



1. WAT IS EEN BIO-ECOLOGISCHE DAKOPBOUW?

Het ideale dak in de bio-ecologie is een *ademend dak*, dampopen of dampdoorlatend, met een lokale of zuinige houtstructuur als drager, gevuld met voldoende nagroeibare isolatiematerialen om zo weinig mogelijk energie te verbruiken voor verwarming en koeling en dat zorgt voor een wooncomfort op het vlak van binnenlucht kwaliteit, brandveiligheid en impact op het menselijk lichaam. Het is bedoeld om een leven lang duurzaam mee te gaan en de milieu-impact bij afbraak of recuperatie moet tot een minimum herleid kunnen worden. Daarom wordt er bescherming ingebouwd langs buiten (wind- en regendichting) en langs binnen (luchtdichting). Regenwaterrecuperatie mogelijk makend en de perfecte hellingsgraad voor optimale captatie van zonne-energie, zijn eigenlijk een conditio-sine qua non daarbij, maar worden niet besproken in deze Ecomat-fiches.

De materialen die we adviseren voor het isoleren van een dakopbouw verschillen naar gelang de gewenste graad van **isolatie, comfort en plaatsingsgemak**. Ze zijn geschikt voor het isoleren van

- hellende daken (dampopen/dampdoorlatend)
- platte daken (compact/duo/warm dak maar meestal dampdicht)
- gebogen daken (dampopen/dampdicht)



2. VOORDELEN BIO-ECOLOGISCHE DAKOPBOUW : EXTRA COMFORT + MINDER VOCHTSCHADE

Dampopen en vochtbufferende materialen : dus vochtregulerend voor je binnenklimaat. Hierdoor krijgen ook schimmels in en buiten de constructie geen kans om zich te ontwikkelen, tenminste als je je woonruimtes voldoende blijft ventileren. Vochtbufferende materialen zijn in staat om 20 gewichtsprocenten op te nemen in dampen zonder verlies aan isolatiewaarde. Een **dampdoorlatende opbouw** kan zelfs nog een grotere bijdrage leveren aan het bio-ecologische gehalte van een dak. Hierbij ga je nog meer van de specifieke eigenschappen van bepaalde isolatiematerialen profiteren : **EM-TF-BEB-dampdoorlatend bouwen**

Een isolerend & regendicht maar extreem dampopen & winddicht onderdak uit gestoomde houtvezels **onderbreekt warmteknopen** en laat je isolatiepakket ten volle renderen en vermijdt 10-15% rendementsverlies!

Zouten in nagroeibare isolatiematerialen zorgen ervoor dat de houten dakstructuur in een dampopen opbouw niet noodzakelijk dient te worden geïmpregneerd **tegen schimmelontwikkeling**. Door de zouten in de isolatie wordt ook vocht weggetrokken van het hout in de constructie zelf.



Een performante dakisolatie in de winter betekent niet dat deze ook comfortabele koelte biedt in de zomer of dat je rustig onderdaks kan slapen. R waarden zijn belangrijk maar ook de C waarde of warmtebuffercapaciteit en de geluidsdempingswaarden van een materiaal of volledige dakopbouw zijn relevant voor een comfortabel binnenklimaat onder het dak.

4. OPBOUW VAN EEN HOUTEN DAKSTRUCTUUR

Hellende daken worden meestal opgebouwd op 1 van deze wijzen :

1. keperdak : waarbij kleinere verticale balkjes de daklast opvangen en doorgeven aan zwaardere 'gordingen' die van muur tot muur lopen en zo de krachten verdelen;
2. gordingendak : hierbij worden de kepers weggelaten en wordt de daklast gedragen door zwaardere horizontale dragers : de gordingen. Vaak toegepast in combinatie met zelfdragende dakpanelen die onderdak, isolatie tussen een lichte draagstructuur en zelfs binnenafwerking omvatten ;
3. spantendak : hogere en lichtere verticale planken lopen van muurplaat naar muurplaat in een driehoekige vorm. Dwarsverbindingen van het ene dakvlak naar het andere vormen de stabiliteit van elk 'spant'. Vele uitvoeringen van A tot W-vorm en meestal geprefabriceerd op de muur geplaatst.
4. I-liggerdak : hierbij lopen hoge I-liggers van muurplaat naar een zware (gelamelleerde) nokbalk toe. Het isolatiepakket wordt tussen deze liggers aangebracht, veelal ingeblazen vlokken uit cellulose of houtwol of zeegras. Uitstijvingen tussen de hoge houtelementen onderling gebeurt vaak met dezelfde I-liggers, maar onderdakplaat en binnenafwerking kunnen dit grotendeels ook.



Ecomat biedt voor nieuwe dakstructuren (hellend of plat dak) de **houten I-liggers**⁽¹⁾ aan. Deze bestaan uit een lijfplaat van hardboard geperst met eigen harsen en 2 gelamelleerde kepers als flenzen.

- Het grote voordeel van de I-liggers is de **grote overspanningen** die je ermee kan realiseren zonder ondersteuning van 1 of meerdere horizontale zware balken (gordingen). Vaak met gelamelleerde nokbalk (LVL: 'laminated veneer lumber');
- Ook is een I-ligger **stabiel**er dan een massieve balk en **weegt hij veel minder** waardoor het monteren op de werf makkelijker gaat. Isolatie-technisch gezien is de smalle lijfplaat van 8mm **bijna koudebrugvrij** en heeft men geen dik isolerend onderdak meer nodig. Een onderdak van 22 of 35 mm volstaan;
- Een laatste grote voordeel is dat het volledige pakket **dakisolatie tussen deze liggers** past en de binnenafwerking zonder onderbrekingen kan doorlopen over het hele dakvlak waardoor ruimtes ook visueel groter lijken. Idealerweise isoleert men de ruimte tussen zulke I-liggers met inblaasisolatie. Ecomat raadt hiervoor **iQ3** aan, het Belgische kwaliteitsmerk van cellulosevlokken of als alternatief de **Pavawood Fibre**

EM-TF-BT-DAK-hellend-21

01/01/21

Echte **keperplanken/ spanten** ⁽¹⁾ biedt Ecomat niet aan. Een A2 drenking van massief grenenhout kan, maar hoeft niet in een dampopen dakopbouw met nagroeibare isolatiematerialen. Een behandeling tegen insecten en schimmel kan met de **Woodbliss** zoutoplossing van Galtane.

Gordingen ⁽¹⁾ kan je bij Ecomat krijgen in de vorm van gelamelleerde balken (LVL). We gebruiken hiervoor de X-variant die ook nog eens deels in de ander richting gekruiste lagen bevat. Zo bekom je stevige balken met een hoge stabiliteit en een groot draagvermogen.

Bij het renoveren van oudere daken bestaande uit kepers op gordingen gebruiken we vaak zgn 'keperverlengers' ⁽¹⁾. Misschien kom je tussen de kepers nog wat oude isolatiedekens terug, maar tegenwoordig moeten we toch streven naar dikkere isolatiepakketten (norm Vlaanderen 2018 : min. 18cm wol). Een manier om dit praktisch te realiseren is het verlengen van de oudere keperstructuur. Met de **G-tec constructieverlengers** kan je je kepers zowel naar buiten als naar binnen uitdikken en uitlijnen.

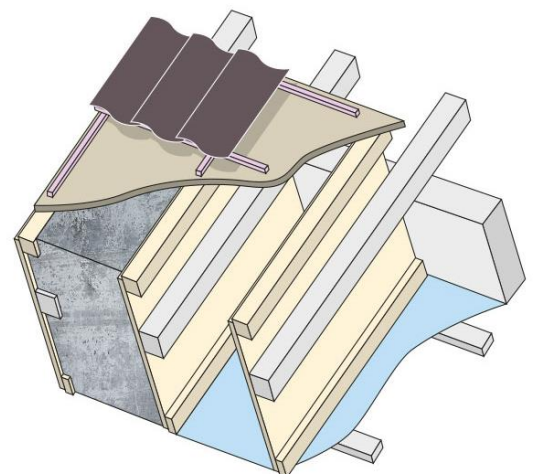


De luchtdichtende laag en de binnenafwerking dient immers ook aan een structuur te worden opgehangen. Keperverlengers maken dus niet alleen plaats voor **meer isolatie**, maar dienen tevens om de **dakstructuur uit te lijnen** en de binnenafwerking aan te **bevestigen**. Voor een gipsplaten afwerking wordt er nog eens gekruist met een 'dwarslattenwerk' op maat van de voorschriften van de gipsplaten.

Een andere mogelijkheid is om de dakstructuur naar buiten uit te breiden. Dit doe je met gewone houten kepers die je op de bestaande keper bevestigt.

Een laatste mogelijkheid om een oud keperdak dikker te gaan isoleren, is het werken met dikke drukvaste onderdakplaten of isolerende binnenafwerkingen. Dat brengt ons bij het volgende onderdeel : het onderdak.

⁽¹⁾ alle hout bij Ecomat is gecertificeerd (FSC®/PEFC®) en verlijmingen zijn formaldehyde-vrij



5. BESCHERMING VAN STRUCTUUR EN ISOLATIE LANGS BUITEN : HET ONDERDAK

De voornaamste functie van een onderdak is het beschermen van de dakconstructie en van de isolatie. We noemen dit de **regen- en winddichting** van een dakconstructie.

Als er ooit door een storm of andere reden een dakpan of lei gaat waaien of breekt, zorgt het onderdak ervoor dat er op dat moment geen regenwater binnensijpelt. Ook vormt het onderdak een bescherming tegen stuifneeuw.

Verder zorgt het onderdak, als het tenminste goed geplaatst wordt, voor een winddichting. Het is immers de bedoeling dat leien of pannen aan de onderzijde verlucht worden. Wanneer we onze dakconstructie isoleren met wollige isolatie zou ook deze ventilatiestroom onder de dakbedekking **het rendement van je isolatie** gevoelig kunnen beperken. Het onderdak is dus de regenjas

die je aantrekt boven je wollige trui tijdens een winderige herfstwandeling.

VOORDELEN VAN ONZE PRODUCTEN

- **dampopen** onderdak : vochtigheid kan uitdampen
- voldoende **inert naar zomerwarmte** en **omgevingslawaai**
- nagroeibare, **duurzame** en composteerbare materialen
- een constructie **zonder warmteknopen**

Ecomat adviseert vooral het gebruik van **houtvezel onderdakplaten**. We hebben ook onderdakfolies in het gamma. Wat is nu het precieze voordeel of verschil?

PRODUCTEN

A. ISOLERENDE ONDERDAKPLATEN

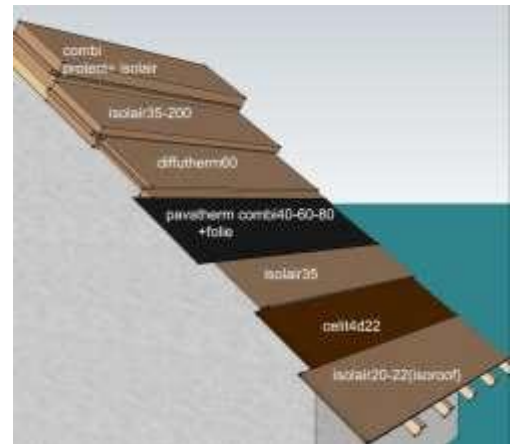
Celit4D / Pavatex Isolair / Pavatex Pavatherm (Combi) met ProClima Solitex Mento

Platen zijn over het algemeen **duurzamer dan folies**, zorgen voor een **veel betere winddichting** (door hun tand- en groefverbinding) en zijn op zich **al lichtjes of sterk isolerend**, vaak voldoende om de ruimte onder het dak alvast vorstvrij te maken. Dit laatste zorgt er ook voor de koude bruggen van de constructie (hout/staalelementen) thermisch onderbroken worden.

We bieden 2 merken aan. **Celit4D** van Isoproc/Hunton en **Isolair** van Pavatex. Pavatex gebruikt een wax-en lateximpregnering voor het waterkerend maken van de houtvezels, Hunton gebruikt 12% bitumenemulsie. Pavatherm of Pavatherm Combi, de universele isolatieplaat kan een toevoeging aan de Isolair zijn om op een meer prijsgunstige manier toch heel dik te isoleren (sarkingdak) of kan je ook als isolerend onderdak dienen als je de plaat verder afdekt met een onderdakfolie

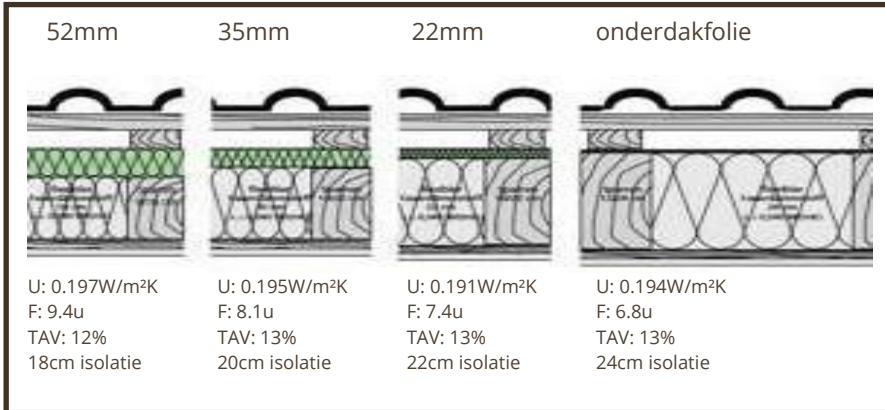
Beide merken bieden een garantie op waterdichtheid van **3 maand zonder dakbedekking** vanaf 18° dakhelling.

Afdichttapes voor rond dakdoorboringen en rond dakvlakvensters bieden we aan van systeemmerk ProClima .



EM-TF-BT-DAK-hellend-21

01/01/21



Bij eenzelfde U-waarde van ca 0.20W/m².K en een standaard isolatie met λ 0.04mK/W bepaalt de isolatiegraad van het onderdak hoe dik je spantenisolatie moet zijn, maar vooral ook hoe je spanten moeten gedimensioneerd zijn.

Het gebruik van een dikker isolerend onderdak kan dus zwaardere houtsecties of duurdere I-profielen, dakdikte en funderingen uitsparen!

type	λ (lambda)	dikte in mm	R
CELIT4D	0,047	22	0,46
ISOLAIR	0,051	22	0.40
ISOLAIR	0,041	30-35-40-52-60-80-100-120-140-160-180-200	0.65-0.85-0.97-1.26-1.46 1.95-2.43-2.90-3.40-3.90-4.35-4.85
PAVATHERM COMBI+ folie	0,039	40-60-80	1.02-1.53-2.05
PAVATHERM + folie	0,038	140-160-180-200-220-240-260	3,65-4,20-4,70-5,25 5.75-6.30-6.84

FASEVERSCHUIVING ϕ
dit begrip drukt uit met hoeveel uren de warmte-intrede tijdens de zomerperiode vertraagd wordt. Ideaal is een faseverschuiving tussen 10-12uur

ISOLATIEWAARDE U of R
hoe lager de warmtegeleidingscoëfficiënt U, hoe beter; hoe hoger de warmte weerstand (R), hoe beter
0,46 min norm 2021; voldoende voor daksubsidies2021

AMPLITUDEMPING a TAV
dit begrip drukt uit in elke mate temperatuurverschillen tussen nacht en dag worden afgevlakt. Hoe kleiner deze fluctuaties tussen dag en nacht, hoe minder kans op vochtschade.

Een laatste voordeel van dikkere isolerende onderdakplaten in houtvezel is de akoestische meerwaarde van een dens pakket houtvezels als een mantel rond je dak. Indien die goed geplaatst worden met aandacht voor aansluitingen met de muurgedeelten, ga je **enorme demping merken van omgevingslawaai**. Geen onaardig voordeel in ons drukbevolkte lintbouwlandje en met een druk luchtverkeer!

Maar ook in de andere richting kan het interessant zijn om deze akoestische demping in te bouwen dmv een dik onderdak uit houtvezel : je kan ook zelf eens luidkeels meezingen of je stereo opendraaien zonder de burens stuipen op het lijf te jagen.

Hoe dikker het onderdak, hoe minder dens de isolatie mag zijn. Hoe dunner het onderdak, hoe denser de isolatie moet zijn. Een eenvoudige regel. Combineer dus bijvoorbeeld een Isolair onderdak van 80mm met een isolatiewol zoals Gramitherm graswol (40kg/m3) en je zit akoestisch even rustig als vb met een Isolair 35mm met houtwolmatten van 60kg/m3.

Geluidsisolerende materialen functioneren door hun vorm of densiteit of cellenstructuur of een combinatie van die factoren. Houtvezels geperst in een hogere densiteit zoals 110-180kg/m3 zullen in vergelijking met veel wolligere houtvezels (geperst in een densiteit van 50kg/m3) beter werken tegen diffuus omgevingslawaai en zomerwarmte. . Verder helpt een dichtere of 'dense' vezelstructuur houtwolisolatieplaten geluidstrillingen beter te verstrikken. Inertie naar warmte heeft dan ook een gevolg voor de inertie -tegen geluid, wat ook een warmtebronis.

B. ONDERDAKFOLIES

ProClima Solitex Mento1000-Mento3000C-MentoPlus-Ultra-Weldano

De onderdakfolies van ProClima die we aanbieden bestaan meestal uit 3-4 lagen en zijn monolithisch opgebouwd ; daardoor :

- geen tentzeileffect
- geen chemische impregnering nodig van constructie
- geen poriën, dus ook geen vervuiling die dampopen karakter met de tijd aantast
- bijzonder weinig kans op ijsvorming (wat dampopenheid beperkt)

Solitex Mento 1000 als meest eenvoudige onderdakfolie die je op een plaatmateriaal legt.

Solitex Mento 3000 connect met geïntegreerde winddichtingstape en iets langer waterdicht zonder dakbedekking ; ideaal om te spannen over een dakconstructie tot boven gevuld met isolatiematten

Solitex Mento plus voor combinatie met inblaasisolatie, weinig rekwaarde en nog meer gewapend

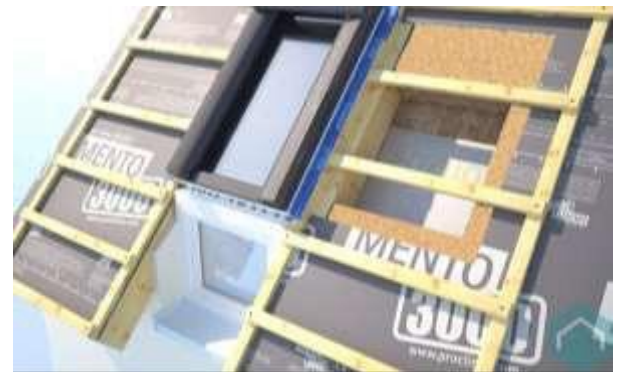
Solitex Mento-Ultra voor grote tengelafstanden (grote dakpannen)

Solitex UM is een speciale onderdakfolie voor onder zinken dakbedekkingen

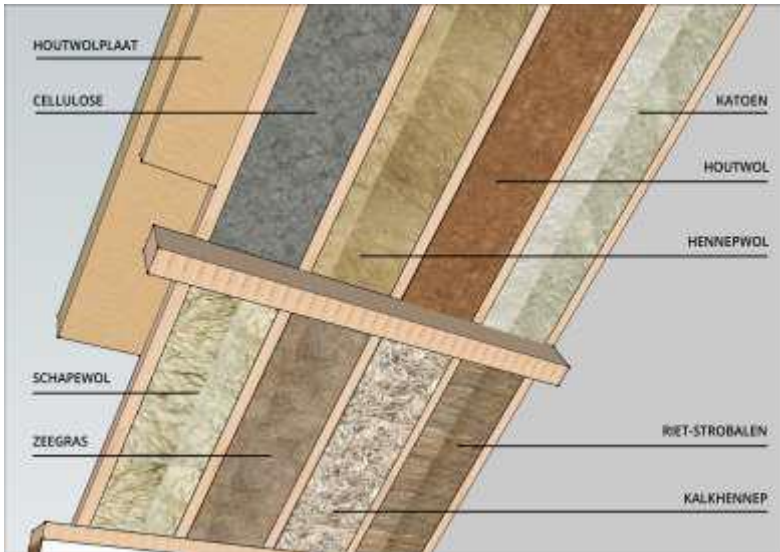
Weldano als dampopen onderdakfolie voor dakhellingen 5-18°. Deze wordt grondig verlijmd op alle naden en onderbrekingen om de waterdichtheid op zo'n lage hellingsgraad te garanderen (een beetje zoals een rubber dakhuid (EPDM). het grote verschil is de dampopenheid van deze folie en hij vereist nog een afdekking dmv golfplaten of ander geschikt dakdekkingsmateriaal geschikt voor de hellingsgraad.

Soms wordt er een combinatie gemaakt van onderdakplaat én folie : bijvoorbeeld bij daken met een boogvorm of bij het hergebruik van oude niet volledig gesloten dakpannen (zoals Boomse pannen,..). Ook de Pavatherm (Combi) kan aldus met een extra folie als onderdak worden gebruikt.

Afdichttapes en kits voor naden en rond dakdoorboringen beschikbaar.



6. HET ISOLATIEPAKKET
A. SPANTENISOLATIE



De Vlaamse norm van 2020 bepaalt dat alle woningen minstens de isolatiewaarde moeten hebben gelijk aan een isolerend onderdak van 22mm.

Maar veelal gebruik je de dakstructuur als kader voor het échte dakisolatiepakket (spantenisolatie) Hierboven kon je al lezen dat het perfect mogelijk is een dik isolerend onderdak te combineren met bijkomende isolatie tussen en /of onder een oudere keperstructuur. Of de mogelijkheid die oude kepertjes van 6-7 cm naar binnen of naar buiten toe te verlengen met keperverlengers in combinatie met een standaard onderdak van 22mm dikke houtwolplaat. Bij nieuwe spantendaken of daken opgebouwd met I-liggers, wordt er zeker geïsoleerd tussen die hoge houtstructuur.

In het bio-ecologisch bouwen gebruiken we echter niet zomaar eender welke isolatie. Ze moet voldoen als onderdeel van een **gezonde en evenwichtige opbouw** zoals in het begin van deze technische fiche beschreven.

- **nagroeibaar** (natuurlijke vezels die na gebruiksfase terug aan de natuur worden gegeven)(=circulair)
- **ademend** (dampopen of dampdoorlatend)
- **vochtregulerend** (geschikt om levenslang te dienen in een ademende opbouw)
- **inert** naar opwarming, omgevingslawaai en electromagnetische storingen (comforteisen)
- **bouwtechnisch goedgekeurd** (naar oa brandgedrag en toepassingsgebied)
- geproduceerd met zo weinig mogelijk fossiele energie op de **minst mogelijke milieubelastende manier**
- te verwerken **zonder gezondheidsrisico's** (basis veiligheidsmaatregelen in achtgenomen)

Alle isolatiematerialen die Ecomat aanbiedt, voldoen aan deze voorwaarden en achter elk materiaal ligt een mooi verhaal dat het bio-ecologische karakter alleen maar versterkt, zij het door techniek, aard, productiewijze of kwaliteit van het product. Het isolatiemateriaal voor daken kan bestaan uit

- losse wollige houtwol- of cellulosevlokken (inblaastechniek)
- wollige flexibele matten uit gras met jute of natuurlijke wol
- halfstijve matten uit houtwol
- stijve wolplaten uit houtwol
- natuurlijke vezels van zeegras of strovezels
- natuurlijke scheven gebonden met kalk of leem (kalkhennepe)
- natuurlijke stengels gebonden tot strobalen, rietplaten
- recyclage textielmatten (eerder **circulair** dan bio-ecologisch)

Pavawood Fibre-Univercell- iQ3
Gramitherm- Daemwool
Pavaflex -PavaflexPlus
Pavatex Pavatherm
Neptutherm – ExieFibres
Exie Roofmix
Strawblocks Systems
Pavatextil

type	λ (lambda)	dikte (mm)	C (J/kg.K)	μ d	densiteit (kg/ m ³)	keuze
Pavaflex-Plus houtwolmat	0,036	30-240	2100	1-2	60	> beste kwaliteit dak (flexibel)
Pavaflex houtwolmat	0,038	40-240	2100	1-2	50	> beste prijs/kwaliteit dak- (flexibel)
Pavatherm houtwolplaat	0,038	40-240	2100	3	110	> beste warmte+geluidsbufter (niet flexibel)
Gramitherm grasdeken	0,039	45-200	1700	1	40	> mooiste circulaire lokale isolatie
Pavatextil katoenmat	0,039	45-200	1600	2	20	> beste stofloze plaatsing, minst bio
Daemwool schapenwol	0,035	60-160	1720	1.4	25	> beste dampregulatie/luchtzuivering
Univercell cellulosemat	0,039	45-140	1800	1-2	40	> beste akoestische isolatie
IQ3 cellulosevlokken	0,038	80-500	2000	2	45	> beste vulling/prijs (projectgrootte)
Univercell cellulosevlok	0,039	100-450	2000	2	28-35	> open geblazen DIY (zoldervloer)
PavawoodFibre vlokken	0,039	80-500	2100	1-2	38	> lichtste inblaasisolatie (holle plafonds)
Neptu zeegrasvlokken	0,039	80-500	2500	1-2	75	> beste warmtebuffer (vochttrisco's)
Exie Fibres	0,041	80-470	1800	1	90	> beste score primaire energie
Exie roofoormix kalkhennep	0,065	140-300	1700	4-8	400	> beste stralingsbescherming

Wat de uiteindelijke keuze zal bepalen, wordt grotendeels bepaald door **jouw (comfort-)eisen, budget en installatiemogelijkheid** :

- bulkisolatie zoals vlokken die worden ingeblazen zijn meestal de beste garantie op een perfecte vulling van de dakstructuur
- dens-geperste matten of isolerende platen zijn de beste keuze om bij dunne onderdaken toch wooncomfort te realiseren
- soepele lichtgewicht matten zijn de beste aanvulling op dikke isolerende onderdaken uit houtwol om een makkelijke plaatsing met behoud van comfort toe te laten
- dakisolatie uit stobalen en kalkhennep zijn logische keuzes bij de keuze van bouwwijze voor het project : voor meer info verwijzen we naar de desbetreffende kennisbankpagina's op onze website
- schapenwol en houtwolisolatieplaten zoals Pavatherm passen niet alleen in een dampopen opbouw maar zelfs in een dampdoorlatende bouwwijze ([lees meer hier](#))

De meeste wollige isolatiematerialen leveren op de komma na **omzeggens dezelfde bescherming** tegen de winterkou. Stobalen hebben hun eigen dikte om de lage isolatiewaarde te compenseren. Kalkhennep kies je eerder voor een onevenaarbaar comfortgevoel dan om zijn specifieke isolatiewaarde. ([lees meer hier](#))

De inertie **tegen de opwarming in de zomer** (vooral bepaald door het kengetal C) kan wel sterk variëren, maar is altijd beter dan de 'klassieke' isolatiematerialen zoals minerale wollen of schuimmaterialen. ([lees meer hier](#)) We merken hier op dat hoe dikker het isolerende onderdak uit houtvezels, hoe minder belang de C waarde van het isolatiemateriaal dat het beschermt voor een performante zonnearmtebuffer in de zomer. Ps. Schapenwol koelt eerder met een adiabatisch effect. ([lees meer hier](#))

Die meerwaarde tov klassiekere isolatiematerialen geldt eveneens voor de kwaliteiten van **bescherming tegen omgevingslawaai** (grotendeels bepaald door de dichtheid van het product, maar ook de vezelstructuur van een isolatiemateriaal).

Hoe minder dik de warme mantel rondom je dak constructie (onderdak uit houtvezels), des te belangrijker worden de dichtheid en warmtebuffercapaciteit van het isolatiemateriaal eronder om aan bepaalde comfort eisen te voldoen.
vb frisse en rustige kamers onder het dak, vrij van VOC's en vochtregulerend voor je binnenklimaat.

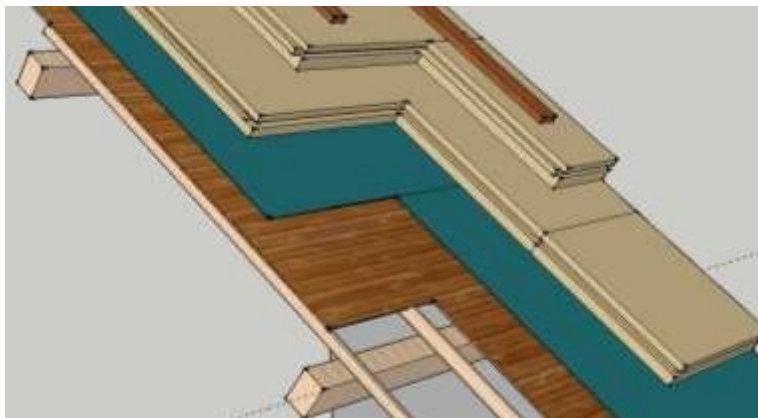
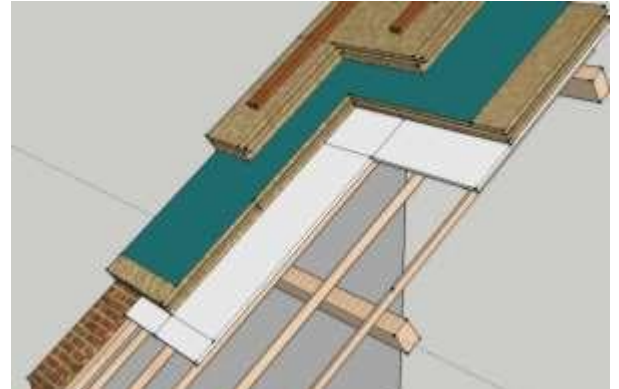
B. SARKINGDAKISOLATIE

Bij een zogenaamd 'sarkingdak' ligt de volledige dakopbouw eigenlijk op de draagstructuur. Dat kunnen kepers zijn of gordingen zijn. Soms zie je alleen de nokbalken en verder niets. Dan werd er gebruik gemaakt van zogenaamde **dakdozen** die zelfdragend zijn. Zulke dakdozen bestaan uit prefab panelen waarin zowel de afwerking, het luchtscherm, de isolatie en het onderdak en iets van dragende structuur vervat zitten.

Er zijn weinig bio-ecologische dakdozen op de markt echter verkrijgbaar. Ofwel gebruikt men de verkeerde isolatie, ofwel het verkeerde luchtscherm ofwel de verkeerde afwerking.

En soms laat de luchtdichtingsgraad of de mate van winddichting te

wensen over doordat deze in de paneelbreedte zijn voorzien, en niet over het hele dak goed sluiten. Houtskeletbouwers bieden wél soms redelijk verantwoorde prefab dakpanelen aan.



Onze aandacht gaat hier over het **opbouwen van een sarkingdak met drukvaste houtwolisolatieplaten**, type Pavatex Isolair of Pavatherm (combi).

Dit zijn meestal **renovatie-oplossingen**. De mogelijkheid om met drukvaste houtwolplaten een uitstekende isolatiewaarde te verkrijgen, zagen we al bij de 'isolerende onderdaken'. Het verschil met een sarkingdak is dat alle isolatie op de houtstructuur zit, alsook het luchtscherm en de binnenafwerking.

De meest voor de hand liggende binnenafwerking in dit geval is een eenvoudige houten **bebording**. Daarop wordt een regenbestendig **luchtscherm** (type ProClima

DA/Intesana) voorzien en daarop legt men –vaak in verschillende lagen- **houtwolisolatieplaten**. Pavatherm en Isolair zijn hiervoor sterke isolatieplaten. Met een Isolair kan je zelfs al een R-waarde van 5.25 bereiken. Eindigen doe je sowieso met een **regenbestendige laag**, dus een ProClima onderdakfolie op Pavatherm of eindigen met Pavatex Isolair (20-200mm)

- Voordeel van **Pavatherm** : betere isolatiewaarde en meer kostengunstige opbouw
- Voordeel van **Isolair** : door en door regenbestendig (vanaf 15° dakhelling) en makkelijker door ontbreken onderdakfolie.

De schematische voorstelling bovenaan de pagina laat een sarkingopbouw zien op **gipsvezelplaten of andere afwerkbeplatingen**.

Pavatherm Combi Protect is een Pavatherm met tand en groef (combi) en een gipsvezelplaat van 10mm aan vastgekleefd.

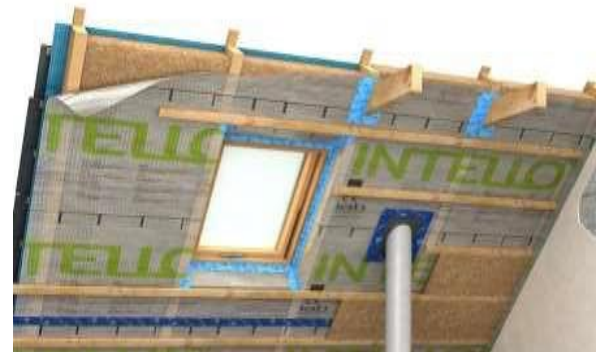
Vanwege het feit dat zulke afbouwplaten meestal niet 'mandragend' zijn en veiligheid primeert, wordt er eerst een laag Isolair (>100mm met veer en groef)) op de binnenafwerking gelegd en dan pas het luchtscherm. *Hoe dat kan lees je verder bij de volgende sectie : damprem & luchtdichting.*

Vervolgens wordt er verder met een laag houtwolplaten geïsoleerd en met een onderdak afgewerkt. Dit is ook de werkwijze wanneer er helemaal niet met een afbouwplaat wordt gewerkt, maar een **dampremmend stuc** op de Pavatherm zelf wordt aangebracht, zoals een leem of kalkstuc.



7. LUCHTDICHTING VERZORGT HET RENDEMENT VAN DE ISOLATIE, EEN DAMPREM BESCHERMT DE ISOLATIE

Een luchtscherm dat (meestal) aan de binnenzijde van de isolatie wordt aangebracht, zorgt ervoor dat er geen convectiestromingen het effect van de isolatie verminderen. Want niet alleen aan de zijde van de dakpannen of leien waait er een wind, ook aan de kamerzijde zijn er (weliswaar veel kleinere) luchtstromingen. Een isolatiepakket zonder luchtdichting aanbrengen is dweilen met de kraan druppelsgewijs open.



Tevens bescherm je met deze luchtdichte, maar toch nog ademende laag je isolatiepakket en je constructiehout. Want deze materiaallaag (meestal een folie) werkt dampremmend én regulerend. Althans de zogenaamde 'vochtgestuurde' of 'variabele' lichte dampremmen. Het zijn de dampremmen die al jaren in het bio-ecologisch bouwen worden gebruikt en die nu overgenomen werden door producenten van klassiekere isolatiematerialen. Het merk dat Ecomat al 20 jaar verdeelt, **Pro Clima**, was pionier en grote voorganger om met vochtvariabele dampremmen te gaan werken ipv de klassieke dampschermen. ([lees meer hier](#)).

Luchtschermen met een 'variabele dampdiffusiecoëfficiënt' zijn **meer dampremmend wanneer de constructie en het isolatiepakket meer beschermd dienen te worden** tegen een te grote instroom van vochtigheid die in huis geproduceerd wordt. Dat is vooral in de koudere periodes, wanneer warme vochtige lucht veroorzaakt door het leven en activiteiten in huis wil migreren naar drogere koudere omgevingen. En dat is buiten. Toch zal zo'n lichte damprem vochtigheid doorlaten, maar op een gecontroleerde manier zonder de isolatie en de dakconstructie te overbelasten. Eens de vochtigheid doorheen deze laag is geworsteld, komt ze in het isolatiepakket terecht.

bij een dampopen opbouw worden de materiaallagen steeds meer dampopen naar buiten toe :
de meest dampremmende laag ligt aan de kamerzijde en de meest dampopen laag is het onderdak, net onder de dakbedekking.

Het eigene aan de hergroeiende (natuurlijke) isolatiematerialen is dat deze deze vochtigheid in zeer **grote mate kunnen opnemen zonder hun isolatiewaarde** te verliezen. Zouden die in de meeste wollige hergroeiende materialen zitten, helpen hierbij om die partikels van vochtigheid weg te trekken van de houten constructie.

Doordat het onderdak extreem dampopen is, wordt de vochtigheid doorheen het onderdak door de natuurlijke damprichting in de koudere periodes naar buiten gedrukt.

Dit is eigenlijk de essentie van een dampopen opbouw.

Luchtschermen met een 'variabele dampdiffusiecoëfficiënt' zijn anderzijds veel minder dampremmend, en zelfs extreem dampopen te noemen wanneer de dampdruk omdraait, namelijk in de warmere periodes, wanneer het binnen droger is dan buiten. Op deze manier creëren ze een enorm **uitdrogingspotentiaal** : en zo kan je gerust zijn dat de gehele dakconstructie nooit in een kritieke zone komt en er geen schimmelproblemen of verzadiging aan vochtigheid kan optreden.

In het bio-ecologisch bouwen wordt een huis (en dus de isolatieschil) gezien als een derde huid die zelfregulerend werkt zoals je eigen huid. Ze ademt. Daarom noemen we een dak dat op deze principes is gestoeld, een ademende of dampopen opbouw.

EM-TF-BT-DAK-hellend-21

01/01/21

Een grote voorwaarde van de werking van deze luchtdichtende laag, is ... dat ze dan ook luchtdicht is. Dat is logisch. Daarom dienen alle aansluitingen van het luchtscherm luchtdicht uitgevoerd te worden en dienen de overgangen naar andere bouwdeelen, zoals zijmuren en ramen luchtdicht te worden gemaakt. Om dit in iedere situatie te bereiken en efficiënt te realiseren biedt Ecomat een gala aan **tapes en andere verbindingsmiddelen** aan.

Voor het dak heb je eigenlijk meestal alleen een tape nodig om de naden van het luchtscherm af te kleven en meestal een luchtdichtingskit om de luchtdichte aansluiting te verzekeren op de muurpleister of houten balken. Verder zijn luchtdichte doorvoeren voor rond buizen of electrokabels zeer nuttig en handig.



Het bevestigen van het luchtscherm op de draagstructuur doe je veelal met nietjes. Kleven met een dubbelzijdige kleefband tegen geschaafd hout of een metalstud structuur waar isolatie tussen zit, kan ook.

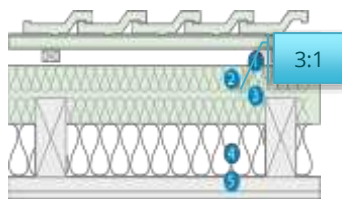
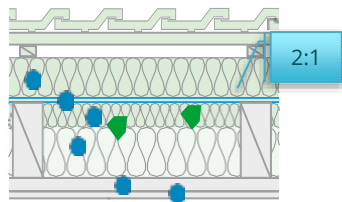
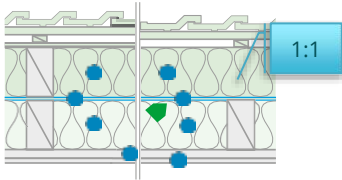
Luchtdichting beperkt zich niet tot het dak. **Alle bouwelementen die contact maken met de buitenomgeving dienen eigenlijk luchtdicht te worden uitgevoerd.** Op muren bijvoorbeeld is dat vaak de pleisterlaag van minimum 10mm. *En dus dient de luchtdichtende laag van het dak, luchtdicht te worden verbonden met de luchtdichtende laag van de zijgevels onder het dak bijvoorbeeld.* Je realiseert dit met een luchtdichtingskit of met een tape die later kan ingepleisterd worden als de muur later pas bezet wordt.



Luchtdichting is misschien wel één van de meest complexe onderdelen van het bouwen of verbouwen van een woning. Eigenlijk is het een doorlopende lijn die nergens mag onderbroken worden. Van kelder tot dak. Het is ook één van de nieuwste concepten in het bouwwezen die samen met alle moderne technieken die er voor handen zijn tegenwoordig ervoor moet zorgen dat je zo energie-efficiënt mogelijk bouwt.

Wat daar gaat luchtdichting over: het efficiënt maken van je investeringen in isolatie en andere energiebesparende maatregelen.

Bij een nieuwbouw is de doorlopende lijn van luchtdichting dan al aan de tekentafel van de architect te voorzien maar wat bij renovaties? Het is perfect mogelijk een luchtdichting aan te brengen in een oudere woning, al dien je daarvoor soms wel meer bestaande delen af te breken dan je lief is. Gelukkig bestaat er ook de mogelijkheid om de luchtdichting op andere plaatsen te voorzien dan aan de kamerzijde net achter de binnenafwerking. Daar gaan we even dieper op in :



* bij oplossing 1:1 dient de binnenzijde voorzien te zijn van een afwerking in gipsvezelplaat ; bij oplossing 2:1 is er een gipsplaat nodig of als een zacht houten bebording behouden blijft : een gipsplaat of houten zachtboard (gestuct) nodig aan binnenzijde; bij 3:1 volstaat een planchetten plafond of oud plaatser op latjes

Luchtdichting hoeft niet altijd aan de warme zijde van het isolatiepakket te worden aangebracht. Zolang de 'luchtdichte lijn' ononderbroken de gehele omtrek maakt van je woning, is de luchtdichtheid en een energie-inputwinst gegarandeerd . Maar zou je denken, wat dan met de bescherming van de isolatie? Een goede vraag, maar we vertelden al dat het de dampremmende laag is die het isolatiepakket beschermt. En een dampremmende laag kan zijn : een goed aangesloten geplaasterd plafond of een leem-of kalkstuc op latjes, een houten lambrisering,... kortom materialen die om kunnen met een licht verhoogde relatieve vochtigheid of althans deze afremmen maar doorlaten.

Je weet intussen ook dat hergroeiende isolatiematerialen veel beter met vochtigheid weg kunnen (diffusie-en convectievocht). Dan kan je wellicht meevolgen met de volgende stellingen

oplossing 1:1

Als je je bestaande laag minerale wol wil verdubbelen in dikte met houtwolisolatie, kan de damprem in het midden van beiden worden geplaatst.

oplossing 2:1

Als je bestaande vezelige wollige isolatie aanvult met hergroeiende isolatiematerialen gebruikt in combinatie met monolithische luchtschermen die extreem dampopen zijn, kan dat luchtscherm aangebracht worden over de bestaande kepers zodat er 2/3 van het totale isolatiepakket binnen de damprem ligt en 1/3 erbuiten.

oplossing 3:1

Als je je keperplanken minstens 12cm hoog zijn en gevuld met wollige isolatie, mag de damprem helemaal aan de buitenzijde liggen, zolang er maar minstens een Top onderdak van 35mm overheen wordt gelegd

Er werden reeds **passieve woningen** gebouwd waarbij de luchtdichting aan de buitenzijde van de woning werd gerealiseerd. Bij passieve woningen is een extreem hoge mate van luchtdichtheid vereist, net zoals bij **BEN-woningen**.

Maar het is vooral bij renovaties van het dak waarbij de **luchtdichtheid aan de kamerzijde zeer moeilijk te realiseren** is of uit **kostenbesparingoverwegingen**, dat men **het luchtscherm niet aan de warme zijde van de isolatie plaatst, maar aan de koude zijde, op de draagstructuur van het dak**.

Zo kan bijvoorbeeld een perfecte binnenaafwerking gespaard blijven van afbraak, en wordt er een dakverdikking naar buiten gerealiseerd om te kunnen isoleren naar de huidige normen en comforteisen.

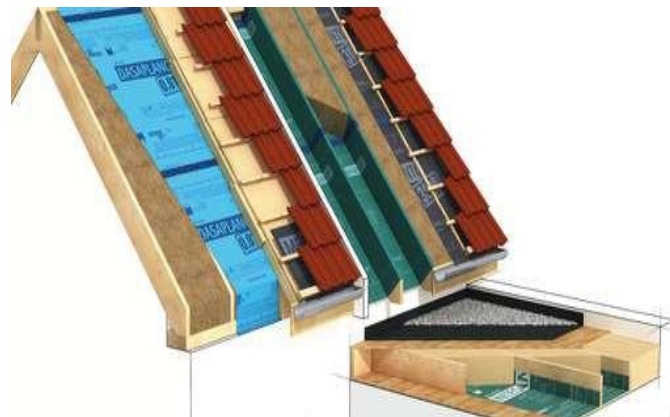
Maar er zijn nog vele andere mogelijkheden om een nieuw dak te bouwen of een bestaand dak te renoveren en luchtdicht te maken. Eén daarvan is het sarkingdakprincipe, dat we al zagen de sectie isolatiepakket, waar het luchtscherm vaak op de binnenaafwerking geplaatst wordt en natuurlijk niet te vergeten : de meest voor de hand liggende oplossing : onderaan de dakstructuur en het isolatiepakket dat daartussen ligt, net voor je de binnenaafwerking plaatst.

EM-TF-BT-DAK-hellend-21

01/01/21

Afhankelijk waar het ingebouwd wordt in het dak, dient het luchtscherm aan bepaalde eigenschappen te voldoen:

- hoe meer naar buiten geïmponeerd, hoe **meer dampopen** het luchtscherm moet zijn
- langs buiten toegepast: **regenbestendigheid** vereist
- hoe meer aan de binnenzijde geplaatst, hoe **variabeler** de diffusieweerstand moet zijn



Ook andere kwaliteiten kunnen de keuze van het luchtscherm bepalen zoals:

- geschiktheid voor constructies die redelijk **dampdicht** zijn
- **duur** weersbestendigheid
- **temperatuurbestendigheid**
- gemak van geïntegreerde **kleefstrook**
- geschiktheid voor combinatie met **inblaaisolatie** (grotere druk en rekweerstand vereist)

Hier volgt een overzicht:

PRO CLIMA type	gemiddelde diffusie weerstand (m)	diffusie-weerstand zomer (m)	diffusie-weerstand winter(m)	plaatsing langs binnen	plaatsing langs buiten	maand regen bestendig	rek (%) langs /dwars	dampopen dak	dampdicht dak	kleefstrook voorzien	temperatuur bestendig (°)	geschikt inblaaisol.
da	2,3	2,3	2,3	x	v	3	50/50	v	x	x	-40 à 100	v
da-c	2,3	2,3	2,3	x	v	v	50/50	v	x	v	-40 à 100	v
db	2,3	0,6	4	v	x	x	5/5	v	x	x	-40 à 40	x
db+	2,3	0,6	4	v	x	x	5/5	v	x	x	-40 à 40	v
intello	7,5	0,25	25	v	x	x	15/15	v	v	x	-40 à 80	x
intello+	7,5	0,25	25	v	x	x	15/15	v	v	x	-40 à 80	v
intello -x	7,5	0,25	25	x	v	2	60/60	v	v	x	-40 à 80	v
intello-x-plus	7,5	0,25	25	x	v	2	60/60	v	v	v	-40 à 80	v
dasatop	1,6	0,05	2	x	v	1	70/70	v	x	x	-40 à 80	v
dasaplano-c of mento3000-c	0,01	0,06	0,02	x	v	0,5	55-70	v	x	v	-40 à 100	x

EM-TF-BT-DAK-hellend-21

01/01/21

De gewone **DB** bestaat uit een echt 'bouw'papier (met ammoniakzouten) en neigt iets natuurlijker van samenstelling. De gewapende versie DB+ is voorzien van een glasweefselwapening (wat hem heel moeilijk te downcyclen maakt). Het is een eenvoudige vochtgestuurde damprem toepasbaar in dampopen hellende daken en niet-kritieke platte daken. Alle andere dampremmen zijn polypropyleen gebaseerde folies.

De meest gekozen damprem bij hellende daken waarbij men het luchtscherm aan de binnenzijde van de spantenisolatie plaatst, is de Pro Clima **Intello+**. Zelfs bij het gebruik van isolatiematten, kiest men vaak voor de gewapende versie als standaard. Hij biedt de beste uitdampingszekerheid bij dampopen hellende daken én dampdichte platte daken.

DA is een niet-variabele dampremfolie die een beetje in onbruik raakte door zijn verbeterde opvolger als spantenluchtdichting, maar is nog zeker zeer nuttig als luchtdichte aansluitfolie tussen betonplaat en muuraanzet op het gelijkvloers. Toch wordt deze damprem nog gebruikt, vooral op houten bebordingen onder Pavatex Isolair of Pavatherm houtwolisolatieplaten.

Intello-x (voorheen Intesana) is eigenlijk de combinatie van de DA en de Intello en een typisch vochtvariabel luchtscherm in combinatie met een bebording als binnen afwerking en een isolatiepakket dat wordt aangebracht van buitenaf. Kan in dampopen en -dichte dakconstructies gebruikt worden. Gebruik de **Intello-xPlus** versie als je niet werkt op een doorlopende bebording.

Dasatop is de damprem die je gebruikt als je langs buiten over de oude kepers heen een luchtscherm wil aanbrengen dat tussen de kepers rust op een bestaande binnenafwerking. Het 'sub/top' luchtscherm heeft een andere coëfficiënt waar hij onder de isolatie ligt als waar hij op de keper zit, zodanig dat zulke kepers nooit te vochtig gehouden zullen worden. (Ook geschikt om tussen de isolatielagen in te verwerken 2:1 regel)

Mento 3000-C kwamen we al tegen als onderdak, laar je kan hem ook gebruiken als luchtdichtende laag tussen flexibele isolatiematten en een isolerende onderdakplaat van minstens een isolair30mm (regel 3:1). (Dasaplano 0.01 als specifieke folie hiervoor bleek overbodig want kan perfect vervangen worden door Mento en verdwijnt van de markt)

Santa UT & DT zijn dampremmende behangpapieren voor renovatie.



8. BINNENAFWERKING

De laatste laag van een dakvlak is de binnenafwerking. Ook deze hoort bij de volledige bio-ecologische opbouw van een (hellend) dak. Voor het binnenklimaat is de binnenafwerking de laag met het meest invloed op het menselijk gestel. Bij voorkeur gebruik je ook hier bio-ecologische materialen, niet alleen om hun technische capaciteiten, maar vooral ook om de directe aanraking ermee.

Zij [bepalen de luchtkwaliteit](#) door de grondstoffen die erin verwerkt zitten. Vermijd materialen die formaldehyde uitstoten of die andere Vluchtige Organische Componenten (VOC) in je binnenlucht lozen.

Vermijd eveneens materialen die de ademende opbouw zouden verstoren, met name kunststof planchetten of andere materialen die niet vochtbufferend/vochtregulerend zijn. In die zin bepalen goede afwerkmaterialen ook het [ademend karakter](#) en dus de technische goed functioneren van een bio-ecologische dakopbouw net als alle andere materiaallagen.

Ideaal zijn :

- [Fermacell gipsvezelplaten met dampopen verf](#)
- [Pavatherm houtwolplaten met een leem-of kalkstuc](#)
- [houten planchetten met een olie-afwerking of beits](#)
- [rietmatten met leem /leemplaten](#)

Af te raden zijn :

- houtderivaatplaten met formaldehyde-houdende lijmen
- kunststof planchetten
- gipsplaten met dampdichte verf
- spanplafonds

Een binnenafwerking wordt meestal op een dwarsstructuur aangebracht. D soms wordt er ook metalstud gebruikt. Deze dwarsstructuur wordt geplaatst volgens de voorschriften van de fabrikant van de afwerking. Calculeer deze dikte ook in!

Tussen deze latten door kan je makkelijk [electriciteitsleidingen](#) wegsteken zonder het luchtscherm te doorboren, wat de kans op luchtlekken alleen maar weer kan vergroten.

Tussen de latten en de leidingen door kan je makkelijk nog wat bijkomende [soepele isolatiematten](#) bijplaatsen (vb [Jutewol/hennepwol](#)). Lagen tot 6cm met deze materialen in deze zone kunnen zonder enig probleem aangebracht worden.

En nu : gezond wonen maar!

