

Richtlijnen verduurzaming / isoleren van daken

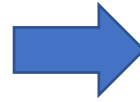
Felix Kusters

Adviseur verduurzaming | Stichting ERM

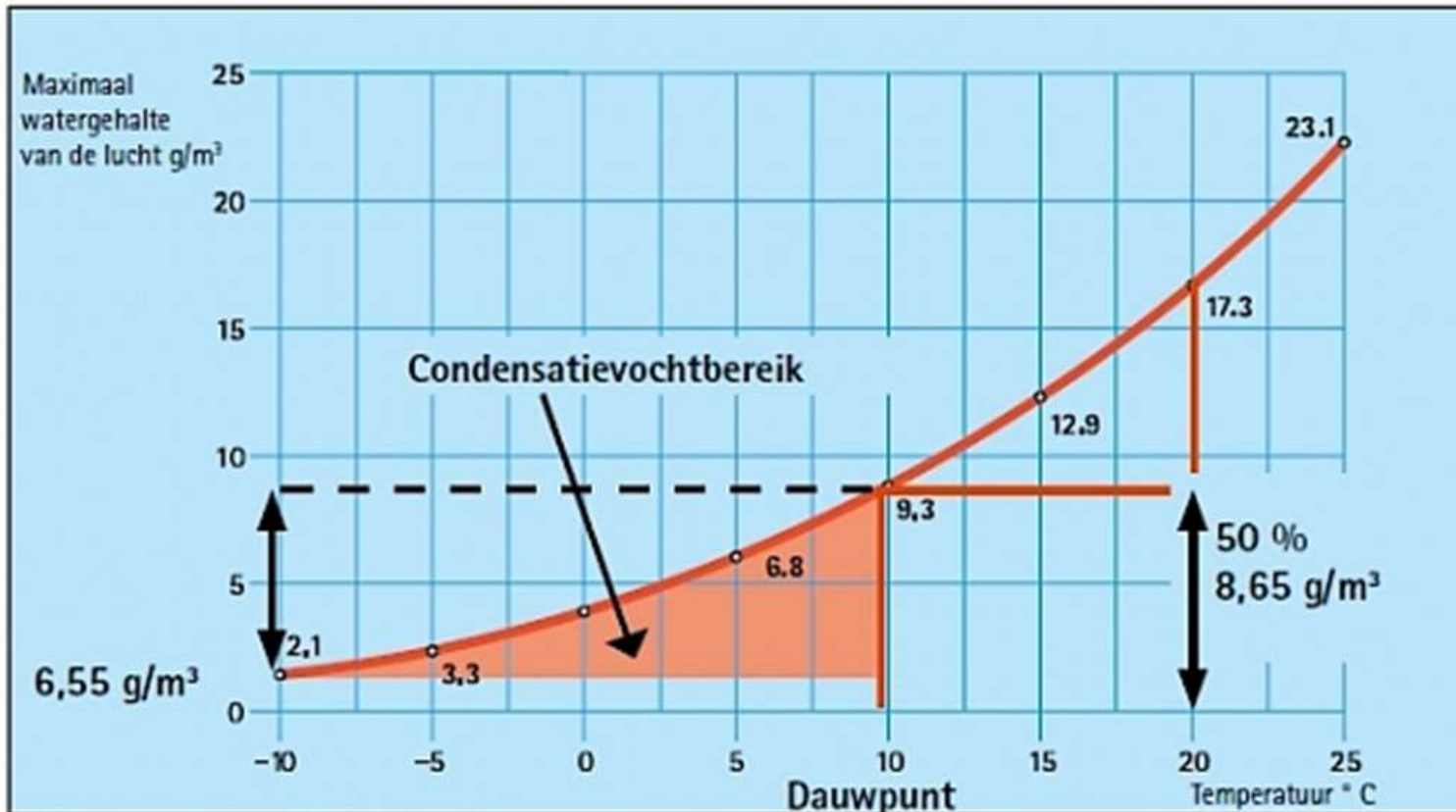


Relatieve vochtigheid

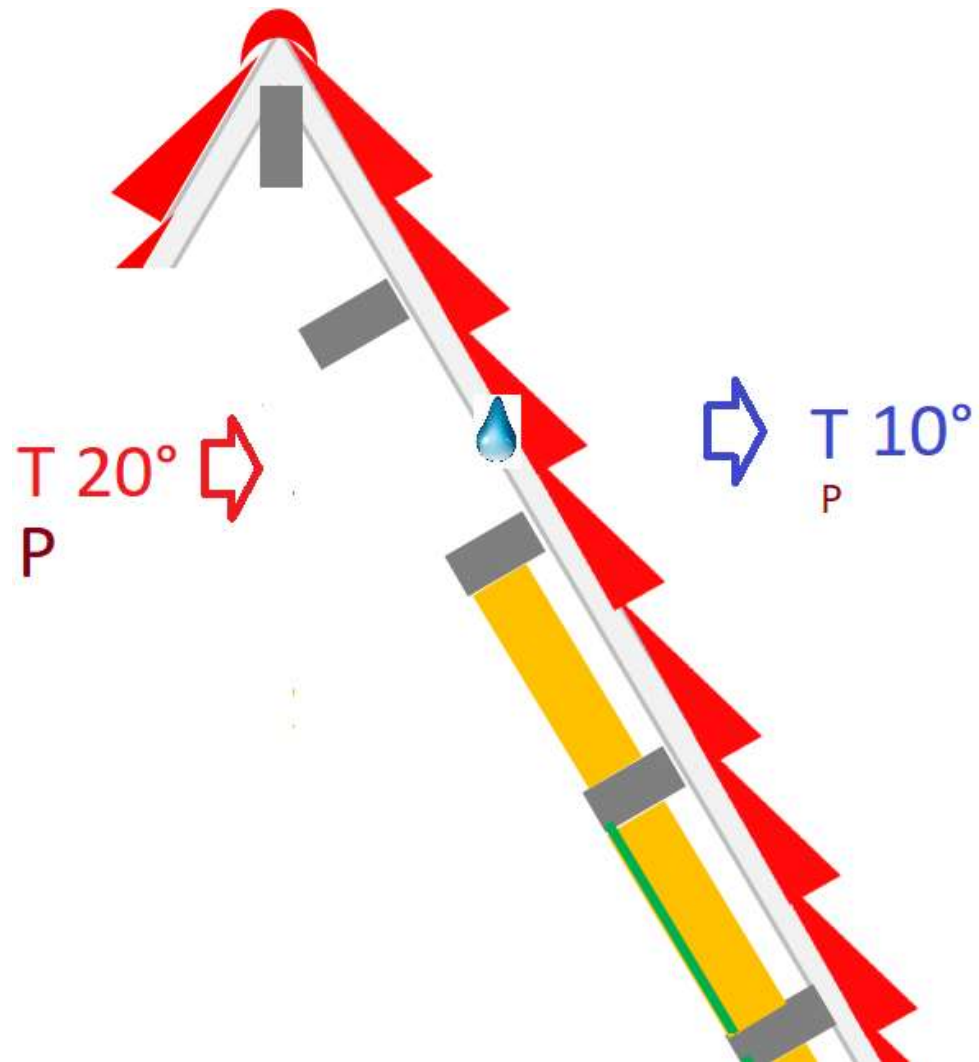
± 10 liter vochtproductie/dag per huishouden



600 m³ lucht 20°C van RV=0% naar RV=100%



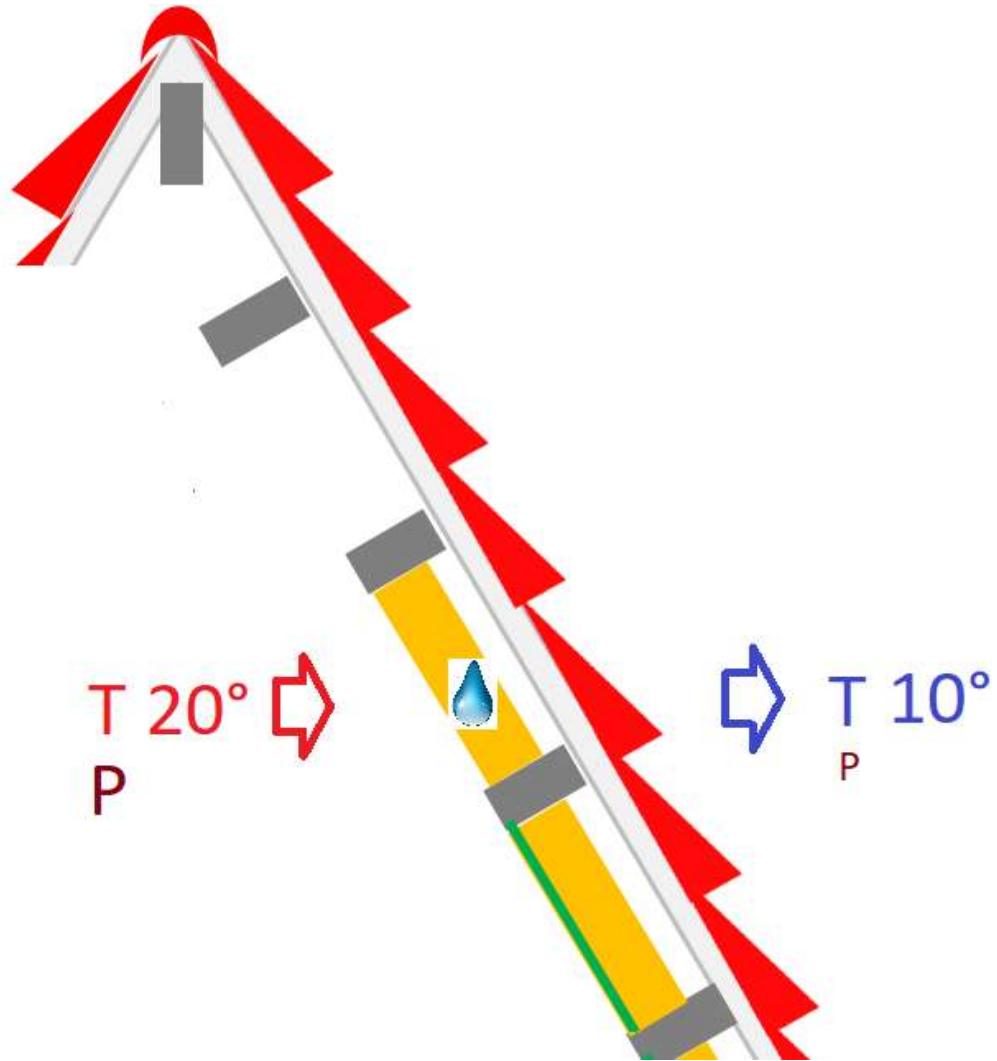
Damptransport kapzone (stookseizoen)



Eeuwenoude dynamische
vochtbalans in monument



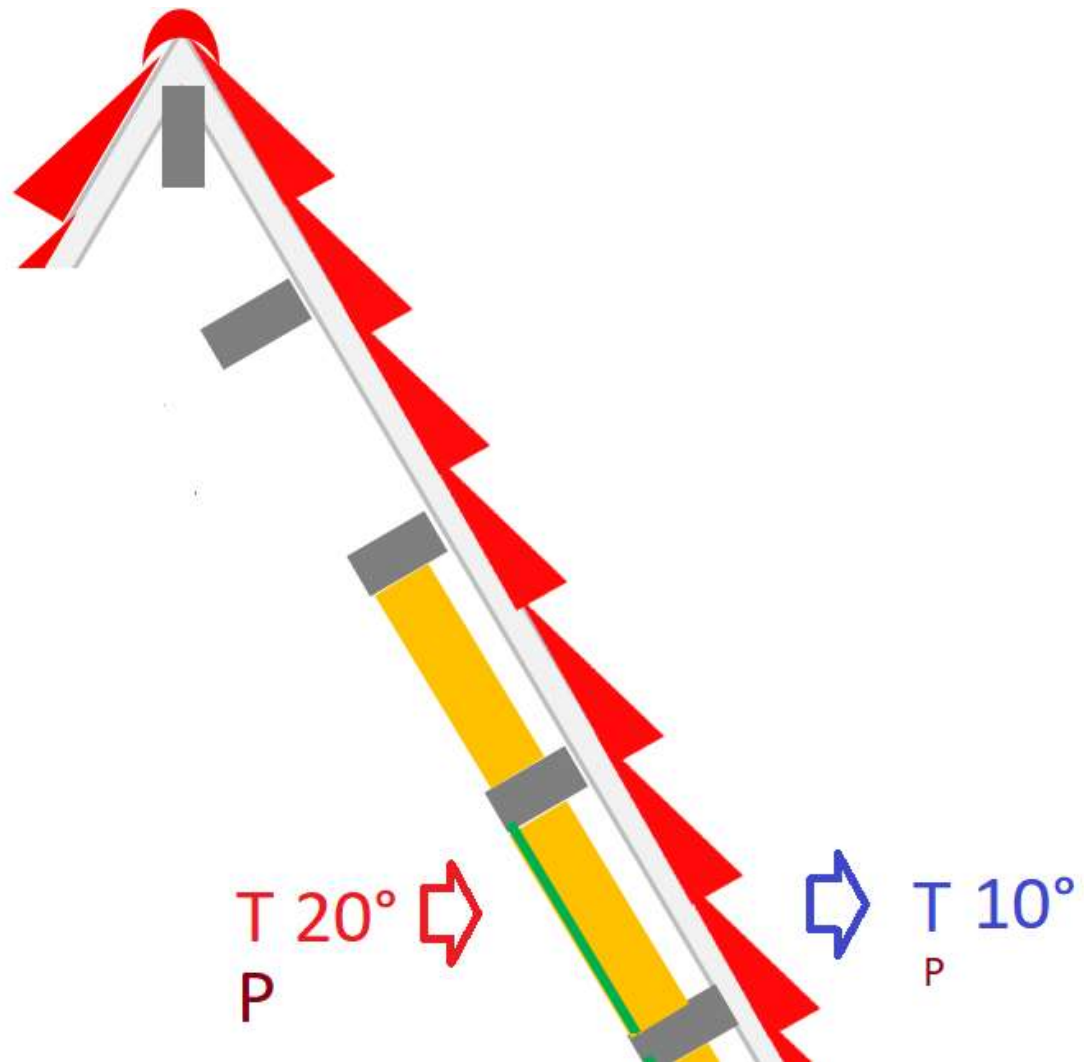
Damptransport kapzone (stookseizoen)



Isolatie verstoort dynamische
vochtbalans in monument



Damptransport kapzone (stookseizoen)



Damprem herstelt dynamische vochtbalans in monument



Vochtgerelateerde problemen



Vochtgerelateerde problemen



Vochtgerelateerde problemen



Vochtgerelateerde problemen



Uitvoeringsrichtlijnen monumentale daken

URL 4004



Isoleren van rieten daken

[Meer informatie](#)

URL 4010



Isoleren van leidaken

[Meer informatie](#)

URL 4011



Isoleren van metalen dakbedekkingen

[Meer informatie](#)

URL 4014



Isoleren van pannendaken

[Meer informatie](#)



Beslisboom

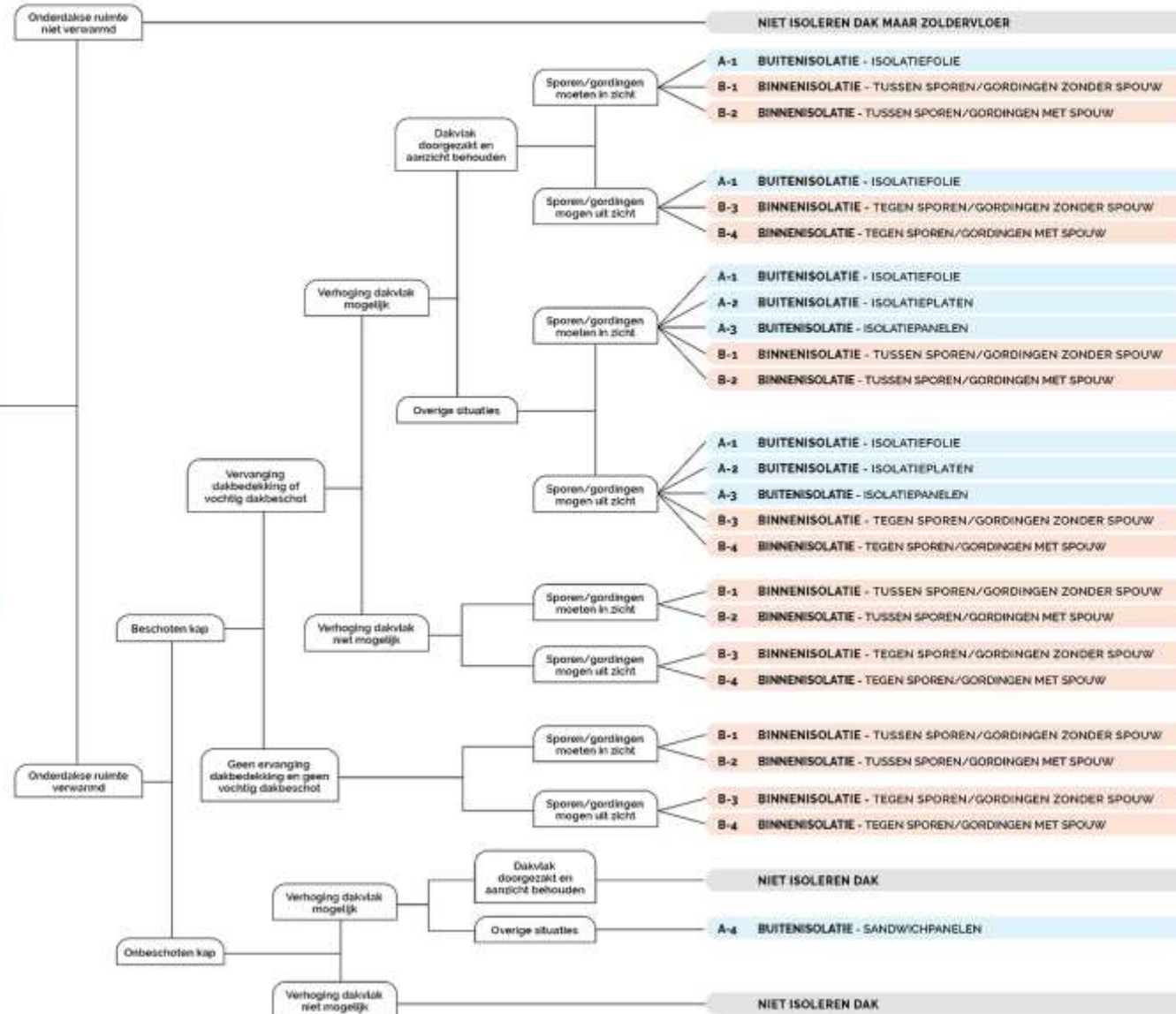
Keuzes

Verschillende keuzes om tot de juiste isolatievariant te komen.

Welke isolatievariant?

Klik voor de details en tekening op de isolatievariant in de kolom hieronder.

Isolatie Historisch pannendak - URL 4014



Keuzecriteria (pannendak)

		Zoldervloer	Binnen	Buiten
Onderdakse ruimte verwarmd	Wel		X	X
	Niet	X		
Beschoten of onbeschoten kap	Beschoten		X	X
	Onbeschoten			X
Vervanging dak of vochtig beschot	Ja		X	X
	Nee		X	
Verhoging dakvlak mogelijk	Ja		X	X
	Nee		X	
Welvingen dakvlak	Ja		X	ISOLATIEFOLIE
	Nee		X	X
Sporen/gordingen	In zicht		TUSSEN	X
	Uit zicht		TUSSEN+TEGEN	X

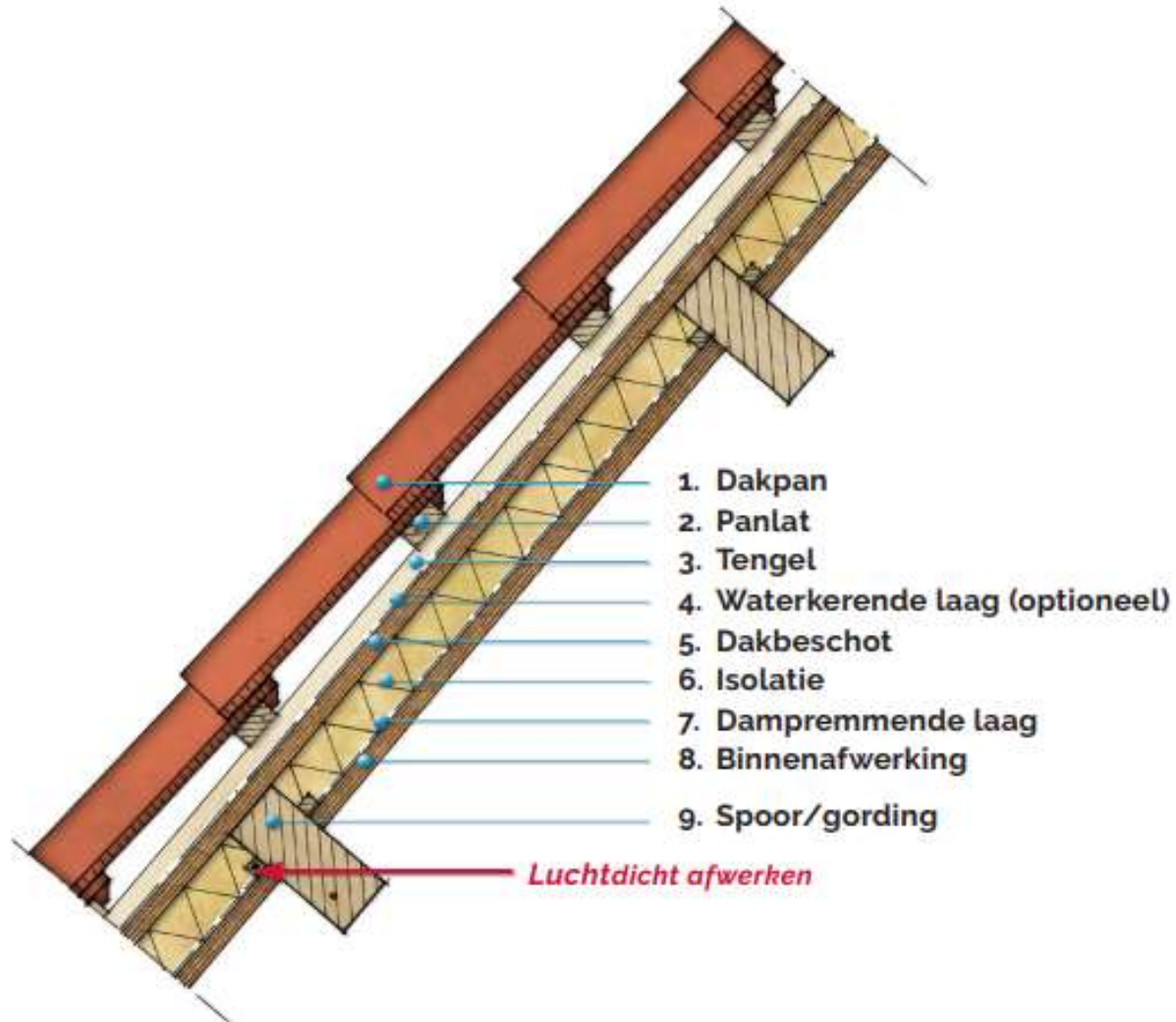


Isolatievarianten

Binnen/buitenisolatie	Hoofdvariant	Subvariant	
Buitenisolatie (bouwfysisch beste keuze)	Isolatiefolie		Flexibel, 2x20mm spouw, welvende daken
	Isolatieplaten		Redelijk flexibel, complexe daken
	Isolatiepanelen		Star+tengels, grote eenvoudige daken
	Sandwichpanelen		Star+tengels+dragende onderplaat, vervanging daken
Binnenisolatie	Tussen sporen/gordingen	Zonder spouw	S/G in zicht, voorkeur tov met spouw
		Met spouw	S/G in zicht, nadeel vochtconcentratie elders vanwege convectief damptransport
	Tegen sporen/gordingen	Zonder spouw	S/G uit zicht, voorkeur tov met spouw
		Met spouw	S/G uit zicht, nadeel convectief damptransport



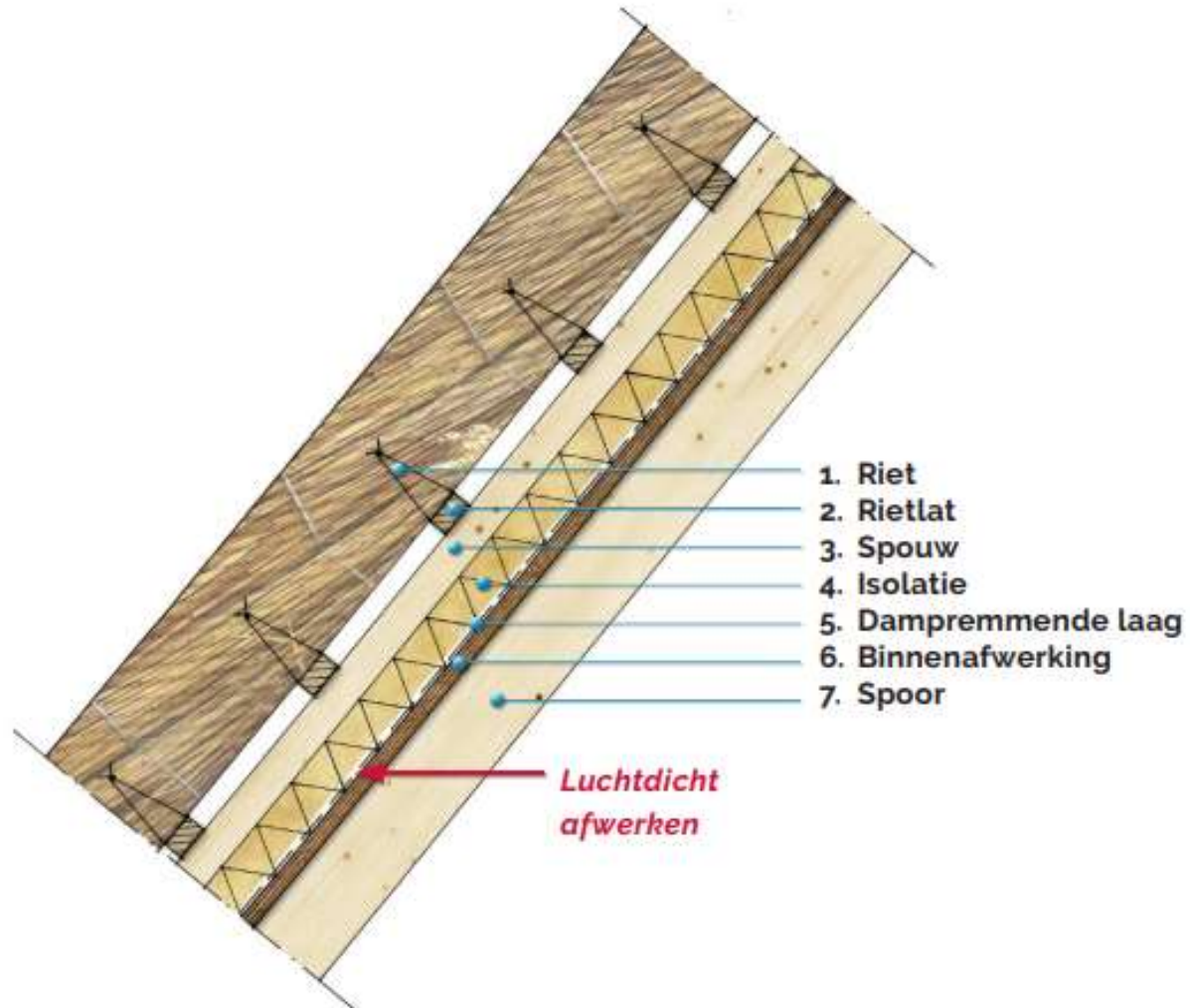
Isolatieconcept pannendak - binnenisolatie tussen sporen/gordingen



- Vochtproblemen eerst verhelpen
- Zachte isolatieplaat voor goede vulling
- Dampremmende laag vereist
 - diffusieweerstand $> 10 \text{ m}$
 - op naden en rondom luchtdicht
- Waterkerende laag (dampopen) optie
 - maar aanbevolen
 - dampopen $S_d < 0,2 \text{ m}$
- Extra ventileren



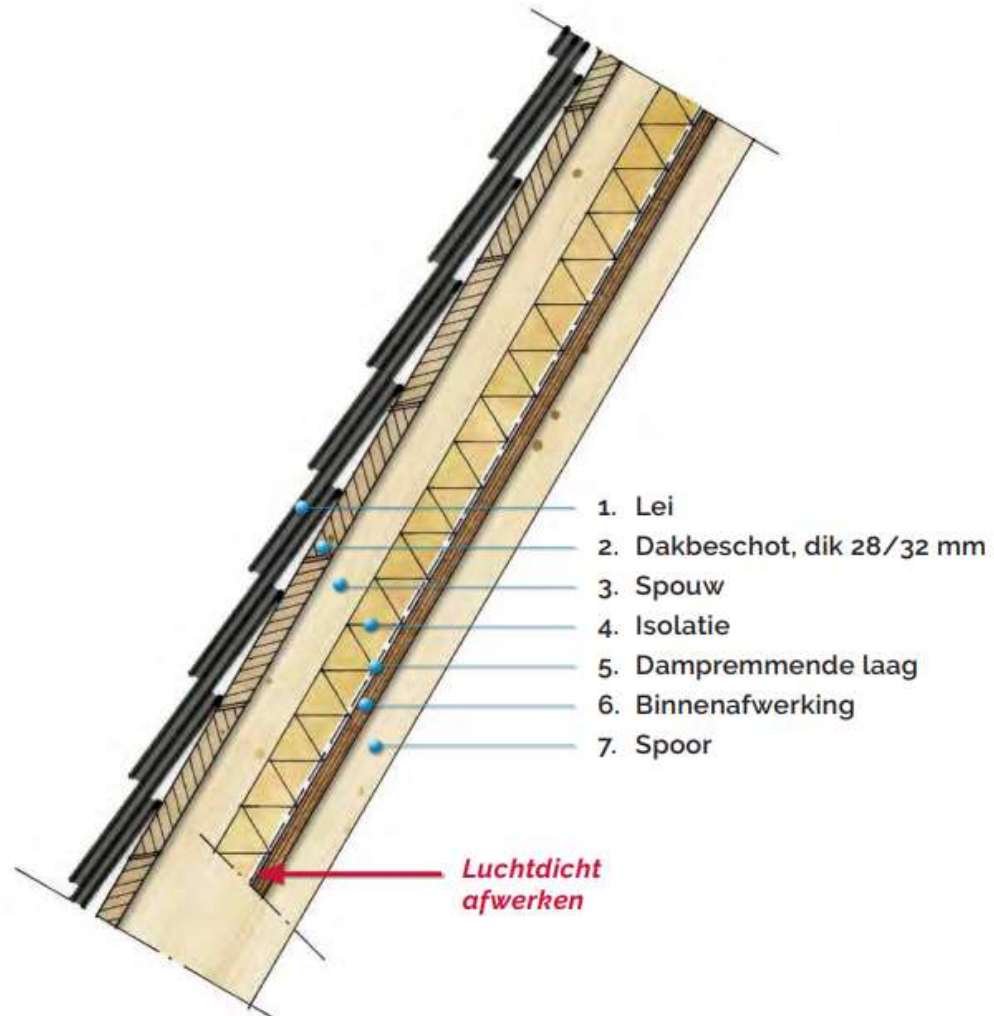
Isolatieconcept traditioneel rietdak - binnenisolatie tussen sporen



- Spouw toepassen i.v.m. riet binden
- Geen waterkerende laag nodig



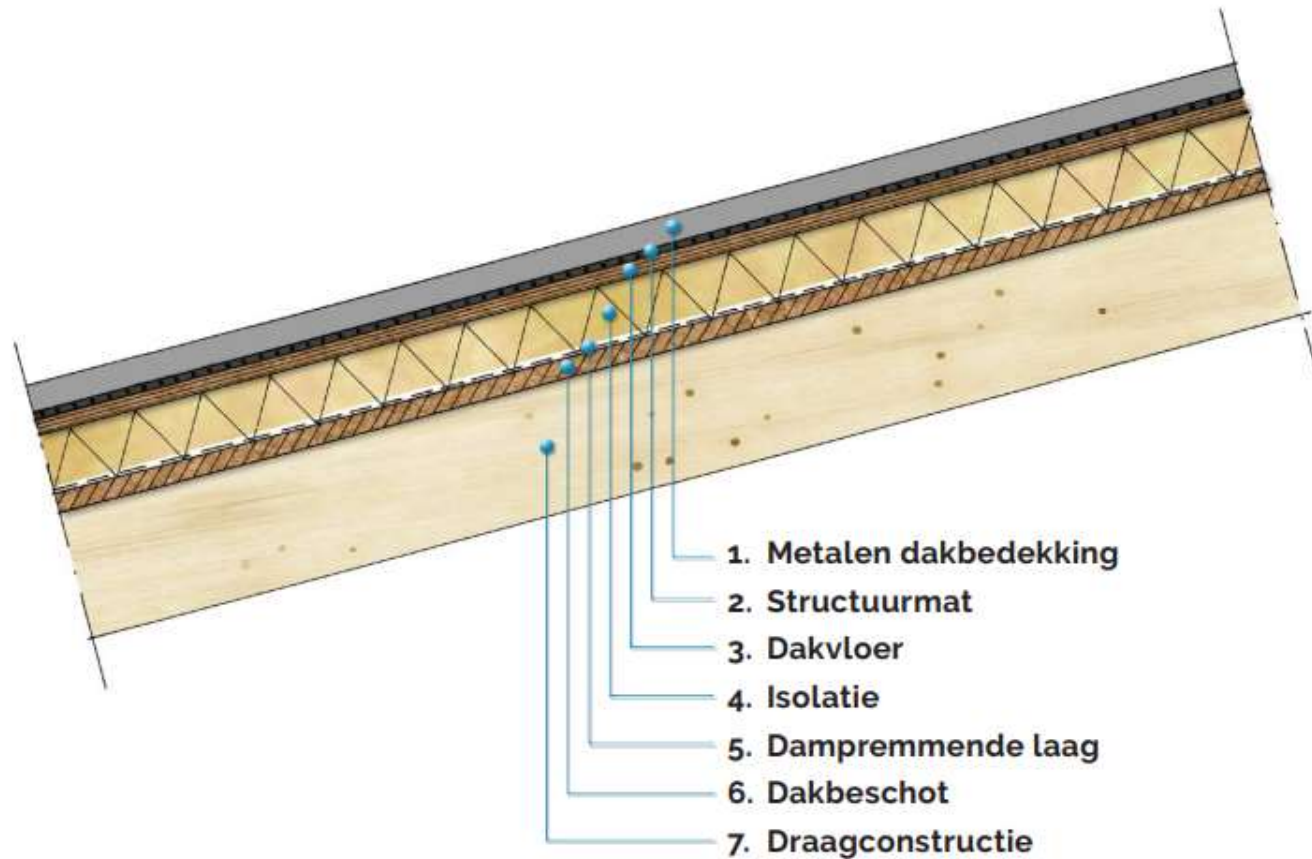
Isolatieconcept lei op beschoot - binnenisolatie tussen sporen



- Spouw toepassen i.v.m. geringe ventilatie onder leien
- Geen waterkerende laag nodig ($>30^\circ$)



Isolatieconcept metalen dak niet geventileerd - buitenisolatie



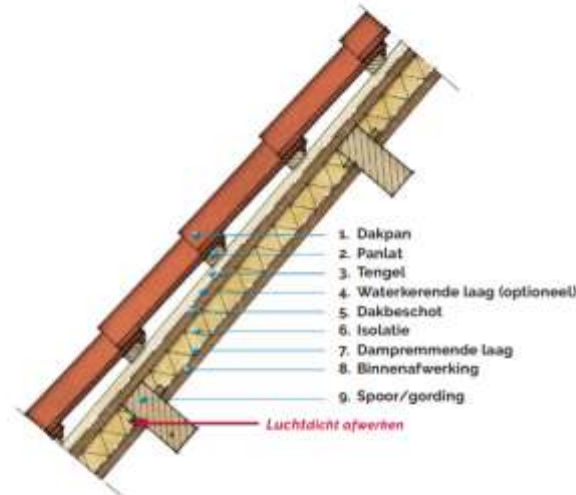
- Structuurmat voorzien van waterkerende laag (i.v.m. condensafvoer)
- Gebrekkige ventilatie
- Sterk dampremmende laag $S_d > 150 \text{ m}$
- Alleen bij gefelste en roevendaken toepasbaar (zijn voldoende regendicht)



Isolatieconcepten in uitvoeringsrichtlijnen

Isolatieconcept B-1

Binnenisolatie - tussen sporen/ gordingen zonder spouw



Algemeen

Binnenisolatie kan bouwfysisch risicovol zijn omdat de kans op condensatie in de dakconstructie toeneemt. Dit geldt vooral bij een dampremmende laag tussen de sporen/gordingen, omdat bij de naden rondom de sporen/gordingen een verhoogde kans op luchtlekken ontstaat. Bij een vochtig dakbeschoot moet de oorzaak eerst verholpen zijn alvorens isolatie aan te kunnen brengen. Als de sporen/gordingen in het zicht moeten blijven wordt de isolatie en dampremmende laag tussen de sporen/gordingen aangebracht. Een zachte isolatieplaat is het best geschikt om de ruimte tussen de sporen/gordingen goed te vullen. De isolatie wordt direct tegen het dakbeschoot aangebracht.

Een dampopen waterkerende laag aan de buitenzijde is doorgaans niet vereist, maar wordt wel altijd aanbevolen om te voorkomen dat vocht van buitenaf in het isolatiemateriaal terecht kan komen. Indien geen waterkerende laag wordt toegepast - alleen mogelijk bij dakbeschoot zonder lekkagesporen en in goede staat verkerend - kan van binnenuit geïsoleerd worden zonder werkzaamheden aan de buitenkant. Regelmatige dakinspectie aan de buitenzijde is dan een vereiste, omdat

lekkages aan de binnenzijde vanwege de isolatielaag niet tijdig worden opgemerkt. Bij binnenisolatie van pannendaken is een luchtdicht aangebrachte dampremmende laag aan de binnenzijde wel vereist, om te voorkomen dat vocht van binnenuit een te hoog vochtgehalte in het isolatiemateriaal en de kapconstructie veroorzaakt.

Isolatie leidt tot een vermindering van infiltratie/exfiltratie en een gewijzigde vochtbalans - hetgeen vooral bij binnenisolatie tot vochtproblemen kan leiden - waardoor er vaak extra luchtverversing nodig is. De ventilatievoorziening moet hierop afgestemd worden.

Toepassing

Voorwaarde voor uitvoerbaarheid is dat het dak aan de binnenzijde goed toegankelijk is, om de materialen overal correct aan te kunnen brengen. Speciale aandacht is vereist voor het volledig luchtdicht afwerken van naden en aansluitingen op balken, kapvoet, nok, gevels, wanden, dakdoorvoeren en dakopeningen. Indien dit niet mogelijk is kan binnenisolatie bij een monumentale kap niet toegepast worden.
Er kunnen dan namelijk vochtproblemen in de dakconstructie ontstaan, waardoor een monumentale kap onherstelbare schade oploopt.

Uitvoerings- instructies

- 1. Dakpannen** - De dakpannen worden in principe hergebruikt en waar nodig aangevuld of blijven zitten indien geen werkzaamheden buitenzijde.
- 2. Panlaten** - De panlaten worden vernieuwd of blijven zitten indien geen werkzaamheden buitenzijde.
- 3. Tengels** - De tengels worden indien nodig vernieuwd of blijven zitten indien geen werkzaamheden buitenzijde.
- 4. Waterkerende laag (optioneel)** - Op het dakbeschoot wordt eventueel een dampopen waterkerende folie ($S_d < 0,2 \text{ m}$) aangebracht of deze blijft zitten indien reeds aanwezig en geen werkzaamheden buitenzijde.
- 5. Dakbeschoot** - Het dakbeschoot blijft zitten. Aangepaste delen kunnen vernieuwd worden. Het dakbeschoot moet droog zijn voordat de isolatie aangebracht mag worden.
- 6. Isolatie** - Een zachte isolatieplaat wordt met overmaat tussen de sporen/gordingen gedrukt. Hierdoor wordt voorkomen dat kieren ontstaan. Een harde isolatieplaat is wel mogelijk maar vraagt extra zorgvuldigheid bij de verwerking en de naden en kieren moeten goed worden afgedicht. De dikte van de isolatie wordt zo gekozen dat de draagconstructie zichtbaar blijft na afwerking.
- 7. Dampremmende laag** - Tegen de isolatieplaat wordt een dampremmende folie aangebracht ($S_d > 10 \text{ m}$). De folie wordt tegen de sporen/gordingen omgevoert en vastgezet met een lat. De foliebanen worden voldoende overlappend (100 mm) aangebracht en op de naden en rondom luchtdicht afgetaped.
- 8. Binnenaferwerking** - Tegen de isolatie/folie wordt een plaatafwerking aangebracht tussen de sporen/gordingen. Hiermee blijft de structuur van de kap zichtbaar. Bij het aanbrengen van de plaatafwerking mag de dampremmende laag niet worden geperforeerd.
- 9. Sporen/gordingen** - De sporen/gordingen blijven zitten.



Dampremmende en waterkerende laag

Dakbedekking	Variant	Binnenisolatie		Buitenisolatie	
		dampremmende laag	waterkerende laag	dampremmende laag	waterkerende laag
Pannen		verplicht	optioneel	optioneel	optioneel
Lei	op latten	verplicht	optioneel	optioneel	optioneel
	op beschot	verplicht	geen	concept niet toepassen bij monumenten	concept niet toepassen bij monumenten
Riet	traditioneel	verplicht	geen	optioneel	geen
	schroefdak	verplicht	geen	verplicht	geen
Metaal	geventileerd	verplicht	optioneel	verplicht	optioneel
	niet-geventileerd	concept niet toepassen bij monumenten	concept niet toepassen bij monumenten	verplicht	verplicht

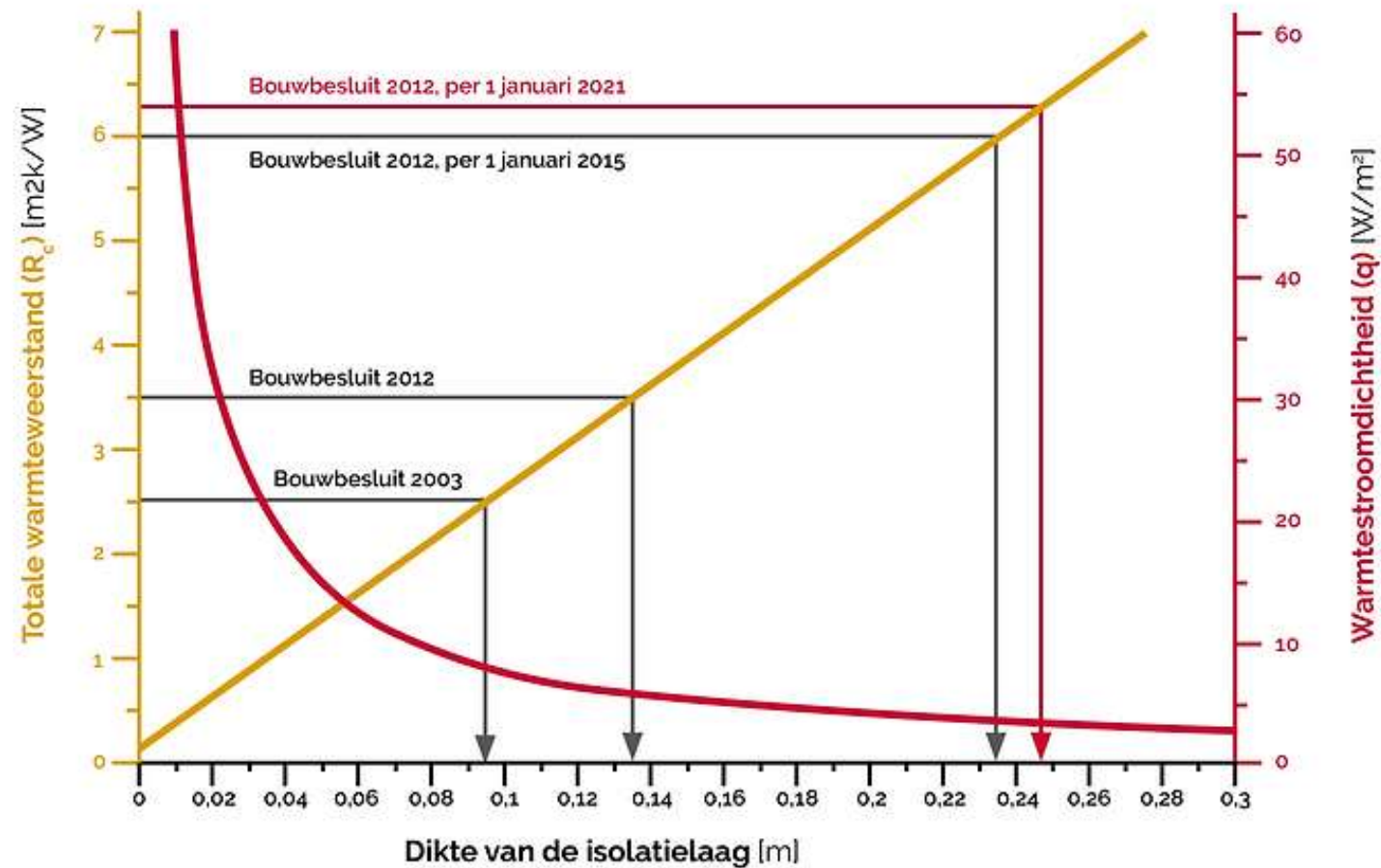


Eisen aan dampremmende laag

- Luchtdichte afwerking aansluitingen sporen, gordingen, nok, kapvoet, doorvoeren etc.
- Overlapping foliebanen en aftapen
- Voorkom perforaties
- Eventueel klimaatfolie toepassen (zelfregulerend)



Isolatiedikte (isoleer niet te dik!)



Warmteweerstand en warmtestroomdichtheid in relatie tot isolatiedikte (Bron: RCE)

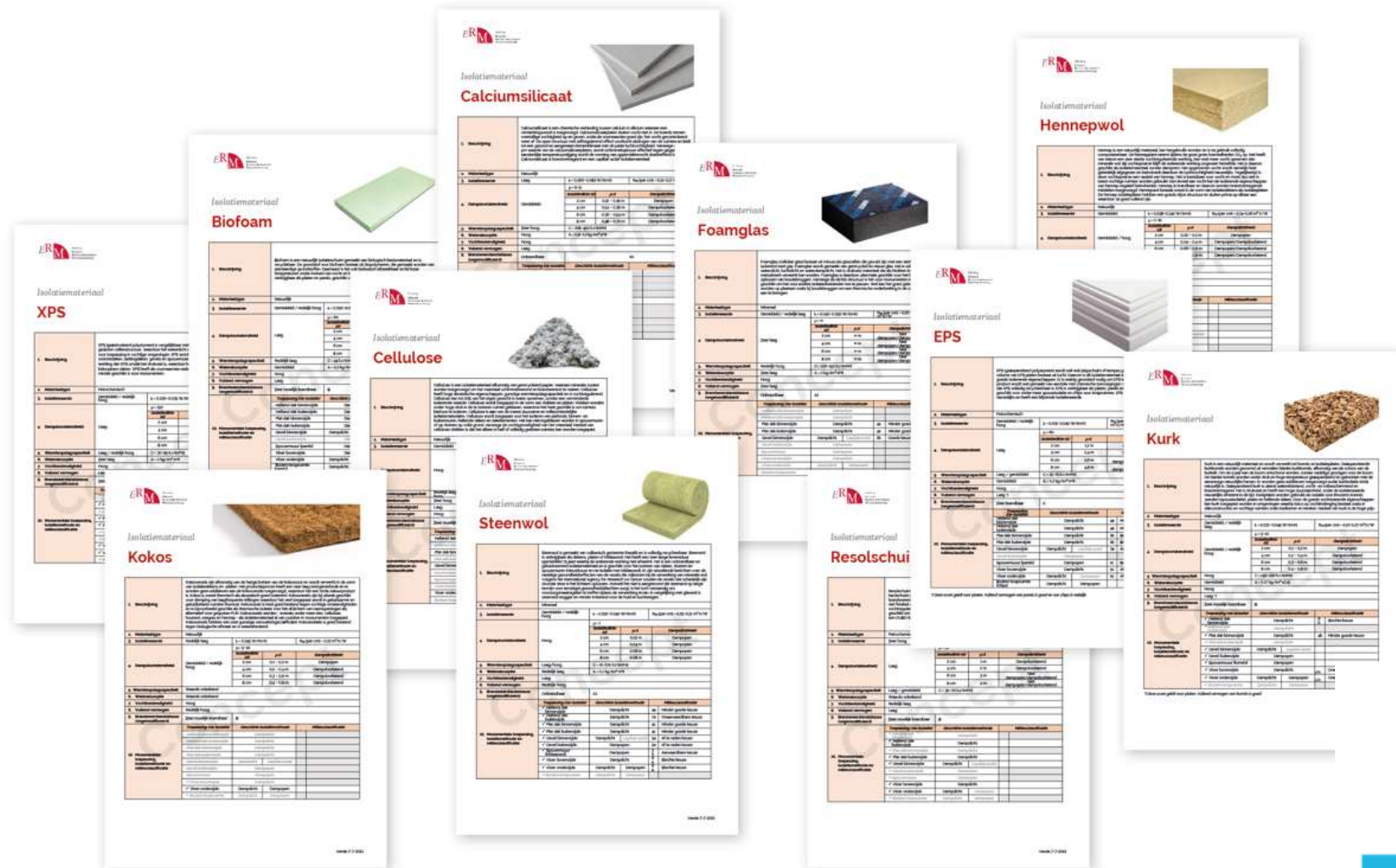


Materiaalkeuze

- Materiaaltype
- Isolatiewaarde
- Dampdoorlatendheid
- Warmteopslag
- Vochtbuffering
- Brandwerendheid
- Milieu



Prestatiebladen isolatiematerialen



Voorbeeld prestatieblad PIR

Isolatiemateriaal

PIR



1. Beschrijving	PIR (polyisocyanuraat) is een kunststof hardschuim dat qua structuur overeenkomt met PUR. Het is alleen verkrijgbaar als platen. Brandtechnisch gezien is PIR veiliger omdat er bij verhitting minder schadelijke rookgassen vrijkomen. Voor de productie van PIR worden chemicaliën gebruikt die schadelijk zijn voor het milieu en het materiaal is lastig te recycleren. PIR neemt geen vocht op en kan daarom in vochtige condities worden gebruikt. PIR wordt met name gebruikt voor het isoleren van platte daken, hellende daken, vloeren en spouwmuren (nieuwbouw). Door de goede thermische eigenschappen van het materiaal kan het ook in geringe diktes toegepast worden.			
2. Materiaaltype	Petrochemisch			
3. Isolatiewaarde	Hoog / zeer hoog	$\lambda = 0,021-0,028 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$		$R_m \text{ (per cm)} = 0,36-0,48 \text{ m}^2\text{K/W}$
4. Dampdoorlatendheid	Laag	$\mu = 50-100$		
		Isolatie dikte (d)	$\mu \cdot d$	Dampdichtheid
		2 cm	1 – 2 m	Dampdoorlatend
		4 cm	2 – 4 m	Dampdoorlatend/Niet dampdoorl.
		6 cm	3 – 6 m	Niet dampopen/dampdoorlatend
5. Warmteopslagcapaciteit	Laag / gemiddeld	$C = 29-59 \text{ kJ/(m}^3\text{K)}$		
6. Waterabsorptie	Zeer laag	$A = 0 \text{ kg/(m}^2\cdot\text{s}^{0,5})$		
7. Vochtbestendigheid	Hoog			
8. Vullend vermogen	Laag			
9. Brandweerstandsklasse (ongemodificeerd)	Brandbaar	C		
10. Monumentale toepassing, isolatiemethode en milieuclassificatie	Toepassing (na-isolatie)	Geschikte isolatiemethode		Milieuclassificatie
	↖ Hellend dak binnenzijde	Dampdicht		
	✓ Hellend dak buitenzijde	Dampdicht		4b Minder goede keuze
	↖ Plat dak binnenzijde	Dampdicht		
	✓ Plat dak buitenzijde	Dampdicht		2b Goede keuze
	✓ Gevel binnenzijde	Dampdicht	Capillair actief	3c Aanvaardbare keuze
	↖ Gevel buitenzijde	Dampopen		
	↖ Spouwmuur	Dampopen		
	✓ Vloer bovenzijde	Dampdicht		
	✓ Vloer onderzijde	Dampdicht	Dampopen	
↖ Bodem kruipruimte	Dampdicht	Dampopen		



Voorbeeld prestatieblad PIR

2. Materiaaltype	Petrochemisch			
3. Isolatiewaarde	Hoog / zeer hoog	$\lambda = 0,021\text{--}0,028 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$R_m \text{ (per cm)} = 0,36\text{--}0,48 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$	
4. Dampdoorlatendheid	Laag	$\mu = 50\text{--}100$		
		<i>Isolatiedikte (d)</i>	<i>$\mu\cdot d$</i>	<i>Dampdichtheid</i>
		2 cm	1 – 2 m	Dampdoorlatend
		4 cm	2 – 4 m	Dampdoorlatend/Niet dampdoorl.
		6 cm	3 – 6 m	Niet dampopen/dampdoorlatend
		8 cm	4 – 8 m	Niet dampopen/dampdoorlatend
5. Warmteopslagcapaciteit	Laag / gemiddeld	$C = 29\text{--}59 \text{ kJ}/(\text{m}^3\cdot\text{K})$		
6. Waterabsorptie	Zeer laag	$A = 0 \text{ kg}/(\text{m}^2\cdot\text{s}^{0,5})$		
7. Vochtbestendigheid	Hoog			
8. Vullend vermogen	Laag			
9. Brandweerstandsklasse (ongemodificeerd)	Brandbaar	C		

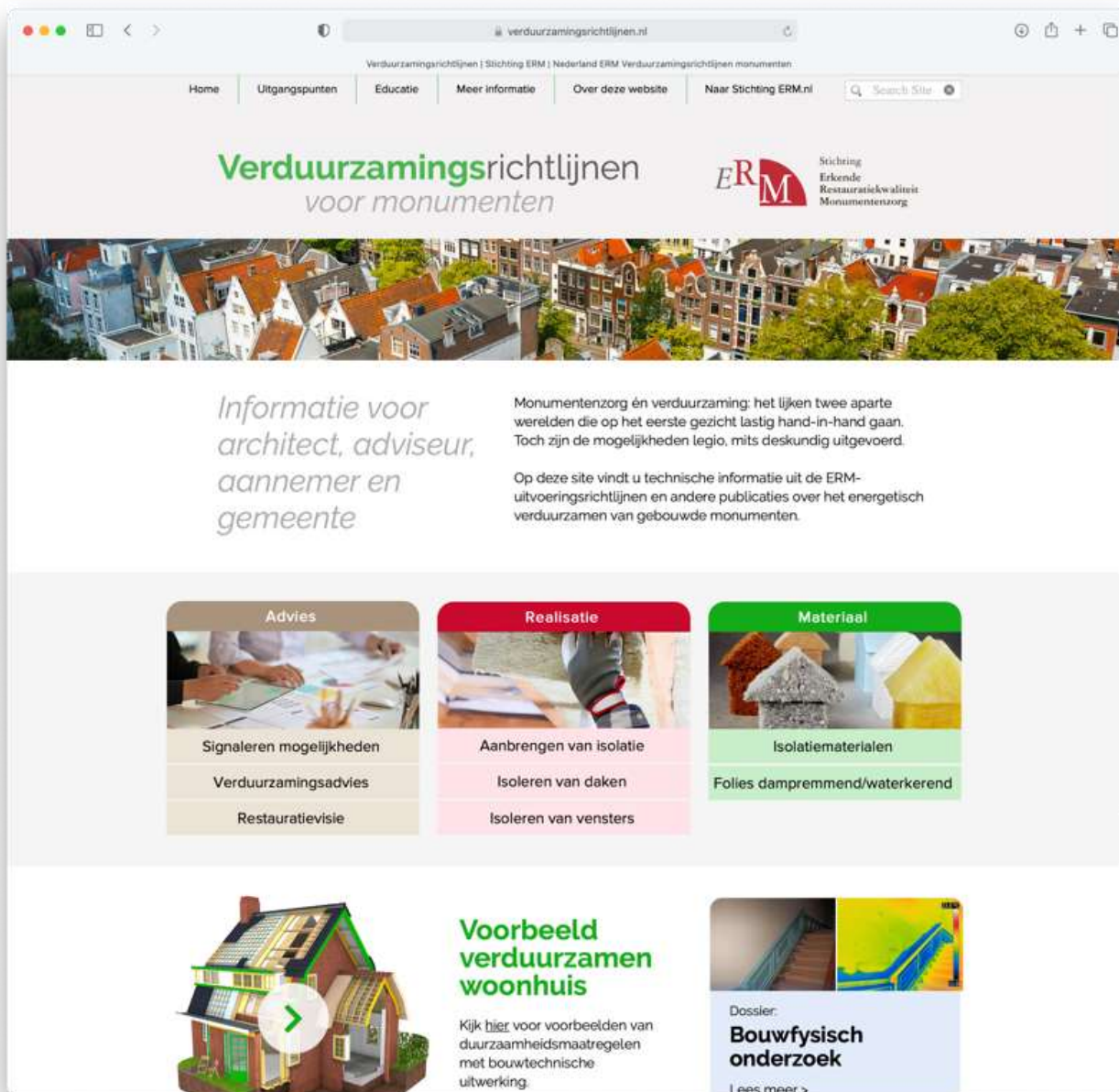


Voorbeeld prestatieblad PIR

10. Monumentale toepassing, isolatiemethode en milieuclassificatie	Toepassing (na-isolatie)	Geschikte isolatiemethode		Milieuclassificatie	
	✓ Hellend dak binnenzijde	Dampdicht			
	✓ Hellend dak buitenzijde	Dampdicht		4b	Minder goede keuze
	✓ Plat dak binnenzijde	Dampdicht			
	✓ Plat dak buitenzijde	Dampdicht		2b	Goede keuze
	✓ Gevel binnenzijde	Dampdicht	Capillair actief	3c	Aanvaardbare keuze
	✓ Gevel buitenzijde	Dampopen			
	✓ Spouwmuur	Dampopen			
	✓ Vloer bovenzijde	Dampdicht			
	✓ Vloer onderzijde	Dampdicht	Dampopen		
	✓ Bodem kruipruimte	Dampdicht	Dampopen		



Verduurzamingsrichtlijnen.nl



Interactief 3D model



Demoset materiaalsamples



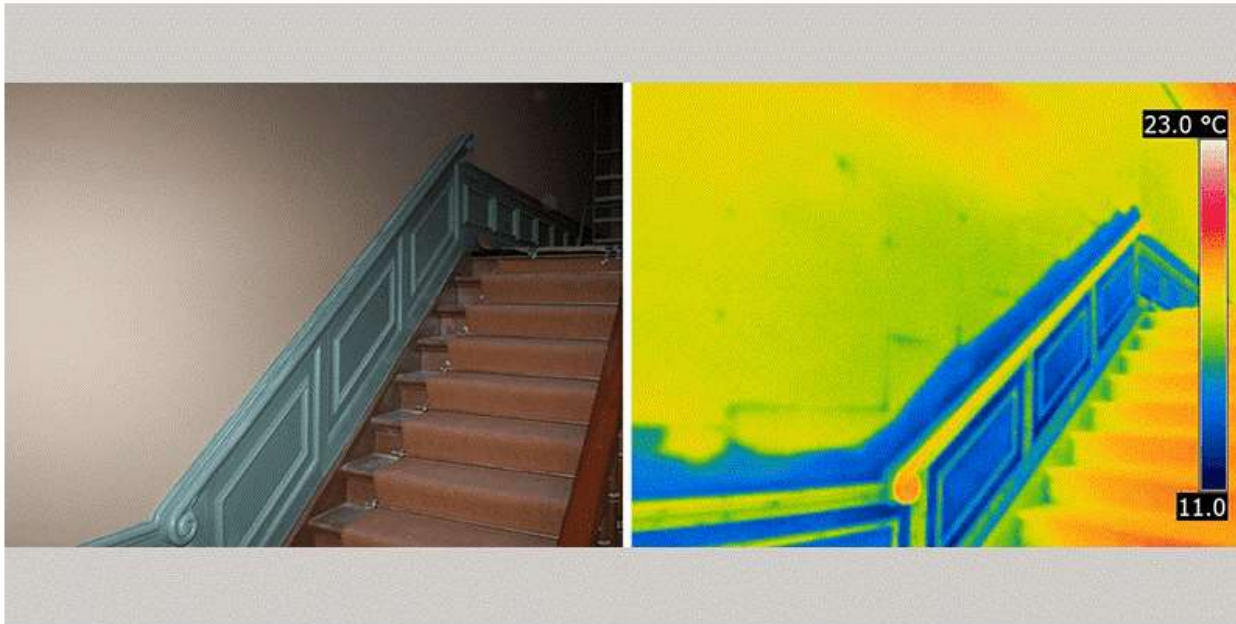
Demoset mockups



Praktijkonderzoek na-isolatie van woonhuismonumenten

Isoleren van monumenten: wetenschap en praktijk ontmoeten elkaar in onderzoek

Wetenschappelijke kennis over het isoleren van monumenten, vooral woonhuizen, gaat getoetst worden aan de praktijk. ERM is, financieel gesteund door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, een onderzoek gestart naar de bouwfysische aspecten die bij het verduurzamen van ons gebouwde erfgoed een rol spelen. Welke methoden en welke materialen zijn geschikt voor het isoleren van monumenten, of juist niet? Bouwfysicus Edgar Neuhaus licht het onderzoek toe.



Op deze foto's is met behulp van infraroodthermografie zichtbaar gemaakt dat de gevel maar voor een deel is geïsoleerd. Dat kan leiden tot vochtvorming en mogelijk schade op allerlei plaatsen. – foto's Ingenieursbureau Physitec



Tips

- Buitenisolatie indien mogelijk
- Pas extra ventilatievoorzieningen toe bij na-isolatie
- Geen dikke isolatiepakketten bij monumenten
- Zorg voor zorgvuldig aanbrengen damprem én op juiste plaats
- Kies voor isolatiemateriaal met de beste eigenschappen voor specifieke situatie

