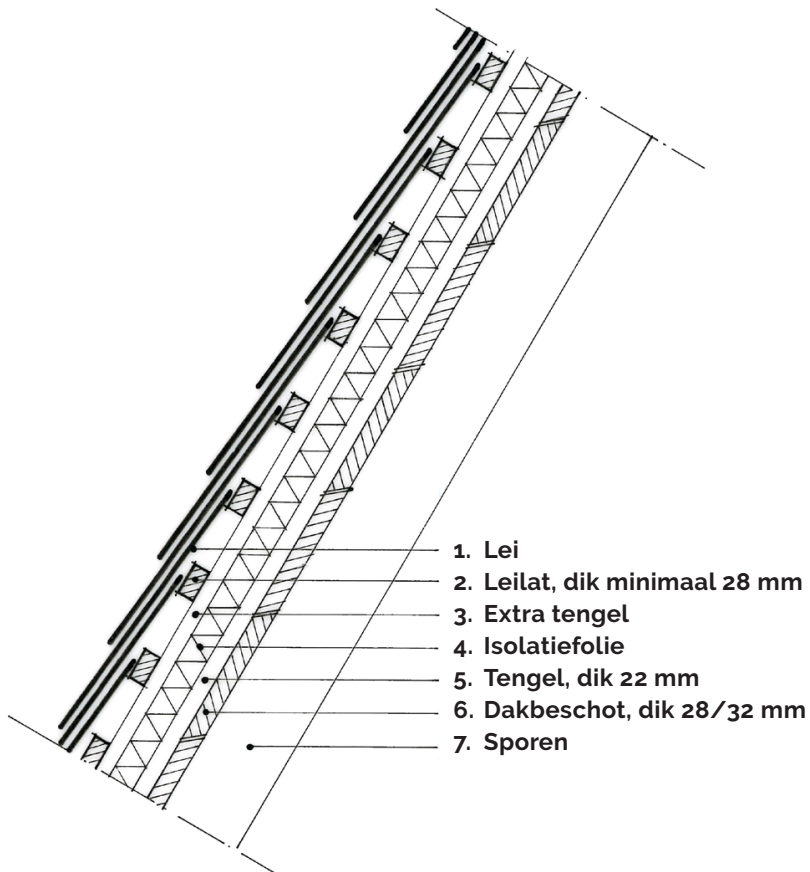


# Buitenisolatie met isolatiefolie



## Beschrijving

Buitenisolatie is bouwfysisch de beste oplossing omdat koudebruggen worden voorkomen en het risico van condensatie in de dakconstructie wordt beperkt. Isolatiefolie kan hiervoor worden toegepast. Deze folie bestaat uit diverse lagen aluminiumfolie met daartussen lucht of isolatiemateriaal en heeft tevens een waterkerende functie (W1) en zorgt voor een goede luchtdichting. Er is echter nog veel onbekend over de bouwfysische effecten en de daadwerkelijke energiebesparing van deze folies. De isolerende werking wordt in belangrijke mate bepaald door de thermische weerstand van de luchtsponwen tussen de isolatiefolie en de constructie. Voor een optimaal effect is daarom een spouw van minimaal 20 mm nodig aan weerszijden van de isolatiefolie. Isolatiefolie moet minimaal 10 mm vrij blijven van de onderkant van de leilatten, zodat de afvoer van eventueel regenwater en vocht niet wordt geblokkeerd. Daarom worden extra tengels boven op de folie aangebracht. De verhoging van het dakvlak is ongeveer gelijk aan de foliedikte plus 30 mm (ten behoeve van de vereiste spouw aan de onderzijde en een toeslag voor uitzak-

king van de folie). De folie is van zichzelf dampdicht, dus dampopen isoleren is met isolatiefolie niet mogelijk. Isolatie vermindert de natuurlijke ventilatie en wijzigt de vochtbalans, waardoor er vaak extra luchtverversing nodig is. De ventilatievoorziening moet hierop afgestemd worden.

### Randvoorwaarden toepassing

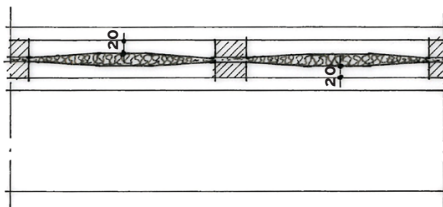
Voorwaarde voor toepassing van buitenisolatie is dat de dakaansluitingen, zoals bij gevels, schoorstenen, dakkapellen en daklichten, vanwege de verhoging van het dakvlak goed en zonder beeldverstoring kunnen worden uitgevoerd. Het dakvlak met leien moet altijd lager liggen dan de geveltop om een goede loodafdekking aan te kunnen brengen bij de rand. Isoleren aan de buitenzijde is bij rijndekking nagenoeg nooit mogelijk vanwege de realisatie van stijglijnen. Met isolatiefolie is het mogelijk om complexe dakvlakken te isoleren en doorzakkingen in het dakvlak te behouden.

### Geschiktheid voor isolatiemethode

✓ Dampdicht

### Uitvoeringsinstructies

1. **Leien** - De leien worden doorgaans niet hergebruikt maar vervangen.
2. **Leilatten** - De leilatten worden vernieuwd.
3. **Extra tengels** - De isolatiefolie wordt op de bestaande tengels vastgezet met extra tengels. De dikte van de extra tengels is ongeveer gelijk aan 50% van de foliedikte plus 10 mm voor de vereiste speling onder de leilatten. Dit tezamen met de leilatten zorgt voor voldoende spouwruijnte aan de bovenzijde (minimaal 20 mm) om de thermische werking van de isolatiefolie te waarborgen.



4. **Isolatiefolie** - De isolatiefolie wordt over de (opgehoogde) tengels gespannen en vastgezet. Daarbij wordt de folie tussen de tengels nagenoeg volledig samengedrukt. De isolatiefolie dient vrij te blijven van het dakbeschoot en de leilatten. De overlappende langs- en dwarsnaden tussen de stroken en aansluitingen rondom moeten zorgvuldig met de door de fabrikant voorgeschreven materialen worden afgedicht.
5. **Tengels** - De bestaande tengels kunnen in principe blijven zitten en moeten worden opgehoogd tot 50% van de foliedikte plus 30 mm, voor de vereiste spouw aan de onderzijde van de folie.
6. **Dakbeschoot** - Het dakbeschoot kan in principe blijven zitten. Aangetaste delen kunnen vernieuwd worden.
7. **Sporen** - De sporen blijven zitten.

# Aanbrengen van isolatie

## Algemeen

Bij monumenten staat behoud van de monumentale waarden altijd voorop. Daarom moet allereerst worden bekeken of verantwoord isoleren mogelijk is met behoud van de monumentale waarden.

## Isolatiemethode

In principe zijn er twee methoden van na-isolatie namelijk dampdicht en dampopen, waarbij dampopen is te verdelen in niet-capillair actief en capillair actief. Dampopen niet-capillair actief isoleren is in het algemeen te risicovol.

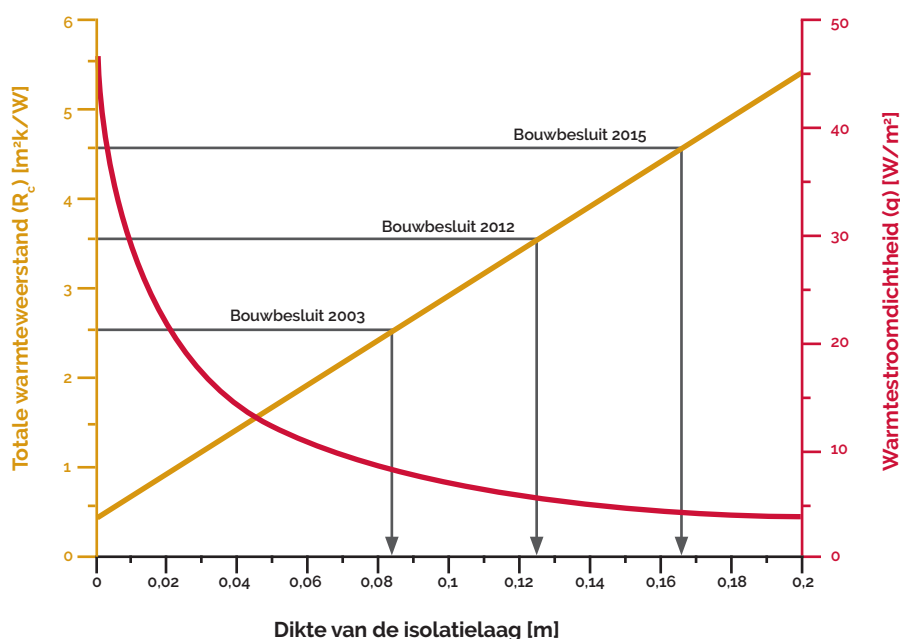
Voor een verantwoorde keuze van de isolatiemethode en samenstelling van het isolatiepakket is een bouwfysische berekening nodig. Hiermee wordt onder meer het dauwpunt bepaald om te voorkomen dat het aanbrengen van isolatie leidt tot condensatie in de constructie of het isolatiemateriaal. De bouwfysische berekeningen moeten een dynamische berekening over het hele jaar betreffen,

conform NEN-EN-ISO 13788. Een statische berekening - zoals de Glaser-methode - voldoet niet.

## Isolatiedikte

Vanwege behoud van de monumentale waarden en de gunstige bouwfysische kwaliteiten van een monument is beperking van de dikte van het isolatiepakket wenselijk. Hierdoor ontstaan ook minder problemen bij de uitvoering, zoals bij buitenisolatie waarbij de aansluitproblemen bij onder meer dakgoten groter worden bij toenemende isolatiedikte. Beperking van de isolatiedikte wordt ook ingegeven door het feit dat de eerste centimeters isolatie de grootste besparingsbijdrage opleveren.

In de grafiek zijn de warmteweerstand en warmtestroomdichtheid in relatie tot de isolatiedikte weergegeven. De warmteweerstand (oranje lijn in grafiek) neemt lineair toe met de isolatiedikte. Dit betekent dat elke centimeter isolatie resulteert in dezelfde toename van de warmteweerstand. Het



Warmteweerstand en warmtestroomdichtheid in relatie tot isolatiedikte  
(Bron: RCE, Na-isolatie van historische woonhuizen)

warmteverlies door de constructie wordt echter bepaald door de warmtestroomdichtheid. De warmtestroomdichtheid is namelijk de hoeveelheid warmte die per seconde door een vierkante meter materiaal stroomt. De warmtestroomdichtheid (rode lijn in grafiek) neemt exponentieel af met de toename van de isolatiedikte. Naarmate de isolatiedikte toeneemt vlakt de lijn dus steeds verder af. Dit betekent dat elke centimeter isolatie die wordt toegevoegd steeds minder effectief is. Vanuit het oogpunt van monumentaal waardenbehoud, energiebesparing en materiaalgebruik dient de isolatiedikte liefst beperkt te blijven; meestal is een maat tot ongeveer 50 mm reëel.

## Isolatiematerialen

Er bestaan diverse soorten isolatiematerialen zoals: minerale wol, schuimisolatie en natuurlijke isolatiematerialen.<sup>1</sup>

- **Mineraal:** isolatiemateriaal op basis van gesponnen draden van gesmolten glas (glaswol) of steen (steenwol). Deze materialen hebben een wat lagere isolatiewaarde, zijn dampopen en kunnen vanwege de kleine vezelstructuur schadelijk zijn voor de gezondheid bij het aanbrengen en verwijderen.

- **Schuim:** isolatiemateriaal op basis van petrochemische grondstoffen zoals: PIR, PUR, EPS, XPS en resolschuim. Deze materialen hebben een hoge isolatiewaarde, zijn dampdicht, gemaakt van fossiele grondstoffen, redelijk brandgevaarlijk en stoten giftige stoffen uit bij brand.
- **Natuurlijk:** isolatiemateriaal op basis van natuurlijke grondstoffen zoals: houtwol, katoen, hennep, vlas en kurk. Deze materialen hebben een wat lagere isolatiewaarde, zijn dampopen, circulair en sluiten goed aan bij een traditionele bouwwijze.

In de onderstaande tabel zijn de  $\lambda$ -, Rd- en  $\mu$ -waarden van diverse isolatiematerialen opgenomen.

| Materiaal   | $\lambda$<br>(W/mK) | Rd<br>bij 50 mm isolatie<br>(m <sup>2</sup> K/W) | $\mu$   |
|-------------|---------------------|--|---------|
| Biofoam     | 0,034               | 1,47   | 60      |
| Cellulose   | 0,040               | 1,25   | 1-2     |
| EPS         | 0,035               | 1,42   | 60      |
| Glaswol     | 0,040               | 1,25   | 1-2     |
| Hennep      | 0,040               | 1,25   | 1-10    |
| Houtwol     | 0,040               | 1,25   | 3-5     |
| Katoen      | 0,040               | 1,25   | 2       |
| Kokos       | 0,043               | 1,16   | nb      |
| Kurk        | 0,040               | 1,25   | 5-30    |
| PIR         | 0,023               | 2,17   | 60      |
| PUR         | 0,027               | 1,85   | 60-80   |
| Resolschuim | 0,021               | 2,38   | 90-250  |
| Schapenwol  | 0,035               | 1,42   | 1-2     |
| Steenwol    | 0,040               | 1,25   | 1-5     |
| Vlas        | 0,038               | 1,32   | 1-2     |
| XPS         | 0,030               | 1,67   | 150-250 |

<sup>1</sup> Isolatiefolies zijn doorgaans opgebouwd uit diverse dunne lagen isolatiemateriaal afgewisseld met een laag aluminiumfolie. Het betreft dus geen ander isolatiemateriaal dan de hierboven genoemde materialen, maar het is een samengesteld product.

## Materiaalkeuze

De keuze van het isolatiemateriaal wordt onder meer bepaald door de constructie, gekozen isolatiemethode, bouwfysische eigenschappen, brandwerendheid, levensduur, verwerkbaarheid.

Bij de keuze van het isolatiemateriaal is het ook van belang om de milieubelasting mee te laten wegen. Het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie (NIBE) heeft voor diverse bouwmaterialen een Levens Cyclus Analyse (LCA) uitgevoerd. Zie de website van NIBE ([www.nibe.info/nl/milieu-classificaties](http://www.nibe.info/nl/milieu-classificaties)) voor de meest actuele informatie.

## Aanbrengen isolatie

In alle gevallen bevat het isolatiepakket bij voorkeur geen holtes en is deze luchtdicht. Is dit niet het geval dan kan condensatie op de houten delen van de kapconstructie het gevolg zijn. Dit leidt tot aantasting (houtrot) van de kapconstructie. Vooral bij isolatie aan de binnenzijde is er kans op vochtproblemen door de vaak lastige detailleringen. Isoleren aan de buitenzijde verdient daarom vanuit bouwfysisch oogpunt de voorkeur, aangezien de dakconstructie zich dan aan de warme zijde bevindt.

| Voor- en nadelen             | Warmdak | Kouddak |
|------------------------------|---------|---------|
| Risico inwendige condensatie | ++      | -       |
| Elimineren koudebruggen      | +       | -       |
| Rc-waarde                    | ++      | +       |
| Lucht- en waterdichtheid     | ++      | o       |
| Levensduurverlenging dak     | +       | o       |
| Kosten                       | --      | +       |
| Uitvoering                   | --      | +       |

## Aanbrengen dampfolie (dampdicht isoleren)

Dampdicht isoleren aan de binnenzijde vereist een zeer zorgvuldige damp- en luchtdichte uitvoering, om afdoende afsluiting te kunnen garanderen. Bij isolatie aan de binnenzijde van de constructie ontstaat namelijk het risico van condensatie. Om dit te beperken moet een damscherf aan de warme zijde van de isolatie worden aangebracht. Bij buitensolatie is het condensatierisico minder groot, maar wordt veiligheidshalve ook een damscherf geadviseerd. Een damscherf is meestal een kunststof-folie al dan niet met een aluminium cachering. De dampfolie kan op of tussen de sporen of gordingen worden aangebracht. Openingen in dampfolies ten behoeve van dakdoorvoeren en elektravoorzienin-

gen moeten vermeden worden. De naden ter plaatse van de overlapping van de foliebanen en bij de aansluitingen op de dakconstructie en doorvoeren moeten luchtdicht worden afgeplakt met speciale tape. De folie mag niet geperforeerd worden.

In de praktijk blijkt dat de luchtdichtheid van dampfolies op termijn niet goed gegarandeerd kan worden. Dit wordt onder meer veroorzaakt door werking van de houten constructie en mogelijke doorboringen van de folie tijdens het gebruik van het gebouw. Daarom is een goede voorlichting van de gebouwgebruikers van belang om na het isoleren van een gebouw het risico van vochtproblemen tot een minimum te beperken.

## Keuze dampfolie

De mate van dampremmendheid van dampfolie wordt uitgedrukt in Sd. Hoe hoger deze waarde hoe minder damp er wordt doorgelaten. De benodigde dampremming is afhankelijk van de opbouw van de constructie en de vochtbelasting. Het risico op condensatie kan worden bepaald met een dampspanningsberekening. In veel gevallen zal een 0,2 mm PE-folie een voldoende dampdiffusieweerstand ( $S_d = 13 \text{ m}$ ) bieden. Maar in een zeer vochtige omgeving zal een hogere dampdiffusieweerstand nodig zijn. Vraag bij dergelijk specifiek gebruik altijd een deskundig advies.

## Uitvoeringscontrole

Tijdens de uitvoering moet het correct aanbrengen van isolatie, dampfolies en de binnenafwerking gecontroleerd worden. Het is verstandig dit te controleren na het aanbrengen van elke laag afzonderlijk. Preventie is essentieel omdat fouten kunnen leiden tot onherstelbare schade aan het monument of zeer hoge herstelkosten. Controle kan door middel van visuele inspecties tijdens de uitvoering. Achteraf kunnen metingen worden uitgevoerd, zoals thermografische opnames (isolatiefouten) en blowerdoortests (luchtdichtheid). Dit zou in aanvulling kunnen worden gedaan op de inspecties tijdens de werkzaamheden, als extra check. Alleen achteraf metingen uitvoeren is niet aan te bevelen, om hoge herstelkosten achteraf tot een minimum te beperken.

## Ventilatie

Isoleren van de gebouwschil vermindert de natuurlijke ventilatie. De infiltratie van buitenlucht wordt namelijk beperkt doordat kieren worden gedicht en het isolatiepakket de constructie luchtdichter maakt. Een ander gevolg van isolatie is dat koudebruggen in de constructie tot vochtproblemen kunnen leiden. Balkopleggingen, kozijnen en spantbenen zijn voorbeelden van constructiedelen die de isolatielaag doorbreken en een koudebrug vormen. Afhankelijk van het binnenklimaat kan op deze plaatsen condensatie optreden. Na het isoleren van een gebouw is daarom extra ventilatie vereist voor het afvoeren van leefvocht, luchtverversing en om vochtproblemen te vermijden. Gemiddeld kan voor historische gebouwen een ventilatievoud van 0,8 tot 1,0 worden aangehouden. Dit betekent dat per uur 80% tot 100% van de lucht in een ruimte wordt verversed. In vochtige ruimten (badkamer, keuken) is een hoger ventilatievoud nodig en in ruimten met een lage luchtvochtigheid volstaat en lager ventilatievoud.

