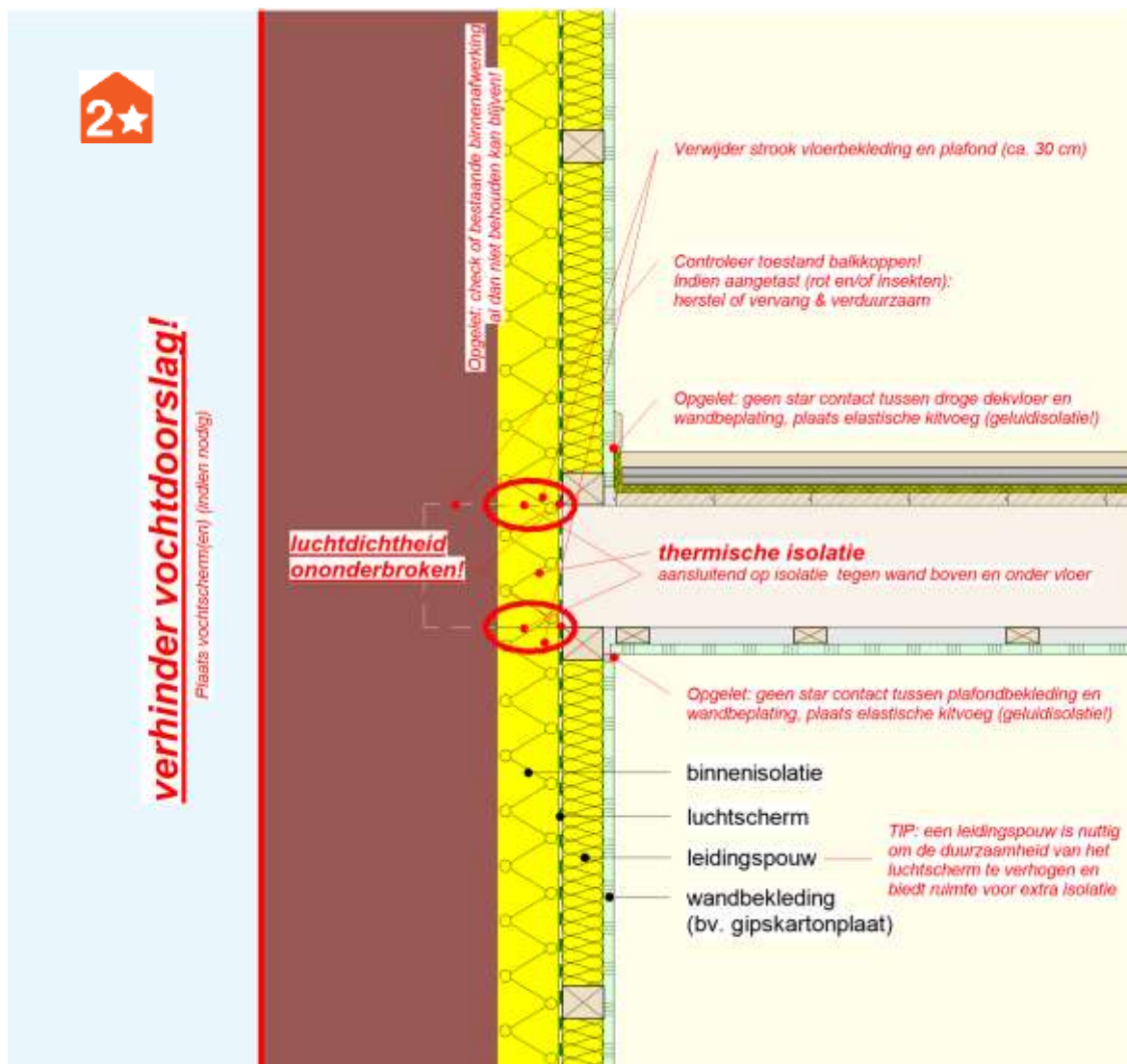
Om exfiltratie van warme, vochtige binnenlucht langsheen de balkkoppen naar buiten te vermijden, is het interessant om via de ventilatie-installatie een **lichte onderdruk** te creëren in het gebouw. Bemerk dat er vroeger in gebouwen vaak een lichte onderdruk aanwezig was doordat de toenmalige decentrale verwarmingselementen (kachels, open haarden, ...) lucht uit de binnenruimte onttrokken voor het verbrandingsproces.

Een eventuele permanente of frequente bevochtiging of ontvochtiging van de binnenruimte (bv. in museums) of een wijziging in de klimatisatie na de isolatiewerken moet bij de studie in beschouwing genomen worden, gezien dit een impact kan hebben op het vochtgehalte van de lucht ter hoogte van de balkkoppen.

Generiek standaarddetail



Afbeelding 113 : aansluiting binnenisolatie –verdiepingsvloer in hout (standaarddetail, schematische 3D voorstelling)



Afbeelding 114 : aansluiting binnenisolatie –verdiepingsvloer in hout (standaarddetail, 2D voorstelling)

Concrete realisatie

Wat betreft de concrete realisatie van de hiervoor geschetste principes kunnen voornamelijk volgende scenario's onderscheiden worden, in volgorde van toepassingsfrequentie in de praktijk (van courante oplossing (A) tot eerder uitzonderlijk (B) of alleen in zeer uitzonderlijke situaties te overwegen (C)) :

- **A. draagvloer behouden**
 - o **Binnenisolatie type BI I (stijl- en regelwerk)**
 - **Luchtdichte laag = folie**
 - **Luchtdichte laag = beplating**
 - o **Binnenisolatie type BI II en III: stijve isolatieplaten (al dan niet prefab) of -blokken**
- **B. draagvloer vervangen**
- **(C. verwarmingsbuis)**

Hierna wordt ter illustratie van een mogelijke praktische aanpak stap voor stap getoond hoe de aansluiting ter hoogte van de balkkoppen gerealiseerd kan worden wanneer de draagvloer behouden blijft, en binnenisolatie geplaatst wordt van het type BI I (stijl- en regelwerk met een membraan als luchtdichte laag).

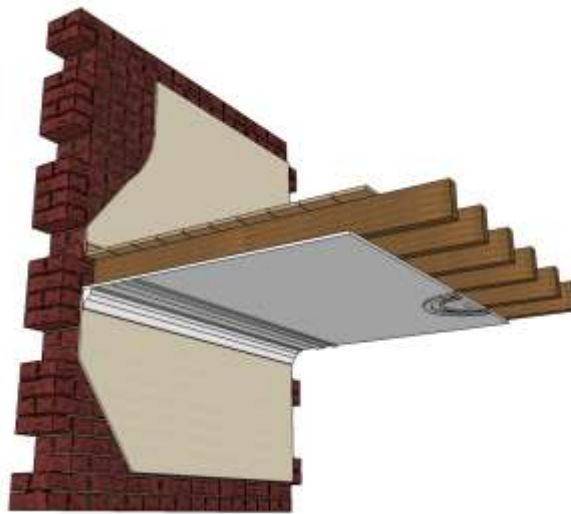
De andere scenario's kunnen grotendeels gelijkaardig gerealiseerd worden. De specifieke aspecten worden kort besproken na de voorstelling in extenso van scenario "A – BI – folie".

Scenario A. draagvloer behouden**Scenario A - BI - folie: binnenisolatie type stijl- en regelwerk met FOLIE als dampremmende laag**

Illustratie a.d.h.v. een stijl- en regelwerk met metal-stud en minerale wol, met een **akoestisch verbeterde opbouw**.

- We veronderstellen we dat het gekozen binnenisolatiesysteem geschikt is voor deze situatie (zie tabel G)

1. Vertreksituatie



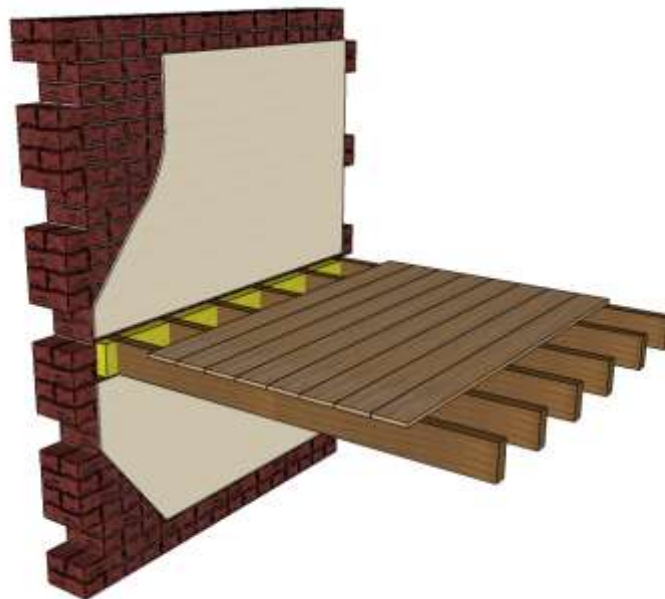
Afbeelding 115

2. **Verwijder plaatselijk vloer en plafond** (over een afstand van ca. 30 cm van de muur)



Afbeelding 116

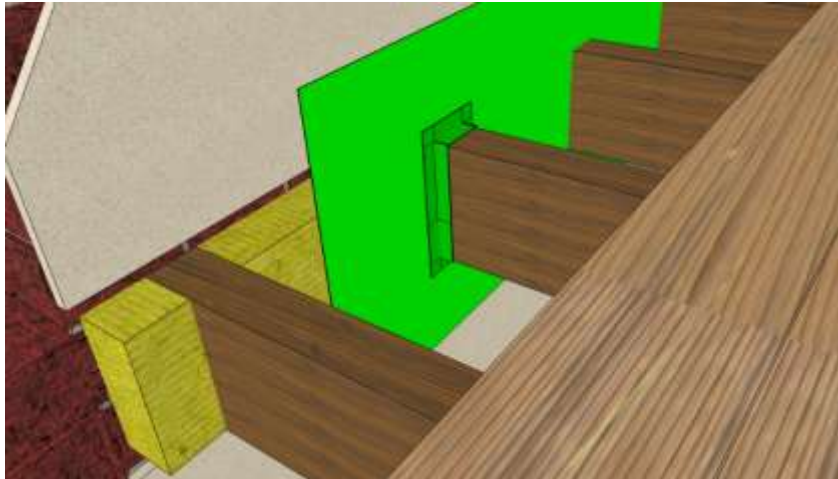
- Hier veronderstellen we dat de balken behouden blijven maar de volledige vloeropbouw boven en onder de balken vernieuwd wordt, om akoestische redenen; we behouden voorlopig de plankenvloer als werkplatform
 - ✓ Analyseer de bestaande situatie: zie checklist in FAQ “Waarop letten bij de voorafgaandelijke analyse van houten balkkoppen?”
 - We veronderstellen dat de balkkoppen in goede staat en duurzaam droog zijn
 - ✓ Kan het pleisterwerk behouden blijven? Zie referentie [1]
 - We veronderstellen dat dit mogelijk is
- 3. Indien nodig, verbeter de luchtdichtheid van het bestaande muurvlak en ter hoogte van de aansluiting houten balken - muur**
- ✓ Zie afbeelding 108 en 110
 - Hier veronderstellen we dat de muur voldoende luchtdicht is (een extra luchtdichte laag is dus niet nodig)
- 4. Plaats isolatie ter hoogte van de vloer**
- ✓ Zo goed mogelijk aansluitend op de isolatielaag erboven en eronder (volledige vulling, tot tegen de balken, tot tegen de muur)



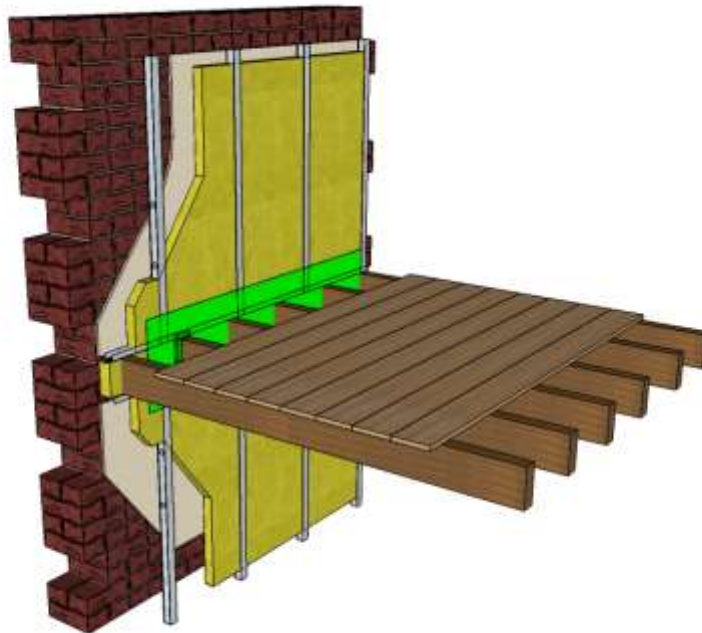
Afbeelding 117

5. Plaats een luchtdichte laag ter hoogte van de vloer (tussen de balken)

- ✓ Zo goed mogelijk aansluitend op het luchtscherm erboven en eronder én zijdelings (tegen balken); materiaal & techniek? Zie tabel H.
- ✓ Om praktische redenen kunnen we eventueel gebruik maken van een wachtfolie
 - In de beschouwde situatie is dit het geval

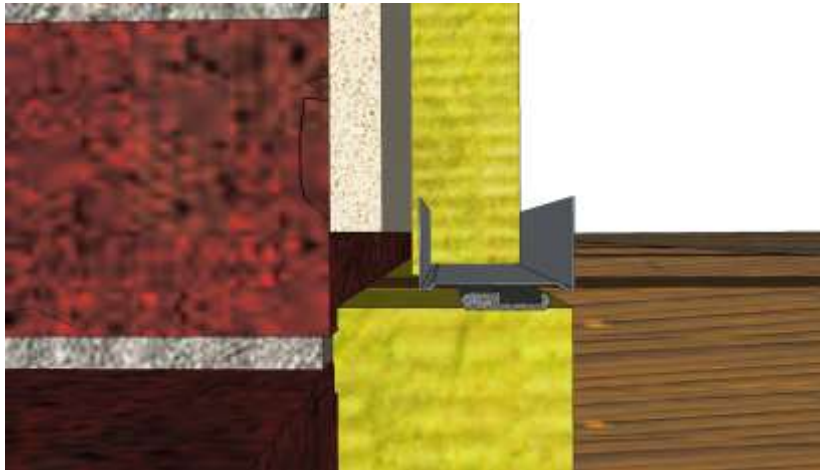


Afbeelding 118

6. Plaats isolatie boven en onder de houten vloer

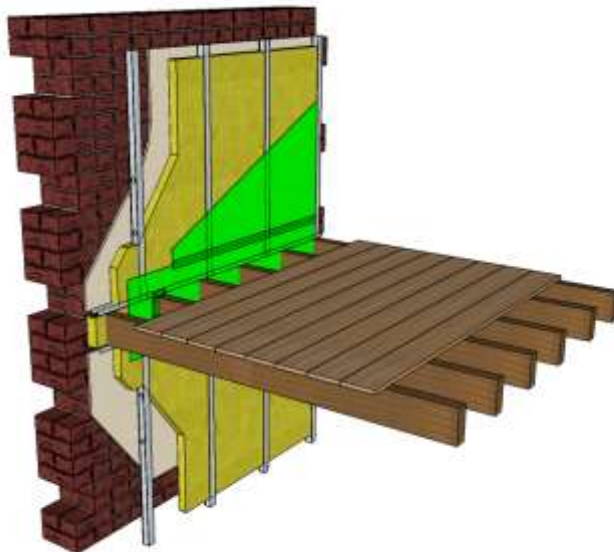
Afbeelding 119

- ✓ Plaats het binnenisolatiesysteem rechtstreeks op de vloerbalken (dus niet op een houten beplating of bebording, of bestaande vloerafwerking)
- ✓ Plaats het stijl- en regelwerk op ca. 1 cm afstand van muur en vermijd alle star contact met de muur (vermijden koudebruggen + realiseren geluidisolatie!)
- ✓ Sluit de minerale wol aan op de muur (dus geen luchtsponw tussen muur en isolatie!)



Afbeelding 120

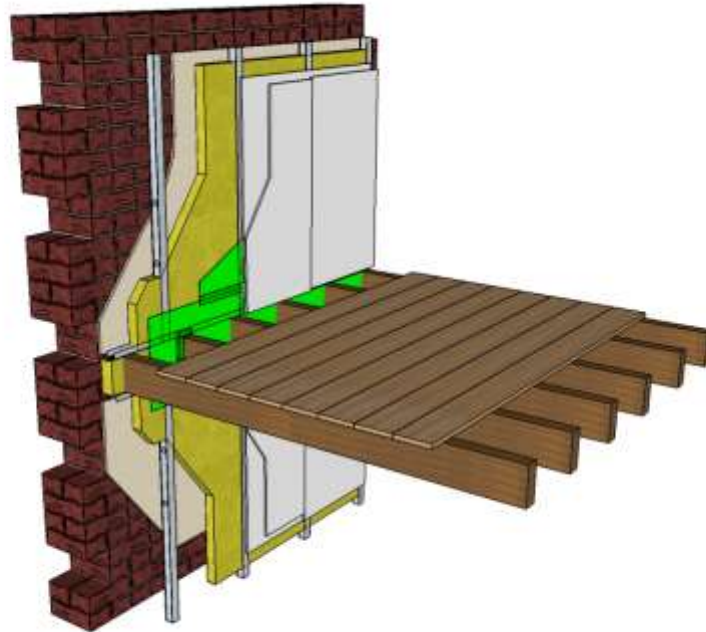
7. Plaats luchtscherm boven en onder de houten vloer en maak een luchtdichte verbinding tussen het luchtscherm tussen de balken en in de muur zodat de luchtdichte laag continu doorloopt ter plaatse van de houten vloer



Afbeelding 121

8. Plaats de wandbeplating

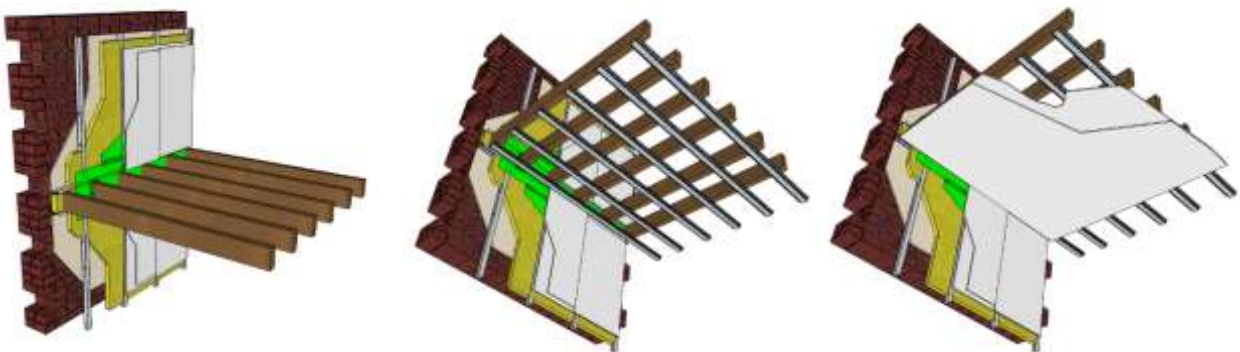
- In de beschouwde situatie een dubbele beplating van 12,5 mm, omwille van de eisen op het vlak van geluidisolatie



Afbeelding 122

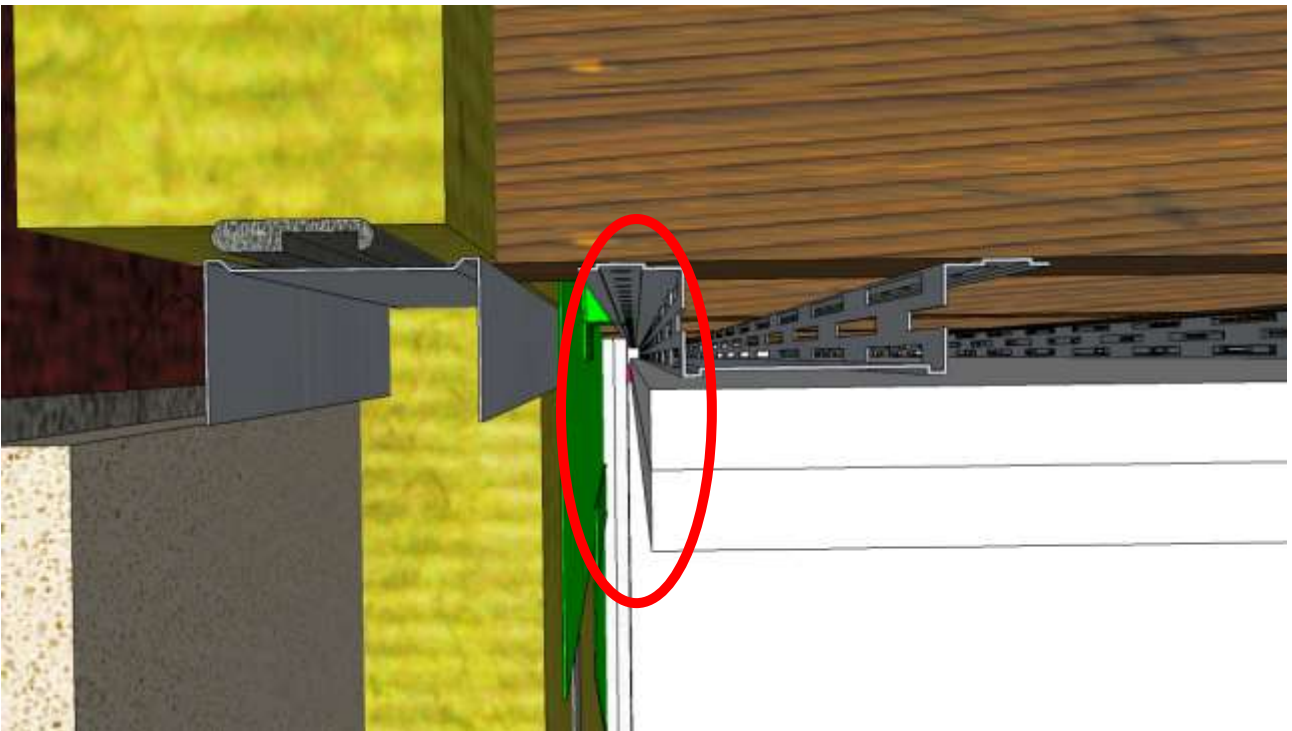
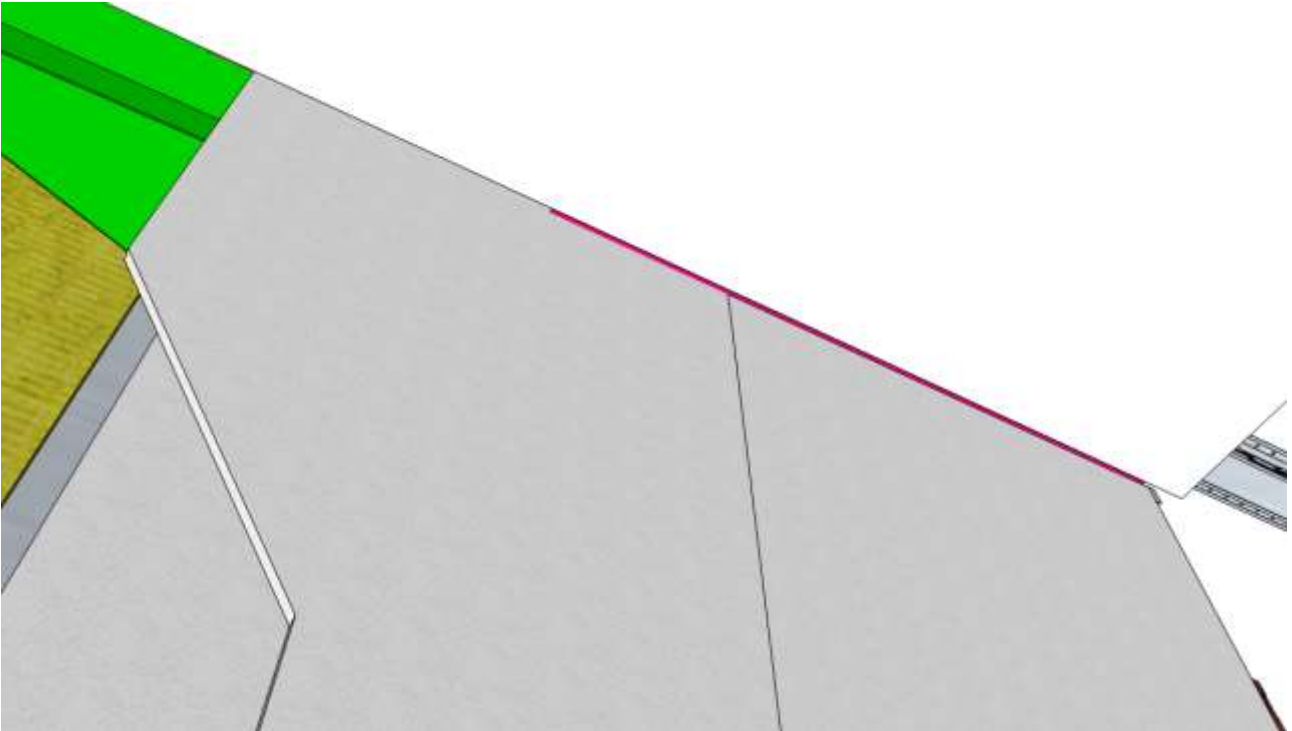
9. Aanpassing vloeropbouw (specifiek voor geluidisolatie)

- In de beschouwde situatie komt langs onder een dubbele beplating van 12,5 mm op veerregels, omwille van de eisen op het vlak van geluidisolatie



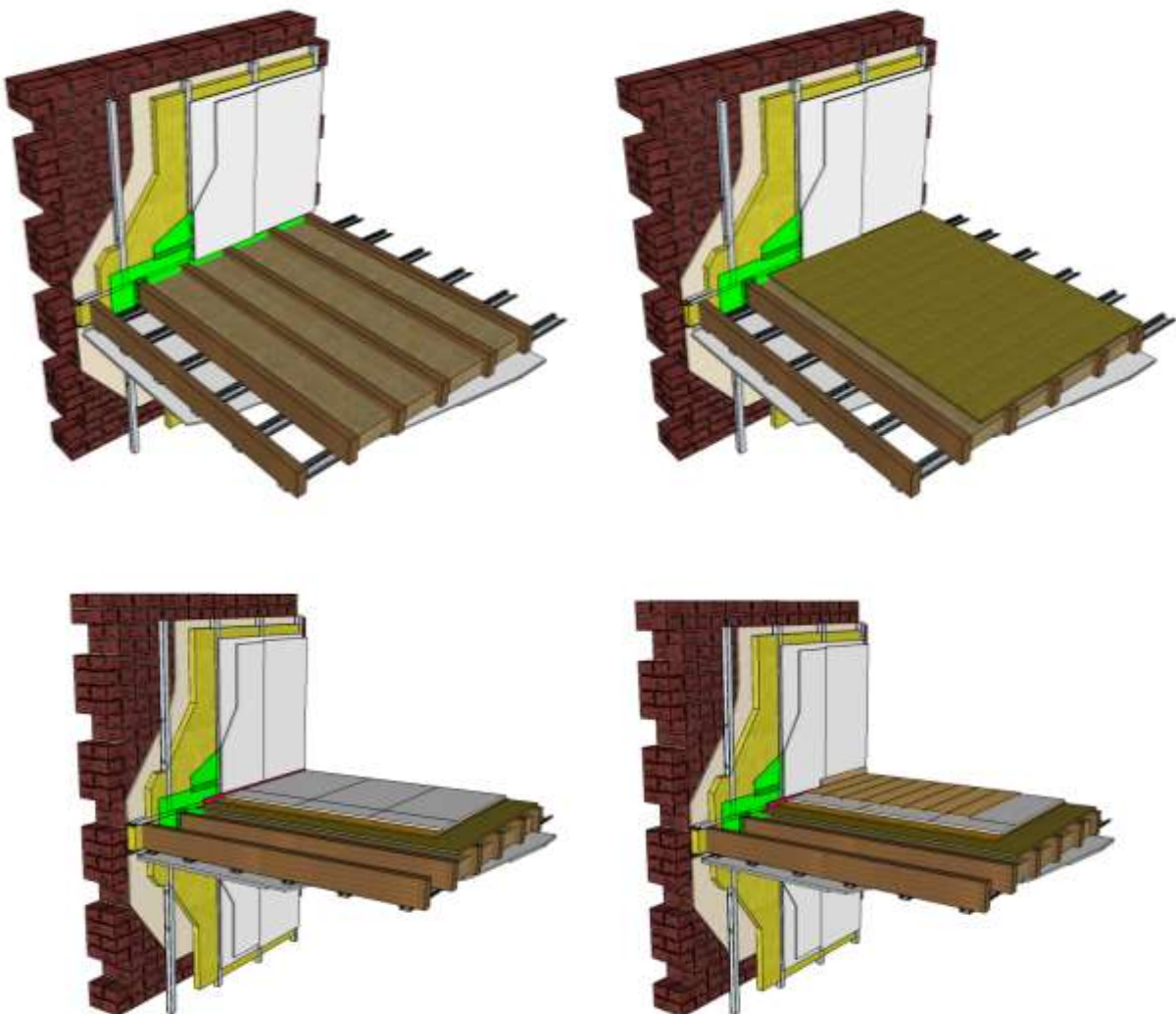
Afbeelding 123

- ✓ Belangrijk voor de geluidisolatie: vermijd elk star contact tussen de beplating van het plafond en deze van de wand; we plaatsen de platen op ca. 6 mm van elkaar en vullen de voeg met een elastische kitvoeg



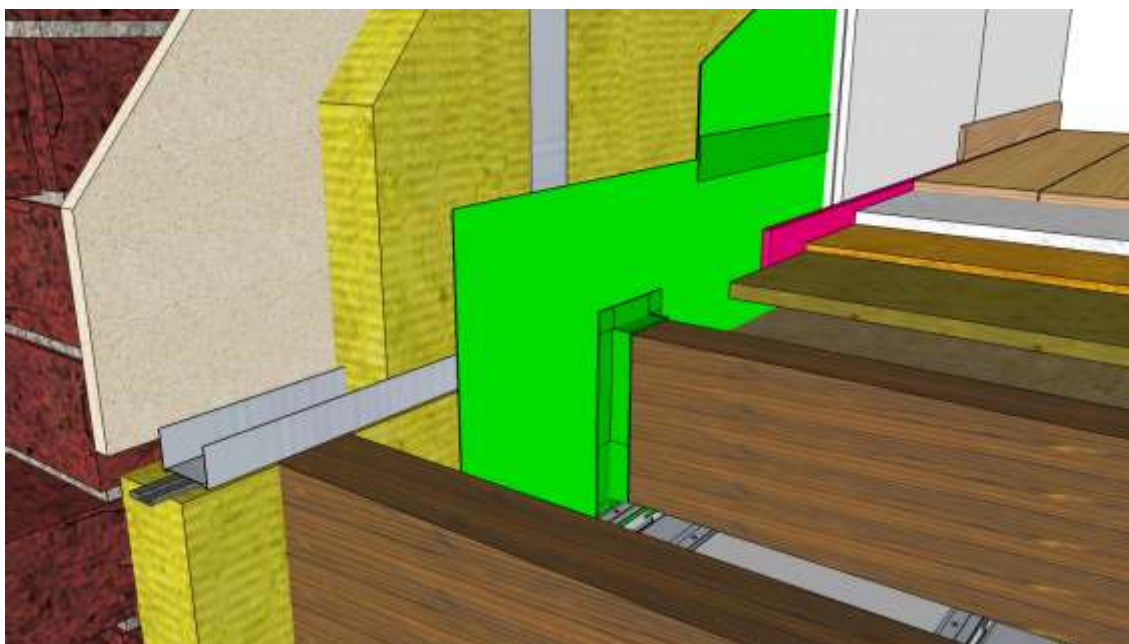
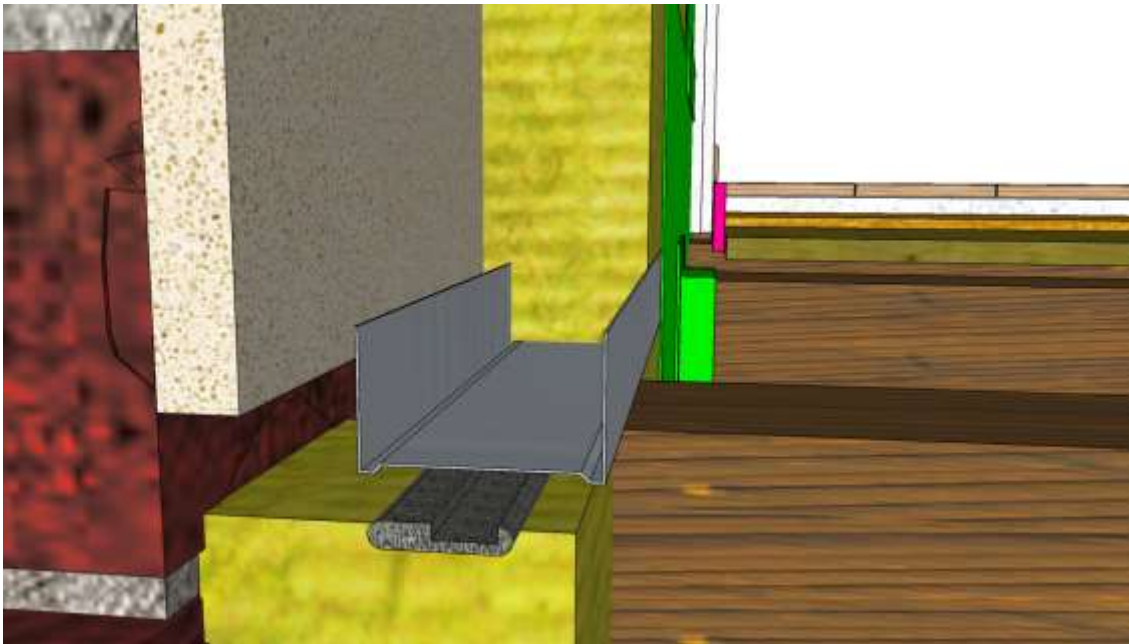
Afbeelding 124

- In de beschouwde situatie wordt langs boven
- eerst soepele isolatie (bv. rotswol) geplaatst tussen en naadloos aansluitend op de balken (ondersteund door de veerregels)
 - vervolgens een beplating aangebracht (bv. spaanplaat)
 - waarop een droge dekvloer komt
 - en een vloerafwerking (met plint)

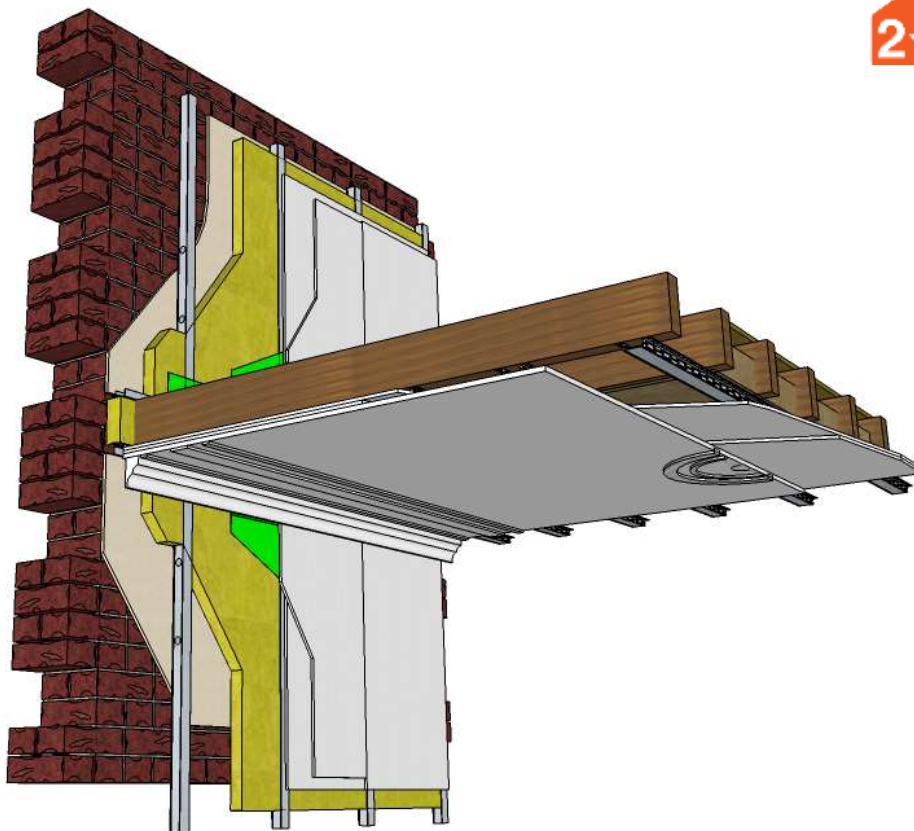
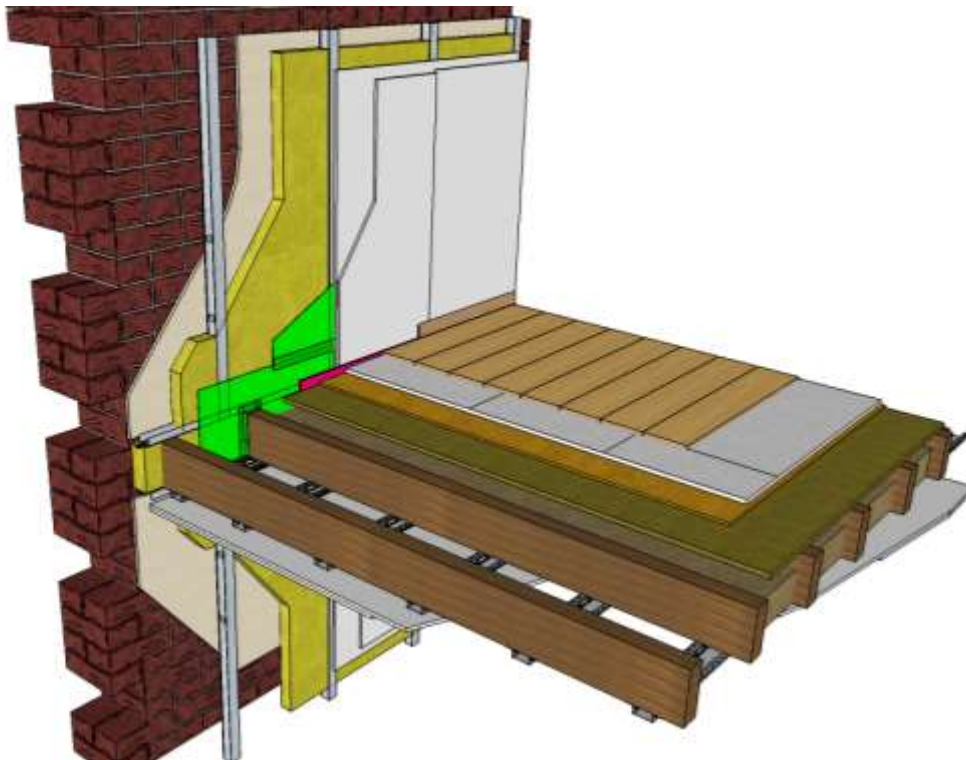


Afbeelding 125

- ✓ Belangrijk voor de geluidisolatie: vermijd elk star contact tussen de vloerafwerking (en onderlaag) en de beplating van de wand;
 - dit kan in dit geval gerealiseerd worden via de randstrook van de dekvloer;
 - ook de plint mag geen rechtstreeks contact maken met de vloerafwerking: ze wordt ca. 6 mm boven het vloerpeil geplaatst, de voeg wordt opgevuld met een elastische kitvoeg



Afbeelding 126



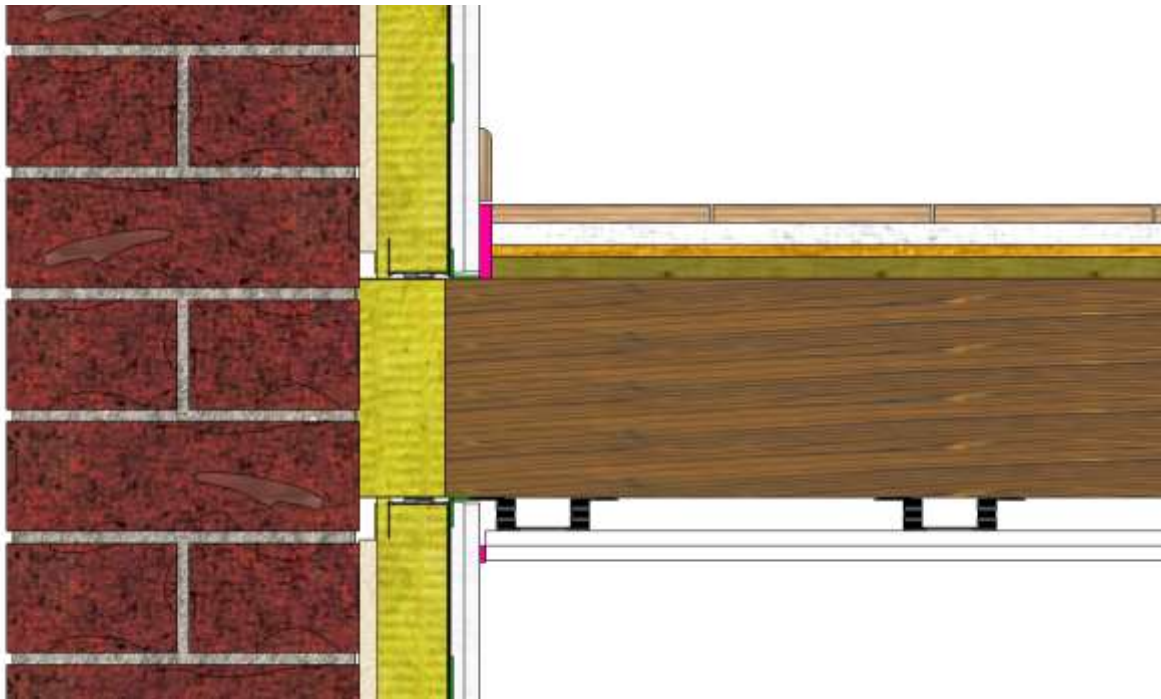
Afbeelding 127 : 3D-voorstelling van de aansluiting van een houten verdiepingvloer op een gevel met binnenisolatie: overzicht
[ref. STAR-detail, WTCB, 2014, bijgewerkt in het kader van Renofase, WTCB 2017]

Met deze opbouw kunnen volgende akoestische prestaties gerealiseerd worden:

$$R'_{w}(C100-3150,C50-3150) = 57(-2,-7) \text{ dB}$$

$$L'_{n,w}(C_i,100-2500;C_i,50-2500) = 57(-2;+2) \text{ dB}$$

AKOESTISCH
PERFORMANT



Afbeelding 128 : 2D-voorstelling van de aansluiting van een houten verdiepingsvloer op een gevel met binnenisolatie: overzicht
[ref. STAR-detail, WTCB, 2014, bijgewerkt in Renofase, WTCB 2017]

Relevante gegevens voor de geluidisolatie: :

Vloeropbouw :

Plankenvloer losliggend (*dus niet bevestigd aan de onderliggende droge dekvloer*)

Dekvloer: 18 mm gipsvezelplaat op 10 mm houtvezelisolatie

18 mm spaanplaat

Isolatie tussen de vloerbalken: rostwol (120 mm dik, min. 35 kg/m³)

Plafondbeplating: 2 x 12,5 mm gipskartonplaat

Wandopbouw:

Binnenisolatie, metal-stud, minerale wol

Wandbeplating: 2 x 12,5 mm gipskartonplaat

Alle aansluitingsdetails strikt uitgevoerd zoals voorgesteld in de afbeeldingen hiervoor

Scenario A – BII - plaat:

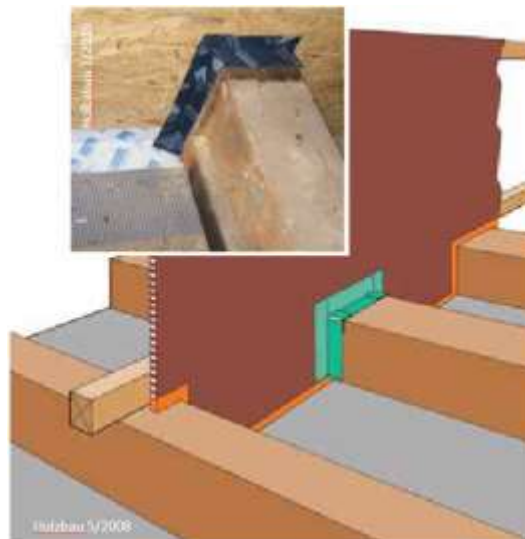
binnenisolatie type stijl- en regelwerk met PLAAT als dampremmende laag

Mogelijke aanpak luchtdichte aansluiting plaat (Bv. OSB, multiplex, ...) – balken:

- Uitsparingen balken *ruim bemeten* (ruw geschat) uitzagen in plaat onderaan of bovenaan houten vloer
 - *Ca. 5 à 20 cm van balken en platen verwijderd blijven* (reden: geluidisolatie)
- Plaat plaatsen
 - *Bevestigd op het stijl- en regelwerk, NIET in contact met de balken!*
- Plaat luchtdicht aansluiten op de balken
 - *Materiaal & techniek? Zie tabel H. Opgelet: bij keuze techniek rekening houden met (minimale/maximale) voegbreedte!*

Een andere uitvoeringstechniek (gevonden in de literatuur) bestaat erin:

- *de bestaande plafondafwerking te behouden* en (enkel) de vloerbekleding lokaal weg te nemen
- de holte tussen de plaat en de muur op te vullen met een soepel isolatiemateriaal (onder de vorm van dekens of in bulk gestorte vlokken, zodat alle holtes snel en volledig worden gevuld met isolatiemateriaal)



Afbeelding 129 :

Als kritische beoordeling van dit voorstel kan men stellen dat het niet onderbreken van de plafondbekleding **risico's** kan inhouden:

- naar duurzaamheid toe (**aantasting van gipshoudende plafondafwerking door vocht in de muur, in het bijzonder wanneer ze in direct contact blijft met de muur**)
- naar luchtdichtheid toe, als de bekleding zelf niet 100% luchtdicht is, en bv. voegen vertoont loodrecht op de muur;

Een gelijkaardige situatie kan ontstaan als het plafond verwijderd wordt en de vloerbekleding behouden, bv. met een parket of plankenvloer, zeker als de planken loodrecht op de gevel staan.

Scenario BI II-III: binnenisolatie met STIJVE ISOLATIE
(prefab isolatie + afwerkingsplaat (= luchtscherm) of capillair actief)

Mogelijke aanpak luchtdichte aansluiting isolatiepaneel – balken:

- Uitsparingen balken uitzagen in paneel onderaan of bovenaan houten vloer
 - *Ca. 5 à 20 cm van balken en platen verwijderd blijven* (reden: geluidisolatie)
- Paneel plaatsen
 - *Indien de geluidisolatie belangrijk is, NIET in star contact met de balken; akoestische ontkoppeling voorzien (desolidarisatiestrook, bv. vilt, hennepstrook, ...)*
- Plaat luchtdicht aansluiten op de balken
 - *Materiaal & techniek? Zie tabel H. Opgelet: bij keuze techniek rekening houden met (minimale/maximale) voegbreedte!*

Vermeldenswaard is de in Kassel ontwikkelde uitvoeringstechniek [Fingerling 1995] om de hoger vermelde principes te realiseren:

1. instrijken van de balkkop over een afstand van 20 tot 50 cm met een dampremmende coating (bv. bitumineus of dispersieverf)
2. dampdicht materiaal tussen de balken plaatsen (klemmen), bv. PUR, EPS, XPS, cellenglas, vol en zat in het dampremmend materiaal geplaatst

Als kritische feedback hierop kan worden gesteld:

- afzonderlijke isolatie en luchtdichtheid ter hoogte van de balkkoppen creëert een extra voeg in de isolatielaag en luchtdichte laag; het verdient de voorkeur – zowel naar kwaliteit toe als naar snelheid van uitvoering toe – om de isolatie op het muurvlak door te trekken (langs onder of langs boven)
- vrij omslachtig
- geen droging naar binnen toe (bv. van vocht die door barstjes in een gehydrofobeerde muur naar binnen gedrongen is)
- minder gunstig qua geluidisolatie (star contact tussen de twee verdiepingen).

SCENARIO B: draagvloer wijzigen

Een “doortastende” manier om de isolatielaag en het luchtscherm perfect continu te laten doorlopen ter hoogte van de verdiepingsvloer, zonder koudebruggen bestaat erin om de draagvloer te onderbreken. Dit is uiteraard een ingrijpende interventie die niet altijd mogelijk of wenselijk is, en doorgaans slechts tot de mogelijkheden behoort in ingrijpende renovatieprojecten met hoge energieprestatie-eisen.

Om de stabiliteit van de gevel en van het gebouw als geheel te waarborgen is de verankering tussen de bestaande gevel en de nieuwe balk of wand en vloeren een belangrijk aandachtspunt. *Een stabiliteitsstudie en een wakkere werfopvolging zijn in dit geval absoluut noodzakelijk.*

De verankeringen kunnen koudebruggen tot gevolg hebben (metalen elementen), die mogelijk in rekening gebracht moeten worden bij de berekening van de warmteverliezen door de gevel (bv. in het kader van EPB-verslaggeving, uitgezonderd wanneer de bevestiging < 1cm² per lopende meter).

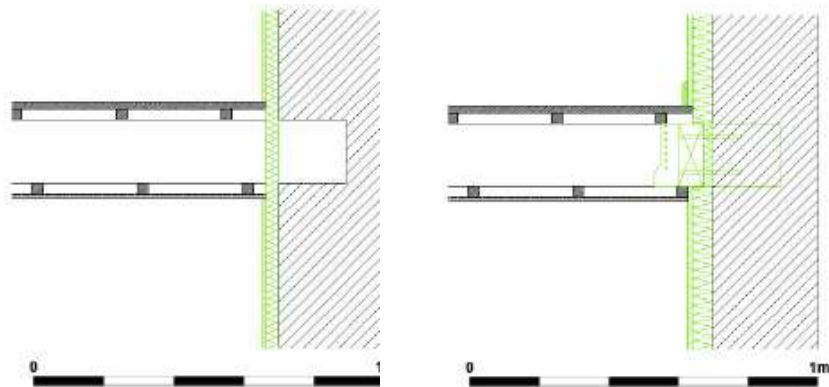
Twee varianten kunnen onderscheiden worden:

- Balken doorzagen en ondersteunen door een nieuwe balk naast de muur
- volledige vloer vervangen en nieuwe vloer ondersteunen door nieuwe balk of wand)

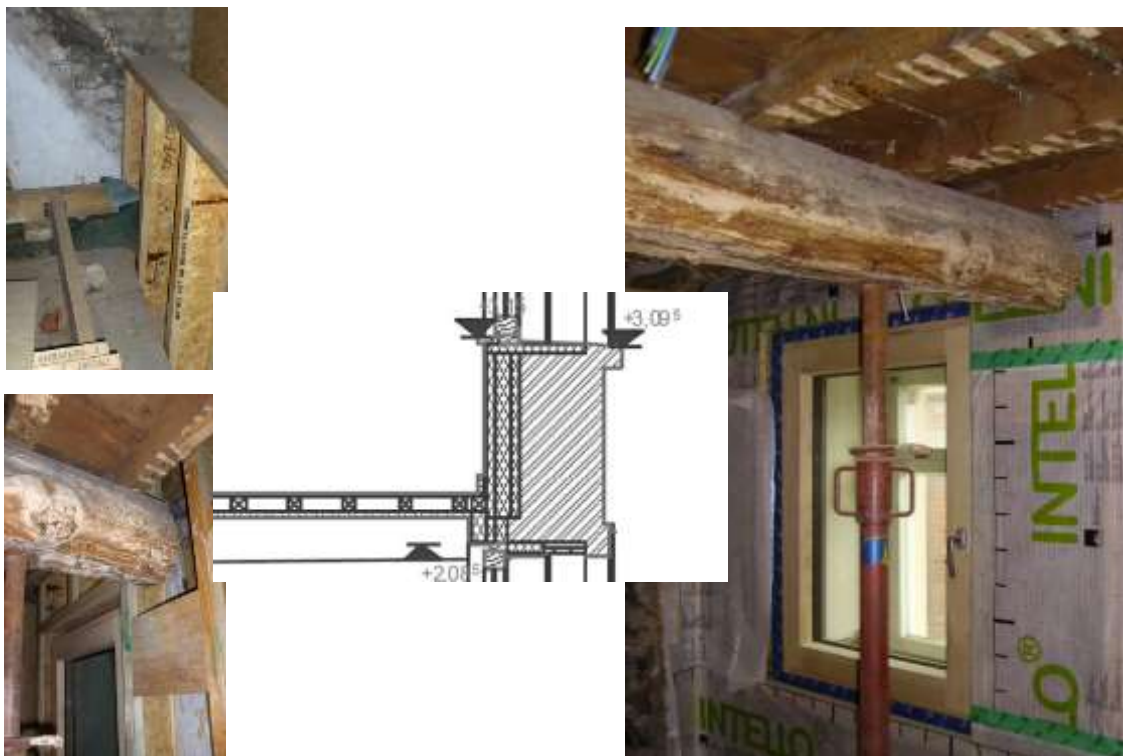
a) Balken doorzagen en ondersteunen door een nieuwe balk naast de muur

Een eerste mogelijkheid bestaat in het **afzagen van de vloerbalken en ze te ondersteunen met een toegevoegde constructie** (kopbalk, bevestigd in de muur of ondersteund door bv. een kolom).

Opgelet: indien de houten balken niet in de muur steken, dan zijn er altijd houten klossen (of een kopbalk) nodig op het uiteinde van de balken om kippen van de balken te vermijden).



Afbeelding 130 : enkele varianten voor de uitvoering van de aansluiting van een houten verdiepingsvloer op een gevel geïsoleerd met binnenisolatie: zonder aanpassing van de draagvloer (links) en met aanpassing draagstructuur (rechts) (vereenvoudigde weergave)
- [ref. L'application de principes de la maison passive en région de Bruxelles-Capitale, Etude réalisée par le centre d'étude, de recherche et d'action en architecture asbl, rapport final, Version du 20 juin 2008]



Afbeelding 131 : praktijkvoorbeeld: een moerbalk die in de voorgevel stak werd afgezaagd en ondersteund door een nieuwe kolom; zo kan de binnenisolatie, opgevat als een houtskeletbouwwand met soepele isolatie en vochtvariabel dampscherm, ononderbrekend doorlopen over de houten verdiepingsvloer, zonder koudebruggen en zonder luchtlekken
[ref. LEHR, eigen woning arch. Henz, Eupen]

b) volledige vloer vervangen en nieuwe vloer ondersteunen door nieuwe balk of wand

In de praktijk komt het geregeld voor dat de houten verdiepingsvloer bij grondige renovatie van een woning niet meer voldoet voor aan de hedendaagse eisen qua doorbuiging en trillingscomfort, omdat ze uitgevoerd is met balken met relatief geringe sectie (bv. 48x150) en/of op relatief grote h.o.h. afstand en/of aangetast is door houtrot, bv. door infiltratie doorheen de oude gevel (bv. onder een bakgoot).

In dat geval is het aangewezen om de vloer te vervangen door een nieuwe en kan de binnenisolatie eenvoudig doorgetrokken worden. De nieuwe houten vloer kan steunen op:

- een balk die langs de gevel loopt
 - o in hout of in staal
 - o punctueel bevestigd aan gevel (chemische verankering) of dragend van zijgevel tot zijgevel, zodat koudebruggen t.p.v. de bevestiging met de gevel vermeden worden
- een houtskeletwand waartussen binnenisolatie geplaatst wordt.



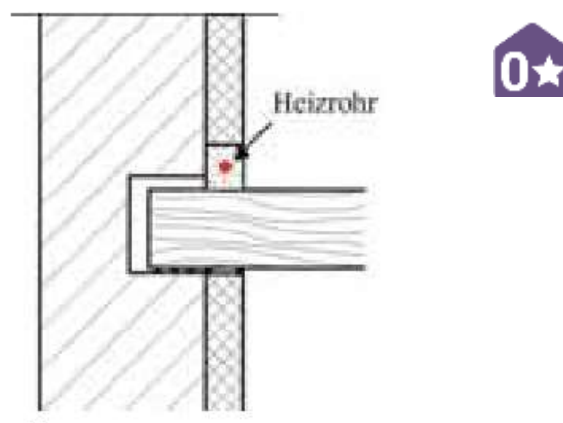
Afbeelding 132 : praktijkvoorbeeld van het volledig vervangen van een houten verdiepingsvloer en het aanbrengen van een nieuwe vloer, steunend op een houtskeletbouw voorzetwand [foto ir.-arch. F. Dobbels]

Scenario C: verwarmingsbuis

Sommige auteurs [Strangfeld, 2012] stellen weinig vertrouwen in de mogelijkheid om in de bouwpraktijk een voldoende luchtdichte aansluiting te kunnen realiseren op de houten balken. Om toch een voldoende zekerheid te verkrijgen wordt voorgesteld om condensatie te reduceren en droging te bevorderen door ten allen tijde de temperatuur ter hoogte van de balkkop relatief hoog (en zeker boven het dauwpunt, overeenstemmend met het binnenklimaat) te houden. Als mogelijke oplossingen denkt men dan aan:

- metalen elementen (waarmee de warmte uit de binnenruimte sneller tot bij de balkkoppen geleid kan worden)
- **verwarmingsbuizen ter hoogte van de balkkoppen.**

Dit kan in theorie het risico op condensatie beperken, maar is uiteraard **energetisch gezien niet optimaal** (vergroten het energieverlies t.p.v. de koudebrug!). Daarom lijkt deze oplossing enkel een te overwegen mogelijkheid in heel uitzonderlijke, specifieke situaties, zoals eventueel bij erfgoed kan voorkomen.



Afbeelding 133 : principeschets: onderbreking van de binnenisolatie ter hoogte van de balkkoppen en verwarming van de deze zone d.m.v. een verwarmingsbuis [ref. Risikofaktor Balkenkopf? Holzbalkendecken und die Innendämmung. Ruisinger U., TU Dresden, Holzbau 1/2011, blz. 18 e.v.]

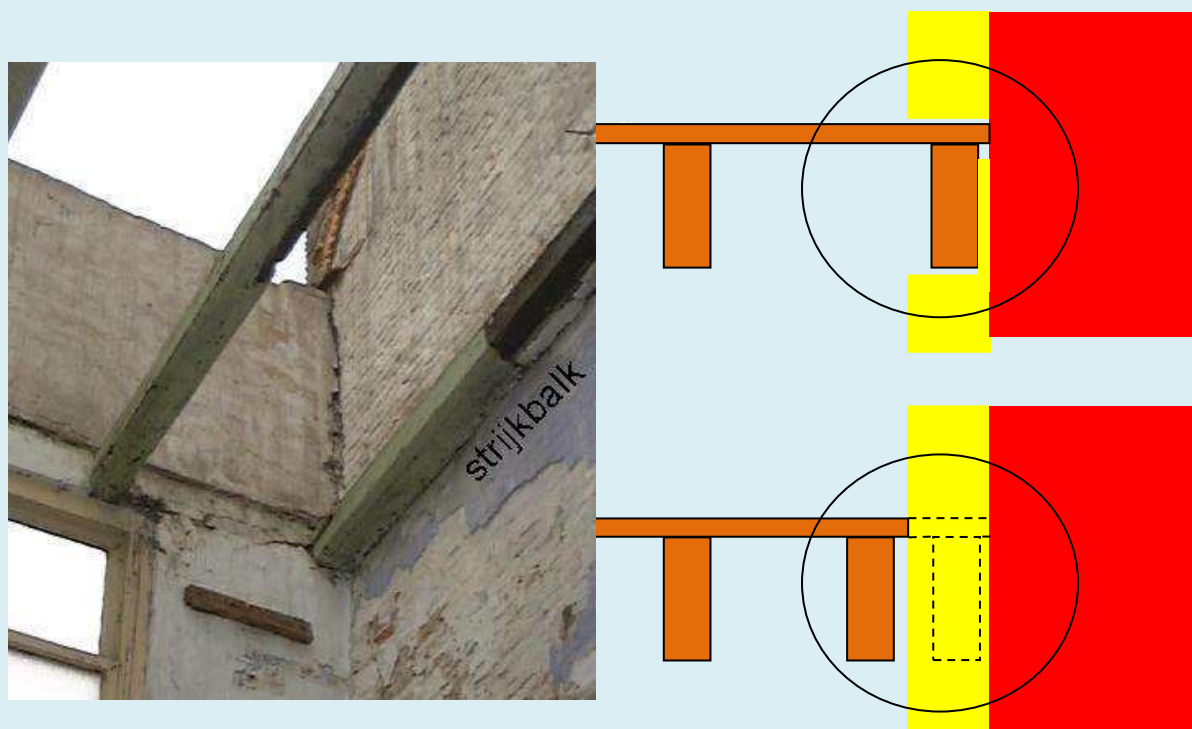
Bemerk: wanneer geen isolatie tussen de balken gestoken wordt (eenvoudige oplossing om het schaderisico te reduceren in sterk schadegevoelige situaties, zie tabel G) en een warmteafgifte-element (bv. een radiator) vlakbij de zone met de balkkoppen staat of geplaatst wordt, ontstaat op een eenvoudige manier de situatie voorgesteld in bovenstaande afbeelding. Gezien men bij het plaatsen van binnenisolatie vaak de bestaande radiatoren moet verplaatsen (zie § 5.4) kan men bij het bepalen van de nieuwe positie rekening houden met het vermogen van warmteafgifte-elementen om mogelijke schade aan de balkkoppen te beheersen, en bv. de radiatoren plaatsen daar waar balken in de muur steken, eerder dan waar balken langs de muur lopen (bv. in het geval van een kamer op de hoek van een gebouw, dus rakend aan twee gevels).

FAQ: “Wat doen ter hoogte van strijkbalken?”

Hoewel minder schadegevoelig dan balken die in de gevel steken, moet ook aandacht besteed worden aan de balken die evenwijdig naast de muur lopen.

Bemerk: de continuïteit van de binnenisoliatielaag over de gevel is nl. niet alleen moeilijk te realiseren t.p.v. de balkkoppen, maar ook in het geval de vloerbalken evenwijdig lopen met de gevel. Dan bevindt zich immers vaak een strijkbalk tegen het metselwerk.

In dit geval kan de isolatielaag enigszins continu gemaakt worden door het opvullen van de holte tussen strijkbalk en muur met PUR-schuim of minerale wol. Een alternatieve oplossing kan erin bestaan de balk te verplaatsen, ca. 10 cm van gevel weg. *In dat geval wordt ook de plafond- en vloerbekleding verwijderd, zodat de binnenisoliatie ononderbroken door kan lopen.*



Afbeelding 134 : binnenisoliatie ter hoogte van strijkbalken [ref. foto: <http://voorstraat.isned.nl/>]

Praktische uitvoering: voorbeelden

1.C.1.1 Detail 5 – gevel – houten vloer – Binnenisolatie type BI I (stijl- en regelwerk)



Afbeelding 135 : balkkop



Afbeelding 136 : strijk balk



Afbeelding 137 : praktische illustratie van het principe voorgesteld in afbeelding 111
[ref. Presentatie IsoproC, "Isoleer uw buitenmuren!", 27.05.2009]



Afbeelding 138 : praktijkvoorbeeld van binnenisolatie met stijl- en regelwerk in een restauratieproject in Brussel; om de isolatielaag continu door te trekken t.p.v. de verdiepingsvloer werd de bekleding van het plafond en van de bovenbekleding van de verdiepingsvloer weggenomen (in latere fase werd ook de plafonddecoratie hersteld) [foto WTCB], arch. Lowette]

1.C.1.2 Detail 5 – gevel – houten vloer – Binnenisolatie type BI II (verkleefd of verlijmd)



Afbeelding 139 : balkkop

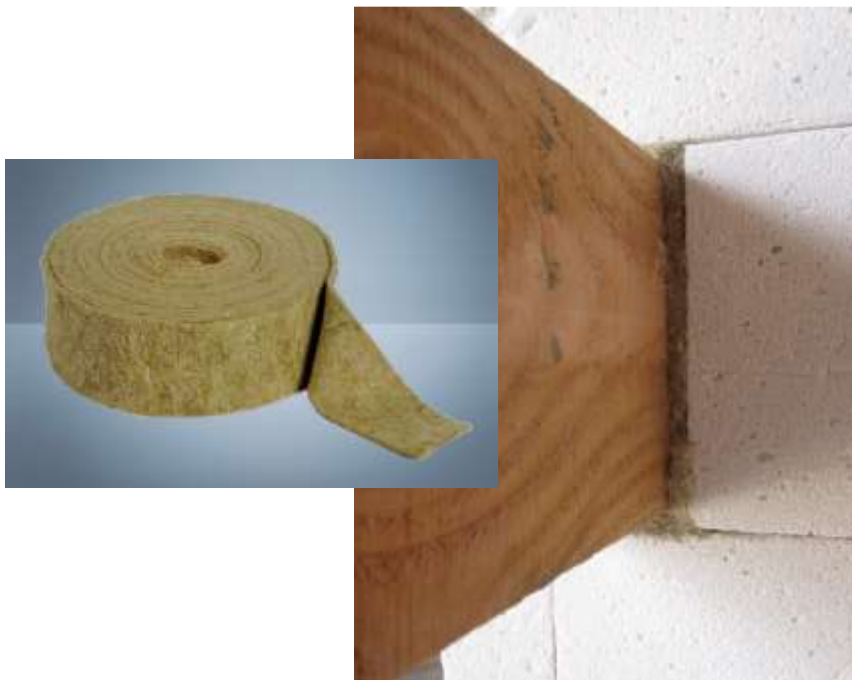


Afbeelding 140 : strijkbalk

1.C.1.3 Detail 5 – gevel – houten vloer – Binnenisolatie type BI III (capillair actief)



Afbeelding 141 : balkkop en strijkbalk



Afbeelding 142 : detail desolidarisiestrook
(bij capillair-actieve materialen op basis van lichte cellenbeton wordt vaak gebruik gemaakt van hennepstroken)

Bemerk: capillair-actieve binnenisolatie worden vaak gerealiseerd onder de vorm van opeengestapelde blokken, zodat een muur gevormd wordt; volgens de algemene principes van luchtdicht bouwen (zoals uiteengezet in de TV 255) is deze muur op zich niet voldoende luchtdicht. Het is het pleisterwerk dat op de muur geplaatst wordt als afwerkingslaag die de luchtdichte laag vormt. Een hennepstrook tussen muur en balk is daarom theoretisch gezien niet voldoende om de luchtdichting ter plaatse van de balkkoppen te realiseren. Gezien de structuur van de hennep kan men zich ook vragen stellen bij de luchtdichtheid ervan (akoestisch kan het wel een duidelijk positieve impact hebben als ontkoppeling). Een (elastische) voegdichting tussen pleisterlaag en balk lijkt noodzakelijk voor een duurzame luchtdichting op deze plaats. Volgens tabel G zijn verschillende technieken mogelijk. In functie van de technische en economische aspecten kan de uitvoerder een keuze maken. Er kan bv. met een compriband gewerkt worden t.p.v. de overgang balk - isolatie. Het pleisterwerk kan vervolgens t.h.v. de houten balken worden ingesneden. Deze aansluiting zou door de compriband mogelijk voldoende luchtdicht kunnen zijn. Een extra (elastische) kitvoeg tussen pleisterwerk kan een bijkomende zekerheid opleveren op het vlak van luchtdichtheid en is ook akoestisch interessant.

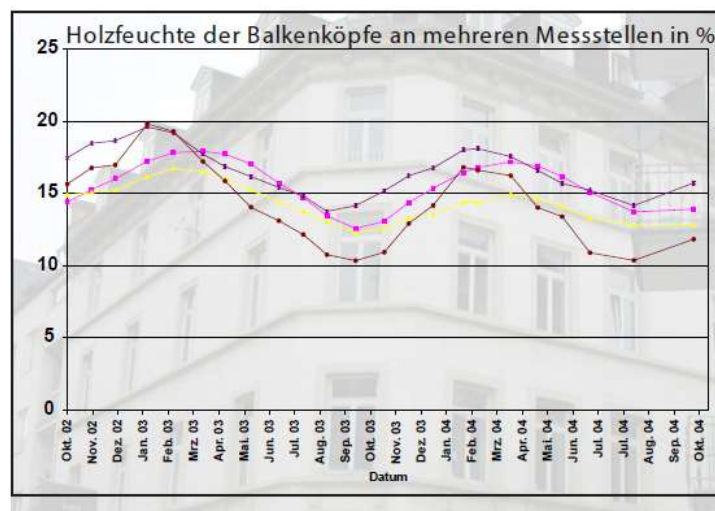
Het onderzoek loopt verder...

Uit de literatuur blijkt de problematiek van de balkkoppen al veelvuldig onderzocht te zijn, **zowel experimenteel als numeriek**. Een bespreking in extenso van dit **onderzoek** valt buiten het bestek van dit document. In de literatuurlijst op het einde van dit document vindt de geïnteresseerde lezer een reeks referenties verzameld die samen een goed overzicht geven de stand van het onderzoek. Vermeldenswaard is o.m. de “PH-Sanierungsbauteilkatalog: Zweite Ausbaustufe, PH-SanPlus”, Th. Zelger, T. Waltjen, et. al., Berichte aus Energie- und Umweltforschung, 48/2012. Dit vrij recente werk bevat een vrij diepgaand uitgewerkt stuk over de problematiek van de balkkoppen, met ook een gedegen overzicht van eerder onderzoek.

Op basis van de studieresultaten heeft men getracht - concepten te ontwikkelen om een inschatting te kunnen maken van het risico van de toepassing van binnenisolatie en zo met meer zekerheid dit isolatiesysteem te kunnen toepassen. Hierbij blijkt ook in andere landen gesteld wordt dat de stand van de kennis op dit domein nog ontoereikend is en verder onderzoek noodzakelijk is.

In de literatuur wordt erop gewezen dat het in bepaalde gevallen aangewezen is om zich niet te beperken tot 2D numerieke simulaties, gezien kritische situaties zich kunnen voordoen in **3D-hoeken** (geometrische koudebrug-effect). Een 2D-simulatie alleen kan dus een te gunstig beeld geven van de realiteit.

Mits het respecteren van ontwerpregels (zie verder) blijkt het mogelijk te zijn om balkkoppen op een duurzame manier voldoende droog te houden, zodat pathologieën (= schade) niet kunnen optreden, ook na jarenlange toepassing van binnenisolatie. De hierna volgende afbeelding toont een resultaat van de monitoring van het **houtvochtgehalte in de balkkop** gedurende een aantal jaar binnenisolatie. Het houtvochtgehalte blijkt steeds **onder de 20%** te blijven, waardoor houtrot niet kan optreden.



Afbeelding 143 : Meetresultaat houtvochtgehalte in balkkoppen in een langs binnen geïsoleerd gebouw te Wiesbaden, over 2 jaar [ref. Wärmedämmung von aussenwänden mit der Innendämmung, Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, , WU, Hessische Energiesparaktion, 2011]

TIP: tegenwoordig is het praktisch en economisch haalbaar geworden om vocht- en temperatuursensoren in te bouwen ter hoogte van de balkkoppen. Zo kan men de situatie opvolgen en in functie van de resultaten van de monitoring bijkomende maatregelen treffen indien nodig. Zeker voor waardevolle constructies (bv. erfgoed) kan dit een interessante optie zijn. Voor meer informatie, kunt u WTCB, KUL of UGent contacteren.

D. Concept “Gevel – dak”

Detail 6 – gevel – hellend dak, onderrand

Vooraf: eventuele vochtproblemen oplossen!

Belangrijk: het aansluitingsdetail moet duurzaam droog zijn alvorens binnenisolatie te plaatsen.

Lekkende goot of onvolkomenheden in de dakbedekking? Eerst oplossen! De muur moet uitgedroogd zijn alvorens binnenisolatie aan te brengen.

Basisprincipe 1: koudebruggen reduceren

De binnenisolatie dient continu aan te sluiten op de dakisolatie. Dit is vlot realiseerbaar als de dakisolatie zich aan de onderzijde van het timmerwerk bevindt, maar *kan moeilijk zijn in het geval van een sarkingdak*. Dit illustreert het belang van een goede afstemming van de positie van de isolatielaag in aangrenzende bouwcomponenten (zie § 6). In het geval het dak geïsoleerd is langs boven, kan eventueel een extra isolatielaag langs onder geplaatst worden. Bemerkt dat deze eventueel ook beperkt kan worden tot een strook onderaan het dak, bv. in het geval men om architecturale redenen geen binnenisolatie wenst te plaatsen (bv. omdat men oude spanten met kepers en bebording zichtbaar wil laten in het interieur). Bemerkt dat in deze situatie ook het doortrekken van de isolatie aan de buitenzijde van de dakstructuur over de gevel in principe ook een optie is. Dit kan architecturaal geïntegreerd worden in de gevel onder de vorm van een strook buitenisolatie bovenaan, die een decoratieve kroonlijst kan vormen, aansluitend op de dakgoot. Als de massieve muur voldoende dik is kan deze strook isolatie eventueel ook in de het muurvlak verzonken worden, door bv. 10 cm baksteen uit te kappen, bv. over een hoogte van 1 m, de isolatie daarin te verzinken, en bv. af te werken met steenstrips. Belangrijk is dat de isolatie van wand en dak voldoende op elkaar aansluiten (idealiter) of overlappen, zodat er de eventuele koudebrug (zo mogelijk volledig) gereduceerd en extra energieverlies doorheen de bouwknop vermeden wordt.

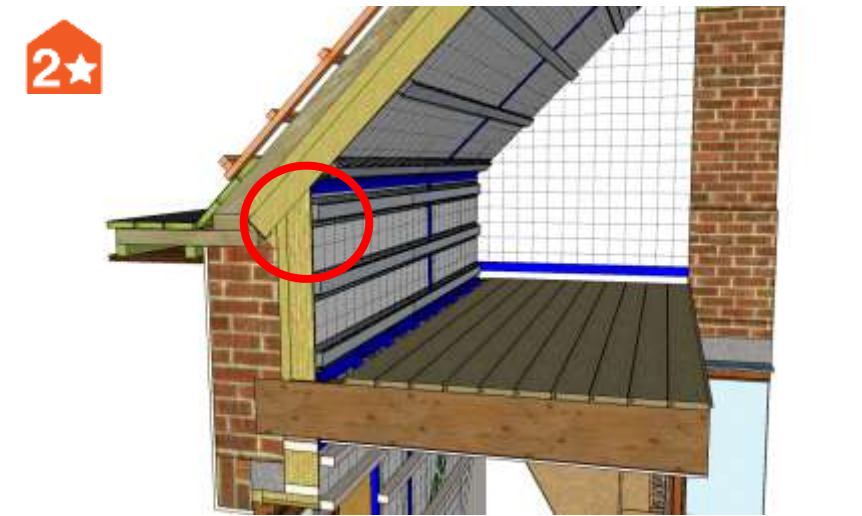
Basisprincipe 2: luchtlekken vermijden

Ook het luchtscherm in de wand (bv. het dampscherm aan de warme zijde van een binnenisolatie) dient continu aan te sluiten op het luchtscherm in het dak. Dezelfde bemerkingen kunnen geformuleerd worden als hiervoor betreffende de isolatie.

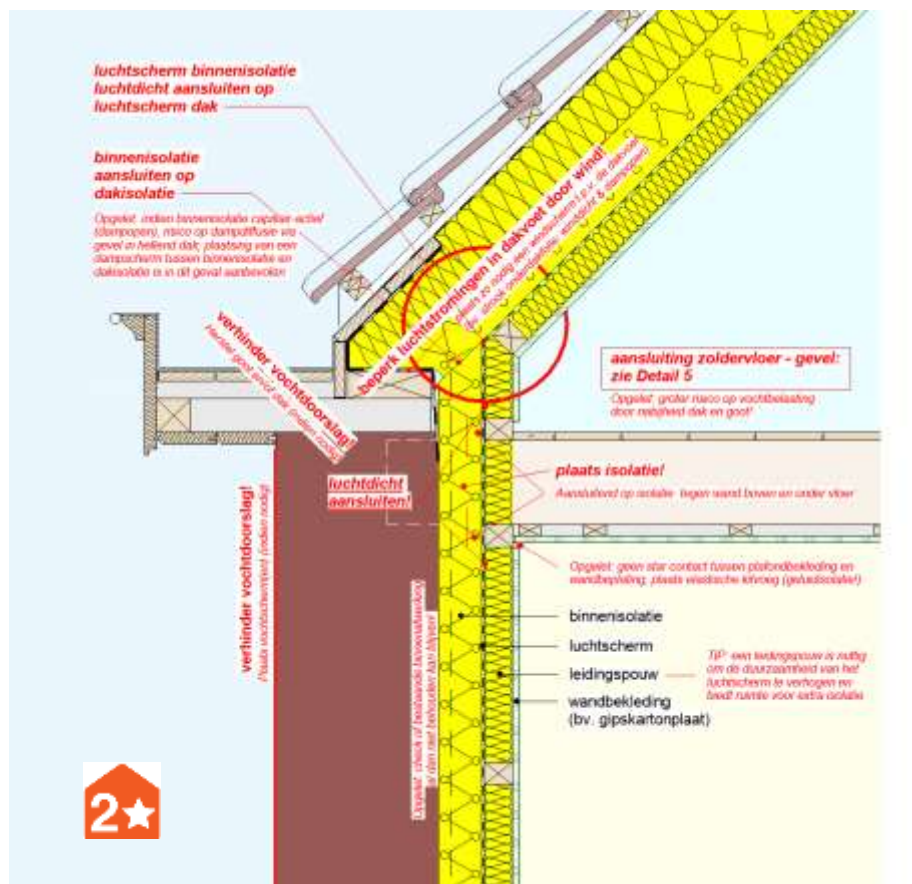
Basisprincipe 3: binnenklimaat beheersen

Pro memorie: geen binnenisolatie plaatsen zonder eerst een correcte ventilatie te voorzien. Een voldoende droog binnenklimaat is een belangrijke voorwaarde om binnenisolatie te kunnen plaatsen zonder risico op schimmelvorming of condensatieproblemen.

Generiek standaarddetail



Afbeelding 144 : aansluiting binnenisolatie –hellend dak
 (standaarddetail, schematische 3D situatieschets (constructie niet volledig voorgesteld))
 [ref. STAR-detail Pixii, Bart Humbeek, 2014, licht aangepast i.k.v. Renofase, WTCB, 2017]



Afbeelding 145 : aansluiting binnenisolatie –hellend dak
 (standaarddetail, 2D voorstelling)

Risico-inschatting en specifieke aandachtspunten

Risico's vrij beperkt t.o.v. andere aansluitingsdetails (zoals met name de houten balkkoppen en de vensteraansluitingen). Bemerkt: vaak zal de aansluiting dak – binnenisolatie zeer dicht aansluiten op een aansluiting binnenisolatie – zoldervloer. Hiervoor verwijzen we naar Detail 4 (massieve vloer) of 5 (houten vloer). **Opgelet: een houten vloer vlak onder een dakvoet is extra risicovol, door de bijkomende kansen op bevochtiging van buitenaf!**

Praktische uitvoering: voorbeelden

1.D.1.1 Detail 6 – gevel – hellend dak, onderrand – Binnenisolatie type BI I (stijl- en regelwerk)



Afbeelding 146 :



Afbeelding 147 : praktijkvoorbeeld [ref. foto WTCB]

1.D.1.2 Detail 6 – gevel – hellend dak, onderrand – Binnenisolatie type BI II (verkleefd of verlijmd)



Afbeelding 148 : aansluiting binnenisolatie op dakisolatie van hetzelfde type (prefabpanelen);
bemerkt de luchtdichte aansluiting tussen de panelen onderling en van de paneel tegen de gording d.m.v. flexibel PUR-schuim
en de extra isolatie t.p.v. de dakvoet d.m.v. minerale wol



Afbeelding 149 : aansluiting binnenisolatie op dakisolatie van hetzelfde type (prefabpanelen);
bemerkt dat de afwerkingsplaat van het wandpaneel verwijderd is ter hoogte van de aansluiting op de dakplaat;
dit is praktisch eenvoudig en snel realiseerbaar en optimaliseert de continuïteit van de thermische isolatie

1.D.1.3 Detail 6 – gevel – hellend dak, onderrand – Binnenisolatie type BI III (capillair actief)



Afbeelding 150 : aansluiting capillair actieve binnenisolatie op dakisolatie: situatieschets

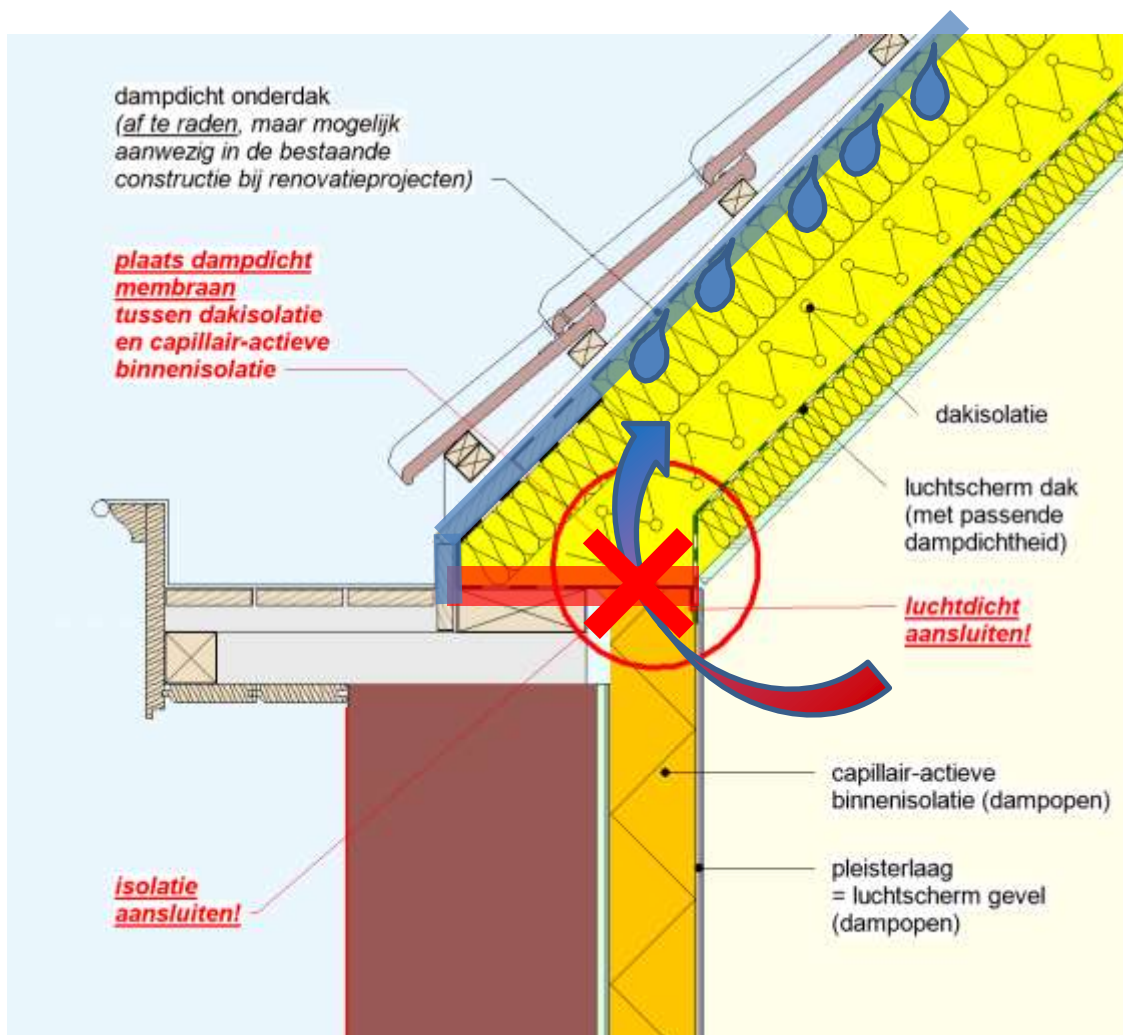
Bij toepassing van capillair actieve binnenisolatie onder de vorm van blokken waarmee een muur gevormd wordt (bv. lichte cellenbeton, ...) zal in het dak in ons land doorgaans een ander type isolatiemateriaal toegepast worden (hoewel bepaalde fabrikanten ook oplossingen aanbieden voor dakisolatie met dezelfde of gelijkaardige producten).

De aansluiting van de thermische isolatie en de luchtdichte laag van dak en gevel vraagt dan extra aandacht. Zo moet bij de keuze van de verbindingstechniek van het luchtscherp rekening gehouden worden met de compatibiliteit met de ondergrond. Verkleven op een stofferig, poreus oppervlak dat vaak een zekere mate van vocht bevat, is niet evident!

Daarnaast vestigen we ook de aandacht op het **risico dat via de dampopen wandisolatie vocht in het dak zou kunnen diffunderen, wat tot inwendige condensatie zou kunnen leiden, zeker wanneer aan de buitenzijde van het dak een dampdichte laag aanwezig is.** Bv. een bijzonder type onderdakmembraan ter verzekering van de regendichtheid van een flauw hellend dakvlak, dat dampdicht is. Of een oud type onderdakfolie, dat dampdicht is (bv. een product dat een paar decennia geleden geplaatst is, toen er nog weinig of geen dampopen alternatieven bestonden). Bemerkt dat er ook een risico op condensatie kan zijn wanneer de

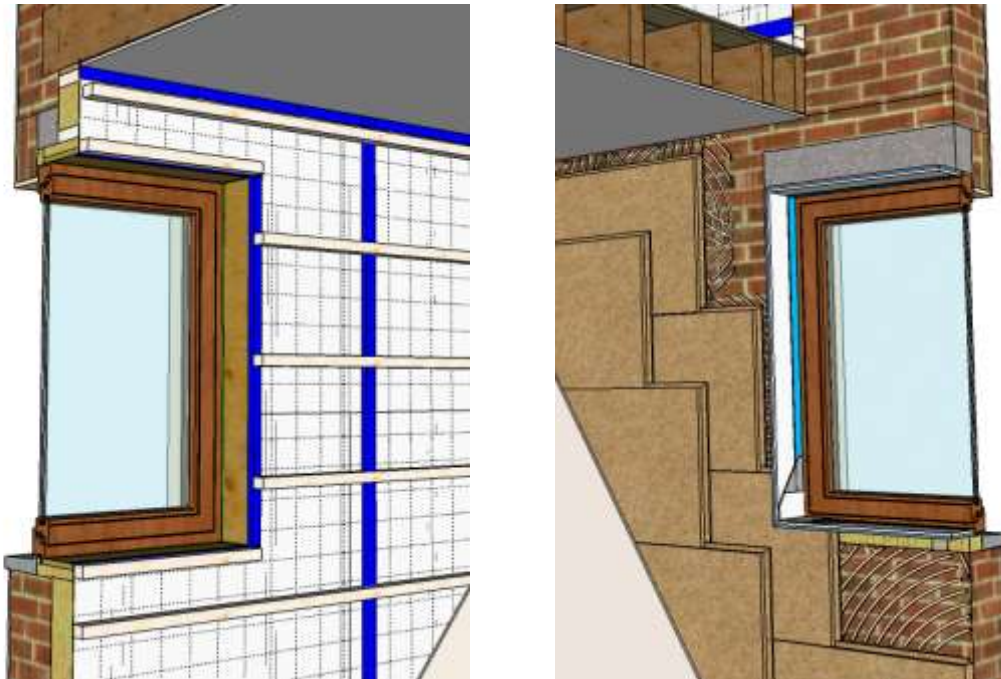
dampdichte laag niet over het volledige dakvlak doorloopt. Als er onderaan een strook dampdicht materiaal is (bv. een membraan, een strook zink als onderdeel van de gootaansluiting, ...) met een hoogte van meer dan 0,5 m is er kans dat condensatie optreedt tegen de onderzijde van het materiaal door dampdiffusie. Als er bovendien luchtlekken zouden zijn ter hoogte van de aansluiting dak – gevel (bv. doordat het luchtscherm van het dak vastgekleefd is op de capillair-actieve isolatie, met een techniek die niet voldoende duurzaam is, bv. omdat de ondergrond stofferiger is, men de nodige primer niet geplaatst heeft, ...) kan de condensatiehoeveelheid groter zijn en sneller optreden. *Dit kan leiden tot houtrot op een voor de stabiliteit belangrijke plaats*, nl. de plaats waar de (sporen)spanten of kepers van het dak steunen op de muur.

Daarom wordt **aangeraden om een dampscherm te plaatsen tussen capillair-actieve binnenmuurisolatie en dakisolatie** (tenzij het dak volledig dampopen zou zijn, wat bij hellende daken eerder zelden is en bij platte daken nooit het geval). Het luchtscherm van een plat dak moet altijd doorgetrokken worden over de bovenzijde van de capillair-actieve isolatie (zoals gebruikelijk bij warme platte daken) en mag er niet zijdelings op aangesloten worden (wat bij eventuele toepassing van een compact dak de meest evidente aansluiting zou lijken).



Afbeelding 151 : aansluiting capillair actieve binnenisolatie op dakisolatie: situatieschets

E. Concept “Gevel – buitenschrijnwerk”



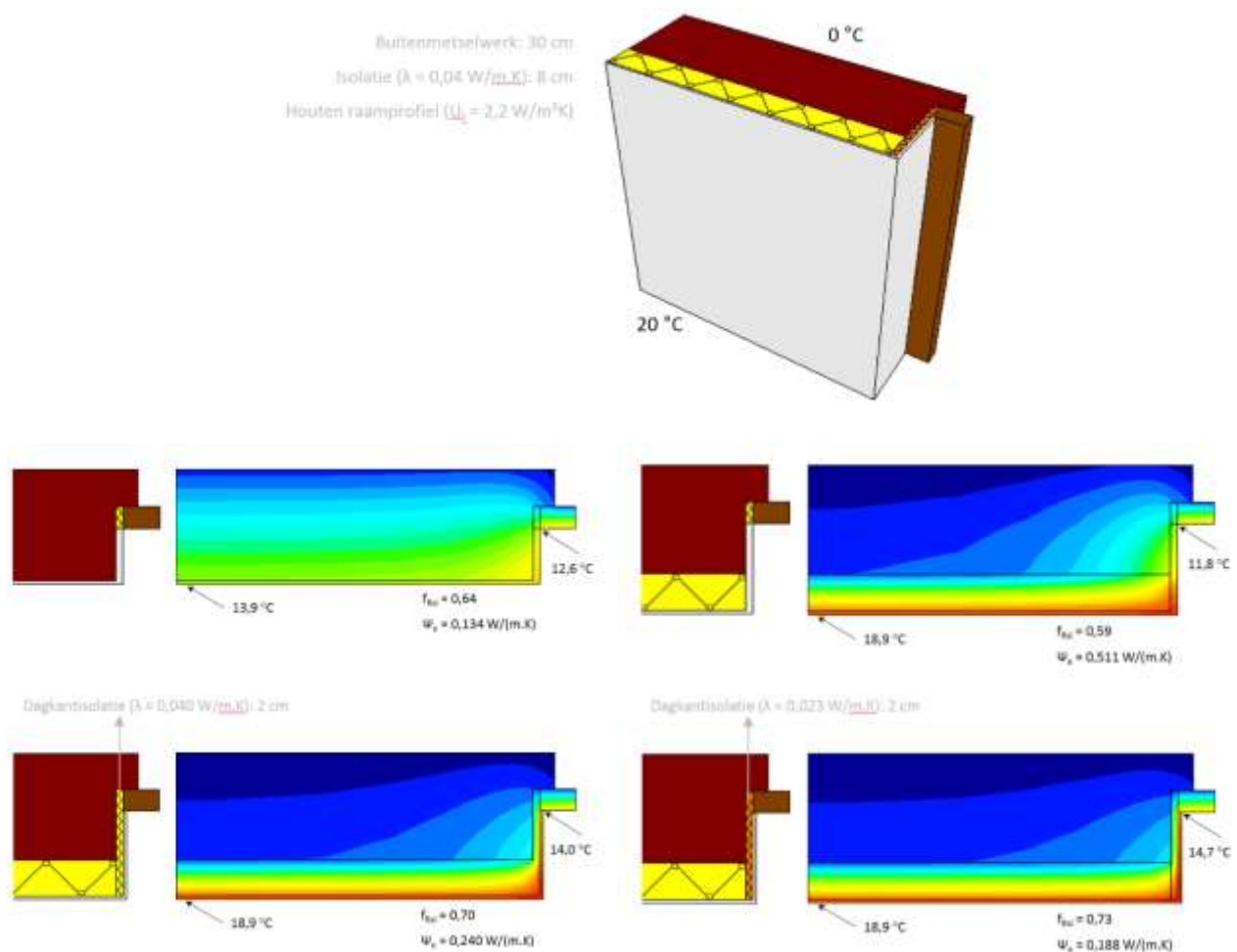
Afbeelding 152 : aansluiting binnenisolatie op vensters: enkele voorbeelden van oplossingen voorgesteld in de praktijk, als vertrekpunt:
 - stijl- en regelwerk, soepele isolatie, dampremmende folie als luchtscherm, aangesloten op een venster via een prekader in hout (links)
 - capillair-actief systeem met houtvezelplaten, afgewerkt met leempleisterlaag, luchtdicht aangesloten op raamprofielen via een retour pleisterwerk op isolerende laag, verbinding pleisterwerk-raamprofiel via een luchtdichtheidsstrook ingewerkt in de pleisterlaag (rechts)
 [ref. STAR-detail Pixii, Bart Humbeeck, 2014, licht aangepast i.k.v. Renofase, WTCB, 2017]

Vooraf: eventuele vochtproblemen oplossen!

Voor het aanbrengen van binnenisolatie dient men zorgvuldig te verifiëren of er geen vochtproblemen aanwezig zijn of kunnen ontstaan na het aanbrengen van binnenisolatie (door de gewijzigde vochthuishouding, cf. supra). Eventuele onvolkomenheden in de aansluiting raamkader – ruwbouw moeten gedicht worden, in het bijzonder de waterkering aan de buitenkant. Opgelet voor de 3D-hoeken onderaan het venster (aan weerszijden van de dorpel): dit zijn kritische punten voor infiltratie van neerslag in de muur! Als het schrijnwerk aangetast blijkt moet het hersteld of vervangen worden. Ook als de thermische en/of akoestische prestaties ondermaats zijn t.o.v. de actuele normen en het toekomstig gebruik kan vervanging aanbevolen worden. Het is immers eenvoudiger om eerst het schrijnwerk te vervangen en vervolgens binnenisolatie aan te brengen dan na plaatsing van binnenisolatie de ramen te vervangen. Vervanging van het schrijnwerk biedt ook meer mogelijkheden om de aansluiting met de binnenisolatie kwalitatief uit te voeren (cf. infra: FAQ “Wat als de basisprincipes redelijkerwijs niet gerealiseerd kunnen worden?”).

Basisprincipe 1: koudebruggen reduceren

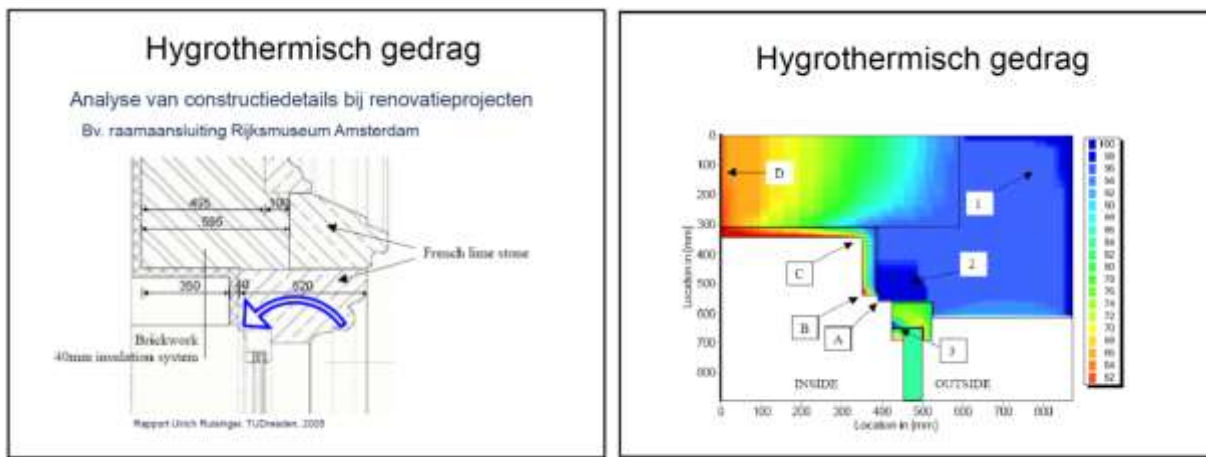
Om schimmelvorming en condensatie op de raam- en deurneggen (slagen) te vermijden is de aansluiting van de binnenisolatie met vensters en deuren erg belangrijk. Door het toepassen van binnenisolatie wordt de temperatuur in het metselwerk immers verlaagd, waardoor lateien en dorpels koudebruggen vormen. Derhalve is het **belangrijk** deze bouwknopen mee te isoleren en zodoende de oppervlaktetemperatuur ter plaatse van de aansluiting te verhogen en warmteverliezen te reduceren. De afbeelding hierna toont de oppervlaktetemperatuur ter plaatse van aansluiting van het kozijn met de gevel in de ongeïsoleerde situatie, de situatie met binnenisolatie zonder meeïsoleerde aansluiting en de situatie met binnenisolatie, waarbij de aansluiting (**dagkanten**) is **meegeïsoleerd** (voor twee varianten van dagkantisolatie).



Afbeelding 153 : thermische simulaties met berekening temperatuurfactor en psi-waarde ter beoordeling van verschillende varianten van raamaansluitingen: zonder binnenisolatie (links boven), met binnenisolatie en niet meeïsoleerde aansluiting (rechts boven), met binnenisolatie en meeïsoleerde aansluiting (onder), matig isolerende dagkantisolatie (links onder) en beter isolerende dagkantisolatie (rechts onder).

**Bemerk: de situatie na binnenisolatie zonder dagkantisolatie kan kritischer zijn dan oorspronkelijke situatie!
 Dagkantisolatie is dus belangrijk.**

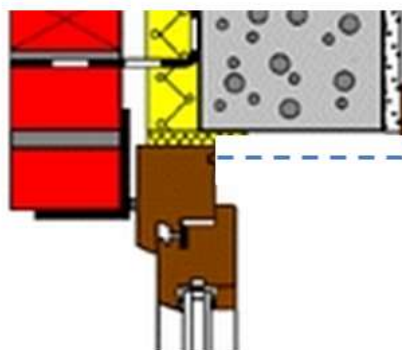
Door **thermische simulatie** kan de oppervlaktetemperatuur berekend worden ter plaatse van de aansluiting van het raamprofiel op de ruwbouw bij een bepaalde binnen- en buitentemperatuur. Hieruit kan ook de temperatuurfactor berekend worden. Om schimmelvorming te vermijden wordt als algemene regel gesteld dat de **temperatuurfactor groter of gelijk moet zijn aan 0,7**. Dit stemt nl. overeen met de voorwaarden voor schimmelvorming (R.V. > 80% gedurende enkele weken) in *binnenklimaatklasse 3*. Bemerkt dat deze limietwaarde *geen absolute ("zwart-wit") grens* is maar (slechts) een (veilige) *vuistregel voor de praktijk*. De exacte waarde waarbij schade optreedt hangt o.a. van het binnenklimaat en de materiaaleigenschappen van metselwerk, raamprofiel e.d. Bemerkt dat deze schimmelvorming zich kan voordoen vóór er oppervlaktecondensatie optreedt, dus voor de dauwpuntstemperatuur bereikt wordt (cf. supra).



Afbeelding 154 : praktijkvoorbeeld van een thermische simulatie ter beoordeling van een mogelijke oplossing voor het aansluitingsdetail [ref. Prof. A. Janssens, UGent, "Binnenisolatie: fysische fenomenen van warmte- lucht en vochttransport"]

Wanneer het plaatsen van binnenisolatie geen onderdeel is van een omvangrijkere renovatie, waarbij de bestaande vensters vervangen kunnen worden door thermisch performantere raamprofielen, speelt de geringe breedte van de raamprofielen dikwijls een beperkende rol. *Door de geringe breedte van een raamprofiel is het soms niet mogelijk om een voldoende dikke isolatie in de dagkant te voorzien.*

Een mogelijke oplossing bestaat uit het **verwijderen van de bestaande pleisterlaag in de dagkanten** alvorens de isolatie te plaatsen, waardoor een tiental millimeters kunnen worden gewonnen.



Afbeelding 155

Een andere optie is de toepassing van een isolatiemateriaal met een lagere warmtegeleidingscoëfficiënt ter plaatse van de dagkanten. Hier kunnen innovatieve materialen zoals VIP-panelen of panelen of pleister op basis van aeorgel een nuttige toepassing vinden. Zie tabel D in § 4.4. voor een overzicht van de mogelijkheden.

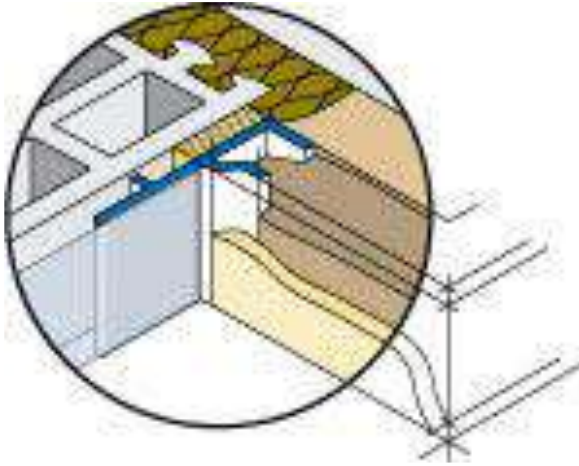
In principe moet de binnenisolatie aan alle zijden van het venster aansluiten tot op de thermische snede van het raamprofiel (of tot tegen het hout in het geval van een houten raam. Het is aan te bevelen om zoveel als mogelijk – binnen de specifieke renovatiecontext - EPB-aanvaarde bouwknopen na te streven (zie hiervoor de regels bepaald door VEA, www.energiesparen.be > epb).

Basisprincipe 2: luchtlekken vermijden

Het luchtscherm van de binnenisolatie moet luchtdicht aangesloten worden op de raamprofielen (aan alle zijden, *ook onderaan*). Hiervoor kan gebruik gemaakt worden van standaard oplossingen zoals beschreven in de TV 255 “luchtdicht bouwen” van het WTCB. Enkele voorbeelden worden hierna getoond.



Afbeelding 156 : inpleisterbare aansluitbanden voor luchtdichtnig [ref. Presentatie IsoproC, "Isoleer uw buitenmuren!", 27.05.2009]



Afbeelding 157 : stopprofielen met elastische aansluitstrook voor een duurzaam luchtdichte aansluiting van pleisterwerk op raamprofiel (APU-profielen)

Basisprincipe 3: binnenklimaat beheersen

Pro memorie: geen binnenisolatie plaatsen zonder eerst een correcte ventilatie te voorzien.

Een voldoende droog binnenklimaat is een belangrijke voorwaarde om binnenisolatie te kunnen plaatsen zonder risico op schimmelvorming of condensatieproblemen.

Bemerk: het voorkomen van schimmelvorming op dagkanten blijkt in de praktijk vaak gerelateerd aan een uitzonderlijk vochtig binnenklimaat, *maar er zijn ook schadegevallen bekend bij een "normaal" binnenklimaat!*

Risico-inschatting en specifieke aandachtspunten

Gezien het in de praktijk aan de vensterranden redelijkerwijs niet altijd mogelijk is om dagkantisolatie te plaatsen (vooral aan de zijranden en de bovenrand, zie Detail 8 en 9, en zie § 7) is het niet altijd mogelijk om schimmel of condensatie op de dagkanten volledig te vermijden. Gezien dit geen structurele schade is, maar vooral een esthetisch probleem is de schade vrij beperkt. Ze kan bovendien deels voorkomen worden door de opdrachtgever zelf door het binnenklimaat te beheersen in de ruimtes waar geen dagkantisolatie geplaatst kan worden. Door voldoende verwarmen en ventileren kan het optreden van schimmel en condensatie zeer sterk gereduceerd worden, zelfs wanneer de dagkantisolatie ontbreekt. Daarnaast kan men ook door te kiezen voor een gemakkelijk afwasbare afwerking, zo mogelijk met schimmelwerende afwerkingslaag, de negatieve gevolgen van een onvolmaakte uitvoering sterk beperken.

Besluit: ter hoogte van de vensteraansluitingen is de kans op nadelige gevolgen van een (niet perfect geplaatste) binnenisolatie vrij groot, maar de gevolgen zijn doorgaans beperkt en beheersbaar.

Concrete realisatie

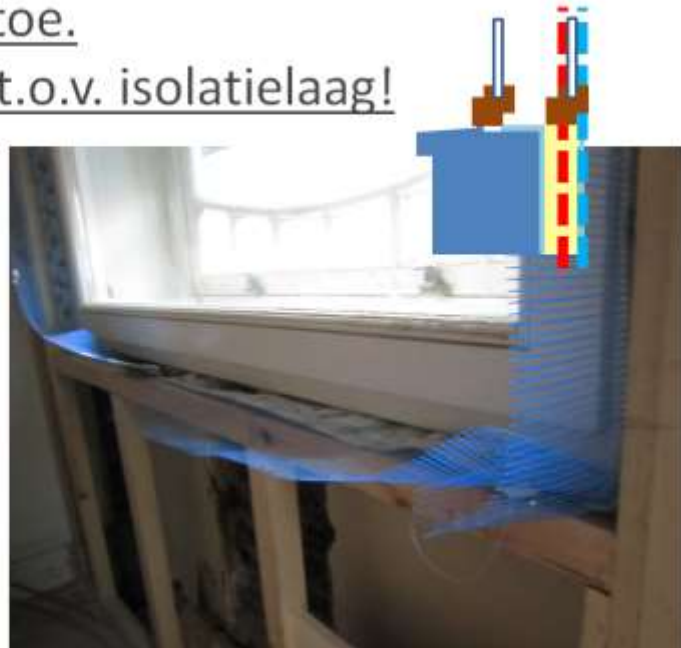
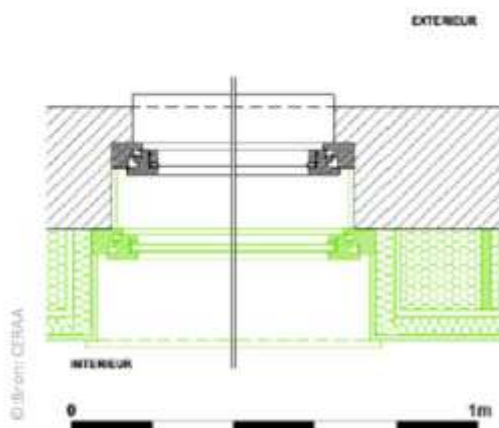
In functie van de bestaande situatie en specifieke eisen (bv. op het vlak van geluidisolatie of behoud van het gevelzicht) kunnen enkele scenario's onderscheiden worden.

We kunnen in eerste instantie onderscheid maken tussen twee situaties:

- Het origineel buitenschrijnwerk blijft behouden
 - o In dit geval kan er overwogen worden om **extra binnenvensters** te plaatsen
 - Dit biedt **voordelen** voor:
 - **geluidisolatie** (afschermen van bv. verkeerslawaai)
 - **erfgoed** (bewaren oorspronkelijke vensters)
- Het buitenschrijnwerk wordt vervangen
 - o In dit geval bestaat de mogelijkheid om de positie van het schrijnwerk te wijzigen;
 - **thermisch gezien is het in principe voordelig om het buitenschrijnwerk in het vlak van de isolatielaag te plaatsen;**
 - o Wanneer binnenisolatie geplaatst zal worden zou men dus het venster naar binnen kunnen verschuiven

Dit wordt hierna geïllustreerd a.d.h.v. enkele praktijkvoorbeelden.

- Venster waardevol? Geluidisolatie belangrijk?
Voeg binnenvenster toe.
Optimaliseer positie t.o.v. isolatielaag!

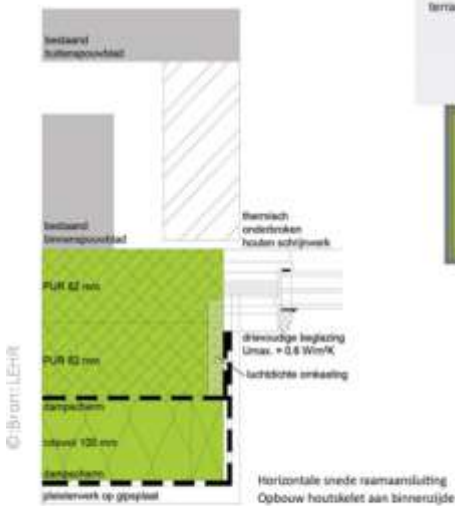


Afbeelding 158 :[ef. Foto links: CERAA, foto rechts: arch. K. Lowette, foto WTCB]



Afbeelding 159 : praktijkvoorbeeld [ref. architectenvenootschap AR-TE, Archipelago, project Alchimiste, Anderlecht, foto WTCB)

• Nieuw venster?
Optimaliseer positie t.o.v. isolatielaag!



Buitenmuur voorgevel

| | |
|-------------------------------------|----------------|
| bestaand metselwerk binnenspouwblad | 14 cm |
| PUR isolatieplaat | 16,4 cm |
| houtskelet met cellulose isolatie | 16,4 cm |
| dampscherm | - |
| leidingenspouw kepers + rotswol | 10 cm |
| gipsplaat | 0,9 cm |
| pleisterwerk | 1 cm |
| U = 0,059 W/m²K | 58,7 cm |

Buitenmuur (excl. voorgevel)

| | |
|-------------------------------------|----------------|
| bestaand metselwerk binnenspouwblad | 14 cm |
| PUR isolatieplaat | 16,4 cm |
| dampscherm | - |
| leidingenspouw kepers + rotswol | 10 cm |
| pleisterwerk | 1,4 cm |
| U = 0,103 W/m²K | 42,3 cm |

Afbeelding 160 : [ref. www.lehr.be]

Het tegelijkertijd of voorafgaand aan het plaatsen van binnenisolatie vervangen van vensters maakt het realiseren van de basisprincipes meer haalbaar. *In de praktijk is dit echter vaak niet mogelijk, om diverse redenen: vensters nog in goede staat (vervanging eventueel voorzien op lange termijn), wens om het gevelzicht te behouden, beperkt budget, ...*

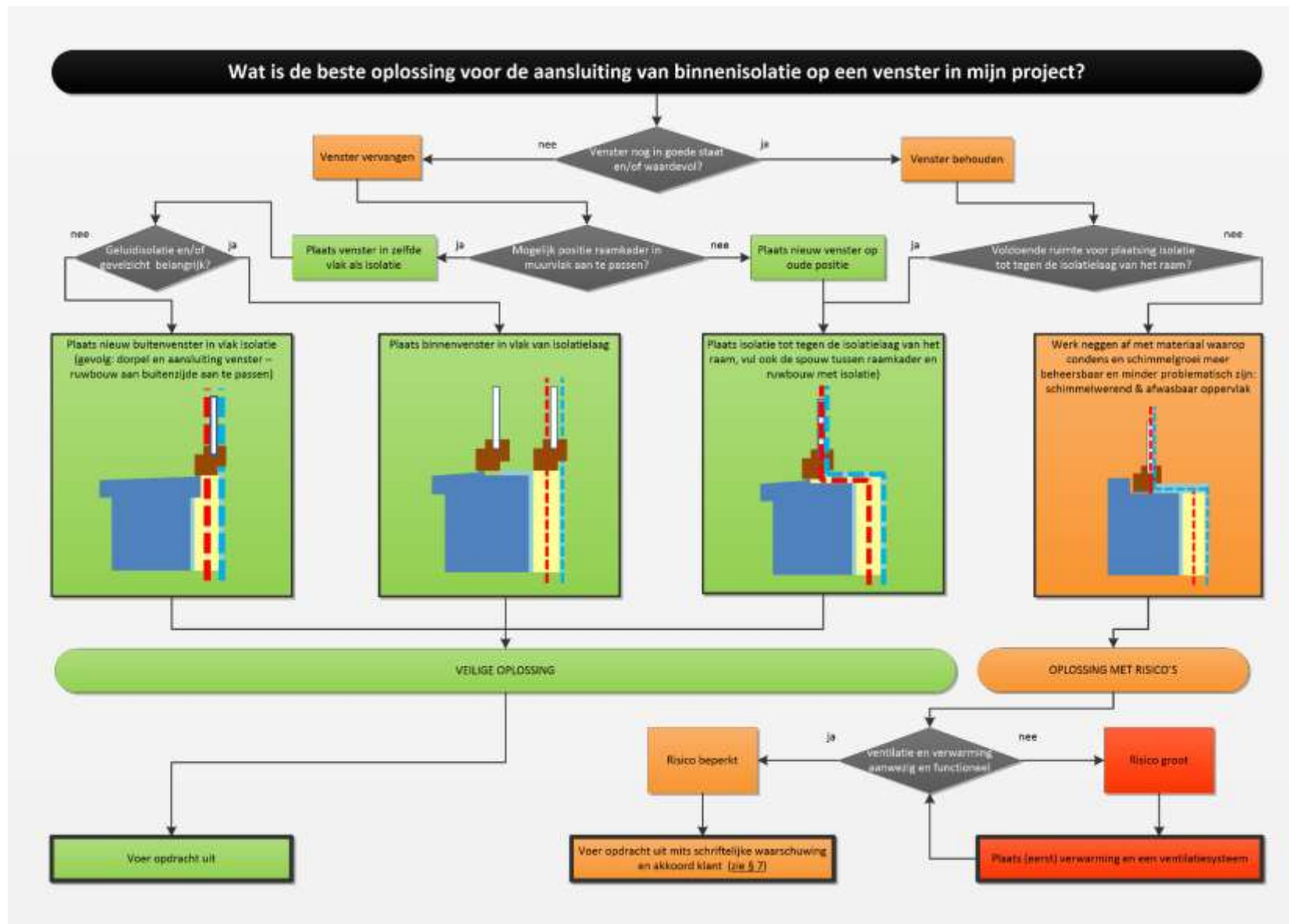
We kunnen ook onderscheid maken tussen twee situaties wat betreft de aansluiting van de isolatie op het raam:

- Isolatie tot tegen (de thermische sneedevan) het raamprofiel (realisatie van basisregel 1)
- Isolatie tot tegen het raamprofiel niet mogelijk (te vermijden situatie, risicovol, cf. supra)

Via de flowchart hierna kan voor elk specifiek project snel de best haalbare oplossing bepaald worden. De manier waarop men als ontwerper of aannemer in de praktijk kan omgaan met niet-optimale situaties wordt verder besproken in § 7.

Na de flowchart worden enkele mogelijke concrete oplossingen voor dagkantisolatie gepresenteerd, van de meest traditionele oplossingen tot de meer innovatieve:

- *Type-oplossing 1: traditionele isolatie + afwerking*
 - o *Type-oplossing 1.A. : eerst isolatie aanbrengen, vervolgens afwerking*
 - o *Type-oplossing 1.B. : eerst afwerking aanbrengen, vervolgens isolatie*
 - o *Type-oplossing 1.C. : afwerking & isolatie tegelijkertijd geplaatst (prefab product)*
- *Type-oplossing 2: capillair-actieve isolatie + afwerking*
- *Type-oplossing 3: superisolatie + afwerking*



■ Type oplossing 1A: isolatiemateriaal + afwerking

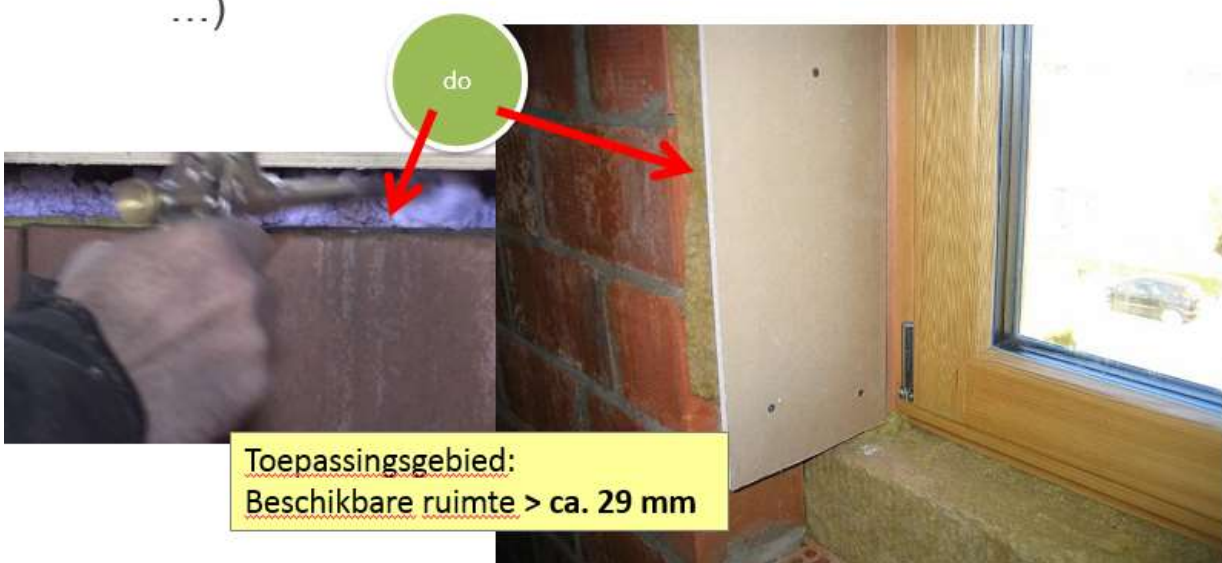
1. Isolatie ter plaatse aangebracht (op maat gesneden)
2. Afwerking (bv. pleisterlaag)



Afbeelding 161

■ Type oplossing 1B: isolatiemateriaal + afwerking

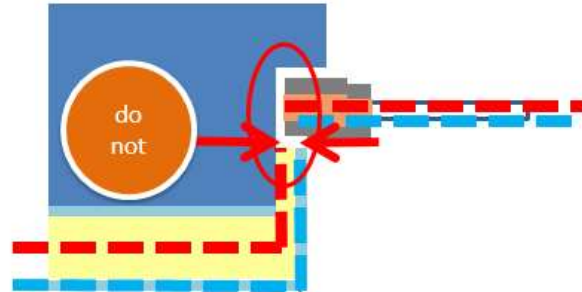
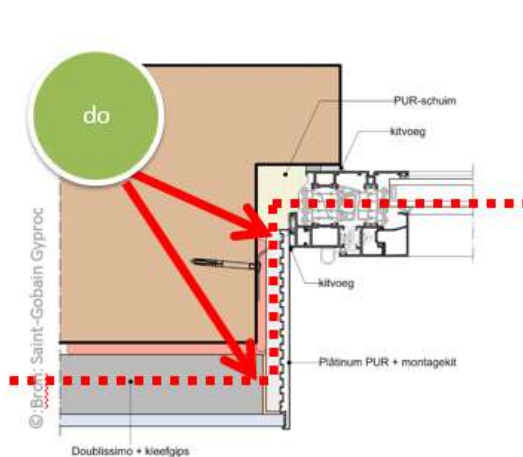
1. Afwerking (bv. gipskartonplaat)
2. Holte vullen met isolatie (bv. minerale wol, gespoten PUR, ...)



Afbeelding 162

■ Type oplossing 1C: isolatiemateriaal + afwerking

1. Afwerking & isolatie in één (bv. gipskartonplaat & PUR)



Toepassingsgebied:
 Beschikbare ruimte > ca. 29 mm

Opgelet: belang van correcte plaatsing!

- Thermische isolatie onderbroken!
 - aansluiting dagkantisolatie op thermische snede raamprofiel
- Luchtdichtheid onderbroken!
 - luchtscherm wand doortrekken tot op raamprofiel (cf. TV 255)

Afbeelding 163

■ Type oplossing 2: capillair actief



Toepassingsgebied:
 Beschikbare ruimte > ca. 22 mm

Opgelet: regenbelasting gevel!

Indien capillair actief materiaal in dagkant, dan af te leggen weg vocht gevel > binnen is kleiner!

Accumulatie vocht in capillair-actief materiaal mogelijk, kan sneller het binnenoppervlak bereiken

Conclusie: enkel toepassen indien regenbelasting op gevel beperkt is en/of goed vochtscherm tussen parement en metselwerk dagkant

Opgelet: keuze type afwerking!

Zie voorschriften fabrikant capillair actief materiaal m.b.t. dampopenheid afwerkingslaag

Afbeelding 164

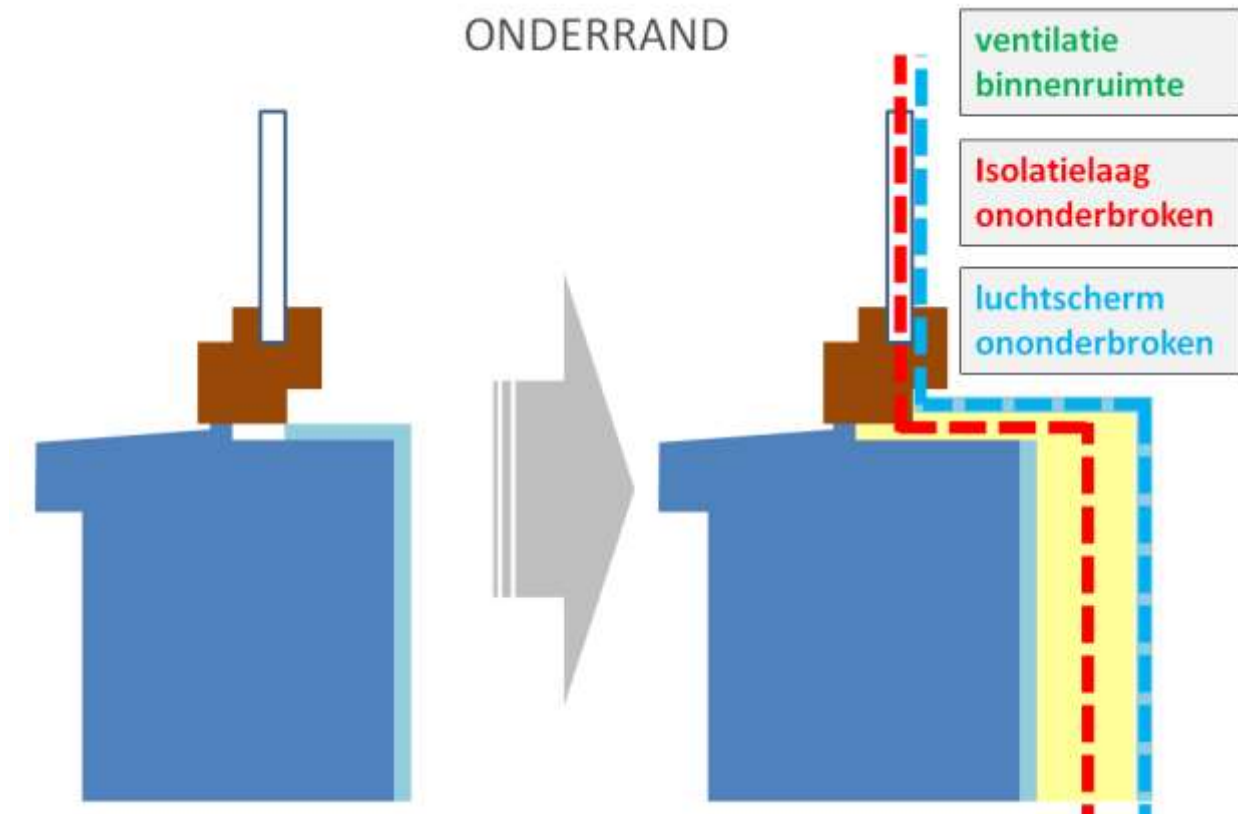
▣ Type oplossing 3: met nano-isolatiemateriaal



Afbeelding 165

Detail 7 – gevel – venster, onderrand

Risico-inschatting en specifieke aandachtspunten



Afbeelding 166 :

Figuur 2: theoretisch optimale oplossing voor de aansluiting van binnenisolatie op een venster (onderrand)

Kunnen de drie theoretische basisprincipes gerealiseerd worden in de praktijk?

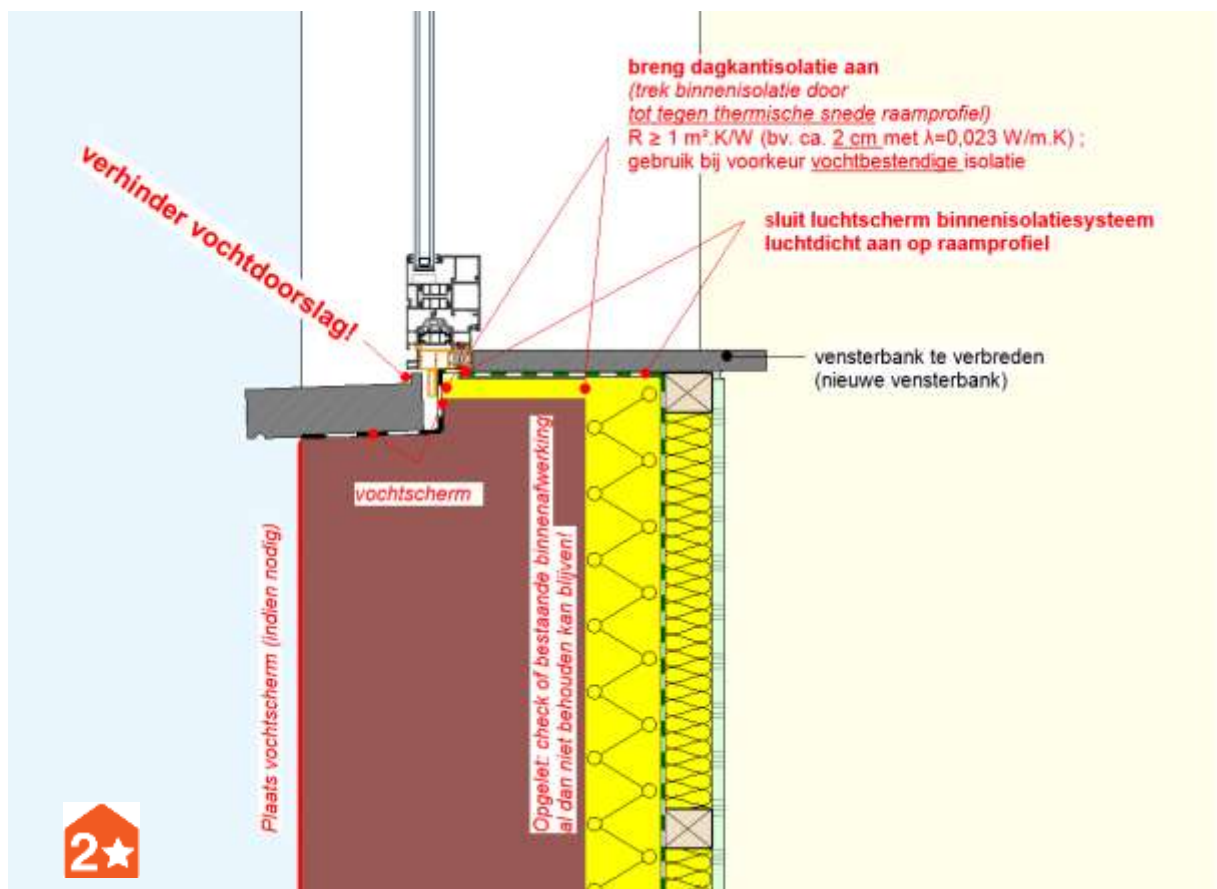
De onderzijde van een venster is quasi steeds aanpasbaar.

Het risico kan dus makkelijk beheersbaar.

Generiek standaarddetail



Afbeelding 167 : aansluiting binnenisolatie –venster: onderrand (standaarddetail, schematische 3D voorstelling)



Afbeelding 168 : aansluiting binnenisolatie –venster: onderrand (standaarddetail, 2D voorstelling)

Praktische uitvoering: voorbeelden

1.E.1.1 Detail 7 – gevel – venster, onderrand – Binnenisolatie type BI I (stijl- en regelwerk)



Afbeelding 169 :voorbeeld van een raamaansluiting met binnenisolatie met cellulose
[ref. Presentatie IsoproC, "Isoleer uw buitenmuren!", 27.05.2009]



Afbeelding 170: voorbeeld van een vensteraansluiting met binnenisolatie met cellulose (houten stijl- en regelwerk 140 mm, OSB beplating + gipskartonplaten [bron: Holzbau, die neue Quadriga, 5/2009, blz. 18



Afbeelding 171 :

1.E.1.2 Detail 7 – gevel – venster, onderrand – Binnenisolatie type BI II (verkleefd of verlijmd)



Afbeelding 172 :



Afbeelding 173 :



Afbeelding 174 :



Afbeelding 175 :praktijkvoorbeeld van een raamaansluiting met celloglas [ref. PCE, project 't Balanske, Wingene]

1.E.1.3 Detail 7 – gevel – venster, onderrand – Binnenisolatie type BI III (capillair actief)



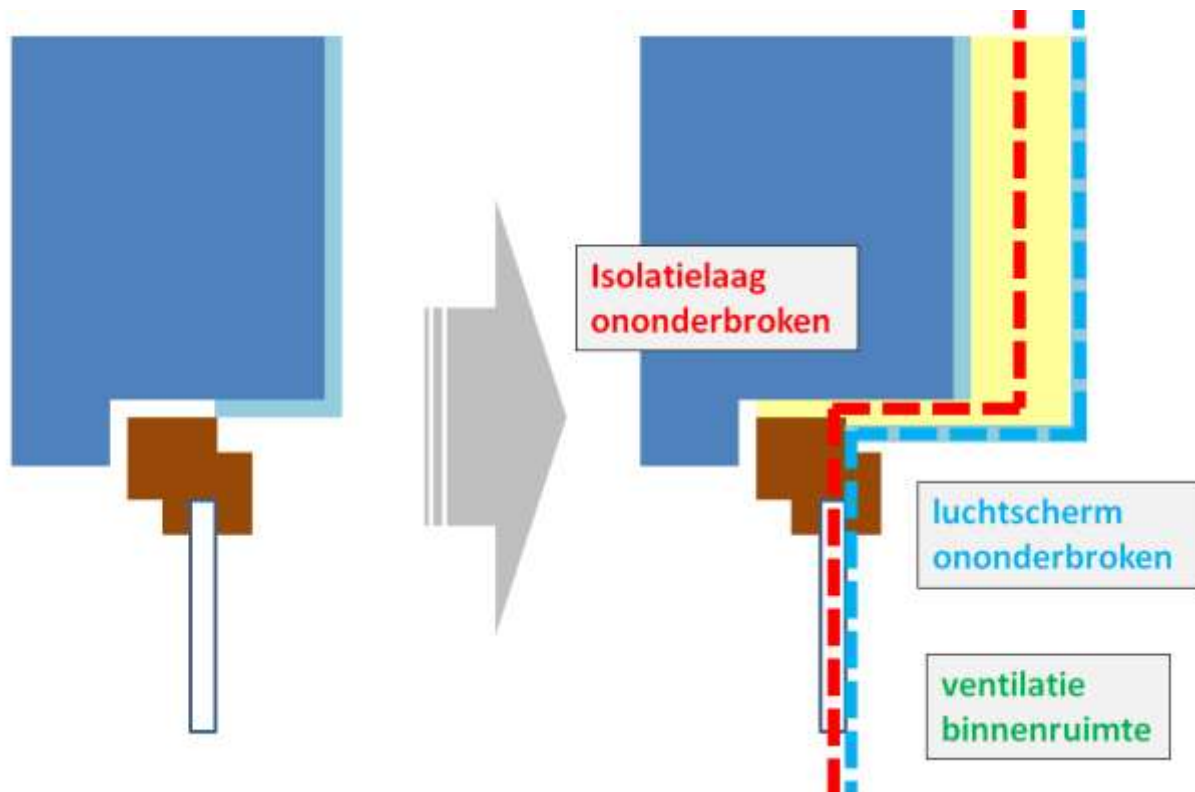
Afbeelding 176 : praktijkvoorbeeld van een raamaansluiting met binnenisolatie op basis van houtvezelplaten
[ref. KRONOS architectuur, 2006]



Afbeelding 177 : voorbeeld van een raamaansluiting met binnenisolatie op basis van lichte cellenbeton

Detail 8 – gevel – venster, zijrand

Risico-inschatting en specifieke aandachtspunten



Afbeelding 178 :theoretisch optimale oplossing voor de aansluiting van binnenisolatie op een venster (zijrand)

Kunnen de drie theoretische basisprincipes gerealiseerd worden in de praktijk?

De zijkant van een venster is niet altijd aanpasbaar:

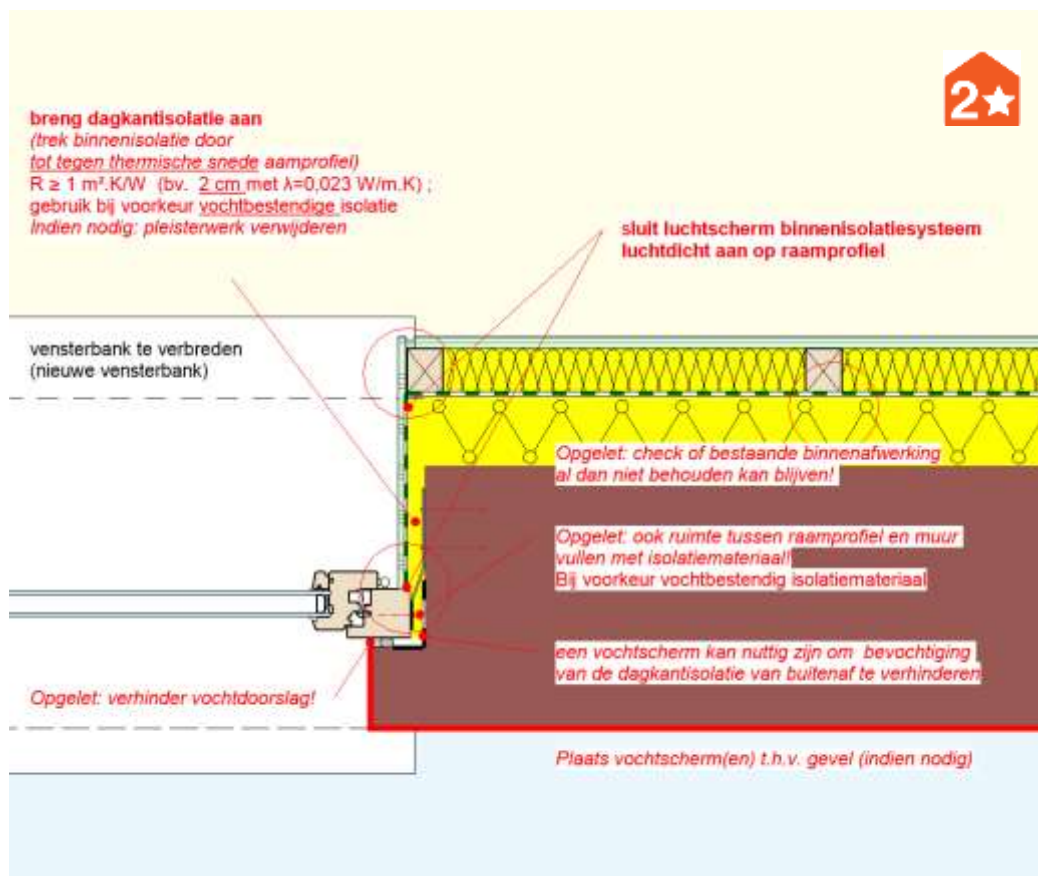
- er is niet altijd voldoende ruimte beschikbaar voor dagkantisolatie: opengaande delen van vensters moeten na de werken nog open kunnen gaan (zie § 7)
- vensteropeningen kunnen niet eenvoudig verbreed worden (zonder relatief hoge extra kosten, o.a. door noodzaak nieuwe latei en randafwerkingen)

Het risico is dus niet altijd beheersbaar.

Generiek standaarddetail



Abbeelding 179 : aansluiting binnenisolatie – venster: zijrand (standaarddetail, schematische 3D voorstelling)



Abbeelding 180 : aansluiting binnenisolatie – venster: zijrand (standaarddetail, 2D voorstelling)

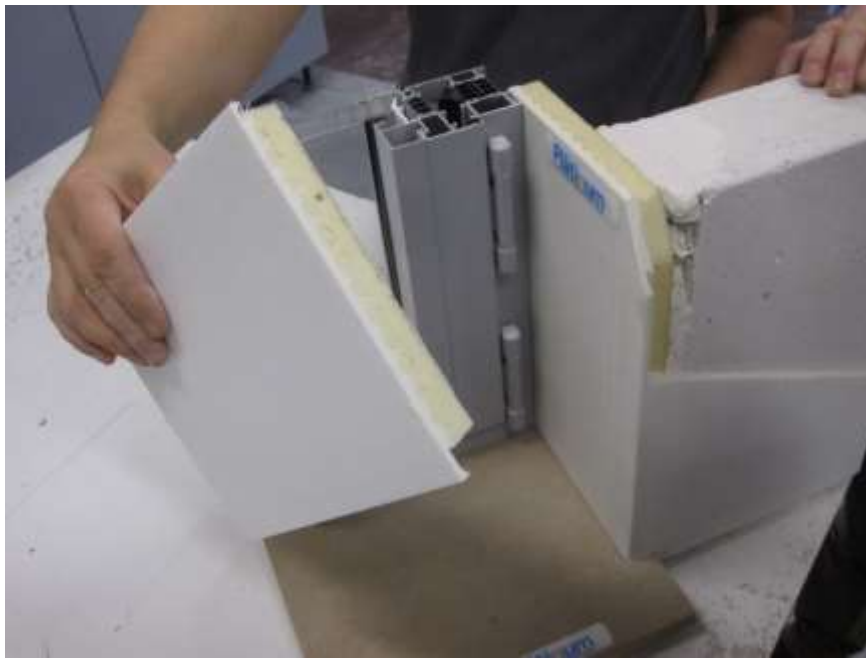
Praktische uitvoering: voorbeelden

1.E.1.4 Detail 8 – gevel – venster, zijrand – Binnenisolatie type BI I (stijl- en regelwerk)



Afbeelding 181 : praktijkvoorbeeld van een raamaansluiting met binnenisolatie op basis van cellulose
[ref. Presentatie IsoproC, "Isoleer uw buitenmuren!", 27.05.2009]

1.E.1.5 Detail 8 – gevel – venster, zijrand – Binnenisolatie type BI II (verkleefd of verlijmd)



Afbeelding 182 : voorbeeld van een prefab dagkant met isolatie en een schimmelwerende en afwasbaar oppervlak

1.E.1.6 Detail 8 – gevel – venster, zijrand – Binnenisolatie type BI III (capillair actief)



Afbeelding 183 : praktijkvoorbeeld van een raamaansluiting met binnenisolatie op basis van lichte cellenbeton [ref. Xella]

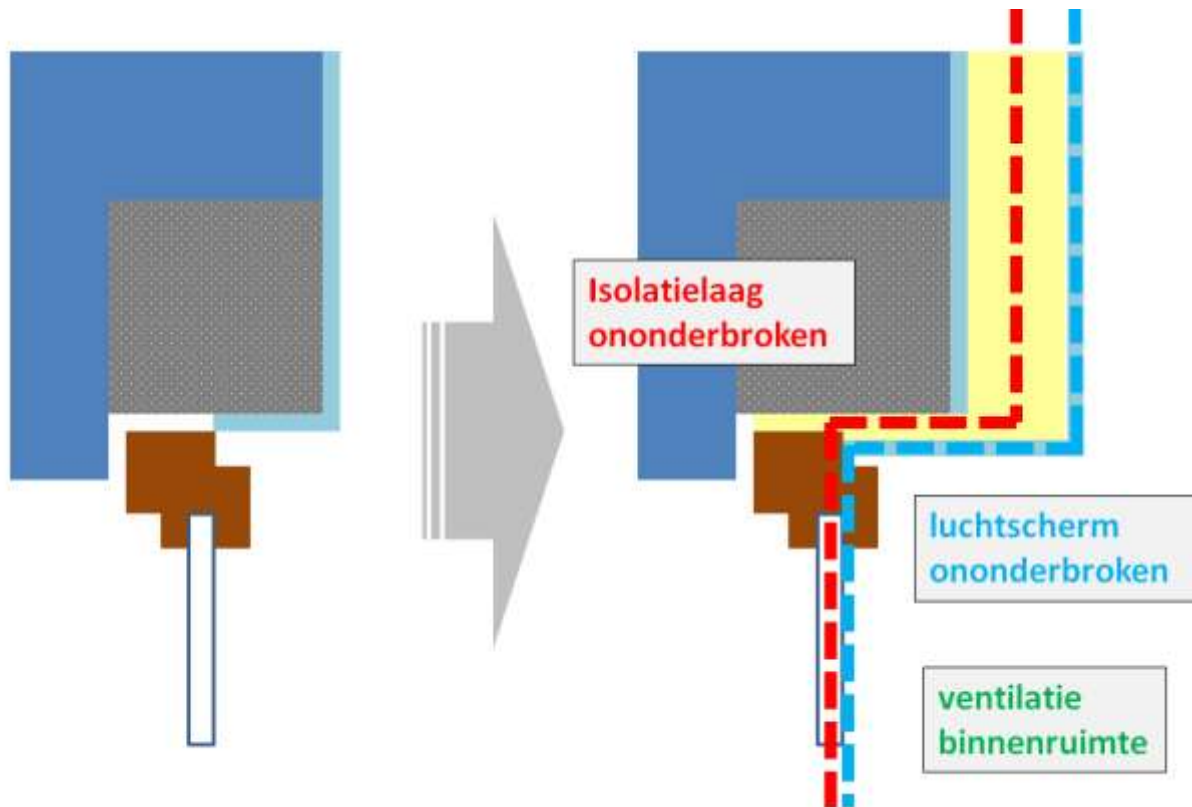


Stappenplan voor een kwaliteitsvolle,
efficiënte renovatie

www.renofase.be

Detail 9 – gevel – venster, bovenrand

Risico-inschatting en specifieke aandachtspunten



Afbeelding 184 : theoretisch optimale oplossing voor de aansluiting van binnenisolatie op een venster (bovenrand)

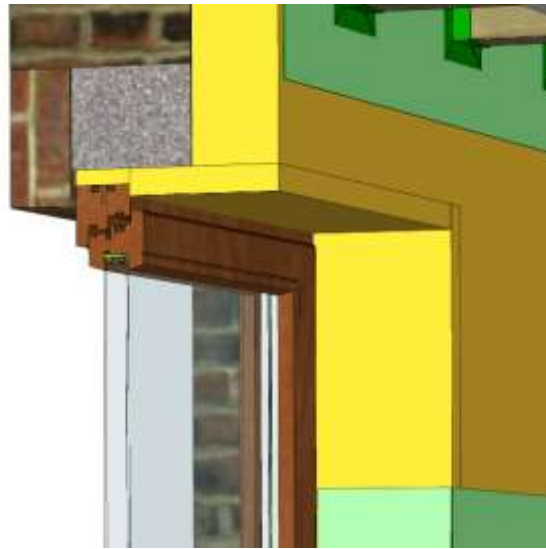
Kunnen de drie theoretische basisprincipes gerealiseerd worden in de praktijk?

De bovenkant van een venster is niet altijd aanpasbaar:

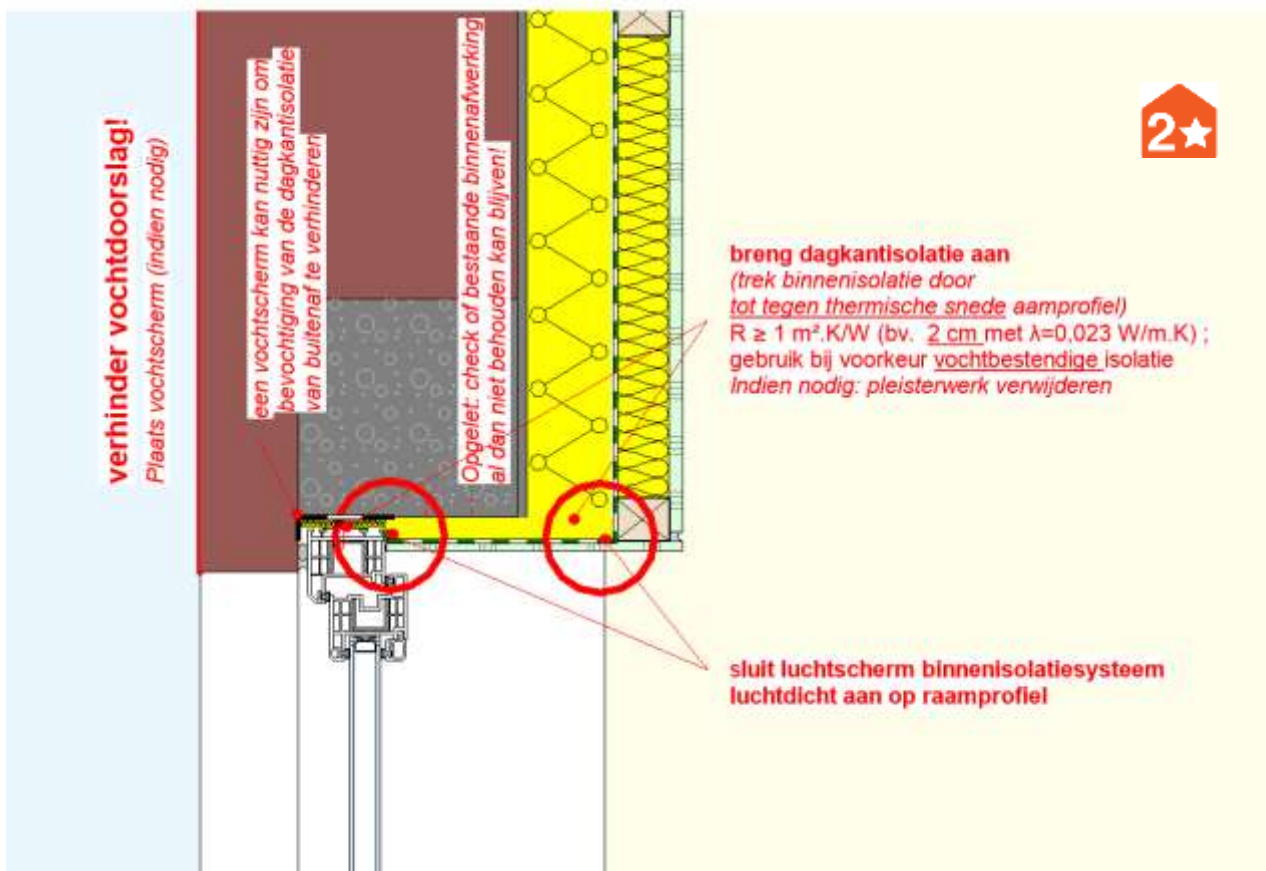
- boven het venster zit meestal een dragende balk (latei), die niet verplaatst of aangepast kan worden (zonder – vaak buitenproportioneel grote – meerwerken)
- de aansluiting van de isolatie bovenaan kan ook bemoeilijkt worden door de aanwezigheid van een rolluikkast.

Het risico is dus niet altijd beheersbaar.

Generiek standaarddetail



Afbeelding 185 : aansluiting binnenisolatie –venster: bovenrand (standaarddetail, schematische 3D voorstelling)



Afbeelding 186 : aansluiting binnenisolatie –venster: bovenrand (standaarddetail, 2D voorstelling)

Praktische uitvoering: voorbeelden

1.E.1.7 Detail 9 – gevel – venster, bovenrand – Binnenisolatie type BI I (stijl- en regelwerk)



Afbeelding 187



Afbeelding 188 : praktijkvoorbeeld [ref. Arch. O. Henz, woning Eupen]

Dienst stedenbouw liet enkel een crepi of sierbaksteenstrip toe ter verfraaiing van de voorgevel, maar geen 15cm dikke isolatielaag bezet met crépi. De isolatie diende dus langs binnen te gebeuren. Men heeft een houten frame gemaakt (24cm dik) om nieuwe raamkaders in te plaatsen en als het ware de gevel te ontdubbelen

1.E.1.8 Detail 9 - gevel – venster, bovenrand – Binnenisolatie type BI II (verkleefd of verlijmd)



Afbeelding 189

1.E.1.9 Detail 9 – gevel – venster, bovenrand – Binnenisolatie type BI III (capillair actief)



Afbeelding 190

Detail 10 – gevel – deur, onderrand

De aansluiting van de zij- en bovenranden van een deur is gelijkaardig aan deze van een venster.

We kunnen dan ook verwijzen naar §5, concept E.

De onderrand sluit echter niet aan op binnenisolatie maar op de vloer.

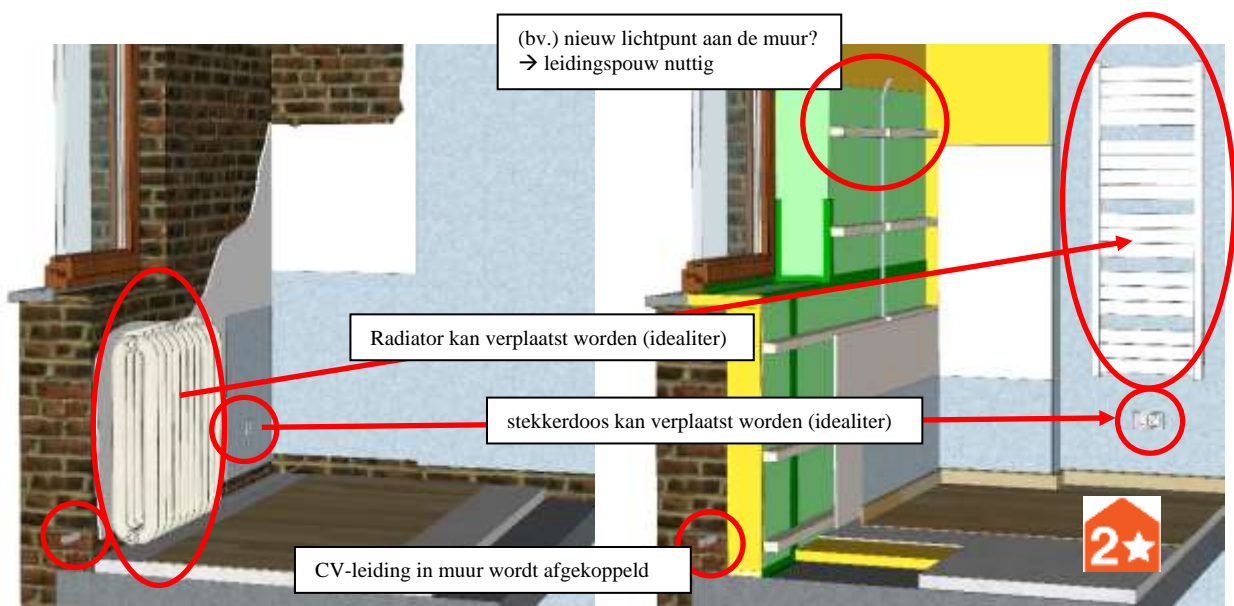
Zie Detail 1.



Afbeelding 191 : praktijkvoorbeeld van een aansluiting deur – binnenisolatie in een kleine verbouwing [foto ir.-arch. F. Dobbels]

F. Interactie van technische installaties met binnenisolatie

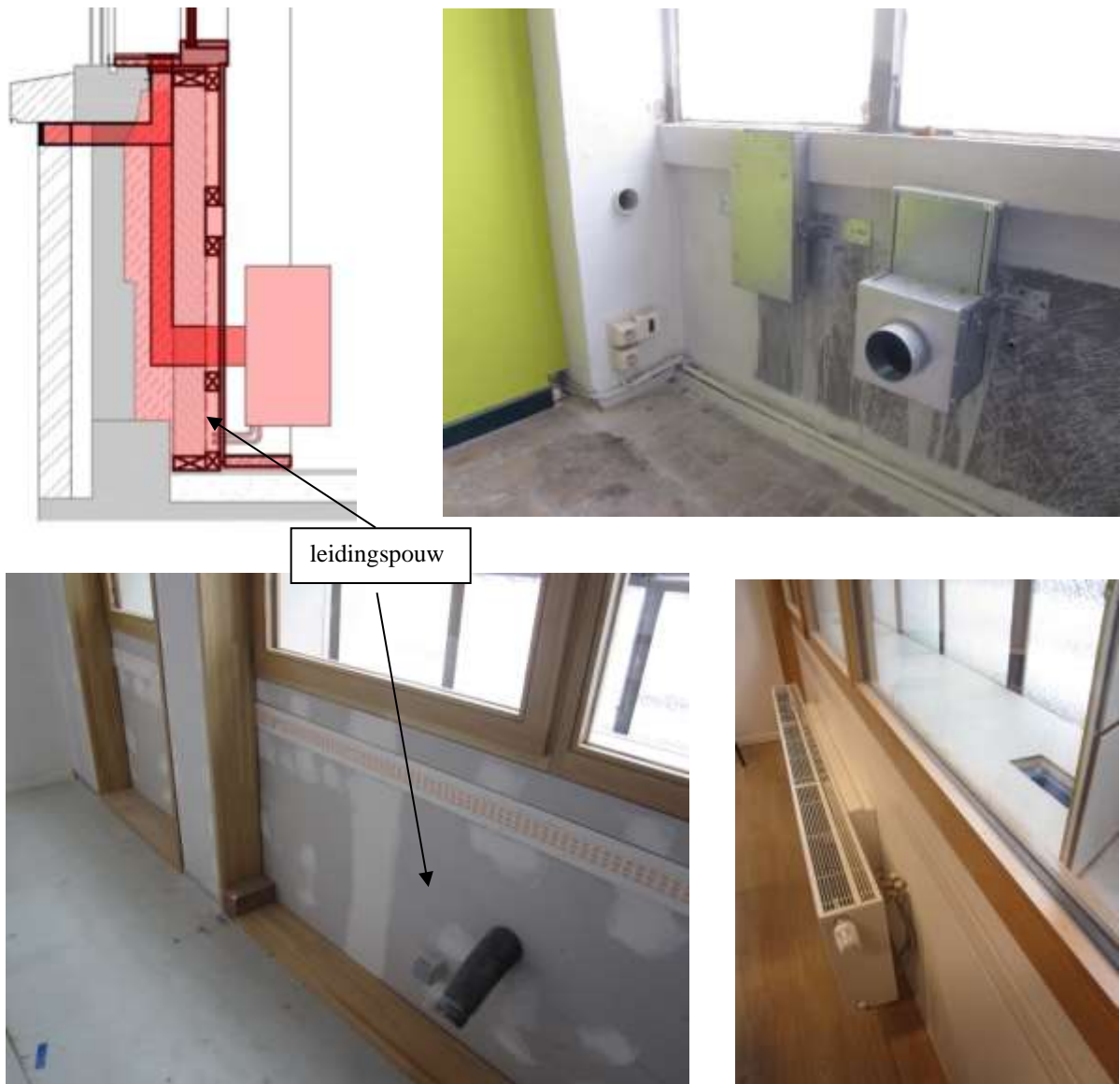
Bestaande technische installaties (bv. radiatoren) in de zone waar binnenisolatie komt (tegen de muur) worden verwijderd, om plaats te maken voor de binnenisolatie. Ook de technische installaties die zich IN de muur vinden (bv. leidingen) worden bij voorkeur verwijderd, in het bijzonder alle vorstgevoelige leidingen. Door het aanbrengen van binnenisolatie zal de temperatuur in de muur tijdens koude periodes immers lager liggen dan voorheen, wat tot vorstschade aan de leidingen zou kunnen leiden. Gezien de muur ook vochtiger zal zijn dan voor de isolatiewerken, moet ook eventuele (oude) elektrische leidingen met de nodige voorzichtigheid beschouwd en zo nodig verwijderd worden. Gezien leidingen in de muur quasi steeds een doorboring van de binnenisolatie met zich mee brengen (bv. ter plaatse van een stekkerdoos), en dit potentieel kritische punten zijn voor het ontstaan van luchtlekken, **worden idealiter ALLE technische voorzieningen in de muur afgekoppeld en indien nodig verwijderd**. Zo kan eenvoudig en kostenefficiënt elke doorboring van het luchtscherm vermeden worden. Radiatoren, stekkerdozen, lichtsakelaars, ... kunnen heel vaak minstens even functioneel gepositioneerd worden tegen een binnenmuur, waar ze geen impact kunnen hebben op de luchtdichtheid van de gevel. Door de isolatie van de gevel, vaak in combinatie met beter thermisch presterend schrijnwerk, vervalt ook de vroegere aanbeveling om warmteafgifte-elementen zoals radiatoren onder vensters te plaatsen. In een goed geïsoleerd gebouw kunnen ze evengoed tegen een binnenmuur geplaatst worden. Zo kan men bovendien vermijden dat een deel van de geproduceerde warmte meteen verloren gaat doorheen de gevel.



Afbeelding 192

Als technische voorzieningen noodzakelijkerwijze toch tegen de gevel moeten komen, is het aangewezen een **leidingspouw** te voorzien. Dit brengt extra ruimteverlies en een zekere meerkost met zich mee, maar kan door het plaatsen van (bij voorkeur soepele) isolatie de thermische weerstand van het binnenisolatiesysteem verder opdrijven en eventueel ook de geluidisolatie positief beïnvloeden. Bemerkt dat het niet altijd

noodzakelijk is om een leidingspouw aan te brengen over de volledige wand. Vaak kan een lokale leidingspouw volstaan (bv. in de plintzone, of tot een hoogte van ca. 1 m). Zie § 3.2.2 en afbeelding 14. Bij het ontwerp van een leidingspouw wordt deze idealiter in overleg met de opdrachtgevers afgestemd op het toekomstig gebruik van de ruimte, zodat bv. toekomstige extra leidingen of apparaten de luchtdichtheid niet nadelig zullen beïnvloeden.



Afbeelding 193 : praktijkvoorbeeld van het verwijderen van bestaande technische installaties uit de gevel en het plaatsen van nieuwe installaties m.b.v. een leidingspouw (in dit geval decentrale mechanische ventilatie en verwarming)
:[ref. architectenvereniging AR-TE, Archipelago, project Alchimiste, Anderlecht, foto WTCB]

Wanneer een leidingspouw niet mogelijk of gewenst is, is het bij binnenisolatie **(extra) belangrijk om alle doorboringen van het luchtscherm perfect luchtdicht af te sluiten**. Hierbij kan men gebruik maken van producten en technieken die hiervoor geschikt zijn of zelfs specifiek hiervoor ontwikkeld werden (zie TV 255). Specifiek voor binnenisolatie kunnen we bv. aanstippen:

- isolerende en luchtdichte inbouwdoos
- Luchtdichte inbouwdoos die isolatie niet volledig doorboort

Belangrijk: een *luchtdichte inbouwdoos moet ook luchtdicht op de luchtdichte laag van het binnenisolatiesysteem aangesloten worden!*

Bemerk: de leiding moet naar het doorvoerpunt kunnen lopen. Bij een stijl- en regelwerk met soepele isolatie kan de leiding eenvoudig tussen de isolatie doorgevoerd worden. Bij stijve isolatiematerialen of prefab-platen moet er specifiek daarvoor ruimte gemaakt worden. Zoals hoger uiteengezet is een spouw tussen stijve isolatie en de muur niet aan te bevelen. De leiding wordt dus bij voorkeur in de isolatie zelf ingewerkt, maar mag de isolatielaag niet teveel verzwakken. **Als men toch opteert voor een spouw tussen plaat en muur, dan wordt deze bij voorkeur gevuld met een vochtbestendig, soepel isolatiemateriaal** (zie FAQ "Prefab panelen op een latwerk?"). Hierna wordt dit geïllustreerd met een foto.



Afbeelding 194 : [ref. Helia]



Afbeelding 195



Afbeelding 196 : [ref. Helia]



Stappenplan voor een kwaliteitsvolle,
efficiënte renovatie

www.renofase.be

6 Invloed van het globaal concept op de detaillering

In reële bouwprojecten wordt het al dan niet voorkomen van bepaalde aansluitingsdetails sterk beïnvloed door de afbakening van het beschermd volume. Zo zal bv. het uitsparen van een garage uit het beschermd volume aanleiding geven tot aansluitingsdetails die een combinatie kunnen bevatten van binnenisolatie en buitenisolatie, zoals de afbeelding hieronder weergeeft.



Afbelding 197 : positie isolatielaag (groene lijn) en beschermd volume (gele zone) voor een reëel na-isolatie project [ref. projectfiche "Ferme Bousval", onderzoeksproject LEHR, Low Energy Housing Retrofit, PHP/ PMP, Architecture et Climat - UCL, WTCB, 2009]

Voor een vlotte aansluiting van de isolatielaag en het luchtscherm tussen verschillende bouwcomponenten is het aangewezen om de positie van isolatie en luchtscherm in de verschillende aanpalende bouwcomponenten (met name dak / muur / vloer) op elkaar af te stemmen.



Afbelding 198 : positie isolatielaag (groene lijn) en beschermd volume (gele zone) voor een reëel na-isolatie project [ref. projectfiche "Eco"Hom, Liège", LEHR, Low Energy Housing Retrofit, PHP/ PMP, Architecture et Climat - UCL, WTCB, 2009]

Voorbeeld: als de muren langs de binnenzijde geïsoleerd worden is het voordelig om ook de (hellend) dakisolatie en de eventuele vloerisolatie aan de binnenkant van de draagstructuur te positioneren. Zie §5, Detail 6. Bemerk: bij platte daken wordt de isolatie als algemene regel altijd aan de buitenzijde geplaatst (warm dak, een zogenaamd compact dak is risicovoller en wordt bijgevolg afgeraden).

In de praktijk kan binnenisolatie aanleiding geven tot tal van niet-courante aansluitingsdetails. Sommige zijn relatief moeilijk oplosbaar terwijl ze regelmatig voorkomen:

- zijranden voordeur in rijwoning (soms vrij dicht bij gemene muur en/of binnenmuur) (zie afb. 191)
- (bestaande) tellerkast tegen voorgevel (maakt het soms onmogelijk om op die plaats binnenisolatie te plaatsen, terwijl hygrothermische problemen uiteraard absoluut ongewenst zijn ter plaatse van een elektrische installatie).
- toilet tegen voorgevel: geen ruimte om retour van isolatie op inbindende wanden te maken, verplaatsing WC-pot en afvoerbuïs relatief grote inspanning (duur!) t.o.v. de baten



Afbeelding 199 : Voorbeeld van een niet-courant aansluitingsdetail t.p.v. binnendeuren vlak tegen de gevel [ref. projectfiche "Eco"Home, Liège", onderzoeksproject LEHR, Low Energy Housing Retrofit, PHP/ PMP, Architecture et Climat - UCL, WTCB, 2009]

Niet-courante details kan men aanpakken op dezelfde manier als in deze praktijkgids geïllustreerd voor courante details. Men moet er altijd naar streven om - na het oplossen van eventuele vochtproblemen - de 3 basisprincipes zo volledig mogelijk te realiseren.

Het hoofdstuk hierna geeft houvast bij bouwkundige situaties waarin de basisprincipes niet (meteen) volledig gerealiseerd kunnen worden en soms (tijdelijk) risicovolle situaties ontstaan.

7 Gefaseerde uitvoering

Gefaseerde uitvoering komt vaak voor in de praktijk, en is zeer divers. Het is dus niet evident om hiervoor typedetails te ontwikkelen. In de detailfiches in bijlage bij deze praktijkgids zijn een aantal voorbeelden van gefaseerde uitvoeringen opgenomen, met praktisch checklists van de voornaamste aandachtspunten bij ontwerp en uitvoering. Deze kunnen u - samen met de principes uiteengezet in deze gids - houvast bieden bij het ontwikkelen van projectspecifieke details.

*Soms is het in de praktijk redelijkerwijs, binnen de grenzen van de aan de aannemer toevertrouwde opdracht en budget, niet mogelijk om de in deze praktijkgids gepresenteerde principes volledig te realiseren. Vaak vormt binnenisolatie immers een onderdeel van een gefaseerde energetische renovatie. Zo kan het buitenschrijnwerk nog niet aan vervanging toe zijn, of reeds vervangen zijn. Of kan één appartement van binnenisolatie voorzien worden, terwijl de naastliggende appartementen pas later nageïsoleerd zullen worden. Om schade te voorkomen is het voor de aannemer in dergelijke situaties zeer belangrijk om altijd toe te werken naar een optimale oplossing op termijn (desnoods stapsgewijs), en z'n informatieplicht t.o.v. de opdrachtgever na te komen. Tijdens een tijdelijke niet-optimale situatie (bv. niet reduceerbare koudebrug) is het bewonersgedrag immers cruciaal voor het al dan niet ontstaan van schade. **Via het derde basisprincipe (binnenklimaat beheersen) kunnen de bewoners schade voorkomen, in afwachting van een duurzame oplossing in de toekomst.** Hierna wordt dit geïllustreerd aan de hand van de raamaansluitingen, in het verlengde van de besprekingen van de risico-inschatting per detail in § 5, Concept E.*

De standaard details gepresenteerd in §5, Detail 7-8-9 voor de aansluiting op vensters kunnen in de praktijk niet altijd gerealiseerd worden. Hierna stippen we bij wijze van voorbeeld twee situaties aan die vrij vaak voorkomen in de praktijk. Bemerkt: dit zijn **RISICOVOLLE SITUATIES – ALLEEN TOEGESTAAN ALS VOORLOPIGE OPLOSSING, niet als definitieve toestand.**

- ❑ (redelijkerwijs) niet mogelijk om isolatie te plaatsen tussen raamkader en muur

Deze situatie kan zich bv. voordoen als de vaste raamprofielen vlak tegen een dagkant van zichtmetselwerk geplaatst zijn.



Afbeelding 200 : voorbeeld van een situatie waarbij in het kader van binnenisolatiewerken redelijkerwijs geen isolatie tussen raamprofiel en metselwerk geplaatst kan worden

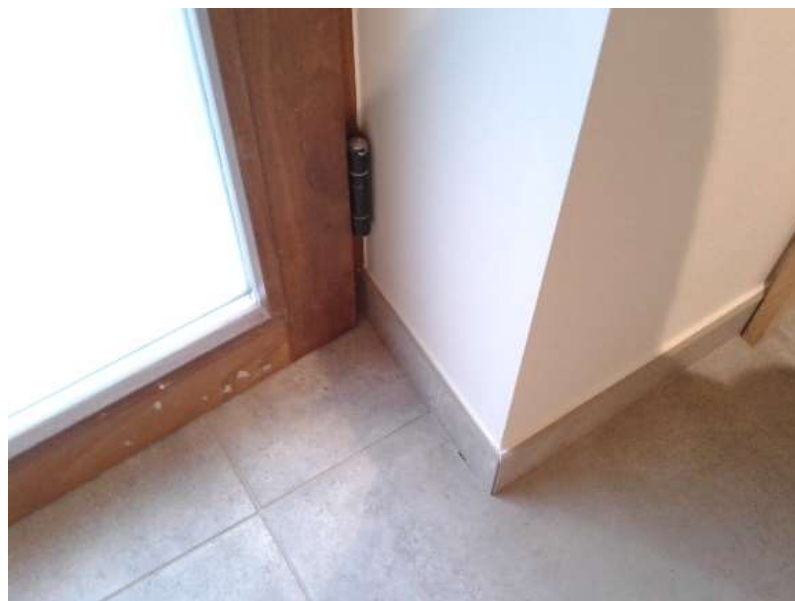
Risico? Weinig kritische situatie (licht verhoogd risico op condensatie op het raamprofiel);

Mogelijke verbetering: plaats dickere dagkantisolatie;

- ❑ **Bij vervanging vensters in de toekomst: plaats isolatie tussen muur en raamprofiel**

❑ (redelijkerwijs) niet mogelijk om dagkantisolatie te plaatsen

*Deze situatie kan zich voordoen bij smalle vaste raamprofielen en/of opengaande delen waarvan de paumellen relatief dicht bij de dagkant geplaatst zijn; in dat geval zou de plaatsing van dagkantisolatie tot gevolg kunnen hebben dat de opengaande delen niet meer volledig open kunnen; bemerk dat de mogelijkheden van superisolerende dagkantisolatie ook niet onbeperkt zijn (zie § 4.3.4) en de dagkant niet zomaar verbreed kan worden (met de slijpschijf bv.): de opleg van de **latei of balk boven het raam niet mag gereduceerd worden zonder nazicht van de stabiliteit (minimale opleg te respecteren!)** :*



Afbeelding 201 : voorbeeld van een situatie waarbij in het kader van binnenislatiewerken redelijkerwijs geen dagkantisolatie geplaatst kan worden (anders kan de deur niet meer open)

Risico?

Kritische situatie: groter risico op schimmelvorming en condensatie dan zonder binnenislatie!;

Mogelijke maatregelen: vermijd vochtgevoelige materialen ter plaatse van de dagkanten (pleisterwerk op basis van gips, hout,...); geef de voorkeur aan materialen die nat schoongemaakt kunnen worden (bv. kunststof) en/of materialen met een schimmelwerende coating

- ❑ ***Bij vervanging vensters in de toekomst: plaats dagkantisolatie*** (of pas positie vensters in muurvlak aan: nieuwe vensters kunnen bv. in het vlak van de binnenislatie geplaatst worden)


FAQ: “Wat als de basisprincipes redelijkerwijs niet volledig gerealiseerd kunnen worden binnen de limieten van de opdracht?”

Streef altijd een technisch optimale oplossing na: realiseer het detail conform de basisregels. Als dat door de specifieke bouwkundige situatie niet mogelijk is, toon dan d.m.v. thermische simulatie aan dat de door u voorgestelde oplossing een valabel alternatief vormt (geen risico op schimmelvorming of condensatie). Indien een op lange termijn duurzame oplossing redelijkerwijs niet realiseerbaar is binnen de limieten van de gevraagde werken:


- anticipeer op een gefaseerde realisatie in de toekomst
- informeer uw klant over de na te streven bouwkundige situatie en de noodzaak om in afwachting van de realisatie ervan het binnenklimaat onder controle te houden

De aannemer dient altijd een voorstel te formuleren voor een op  oplossing.

Wanneer dit niet aanvaard wordt door de opdrachtgever (bv. omdat dit proportioneel onredelijk grote meerkosten met zich mee brengt, bv. vervanging van de ramen, aanpassing van de ruwbouw, ...), wordt aanbevolen om duidelijk te communiceren aan de opdrachtgever dat:

- het gerealiseerde aansluitingsdetail enkel aanvaardbaar is als tijdelijke situatie (“ersatz-oplossing”) 

- de opdrachtgever zodra mogelijk dient over te gaan tot het realiseren van een duurzame oplossing (basisprincipes volledig realiseren).

- **de opdrachtgever in de tussentijd (zelf) schade kan voorkomen door beheersing van het binnenklimaat** 

Dit kadert in de **informatieplicht van de bouwprofessioneel** aan de opdrachtgever, die - als leek in de bouw - niet zelf de eventuele risico's van z'n bouwwerken kan inschatten. Idealiter wordt dit schriftelijk gecommuniceerd door de aannemer aan de opdrachtgever en toegevoegd aan het postinterventiedossier van het gebouw.

Voorbeeld van een mogelijke clausule (illustratief):

*“Gelet op de specifiek bouwkundige situatie (onmogelijkheid om dagkantisolatie te plaatsen zonder het belemmeren van de opengaande delen van het venster) en de specifieke randvoorwaarden van de opdracht (vervanging van het schrijnwerk budgettair niet haalbaar binnen de gevraagde werken), is het risico op schimmelvorming en condensatie t.p.v. aansluitingsdetail nr. ... niet volledig uit te sluiten. **Dit risico kan echter sterk gereduceerd worden door voldoende verwarmen en goed ventileren** (illustratieve richtwaarden: R.V. < 80% en $t^{\circ} > 12^{\circ}\text{C}$). Aangeraden wordt om deze **randzone vrij te houden van vochtgevoelige materialen** (bv. hout, papier, textiel, ...) tijdens koude periodes. Bij het vervangen van de ramen in de toekomst dient dagkantisolatie geplaatst te worden conform de basisregels voor dit aansluitingsdetails (zie schets in bijlage).”*

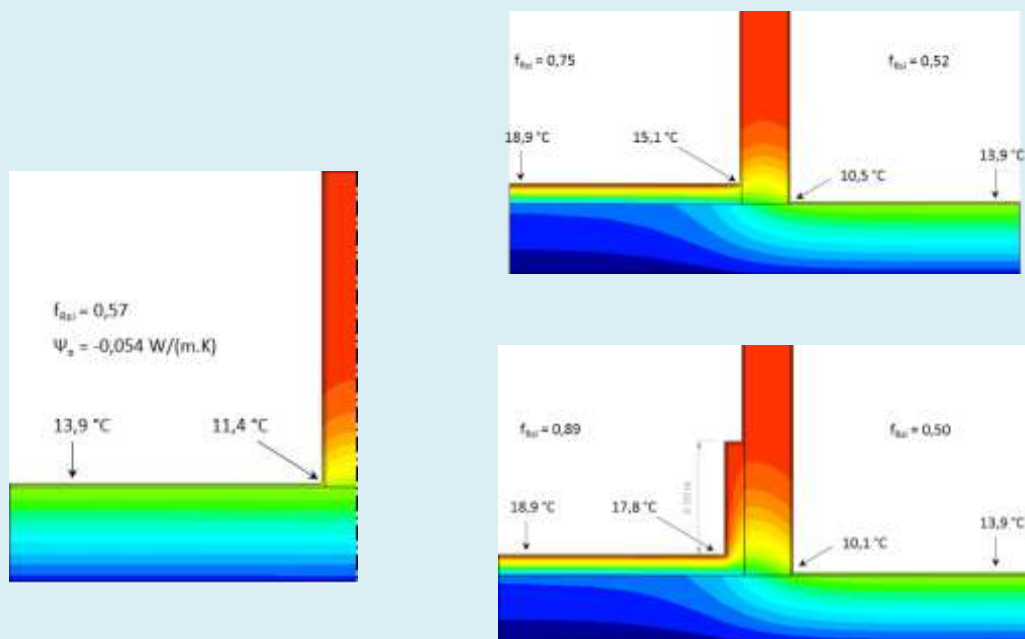
Op die manier kan de aannemer bewijzen dat hij z'n informatieplicht nagekomen is en kan **schade voorkomen worden** (wat uiteindelijk essentieel is, zowel voor de bouwprofessioneel als de opdrachtgever).

FAQ: “Kan binnenisolatie schade veroorzaken bij de burenen?”

Conform basisprincipe 1 “koudebruggen reduceren” wordt aanbevolen om muren of vloeren in contact met een gevel met binnenisolatie *aan weerszijden* te voorzien van retourisolatie. De aannemer kan dit principe realiseren in het (deel van het) gebouw dat eigendom is van de opdrachtgever *maar niet in de aanpalende delen of gebouwen*.

Uit simulaties blijkt dat door binnenisolatie aan één kant van een gemene muur (of vloer) de temperatuur in de hoek aan de andere zijde van de muur (of vloer) licht kan dalen en het risico op vochtproblemen bijgevolg kan toenemen. Bij toepassing van retourisolatie is deze daling iets groter. Al bij al is deze daling echter relatief beperkt t.o.v. de uitgangssituatie (zonder binnenisolatie). Het is dus niet nodig om om die reden retourisolatie achterwege te laten. Het is ook niet mogelijk om hierdoor schade te veroorzaken bij de burenen: de temperatuurdaling is dermate beperkt dat deze niet bepalend zal zijn voor het wel of niet ontstaan van schade.

Wel illustreren deze simulaties dat men waar mogelijk *altijd binnenisolatie en retourisolatie moet aanbrengen aan beide zijden van inbindende muren of vloeren*.



Afbeelding 202 : temperatuurveld voor aansluitingen buitenmuur en binnenmuur: door éézijdige binnenisolatie zakt de temperatuur in de hoek aan de andere zijde van $11,4^\circ\text{C}$ naar $10,5^\circ\text{C}$; door het éézijdig aanbrengen van retourisolatie zakt dit verder tot $10,1^\circ\text{C}$ [5]



Stappenplan voor een kwaliteitsvolle,
efficiënte renovatie

www.renofase.be

8 Praktische realisatie en kwaliteitsborging

8.1.1 Een goede voorbereiding van de werken

Alle aansluitingsdetails moeten ontworpen worden conform de hiervoor vermelde *basisprincipes*. Bemerkt dat in eenzelfde gebouw tal van sterk verschillende situaties kunnen voorkomen, zelfs voor eenzelfde aansluiting (zie Detail 5!). Het uitwerken van één typedetail voor alle aansluitingen van dezelfde soort (bv. alle aansluitingen van houten vloeren op gevels met binnenisolatie) is niet mogelijk. Differentiatie kan noodzakelijk zijn (zie FAQ “Over het hele gebouw dezelfde detaillering?”). Aanbevolen wordt om minstens voor de meest kritische aansluitingen **detailtekeningen** te maken waarop de isolatie en de luchtdichte laag aangeduid worden. Hierbij kunnen **type-details** gebruikt worden als voorbeeld van goede praktijk (cf. infra).

Wanneer het niet mogelijk is om de aansluitingsdetails uit te voeren conform de type-details of om de basisprincipes op een andere manier volledig te realiseren, is het sterk aanbevolen om de voorgestelde oplossing voor het aansluitingsdetail vóór uitvoering te evalueren met behulp van **thermische simulatie**. Hierbij wordt het temperatuurverloop berekend over de wand, waaruit de temperatuurfactor en de lineaire warmtegeleidingscoëfficiënt kan afgeleid worden. Zo kan geverifieerd worden of de temperatuurfactor voldoet aan de limietwaarde van 0,7 (cf. supra). Is dit niet het geval kan het detail aangepast worden tot dit wel het geval is. Als dit onmogelijk blijkt in de projectspecifieke situatie: zie § 7!

Werk indien mogelijk met producten of idealiter systemen die beschikken over een technische goedkeuring (ATG of ETA). Op het moment van publicatie van deze gids zijn er nog geen binnenisolatiesystemen in België met ATG.

8.1.2 Controle van de werken na uitvoering

De kwaliteit van het gerealiseerde werk kan geëvalueerd worden door middel van **IR-thermografie**, eventueel in combinatie met een pressurisatietest (onderdruk) [6]. Hiermee kunnen zowel eventueel resterende koudebruggen als luchtlekken opgespoord en onvolkomenheden bijgewerkt worden. Deze technieken hebben hun beperkingen. Het is niet mogelijk om alle eventuele onvolkomenheden aan het licht te brengen. Toch kunnen ze de aannemer meer zekerheid geven om schade ter hoogte van aansluitingsdetails te voorkomen.



Stappenplan voor een kwaliteitsvolle,
efficiënte renovatie

www.renofase.be

9 Synthese

De plaatsing van binnenisolatie vereist een bijzondere aandacht voor de aansluitingsdetails. Om de risico's te beheersen kunnen drie basisprincipes nageleefd worden:

1. Koudebruggen reduceren
2. Luchtlekken vermijden
3. Binnenklimaat beheersen

Als het redelijkerwijs niet mogelijk is om deze principes volledig te realiseren in het kader van de binnenisolatiewerken, moet gefaseerd gestreefd worden naar een duurzaam schadevrije toestand in de toekomst en moet tijdelijk het binnenklimaat aangepast worden.

*Es ist nicht genug zu wissen, man muss auch anwenden.
Es ist nicht genug zu wollen, man muss auch tun.
[Goethe]*



Afbeelding 203 :praktijkvoorbeeld van binnenisolatie, volledige afgewerkt [ref. detail.de; arch. Roesler, Berlin]

10 Dankwoord

Deze praktijkgids kwam tot stand in het kader van het Vlaamse onderzoeksproject RenoFase, “Stappenplan voor een kwaliteitsvolle energetische renovatie – Gestroomlijnd en prestatiegericht werken”. Project van WTCB, KUL, UGent, Pixii, Thomas More Kempen, VCB, Bouwunie, NAV, met steun van Vlaio (2013-2017).

De auteur houdt eraan volgende personen van harte te danken voor hun bijdrage bij het tot stand komen van deze publicatie:

- Prof. Staf Roels, Evy Vereecken, KUL
- Wouter Hilderson, Bart Humbeeck, Pixii
- Xavier Loncour, Timo De Mets, Jeroen Vrijders, Clarisse Mees, Stijn Mertens, Dominique Langendries, Laurent Lassoie, Bart Ingelaere, Lieven De Geetere, Yves Vanhellemont, Eddy Mahieu, Anneleen Acke, Luc Firket, Johan Van Den Bossche, Wim Van de Sande, Peter Wouters, WTCB.
- Nathalie Vernimme, Willem Hulstaert, Agentschap Onroerend Erfgoed
- de leden van het TC Hygrothermie (zie www.wtcb.be)
- de leden van de Gebruikersgroep van het project Renofase (zie www.renofase.be)

Literatuurlijst

- [1] A. Tilmans, P. Steskens, S. Roels, and E. Vereecken, 'Isolatie langs de binnenzijde van bestaande muren: diagnose (WTCB-Dossiers 2012/4.16)', 2012.
- [2] X. Loncour, A. Tilmans, P. Steskens, S. Roels, and E. Vereecken, 'Isolatie langs de binnenzijde van bestaande muren: systemen en dimensionering (WTCB-Dossiers 2013/2.4)', 2013.
- [3] S. Herinckx, Y. Vanhellemont, TV 252 'Vocht in gebouwen. Bijzonderheden van opstijgend vocht (vervangt de TV 210)', 2014
- [4] X. Loncour, A. Tilmans, C. Mees, 'Energetische aspecten van bouwknopen', Speciale uitgave – Het bouwdetail: een ware eisenbundel (WTCB-Contact 2015/1), 2015
- [5] T. De Mets, Berekening koudebruggen, wetenschappelijk rapport Renofase, 2017
- [6] C. Mees, X. Loncour, Technische Voorlichting 255 'Luchtdichtheid van gebouwen', 2015
- [7] T. De Mets, 'Innovatie voor Gevelrenovatie', synthesesrapport Renofase, 2017
- [8] W. Feist, 'Faktor 4 auch bei sensiblen Altbauten: Passivhauskomponenten + Innendämmung', Protokollband Nr. 32, Arbeitskreis Kostengünstige Passivhäuser, 2005
- [9] F. Dobbels, D. Langendries, Technische Voorlichting 251 'Thermische isolatie van hellende daken', 2014
- [10] E. Kinnaert, Plaatsing van een thermisch onderbroken aluminium venster en een stenen dorpel, WTCB-Contact 2016/3, 2016
- [11] L. De Geetere, Luchtgeluidsisolatieverbetering met voorzetwanden, WTCB Contact 2013/4, 2013
- [12] S. Heerinckx, Y. Vanhellemont, TV 252 "Vocht in gebouwen. Bijzonderheden van opstijgend vocht", WTCB, 2014
- [13] Steskens, P., Loncour, X., Acke, A., Wijnants, J., Roels, S., Vereecken, E., VEA brochure binnenisolatie, 2013
- [14] PH-Sanierungsbauteilkatalog: Zweite Ausbaustufe, PH-SanPlus, Th. Zelger, T. Waltjen, et. al. Berichte aus Energie- und Umweltforschung, 48/2012
- [15] Advances in Housing Retrofit. Processes, Concepts and Technologies. S. Herkel, F. Kagerer (ed.), Task 37, Advanced Housing Renovation with Solar and Conservation, SHC (Solar Heating & Cooling Programme), IEA, Fraunhofer ISE, Freiburg, 2011
- [16] PH-Sanierungsbauteilkatalog, Auswertung gebäudesanierungsbezogener HdZForschungsberichte mit konstruktiven, bauphysikalischen und bauökologischen Ergänzungen
T. Zelger, T. Waltjen, Berichte aus Energie- und Umweltforschung, 37/2009
- [17] Altbaumodernisierung mit Passivhaus-Komponenten, PHI, 2009
- [18] L'application de principes de la maison passive en région de Bruxelles-Capitale, Etude réalisée par le centre d'étude, de recherche et d'action en architecture asbl, rapport final, Version du 20 juin 2008

- [19] O. Lesage en R. Vanparys, Isoleren aan de binnenkant, Binnen is binnen! Testaankoop, november 2007, nr. 514
- [20] Ouvrages en plaques de plâtre, guide pratique, CSTB, 2008
- [21] SusRef, Sustainable Refurbishment of Building Facades and External Walls, eindrapport, Deliverable: D4.2 - General refurbishment concepts VTT, 2009
- [22] Prof. A. Janssens, UGent, presentatie "Binnenisolatie: fysische fenomenen van warmte- lucht en vochttransport"
- [23] STAR-project, sketchup-tekeningen, WTCB, PHP, 2014
- [24] Technisch referentiekader inzake geluidsisolatie voor de premie voor de renovatie van het woonmilieu, Brussels Hoofdstedelijk Gewest, 2014
- [25] projectfiches "Ferme Bousval" en "Eco"hom, Liège", "Loftwoning Oudenaarde", onderzoeksproject LEHR, Low Energy Housing Retrofit, PHP/ PMP, Architecture et Climat - UCL, WTCB, 2009
- [26] Correct buitenmuren isoleren langs de binnenzijde, M. Bonnarens, artikel NAV Dimension nr. 29
- [27] Prof. H. Hens, De massieve muur, brochure Diensten voor Programmatie van het wetenschapsbeleid, 1984
- [27] Wärmedämmung von aussenwänden mit der Innendämmung, Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Hessische Energiesparaktion, 2011
- [28] Holzbalkenköpfe in historischem Mauerwerk, Zwischen Luftumspülung und Innendämmung. Müller U., Holzbau 1/2011, blz. 13 e.v.
- [29] Holzbalkendecke an Mauerwerk. Sanierung mit Innendämmung in Holzbauweise. Borsch-Laaks R., Kehl D., Schopbach H., Wagner G., Holzbau 1/2015, blz. 30 e.v.
- [30] Risikofaktor Balkenkopf? Holzbalkendecken und die Innendämmung. Ruisinger U., TU Dresden, Holzbau 1/2011, blz. 18 e.v.
- [31] NF P 72-204-1, DTU 25.42, Travaux de bâtiment, Ouvrages de doublage et habillage en complexes et sandwichs plaques de parement en plâtre isolant. Partie 1 : cahier des clauses techniques, 1993
- [32] Kan binnenisolatie veilig worden toegepast indien houten vloerbalken zijn opgelegd in de wand? masterproef T. De Mets, KUL, 2015
- [33] Innendämmung von massiven Außenwänden. Eine Chance für den Holzbau ? R. Borsch-Laaks, W. Walther, Holzbau 5/2005, blz. 13 e.v.
- [34] Vereecken, E. 2013. Hygrothermal analysis of interior insulation for renovation projects. PhD Thesis, KU Leuven, 2010

Bijlage: BIM-detailfiches

*Typedetails in referentiedocumenten zijn noodzakelijkerwijs zeer generiek en daarom niet altijd even vlot toepasbaar in de praktijk. Aanvullend op de praktijkgids vindt u in deze bijlage een aantal voorbeelden van details die nauwer aansluiten op de dagdagelijkse praktijk, omdat ze een specifieke bouwkundige situatie als vertrekpunt nemen en één of meer mogelijke concrete oplossingen presenteren. De details worden voorgesteld onder de vorm van fiches, in een stijl die aansluit op de manier waarop in concrete bouwprojecten doorgaans over details gecommuniceerd wordt. Ze zijn opgevat als **realistische oplossingen voor realistische situaties**, ook bij gefaseerde uitvoering (vaak voorkomend in de praktijk). De details zijn opgebouwd met reële producten (met overeenkomstige reële afmetingen), generiek voorgesteld. Zo vormen ze een illustratie van de toepassing van de kennis uit deze gids op concrete uitvoeringsdetails en kunnen inspiratie bieden bij het uitwerken van eigen details.*

De bijlage bevat **10 fiches**, overeenstemmend met de courante aansluitingsdetails zoals besproken in §5. De verschillende types binnenisolatiesystemen die momenteel in België toegepast worden komen evenwichtig gespreid aan bod. Bedoeling is met onderstaande combinaties een set detailfiches aan te reiken die een **staalkaart** biedt **van de mogelijkheden, zonder volledigheid na te streven** (onmogelijk).

| Detail | | Type binnenisolatiesysteem (zie § 5.1) | | | Fasering (zie § 7) | |
|-----------|---|---|-------------------|----------------------|-----------------------|-----------|
| Nr. | Aansluiting gevel in massief metselwerk op... | BI I | BI II | BI III | Niet-gefaseerd | Gefaseerd |
| Detail 1 | vloer boven kelder (muurvoet) | X (hout, MW) | | | | X |
| Detail 2 | binnenmuur | | | X (calcium-silicaat) | X | |
| Detail 3 | gemene muur | | X (cellenglas) | | X | |
| Detail 4 | verdiepingsvloer, massief | X (metaal, MW) | | | | X |
| Detail 5 | verdiepingsvloer, hout | | X (PF) | X (houtvezel) | X | X |
| Detail 6 | hellend dak (dakvoet) | X (hout, MW) | | | X | X |
| Detail 7 | venster, onderrand | | | X (cellenbeton) | | X |
| Detail 8 | venster, zijrand | | X (PIR) | | | |
| Detail 9 | venster, bovenrand | X (metaal, MW) | | | | |
| Detail 10 | deur, onderrand, vloer op volle grond | X (hout, MW) | | | | X |

Inhoud

De binnenisolatie in de details voldoet aan de actuele eis om subsidies te bekomen voor binnenisolatie in het Vlaamse Gewest (Rd-waarde van het nieuw geplaatste isolatiemateriaal minimaal 2 m²K/W). Voor elke wandopbouw werd de U-waarde berekend met de actuele EPB-software. Projectspecifiek kan het nodig of wenselijk zijn om de **isolatiedikte** verder op te drijven (bv. om te voldoen aan EPB-eisen of om een hoge energieprestatie te realiseren, bv. BEN of passief).

Waar relevant worden enkele **varianten** getoond, ter illustratie van de verschillende mogelijkheden.

De details bevatten ook een aantal **innovatieve producten** (zoals VIP-isolatie, een bijzonder type dagkantisolatie, een dun vloerverwarmingssysteem voor renovatietoepassingen, ...).

Het **toepassingsbereik** van elk detail wordt aangegeven d.m.v. de classificatie voorgesteld in § 5.1.

Elke fiche bevat naast een aantal tekeningen (bestaande toestand + één of meer mogelijkheden voor de ontworpen toestand) ook een **checklist** met synthese van de voornaamste aandachtspunten bij ontwerp en uitvoering. Deze oplijsting is niet volledig, maar focust op de voornaamste punten waar onzekerheid rond kan zijn of waar het mis kan lopen in de praktijk. De voornaamste aandachtspunten worden ook vermeld IN de tekening (in rode tekst), zodat de aannemer in één oogopslag de meest essentiële aandachtspunten ziet.

Gebruik

Voor ervaren bouwprofessionelen kunnen de fiches een geheugensteun zijn in de dagelijkse praktijk.

Voor bouwprofessionelen voor wie het onderwerp nog relatief nieuw is wordt aangeraden eerst de praktijkgids door te nemen (minstens §2 "risico's" en §3 "principes")

Wanneer eventueel vragen zouden rijzen bij het raadplegen van de fiches kan men terugvallen op de tekst van de praktijkgids. Voor een goede interpretatie worden de detailfiches best niet afzonderlijk gebruikt maar steeds als onderdeel van de volledige praktijkgids. De tekst vormt een inleiding en achtergrondinformatie op de fiches.

BIM

Om optimaal in te spelen op de actuele evolutie richting BIM werden de tekeningen in deze fiches opgesteld met BIM-tekensoftware. Op verzoek kunnen ze aangeleverd worden als **Revit- of IFC-file**. Zo kunnen ze als basis gebruikt worden voor het snel en efficiënt opstellen van specifieke bedrijfs- of projecteigen oplossingen. Als u interesse hebt om dit uit te testen kunt u contact opnemen met de auteur (Filip.Dobbels@bbri.be). In het kader van lopend BIM-onderzoek is WTCB geïnteresseerd om in overleg met de bouwprofessionelen na te gaan op welke manier de bouwsector best ondersteund kan worden op het vlak van bouwdetails, in de specifieke context van BIM.



Bouwdetail

1 7 0 1

Binnenisolatie (stijl- en regelwerk): muurvoet

TAGS: renovatie, binnenisolatie

LinkedDetail code: W(M.yp+)_F(C.ai)

INTEGRAAL
generiek

04/08/2017

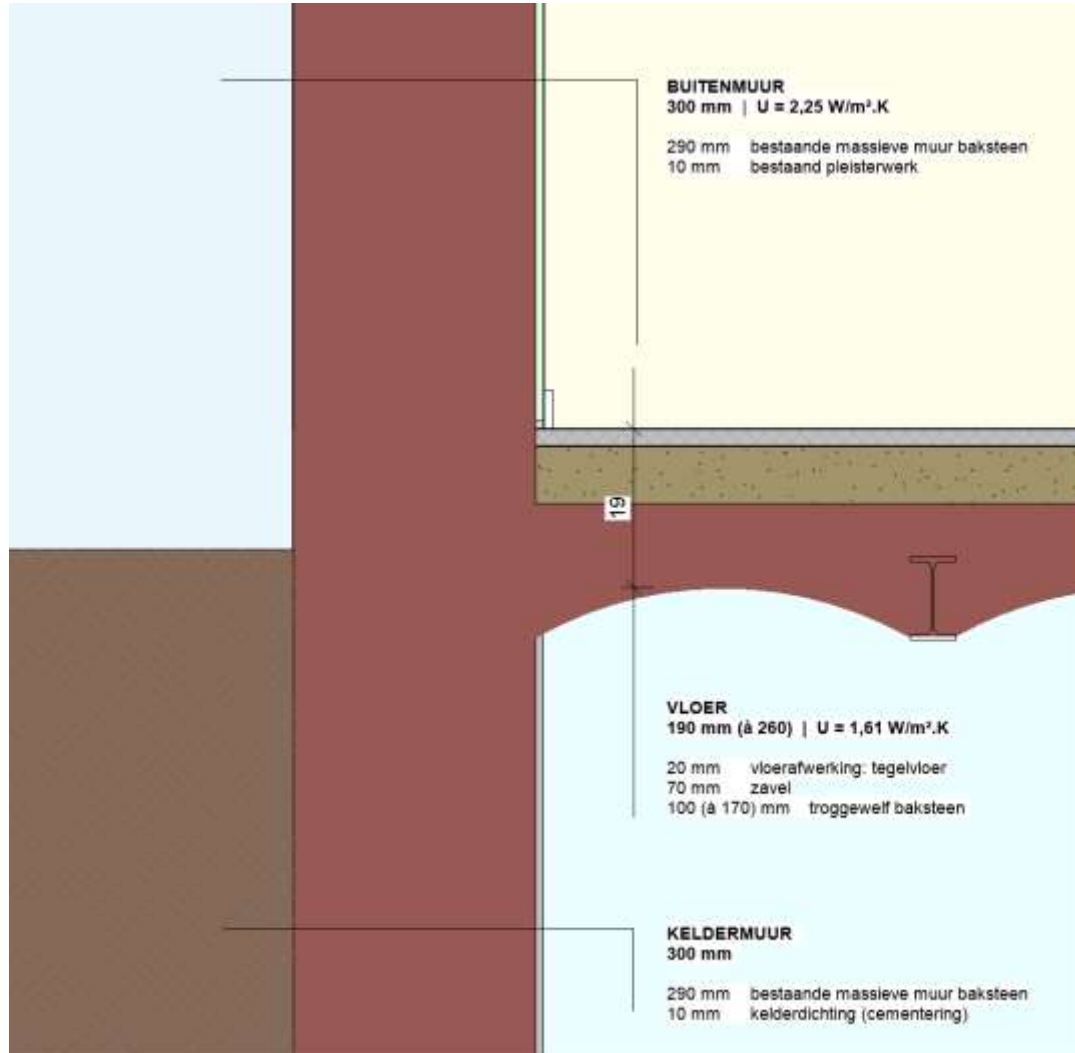
Binnenisolatie (stijl- en regelwerk): muurvoet

TAGS: renovatie, binnenisolatie

1701

INTEGRAAL
generiek

TOESTAND VOOR RENOVATIE



04/08/2017

Binnenisolatie (stijl- en regelwerk): muurvoet Gefaseerde uitvoering. Fase 1: binnenisolatie

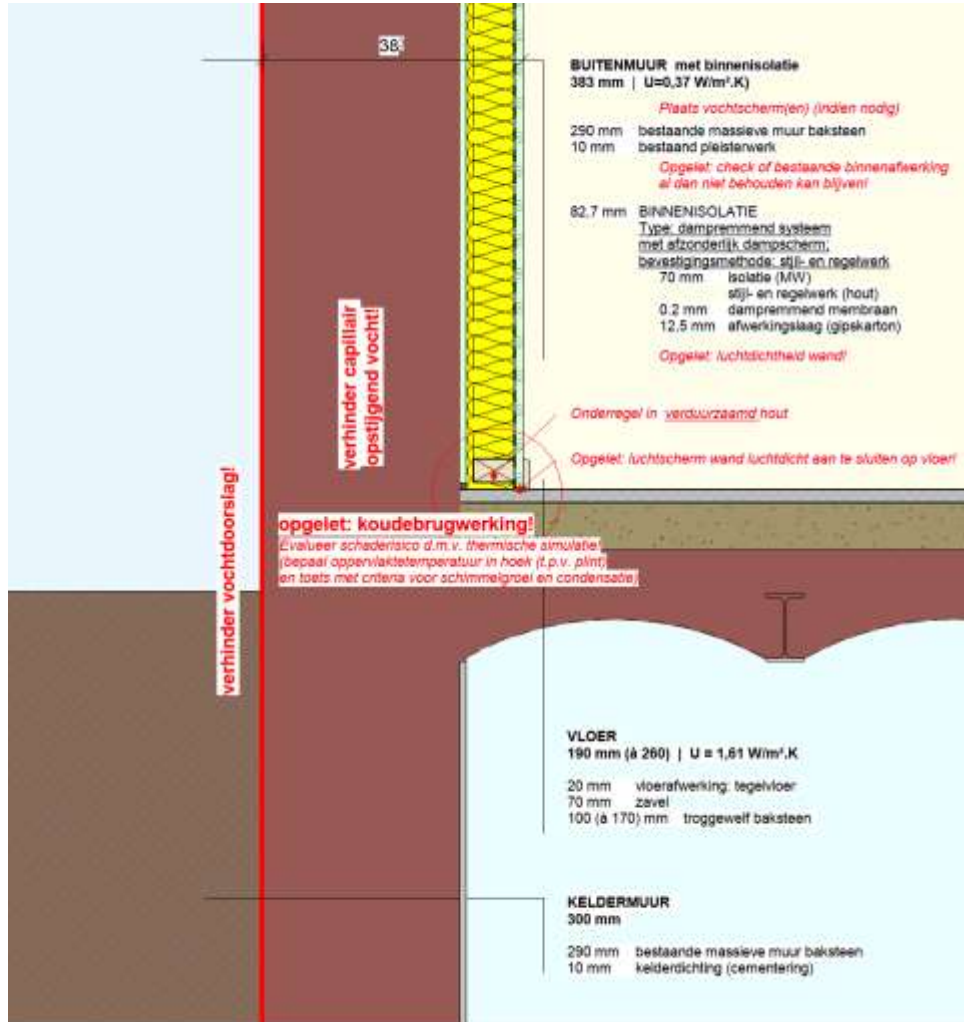
TAGS: renovatie, binnenisolatie, gefaseerd

1701



INTEGRAAL generiek

TOESTAND NA RENOVATIE



04/08/2017

Binnenisolatie (stijl- en regelwerk): muurvoet; Gefaseerde uitvoering. Fase 2: nieuwe vloerbekleding

TAGS: renovatie, binnenisolatie

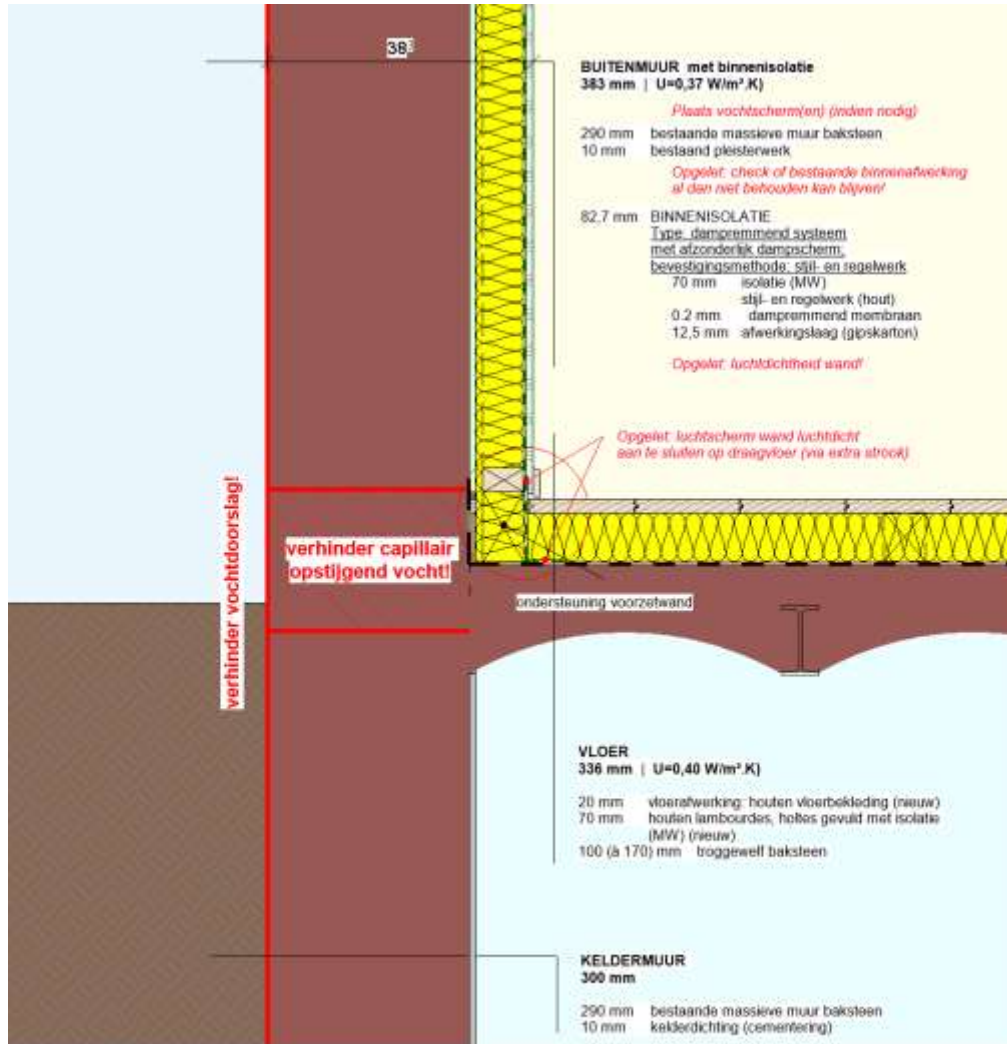
Variante 1: plankenvloer

1701



INTEGRAAL
generiek

TOESTAND NA RENOVATIE



04/08/2017

Binnenisolatie (stijl- en regelwerk): muurvoet; Gefaseerde uitvoering. Fase 2: nieuwe vloerbekleding

TAGS: renovatie, binnenisolatie

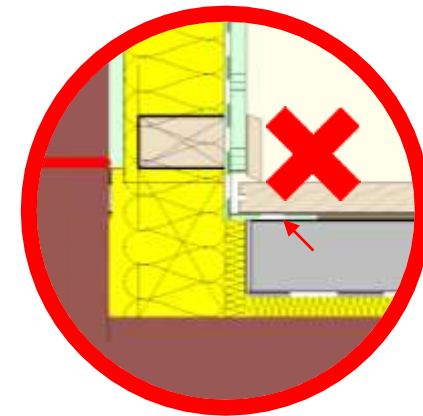
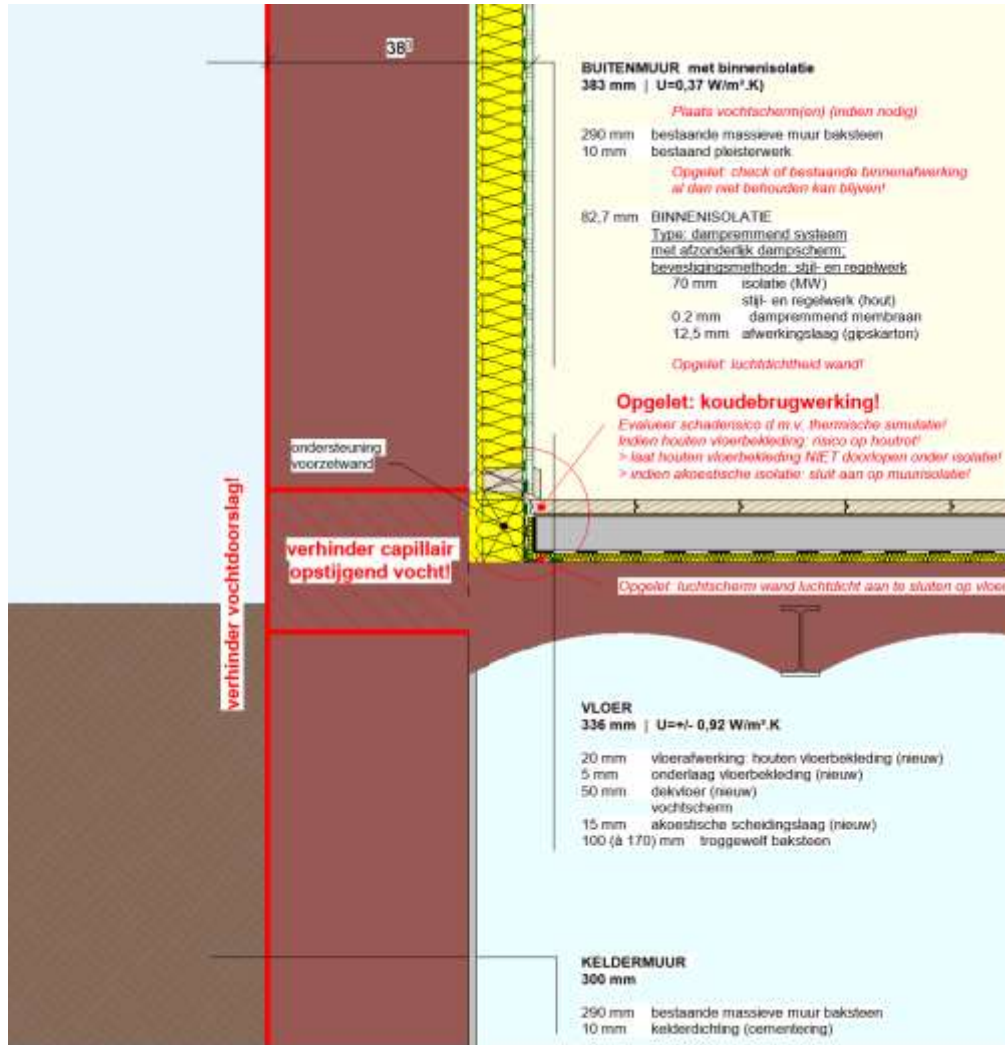
Variante 2: parket op dekvloer

1701



INTEGRAAL
generiek

TOESTAND NA RENOVATIE



04/08/2017

Binnenisolatie (stijl- en regelwerk): muurvoet; Gefaseerde uitvoering. Fase 2: nieuwe vloerbekleding

TAGS: renovatie, binnenisolatie

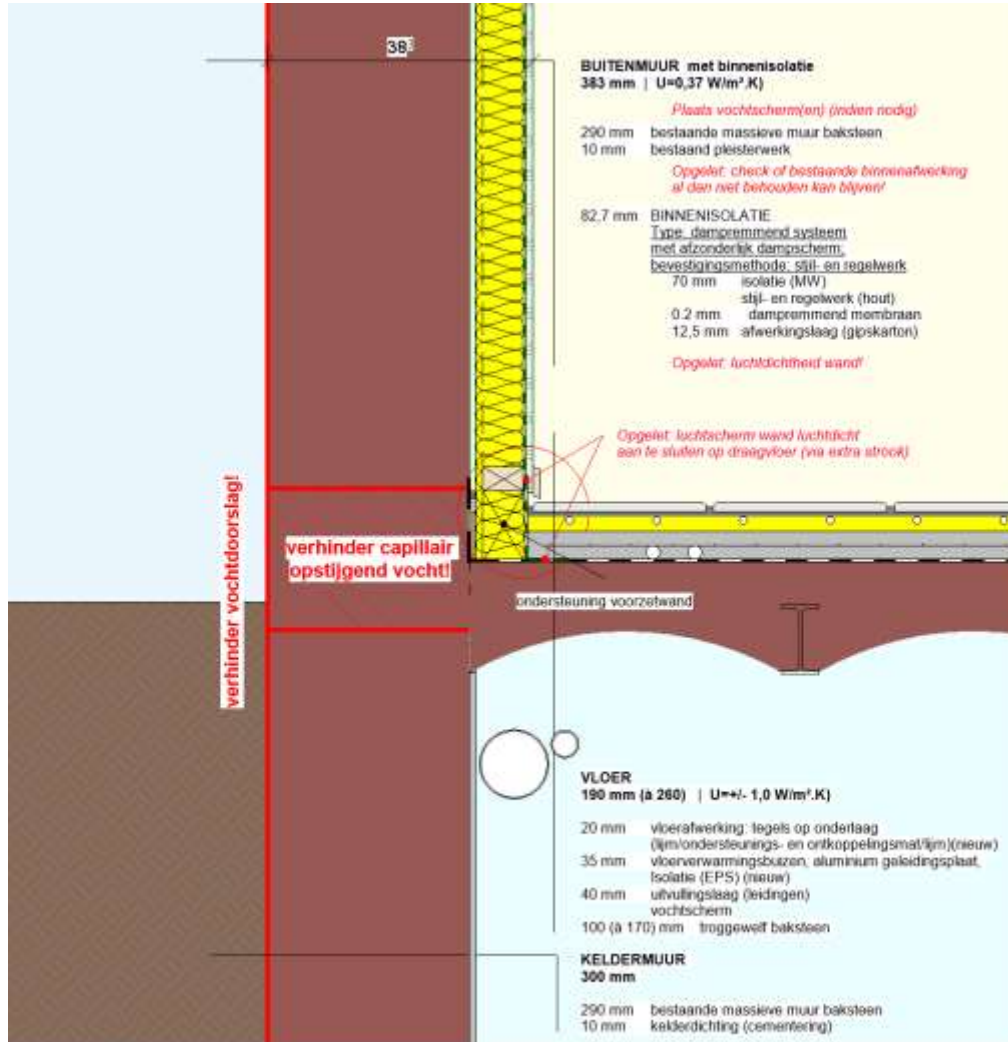
Variante 3: tegelvloer op dun vloerverwarmingsstelsel

1701



INTEGRAAL
generiek

TOESTAND NA RENOVATIE



04/08/2017

Binnenisolatie (stijl- en regelwerk): muurvoet; Gefaseerde uitvoering. Fase 3: isolatie plafond kelder

TAGS: renovatie, binnenisolatie

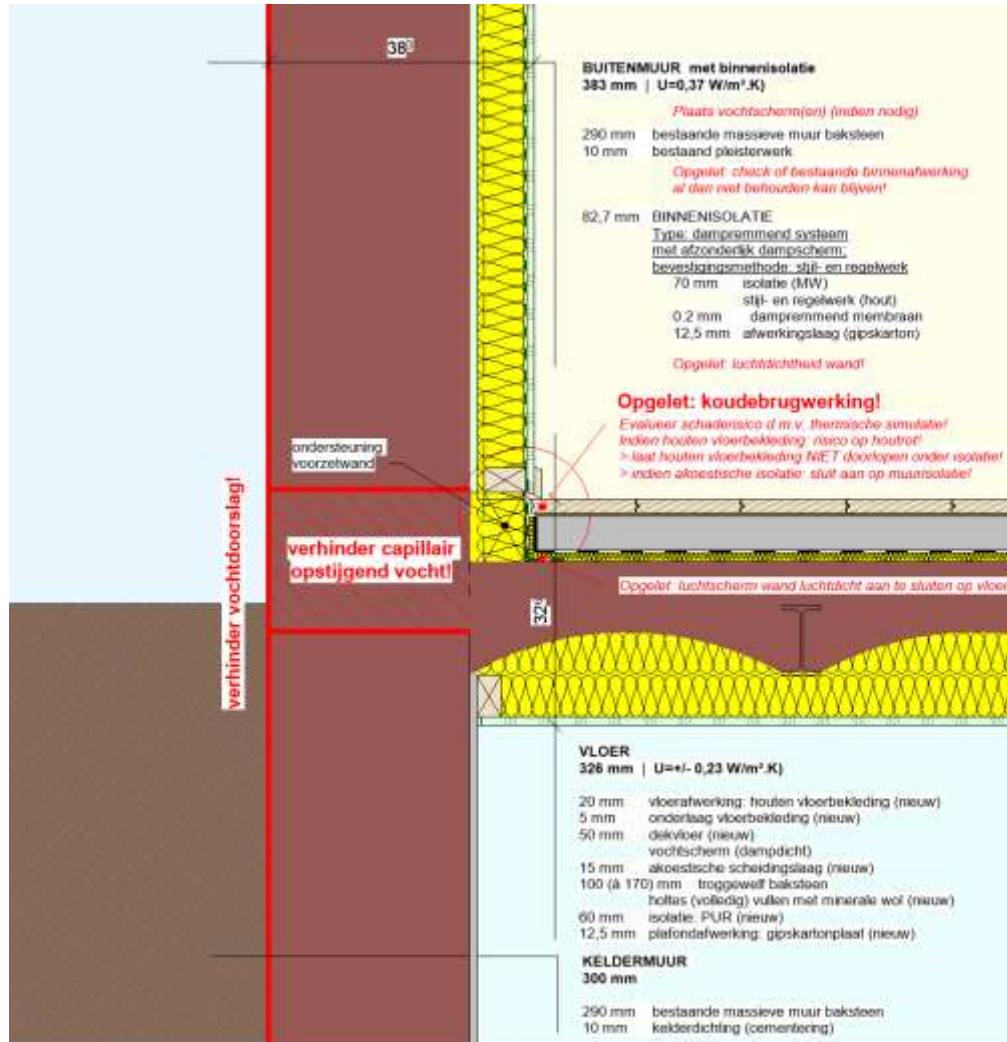
Variante 2: parket op dekvloer

1701



INTEGRAAL
generiek

TOESTAND NA RENOVATIE



04/08/2017

Binnenisolatie (stijl- en regelwerk): muurvoet; Gefaseerde uitvoering. Fase 3: isolatie plafond kelder

TAGS: renovatie, binnenisolatie

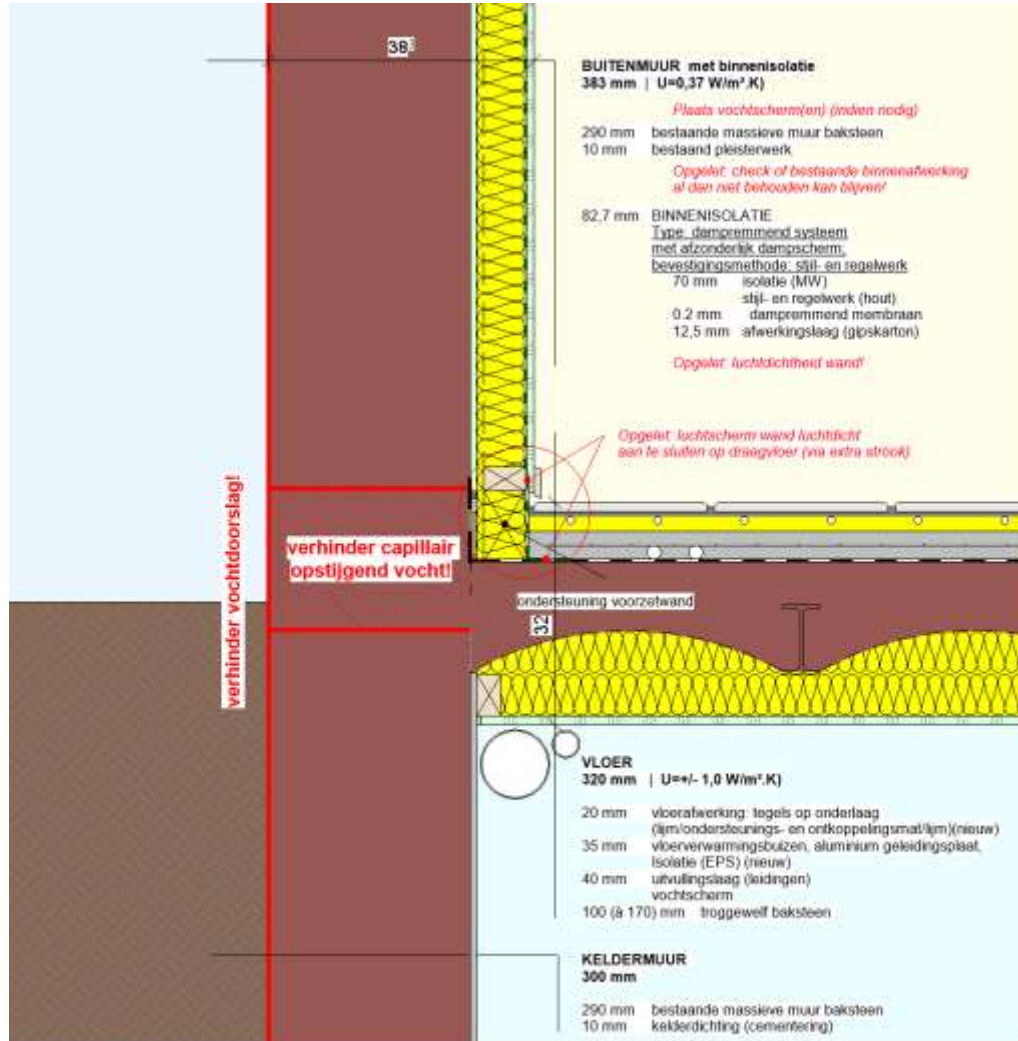
Variante 3: tegelvloer op dun vloerverwarmingsysteem

1701



INTEGRAAL
generiek

TOESTAND NA RENOVATIE



04/08/2017

ONTWERP

- 2★ **Basisregel: sluit wandisolatie aan op thermische vloerisolatie**
- 2★ Indien onvoldoende vrije hoogte is voor vloerisolatie (*):
los koudebrug op door perimeterisolatie aan gevel
- 1★ Indien geen perimeterisolatie mogelijk (*):
sluit wandisolatie aan op akoestische vloerisolatie + isoleer plafond kelder thermisch (zo mogelijk)
- 0★ Indien vloerbekleding & onderlaag (bv. dekvloer) niet vervangen kunnen worden (*):
verwijder vloerbekleding en dekvloer lokaal, onder de binnenisolatie; plaats de binnenisolatie op de draagvloer; plaats een vochtscherm onder de binnenisolatie, trek aan weerszijden op tot ca. 2 cm boven peil afgewerkte vloer
- 0★ Indien geen dekvloer aanwezig (bv. tegels op zavel) (*):
plaats binnenisolatie op de oude vloerbekleding; vermijd vochtgevoelige materialen in de randzone: **geen houten plint, geen houten vloerbekleding, tenzij voldoende duurzaam of verduurzaamd (kans op houtrot!)**
- 0★ Indien onderlaag vloerbekleding redelijkerwijs niet vervangen kan worden (bv. beton) (*):
verwijder vochtgevoelige materialen uit de randzone: **laat geen houten vloerbekleding doorlopen onder de binnenisolatie (kans op houtrot!)**; geef de voorkeur aan materialen die nat schoongemaakt kunnen worden (bv. tegelvoer) en/of materialen met een schimmelwerende coating

(*) *Streef altijd een technisch optimale oplossing na: realiseer het detail conform de basisregel. Indien redelijkerwijs niet mogelijk binnen de grenzen van het project: toon aan dat er geen risico is op schimmelvorming of condensatie d.m.v. thermische simulatie (temperatuurfactor in de hoek $\geq 0,7$). Indien ook dat niet mogelijk is:*

- anticipeer op een gefaseerde realisatie van een duurzame oplossing in de toekomst
- informeer uw klant over de na te streven bouwkundige situatie en de noodzaak om in afwachting van de realisatie ervan het binnenklimaat onder controle te houden: zie § 7 van de Praktijkids.

- Alle hout t.p.v. de hoek wand-vloer (bv. onderregel stijl- en regelwerk): in (ver)duurzaam(d) hout

UITVOERING

- Sluit luchtscherm wand **luchtdicht** aan op luchtdichte laag in vloer



Binnenisolatie (capillair-actief): gevel-binnenmuur

TAGS: renovatie, binnenisolatie

LinkedDetail code: W(M.y⁺)_W(M.i)

INTEGRAAL
generiek

04/08/2017

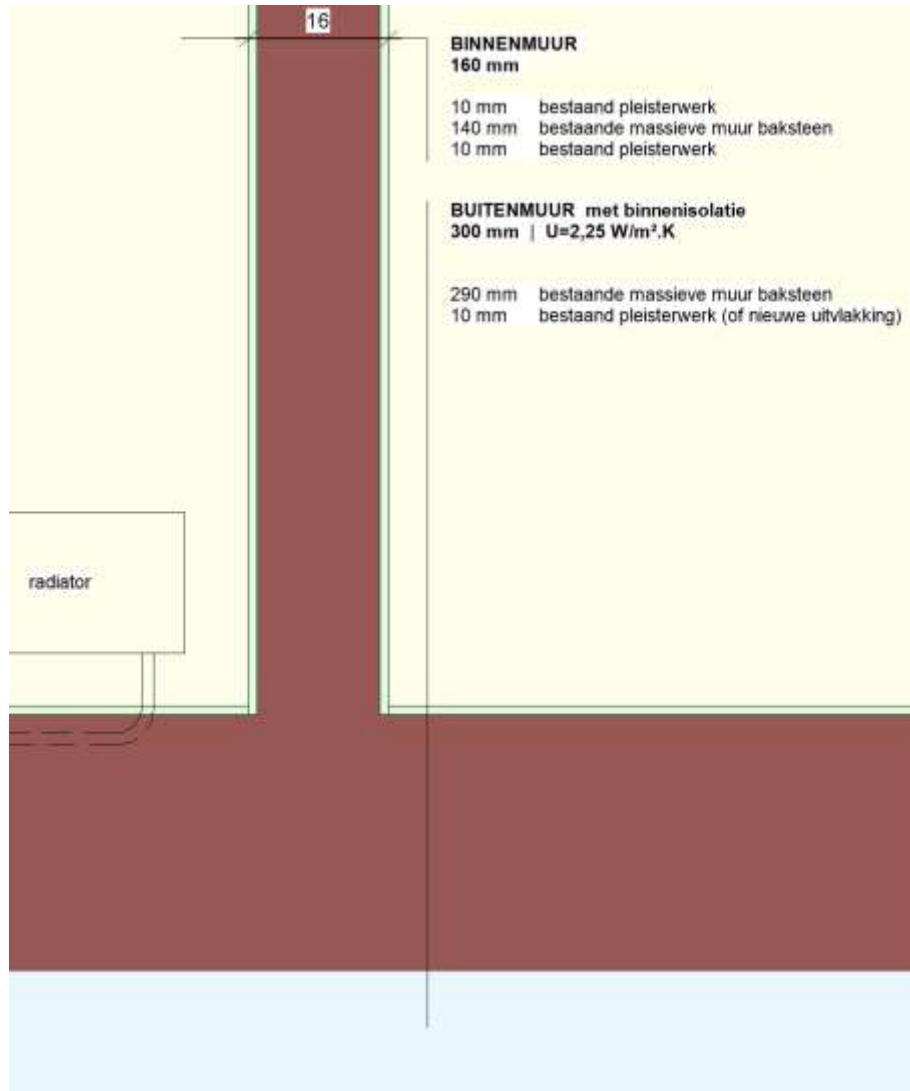
Binnenisolatie (capillair-actief): gevel-binnenmuur

TAGS: renovatie, binnenisolatie

1702

INTEGRAAL
generiek

TOESTAND VOOR RENOVATIE



04/08/2017

Binnenisolatie (capillair-actief): gevel-binnenmuur

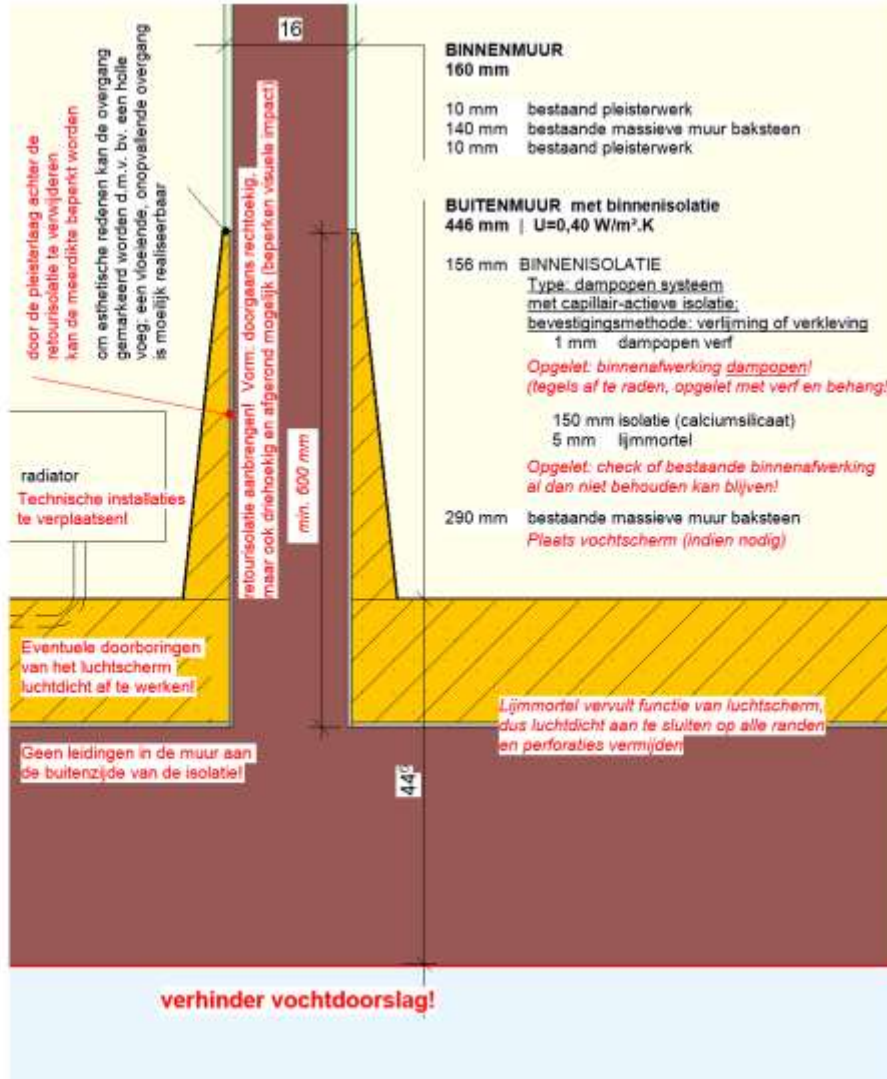
TAGS: renovatie, binnenisolatie

1702



TOESTAND NA RENOVATIE

60°



ONTWERP

- 2★** **Basisregel: plaats retourisolatie**
Min. 600 mm vanaf binnenzijde gevel; min. zelfde dikte als gevelisolatie; dikte kan afnemen naar binnen toe (taps of afgerond profiel); de visuele impact kan ook verminderd worden door de retourisolatie te verzinken in de wand (na plaatselijk verwijderen pleisterwerk) of door te trekken over de hele wand, en/of te combineren met een kast; bemerk dat de retourisolatie ook kan doorgetrokken worden over de volledig binnenmuur om *akoestische* redenen; in dat geval wordt best gebruik gemaakt van soepele isolatie, een aangepast stijl- en regelwerk met een minimum aan starre contacten met de muur, en een zwaardere beplating; voor meer details verwijzen we naar de publicaties van WTCB over akoestiek)
- 1★** **OF (alternatief, evenwaardig aan basisregel, mits controle door thermische simulatie (*)):**
vergroot de dikte van de binnenisoliatielaag tegen de gevel;
vanaf een zekere dikte en thermische weerstand ligt de oppervlaktetemperatuur in de hoek voldoende hoog om risico op schimmelvorming en condensatie te vermijden; bij courante situaties (binnenmuur in baksteen metselwerk van 9 à 14 cm) volstaat doorgaans een dikte van min. ca. 100 mm in een isolatiemateriaal met een λ -waarde van ca. 0,040 W/m.K of ca. 200 mm bij 0,080 W/m.K (indicatieve grootte-orde, **altijd projectspecifiek te verifiëren**)

(*) Streef altijd een technisch optimale oplossing na: realiseer het detail conform de basisregel. Indien redelijkerwijs niet mogelijk binnen de grenzen van het project: toon aan dat er geen risico is op schimmelvorming of condensatie d.m.v. thermische simulatie (temperatuurfactor in de hoek $\geq 0,7$). Indien ook dat niet mogelijk is:

- anticipeer op een gefaseerde realisatie van een duurzame oplossing in de toekomst
- informeer uw klant over de na te streven bouwkundige situatie en de noodzaak om in afwachting van de realisatie ervan het binnenklimaat onder controle te houden: zie § 7 van de Praktijkgids.

UITVOERING

- Sluit luchtscherm wand **luchtdicht** aan op luchtdichte laag op gemene muur (doorgaans de pleisterlaag)



Bouwdetail

1 7 0 3

Binnenisolatie (dampdichte isolatie): gemene muur

TAGS: renovatie, binnenisolatie

LinkedDetail code: W(M.yp+)_W(M.ii)

INTEGRAAL
generiek

04/08/2017

Binnenisolatie (dampdichte isolatie): gemene muur

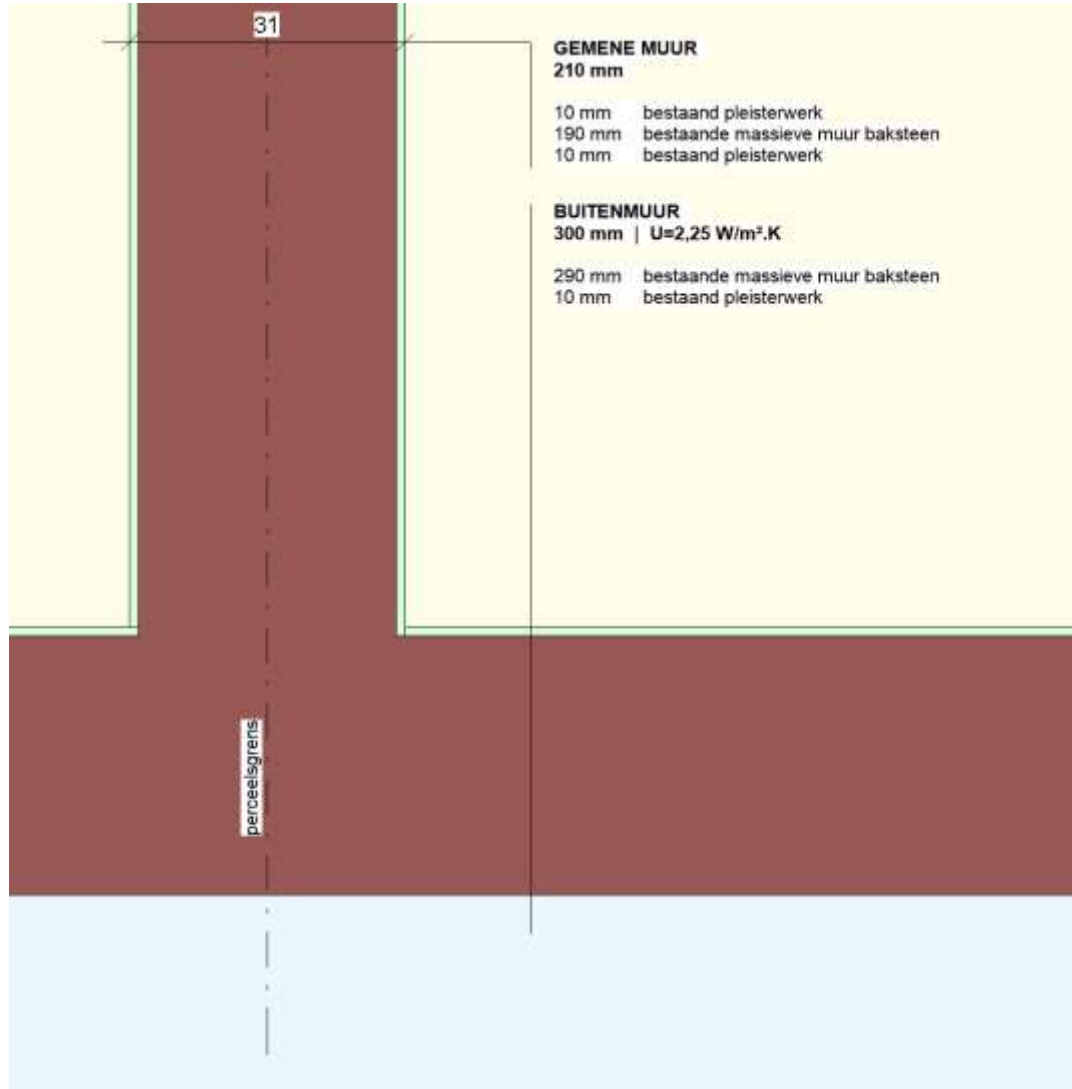
TAGS: renovatie, binnenisolatie

1703

INTEGRAAL
generiek

TOESTAND VOOR RENOVATIE

04/08/2017



Binnenisolatie (dampdichte isolatie): gemene muur

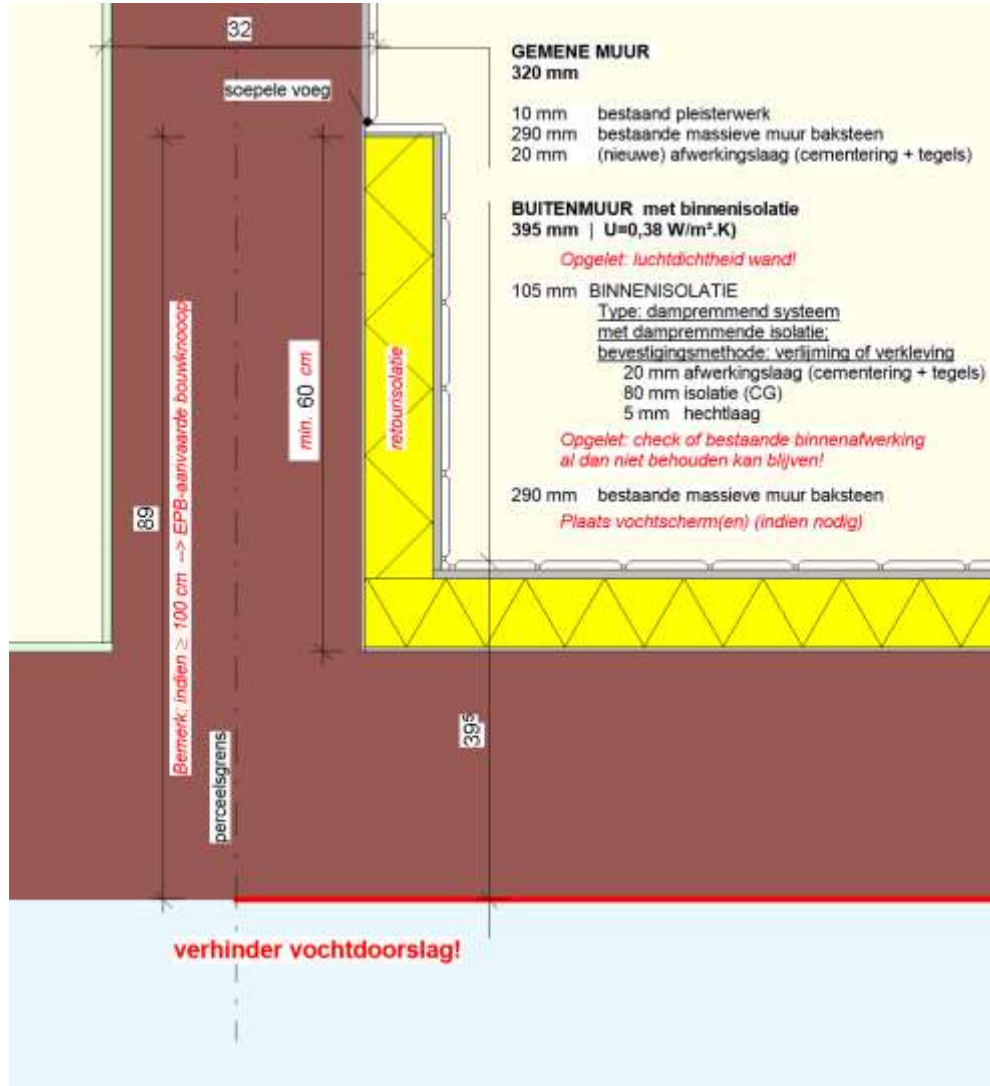
TAGS: renovatie, binnenisolatie

1703



INTEGRAAL
generiek

TOESTAND NA RENOVATIE



04/08/2017

Binnenisolatie (dampdichte isolatie): gemene muur variante zonder retourisolatie

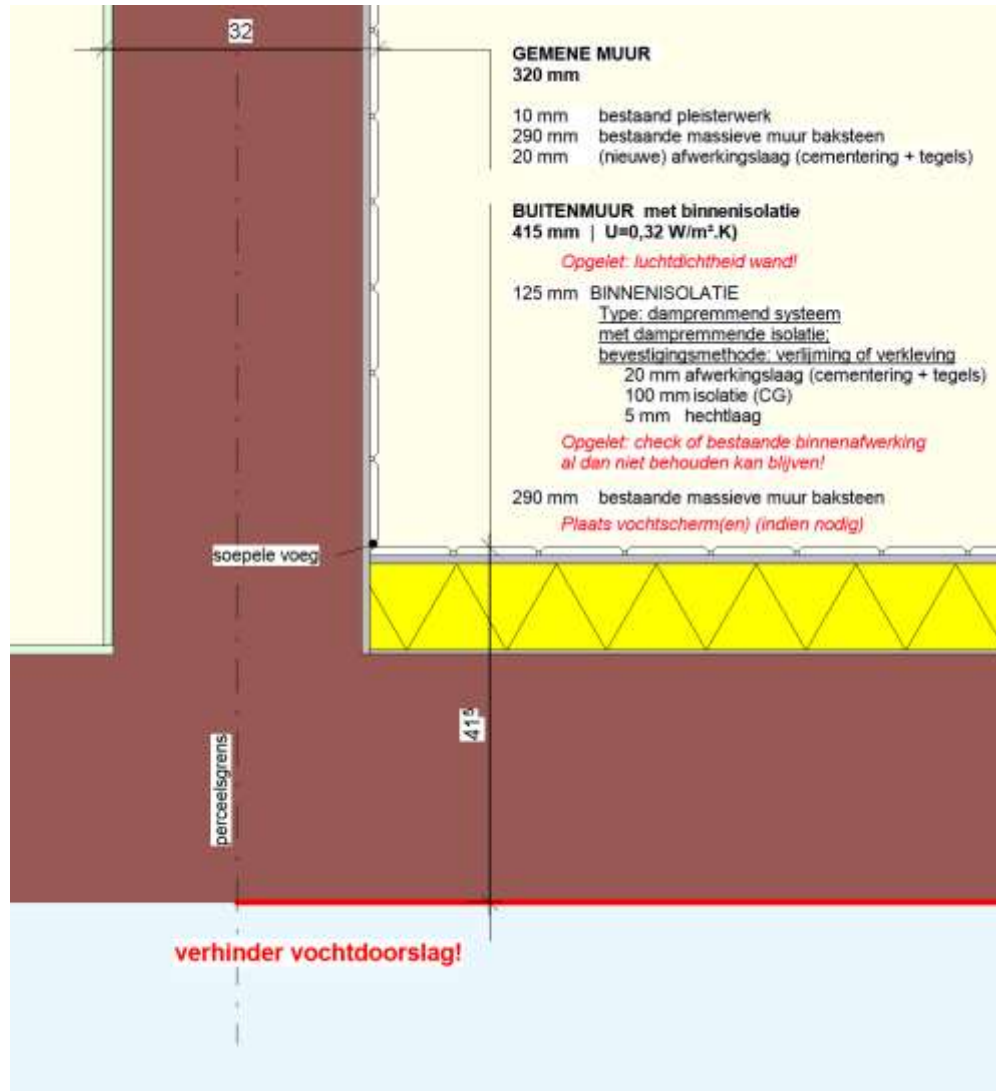
TAGS: renovatie, binnenisolatie

1703



TOESTAND NA RENOVATIE

INTEGRAAL
generiek



04/08/2017

ONTWERP

- 2★ **Basisregel: plaats retourisolatie**
Min. 600 mm vanaf binnenzijde gevel; min. zelfde dikte als gevelisolatie; dikte kan afnemen naar binnen toe (taps of afgerond profiel); de visuele impact kan ook verminderd worden door de retourisolatie te verzinken in de wand (na plaatselijk verwijderen pleisterwerk) of door te trekken over de hele wand, en/of te combineren met een kast; bemerk dat de retourisolatie ook kan doorgetrokken worden over de volledig binnenmuur om *akoestische* redenen; in dat geval wordt best gebruik gemaakt van soepele isolatie, een aangepast stijl- en regelwerk met een minimum aan starre contacten met de muur, en een zwaardere beplating; voor meer details verwijzen we naar de publicaties van WTCB over akoestiek)
- 1★ **OF (alternatief, evenwaardig aan basisregel, mits controle door thermische simulatie (*)):**
vergroot de dikte van de binnenisolatielaag tegen de gevel;
vanaf een zekere dikte en thermische weerstand ligt de oppervlaktetemperatuur in de hoek voldoende hoog om risico op schimmelvorming en condensatie te vermijden; bij courante situaties (binnenmuur in baksteen metselwerk van 9 à 14 cm) volstaat doorgaans een dikte van min. ca. 100 mm in een isolatiemateriaal met een λ -waarde van ca. 0,040 W/m.K of ca. 200 mm bij 0,080 W/m.K (indicatieve grootte-orde, altijd projectspecifiek te verifiëren)

(*) Streef altijd een technisch optimale oplossing na: realiseer het detail conform de basisregel. Indien redelijkerwijs niet mogelijk binnen de grenzen van het project: toon aan dat er geen risico is op schimmelvorming of condensatie d.m.v. thermische simulatie (temperatuurfactor in de hoek $\geq 0,7$). Indien ook dat niet mogelijk is: - anticipeer op een gefaseerde realisatie van een duurzame oplossing in de toekomst
- informeer uw klant over de na te streven bouwkundige situatie en de noodzaak om in afwachting van de realisatie ervan het binnenklimaat onder controle te houden: zie § 7 van de Praktijkgids.

UITVOERING

- Sluit luchtscherm wand **luchtdicht** aan op luchtdichte laag op gemene muur (doorgaans de pleisterlaag)



Bouwdetail

1 7 0 4

Binnenisolatie (stijl- en regelwerk): gevel - verdiepingsvloer massief

TAGS: renovatie, binnenisolatie

LinkedDetail code: W(M.yp+)_F(C.i)

INTEGRAAL
generiek

04/08/2017

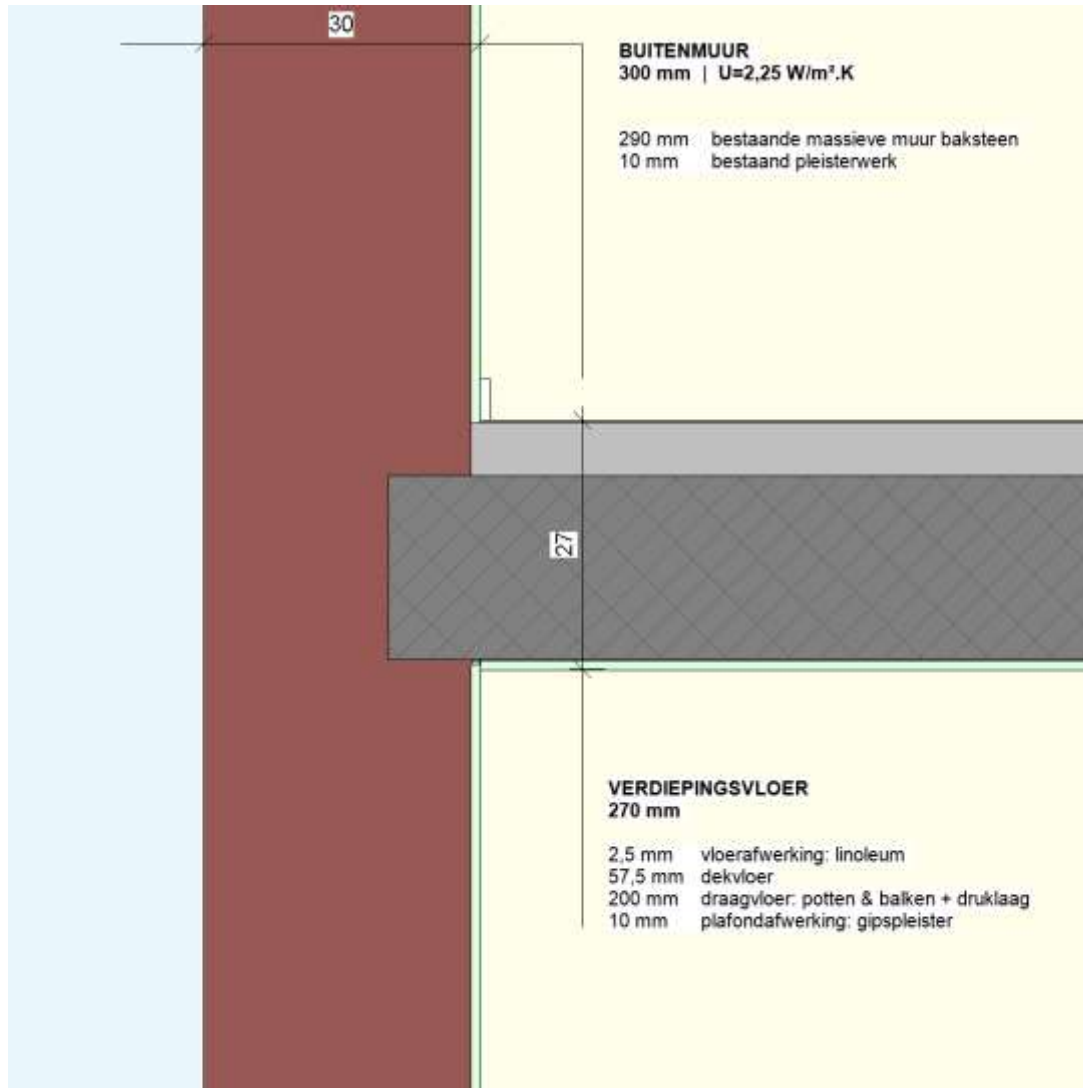
Binnenisolatie (stijl- en regelwerk): gevel - verdiepingsvloer (massief)

TAGS: renovatie, binnenisolatie

1704

INTEGRAAL
generiek

TOESTAND VOOR RENOVATIE



04/08/2017

Binnenisolatie (stijl- en regelwerk): gevel - verdiepingsvloer (massief) – fase 1: binnenisol.

TAGS: renovatie, binnenisolatie

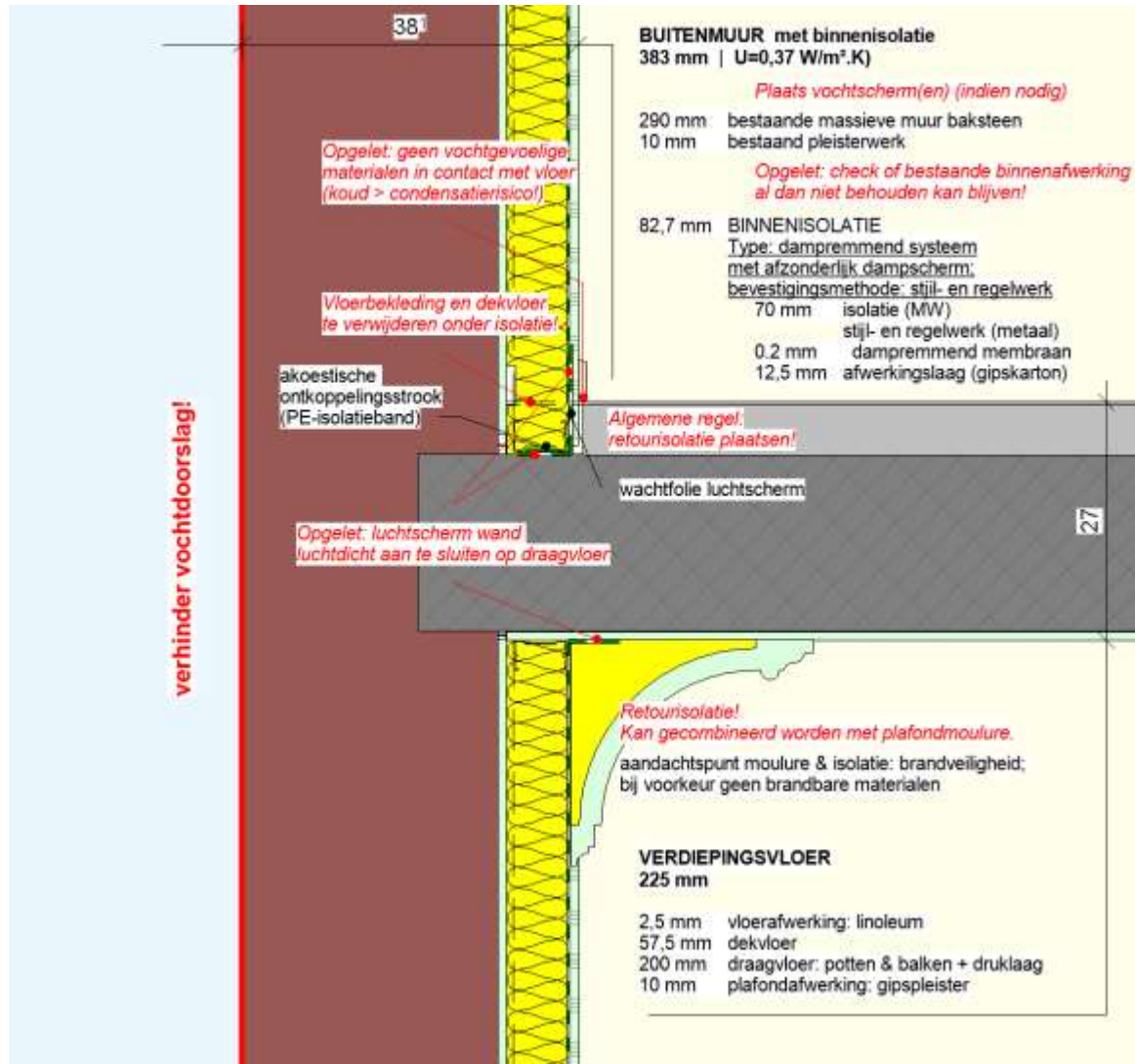
1704



TOESTAND NA RENOVATIE

INTEGRAAL
generiek

04/08/2017



Binnenisolatie (stijl- en regelwerk): gevel - verdiepingsvloer (massief) – fase 2: vloerbekl.

TAGS: renovatie, binnenisolatie

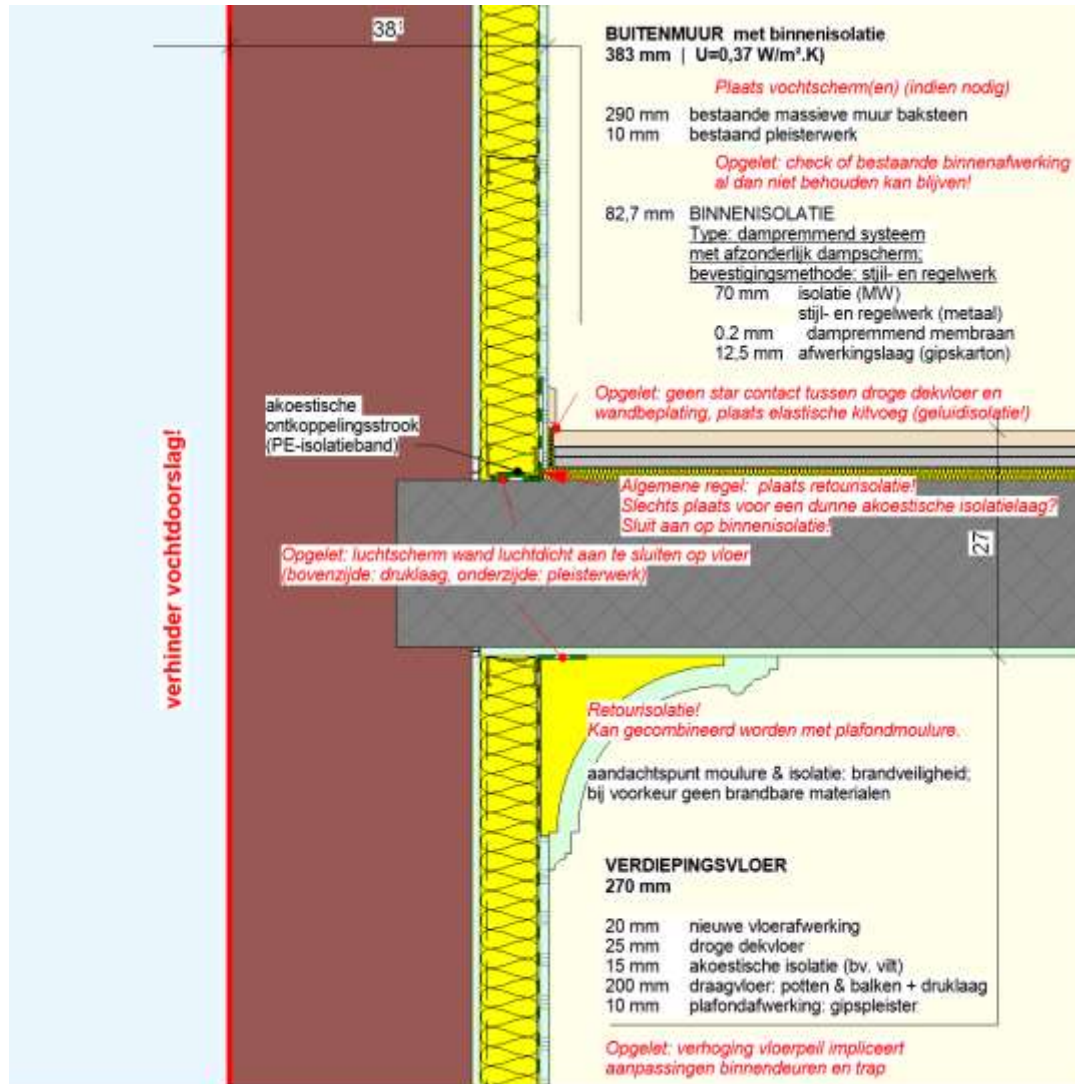
1704



INTEGRAAL
generiek

TOESTAND NA RENOVATIE

04/08/2017



Binnenisolatie (prefab plaat): gevel - verdiepingsvloer (massief)

TAGS: renovatie, binnenisolatie

1704

ONTWERP

- 2★** **Basisregel: plaats retourisolatie, aan boven- en onderzijde van de vloer**
Min. 600 mm vanaf binnenzijde gevel; min. zelfde dikte als gevelisolatie; dikte kan afnemen naar binnen toe (taps of afgerond profiel; bemerk dat de retourisolatie aan de onderzijde van de vloer gecombineerd kan worden met een decoratieve moulure of een gordijnkast; aan de bovenzijde kan ze gecombineerd worden met een plint of vast meubilair
 - 1★** ***Indien geen retourisolatie mogelijk aan bovenzijde (*):
risico schimmelvorming/condensatie neemt toe!***
sluit wandisolatie aan op *akoestische* vloerisolatie (bestaande of nieuwe)
 - 0★** ***Indien akoestische isolatie niet mogelijk is (*):***
verwijder vloerbekleding en dekvloer onder de binnenisolatie; plaats de binnenisolatie op de *draagvloer*; plaats een vochtschermbetopping zodat er geen water in de binnenisolatie kan lopen (vochtschermbetopping tot boven peil afgewerkte vloer); verwijder vochtgevoelige materialen uit de randzone: **laat geen houten vloerbekleding doorlopen onder de binnenisolatie (kans op houtrot!)**
- 1★** ***OF (alternatief, mits controle door thermische simulatie (*)):
vergroot de dikte van de binnenisoliatielaag tegen de gevel;***
vanaf een zekere dikte en thermische weerstand ligt de oppervlaktetemperatuur in de hoek voldoende hoog om risico op schimmelvorming en condensatie te vermijden; bij courante situaties (draagvloer in beton van 15 à 20 cm) volstaat doorgaans een dikte van min. ca. 100 mm in een isolatiemateriaal met een λ -waarde van ca. 0,040 W/m.K of ca. 200 mm bij 0,080 W/m.K (indicatieve grootte-orde, altijd projectspecifiek te verifiëren)
- 2★** ***Minder courante opties: vloer onderbreken of lokale strook buitenisolatie (zie Praktijkgids afb. 85 en 64)***

(*) Streef altijd een technisch optimale oplossing na; realiseer het detail conform de basisregel. Indien redelijkerwijs niet mogelijk binnen de grenzen van het project: toon aan dat er geen risico is op schimmelvorming of condensatie d.m.v. thermische simulatie (temperatuurfactor in de hoek $\geq 0,7$). Indien ook dat niet mogelijk is: - anticipeer op een gefaseerde realisatie van een duurzame oplossing in de toekomst
- informeer uw klant over de na te streven bouwkundige situatie en de noodzaak om in afwachting van de realisatie ervan het binnenklimaat onder controle te houden: zie § 7 van de Praktijkgids.

UITVOERING

- Sluit luchtschermbetopping wand **luchtdicht** aan op luchtdichte laag vloer (doorgaans een pleisterlaag aan de onderzijde en een druklaag aan de bovenzijde); opgelet: holtes in de vloer (bv. kanaalplaatvloeren, holle vulblokken bij potten & balken) kunnen tot luchtstromingen doorheen de vloer leiden



Bouwdetail

1 7 0 5

Binnenisolatie (dampdicht, capillair-actief): gevel - verdiepingsvloer (hout)

TAGS: renovatie, binnenisolatie

LinkedDetail code: W(M.yp+)_F(TT.i)

INTEGRAAL
generiek

04/08/2017

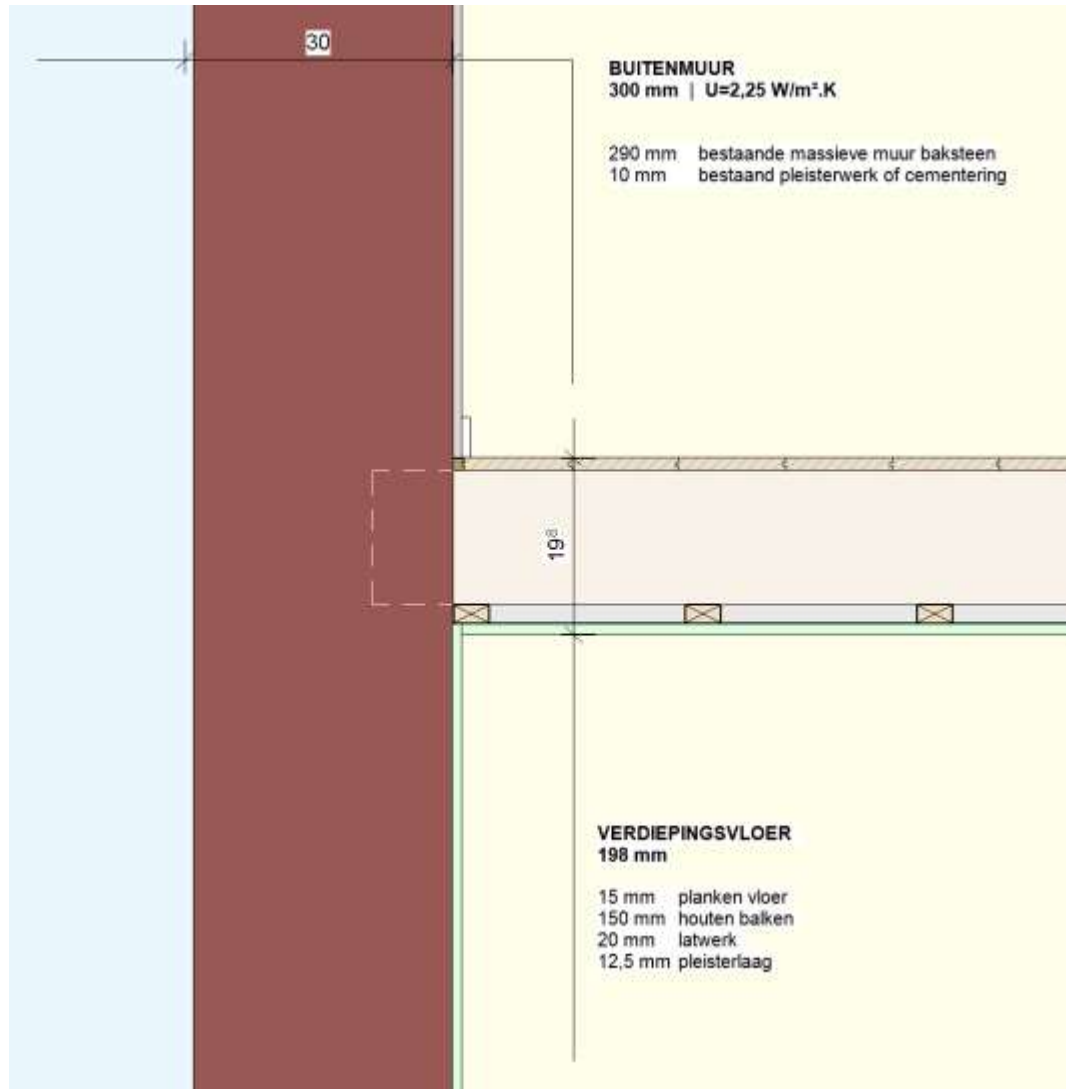
Binnenisolatie (dampdicht; capillair-actief): gevel - verdiepingsvloer (hout)

TAGS: renovatie, binnenisolatie

1705

INTEGRAAL
generiek

TOESTAND VOOR RENOVATIE



04/08/2017

Binnenisolatie (capillair-actief): gevel - verdiepingsvloer (hout, vloerbekleding nieuw)

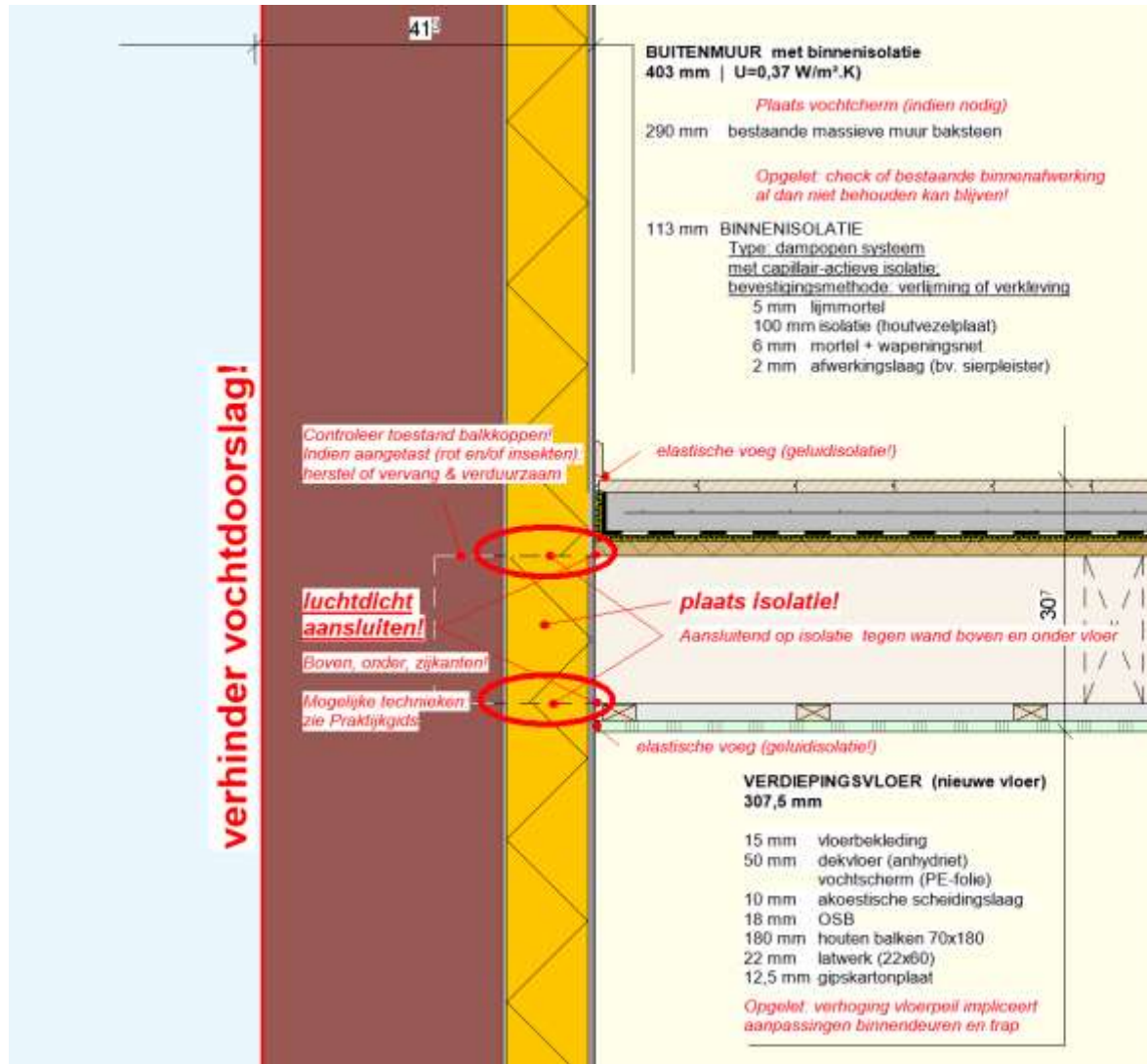
TAGS: renovatie, binnenisolatie, gefaseerd

1706



INTEGRAAL
generiek

TOESTAND NA RENOVATIE



09/03/2017

DRAFT

Binnenisolatie (dampdichte isolatie): gevel - verdiepingsvloer (hout); fase 1: binnenisolatie

TAGS: renovatie, binnenisolatie

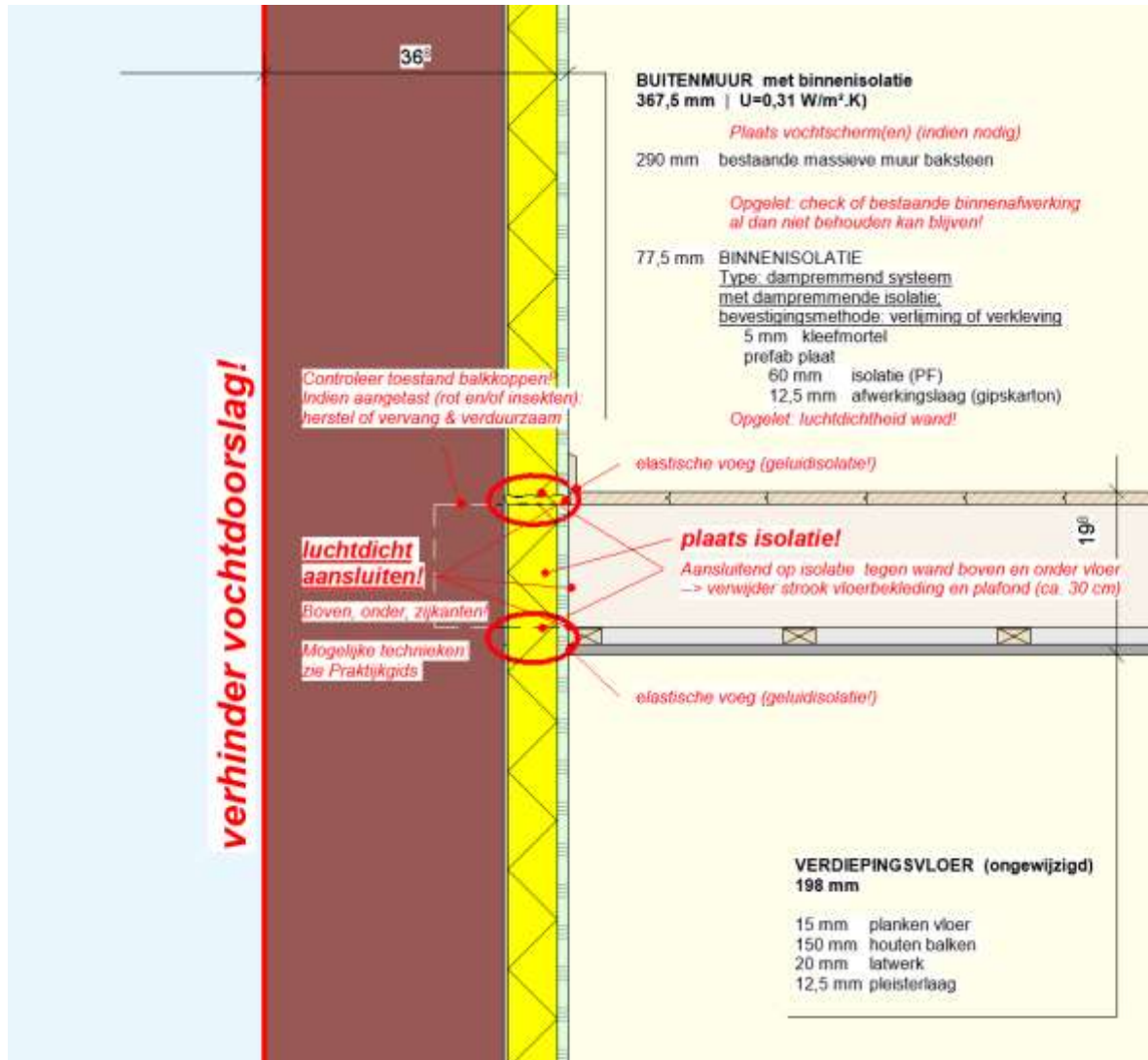
1705



TOESTAND NA RENOVATIE

INTEGRAAL
generiek

04/08/2017



Binnenisolatie (dampdichte isolatie): gevel - verdiepingsvloer (hout); fase 2: nieuwe vloerafw.

TAGS: renovatie, binnenisolatie, gefaseerd

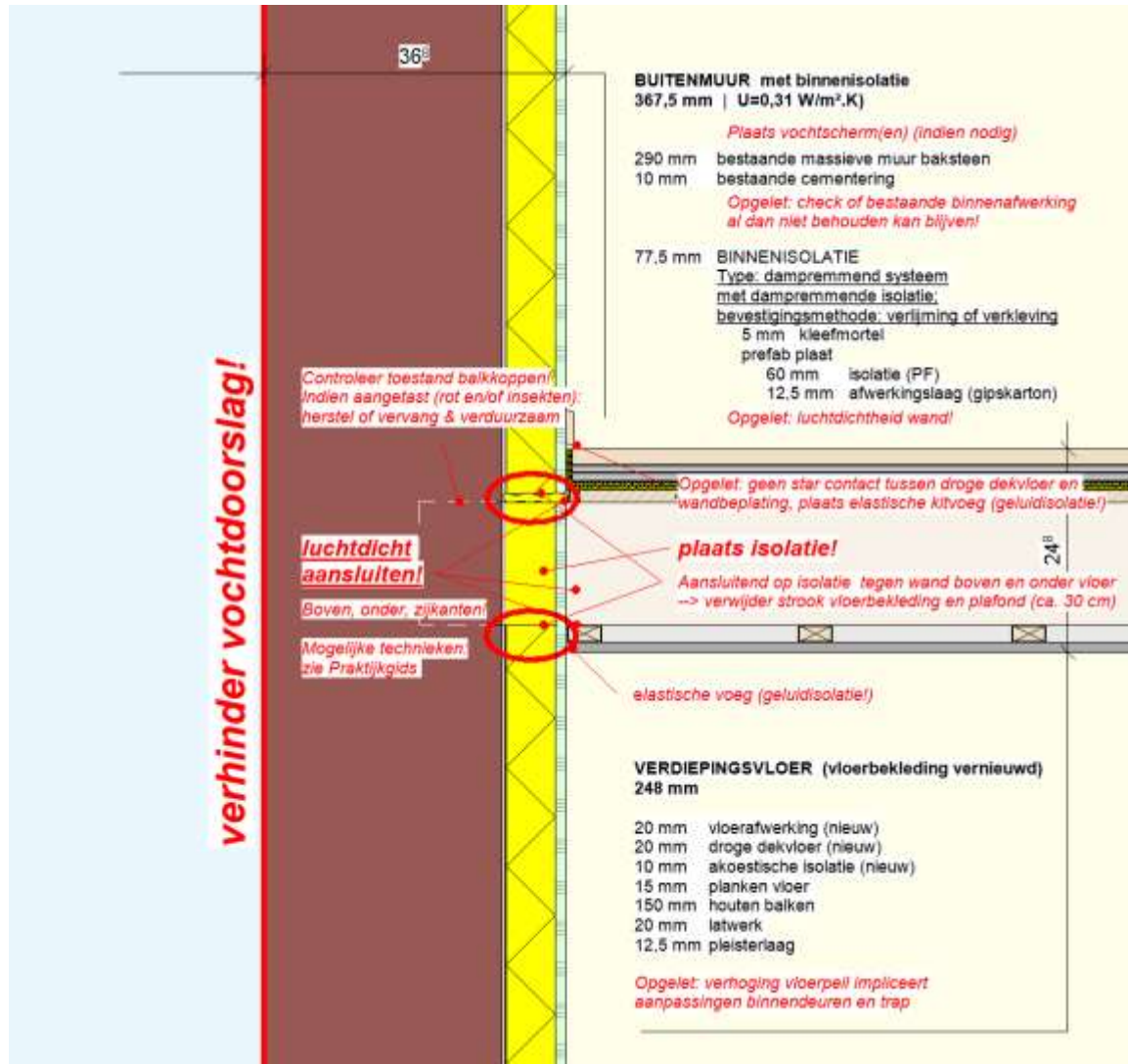
1705



TOESTAND NA RENOVATIE

INTEGRAAL
generiek

04/08/2017



Binnenisolatie (dampdichte isolatie): gevel - verdiepingsvloer (hout)

TAGS: renovatie, binnenisolatie

1705

ONTWERP

- ❑ **Cruciaal om bouwschade (rotte balkkoppen) te vermijden:**
 - ❑ Bestudeer de bestaande situatie: houtaantasting aanwezig of mogelijk? (*)
 - ❑ Zie checklist in Praktijkgids!
 - ❑ **Los eventuele vochtproblemen op alvorens binnenisolatie te plaatsen!**

2★ ❑ **Basisregel: plaats isolatie t.p.v. de vloerbalken en sluit deze aan op de binnenisolatie boven en onder de vloer.** Verwijder hiervoor zowel vloerbekleding (en eventuele tussenlagen) als plafondbekleding over een afstand van ca. 30 cm vanaf de binnenzijde van de gevel. *Laat noch vloerbekleding (bv. plankenvloer), noch plafondbekleding (bv. gipspleister) doorlopen tot aan de gevel na plaatsing binnenisolatie.* Type isolatie? Zie Praktijkgids!

2★ ❑ **Alternatief (optimaal, maar ingrijpender):** onderbreek de vloer ter hoogte van de isolatie, of vervang de volledige vloer door een nieuwe draagvloer; vang de balken op via een balk naast de muur; zo kan isolatie en luchtscherm eenvoudig continu doorlopen; *opgelet stabiliteit voorgevel & gebouw!*; *te overwegen bij grote vochtbelasting t.h.v. de balkkoppen, zie Praktijkgids, tabel G*

(*) Streef altijd een technisch optimale oplossing na; realiseer het detail conform de basisregel. Indien redelijkerwijs niet mogelijk binnen de grenzen van het project: toon aan dat er geen risico is op schimmelvorming of condensatie d.m.v. thermische simulatie (temperatuurfactor in de hoek $\geq 0,7$). Indien ook dat niet mogelijk is:
- anticipeer op een gefaseerde realisatie van een duurzame oplossing in de toekomst
- informeer uw klant over de na te streven bouwkundige situatie en de noodzaak om in afwachting van de realisatie ervan het binnenklimaat onder controle te houden: zie § 7 van de Praktijkgids.

UITVOERING

- ❑ Muur moet (duurzaam) droog zijn op het moment van plaatsing binnenisolatie
- ❑ **Cruciaal om bouwschade (rotte balkkoppen) te vermijden:** plaats een **luchtscherm** aan de warme zijde van de binnenisolatie t.p.v. de vloerisolatie en sluit deze **luchtdicht** aan op de luchtdichte laag **boven en onder de vloer**; meer details: zie Praktijkgids



Bouwdetail

1 7 0 6

Binnenisolatie (stijl- en regelwerk): gevel – hellend dak

TAGS: renovatie, binnenisolatie

LinkedDetail code: W(M.yp+)_R

INTEGRAAL
generiek

04/08/2017

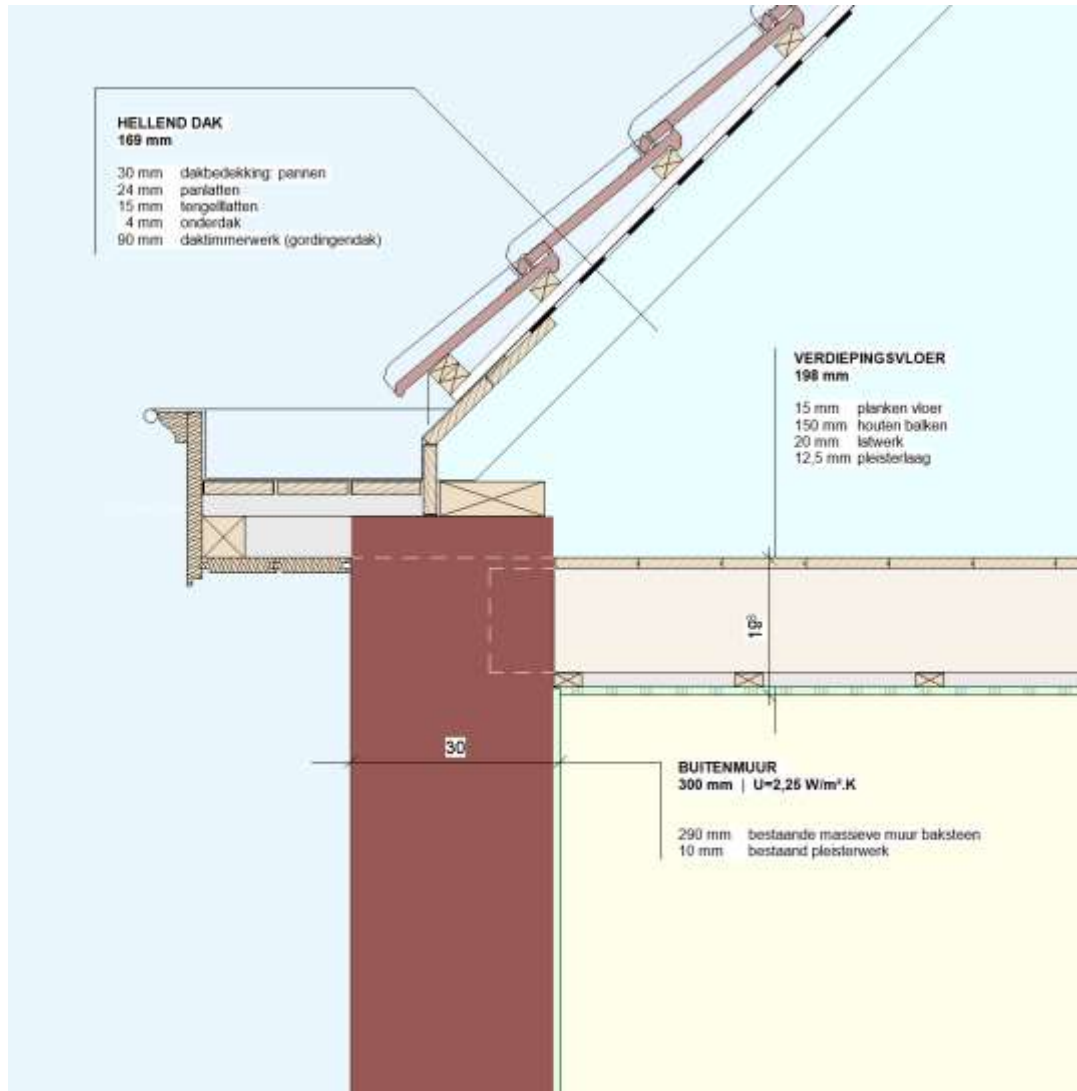
Binnenisolatie (stijl- en regelwerk): gevel – hellend dak

TAGS: renovatie, binnenisolatie

1706

INTEGRAAL
generiek

TOESTAND VOOR RENOVATIE



04/08/2017

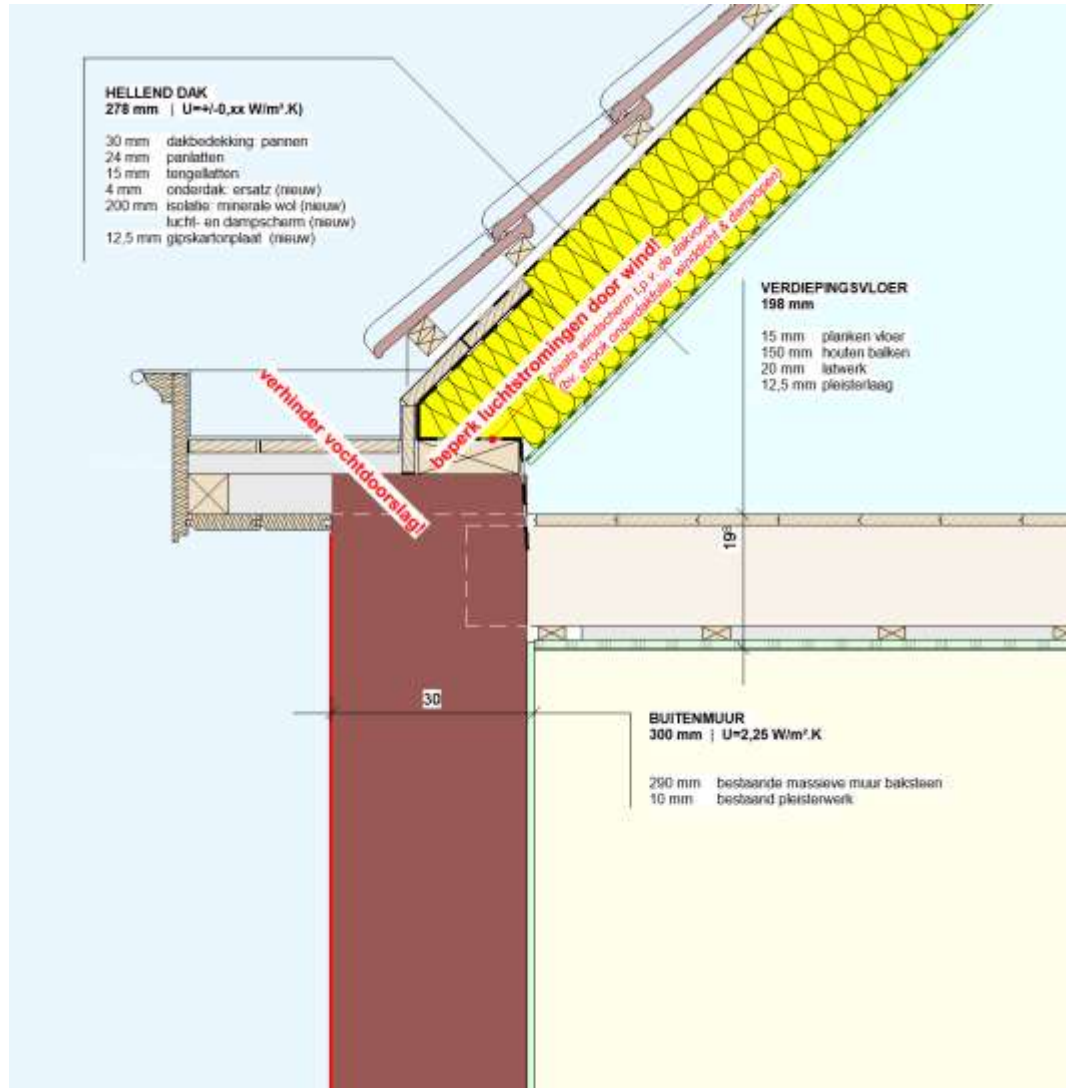
Binnenisotatie (stijl- en regelwerk): gevel – hellend dak; fase 1: dakisolatie

TAGS: renovatie, binnenisotatie

1706

INTEGRAAL
generiek

TOESTAND NA RENOVATIE



04/08/2017

Binnenisolatie (stijl- en regelwerk): gevel – hellend dak; fase 2: binnenisolatie gevel

TAGS: renovatie, binnenisolatie

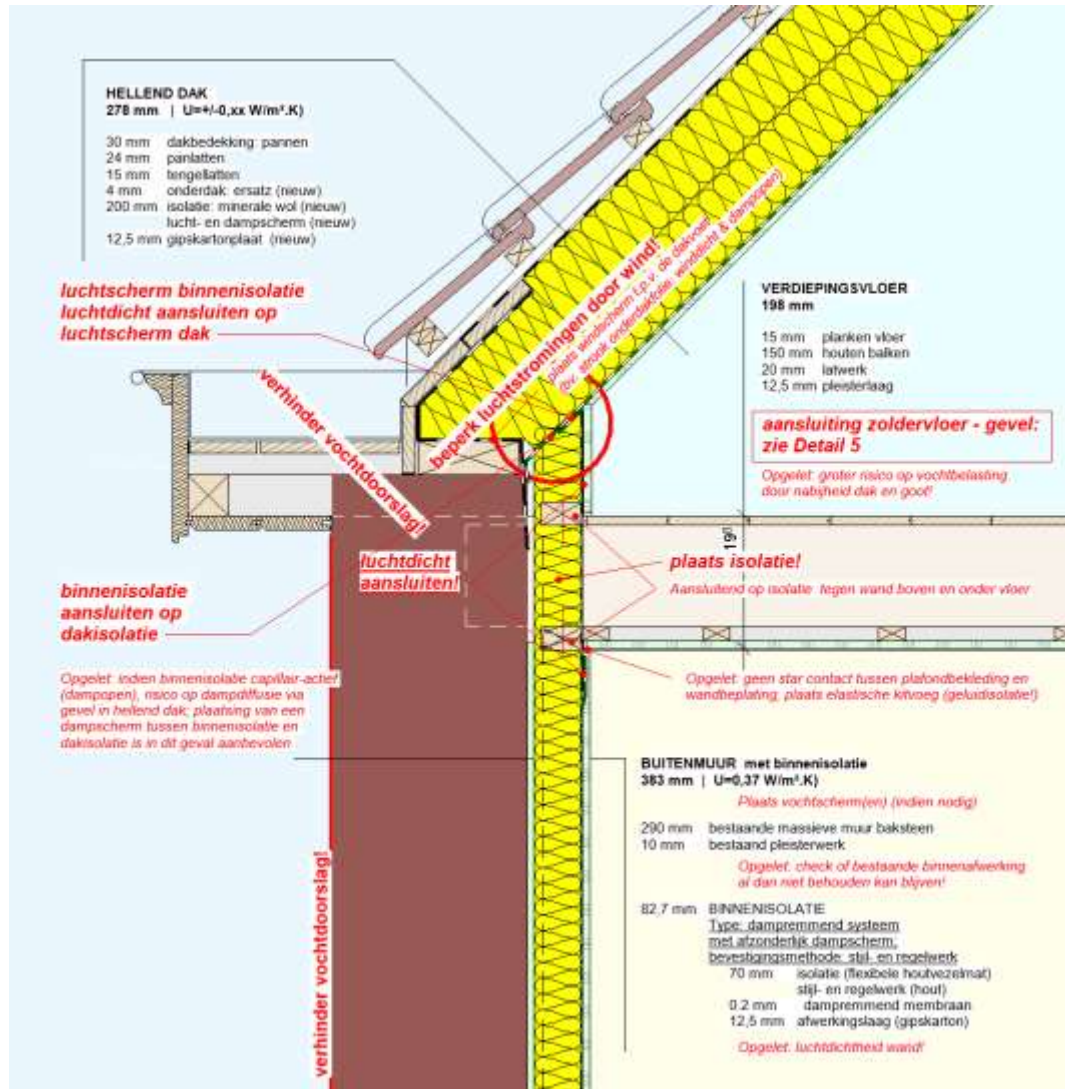
1706



TOESTAND NA RENOVATIE

**INTEGRAAL
generiek**

04/08/2017



ONTWERP

Aansluiting zoldervloer gevel:

- Massief? → zie Detail 4
- Hout? → zie Detail 5

(opgelet: groter risico op houtrot balkkoppen door nabijheid dak & goot)

Basisregel: sluit binnenisolatie aan op dakisolatie

UITVOERING

- Muur moet droog zijn op het moment van plaatsing binnenisolatie
- Sluit luchtschermbinnenisolatiesysteem luchtdicht aan op luchtschermdak**



Bouwdetail

1 7 0 7

Binnenisolatie (capillair-actief): gevel – venster, onderrand

TAGS: renovatie, binnenisolatie

LinkedDetail code: W(M.y⁺)_O(Wi)_bot

INTEGRAAL
generiek

04/08/2017

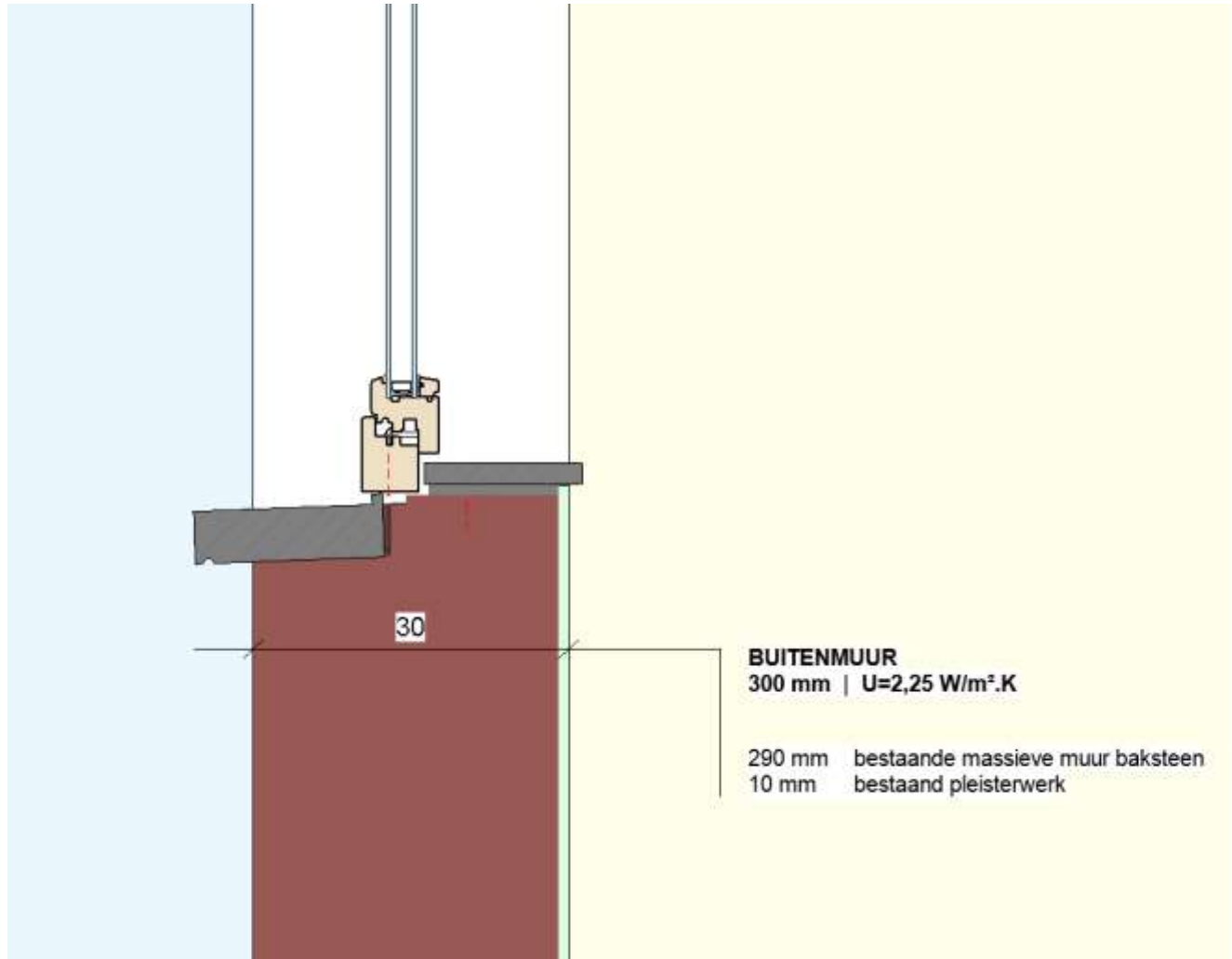
Binnenisolatie (capillair-actief): gevel – venster, onderrand

TAGS: renovatie, binnenisolatie

1707

INTEGRAAL
generiek

TOESTAND VOOR RENOVATIE



04/08/2017

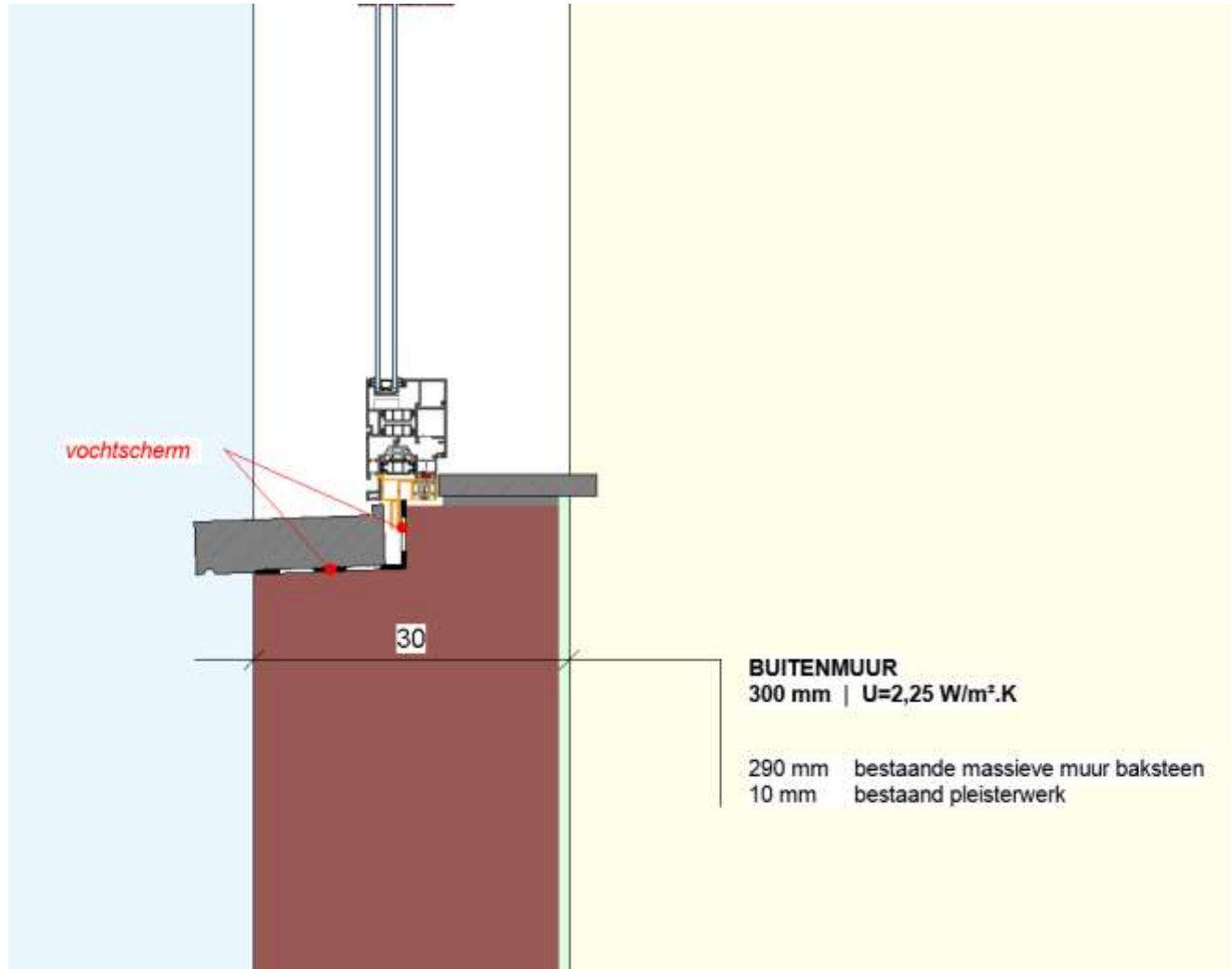
Binnenisolatie (capillair-actief): gevel – venster, onderrand; fase 1: venster vervangen

TAGS: renovatie, binnenisolatie

1707

INTEGRAAL
generiek

TOESTAND NA RENOVATIE



04/08/2017

Binnenisolatie (capillair-actief): gevel – venster, onderrand; fase 2: binnenisolatie

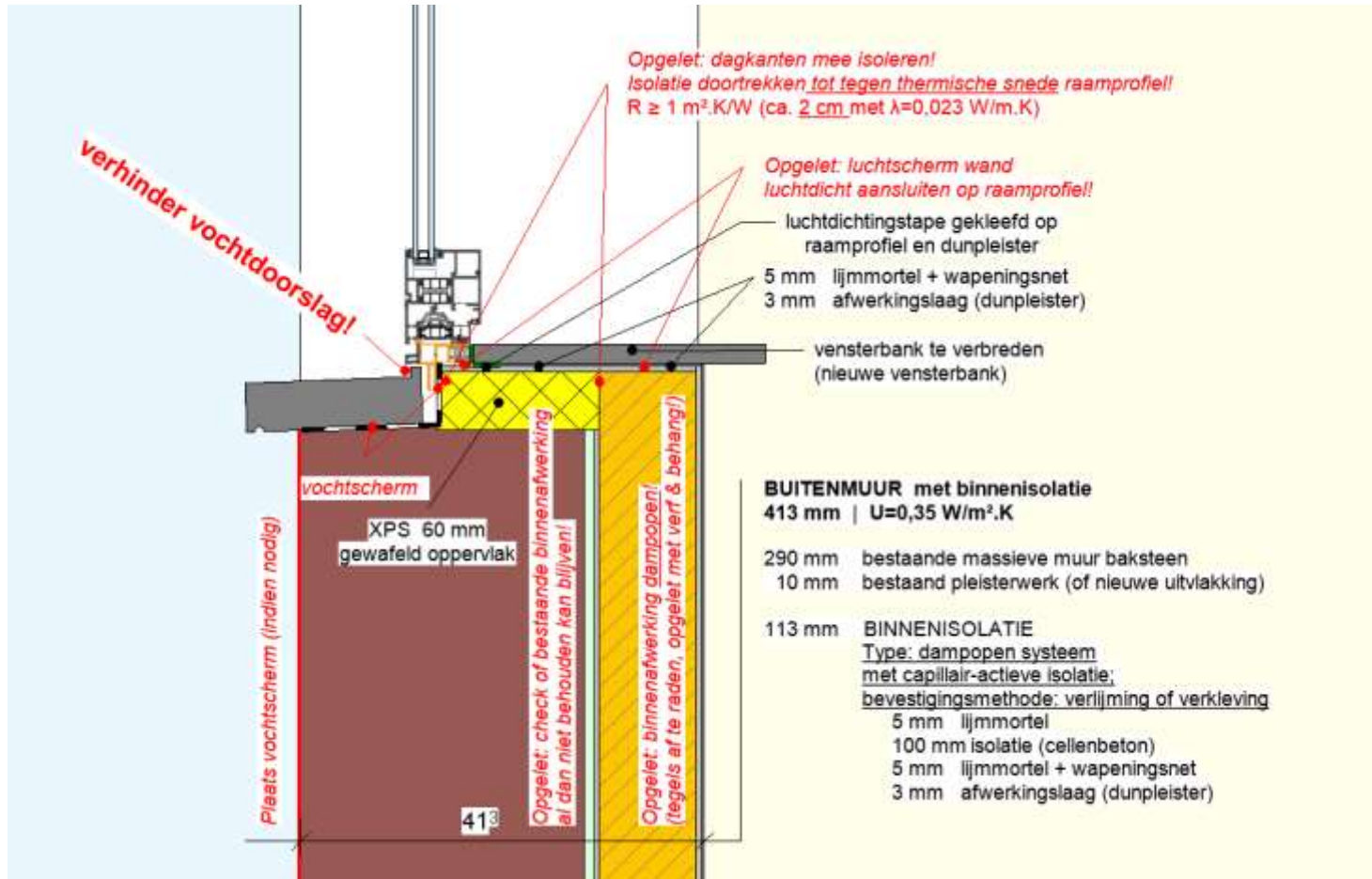
TAGS: renovatie, binnenisolatie

1707



TOESTAND NA RENOVATIE

INTEGRAAL
generiek



04/08/2017

Binnenisolatie (capillair-actief): gevel – venster, onderrand

TAGS: renovatie, binnenisolatie

1707

ONTWERP

- 2★** Basisregel: plaats dagkantisolatie (sluit wandisolatie aan op isolerende laag raamprofiel: houten raamkader of thermische snede van alu – of PVC-profiel). *Opgelet: gevelmetselwerk kan vochtiger worden na plaatsen binnenisolatie! Plaats een vochtscherm en/of gebruik vochtbestendige isolatie (bv. XPS)*
- 1★** Indien niet mogelijk om isolatie te plaatsen tussen raamkader en muur (*): weinig kritische situatie (licht verhoogd risico op condensatie op het raamprofiel); mogelijke verbetering: plaats dikkere dagkantisolatie;
 - 2★** Bij vervanging vensters in de toekomst: plaats isolatie tussen muur en raamprofiel

(*) Streef altijd een technisch optimale oplossing na: realiseer het detail conform de basisregel. Indien redelijkerwijs niet mogelijk binnen de grenzen van het project: toon aan dat er geen risico is op schimmelvorming of condensatie d.m.v. thermische simulatie (temperatuurfactor in de hoek $\geq 0,7$). Indien ook dat niet mogelijk is:
- anticipeer op een gefaseerde realisatie van een duurzame oplossing in de toekomst
- informeer uw klant over de na te streven bouwkundige situatie en de noodzaak om in afwachting van de realisatie ervan het binnenklimaat onder controle te houden: zie § 7 van de Praktijkajds.

- Ontwerp luchtdichte aansluiting: bepaal positie luchtdichte laag + kies aansluitingstechniek (bv. tape)

UITVOERING

- Sluit luchtscherm wand **luchtdicht** aan op luchtdichte laag buitenschrijnwerk (vast kader). Cf. TV 255.



Bouwdetail

1 7 0 8

Binnenisolatie (dampdichte isolatie): gevel – venster, zijrand

TAGS: renovatie, binnenisolatie

LinkedDetail code: W(M.yip+)_O(Wi)_sid

INTEGRAAL
generiek

04/08/2017

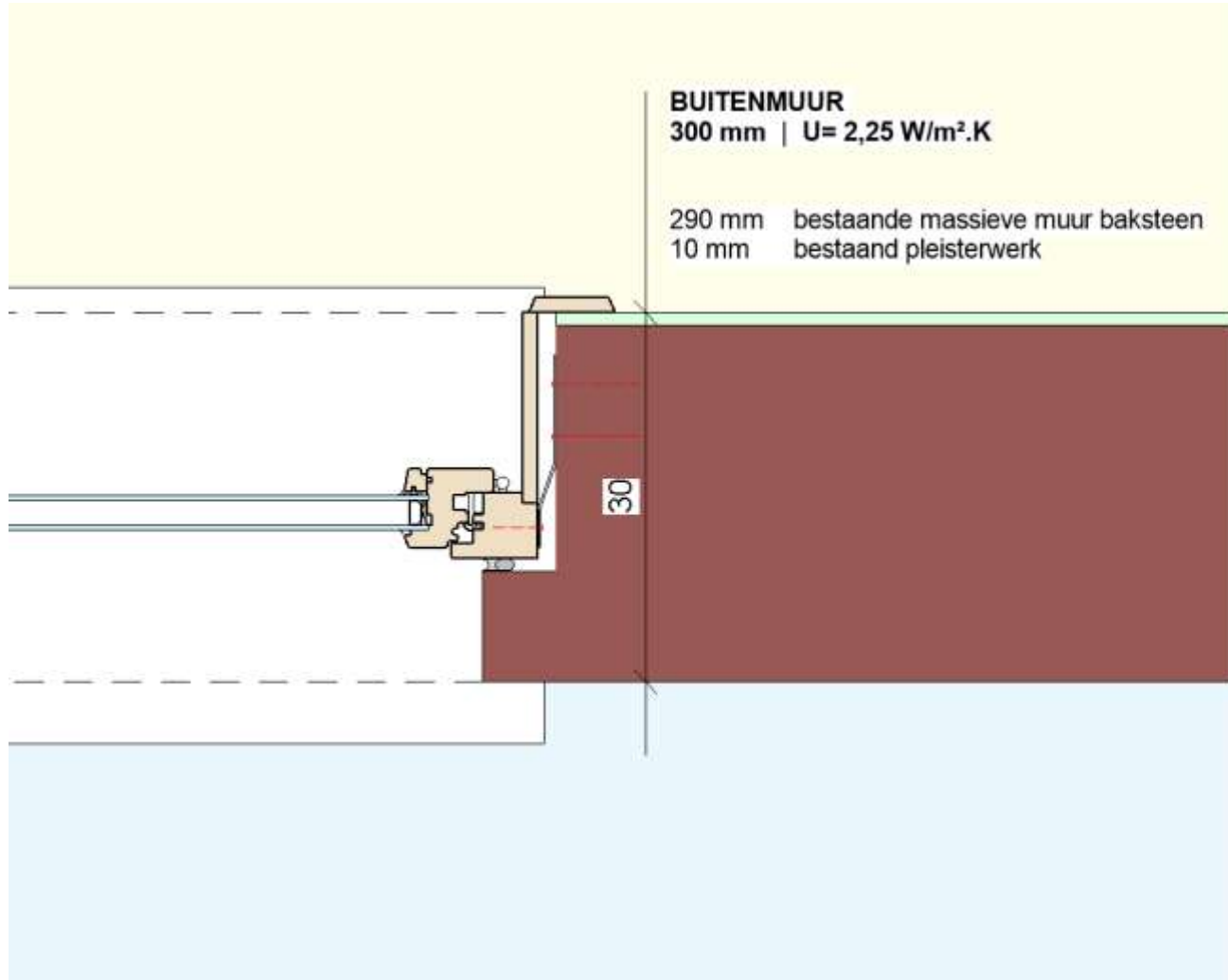
Binnenisolatie (dampdichte isolatie): gevel – venster, zijrand

TAGS: renovatie, binnenisolatie

1708

INTEGRAAL
generiek

TOESTAND VOOR RENOVATIE



09/03/2017

DRAFT

CONTEXT: opgesteld in het kader van het onderzoeksproject Renofase, 2013-2017, met steun van IWT | AUTEUR: WTCB (FDO)

VALIDATIE: ... | DISCLAIMER: zie www.wtcb.be/bouwdetails/...

Binnenisolatie (dampdichte isolatie): gevel – venster, zijrand

TAGS: renovatie, binnenisolatie

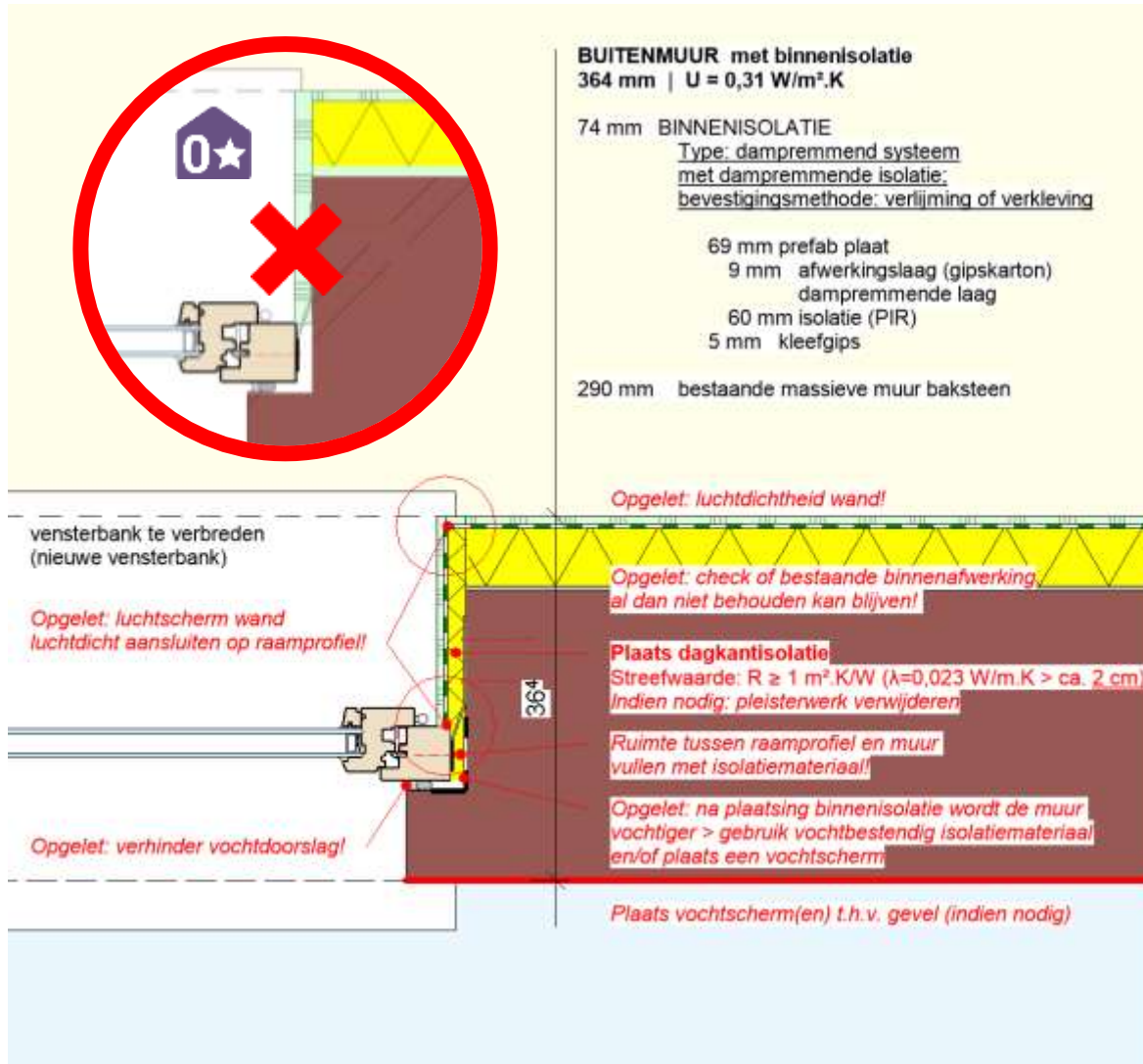
1708



TOESTAND NA RENOVATIE

INTEGRAAL
generiek

04/08/2017



Binnenisolatie (dampdichte isolatie): gevel – venster, zijrand

TAGS: renovatie, binnenisolatie

1708

ONTWERP

- 2★ **Basisregel: plaats dagkantisolatie (sluit wandisolatie aan op isolerende laag raamprofiel: houten raamkader of thermische snede van alu – of PVC-profiel).** *Opgelet: gevelmetselwerk kan vochtiger worden na plaatsen binnenisolatie! Plaats een vochtscherm en/of gebruik vochtbestendige isolatie (bv. XPS)*

- 1★ Indien niet mogelijk om isolatie te plaatsen tussen raamkader en muur (*):
 weinig kritische situatie (licht verhoogd risico op condensatie op het raamprofiel);
 mogelijke verbetering: plaats dikkere dagkantisolatie;
 - 2★ Bij vervanging vensters in de toekomst: plaats isolatie tussen muur en raamprofiel

- 0★ Indien niet mogelijk om dagkantisolatie te plaatsen (*):
(deze situatie kan zich voordoen bij smalle vaste raamprofielen en/of opengaande delen waarvan de paumellen relatief dicht bij de dagkant geplaatst zijn; in dat geval zou de plaatsing van dagkantisolatie tot gevolg hebben dat de opengaande delen niet meer volledig open kunnen; bemerk dat de dagbreedte niet mag vergroot worden zonder nazicht van de stabiliteit (minimale opleg latei te respecteren)!):
kritische situatie: groter risico op schimmelvorming en condensatie dan zonder binnenisolatie!;
 vermijd vochtgevoelige materialen ter plaatse van de dagkanten (pleisterwerk op basis van gips, hout,...); geef de voorkeur aan materialen die nat schoongemaakt kunnen worden (bv. kunststof en/of materialen met een schimmelwerende coating)
 - 2★ Bij vervanging vensters in de toekomst: plaats dagkantisolatie (of pas positie vensters in muurvlak aan: nieuwe vensters kunnen in het vlak van de binnenisolatie geplaatst worden)

(*) Streef altijd een technisch optimale oplossing na: realiseer het detail conform de basisregel. Indien redelijkerwijs niet mogelijk binnen de grenzen van het project: toon aan dat er geen risico is op schimmelvorming of condensatie d.m.v. thermische simulatie (temperatuurfactor in de hoek $\geq 0,7$). Indien ook dat niet mogelijk is:
 - anticipeer op een gefaseerde realisatie van een duurzame oplossing in de toekomst
 - informeer uw klant over de na te streven bouwkundige situatie en de noodzaak om in afwachting van de realisatie ervan het binnenklimaat onder controle te houden: zie § 7 van de Praktijkajds.

- Ontwerp luchtdichte aansluiting: bepaal positie luchtdichte laag en stel oplossing voor aansluiting

UITVOERING

- Sluit luchtscherm wand **luchtdicht** aan op luchtdichte laag buitenschrijnwerk (vast kader). Cf. TV 255.



Bouwdetail

1 7 0 9

Binnenisolatie (stijl- en regelwerk): gevel – venster, bovenrand

TAGS: renovatie, binnenisolatie

LinkedDetail code: W(M.yp+)_O(Wi)_top

INTEGRAAL
generiek

04/08/2017

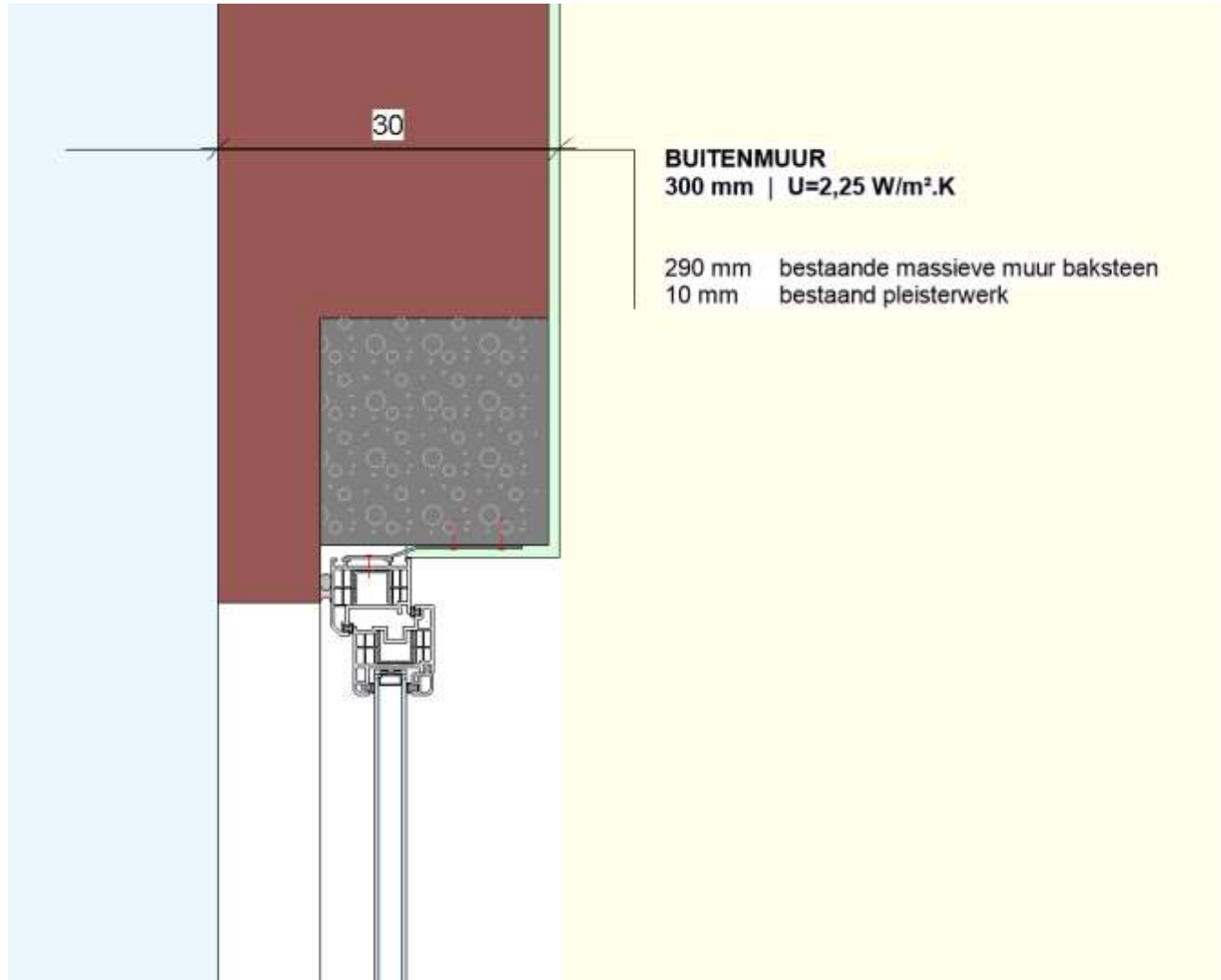
Binnenisolatie (stijl- en regelwerk): gevel – venster, bovenrand

TAGS: renovatie, binnenisolatie

1709

INTEGRAAL
generiek

TOESTAND VOOR RENOVATIE



04/08/2017

Binnenisolatie (stijl- en regelwerk): gevel – venster, bovenrand

TAGS: renovatie, binnenisolatie

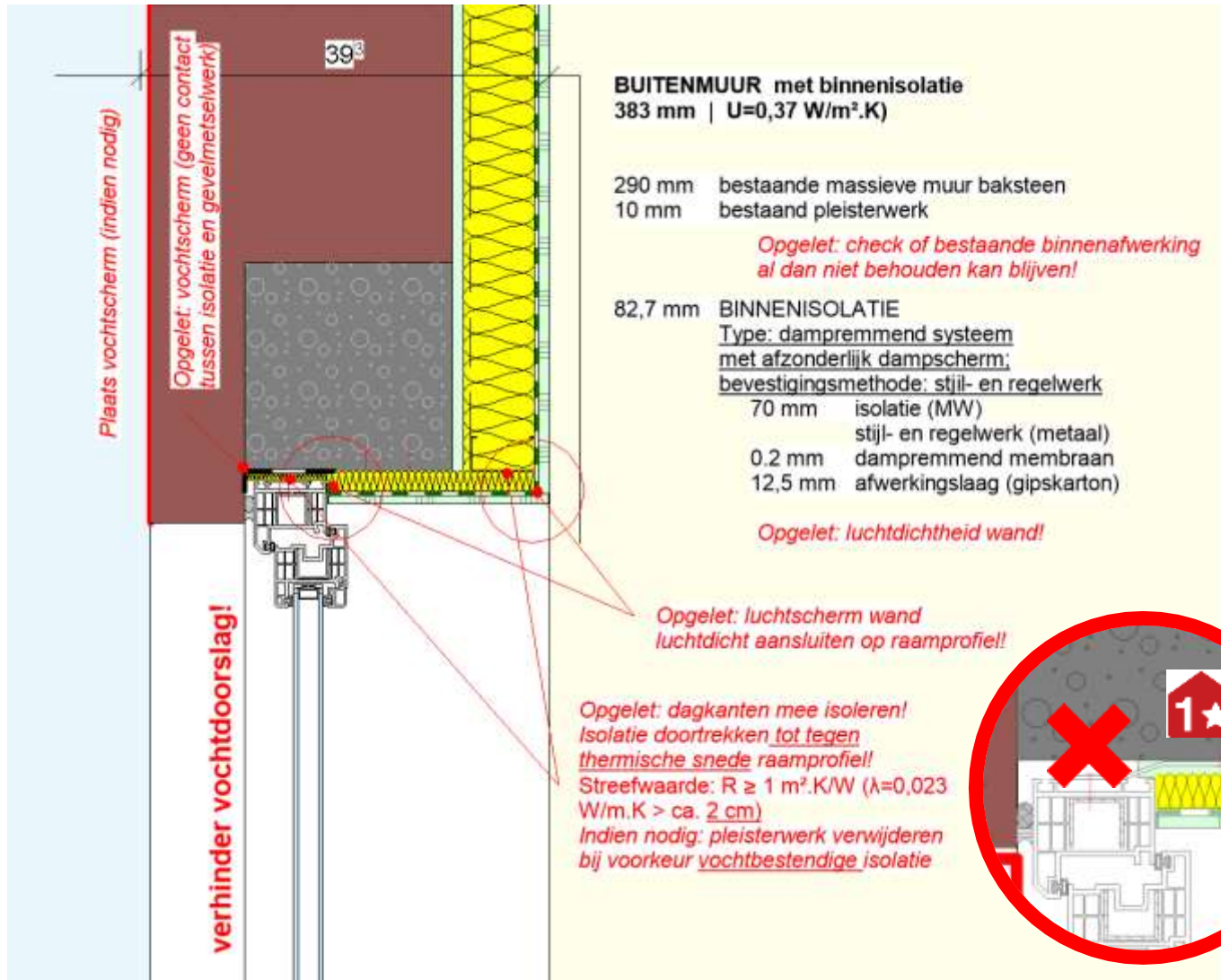
1709



TOESTAND NA RENOVATIE

INTEGRAAL
generiek

04/08/2017



Binnenisolatie (stijl- en regelwerk): gevel – venster, bovenrand

TAGS: renovatie, binnenisolatie

1709

ONTWERP

- 2★** Basisregel: **plaats dagkantisolatie** (sluit wandisolatie aan op isolerende laag raamprofiel: houten raamkader of thermische snede van alu – of PVC-profiel). *Opgelet: gevelmetselwerk kan vochtiger worden na plaatsen binnenisolatie! Plaats een vochtscherm en/of gebruik vochtbestendige isolatie (bv. XPS)*
- 1★** Indien niet mogelijk om isolatie te plaatsen tussen raamkader en muur (*): weinig kritische situatie (licht verhoogd risico op condensatie op het raamprofiel); mogelijke verbetering: plaats dikkere dagkantisolatie;
 - 2★** Bij vervanging vensters in de toekomst: plaats isolatie tussen muur en raamprofiel
- 0★** Indien niet mogelijk om dagkantisolatie te plaatsen (*): *(deze situatie kan zich voordoen bij smalle vaste raamprofielen en/of opengaande delen waarvan de paumellen relatief dicht bij de dagkant geplaatst zijn; in dat geval zou de plaatsing van dagkantisolatie tot gevolg hebben dat de opengaande delen niet meer volledig open kunnen; bemerk dat de latei of balk boven het raam niet mag gereduceerd of aangepast worden zonder nazicht van de stabiliteit (min. opleg!))*: **kritische situatie: groter risico op schimmelvorming en condensatie dan zonder binnenisolatie!**; vermijd vochtgevoelige materialen ter plaatse van de dagkanten (pleisterwerk op basis van gips, hout,...); geef de voorkeur aan materialen die nat schoongemaakt kunnen worden (bv. kunststof en/of materialen met een schimmelwerende coating)
 - 2★** Bij vervanging vensters in de toekomst: plaats dagkantisolatie (of pas positie vensters in muurvlak aan: nieuwe vensters kunnen in het vlak van de binnenisolatie geplaatst worden)

(*) Streef altijd een technisch optimale oplossing na: realiseer het detail conform de basisregel. Indien redelijkerwijs niet mogelijk binnen de grenzen van het project: toon aan dat er geen risico is op schimmelvorming of condensatie d.m.v. thermische simulatie (temperatuurfactor in de hoek $\geq 0,7$). Indien ook dat niet mogelijk is:
- anticipeer op een gefaseerde realisatie van een duurzame oplossing in de toekomst
- informeer uw klant over de na te streven bouwkundige situatie en de noodzaak om in afwachting van de realisatie ervan het binnenklimaat onder controle te houden: zie § 7 van de Praktijkajds.

- Ontwerp luchtdichte aansluiting: bepaal positie luchtdichte laag en stel oplossing voor aansluiting

UITVOERING

- Sluit luchtscherm wand **luchtdicht** aan op luchtdichte laag buitenschrijnwerk (vast kader). Cf. TV 255.



Bouwdetail

1 7 1 0

Binnenisolatie (stijl- en regelwerk): gevel – deur, onderrand

TAGS: renovatie, binnenisolatie

LinkedDetail code: W(M.yip+)_O(D)_bot

INTEGRAAL
generiek

04/08/2017

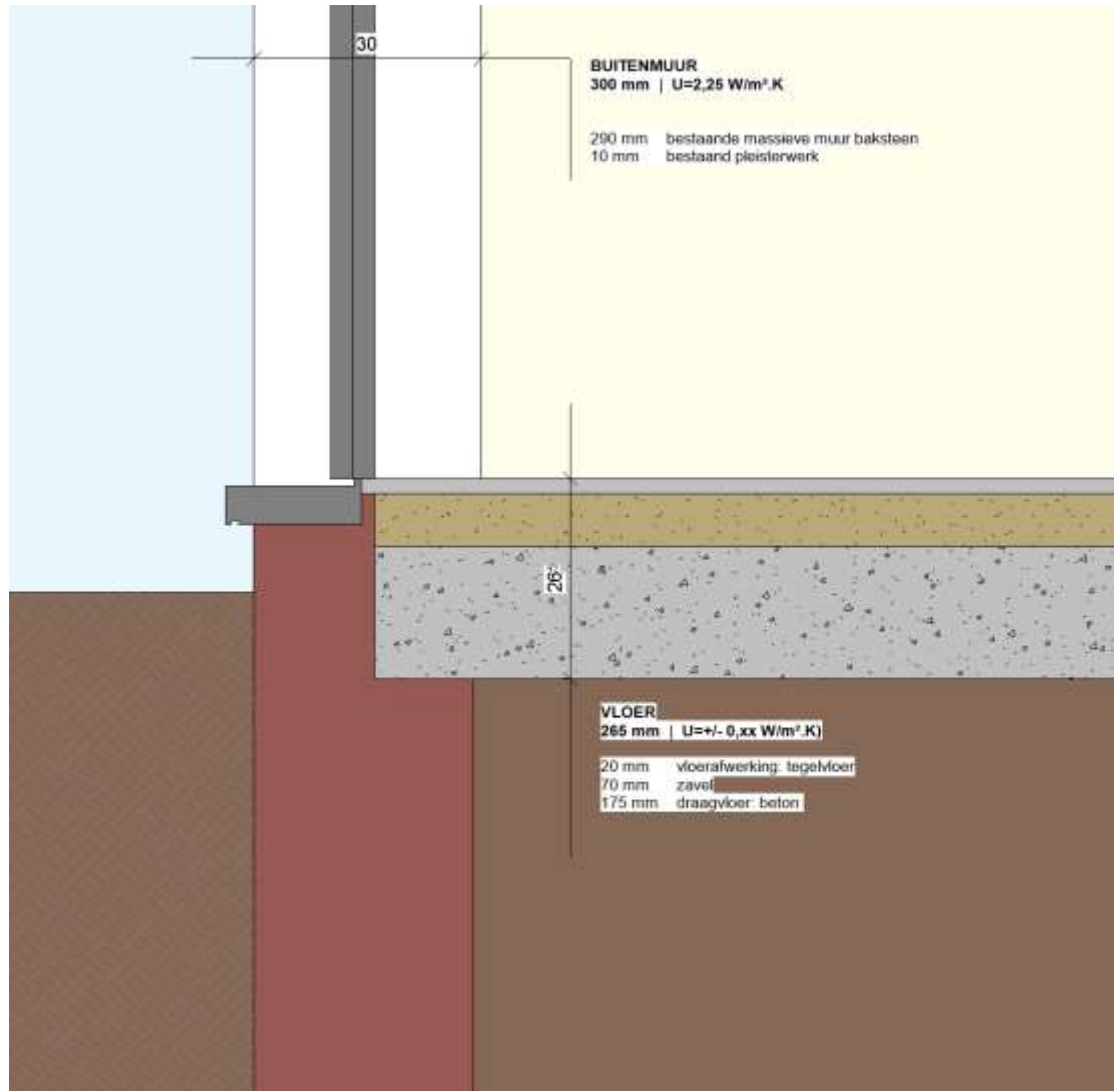
Binnenisolatie (stijl- en regelwerk): gevel – deur, onderrand

TAGS: renovatie, binnenisolatie

1710

INTEGRAAL
generiek

TOESTAND VOOR RENOVATIE



04/08/2017

Binnenisolatie (stijl- en regelwerk): gevel – deur, onderrand; fase 1: binnenisolatie

TAGS: renovatie, binnenisolatie

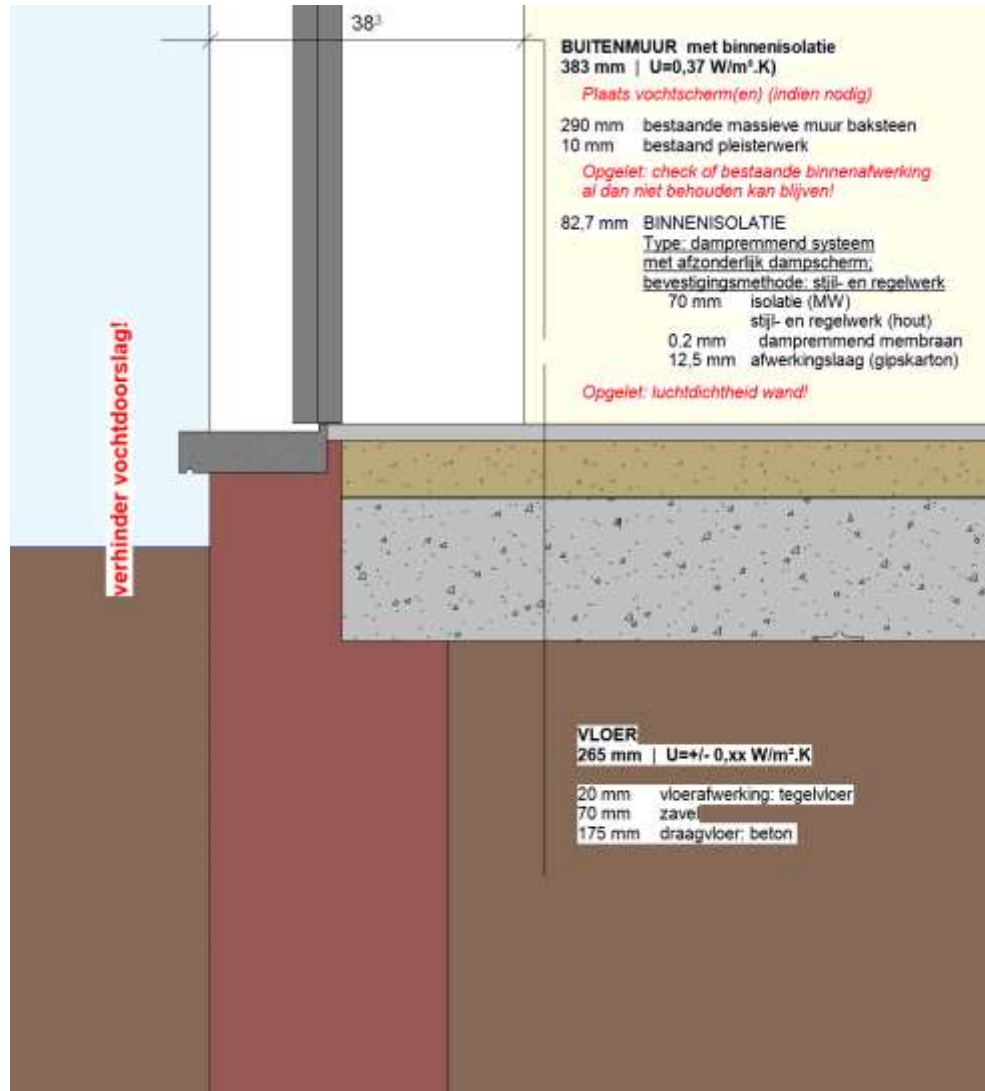
1710



INTEGRAAL
generiek

TOESTAND NA RENOVATIE

04/08/2017



Binnenisolatie (stijl- en regelwerk): gevel – deur, onderrand; fase 2: parket + VIP-isolatie

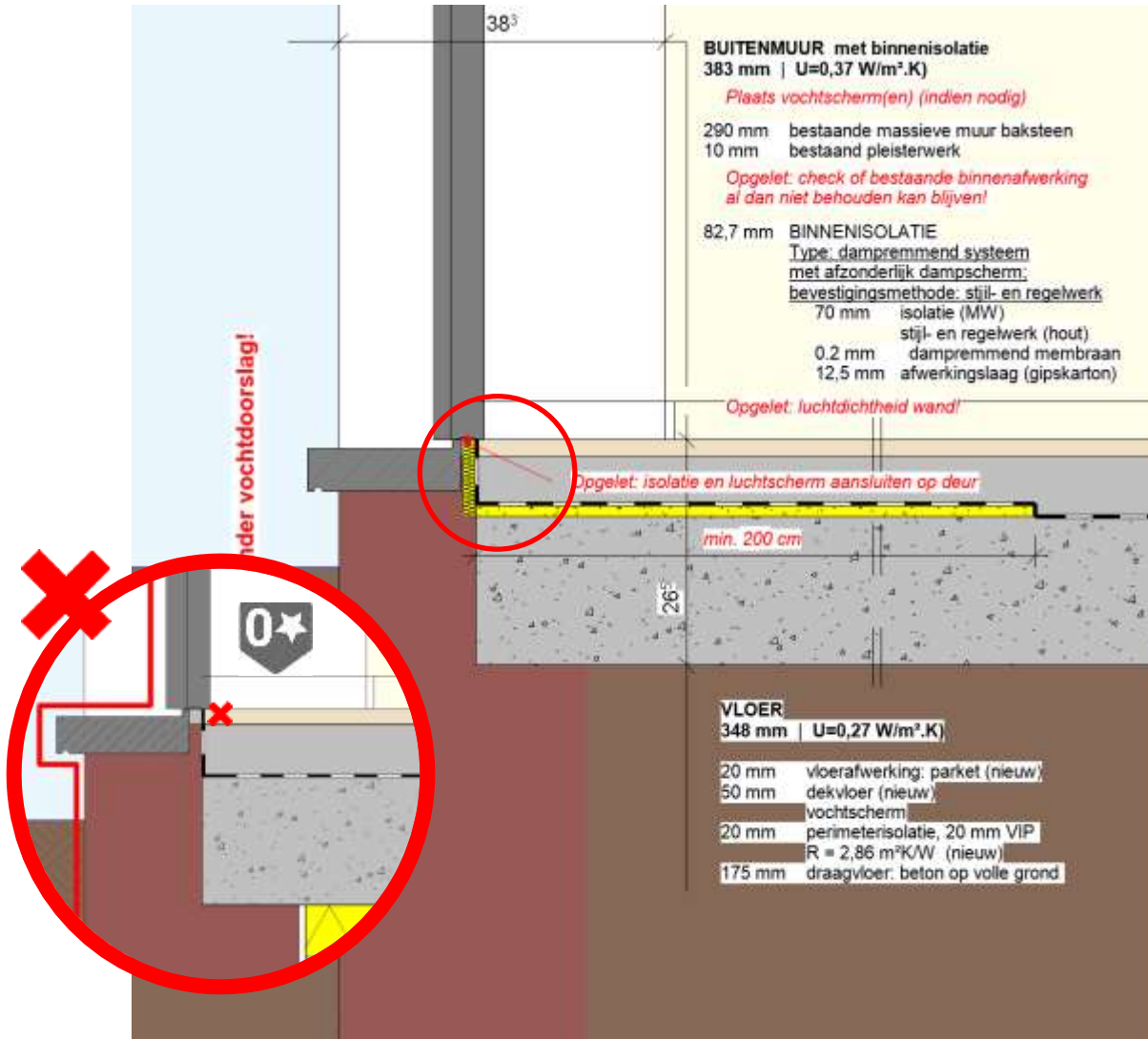
TAGS: renovatie, binnenisolatie

1710



INTEGRAAL
generiek

TOESTAND NA RENOVATIE



04/08/2017

ONTWERP

- 2★ **Basisregel: sluit wandisolatie aan op thermische vloerisolatie**
- 2★ Indien onvoldoende vrije hoogte is voor vloerisolatie (*):
los koudebrug op door perimeterisolatie aan gevel
- 1★ Indien geen perimeterisolatie mogelijk (*):
sluit wandisolatie aan op akoestische vloerisolatie + isoleer plafond kelder thermisch (zo mogelijk)
- 0★ Indien vloerbekleding & onderlaag (bv. dekvloer) niet vervangen kunnen worden (*):
verwijder vloerbekleding en dekvloer *lokaal, onder de binnenisolatie*; plaats de binnenisolatie op de *draagvloer*; plaats een vochtscherm onder de binnenisolatie, trek aan weerszijden op tot ca. 2 cm boven peil afgewerkte vloer
- 0★ Indien geen dekvloer aanwezig (bv. tegels op zavel) (*):
plaats binnenisolatie op de oude vloerbekleding; vermijd vochtgevoelige materialen in de randzone: **geen houten plint, geen houten vloerbekleding, tenzij voldoende duurzaam of verduurzaamd (kans op houtrot!)**
- 0★ Indien onderlaag vloerbekleding redelijkerwijs niet vervangen kan worden (bv. beton) (*):
verwijder vochtgevoelige materialen uit de randzone: **laat geen houten vloerbekleding doorlopen onder de binnenisolatie (kans op houtrot!)**; geef de voorkeur aan materialen die nat schoongemaakt kunnen worden (bv. tegelvoer) en/of materialen met een schimmelwerende coating

(*) Streef altijd een technisch optimale oplossing na: realiseer het detail conform de basisregel. Indien redelijkerwijs niet mogelijk binnen de grenzen van het project: toon aan dat er geen risico is op schimmelvorming of condensatie d.m.v. thermische simulatie (temperatuurfactor in de hoek $\geq 0,7$). Indien ook dat niet mogelijk is:
- anticipeer op een gefaseerde realisatie van een duurzame oplossing in de toekomst
- informeer uw klant over de na te streven bouwkundige situatie en de noodzaak om in afwachting van de realisatie ervan het binnenklimaat onder controle te houden: zie § 7 van de Praktijkgids.

- Alle hout t.p.v. de hoek wand-vloer (bv. onderregel stijl- en regelwerk): in (ver)duurzaam(d) hout

UITVOERING

- Sluit luchtscherm wand **luchtdicht** aan op luchtdichte laag in vloer