

Gebouwschil: opbouw en isolatie

CODE 02.07

Isoleren van bestaande massieve buitenmuren door binnenisolatie

Om de isolatie van bestaande volle massieve muren te verbeteren geniet buitenisolatie bijna altijd de voorkeur, omdat de buitenmuur op die manier afgeschermd wordt van weersinvloeden. Door stedenbouwkundige of andere beperkingen is dit echter niet altijd mogelijk. Binnenisolatie is dan een alternatief. Ook bij bestaande spouwmuren, waarvan de spouw al dan niet geïsoleerd is of zal worden, kan men de isolatie op die manier verder verbeteren. Binnenisolatie is echter een isolatietechniek die niet zonder risico's is. Voorafgaandelijk moet de muur aan een grondige inspectie onderworpen worden. Wanneer de muur geschikt bevonden wordt voor binnenisolatie, dan is er in principe geen beperking op de isolatiedikte op voorwaarde dat een geschikt binnenisolatiesysteem gekozen wordt en de uitvoering correct gebeurt.

Beperkingen

Binnenisolatie is **niet geschikt** bij gevels:

- opgebouwd uit niet-vorstbestendige materialen
- met een dampdichte gevelafwerking of dampdichte gevelstenen
- die aan een hoge vochtbelasting onderhevig zijn
- van gebouwen met een zeer vochtig binnenklimaat.

Vaak vertonen deze muren al schade: afbladderende verf, afschilferende bakstenen, barsten, uitstulpende voegmortel, ...

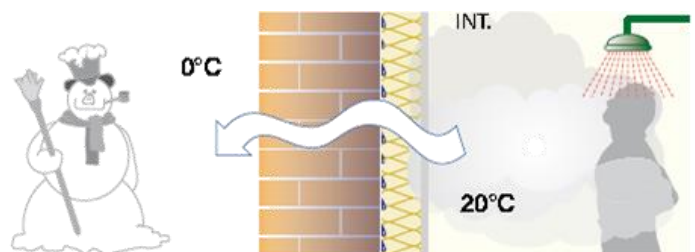


(Foto: Recticel Insulation)

Een muur waartegen binnenisolatie geplaatst wordt moet aan de buitenzijde zo dampopen mogelijk zijn. Geverfde muren vormen dus ook een verhoogd risico, de uitdroging naar buiten toe wordt immers bemoeilijkt, maar in sommige gevallen kunnen bepaalde binnenisolatiesystemen wel overwogen worden. Muren met zuidwestoriëntatie, die meer blootgesteld worden aan weer en wind, zijn gevoeliger voor regendoorslag en komen bijgevolg niet altijd in aanmerking voor binnenisolatie. Ruime dakoverstekten die de muren deels afschermen zijn dan weer een voordeel.

Geschikte muren

In principe kan je stellen dat een massieve muur van minstens 1½ steen dik, zonder vochtproblemen of schade (vorstbestendig), zonder buitenafwerking (dampopen) en zonder vochtig binnenklimaat **geschikt** is voor binnenisolatie. De binnenisolatie moet echter correct uitgevoerd worden, wat onder meer betekent dat de luchtdichtheid verzekerd en koudebruggen opgelost moeten worden en dat de relatieve vochtigheid in de woning voldoende laag moet blijven door een goed functionerend ventilatiesysteem.



Binnenisolatie: goede luchtdichtheid en ventilatie noodzakelijk om condensatieproblemen te vermijden (illustratie: Isolation thermique par l'intérieur des murs extérieurs en briques pleines, UCL)

Voor meer informatie over de voorafgaande inspectie en diagnose en over de basisregels (aandachtspunten) bij binnenisolatie van muren verwijzen we naar de uitgebreide brochure over binnenisolatie van het Vlaams Energieagentschap op www.energiesparen.be/binnenisolatie. In deze infofiche beperken we ons verder tot de mogelijkheden en beperkingen van de verschillende binnenisolatiesystemen.

Binnenisolatiesystemen

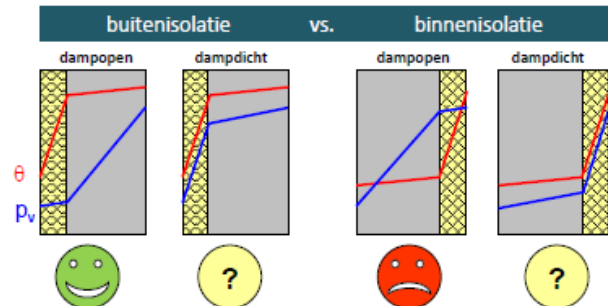
De keuze van de materialen en de opbouw is essentieel om inwendige condensatie zoveel mogelijk te vermijden. In de ideale opbouw vind je de meest dampopen en best isolerende lagen aan de buitenzijde, de meest dampremmende en minst isolerende lagen aan de binnenzijde. Dit is perfect mogelijk bij buitenisolatie van muren, maar niet bij binnenisolatie. Bij binnenisolatie is er een risico op inwendige condensatie tussen de bestaande muur en de isolatie. Het komt er dus op neer om een systeem te kiezen met zo weinig mogelijk risico.

We onderscheiden twee soorten binnenisolatiesystemen: **de klassieke dampremmende systemen die als doel hebben inwendige condensatie te vermijden** en **de capillair actieve systemen, die schade willen voorkomen door inwendige condensatie te bufferen**.

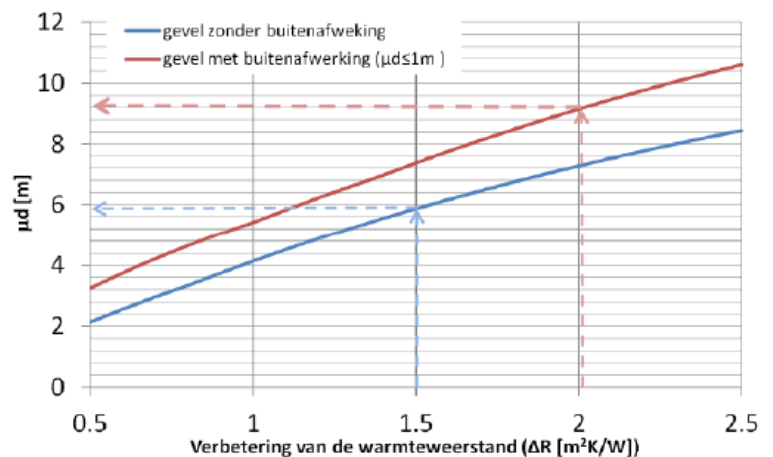
Klassieke dampremmende binnenisolatiesystemen

Bij de systemen die inwendige condensatie proberen te vermijden kan het gaan om dampopen isolatie, aan de binnenzijde afgewerkt met een dampscherm of om dampdichte isolatie.

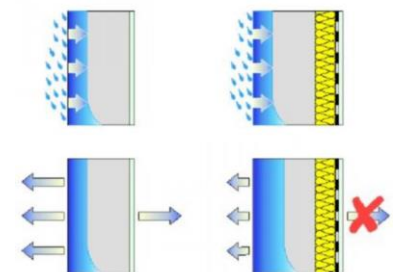
De belangrijkste vraag bij de klassieke systemen is: hoe dampdicht moeten de isolatieplaten of het dampscherm zijn, m.a.w. wat is de minimale dampdiffusieweerstand (μ_d) van het dampscherm? Voor gevels zonder buitenafwerking of met een regendichte buitenafwerking met een μ_d -waarde van minder dan 1 meter en waarbij de warmteweerstand (R-waarde) van de binnenisolatie niet groter is dan 2,5 m^2K/W kan gebruik gemaakt worden van een indicatieve methode. Hoe groter de μ_d -waarde van de buitenafwerking en hoe groter de R-waarde van de isolatie, hoe dampdichter het dampscherm moet zijn (zie



Afb. 1: risico op inwendige condensatie bij muurisolatie (bron: Vitruvius Academy, Het binnenisoleren van buitenmuren. Aandachtspunten en probleemoplossingen, Staf Roels (KUL) maart 2015)



Bepaling van de μ_d -waarde van het dampscherm (Bron: Vereecken, Roels, KUL, 2012)



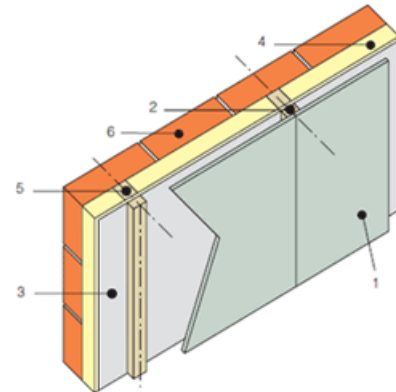
(Bron : UCL, Architecture et Climat, guide Isolation thermique par l'intérieur des murs existants en briques pleines)

afb. 2). Een niet afgewerkte buitengevel, die aan de binnenzijde geïsoleerd wordt met een dampopen isolatiemateriaal met een R-waarde van 2 m²K/W zal aan de binnenzijde afgewerkt moeten worden met een dampscherm met een μ d-waarde van iets meer dan 7 m. Wanneer deze gevel voorzien is van een buitenafwerking (met μ d ≤ 1 m), zal de μ d-waarde van het dampscherm meer dan 9 m moeten bedragen.

Klassieke binnenisolatiesystemen laten geen uitdroging van de muur naar binnen toe (na (slag)regen en/of als gevolg van condensatie). Het metselwerk zal dus trager uitdrogen en langer nat blijven dan voorheen, waardoor het metselwerk meer belast wordt.

Dampopen isolatie met een dampscherm

Dampopen isolatiematerialen (vb. minerale wol, cellulose, vlas, houtvezel,...) worden tussen een houten of metalen stijl- en regelwerk geplaatst. Vermits dit mechanisch aan de bestaande muur bevestigd wordt, hoeft de bestaande binnenafwerking (gips, kalk) niet verwijderd te worden, ook al zal deze wellicht degraderen na plaatsing van de binnenisolatie. Idealiter wordt het stijl- en regelwerk, ook in geval van metaal, niet rechtstreeks tegen de muur geplaatst. Met behulp van afstandhouders of door bevestiging aan de vloeren, plafonds en/of dwarse muren kan het op enkele centimeters van de muur af geplaatst worden. De ruimte achter en tussen het stijl- en regelwerk moet volledig opgevuld worden met isolatie. Wanneer gekozen wordt voor een houten stijl- en regelwerk, dat rechtstreeks tegen de muur wordt geplaatst, zal het hout verduurzaamd moeten worden. Om de koudebrugwerking ter hoogte van het hout te verminderen wordt de structuur bij voorkeur ontdubbeld in een verticaal en een horizontaal keperwerk.



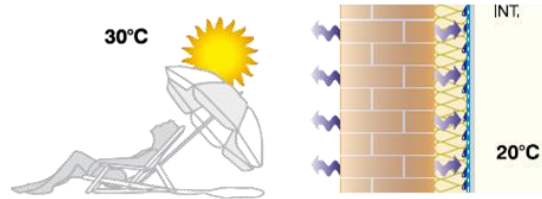
1. Finition intérieure
2. Lattage (créant un vide technique)
3. Pare-vapeur
4. Isolation thermique
5. Structure secondaire
6. Maçonnerie existante

(bron : WTCB)

Aansluitend wordt het dampscherm tegen het stijl-en regelwerk aangebracht (aan de 'warme' kant van de isolatie) en luchtdicht afgewerkt, zonder luchtlagen tussen de isolatie en het dampscherm te laten. Bij voorkeur wordt het dampscherm bijkomend met latten vastgezet in het stijl- en regelwerk. Tussen de latten kunnen leidingen weggewerkt worden en ze verkleinen het risico op doorboring van het dampscherm, wanneer de bewoners gaten in de binnenafwerking maken. Vervolgens wordt de binnenafwerking (vb. gipskarton- of gipsvezelplaten) op de latten bevestigd. De keuze van verf of andere eindafwerking speelt geen rol, behalve indien gekozen wordt voor vochtgestuurde dampremmen, dan moet de binnenzijde zo dampopen mogelijk blijven.

Om een snellere droging van de muur toe te laten, zou het gebruik van vochtgestuurde dampremmen overwogen kunnen worden. Maar in de praktijk blijken deze geen meerwaarde te bieden, want ze zijn nog onvoldoende dampopen om de constructie bijkomend naar binnen toe te laten uitdrogen. Bij hoge relatieve vochtigheden in de woning (gebrek aan ventilatie) verhogen ze daarenboven het risico op inwendige condensatie door dampdiffusie. Het dampscherm volledig weglaten en enkel afwerken met een gipskartonplaat of gipsvezelplaat is evenmin een goed idee.

Deze materialen zijn immers heel dampopen waar door er dus teveel damp in de isolatie zou komen, en de luchtdichtheid op termijn niet gegarandeerd is (nagels en schroeven in de muur door de bewoners). Het komt er dus op neer om zowel het juiste dampscherm te kiezen (zie boven) als de gevel zoveel mogelijk af te schermen van de regen vb. door een grote dakrand of een luifel. Ook een dampopen buitenafwerking, vb. een correct geplaatste hydrofuge op een geschikte ondergrond, een buitenpleister of bekleding, zal de regenbelasting op de gevel verminderen. Een slecht geplaatste hydrofuge daarentegen, die (plaatselijk) toch vochtindringing toelaat, kan schade veroorzaken. Het vocht zal immers langer in de muur blijven dan zonder hydrofuge.

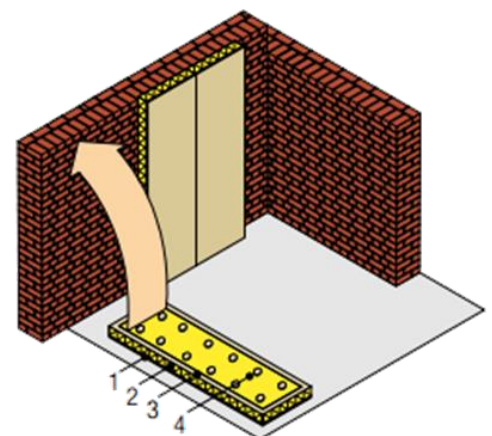


(bron : UCL – Architecture et Climat, guide Isolation thermique par l'intérieur des murs existants en briques pleines)

Dit isolatiesysteem is het enige systeem waar de kans bestaat dat zomercondensatie optreedt, meer bepaald tussen het dampscherm en de isolatie. In de praktijk blijkt dit echter enkel een probleem te zijn net na een periode van hevige regenval in de zomer.

Dampdichte isolatieplaten

Dampdichte isolatie (XPS, cellenglas, PUR, PIR, EPS) wordt gekleefd tegen de bestaande muur. Bij gekleefde systemen moet de bestaande binnenbepleistering (vb. gips- of kalkpleister) altijd verwijderd worden, omdat bij degradatie ervan de hechting van de isolatie in het gedrang komt. Volledige verkleving of randverkleving plus noppen is nodig om luchtcirculatie achter de isolatie te vermijden. Bij gebruik van dampdichte isolatieplaten is de dampdichtheid hoog genoeg om geen problemen van inwendige condensatie te veroorzaken. Bij een correcte luchtdichte plaatsing, is de hoeveelheid vocht die in de muur migreert minimaal. Wel moet men opletten als de muur nat kan worden door (slag)regen. Uitdroging naar de binnenzijde is immers niet mogelijk, wat dus ook bij dampdichte isolatie resulteert in een grotere vochtbelasting van het metselwerk. Een afscherming van de gevel (dakoversteek, dampopen gevelafwerking, eventueel een hydrofuge...) is een voordeel.



1. Finition intérieure et pare-vapeur éventuel
2. Isolation thermique
3. Zone continue d'encollage sur les poutours
4. Collage par plots

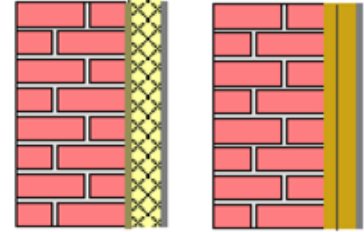
(bron : WTCB)

Er kan zowel gekozen worden voor isolatieplaten die luchtdicht afgewerkt worden, vb. met een gipspleister als voor isolatieplaten waarop al een afwerking (al dan niet met een geïntegreerd dampscherm) is aangebracht. De afwerking beperkt zich dan tot het luchtdicht afwerken van de voegen en de aansluitingen (voegen en aansluitingen opspuiten met isolatieschuim voor een onderbroken isolatie, plamuren en afkitten voor de luchtdichtheid). De keuze van de eindafwerking (verf,...) speelt geen rol.

Capillair actieve binnenisolatiesystemen (CAS)

Deze isolatiesystemen hebben als doel om uitdroging naar binnen toe te laten, ook na het plaatsen van de binnenisolatie. Capillair actieve isolatiematerialen worden met kleefmortel tegen de bestaande muur geplaatst. Vocht dat door dampdiffusie in de constructie migreert, wordt gebufferd in de isolatie en de kleefmortel. Dit resulteert (bewust) in inwendige condensatie tussen de isolatie en de kleefmortel. Via verdamping wordt het vocht terug afgegeven naar binnen. Er zijn verschillende materialen op de markt die onder de noemer capillair actieve isolatiematerialen verkocht worden, zoals calcium-silicaatplaten, lichtgewicht cellenbetonblokken, houtvezelisolatie en kalk-hennep. Ze worden luchtdicht afgewerkt met een dampopen binnenpleister (gips, leem, kalk) en eventueel een dampopen verf als eindafwerking.

'nieuwe' binnenisolatiesystemen capillair actieve systemen



inwendige condensatie gebufferd in het isolatiemateriaal en/of de kleefmortel

(bron: brochure Binnenisolatie van buitenmuren, (VEA, KUL, WTCB),

Er zijn ook isolatiematerialen op de markt waar een capillair actief materiaal aan toegevoegd is (vb. polyurethaan met calcium-silicaat). Deze materialen hebben weliswaar een betere isolatiewaarde (λ -waarde), de drogingscapaciteit van deze materialen blijkt in de praktijk echter beperkt, wat maakt dat ze dus eigenlijk niet echt als capillair actieve materialen beschouwd kunnen worden.

Er bestaat ook houtvezelisolatie met een inwendige vochtgestuurde damprem. Deze heeft als doel te vermijden dat inwendige condensatie ontstaat in het metselwerk, door ze tegen te houden ter hoogte van de damprem, en bijgevolg te bufferen in het binnenste deel van de isolatie en naar binnen toe te laten uitdrogen. Onderzoek heeft uitgewezen dat dit in de praktijk niet blijkt te werken. De damprem heeft dus ook geen meerwaarde.

Ook blijkt dat de kleefmortel een groter bufferend vermogen heeft dan de isolatie zelf, wat maakt dat de kleefmortel het vocht dat condenseert tussen de kleefmortel en de isolatie absorbeert. De keuze van de kleefmortel is dus belangrijk en moet afgestemd zijn op zowel de gekozen isolatie als de ondergrond. Net zoals bij dampdichte isolatieplaten moeten bestaande verf- en pleisterlagen verwijderd worden en moeten de platen volvlakkig of met noppen plus randverkleefing verkleefd worden. De nieuwe binnenaafwerking moet dampopen zijn en blijven. De keuze van binnenaafwerking (o.a. verf) is dus beperkt, ook in de toekomst.

Wat als... ?

Wat als de muren aan de buitenzijde geschilderd zijn? Tot voor kort was men heel terughoudend om geschilderde gevels van binnenisolatie te voorzien. Men heeft echter vastgesteld dat er in de praktijk weinig schadegevallen voorkomen bij een correcte uitvoering (o.a. perfecte luchtdichtheid en lage relatieve vochtigheid). In theorie kan een dampdichte buitenafwerking gecompenseerd worden met een nog veel dampdichtere laag aan de binnenzijde, CAS zijn dus niet aan de orde. Er zijn echter veel parameters waar rekening mee gehouden moet worden, dus wordt aangeraden om dit geval per geval te bekijken en een dauwpuntsberekening te laten uitvoeren.

Wat met koudebruggen? Als de koudebruggen niet worden aangepakt, kan het aandeel warmteverlies via de koudebruggen oplopen tot 50% van het totale warmteverlies. Als er op voorhand al problemen met condensatie en schimmelvorming waren, is de kans groot dat deze erger worden. Als er nog geen problemen waren, zijn er verschillende factoren die een invloed zullen hebben op het feit of er al dan niet schimmelvorming kan ontstaan. Hoe groter de R-waarde van het isolatiemateriaal en hoe lager de λ -waarde van het materiaal dat de isolatie onderbreekt (dwarse muur, plafond, vloer), hoe kleiner het risico. Vb. een plafond in beton (hogere λ) zal een groter risico vormen dan een dwarsmuur in metselwerk (lagere λ). Het risico neemt sterk af wanneer ook isolatie geplaatst wordt ter hoogte van de koudebrug, ook al bedraagt de dikte slechts enkele centimeters. Bij dwarse muren, plafonds en vloeren is het is aan te raden om de koudebrug in te pakken met isolatie over een lengte van 40 à 60 cm.

Wat met verhoogd risico op vorstschade? Als er vroeger nooit schade optrad, is er geen reden om aan te nemen dat dit na de isolatie wel het geval zal zijn. Als er vroeger wel al schade is vastgesteld, dan is een bijkomende analyse nodig om na te gaan of binnenisolatie mogelijk is.

Wat in geval van niet-regendichte muren? De meeste gemetselde muren van anderhalve steen dik (+/- 30 cm) zijn regendicht, in tegenstelling tot muren van 1 steen dik (+/- 20 cm). Omwille van hun vochtbufferende eigenschappen, kunnen CAS enkel toegepast worden bij regendichte muren (dus vb. niet bij een muur van 1 steen dik). Anders nemen ze niet enkel damp via de binnenzijde op, maar ook het vocht uit de muur na regendoorslag. Dit zou niet alleen negatief zijn voor de isolatiewaarde, maar er zou ook teveel vocht naar binnen moeten uitdrogen. Een niet-regendichte muur voorzien van een CAS, aangevuld met een hydrofuge, is geen logische combinatie. Een hydrofuge wijzigt immers wél de vochthuishouding in een muur, terwijl het isolatiesysteem net als doel heeft dit te vermijden. Klassieke binnenisolatiesystemen in combinatie met een hydrofuge kunnen eventueel wel overwogen worden, op voorwaarde dat deze laatste goed uitgevoerd wordt en dat nieuwe belastingen op het gebouw geen nieuwe barsten of scheurtjes veroorzaken (waarlangs vocht achter de hydrofuge zou kunnen dringen).

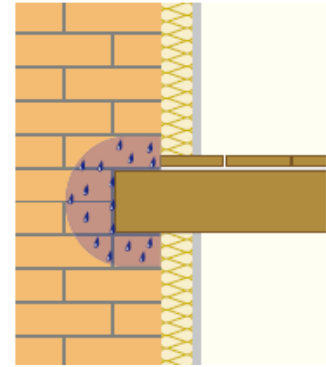
Wat met muren van waardevolle gebouwen? Klassieke binnenisolatiesystemen – al dan niet aangevuld met een hydrofuge – zijn niet geschikt voor muren van waardevolle gebouwen, waar behoud van de bestaande constructie prioritair is, omdat ze de vochthuishouding van de bestaande muur wijzigen. Omdat CAS vocht bufferen, en de vochthuishouding van het bestaande metselwerk nagenoeg niet wijzigt, zijn ze bij uitstek geschikt voor het isoleren van waardevolle gebouwen langs de binnenzijde. Zoals vermeld kunnen ze evenwel enkel toegepast worden als de regendichtheid van



Koudebruggen wegwerken ter hoogte van de raamaansluitingen (foto's: Xella)

de gevel gegarandeerd is. Waardevolle niet-regendichte gevels kunnen dus niet via de binnenzijde geïsoleerd worden, noch met klassieke systemen, noch met capillair actieve systemen.

Wat als er houten vloerbalken in de buitenmuren bevestigd zijn? In eerste instantie moet nagegaan worden of de balkkoppen nog in goede staat zijn. Als ze op voorhand al sporen van degradatie vertonen, dan zal de schade erger worden na het toepassen van binnenisolatie. Als de balkkoppen niet aangetast zijn, kan binnenisolatie overwogen worden. Klassieke binnenisolatiesystemen zijn echter niet geschikt, omdat na isolatie al het vocht zich zal concentreren ter hoogte van de houten balkkoppen in de muur. CAS kunnen wel gebruikt worden, op voorwaarde dat de muren regendicht zijn.



Houten vloerbalken in de muur bevestigd (Illustratie: Isolation thermique par l'intérieur des murs existants en briques pleines UCL)

Wat als de isolatiedikte beperkt moet blijven? Bijvoorbeeld om niet teveel plaats te verliezen. De isolatiematerialen van de meeste CAS hebben een hogere λ -waarde dan die van de klassieke binnenisolatiesystemen, grootteorde $\lambda_i = 0,06$ W/mK voor calcium-silicaatplaten, $\lambda_i = 0,045$ W/mK voor lichtgewicht cellenbetonblokken, $\lambda_i = 0,038$ à $0,053$ W/mK voor houtvezelisolatie en $\lambda_i = 0,076$ W/mK voor kalk-hennepisolatie. Bij klassieke isolatiesystemen met minerale wol en XPS kunnen λ -waardes van $0,033$ W/mK en lager behaald worden, met papiervlokken lager dan $0,040$ W/mK. In geval van beperkte isolatiedikte, kan er dus best gekozen worden voor isolatiematerialen met een zo laag mogelijke λ -waarde, om toch een zo goed mogelijke warmteweerstand te verkrijgen.

Welk binnenisolatiesysteem geniet de voorkeur als er geen beperkingen zijn? (geen waardevol gebouw, geen schade, regendichte muren, dampopen afgewerkt, geen houten balkkoppen, ...). In principe zijn alle besproken isolatiesystemen mogelijk, op voorwaarde dat ze correct uitgevoerd worden (luchtdicht afgewerkt, koudebruggen maximaal weggewerkt, ...).

- CAS hebben als nadeel dat de isolatiewaarde afneemt bij het bufferen van vocht in de isolatie en dat de dampopen afwerking aan de binnenzijde net zoals de regendichting aan de buitenzijde, ook op lange termijn, verzekerd moet blijven, om het systeem te doen werken. Vb. een CAS met een pleisterlaag is een uitstekende vochtbuffer, het toevoegen van acrylverf beperkt de buffercapaciteit, het toevoegen van latexverf doet de buffercapaciteit nagenoeg teniet. De binnenaafwerking is dus bepalend voor de vochtbufferende capaciteit, los van de wandopbouw. Klassieke binnenisolatiesystemen zijn met andere woorden robuuster. Wanneer er geen beperkingen zijn en dus geen specifieke redenen zijn om voor CAS te kiezen, lijken de klassieke isolatiesystemen bijgevolg meer aangewezen.
- Binnen de klassieke systemen, blijkt verkleefde dampdichte isolatie betrouwbaarder dan de systemen met stijl- en regelwerk. Een perfect luchtdicht afgewerkt dampscherm, waarbij (latere) doorboringen uitgesloten zijn, is essentieel, maar niet altijd eenvoudig te garanderen. Ook het toevoegen van een binnenaafwerking zal het vochtgehalte in de wandopbouw beïnvloeden (vb. verf zorgt voor een kleiner damptransport, maar op jaarbasis voor een lagere uitdrogingscapaciteit, waardoor het totale vochtgehalte in de constructie uiteindelijk hoger zal liggen), terwijl dit geen invloed heeft bij dampdichte isolatie.

- Wanneer toch gekozen wordt voor isolatie tussen een stijl- en regelwerk dan scoren isolatiematten minder goed dan ingeblazen isolatie, wegens minder luchtstromingen en beter aansluitende isolatie bij deze laatste.
- Wanneer gekozen wordt voor een CAS, wordt altijd aangeraden om een voorafgaandelijke studie te laten uitvoeren.

Let wel op een correcte uitvoering van het eventuele dampscherm en op de binnenafwerking.

Bronnen:

- Vitruvius Academy, cursus 'Het binnenisoleren van buitenmuren. Aandachtspunten en probleemoplossingen', Staf Roels (KULeuven), maart 2015
- KULeuven, doctoraat 'Hygrothermal analysis of interior insulation for renovation projects', Evy Vereecken, december 2013
- WTCB-Dossiers, artikels 'Isolatie langs de binnenzijde van bestaande muren: diagnose', en 'Isolatie langs de binnenzijde van bestaande muren: systemen en dimensionering', oktober 2013
- UCL – Architecture et Climat, gids 'Isolation thermique par l'intérieur des murs existants et briques pleines. Guide d'aide à la conception', april 2011

Proclaimer

We doen er alles aan om de inhoud van de fiches zo correct en objectief mogelijk te maken. Heb je bedenkingen, laat het ons weten door een e-mail te sturen naar jouw steunpunt. Je kan het steunpunt van jouw provincie terugvinden op www.do.vlaanderen.be/provinciale-en-stedelijke-steunpunten.

Datum: 30 september 2016 (laatste wijziging fiche)

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze fiche mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

