

## Compacte en duo daken

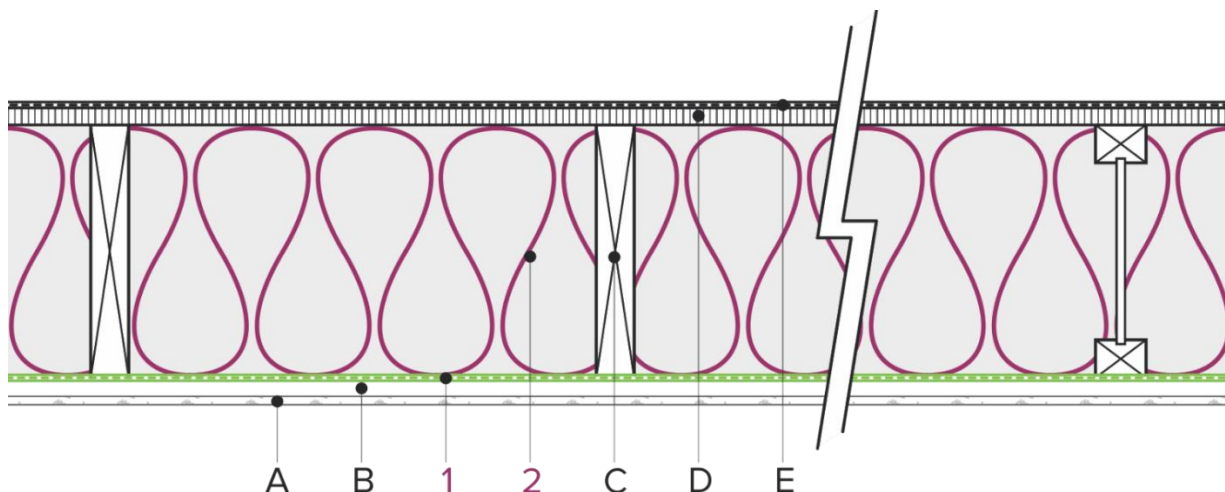
Platte daken zijn aan de buitenkant steeds voorzien van een soepele waterdichting die sterk dampremmend is (met een  $\mu$ d-waarde van minimaal 15m tot meerdere honderden meters). Dit heeft tot gevolg dat in het dak aanwezige vocht niet naar buiten toe kan uitdrogen. Dit in tegenstelling tot hellende daken waar men met een dampopen onderdak kan werken. Daarom dient men bij de bouw van platte daken steeds voldoende aandacht aan de vochtthuishouding van het dak te besteden. Er is immers steeds vocht in het dak aanwezig door dampdiffusie, luchtconvectie, ingesloten bouwvocht, ...

Traditioneel wordt er bij platte daken onderscheid gemaakt tussen 3 types dakconstructies: het **warme dak**, het **omkeerdak** en het **koud dak**. Elk van deze daktypes gaat op een andere manier met vocht op. Het koude dak en omkeerdak worden afgeraden wegens de kans op bouwschade en de beperkte isolerende werking. Het warme dak, waarbij de thermische isolatie boven een damp scherm op de dakvloer geplaatst wordt, is het meest gebruikte daktype in België.

Deze tekst handelt over een **vierde type** platdakconstructie: het **compacte dak** en de variante het **duo dak**.

### Het compacte dak: algemeen werkingsprincipe

Bij het compacte dak wordt de damprem onder de houten draagstructuur aangebracht en de ruimte tussen dakvloer, damprem en draagbalken wordt volledig met isolatie opgevuld. Een belangrijk verschil met het koud dak is dat er tussen isolatie en dakvloer geen (geventileerde) luchtsponw aanwezig is. Hierdoor zal er geen luchtconvectie plaatsvinden in de isolatie.

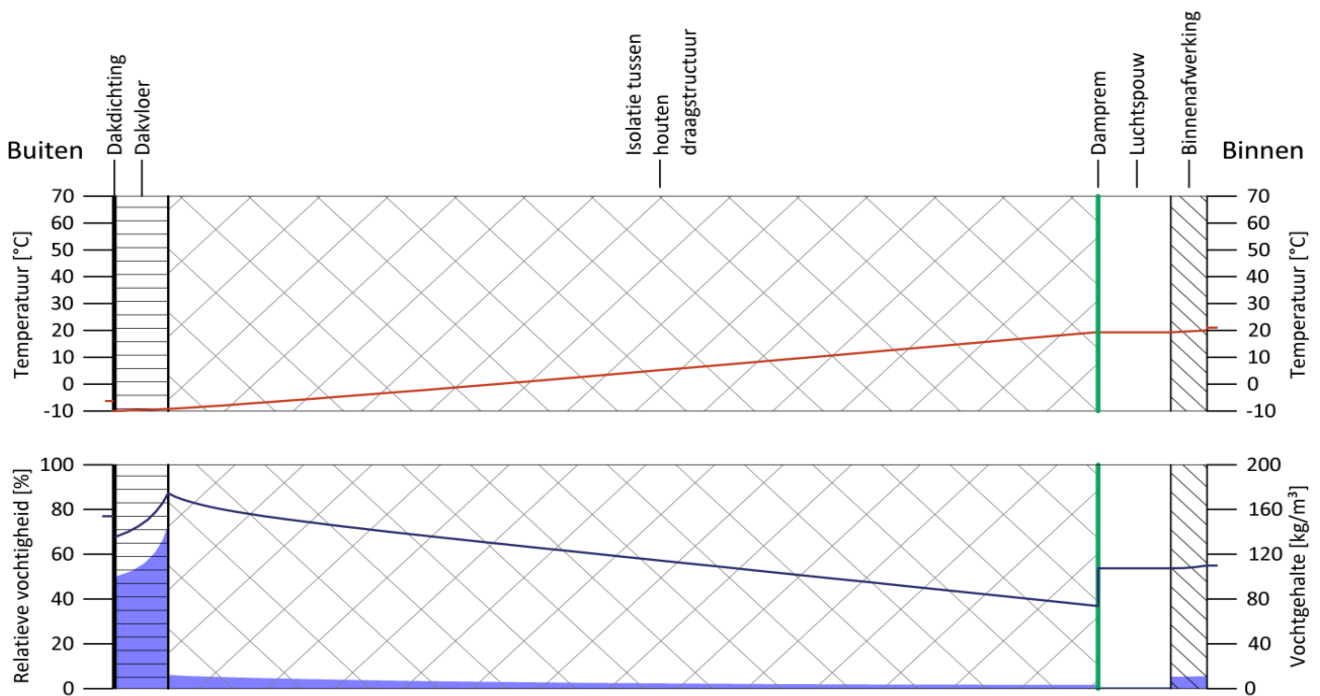


- |   |  |
|---|--|
| 1 Vochtgestuurde damprem <b>INTELLO PLUS</b>                    | B Leidingensponw / ondersteuning damprem en akoestische ontkoppeling binnenafwerking plafond |
| 2 <b>iQ3 cellulose-isolatie</b> of andere vezelvormige isolatie | C Houten draagstructuur  |
| A Dampopen binnenafwerking plafond                              | D Dakvloer (voligeplanken, OSB, cementgebonden spaanplaat)                                   |
|   | E Dakafdichting  |

*Figuur 1: Het compacte dak.*

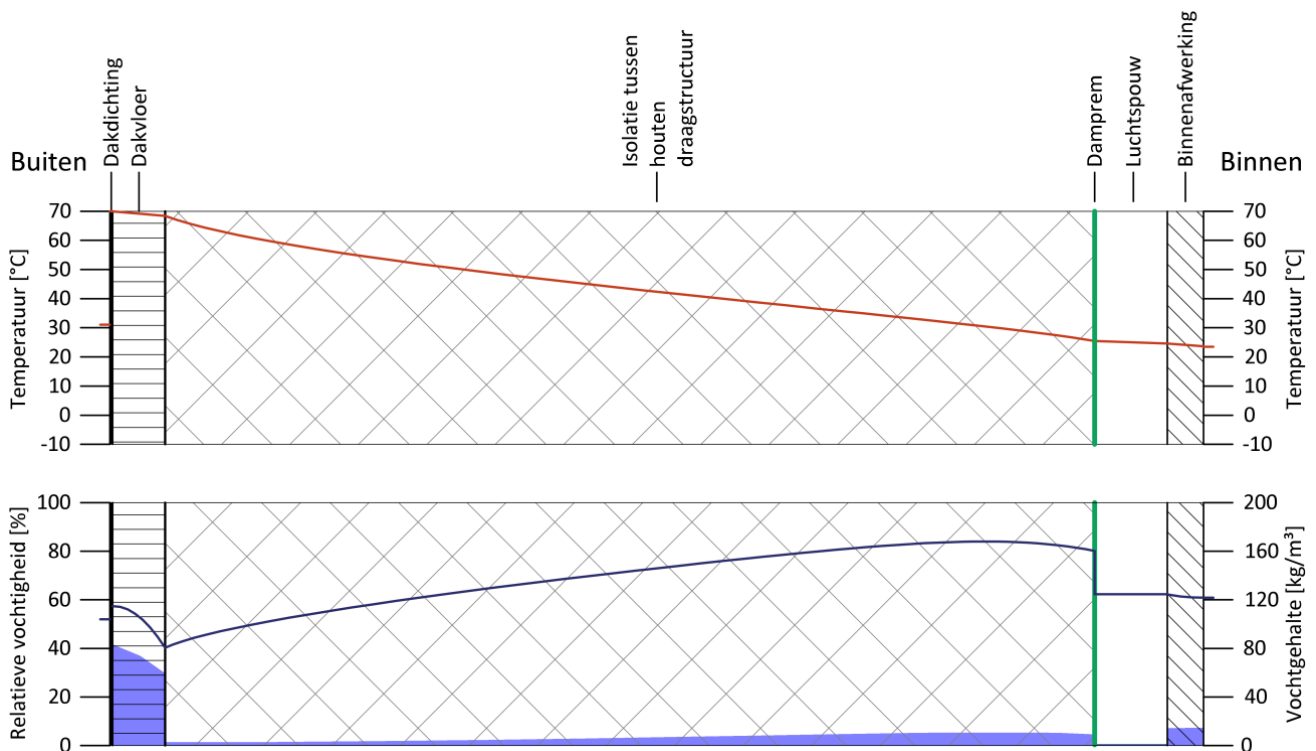
Om te begrijpen hoe de dit dak met vocht omgaat wordt er dikwijls onderscheid gemaakt tussen een typische wintersituatie enerzijds en een typische zomersituatie anderzijds.

**In de winter** is het in het algemeen buiten kouder dan binnen. Dit leidt tot vochtverplaatsing van de onderkant van de isolatie naar de bovenkant van het dak. Daar accumuleert het in de dakvloer, het bovenste gedeelte van de houten draagstructuur en de eventueel hygroscopische isolatie. De dampdruk net boven de damprem daalt hierdoor en wordt lager dan de dampdruk net onder de damprem. Dit leidt tot dampdiffusie doorheen de damprem waardoor de totale vochthoeveelheid in het dak tijdens de winter toeneemt. Ook ongewilde vochtbronnen zoals luchtconvector langs luchtlekken kunnen er eventueel toe leiden dat het vochtgehalte in de winter verder toeneemt.



*Figuur 2: Typische situatie tijdens een winternacht in een compact dak (over 90° tegen de klok in gedraaid). Rode lijn: temperatuur; blauwe lijn: relatieve vochtigheid; blauwe vlakken: plaatselijk vochtgehalte.*

**Op zonnige zomerdagen** kan door invallende zonnestraling de oppervlaktetemperatuur aan de buitenkant van het dak heel sterk oplopen. Het tijdens de winter opgeslagen vocht zal hierdoor grotendeels vrijkomen, waardoor bovenaan in het dak de dampdruk zeer sterk zal stijgen en het vocht naar de onderkant van de isolatie zal migreren. Dit leidt tot een hogere dampdruk aan de bovenzijde van de damprem dan aan de onderzijde. Dampdiffusie doorheen de damprem zal er nu voor zorgen dat het dak uitdroogt.



*Figuur 3:* Typische situatie tijdens een zomerdag in een compact dak (over 90° tegen de klok in gedraaid). Rode lijn: temperatuur; blauwe lijn: relatieve vochtigheid; blauwe vlakken: plaatselijk vochtgehalte.

Indien het plaatselijke vochtgehalte in het dak steeds voldoende laag blijft en het vochtgehalte in het dak jaar na jaar niet toeneemt (de jaarlijkse uitdroging is dan minstens even groot als de jaarlijkse bevochtiging), zal er geen schade optreden door interne condensatie.

In het algemeen is deze situatie gemakkelijker te bereiken door een vochtgestuurde damprem zoals pro clima [INTELLO](#) te gebruiken, een folie waarvan de dampdichtheid toeneemt naarmate de relatieve vochtigheid daalt. Normaal is in de wintermaanden de relatieve vochtigheid rondom de damprem lager dan tijdens de zomer<sup>1</sup>. De dampremmendheid van de damprem zal hierdoor hoger zijn dan tijdens de zomer. Met andere woorden: door het klassieke dampscherm te vervangen door de vochtgestuurde damprem [INTELLO](#) wordt de bevochtiging tijdens de winter extra beperkt, terwijl de uitdroging tijdens de zomer vergemakkelijkt wordt.

## Voor- en nadelen van het compacte dak

Het compact dak heeft een aantal voor- en nadelen t.o.v. andere daktypes.

De belangrijkste voordelen:

- Een compact dak is dikwijls veruit de goedkoopste oplossing bij renovatie en kleine oppervlakken (achterbouw in steden, dakkapellen, ...).
- Omdat men niet-drukvlaste isolatie kan toepassen is deze meestal goedkoper.
- Door de isolatie tussen de draagstructuur te plaatsen beperkt men zelfs bij grote isolatiediktes de totale dakhoogte.

<sup>1</sup> Naast de vochtverplaatsing in het dak leidt de opwarming van koude, droge buitenlucht tijdens de winter tot een verlaging van de relatieve vochtigheid binnenshuis (dus aan de onderzijde van de damprem)

- In tegenstelling tot het warm dak wordt de isolatie van binnenuit aangebracht en dat pas nadat de waterdichting van het dak volledig is uitgevoerd, waardoor vochtproblemen veroorzaakt door neerslag uitgesloten zijn.
- Omdat de luchtdichte laag van het dak (de damprem) zich onder de dakstructuur bevindt, is deze gemakkelijk te verbinden met de luchtdichte laag aan de binnenkant van de buitenmuren en dit in tegenstelling tot een warm dak, waarbij meestal wachtfolies, geplaatst in de ruwbouwfase, nodig zijn.

De belangrijkste minpunten:

- Met betrekking tot de vochthuishouding van het dak zijn er een heel aantal randvoorwaarden waaraan men moet voldoen wanneer men voor dit daktype kiest (zie lager).
- Omdat de damprem niet op een doorlopende ondergrond wordt aangebracht vraagt de plaatsing meer aandacht dan bij een warm dak.

## Te volgen regels bij de bouw van een compact dak

Om er voor te zorgen dat het uitdrogingspotentiaal van het dak steeds voldoende groot is terwijl de bevochtiging beperkt blijft dient men steeds volgende regels te volgen wanneer men een compact dak bouwt:

- 1 Gebruik een donkere dakafdichting met een absorptiecoëfficiënt voor kortgolvlige straling  $\alpha_{\text{short}}$  van minimaal 80%.
- 2 Het dak moet volledig bezond zijn. Opmerking: daken die tijdens de zomer minstens 4 uur per dag bezond worden, waaronder de periode van 13 tot 15 uur mogen aan bezonde daken gelijkgesteld worden.
- 3 Zorg voor een dakhelling van minimaal 2% na eventuele vervorming van de toplaag om waterstagnatie op de dakvloer te vermijden. De dakhelling mag echter niet meer dan 40° naar het noorden, oosten of westen hellen.
- 4 Zorg ervoor dat de ruimte tussen dakvloer, damprem en draagbalken volledig met isolatie gevuld is om ongewilde luchtconvectie te vermijden. Werk steeds met dampopen isolatie.
- 5 Gebruik de vochtvariabele damprem pro clima [INTELLO](#) of [INTELLO PLUS](#). Deze folie kan echter maar correct functioneren wanneer ook de binnenafwerking voldoende dampopen is. Voor de binnenafwerking kan je gipsplaten gebruiken die afgewerkt worden met dampopen verf of houten planchetten met een maximale dikte van 14mm. Gebruik van spaanplaat en OSB worden absoluut afgeraden wegens hun dampremmendheid, zelfs wanneer deze slechts een dikte van 8mm hebben.
- 6 Vermijdt luchtconvectie van de binnen-omgeving naar de dakopbouw door de pro clima [INTELLO](#) of [INTELLO PLUS](#) zorgvuldig te plaatsen en te verbinden met de luchtdichte laag van de muren. De kwaliteit van de plaatsing dient gecontroleerd te worden d.m.v. een onderdruktest (cf. [BlowerDoortest](#)) waarbij men eventueel gevonden luchtlekken dient te dichten.
- 7 Het vochtgehalte van het in het dak gebruikte hout of houtderivaten, mag bij het sluiten van de dakconstructie niet hoger zijn dan 18 m%. Zorg steeds voor een goede planning en coördinatie van de werken om insluiting van vocht door beregening te beperken.
- 8 Het binnenklimaat mag nooit vochtiger dan binnenklimaatklasse 3 zijn<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Zie TV 215 van het WTCB voor een definitie van de binnenklimaatklassen.

# Richtlijnen voor het verhogen van de hygrische veiligheid

Naast de te volgen verplichtingen zijn er ook enkele richtlijnen waarmee men de hygrische veiligheid van het dak nog verder kan verbeteren.

- 1 Probeer de  $\mu$ d-waarde van de dakdichting zo laag mogelijk te houden. Tegenwoordig zijn er dakafdichtingsmembranen met een  $\mu$ d-waarde van minder dan 20m beschikbaar. Bij groendaken is het echter nadelig een dakafdichting met relatief lage  $\mu$ d-waarde te gebruiken omdat men dan vochttransport van de buiten- naar dakomgeving kan hebben.
- 2 Gebruik inblaas- i.p.v. matvormige isolatie om er zeker van te zijn dat de ruimte tussen dakvloer, damprem en draagbalken volledig met isolatie gevuld is.
- 3 Zorg voor een goede planning en coördinatie van de werken. Probeer eventueel met prefab-elementen (incl. dakafdichting) te werken.
- 4 In de winter is het belangrijk, wanneer men matvormige isolatie gebruikt, dat de damprem onmiddellijk na plaatsing van de isolatie aangebracht wordt om vochtaccumulatie in de dakvloer te beperken.
- 5 Probeer de houtsectie te beperken, zeker onderaan in het dak, bijvoorbeeld door het gebruik van I-liggers of Sparrenexpanders.
- 6 Beperk de isolatiedikte tussen dakvloer en damprem.
  - a) Plaats eventueel extra isolatie (of een deel van de isolatie die tussen dakvloer en pro clima INTELLO voorzien was) onder de damprem. Door de hygrische massa boven de damprem te beperken kan het dak gemakkelijker uitdrogen. Bovendien wordt er hierdoor gunstig gebruik gemaakt van de temperatuurafhankelijkheid van de damprem en loopt men minder kans op perforatie van de damprem. Bij binnenklimaatklasse 2 kan men tot 1/3 van de totale isolatiewaarde onder de damprem aanbrengen. Bij binnenklimaatklasse 3 dient men de isolatiewaarde onder de damprem te beperken tot 1/4 van de totale R-waarde.
  - b) Eventueel kan een deel van de isolatie op de dakvloer geplaatst worden, waardoor men komt tot wat een duo dak (zie ook verder) wordt genoemd: combinatie van het compact plat dak met een warm plat dak.<sup>3</sup> Het effect hiervan op de hygrische veiligheid van de dakconstructie is echter niet steeds positief. Weliswaar zal enerzijds de dakvloer tijdens de koude jaarhelft iets warmer staan waardoor daar minder vocht zal accumuleren, maar anderzijds zal het dak tijdens de zomer minder goed uitdrogen door deze bovenliggende isolatielaag. Om bij bezonde daken met een donkere dakdicafhting te beletten dat het negatieve effect zwaarder doorweegt dan het positieve is het noodzakelijk dat, wanneer er boven de dakvloer isolatie wordt geplaatst, deze isolatielaag een R-waarde heeft van minstens 1/5 van de R-waarde van de isolatie tussen dakvloer en damprem. Tussen dakvloer en de extra laag isolatie moet men een dampscherm plaatsen met een  $\mu$ d-waarde gelijk aan of hoger dan de  $\mu$ d-waarde van de dakafdichting. Dit dampscherm moet luchtdicht verbonden worden met de dakafdichtingslaag volgens de regels van TV 215.

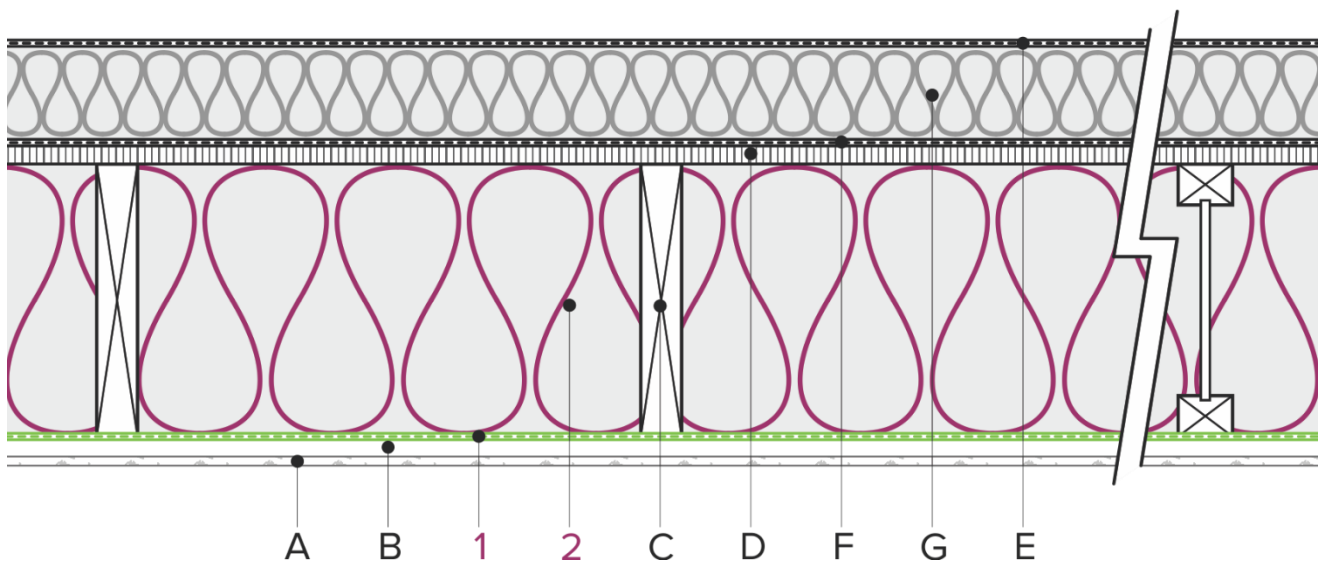
---

<sup>3</sup> Omgekeerd kan ook een bestaand warm plat dak, mits respect van de beschreven regels voor het duo dak, bijkomend worden geïsoleerd van onderuit, tussen de draagconstructie.

- 7 Probeer de vochtgestuurde damprem luchtdicht te verbinden met de dakdichting (of, in het geval van punt 5b, met het damp scherm), om de kans op luchtconvectie nog verder te beperken. Dit vereist veelal de toepassing van wachtfolies.

## Duodaken

Bij daken die (deels) beschaduwd zijn, of voorzien zijn van extra lagen zoals een terras of groendak, wordt de temperatuur aan het dakoppervlak tijdens de zomer gedempt. Hierdoor wordt de uitdroging van het dak beperkt. Door het aanbrengen van een extra isolatielaag op de dakvloer, inclusief een extra damp scherm tussen dakvloer en bijkomende isolatie, kan men alsnog een veilig dak bekomen. Door het aanbrengen van deze extra isolatie en damp scherm bekomt men een **duodak**.



- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| 1 | Vochtgestuurde damprem <b>INTELLO PLUS</b>  | C | Houten draagstructuur  |
| 2 | <b>iQ3 cellulose-isolatie</b> of andere vezelvormige isolatie                               | D | Dakvloer (voligeplanken, OSB, cementgebonden spaanplaat)                         |
| A | Dampopen binnenafwerking plafond  | E | Dakafdichting  |
| B | Leidingenspouw / ondersteuning damprem en akoestische ont koppeling binnenafwerking plafond | F | Dampscherm   |
|   |   | G | Druk vaste niet hygroscopische isolatie die geschikt is voor een warme dakopbouw |

De extra isolatielaag zorgt er voor dat er tijdens de winter minder vocht door de dakvloer opgenomen wordt. Hierdoor wordt de uitdroging tijdens de zomer minder belangrijk. De nodige R-waarde (of dikte) van deze extra isolatielaag is afhankelijk van verschillende factoren zoals het binnenklimaat, het type beschaduwing, de isolatiedikte onder de dakvloer, .... Onderstaande tabel geeft aan hoeveel extra informatie minimaal nodig is voor enkele standaardsituaties. De hoeveelheid nodige isolatie wordt uitgedrukt in:

- Minimale R-waarde in  $(m^2 \cdot K)/W$
- Minimale dikte in cm voor een isolatiemateriaal met een  $\lambda$ -waarde van  $0,025W/(m \cdot K)$
- Minimale dikte in cm voor een isolatiemateriaal met een  $\lambda$ -waarde van  $0,040W/(m \cdot K)$

Belangrijk is dat de opgegeven R-waarde voor deze extra isolatielaag ook op termijn behouden blijft: de isolatie moet voldoende drukvast zijn en moet droog blijven.

		maximale isolatiedikte tussen dakvloer en damprem								
		200mm			300mm			400mm		
situatie	materiaal dakvloer	vereiste isolatie boven de dakvloer								
		R-waarde	$\lambda = 0,025$ W/(m.K)	$\lambda = 0,040$ W/(m.K)	R-waarde	$\lambda = 0,025$ W/(m.K)	$\lambda = 0,040$ W/(m.K)	R-waarde	$\lambda = 0,025$ W/(m.K)	$\lambda = 0,040$ W/(m.K)
situatie buiten	materiaal dakvloer	boven droge ruimtes								
		[m <sup>2</sup> . K/W]	[mm]	[mm]	[m <sup>2</sup> .K/ W]	[mm]	[mm]	[m <sup>2</sup> . K/W]	[mm]	[mm]
terras	OSB vezelcement	1,2	30	50	2,0	50	80	2,8	70	115
		0	0	0	1,0	25	40	2,0	50	80
zonnepanelen	OSB vezelcement	1,2	30	50	2,0	50	80	2,8	70	115
		0,8	20	35	1,4	35	60	2,0	50	80
groendak	OSB vezelcement	1,6	40	65	2,8	70	115	4,0	100	160
		0,8	20	35	1,6	40	65	2,6	65	105
ballastlaag	OSB vezelcement	2,2	55	90	3,4	85	140	5,0	125	200
		1,6	40	65	2,6	65	105	4,0	100	160
deels beschadwd	OSB vezelcement	1,6	40	65	2,4	60	100	3,4	85	140
		1,0	25	40	1,8	45	75	2,6	65	105
volledig beschadwd	OSB vezelcement	2,4	60	100	3,6	90	145	vraag advies		
		1,8	45	75	3,0	75	120			
bleke dakafdichting	OSB vezelcement	2,8	70	115	4,2	105	170			
		2,0	50	80	3,4	85	140			
		boven badkamers								
terras	OSB vezelcement	1,8	45	75	3,0	75	120	4,0	100	160
		0,8	20	35	2,0	50	80	3,0	75	120
zonnepanelen	OSB vezelcement	1,8	45	75	3,0	75	120	4,0	100	160
		1,2	30	40	2,4	60	100	3,2	80	130
groendak	OSB vezelcement	2,4	60	100	4,0	100	160	5,4	135	220
		1,4	35	60	2,6	65	105	3,8	95	155
ballastlaag	OSB vezelcement	3,0	75	120	5,0	120	200	6,4	160	260
		2,2	55	90	3,6	90	145	5,2	130	210
deels beschadwd	OSB vezelcement	2,4	60	100	3,6	90	145	5,0	125	200
		1,6	40	65	2,6	65	105	3,6	90	145
volledig beschadwd	OSB vezelcement	3,2	80	130	5,0	125	200	vraag advies		
		2,6	65	105	4,0	100	160			
bleke dakafdichting	OSB vezelcement	3,6	90	145	5,4	135	220			
		2,8	70	115	4,6	115	185			

## Bijkomende uitleg in verband met de tabel

- **Droge ruimtes:** woonkamers, slaapkamers, keukens, bureaus, klaslokalen, conferentieruimtes, kamers van woonzorgcentra, ... waar te verwachten is dat de vochtbelasting niet merkelijker hoger zal zijn dan bij normaal gebruik van deze ruimtes.
- **Badkamers:** de badkamer is in het algemeen de meest vochtige ruimte in een woning. Er wordt verondersteld dat het binnenklimaat niet vochtiger is dan in 80% van de Belgische badkamers.
- Het **isolatiemateriaal op de dakvloer** moet geschikt zijn voor toepassing bij een warm dak en mag bovendien niet hygroscopisch zijn.
- De tabel is opgesteld voor daken waarvan het isolatiemateriaal onder de dakvloer een maximale dichtheid van  $60\text{kg/m}^3$  heeft.
- De tabel is enkel geldig voor extensieve **groendaken** met een maximale substraatdikte van 10cm.
- De **ballastlaag** heeft een maximale dikte van 8cm en een absorptiecoëfficiënt voor kortgolvlige straling  $\alpha_{\text{short}}$  van minimaal 50%.
- Met **deels beschaduwde daken** wordt bedoeld dat delen van het dak eventueel een gedeelte van de dag beschaduwd zijn, maar dat het volledige dakoppervlak minstens enkele uren per dag bezond wordt. Opmerking: daken die tijdens de zomer minstens 4 uur per dag bezond worden, waaronder de periode van 13 tot 15 uur mogen aan bezonde daken gelijkgesteld worden.
- Daken waarvan delen gedurende de volledige dag in de schaduw liggen worden beschouwd als **volledig beschaduwde daken**.
- Een **witte dakafdichting** heeft een absorptiecoëfficiënt voor kortgolvlige straling  $\alpha_{\text{short}}$  van ongeveer 0,2.

## Bijkomend advies

Indien je bijkomende vragen hebt en/of je dak afwijkt van de in de tabel voorgestelde standaarddaken kan je ons steeds contacteren voor bijkomend advies via +32 15 62 18 35 of [technical@isoproc.be](mailto:technical@isoproc.be). Indien nodig kan ISOPROC een hygrothermische simulatie maken voor jouw specifieke situatie.

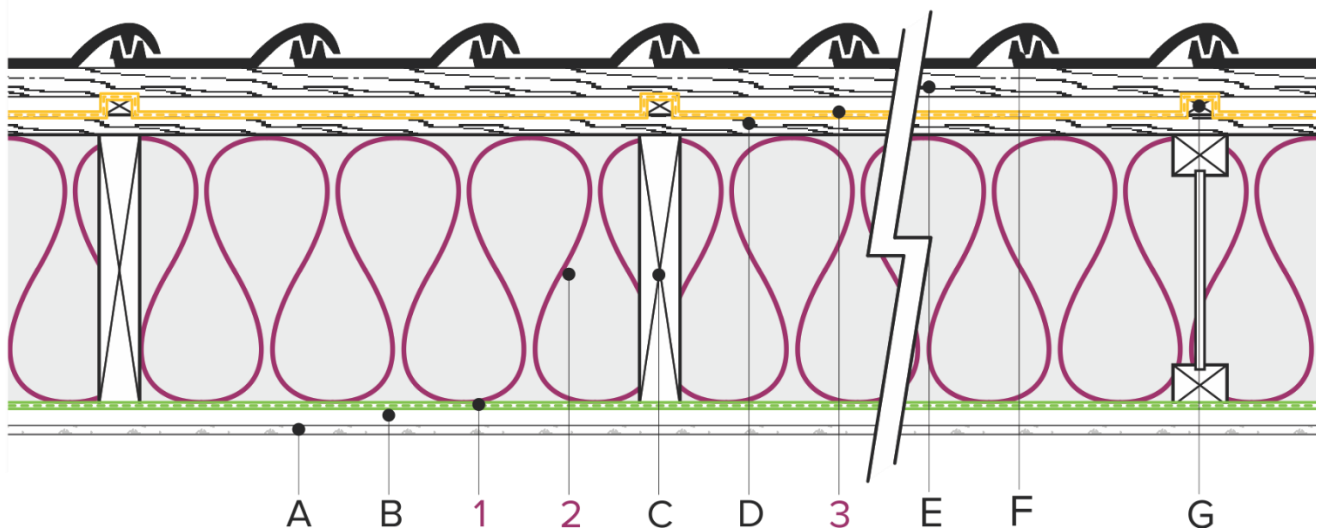
## Hellende daken en verticale houten wanden met een dampdichte buitenzijde

Ook sommige hellende daken en verticale wanden zijn voorzien van zeer dampremmende lagen aan de buitenzijde (bijv. een plasticfolie als onderdakfolie)

- Wanneer een hellend dak naar het noorden gericht is krijgt het minder zon dan een bezond plat dak. Daarom is het belangrijk dat de dakhelling niet meer dan  $40^\circ$  bedraagt en de isolatiedikte niet groter is dan 40cm.
- Bij verticale wanden kan de zonne-instraling nog minder zijn dan bij hellende daken. Los van bovenstaande regels dient men bij wanden er daarom bijkomend voor te zorgen dat de dampdiffusieweerstand aan de buitenzijde maximaal 10m bedraagt bij gebruik van pro clima **INTELLO** of **INTELLO PLUS** als damprem.



Vanaf een dakhelling van 5° is het mogelijk het dak als een hellend dak uit te voeren met een relatief dampopen onderdak. Op de dakvloer wordt dan een [SOLITEX WELDANO](#) onderdak geplaatst met een  $\mu$ d-waarde van ongeveer 0,2m. Deze folie wordt volledig waterdicht geplaatst, over de tengellatten heen. Om de folie tegen UV-licht te beschermen is het nodig een dakbedekking te plaatsen die geschikt is voor kleine hellingen.



- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 1 | Vochtgestuurde damprem <a href="#">INTELLO PLUS</a>  | C | Houten draagstructuur                      |
| 2 | <a href="#">iQ3 cellulose-isolatie</a> of andere vezelvormige isolatie                     | D | Dakvloer (OSB, voligeplanken, ...)         |
| 3 | Onderdak <a href="#">SOLITEX WELDANO</a> , geplaatst over de panlatten heen                | E | Panlatten                                  |
| A | Dampopen binnenafwerking plafond   | F | Dakpannen (geschikt voor kleine hellingen) |
| B | Leidingenspouw / ondersteuning damprem en akoestische ontkoppeling binnenafwerking plafond | G | Tengellatten                               |

*Figuur 4: Een hellend dak met zeer lage dakhelling uitgevoerd met een [SOLITEX WELDANO](#) onderdak.*

## Verantwoording

De hier weergegeven informatie is gebaseerd op de huidige stand van kennis. ISOPROC en de fabrikant van pro clima behouden zich het recht voor de hier voorgeschreven regels aan te passen zonder voorafgaandelijke kennisgeving. Enkel de laatste versie mag als geldig beschouwd worden. ISOPROC noch de fabrikant van pro clima kunnen aansprakelijk gesteld worden voor schade ten gevolge van door derden gegeven advies.

Laatste bijwerking: november 2019