

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

GEBOUWSCHIL: DAKRENOVATIE

HERFST 2023

Isolatie



Camille BAIVIER
écorce
INGÉNIERIE & CONSULTANCE

- ▶ Dit boekje vormt een theoretische aanvulling op de presentatie “Bescherming tegen regen en kou”.
- ▶ Het belicht de aspecten verbonden aan de **aard van de isolatie**.
- ▶ De spreker zal dit document slechts gebruiken bij een specifieke vraag ter zake.



PRESTATIES VAN DE SCHEIDINGSCONSTRUCTIE

HELLEND DAK

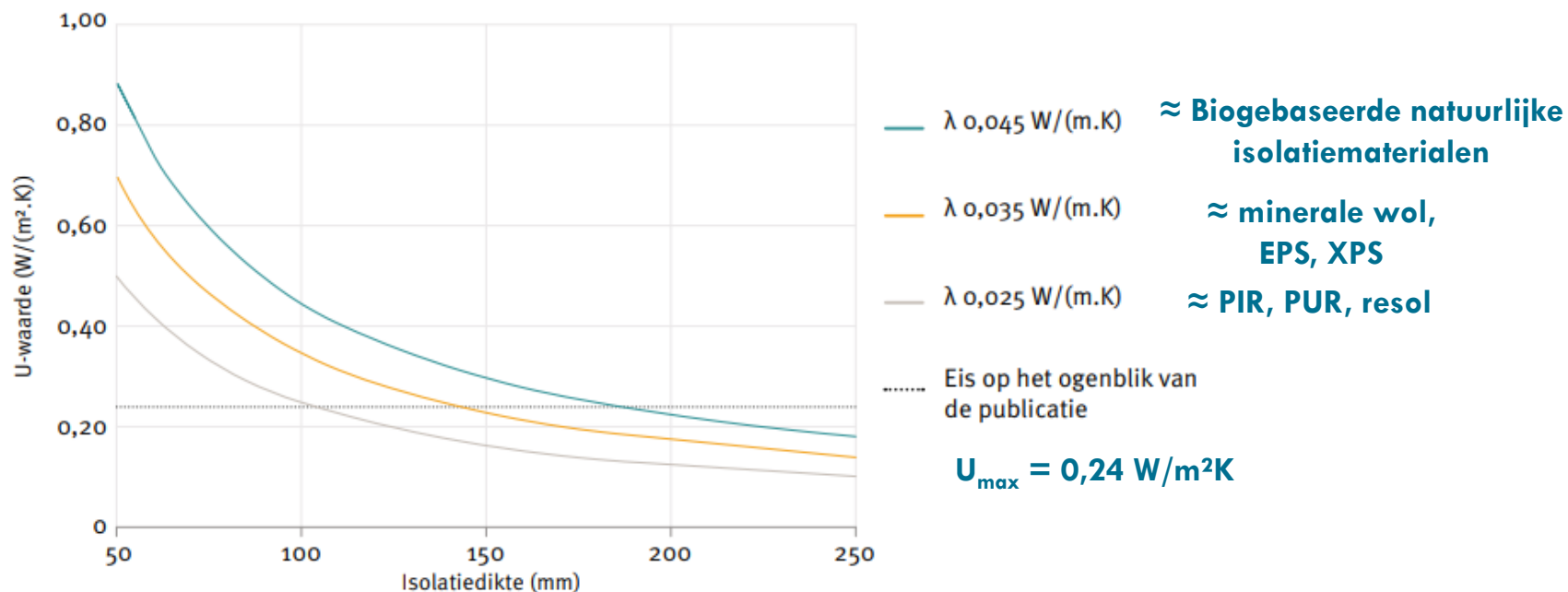
PLAT DAK

ZOLDERVLOER



Welke isolatiedikte?

- Energie-Impact van de isolatie
 - Reglementaire basis EPB 2022: $U_{\max} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$



Afb. 58 Warmtedoorgangscoefficiënt U van een geïsoleerd dak met een dakvloer uit beton.

Bron: Buildwise



Welke isolatiedikte?

- ▶ Reglementaire eisen EPB 2022

- $U_{\text{max dak}} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

⇒ **Goed ...maar is dit voldoende?**

- $NEV \leq X \text{ kWh/m}^2\cdot\text{jaar}$ (nieuw),
 $NEV \leq X*1,2 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{jaar}$ (met nieuw gelijkgesteld).

Drempel 'X' berekend op basis van diverse factoren waaronder:

Opake scheidingsconstructies: gewogen gemiddelde U-waarde = 0,12 W/m²K



Welke isolatiedikte?

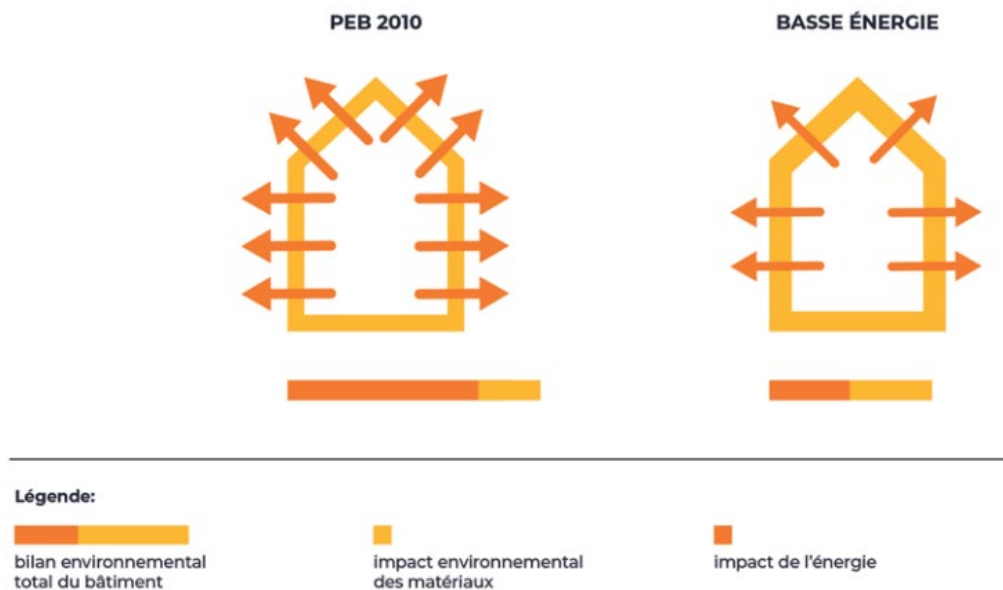
- ▶ Milieu-impact van de isolatie
 - Prioriteit nr. 1: isoleren

Een grotere isolatiedikte leidt tot een kleinere milieu-impact voor de scheidingsconstructie, ongeacht de aard van de isolatie.



Welke isolatiedikte?

- Milieu-impact van de isolatie
 - Prioriteit nr. 2: isolatie met geringe milieu-impact kiezen



Bron:
Praktische gids Totem

**Verder doordenken en ernaar handelen, biogebaseerde materialen
voorrang geven**

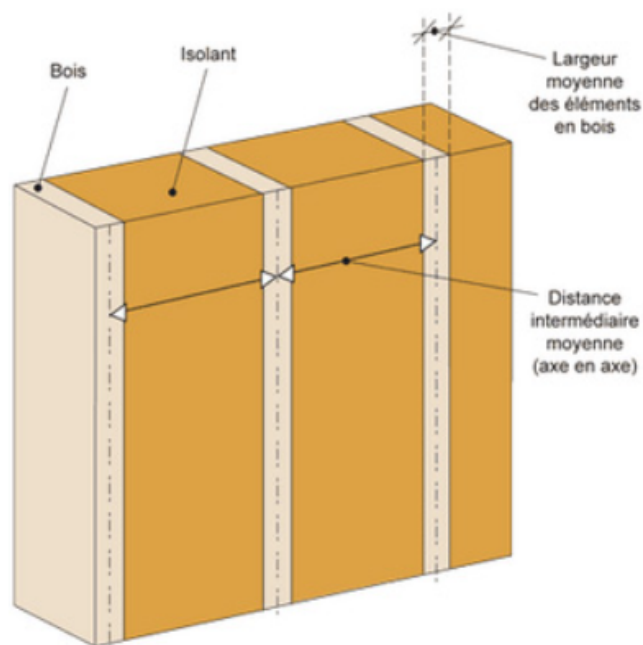


Impact van de structuur

► Houtfractie

$$\text{Fraction bois} = \frac{\text{largeur moyenne des éléments en bois}}{\text{distance intermédiaire moyenne}}$$

En présence d'entretoises, la fraction de bois est augmentée de 0,01.



Valeurs par défaut

Choisir la fraction de bois correspondant au type de structure :

- 0,11 pour une isolation entre pannes
- 0,20 pour une isolation entre chevrons
- 0,12 pour une isolation entre fermettes
- 0,11 pour un plancher isolé
- 0,15 pour une paroi isolée à ossature



Impact van de structuur

- ▶ Houtfractie
 - Isolatie uit houtwol van 30 cm dik ($\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$):

Zonder rekening te houden met het dakgeraamte: $U = 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$

Rekening houdend met het dakgeraamte (15 %): $U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$

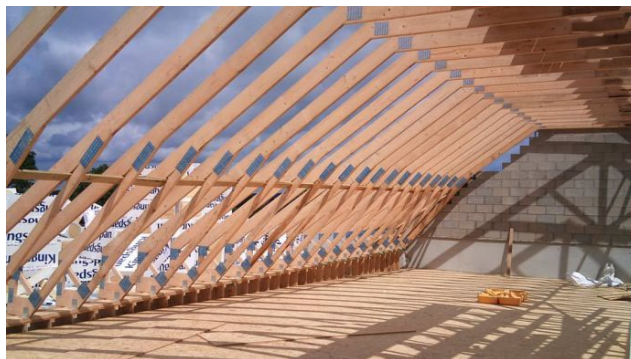


**$\approx - 25 \%$
prestatie**



Impact van de structuur

- ▶ Houtfractie
 - Verkleinen → Verbetering van U-waarde [$\text{W/m}^2\text{K}$].
Ordes van grootte:



Bron: Steico

Houtfractie $\approx 15\%$
Bijv.: $U \approx 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$

Houtfractie $\approx 12\%$
Bijv.: $U \approx 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

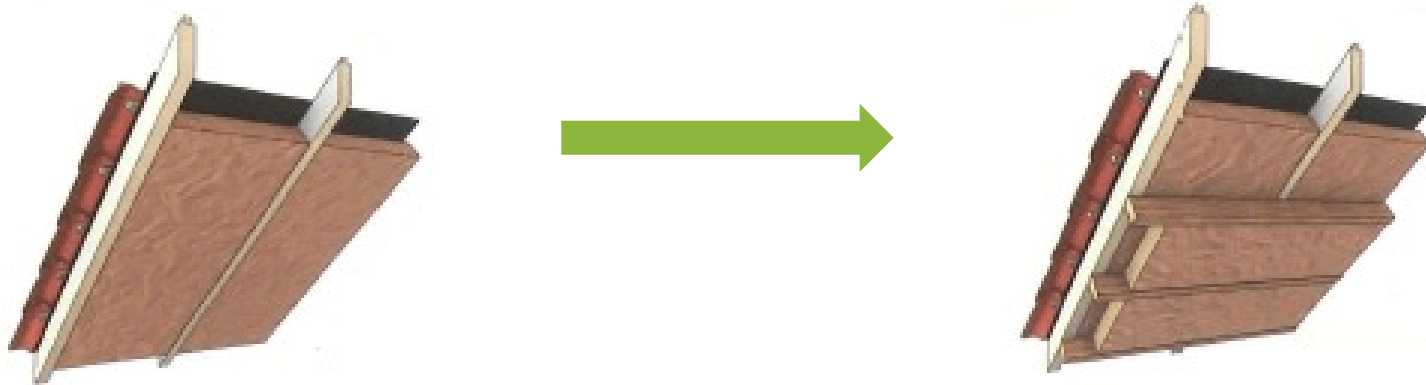
Houtfractie $\approx 7\%$
Bijv.: $U \approx 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$



Impact van de structuur

► Houtfractie

- Kruisen → Geen verbetering van de U-waarde maar verbetering van het thermische gedrag van de scheidingsconstructie, van de oppervlaktetemperaturen.



PRESTATIES VAN DE SCHEIDINGSCONSTRUCTIE

HELLEND DAK

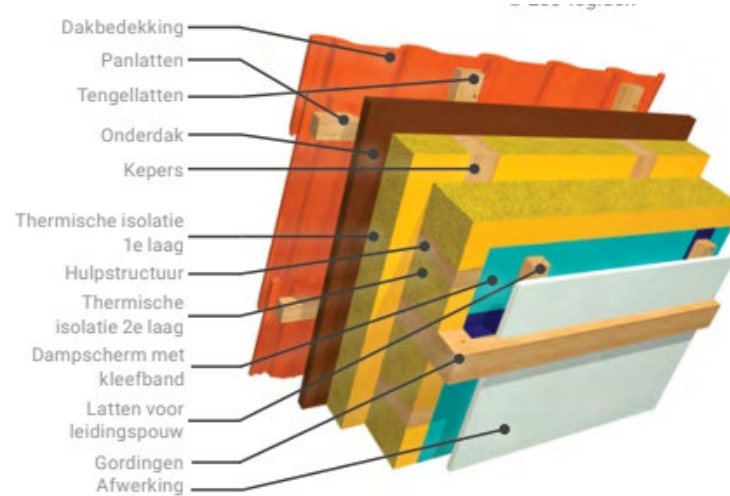
PLAT DAK

ZOLDERVLOER



Isolatie in de dakconstructie, langs de binnenzijde

- Isolatieleden
 - Principe



Voordelen

De dakbedekking kan behouden blijven, als er een onderdak in goede staat is.

Het uitzicht blijft ongewijzigd.

Goede akoestische prestaties als de binnenafwerking voldoende massa heeft en ontkoppeld is.

Geschikt voor doe-het-zelf.

Minder duur als het onderdak en de dakbedekking behouden kunnen blijven.

Nadelen

De binnenafwerking kan niet behouden blijven.

Verlies van binnenruimte.

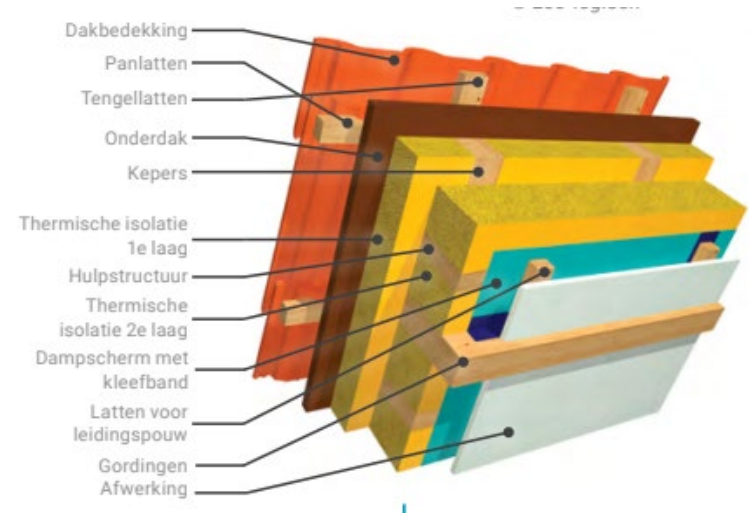
Wanneer geen onderdak aanwezig is, vereist deze aanpak de volledige vernieuwing van het dak.

Bron: Homegrade



Isolatie in de dakconstructie, langs de binnenzijde

- Isolatieleden
- Materialen



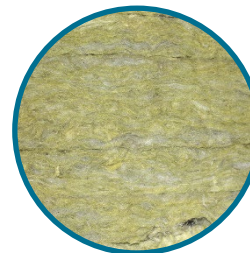
Bron: Homegrade



Houtwol
Hennepwol
 $\lambda \approx 0,038-0,04 \text{ W/mK}$



Grasvezels
 $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$



Minerale wol
 $\lambda = 0,032-0,035 \text{ W/mK}$

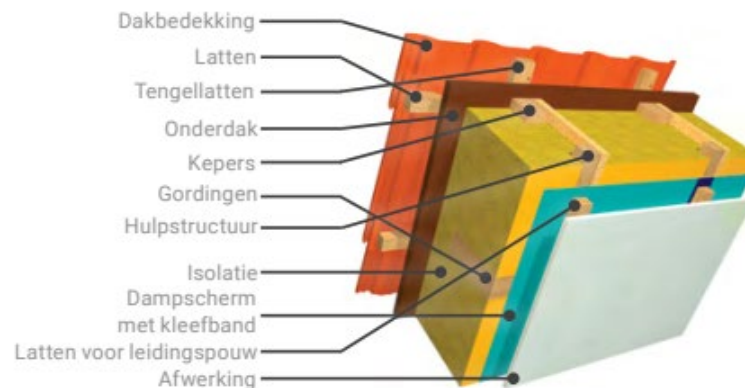


Dierlijke wol
 $\lambda \approx 0,036 \text{ W/mK}$



Isolatie in de dakconstructie

- Ingeblazen isolatie, spuitisolatie
 - Principe



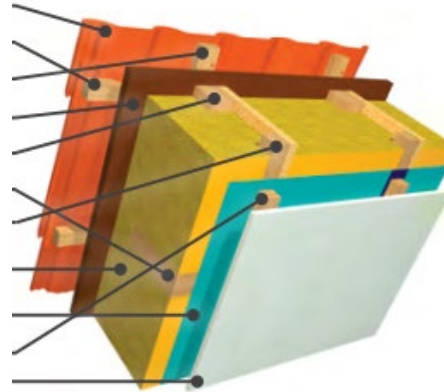
Voordelen	Nadelen
De dakbedekking kan behouden blijven, als er een onderdak aanwezig is. Het uitzicht blijft ongewijzigd. Goede akoestische prestaties als de binnenaafwerking voldoende massa heeft en ontkoppeld is. Minder duur als het onderdak en de dakbedekking behouden kunnen blijven.	De binnenaafwerking kan niet behouden blijven. Verlies van binnenruimte. Wanneer geen onderdak aanwezig is, vereist deze aanpak de volledige vernieuwing van het dak.

Bron: Homegrade



Isolatie in de dakconstructie

- Ingeblazen isolatie, spuitisolatie
 - Materialen



Bron: Homegrade



Houtvezels in bulk
 $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$



Polyurethaan
 $\lambda \approx 0,026 \text{ W/mK}$



Cellulose
 $\lambda \approx 0,038 \text{ W/mK}$

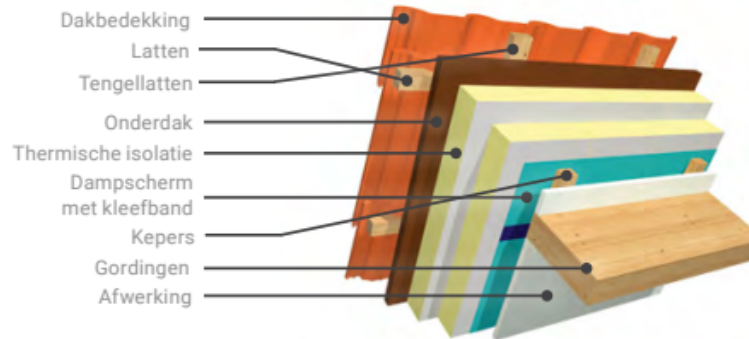


Schapevool in bulk
 $\lambda = 0,041 \text{ W/mK}$



Isolatie langs de buitenzijde (sarking)

► Principe



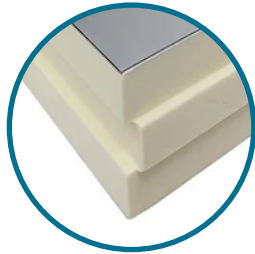
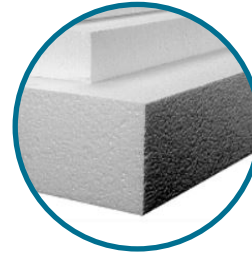
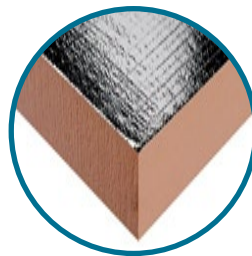
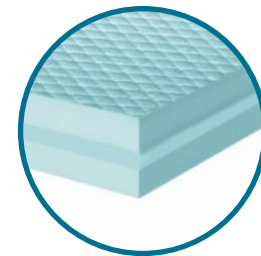
Voordelen	Nadelen
De binnenafwerking kan behouden blijven. Geen verlies van binnenruimte. Geen onderbrekingen in de isolatie. Alle werken gebeuren via de buitenzijde. De volledige ontkoppeling van het onderdak en de afwerking in combinatie met het gebruik van een soepel isolatiemateriaal zorgt voor een uitstekende akoestische verbetering.	Deze aanpak vereist de volledige vernieuwing van het dak. Het uitzicht wijzigt (dakhoogte, hoogte en/of diepte van de kroonlijst), aandacht voor de aansluiting met de aanpalende woning : een stedenbouwkundige vergunning is vereist. Probleem om de luchtdichtheid bij de kroonlijsten en puntgevels te garanderen. Vanuit akoestisch oogpunt zijn stijve isolatieplaten geen goede keuze – een bijkomende laag soepele isolatie aan de onderzijde met ontkoppelde afwerkingen verbetert lichtjes de situatie (met aandacht voor de R-waarde).

Bron: Homegrade



Isolatie langs de buitenzijde (sarking)

- Materialen
 - Stijve platen – kunststof schuim

**PIR/PUR** $\lambda = 0,022 - 0,028 \text{ W/mK}$ **EPS** $\lambda \approx 0,035 \text{ W/mK}$ **Resolschuim/ fenolschuim** $\lambda = 0,02 \text{ W/mK}$ 

Bron: Homegrade

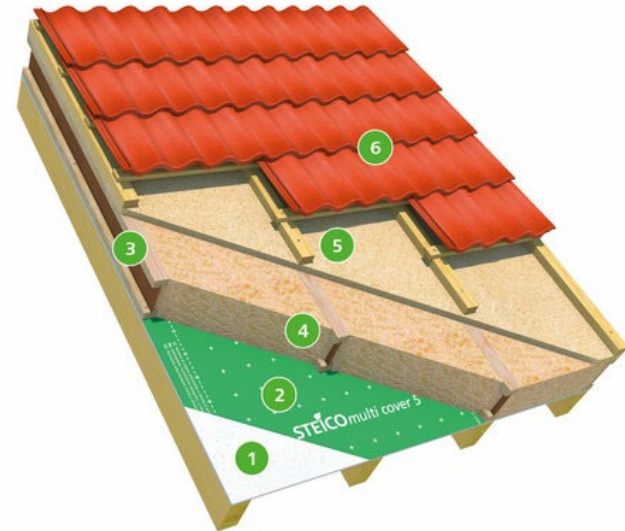
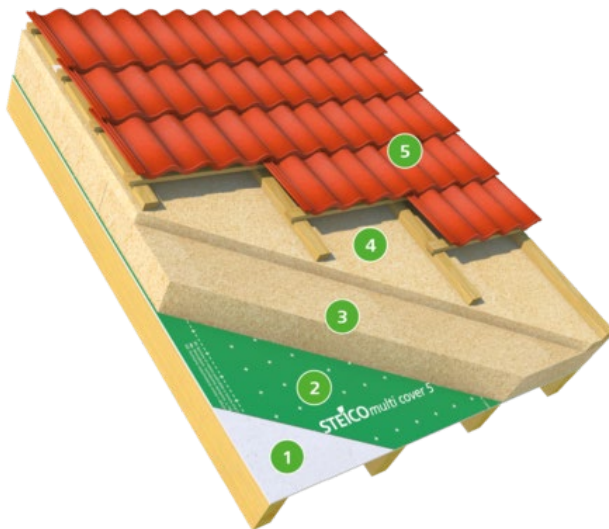


Bron: Homegrade



Isolatie langs de buitenzijde (sarking)

- Materialen
 - Stijve platen - biogebaseerde materialen



Houtvezels

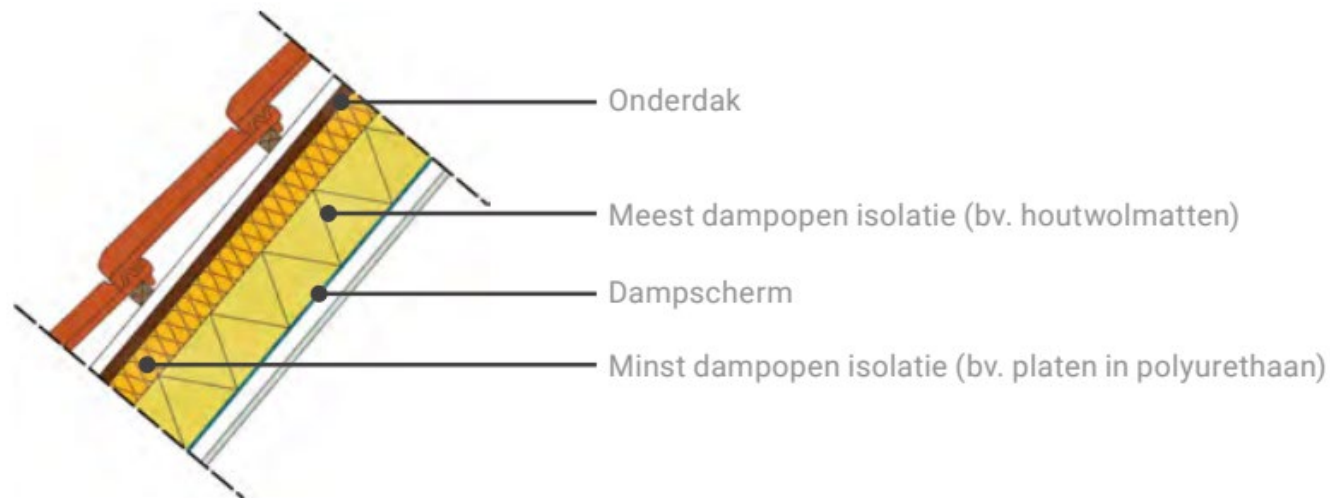
Bron: Steico

$\lambda \approx 0,038-0,048 \text{ W/mK}$



Combinatie van verschillende types isolatie

⇒ De meest WDD-open isolatie naar de buitenkant toe plaatsen



Bron: Homegrade



Combinatie van verschillende types isolatie

- ⇒ Als de meest WDD-gesloten isolatie zich aan de buitenkant bevindt, moet deze een thermische weerstand hebben die 1,5-maal hoger is dan de isolatie aan de binnenkant
- ⇒ Moeilijkere (delicatere) opbouw m.b.t. WDD

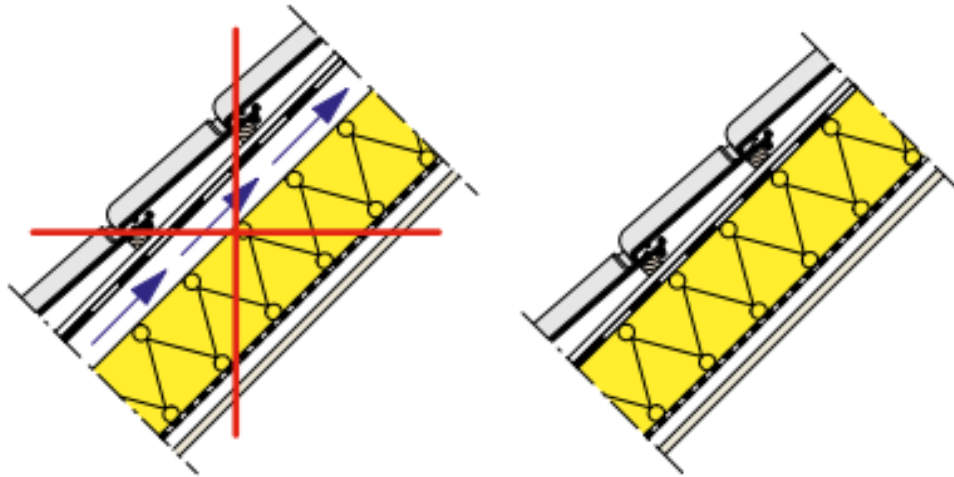


Bron: Homegrade



Plaats van de isolatie in het dakcomplex

- ▶ Geen luchtlaag tussen isolatie en onderdak laten

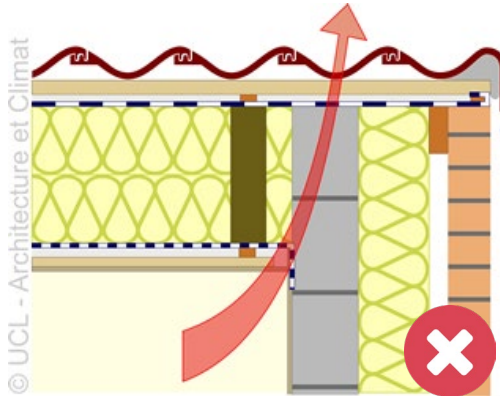


Bron: Buildwise

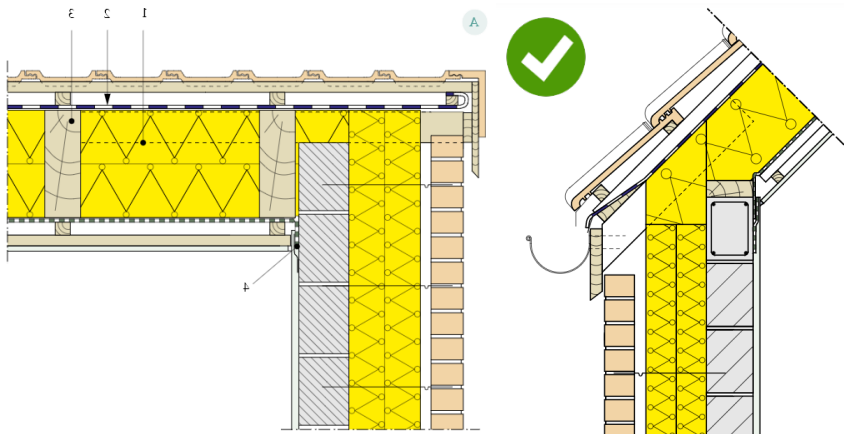


Bouwknopen

- Aansluiting tussen gevel en dak



→ De continuïteit van de isolatie verzekeren

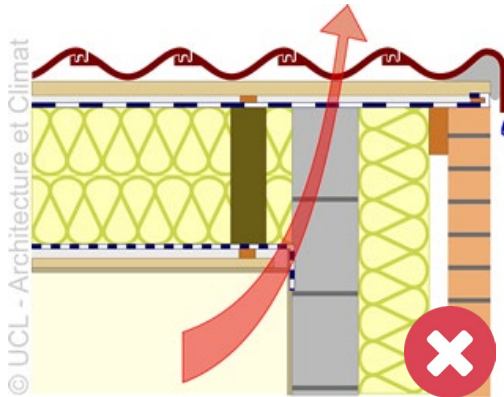


Bron: écorce

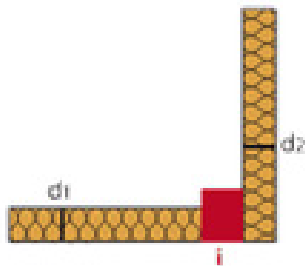


Bouwknopen

- Aansluiting tussen gevel en dak



→ Tussenplaatsing van een isolerend element



- $\lambda_i \leq 0,2 \text{ w/mK}$
- $R_i \geq R_{(1,2)} / 2 \text{ OU } 2$
- $d_i \geq d_1 / 2 \text{ ET } d_2 / 2$



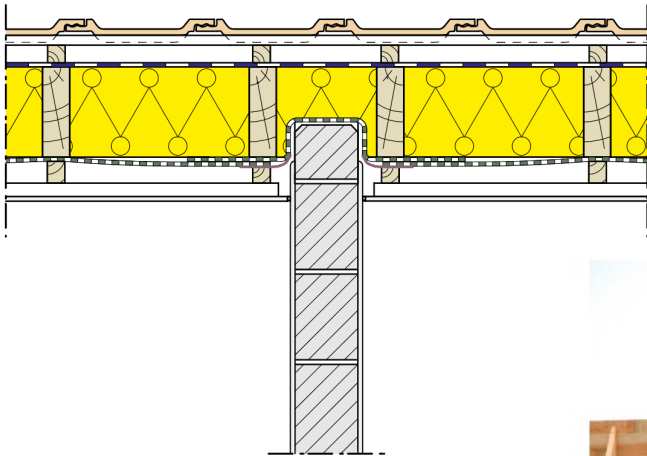
Bron: écorce



Bouwknopen

► Aansluiting met de dwarsmuren

- Continuïteit van de isolatie → bovenniveau muur < bovenniveau dakgeraamte
- Tussenplaatsing van een isolerend element

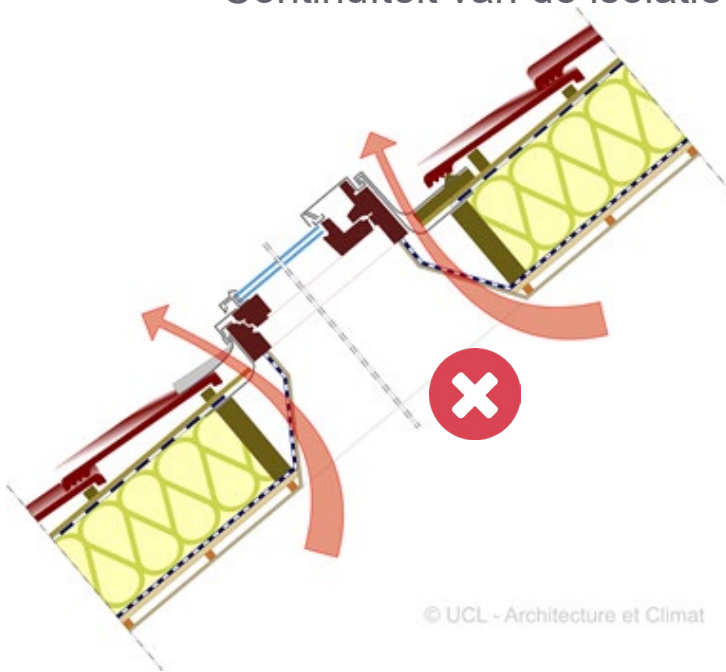


Bron: Buildwise



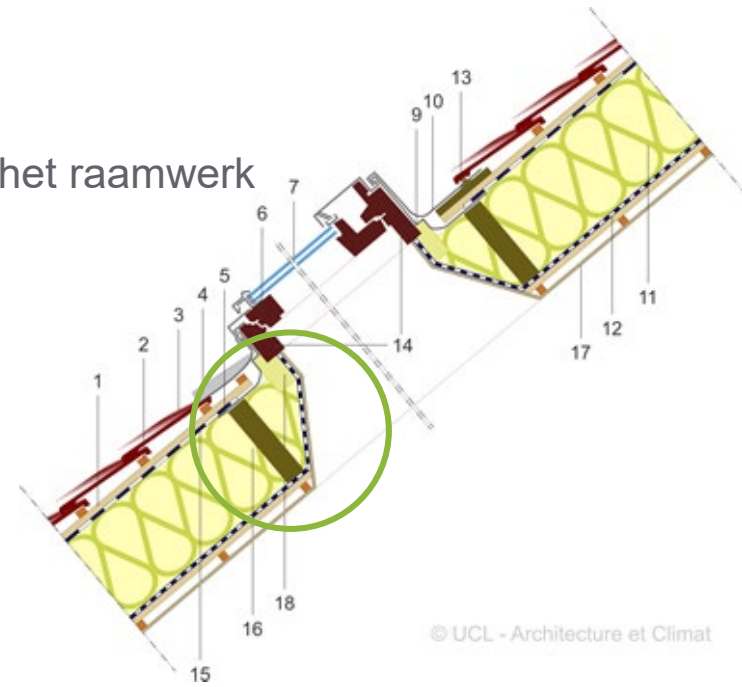
Bouwknopen

- Integratie van dakvensters
 - Continuïteit van de isolatie tot aan het raamwerk



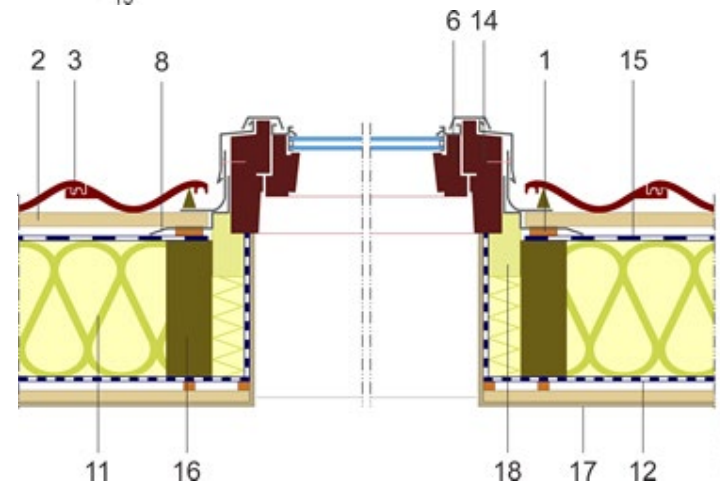
1. Contre latte.
2. latte.
3. Tuiles.
4. Solin au-dessus des tuiles à la base du châssis.
5. Raccord de la sous-toiture au châssis.
6. Partie mobile de la fenêtre.
7. Vitrage isolant.
8. Étanchéité en plomb ou chéneau encastré.
9. Raccord sous-toiture châssis.

© UCL - Architecture et Climat



© UCL - Architecture et Climat

10. Chéneau en amont de la fenêtre.
11. Isolation thermique.
12. Étanchéité à l'air et à la vapeur.
13. Volige de pied.
14. Partie fixe de la fenêtre.
15. Sous-toiture.
16. Chevron.
17. Finition intérieure devant espace technique.
18. Cadre isolant.

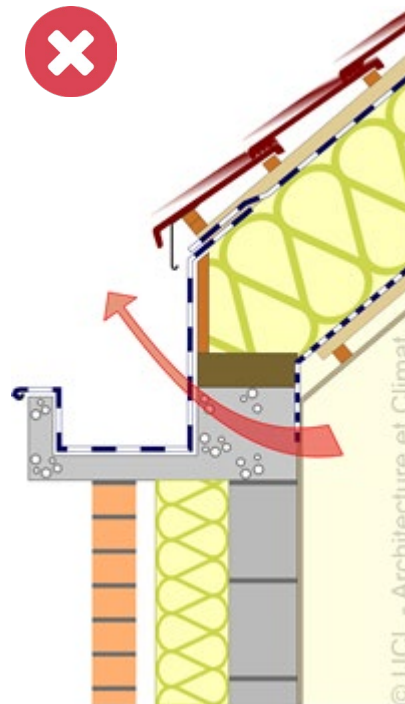


© UCL - Architecture et Climat



Bouwknopen - bij renovatie

- Isolatie van het dak en de gevel (langs de buitenzijde), maar behoud van de bestaande daklijsten



Bij renovatie

- ▶ Een zichtbare dakconstructie bewaren
 - Het draagvermogen van de dakconstructie verifiëren
 - De afstand tussen de elementen verifiëren
 - Afsluiten, bijv. door een beplanking
 - Isoleren:

Methode 1: Sarkingsisolatie

Methode 2: de kepers verwijderen
+ zelfdragende elementen plaatsen

⇒ **//\ Belasting, continuïteit van de luchtdichtheid**

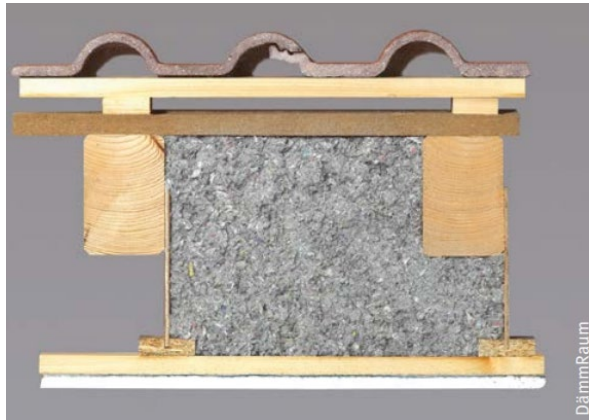
Methode 3: een nieuwe dakconstructie in opbouw

⇒ **//\ Belasting**



Bij renovatie

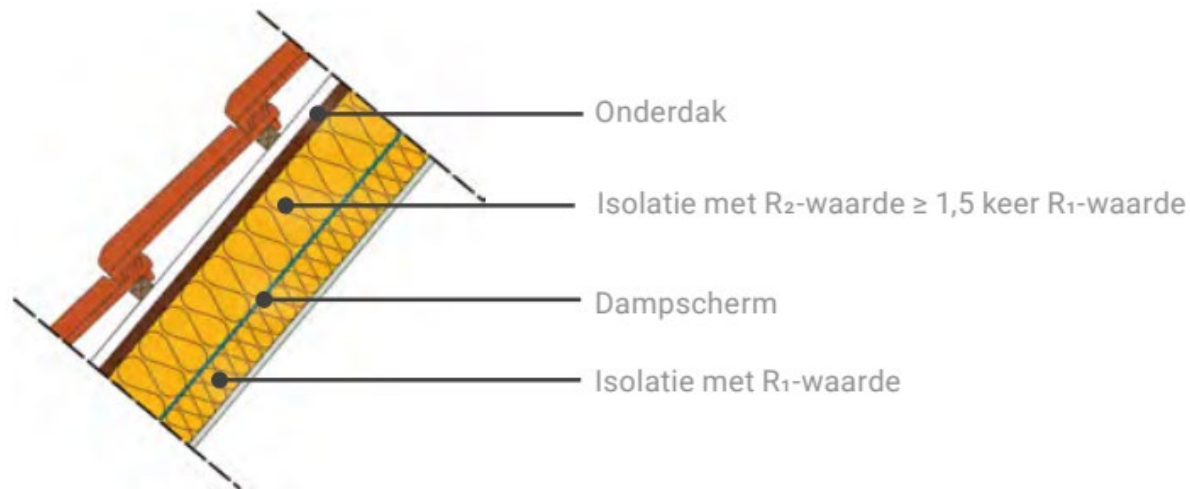
- ▶ De dikte van een hellend dak vergroten om beter te kunnen isoleren langs de binnenzijde
 - Optie 1: extra daksparstructuur toevoegen onder de bestaande structuur (idealiter gekruist met de hoofdstructuur)
 - Optie 2: de dikte vergroten met behulp van dunne houten T's



Bron: Matgreen

Bij renovatie

- ▶ De bestaande isolatie van een hellend dak versterken
 - Bestaand complex conform de regels van het vak
 - Bestaande WDD-open isolatie
 - Dampscherm aanwezig
 - Het gaat om een droge ruimte



dampscherm
/!\ Beperkte dikte



PRESTATIES VAN DE SCHEIDINGSCONSTRUCTIE

HELLEND DAK

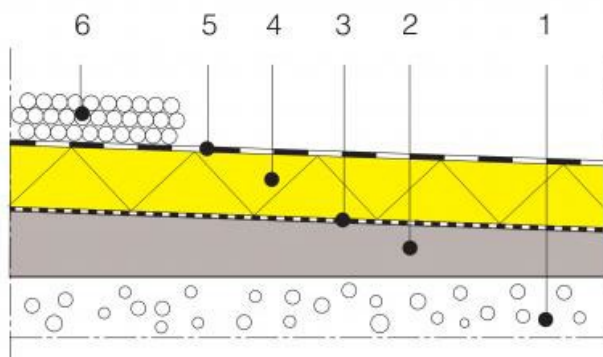
PLAT DAK

ZOLDERVLOER

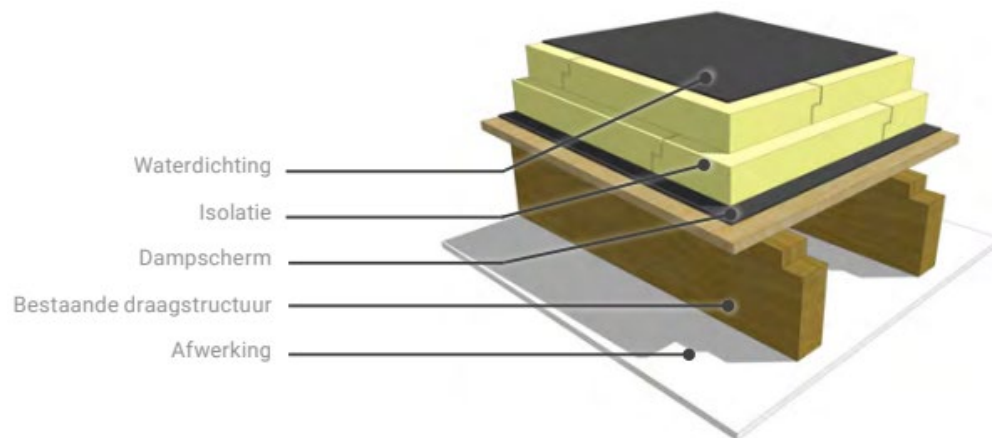


Isolatie langs de buitenzijde

► Warm dak



WTCB



Voordelen

Methode met het laagste risico op schade.

Als de helling onvoldoende is, kan deze met een geïntegreerde afschotisolatie verholpen worden.

Alle werkzaamheden worden van buitenaf uitgevoerd.

Indien in goede staat, kan de bestaande waterdichting als dampscherm worden hergebruikt.

Ballast is niet nodig.

Nadelen

Het afgewerkte dakvlak wordt verhoogd, waardoor aanpassingen van de koepels, deurdorpels en opstanden nodig zijn.

Als het architecturale uitzicht wijzigt, is **een stedenbouwkundige vergunning vereist**.

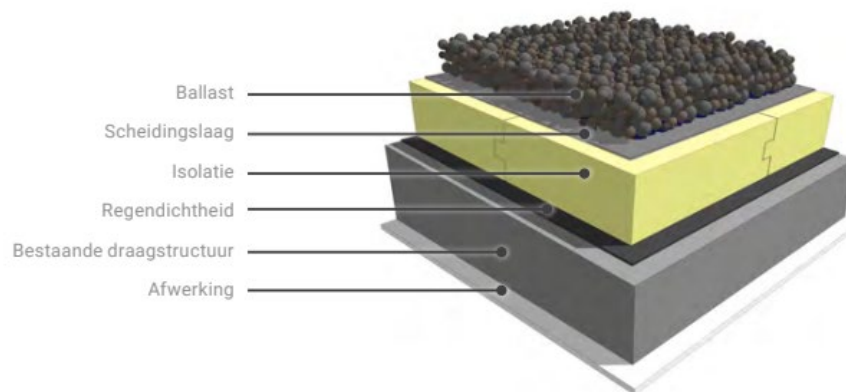
Verbeterd de geluidsisolatie niet – het toevoegen van soepele isolatie onder de dakvloer kan dit probleem verhelpen.

Bron: Homegrade



Isolatie langs de buitenzijde

- Omgekeerd dak



Voordelen

Alle werkzaamheden worden van buitenaf uitgevoerd.

Indien de bestaande regendichtheid in goede staat is en over een voldoende helling beschikt, kan ze hergebruikt worden en zowel de functie van dampscherm als die van regendichtheid vervullen.

Gemakkelijk uit te voeren, goedkoop.

Nadelen

Het afgewerkte dakvlak wordt verhoogd, waardoor aanpassingen van de koepels, deurdorpels en opstanden nodig zijn.

Als het architecturale uitzicht wijzigt, is **een stedenbouwkundige vergunning vereist**.

Minder efficiënt dan een warm dak omdat water binnendringt onder de isolatie die nat kan worden.

Verbetert de geluidsisolatie niet – het toevoegen van soepele isolatie onder de dakvloer kan dit probleem verhelpen.

Moeilijkheid om lekken op te sporen.

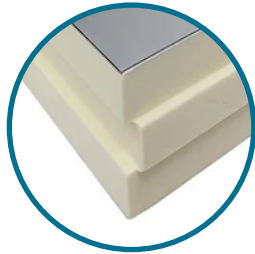
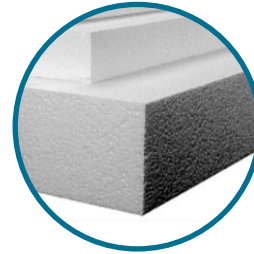
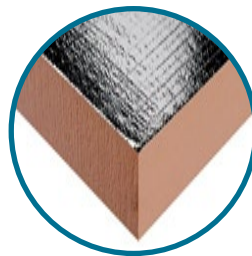
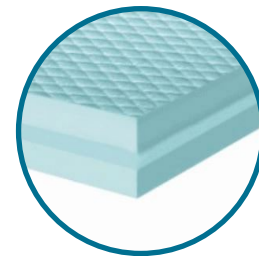
Onderhoud nodig vanwege de onontbeerlijke ballast.

Bron: Homegrade



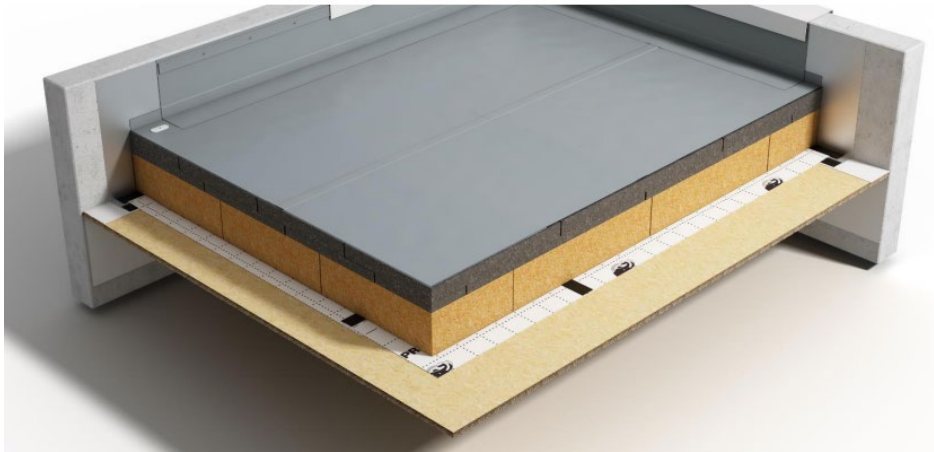
Isolatie langs de buitenzijde

- Materialen
 - Blokken en stijve platen – kunststof schuim

**PIR/PUR** $\lambda = 0,022 - 0,028 \text{ W/mK}$ **EPS** $\lambda \approx 0,035 \text{ W/mK}$ **Resolschuim/ fenolschuim** $\lambda = 0,02 \text{ W/mK}$ **XPS** $\lambda \approx 0,035 \text{ W/mK}$ 

Isolatie langs de buitenzijde

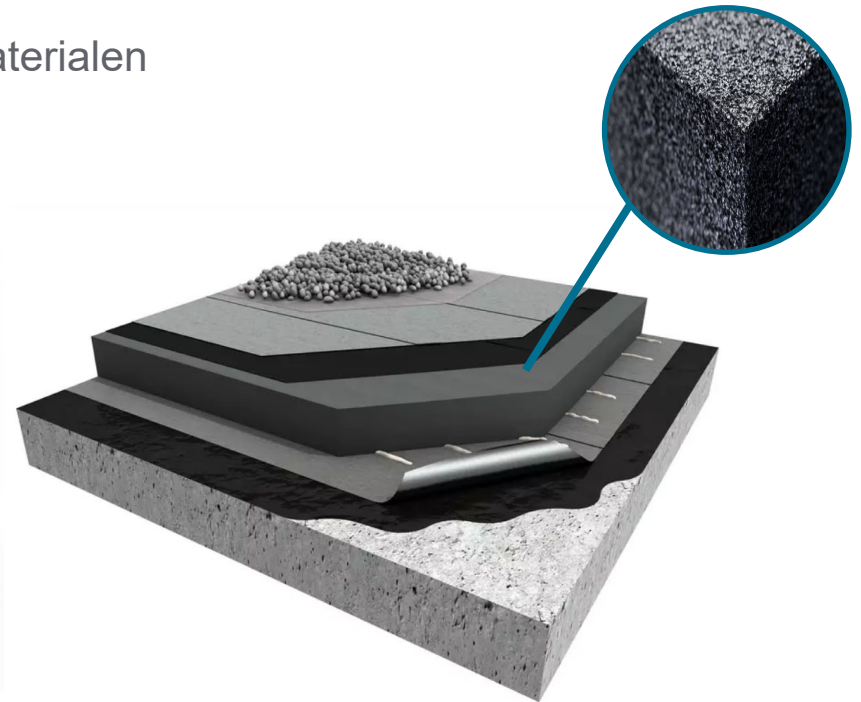
- Materialen
 - Blokken en stijve platen - andere materialen



Houtvezels + geëxpandeerde kurk

Bron: Pavatex

$\lambda = 0,043 / 0,04 \text{ W/mK}$



Schuimglas

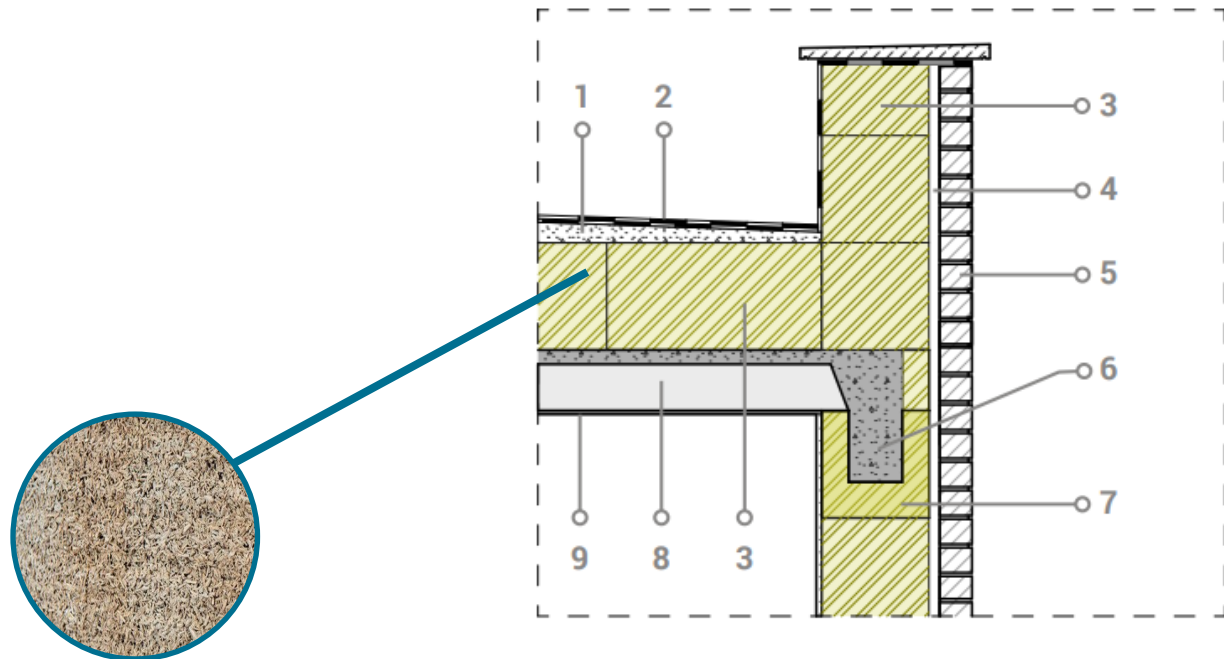
Bron: Soprema/Foamglas

$\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$



Isolatie langs de buitenzijde

- Materialen
 - Blokken en stijve platen - andere materialen



Hennep

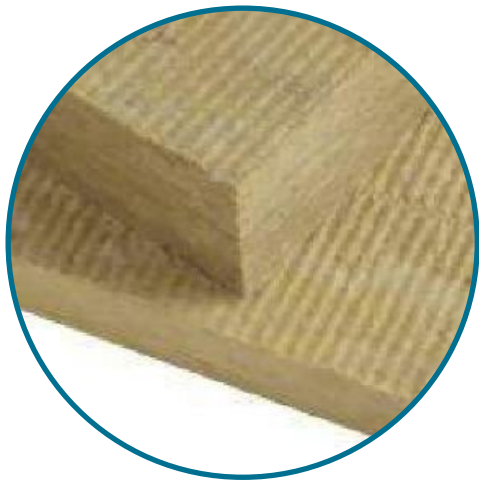
Bron: IsoHemp
 $\lambda = 0,071 \text{ W/mK}$

- | | | | |
|---|--------------------|---|---------------------|
| 1 | Béton de pente | 6 | Béton armé |
| 2 | Double étanchéité | 7 | Bloc U IsoHemp 30cm |
| 3 | Bloc IsoHemp 30cm | 8 | Structure portante |
| 4 | Coulisse | 9 | Enduit |
| 5 | Brique de parement | | |



Isolatie langs de buitenzijde

- ▶ Materialen
 - Stijve platen uit wol



Minerale wol
 $\lambda = 0,038-0,04 \text{ W/mK}$



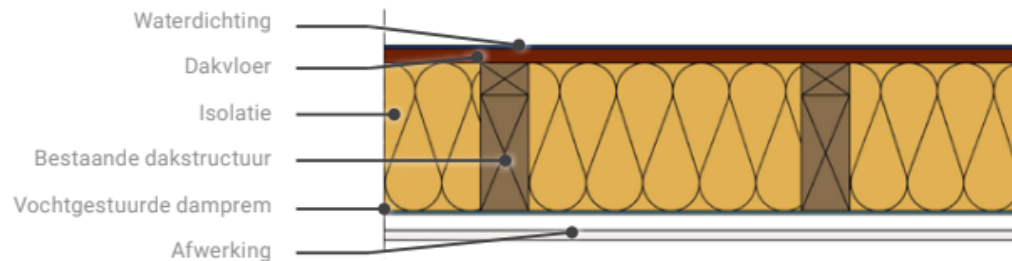
Houtwol
 $\lambda \approx 0,04 \text{ W/mK}$

Isolatie in de dakconstructie

► Compact dak



Waterdampdiffusie



Voordelen

Wijzigt het architecturaal uitzicht niet.
 Ruimtebesparing door de isolatie in de beschikbare ruimte tussen de balken te plaatsen.
 Vergemakkelijkt de controle van de staat van de dakvloer.
 Maakt het mogelijk om de waterdichting te behouden, als deze in goede staat is.
 Goede akoestische prestaties indien de afwerking voldoende massa heeft en ontkoppeld is.
 Vaak het zuinigst voor kleine oppervlakken.

Nadelen

Delicate methode die aan een specialist moet worden toevertrouwd (risico op inwendige condensatie).
 Alleen van toepassing als het dak zon heeft en de ruimte over een goed ventilatiesysteem beschikt.
 De binnenafwerking kan niet behouden blijven.

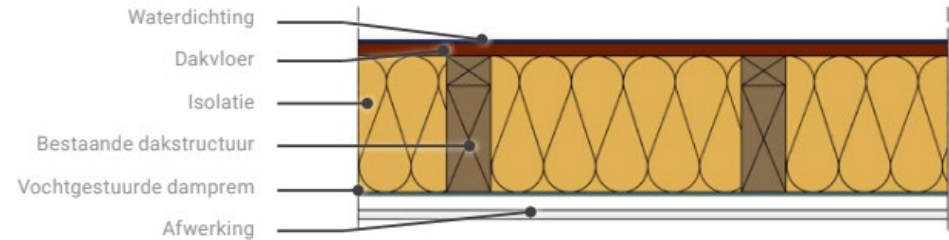
Bron: Homegrade



Isolatie in de dakconstructie

- Compact dak
 - Materialen:

Isolatieleden
Ingeblazen isolatie



**Houtwol
Hennepwol**
 $\lambda \approx 0,038-0,04 \text{ W/mK}$



Grasvezels
 $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$



Minerale wol
 $\lambda = 0,032-0,035 \text{ W/mK}$



Dierlijke wol
 $\lambda \approx 0,036 \text{ W/mK}$



Cellulose
 $\lambda \approx 0,038 \text{ W/mK}$



Houtvezels in bulk
 $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$



Schapenwol in bulk
 $\lambda = 0,041 \text{ W/mK}$



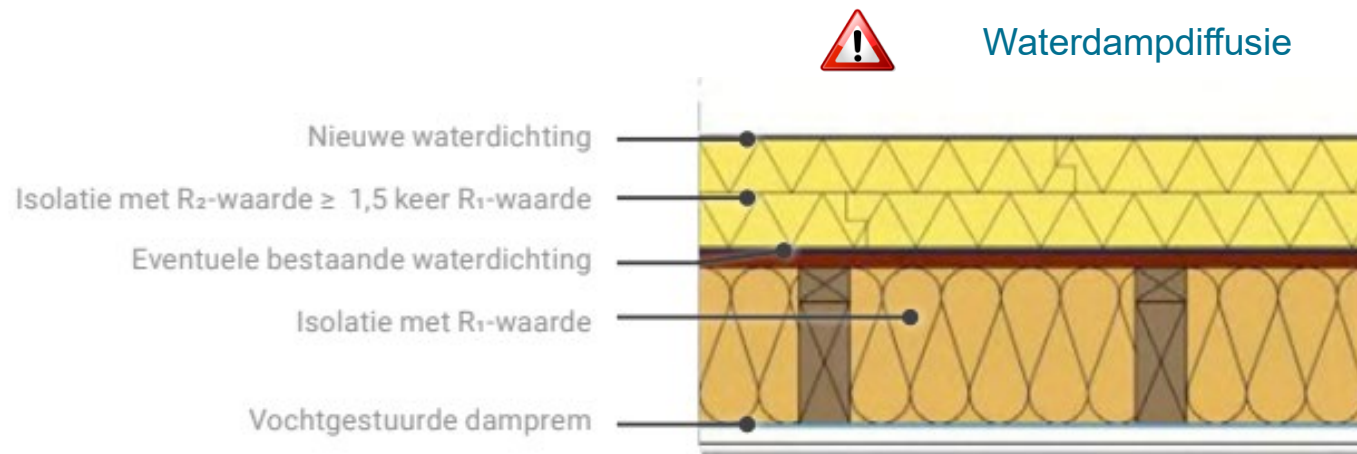
Isolatie op en in de dakconstructie

- Gemengd dak

- Compromis tussen warm en compact dak



- Eis m.b.t. de minimale thermische weerstand van de bovenste isolatie



Bron: Homegrade



Bouwknopen

- ▶ Verschuiven van de dakopstand van platte daken geïsoleerd met PU-platen
 - Oorzaken:

Maatschommelingen van de PU-platen (afhankelijk van het type)
Gebrek aan 'stijfheid' van de dakopstanden uit cellenbetonblokken of uit een houten structuur.

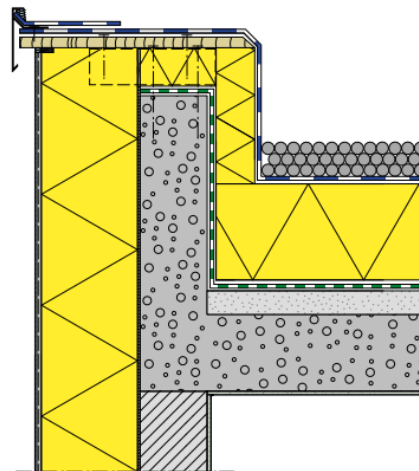
⇒ Dakopstand stevig verankeren

⇒ En/of soepele scheidingsstrook rondom

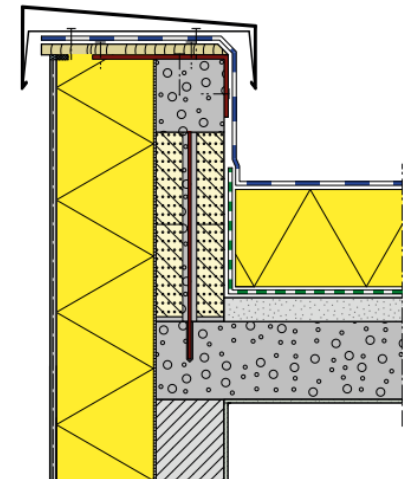


Voor meer informatie:

<https://www.buildwise.be/media/tkjhuky5/contact-80-2-22-nl.pdf>



2 Acrotère en béton solidaire au support.



3 Acrotère en béton cellulaire ancré mécaniquement au support.

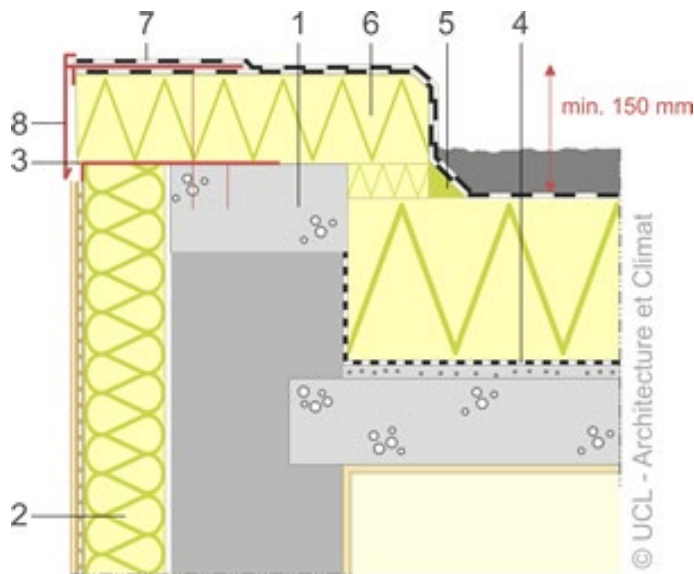
Bron: Buildwise



Bouwknopen - bij renovatie

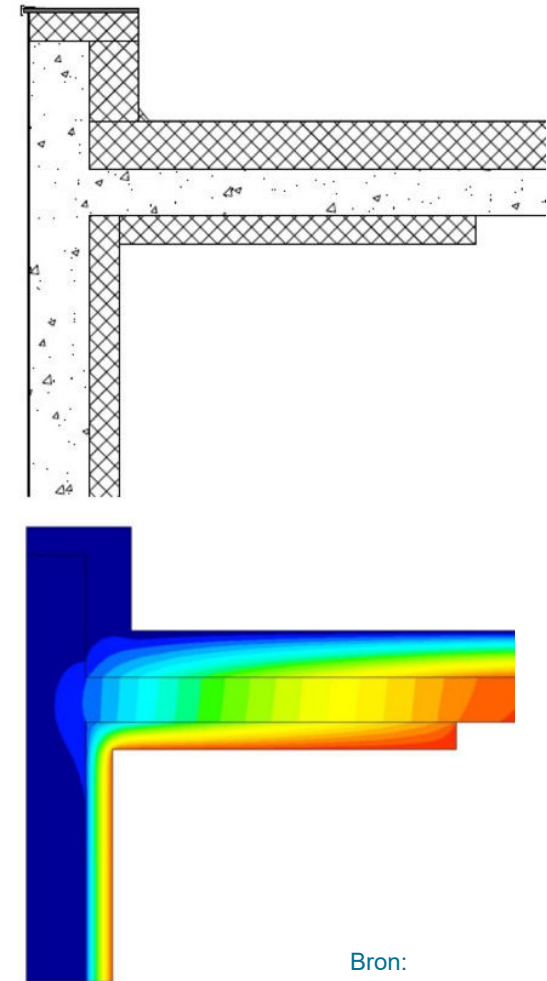
- ▶ Bestaande dakopstand blijft behouden

Dakopstand omgeven
(+ deze eventueel verhogen)



Bron: Energie +

Weg van de minste weerstand ≥ 1 m

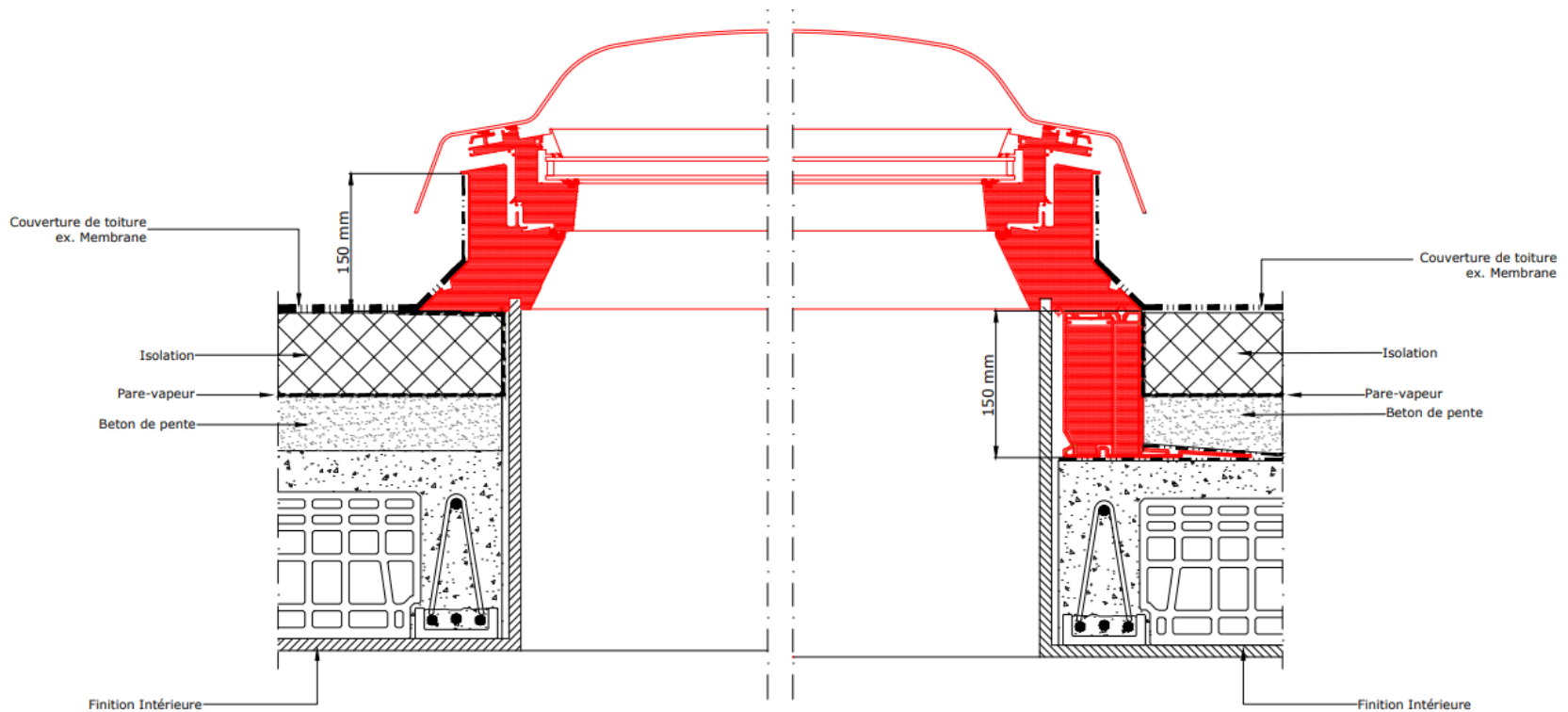


Bron:
Dienst Koudebruggen



Bouwknopen

- Integratie van dakkoepel
 - Continuïteit van de isolatie tot aan het raamwerk
 - Koepel met geïsoleerd zijstuk



Bron: Velux



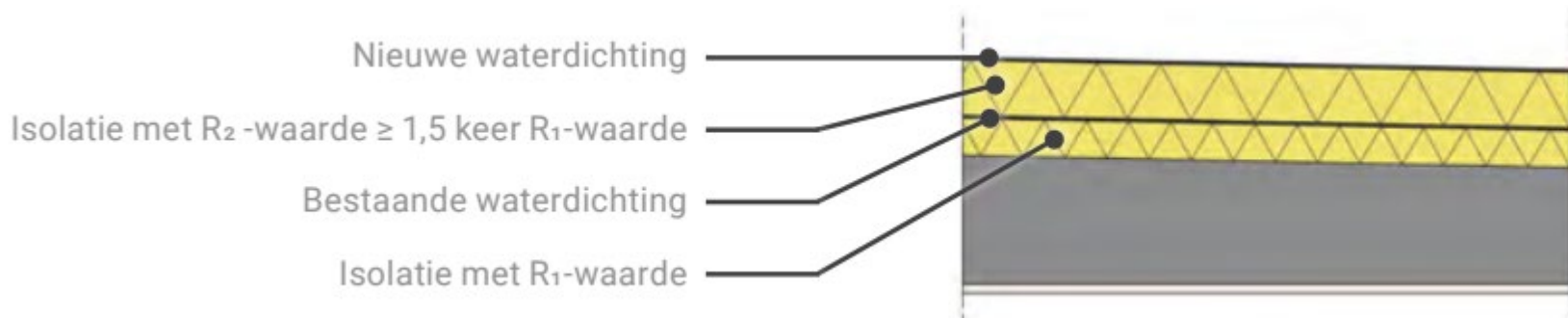
Bij renovatie: de bestaande isolatie van een plat dak versterken

- ▶ Bestaand warm dak – optie 1
 - Betonnen structuur
 - Dampscherm aanwezig?

Ja: geen beperkingen m.b.t. de dikte van de nieuwe isolatie

Nee/ ik weet het niet: te respecteren minimale dikte

⇒ **Toevoeging van een nieuwe isolatielaag + nieuwe afdichting**



Bron: Homegrade



Bij renovatie: de bestaande isolatie van een plat dak versterken

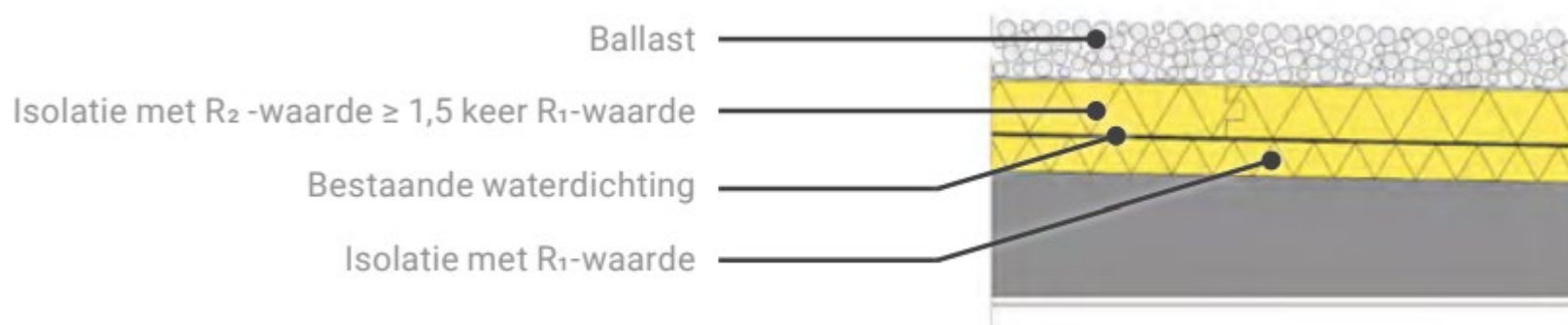
- ▶ Bestaand warm dak – optie 2
 - Betonnen structuur
 - Dampscherm aanwezig?

Ja: geen beperkingen m.b.t. de dikte van de nieuwe isolatie

Nee/ ik weet het niet: te respecteren minimale dikte

⇒ **Toevoeging van een nieuwe isolatielaag voor omgekeerd dak**

⇒ **Duodak / gecombineerd dak**



Bron: Homegrade

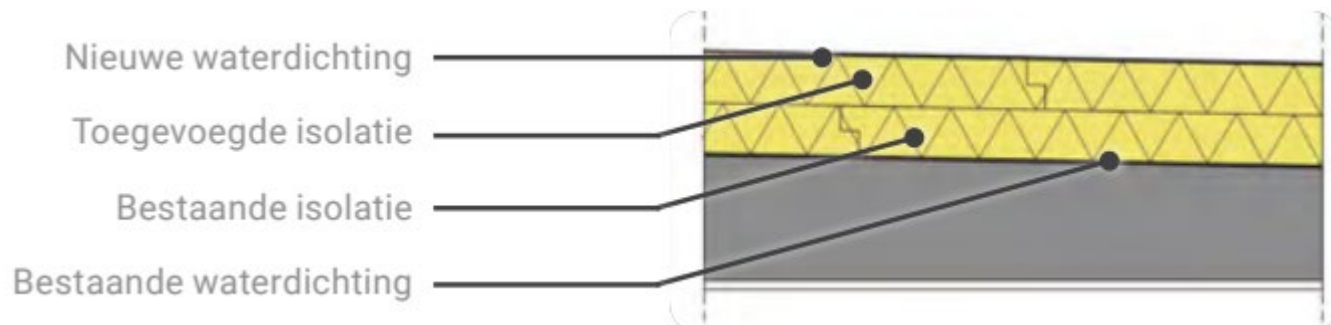


Bij renovatie: de bestaande isolatie van een plat dak versterken

- ▶ Bestaand omgekeerd dak
 - Betonnen structuur

⇒ **Toevoeging van een nieuwe isolatielaag**

⇒ **Mogelijkheid een nieuwe afdichting toe te voegen voor omvorming tot warm dak**

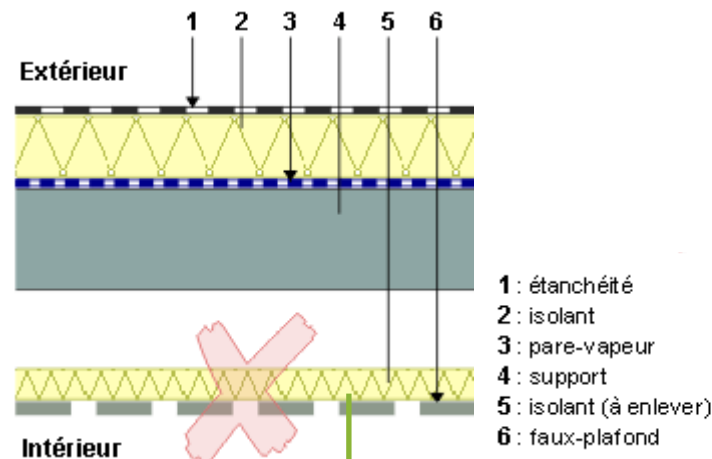


Bron: Homegrade



Bij renovatie: de bestaande isolatie van een plat dak versterken

- ▶ Bestaand koud dak
 - = technisch onaanvaardbaar
 - Omvorming tot warm dak
 - Idealiter: de bestaande isolatie in het plafond verwijderen



Bron: Energie +

En wat als geluidsabsorptie vereist is?
Zie het betreffende hoofdstuk



PRESTATIES VAN DE SCHEIDINGSCONSTRUCTIE

HELLEND DAK

PLAT DAK

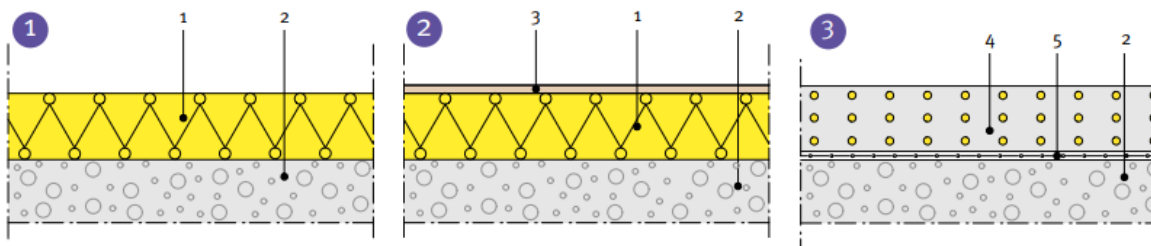
ZOLDERVLOER



Isolatiewijzen

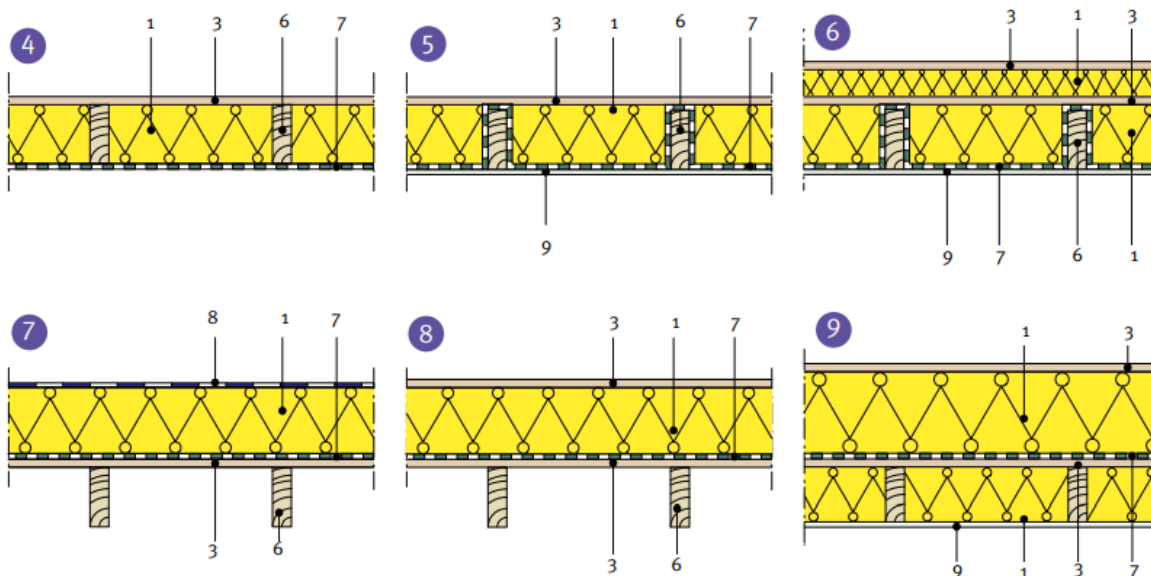
- Isolatieleden, ingeblazen isolatie, stijve platen ...

MASSIEVE BETONNEN ZOLDERVLOEREN



1. Isolatie
2. Betonplaat
3. Houten plaat
4. Isolerende dekvloer
5. Wapening
6. Vloerbalken

LICHT E HOUTEN ZOLDERVLOEREN



7. Lucht- en dampscherm
8. Damopen folie bestemd om luchtstromingen over en doorheen de isolatie te vermijden
9. Plafond van de onderliggende ruimte (na-isolatie)



Gids Duurzame Gebouwen

www.gidsduurzamegebouwen.brussels/

Dossier | Duurzame keuze van thermische isolatiematerialen

Voorziening I [Isolatie van de zoldervloer](#)

Voorziening I [Isolatie van een hellend dak aan de buitenkant](#)

Voorziening I [Isolatie van een plat dak](#)

Voorziening I [Isolatie aan de binnenzijde van hellende daken](#)



Websites

- ▶ Homegrade | [Hellend dak – Renovatie en isolatie](#)
- ▶ Homegrade | [Plat dak – Renovatie en isolatie](#)



Artikels

- ▶ Buildwise, TV 251 – 2014: Thermische isolatie van hellende daken
- ▶ Buildwise, TV 280 – 2022: Het platte dak



Camille BAIVIER

Architect

écorce sa

 + 32 4 226 91 60 info@ecorce.be

BEDANKT VOOR UW AANDACHT

