



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

Groene gids

Binnengevelisolatie van monumenten: dampopen of capillair actief?

Wegwijzer voor vakmensen

Voor wie is deze groene gids?

Deze gids is speciaal bedoeld vakmensen zoals aannemers, architecten, duurzaamheidsadviseurs en monumentenambtenaren. Zij kunnen in deze gids lezen:

- » wat het verschil is tussen de capillair actieve en dampopen methode van gevelisolatie;
- » wanneer welke methode het meest geschikt is;
- » wat per isolatiemethode de belangrijke aandachtspunten zijn bij het ontwerp en de uitvoering;
- » wat per isolatiemethode ongeveer de kosten zijn.

Inhoud

1. Inleiding	4
2. Spraakverwarring: capillair actief of dampopen	4
3. Werking van isolatiesystemen	5
3.1 Warmte- en vochttransport door een ongeïsoleerde metselwerk wand	5
3.2 Warmte- en vochttransport in een dampopen isolatiesysteem	5
3.3 Warmte- en vochttransport in een capillair actief isolatiesysteem	7
3.4 Varianten capillair actieve isolatiematerialen	7
4. Materiaaleigenschappen	8
4.1 Warmtegeleiding	8
4.2 Waterdampdiffusieweerstandsgetal	8
4.3 Invloed van het materiaalvochtgehalte	
4.4 Waterabsorptiecoëfficiënt	8
5. Opgelegde houten balken	12
6. Kosten	12
7. Tot slot	13
8. Begrippen	14
Warmtetransport	14
<i>Geleiding, convectie en straling</i>	14
<i>Warmtegeleidingscoëfficiënt</i>	14
<i>Warmteweerstand</i>	14
<i>Warmtedoorgangcoëfficiënt</i>	14
<i>Warmtestroomdichtheid</i>	14
Vochttransport	15
<i>Waterdampdruk</i>	15
<i>Dampdiffusie</i>	15
<i>Waterdampdiffusieweerstandsgetal: mu-waarde</i>	15
<i>Diffusie-equivalente luchtdikte: Sd-waarde of mu-d-waarde</i>	15
<i>Waterabsorptiecoëfficiënt</i>	15
<i>Convectief damptransport</i>	15
9. Meer informatie	16

1. Inleiding

In 2019 bracht de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed de brochure 'Isolatie van historische gebouwen. Wegwijzer voor vakmensen' uit. Daarin komen drie isolatiemethoden aan bod: dampdicht, dampopen en capillair actief. In de praktijk blijkt er echter verwarring te bestaan over de verschillen daartussen. Deze brochure gaat dieper in op dampopen en capillair actieve methoden, de specifieke eigenschappen en waarop te letten bij de materiaalkeuze en toepassing.

2. Spraakverwarring: capillair actief of dampopen

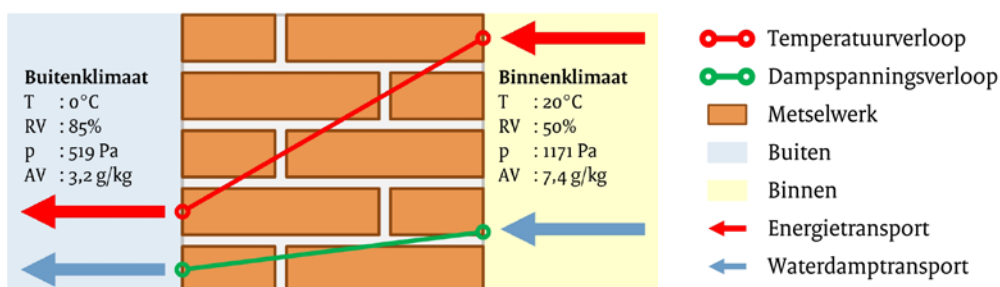
In veel brochures wordt gesproken over dampopen isolatie. Deze hebben een laag waterdampdiffusieweerstandsgetal (anders gezegd: ze zijn in staat eenvoudig waterdamp te geleiden). Capillair actieve isolatiesystemen zijn per definitie dampopen. Én ze kunnen water vasthouden en herverdelen. Een voorbeeld zijn isolatieplaten van calcium silicaat. Maar niet alle dampopen isolatiemethoden zijn capillair actief. Neem dekens van minerale wol: die kunnen wel waterdamp geleiden, maar geen water vasthouden. Ze hebben een ander capillair gedrag. Het is belangrijk de verschillen te kennen om voor elke situatie een passende methode te kiezen die op de lange termijn geen bouwfysische problemen geeft. De precieze verschillen en mogelijke gevolgen worden hieronder verder toegelicht.

3. Werking van isolatiesystemen

Capillair actieve isolatiemethoden, die bestaan uit een isolatiemateriaal met een hoge buffercapaciteit voor water, werken anders dan traditionele isolatiemethoden, die bestaan uit isolatiemateriaal en een dampremmende laag. In het laatste geval is het nadrukkelijk de bedoeling inwendige condensatie te voorkomen. Bij een capillair actief systeem is inwendige condensatie vaak onvermijdelijk, maar dat geeft meestal geen schade. De gebruikte materialen kunnen het water namelijk goed opnemen en herverdelen naar binnen toe. Vochtproblemen zullen daardoor kleiner zijn.

3.1 Warmte- en vochttransport door een ongeïsoleerde metselwerk wand

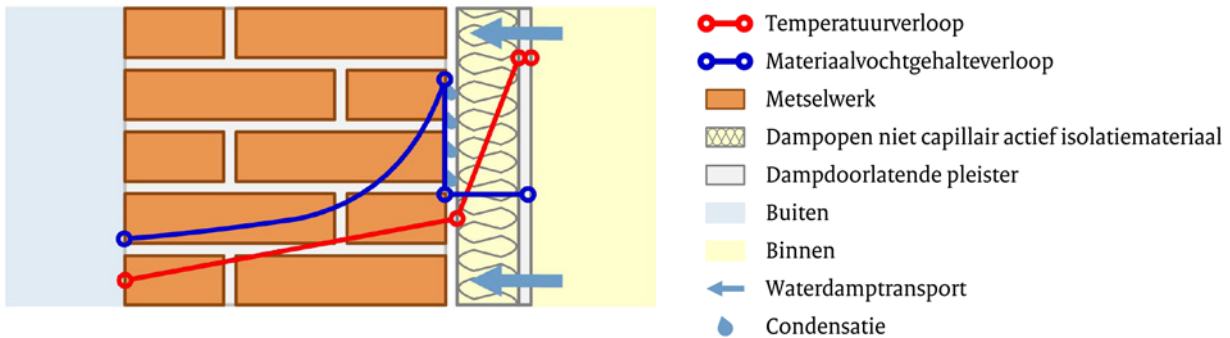
Afbeelding 1 toont een massieve metselwerk wand met aan de buitenzijde een gemiddeld buitenklimaat in de winter (temperatuur 0°C , relatieve luchtvochtigheid 85% en absolute luchtvochtigheid $3,2\text{ g/kg}$) en aan de binnenzijde een gemiddeld binnenklimaat in de winter (temperatuur 20°C , relatieve luchtvochtigheid 50% en absolute luchtvochtigheid $7,4\text{ g/kg}$). De lijnen geven het verloop van de temperatuur en de waterdampconcentratie (ook wel: waterdampdruk) weer. In de natuur wil alles in evenwicht zijn. De energie (rode pijl) stroomt van binnen naar buiten, omdat de temperatuur (T) binnen hoger is dan buiten. De waterdamp (lichtblauwe pijl) stroomt ook van binnen naar buiten, omdat de waterdampdruk (p) binnen hoger is dan buiten. Let op: de hoogte van de relatieve luchtvochtigheid (RV) speelt geen rol, omdat die een afgeleide is van de temperatuur en de waterdampdruk.



Afbeelding 1

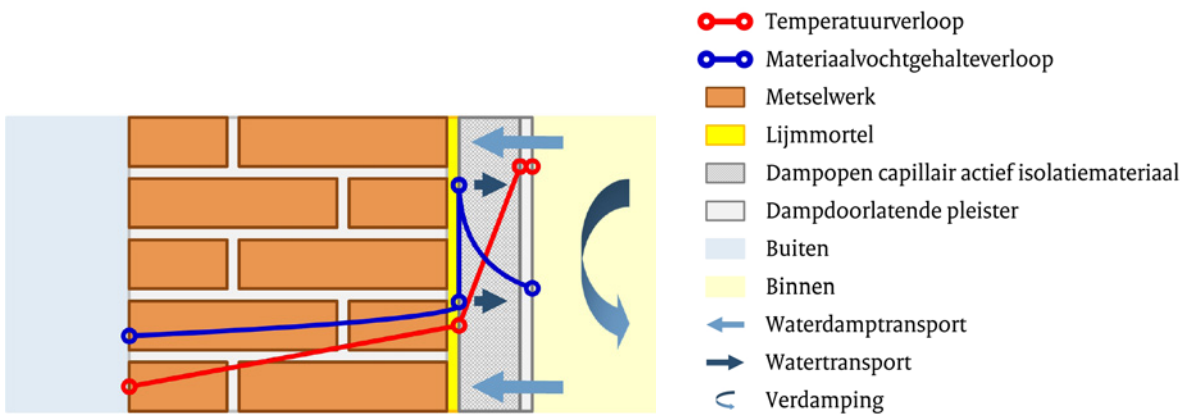
Temperatuur- en waterdamptransport in een massieve, niet geïsoleerde metselwerk wand

¹ In de praktijk spreken we vaak over temperatuur (T) en relatieve luchtvochtigheid (RV). Bij het onderhoud van panden zijn dat ook vaak de grootheden die we meten met dataloggers. Damptransport wordt echter niet veroorzaakt door een verschil in relatieve luchtvochtigheid, maar door een verschil in partiële waterdampdruk (p) of absolute luchtvochtigheid (AV). De laatste twee kunnen in elkaar worden omgerekend. Het is ook de absolute luchtvochtigheid die installatieadviseurs willen beïnvloeden om de relatieve luchtvochtigheid te beheersen.



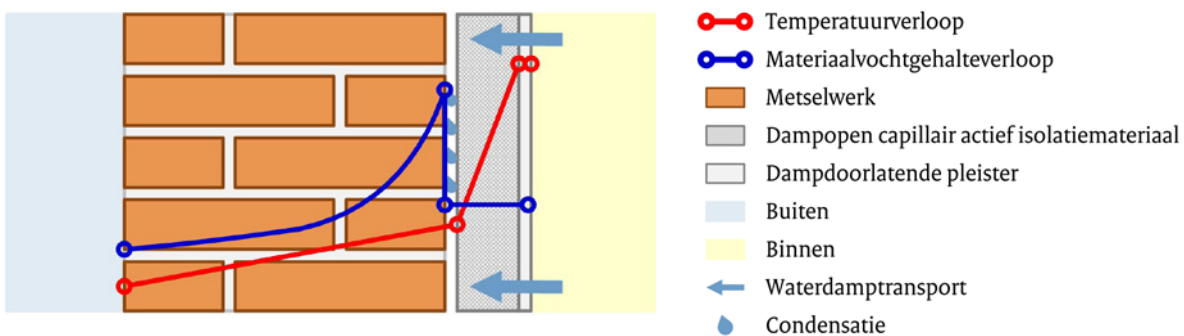
Afbeelding 2

De werking van een dampopen isolatiesysteem, aangebracht op een massieve metselwerk wand (met spouw)



Afbeelding 3

De werking van een capillair actief isolatiesysteem, met lijm mortel aangebracht op een massieve metselwerk wand



Afbeelding 4

De werking van een capillair actief isolatiesysteem dat faalt door onvoldoende aansluiting

3.2 Warmte- en vochttransport in een dampopen isolatiesysteem

Wanneer aan de binnenzijde van een metselwerk wand een dampopen isolatielaag wordt geplaatst met een laag waterdampdiffusieweerstandsgetal (dus: goede geleiding van waterdamp) en een dampopen binnenaferking, maar zonder een dampremmende laag, is er kans op inwendige condensatie (*Afbeelding 2*). Warme en vochtige lucht van binnen kan ongehinderd het isolatiemateriaal indringen (lichtblauwe pijlen). Bij het meer dampdichte metselwerk, dat door het na-isoleren kouder is geworden, zal de vochtige lucht afkoelen en condenseren (blauwe druppels). Het condenswater zal vooral worden opgenomen door het metselwerk, en het materiaalvochtgehalte zal toenemen (blauwe lijn). Een teveel aan condenswater kan afstromen en verzamelen op een meer vochtgevoelig gebouwonderdeel zoals een vloer of balk en daar schade aanrichten. Denk aan het rotten van balkkoppen, corrosie van muurankers en schimmelgroei.

3.3 Warmte- en vochttransport in een capillair actief isolatiesysteem

Afbeelding 3 toont een buitengevel die aan de binnenzijde geïsoleerd is met een capillair actief isolatiemateriaal zoals calcium silicaat. Door het lage waterdampdiffusieweerstandsgetal van de capillair actieve isolatie kan waterdamp makkelijk tot aan het metselwerk stromen (lichtblauwe pijlen). Het metselwerk is dampdichter én kouder door het isolatiepakket. De lijmlaag is ook dampdichter dan de capillair actieve isolatie. Op de overgang van lijmlaag en capillair actieve isolatie kan daardoor inwendige condensatie ontstaan. Dit is nagenoeg onvermijdelijk, zeker bij een hoge relatieve luchtvochtigheid binnen. Het isolatiemateriaal heeft echter een fijne poriestructuur van 0,1 tot 1 µm (micrometer). Ter vergelijking, metselwerk heeft een poriestructuur van 0,1 tot 100 µm. De fijne poriën van het isolatiemateriaal zorgen voor een grote vochtbuffering en maken watertransport naar binnen toe mogelijk (donkerblauwe pijlen). Inwendige condensatie wordt op die manier gebufferd.

Op gunstige momenten, wanneer de waterdampconcentratie binnen laag genoeg is, zoals in de zomer, zal dat gebufferde vocht door verdamping weer kunnen verdwijnen (blauwe gebogen pijl). Omdat capillair actief isolatiemateriaal het condens vasthoudt, zijn de gevolgen voor de constructie veel kleiner dan bij de dampopen isolatiemethode.

Een belangrijke voorwaarde is wel dat het metselwerk en capillair actieve isolatiemateriaal goed op elkaar aansluiten. Holtes achter het isolatiemateriaal belemmeren de herverdeling van het condenswater en droging naar binnen toe (*Afbeelding 4*). In dat geval

zal er, net als bij een dampopen niet-capillair isolatiesysteem (met of zonder spouw), condensatie ontstaan aan de binnenzijde van de buitengevel (blauwe druppels).

3.4 Varianten capillair actieve isolatiematerialen

Er zijn *volledig en gedeeltelijk* capillair actieve isolatiematerialen in de handel. De eerste bestaan uit een homogeen materiaal dat capillair actief is. In het verleden was dat voornamelijk calcium silicaat. Tegenwoordig zijn er ook andere materialen beschikbaar, zoals houtvezelplaat en cellenbeton. Een gedeeltelijk capillair actief isolatiemateriaal bestaat voor een deel ook uit traditioneel isolatiemateriaal, meestal PUR. Soms is er sprake van een functionele (bijvoorbeeld dampremmende) laag in de isolatie. De reden voor zo'n combinatie is meestal om de thermische eigenschappen te verbeteren. Maar dit gaat altijd ten koste van de hygrische prestatie, de omgang met vocht. De prestaties van gedeeltelijk capillair actieve systemen lijken dan ook meer op die van een dampdicht isolatiesysteem.

4. Materiaaleigenschappen

De belangrijkste eigenschap van elke isolatiemethode is een lage warmtegeleidingscoëfficiënt (het materiaal laat weinig warmte door). Daarnaast vereist een capillair actief isolatiemateriaal een laag waterdampdiffusieweerstandsgetal (het laat makkelijk waterdamp door) en een hoge – maar ook niet te hoge² – waterabsorptiecoëfficiënt (het neemt makkelijk water op).

Afbeelding 5 toont de verschillen voor dampdichte en dampopen isolatiemethoden, waarbij de laatste weer zijn onderverdeeld in volledig capillair actief, gedeeltelijk capillair actief en niet capillair actief.

4.1 Warmtegeleiding

De warmtegeleidingscoëfficiënt (symbool λ , eenheid W/mK) geeft aan in welke mate een materiaal warmte doorlaat. Hoe lager het getal, des te moeilijker warmte door een materiaal wordt getransporteerd. Calcium silicaat en andere capillair actieve isolatiematerialen hebben een ongeveer 50% hogere warmtegeleidingscoëfficiënt dan de traditionele isolatiematerialen zoals XPS, PUR en minerale wol met een gemiddelde warmtegeleidingscoëfficiënt van 0,04 W/mK (*Afbeelding 6*).

Het verschil in warmtegeleiding tussen de traditionele isolatiematerialen PUR en minerale wol, en het capillair actieve isolatiemateriaal calcium silicaat is duidelijk zichtbaar. Dit kan bij volledig capillair actief isolatiemateriaal oplopen tot 100% (twee keer zo hoog). Dit betekent in de praktijk dat grotere dikten nodig zijn om een bepaalde warmteweerstand te realiseren. Bij gedeeltelijk capillair actieve isolatiematerialen is het verschil wat kleiner.

Afbeelding 7 laat zien dat voor een warmteweerstand van 2,5 m²K/W een laag van 8,3 cm minerale wol volstaat, terwijl bij gebruik van calcium silicaat een dikte van 15 cm nodig is.

4.2 Waterdampdiffusieweerstandsgetal

Het waterdampdiffusieweerstandsgetal (mu-waarde, symbool μ) geeft aan in hoeverre een materiaal in staat is waterdamp te geleiden. Hoe lager het getal, des te eenvoudiger het waterdamptransport. Om droging naar binnen mogelijk te maken moet het isolatiemateriaal dampopen zijn. Het waterdampdiffusieweerstandsgetal van een volledig capillair actief isolatiemateriaal ligt doorgaans tussen de 3 en 6. Van een gedeeltelijk capillair actief isolatiemateriaal is de mu-waarde (iets) hoger (*Afbeelding 8*). Het waterdamptransport verloopt dus moeizamer.

Het waterdampdiffusieweerstandsgetal van de lijmlaag bij capillair actieve isolatie ligt doorgaans tussen de 11 en 35 en is dus wat dampdichter (niet weergegeven in *Afbeelding 8*). In combinatie met een hogere warmtegeleidingscoëfficiënt leidt dit tot condensatie tussen de lijmlaag en het capillair actieve isolatiemateriaal en niet nabij het metselwerk. De isolatielaag kan het condens zo makkelijker bufferen. Keerzijde is dat het materiaalvochtgehalte in de isolatielaag oploopt.

4.3 Invloed van het materiaalvochtgehalte

















Een toename van het materiaalvochtgehalte in het isolatiemateriaal zal leiden tot een toename van de warmtegeleidingscoëfficiënt. Het materiaal isoleert daardoor dus slechter.

4.4 Waterabsorptiecoëfficiënt

Hoe hoger de waterabsorptiecoëfficiënt van het isolatiemateriaal, des te makkelijk de herverdeling van de condensatie en het transport naar binnen toe. Voor capillair actieve isolatiematerialen moet dit getal dus hoog zijn, circa 0,5 kg/m²s^{0,5} of meer.




Afbeelding 9 toont de waterabsorptiecoëfficiënt voor een aantal traditionele (PUR en minerale wol met dampremmende laag), volledig capillair actieve (calcium silicaat en houtvezelplaat) en gedeeltelijk capillair actieve isolatiematerialen (product A, B en C). Voor calcium silicaat en voor product A zijn twee getallen uit verschillende bronnen opgenomen. In de afbeelding ontbreken de waterabsorptiecoëfficiënten voor de lijmlagen. Deze zijn doorgaans tot 40% lager dan die voor het capillair actieve isolatiemateriaal, met uitzondering van product A, bron 1. Een lagere waterabsorptiecoëfficiënt van de lijmlaag beperkt het risico dat slagregen het capillair actieve isolatiemateriaal bereikt én vermindert de herverdeling van condensatie richting het metselwerk.

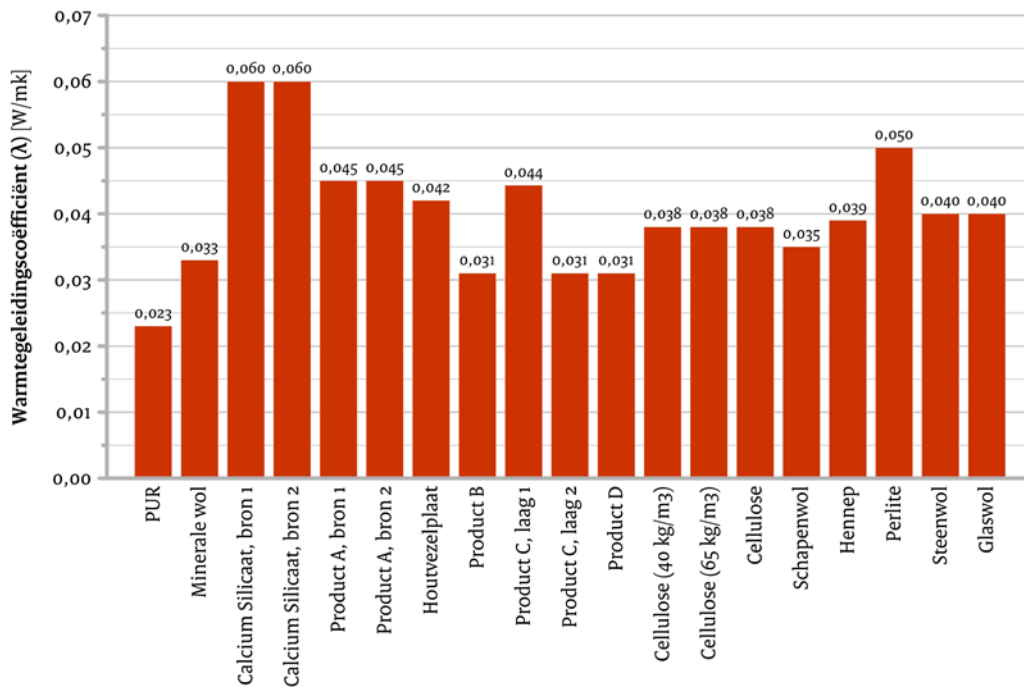
² Ook weer niet te hoog, want dan bestaat het risico dat het materiaal te veel vocht uit het metselwerk naar binnen trekt, bijvoorbeeld na slagregen.

		Isolatiemethode			
		Dampdicht	Dampopen		
			Volledig capillair actief Homogeen capillair actief isolatiemateriaal	Gedeeltelijk capillair actief Deels capillair actief en deels traditioneel isolatiemateriaal	Niet capillair actief
Materiaaleigenschap	Warmtegeleidingscoëfficiënt (λ) [W/mK]	 Laag, $\lambda < 0,04$ W/mK  Verwaarloosbaar	 Laag, $\lambda < 0,065$ W/mK	 Laag, $\lambda < 0,065$ W/mK	 Laag, $\lambda < 0,04$ W/mK
	Waterdampdiffusieweerstandsgetal (μ) [-]	 Maakt niet uit  Hoog, $S_d > 100$ m	 Laag, $\mu < 10$	 Deels laag, deels hoog  Afhankelijk van product	 Laag, $\mu < 10$
	Waterabsorptiecoëfficiënt (A) [$\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}^{0,5})$]	 Maakt niet uit  Maakt niet uit	 Hoog, $A > 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}^{0,5})$	 Deels laag, deels hoog	 Laag, $A < 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}^{0,5})$

Afbeelding 5

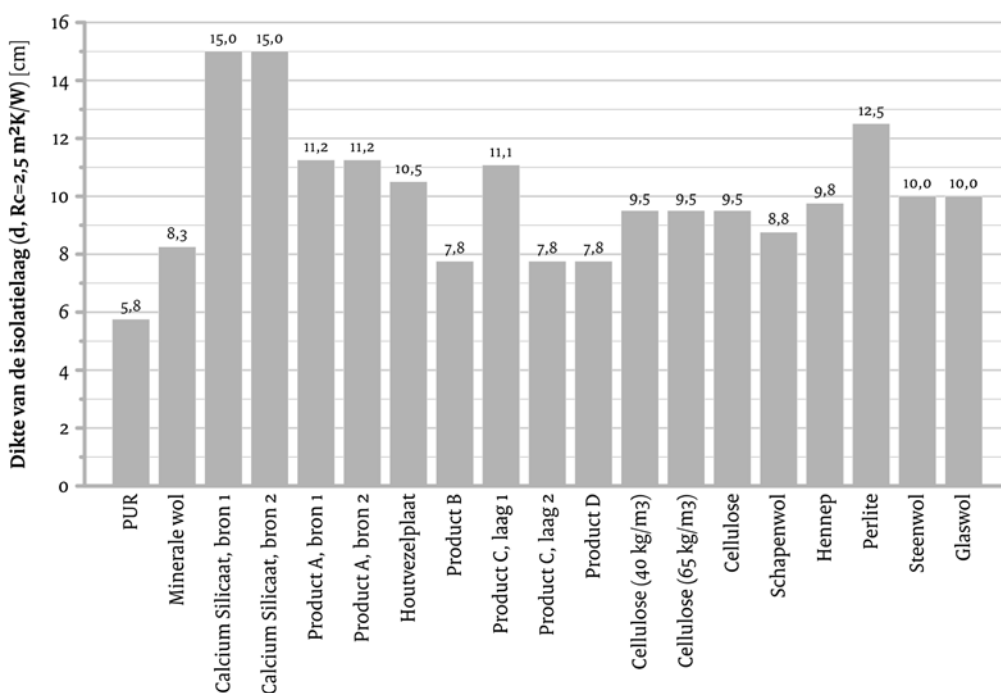
Overzicht van de methoden met materiaaleigenschappen

-  Isolatiemateriaal
-  Dampremmende laag
-  Functionele laag



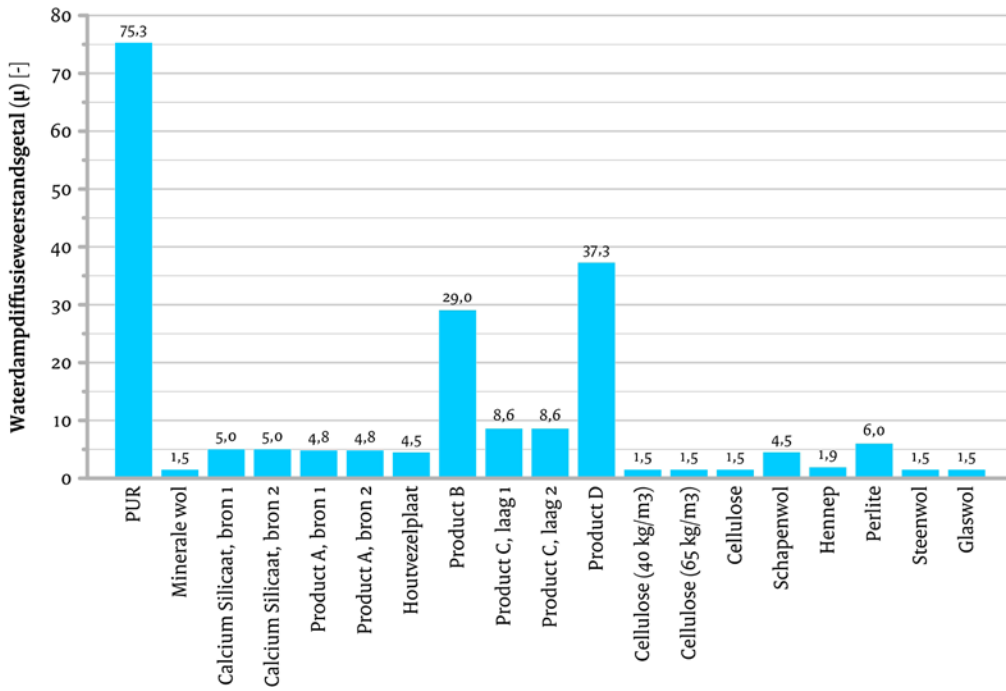
Afbelding 6

De warmtegeleidingscoëfficiënt van materialen en producten (de productnamen in afbeelding 7, 8, 9 en 10 zijn geanonimiseerd).

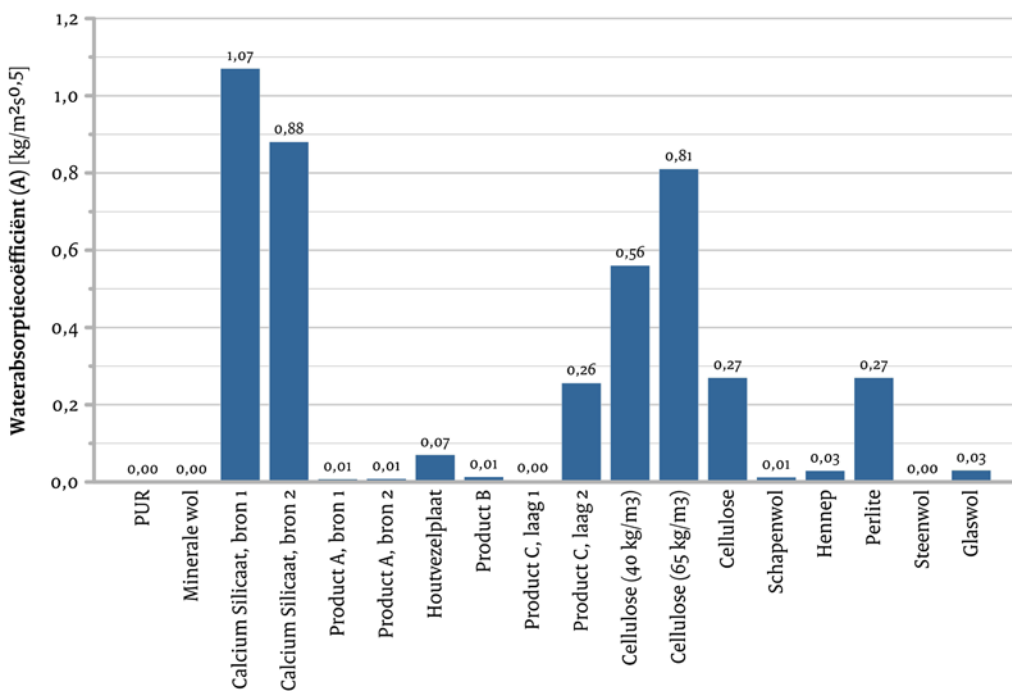


Afbelding 7

De benodigde dikte van materialen en producten om een warmteweerstand van 2,5 m²K/W te verkrijgen



Afbeelding 8
 Het waterdampdiffusieweerstandsgetal van materialen en producten



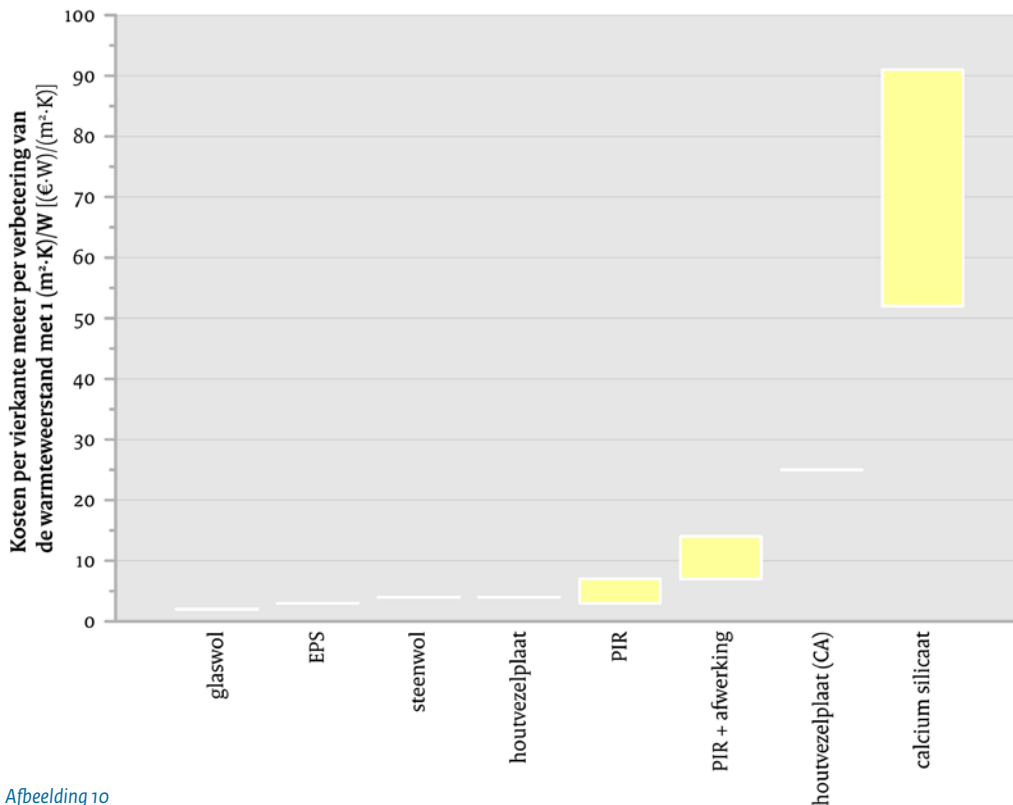
Afbeelding 9
 De waterabsorptiecoëfficiënt van materialen en producten

5. Opgelegde houten balken

Het is zaak het capillair actieve isolatiemateriaal goed luchtdicht op houten balken te laten aansluiten. Uit onderzoek blijkt dat een zorgvuldige luchtdichting van calcium silicaat isolatiemateriaal rondom de balkkop, bijvoorbeeld met tape en PUR of hennep, belangrijk is om een hoge relatieve luchtvochtigheid bij de balkkop te voorkomen. Zeker wanneer er een luchtdrukverschil over de gevel aanwezig is, wat veel voorkomt.

6. Kosten

De capillair actieve isolatiemethode is doorgaans duurder dan een traditionele methode. De voordelen moeten dus opwegen tegen de nadelen en de hogere kosten. Kijk goed naar de efficiëntie, oftewel: hoeveel kost het per vierkante meter om de Rc-waarde met $1 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ te verbeteren.³ Bij houtvezelplaten, met een beperkte capillaire activiteit, liggen de kosten ongeveer 3,5 keer hoger dan bij traditionele isolatiematerialen. Bij platen van calcium silicaat, met een hoge capillaire activiteit, zijn de kosten ongeveer 18 keer hoger.



Afbeelding 10

Gemiddelde kosten in euro per vierkante meter om de Rc-waarde met $1 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ te verbeteren

³ De kosten zijn bepaald door te kijken naar de consumentenprijs per vierkante meter zonder kosten voor verwerking, afwerking, transport enzovoorts.

7. Tot slot

Capillair actieve isolatiematerialen zijn op de markt gebracht om risico's zoals vorstschade en het rotten van houten balkkoppen te beperken. De werking van capillair actieve isolatiematerialen berust op het herverdelen van condensatie en het transporteren van water naar binnen toe. Daarvoor zijn een hoge waterabsorptiecoëfficiënt en laag waterdampdiffusieweerstandsgetal belangrijk. Het capillair actieve isolatiesysteem is beter in staat om de regenbelasting van gevels te reguleren: het door het metselwerk opgenomen regenwater kan via het capillaire isolatiemateriaal verder naar binnen worden getransporteerd. Dat resulteert in een lagere vochtbelasting van de gevel. Voor een juiste werking van capillair actieve isolatiesystemen moet de binnenaafwerking ook dampopen zijn én blijven. Om die reden bieden fabrikanten vaak één compleet systeem aan: lijm, isolatie en afwerking. Goed om te weten voor de bewoners en bij verkoop iets om door te geven aan de nieuwe bewoners.

Een capillair actief isolatiemateriaal is ook geschikt voor isolatie rondom houten balkopleggingen, mits de kieren rondom zorgvuldig zijn gedicht. Doordat dit isolatiemateriaal in staat is het vocht vanaf het condensatievlak naar binnen te transporteren, kan de relatieve luchtvochtigheid aan het binnenoppervlak oplopen. Dat maakt capillair actief isolatiemateriaal minder geschikt wanneer er aan de binnenzijde vochtgevoelige materialen gebruikt worden of objecten worden geplaatst. Ook de relatieve luchtvochtigheid in de ruimte kan daardoor iets hoger zijn.

Let op: er zijn ook isolatiematerialen die verkocht worden als capillair actief of vochtbufferend, maar een lagere waterabsorptiecoëfficiënt en een hoger waterdampdiffusieweerstandsgetal hebben. Deze zijn dus niet of beperkt capillair actief. De herverdeling van condensatie is daardoor niet of beperkter mogelijk. Ook gedeeltelijk capillair actieve isolatiematerialen lossen dat probleem niet op.

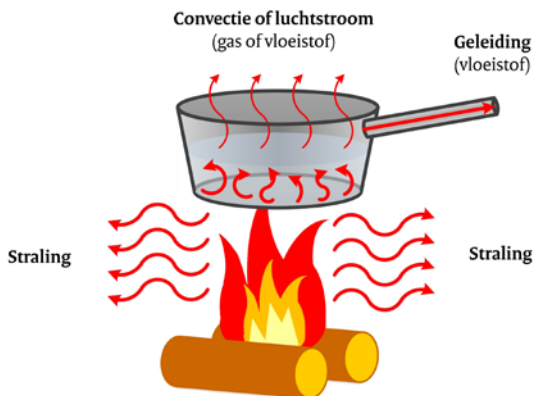
8. Begrippen

Warmtetransport

Geleiding, convectorie en straling

Warmtetransport vindt plaats op drie manieren.

- » Geleiding: verplaatsing van energie doordat moleculen in een materiaal sneller gaan bewegen bij een hogere temperatuur en deze beweging doorgeven aan de nabijge moleculen.
- » Convectorie: verplaatsing van energie via een medium, in gebouwen doorgaans lucht. We onderscheiden twee soorten:
 - » vrije convectorie, als gevolg van een verschil in dichtheid, veroorzaakt door een verschil in temperatuur en druk;
 - » gedwongen convectorie, als gevolg van een andere factor, bijvoorbeeld wind.
- » Straling: de uitzending van energie in het elektromagnetisch spectrum als gevolg van de temperatuur van het object.



Afbeelding 11

Convectorie, geleiding en straling

Warmtegeleidingscoëfficiënt

De warmtegeleidingscoëfficiënt (symbool λ , eenheid W/mK) geeft aan in welke mate een materiaal warmte geleidt. Hoe lager het getal, des te moeilijker warmte door het materiaal wordt getransporteerd.

Warmteweerstand

Bij het warmtetransport speelt de dikte ook een rol. Hoe dikker het materiaal, des te slechter het transport. De warmteweerstand (symbool R , eenheid m^2K/W) combineert de dikte en de warmtegeleidingscoëfficiënt. Hoe hoger de weerstand, des te slechter het transport. De warmteweerstand is te berekenen volgens:

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

Met:

R : warmteweerstand van een laag	[m^2K/W]
d : dikte van de isolatielaag	[m]
λ : warmtegeleidingscoëfficiënt	[W/mK]

De warmteweerstand van een constructie is te bepalen door de warmteweerstanden van de diverse lagen bij elkaar op te tellen:

$$R_c = R_1 + \dots + R_n$$

Met:

R_c : warmteweerstand van de constructie	[m^2K/W]
R_1 : warmteweerstand van de eerst laag	[m^2K/W]
R_n : warmteweerstand van de laatste laag	[m^2K/W]

Warmtedoorgangcoëfficiënt

De warmtedoorgangcoëfficiënt (symbool U , eenheid W/m^2K) is de hoeveelheid energie die per vierkante meter per graad temperatuurverschil wordt doorgegeven. Deze is als volgt te berekenen:

$$U = \frac{1}{0,04 + R_c + 0,13} \quad [W/m^2K]$$

Een lage waarde betekent laag energieverlies. Bij glasconstructies wordt de thermische prestatie uitgedrukt in de U -waarde.

Warmtestroomdichtheid

De hoeveelheid energie die via een constructie getransporteerd wordt, is afhankelijk van de warmteweerstand en het temperatuurverschil over de constructie.

$$q = U \cdot \Delta T$$

Met:

q : warmtestroomdichtheid	[W/m^2]
U : warmtedoorgangcoëfficiënt	[W/m^2K]
ΔT : temperatuurverschil over de constructie	[$^\circ C$]

Vochttransport

Vocht is een algemene term voor vloeibaar en gasvormig water (waterdamp). Ze verplaatsen zich verschillend in een materiaal. Ook de drijvende krachten achter de transportmechanismen verschillen. *Tabel 1* toont voor waterdamp en water de drijvende krachten achter de transportmechanismen.

Waterdampdruk

Lucht bestaat uit allerlei gassen. De voornaamste zijn stikstof (symbool N, ± 78 vol%), zuurstof (symbool O, ± 21 vol%) en argon (symbool Ar, bijna 1 vol%). Er zit ook waterdamp in, maar de hoeveelheid kan variëren. De druk die dit gas uitoefent is de (partiële) waterdampdruk (symbool p_v , eenheid Pa) of (partiële) waterdampspanning. In deze brochure hebben we het ook over waterdampconcentratie.

Dampdiffusie

Dampdiffusie vindt plaats door een verschil in partiële waterdampdruk, het deel van de luchtdruk dat waterdamp zelf uitoefent. Waterdamp zal bewegen van plaatsen met een hoge waterdampdruk naar plaatsen met een lage waterdampdruk.



Afbeelding 12

Het natuurkundige verschijnsel dampdiffusie. In een beker water (blauw) wordt een kleine hoeveelheid wit water gegoten (witte bolletjes). Deze witte vloeistof is kort na ingieten geconcentreerd in de linker bovenhoek. De natuur heeft het liefst alles in evenwicht. Na enige tijd zal de concentratie van de toegevoegde vloeistof over de hele beker gelijk worden. De drijvende kracht is hier het verschil in concentratie van de twee stoffen.

Tabel 1

De drijvende krachten achter de verschillende transportmechanismen van waterdamp en water

Aggregatietoestand	Mechanisme	Drijvende kracht
Waterdamp	Diffusie	Verskil in partiële dampdruk
	Convectie	Verskil in totale luchtdruk
Water	Capillariteit	Verskil in capillaire zuiging
	Zwaartekracht	Massa
	Druk	Verschillen in de totale uitwendige druk

Waterdampdiffusieweerstandsgetal: mu-waarde

Het waterdampdiffusieweerstandsgetal (symbool μ , eenheid -) geeft aan in welke mate een materiaal in staat is om via dampdiffusie waterdamp te geleiden. Hoe lager het getal, des te beter het waterdamptransport. In de productinformatie van isolatiematerialen is dit getal soms niet aangegeven.

Diffusie-equivalente luchtdikte: S_d -waarde of mu-d-waarde

In veel productinformatiebrochures wordt niet het waterdampdiffusieweerstandsgetal gegeven maar de S_d -waarde of mu-d-waarde. Deze waarde is niets anders dan het waterdampdiffusieweerstandsgetal vermenigvuldigd met de dikte in meters. Een voorbeeld: poly-ethyleenfolie, dikte $0,1 \cdot 10^{-3}$ m (0,1 mm), waterdampdiffusieweerstandsgetal 100.000, S_d -waarde 10 m.

Waterabsorptiecoëfficiënt

De waterabsorptiecoëfficiënt (symbool A, eenheid $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}^{0,5})$) geeft aan in welke mate een materiaal water kan absorberen. Hoe hoger het getal, des te meer water het materiaal kan absorberen.

Convectief damptransport

Als gevolg van het totale luchtdrukverschil over een gebouwonderdeel kan lucht van een hoge luchtdruk naar een lage luchtdruk gaan. Bevinden zich in een gebouwonderdeel naden en kieren – wat bijna altijd zo is, zeker in oude historische gebouwen – dan zal lucht door de constructie bewegen. Lucht kan dus van binnen naar buiten en van buiten naar binnen stromen. Deze luchtstroom kan warmte en vocht transporteren. De mate waarin dat gebeurt, hangt af van het verschil in waterdampdruk en de hoeveelheid lucht die getransporteerd wordt. Via de lucht kan doorgaans veel meer en veel sneller waterdamp getransporteerd worden dan door dampdiffusie. Dat is een belangrijke reden om constructies luchtdicht en holtevrij te ontwerpen.

9. Meer informatie

Organisaties

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

InfoDesk

033 – 421 74 56

info@cultureelerfgoed.nl

www.cultureelerfgoed.nl

Informatiepunt voor vragen over cultureel erfgoed

Vereniging van Architecten Werkzaam in de Restauratie (VAWR)

0118 – 65 37 43

info@vawr.nl

www.vawr.nl

Branchevereniging van erkende restauratie-architectenbureaus

Vakgroep Restauratie

033 – 465 94 65

info@vakgroeprestauratie.nl

www.vakgroeprestauratie.nl

Branchevereniging van erkende restauratiebouwbedrijven

Websites

www.cultureelerfgoed.nl/duurzaam

www.stichtingerm.nl/verduurzaming

www.toolkitduurzaamerfgoed.nl

Eerste druk

Onderdeel van de reeks Groene Gidsen

Hoewel deze gids met de grootst mogelijk zorg is samengesteld kan de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed geen enkele aansprakelijkheid aanvaarden voor eventuele fouten of onvolledigheden. Ook kunt u geen rechten ontleen aan deze tekst. Deze gids bevat een beknopte en vrije weergave van wet- en regelgeving. De weergave van producten, diensten en websites betekent niet een vorm van goedkeuring of aanbeveling.

Auteur: Marc Stappers

Beeld: Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed,

Coverfoto: Henry van der Wal - RCE

Taalcorrectie: GemRedactie

Opmaak: Tegenwind grafisch ontwerp bureau

Redactieraad: Evy Vereecken (KU Leuven), Ilse Koreman

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

© Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed | Amersfoort | februari 2021



Nederland is aan het verduurzamen. Isoleren van bestaande gevels is daarbij een belangrijke maatregel. Ook bij monumenten. Dat kan met verschillende methoden: dampopen, dampdicht of capillair actief. Welke het meest geschikt is hangt af van de bouwkundige staat en de monumentale waarden. In deze gids leest u meer over de verschillen tussen dampopen en capillaire actieve isolatiemethoden voor gevels.

Met kennis en advies geeft de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed de toekomst een verleden.

Is dit de juiste gids voor u? Wel als u op zoek bent naar specifieke informatie over de verschillen tussen isolatiemethoden. Voor meer algemene informatie is er een andere gids.