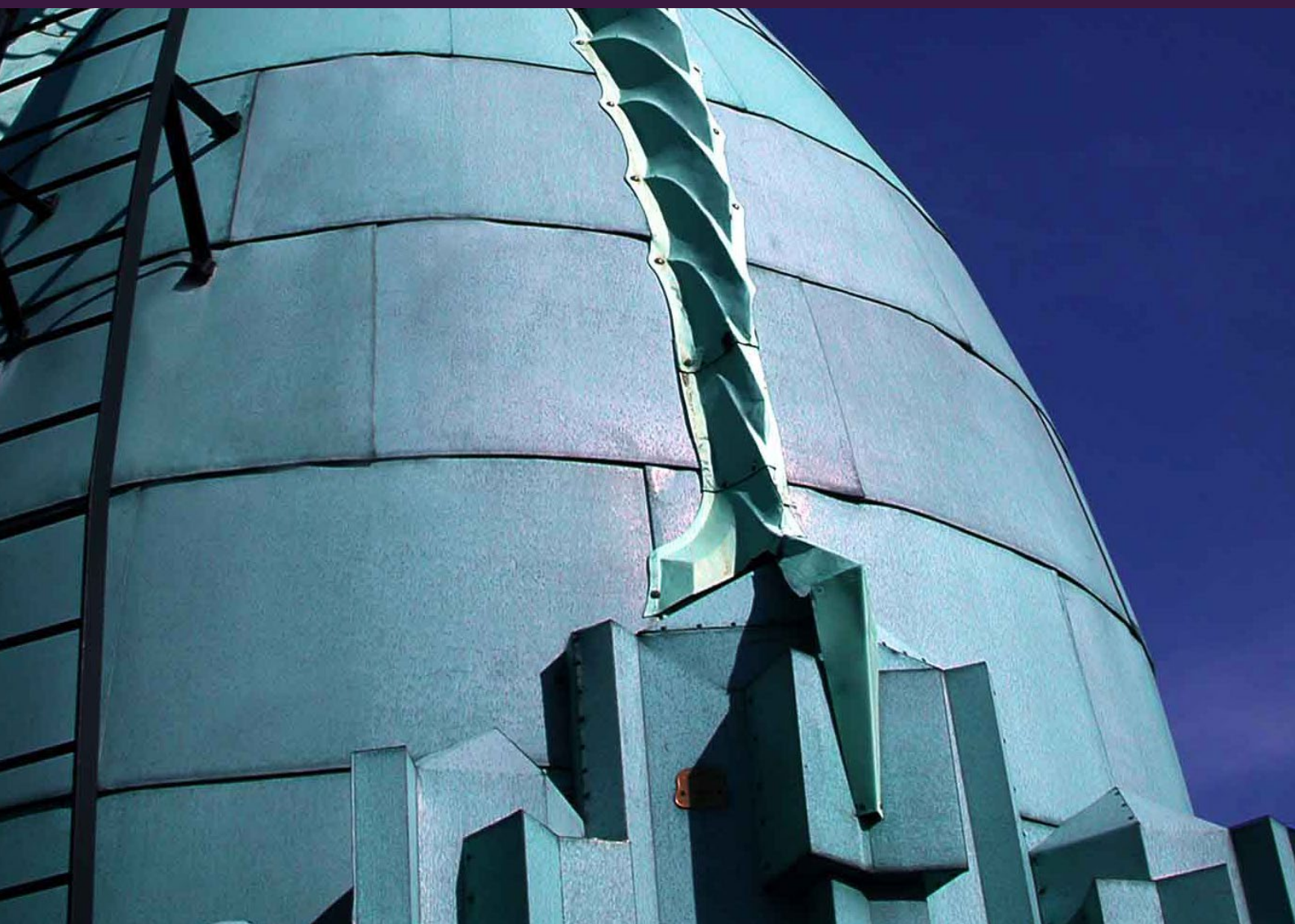


Tekeningen,
beschrijvingen
en aanwijzingen

erm samen voor
restauratie
kwaliteit

Isoleren van metalen dakbedekkingen

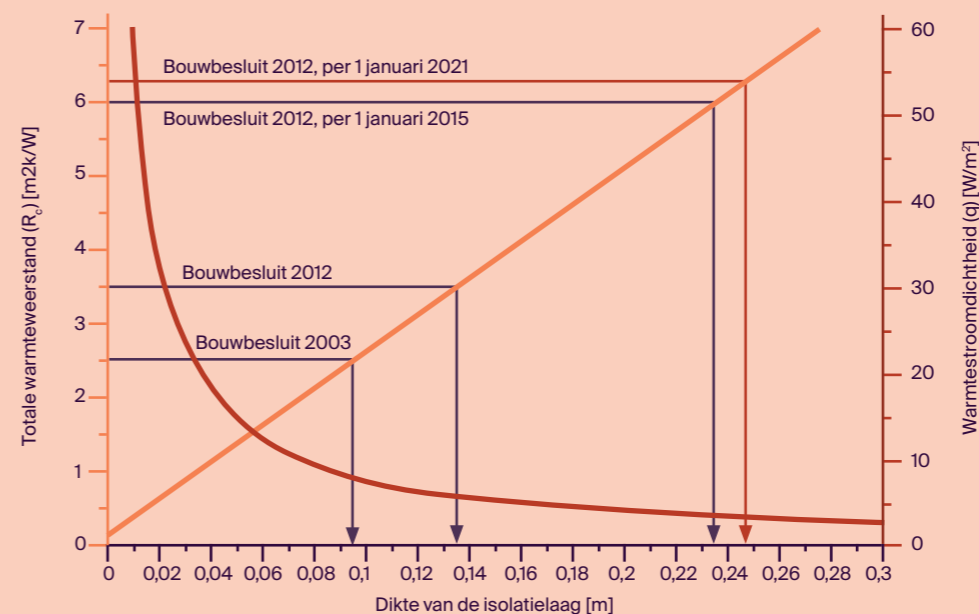
volgens URL 4011



Isoleren van metalen dakbedekkingen

Deze brochure geeft isolatieconcepten voor het isoleren van metalen (lood, koper, zink) daken bij monumenten. De isolatieconcepten bestaan uit tekeningen, beschrijvingen en aanwijzingen. De inhoud is ontleend aan URL 4011 'Metalen dakbedekkingen en goten bij monumenten'. Raadpleeg voor een juist gebruik ook de URL. Aan de hand van de beslisboom op de volgende pagina kunt u nagaan welk isolatieconcept in uw geval van toepassing is.

Aanbrengen van isolatie



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

Toelichting grafiek: In de grafiek is het verloop van de warmteweerstand en warmtestroomdichtheid in relatie tot de isolatiedikte weergegeven, voor de isolatiewaarde van een 'gemiddeld' isolatiemateriaal. De warmteweerstand (rechte lijn) neemt lineair toe met de isolatiedikte. Elke centimeter isolatie resulteert in dezelfde toename van de warmteweerstand. Het warmteverlies door de constructie wordt echter bepaald door de warmtestroomdichtheid. De warmtestroomdichtheid is de hoeveelheid warmte die per seconde door een vierkante meter materiaal stroomt. De afname van de warmtestroomdichtheid (gebogen lijn) wordt geringer wanneer de isolatiedikte toeneemt. Dit betekent dat elke extra centimeter isolatie steeds minder effectief is.

TOELICHTING BESLISBOOM

Binnenisolatie

Bij binnenisolatie bevindt de hele dakconstructie zich aan de (koude) buitenzijde van de isolatie.

Buitenisolatie

Bij buitenisolatie bevindt de hele dakconstructie zich - met uitzondering van de dakbedekking - aan de (warme) binnenzijde van de isolatie.

Onderdakse ruimte

Het al dan niet verwarmd zijn van de onderdakse ruimte is mede bepalend voor de voorkeurswijze van isoleren. Bij een onverwarmde onderdakse ruimte is zoldervloerisolatie doorgaans een betere optie dan dakisolatie.

Vervanging dakbedekking

Indien vervanging van de dakbedekking aan de orde is ontstaat een natuurlijk moment voor buitenisolatie. Immers de dakbedekking wordt al verwijderd zodat buitenisolatie relatief eenvoudig in de werkzaamheden meegenomen kan worden. Dit geldt ook voor het aanbrengen van een waterkerende laag.

Vochtig dakbeschat

Dakbeschat met vochtsporen mag niet geïsoleerd worden zonder eerst de oorzaak van het vochtprobleem op te lossen.

Verhoging dakvlak

Hierbij gaat om de mogelijkheid om het dakvlak te kunnen verhogen vanuit bouwkundig en monumentaal oogpunt.

Aanzicht dakvlak

Bij welvingen in het dakvlak die in de loop der tijd zijn ontstaan, kan het - vanwege het monumentale beeld - wenselijk of vereist zijn om deze te behouden.

DRAAGCONSTRUCTIE WEL/NIET IN ZICHT

Bij isolatie aan de binnenzijde kunnen de sporen, gordingen of draagbalken in het zicht worden gehouden door de isolatie, dampremmende laag en binnenafwerking tussen de draagconstructie aan te brengen. Dit leidt wel tot een verhoogd risico op vochtproblemen, omdat bij de naden rondom de sporen, gordingen of draagbalken luchtlekken kunnen ontstaan. Indien de draagconstructie niet in het zicht hoeft te blijven kunnen de dampremmende laag en binnenafwerking tegen de draagconstructie worden aangebracht. Dit levert minder risico op, vanwege de aaneengesloten dampremmende laag tegen de draagconstructie.

TOELICHTING ISOLATIECONCEPTEN

De isolatieconcepten in deze brochure zijn bedoeld als voorbeeld om afhankelijk van de uitgangssituatie een verantwoorde keuze te kunnen maken voor wat betreft de opbouw van het isolatiepakket. Isoleren van monumentale daken is echter altijd maatwerk. De verdere uitwerking van het gekozen isolatieconcept en de materiaalkeuzes zullen per situatie individueel bepaald moeten worden. Soms is bouwfysisch onderzoek nodig om dit te kunnen bepalen. Met name de inwendige en uitwendige vochtbelasting, de conditie van de kapconstructie en de thermische eigenschappen van de bouwknopen zijn in dit opzicht belangrijke factoren.

ALGEMEEN

Bij monumenten staat behoud van de monumentale waarden altijd voorop. Daarom moet allereerst worden bekeken of verantwoord isoleren mogelijk is met behoud van de monumentale waarden. Verder geldt dat verkeerd isoleren ook een bedreiging is voor de monumentale waarden, omdat vochtproblemen de kap en ander onderdelen van het gebouw op termijn kunnen aantasten. Het risico op schade als gevolg van verkeerd isoleren kan de basis zijn voor handhaving door de gemeente. Voor meer informatie hierover zie www.monumententoezicht.nl/daken/isolatie.

ISOLATIEMETHODE

Monumentale daken worden in principe volgens een dampdichte isolatiemethode geïsoleerd. Soms is bouwfysisch onderzoek nodig om tot een verantwoorde keuze te komen van de samenstelling van het isolatiepakket. Het bouwfysisch risico kan voor een dampdichte isolatiemethode verkend worden met een eenvoudig rekenmodel (zoals Glaser). Het model kent echter wat beperkingen. Het is weinig dynamisch, neemt een aantal aspecten niet mee zoals vochtbuffering, luchtstroming en is slechts eendimensionaal. Voor veel details is een meerdimensionale rekentool nodig die het dynamische vochtgedrag onder niet-stationaire binnen- en buitencondities goed in beeld brengt (zoals Wufi en Delfin). Daarmee zijn de effecten van verschillen isolatiemogelijkheden vooraf goed te voorspellen.

ISOLATIEDIKTE

Vanwege behoud van de monumentale waarden is beperking van de dikte van het isolatiepakket soms wenselijk. Hierdoor ontstaan doorgaans minder problemen bij de uitvoering. Met name bij buitenisolatie waarbij de aansluitproblemen bij onder meer dakgoten groter worden bij toenemende isolatiedikte. Verder leveren de eerste centimeters isolatie het grootste aandeel aan de beperking van het warmteverlies (zie onderstaande grafiek).

ISOLATIEMATERIALEN

Isolatiematerialen kunnen ingedeeld worden in: minerale, petrochemische en natuurlijke isolatiematerialen.

Mineraal: Isolatiemateriaal op basis van gesponnen draden van gesmolten glas (glaswol) of steen (steenwol). Deze materialen zijn dampopen en hebben een voor isolatiematerialen lage warmteopslagcapaciteit en een laag vochtregulerend vermogen. Vanwege de kleine vezelstructuur kunnen deze materialen schadelijk zijn voor de gezondheid bij het verwerken.

Petrochemisch: Isolatiemateriaal op basis van petrochemische grondstoffen zoals: PIR, PUR, EPS, XPS en resolschuim. Deze hebben een hoge isolatiewaarde, zijn (redelijk) dampdicht en hebben een voor isolatiematerialen lage warmteopslagcapaciteit en een laag vochtregulerend vermogen. Petrochemische isolatiematerialen zijn gemaakt van fossiele grondstoffen, zijn redelijk brandgevaarlijk en stoten giftige stoffen uit bij brand.

Natuurlijk: Isolatiemateriaal op basis van natuurlijke grondstoffen zoals: houtwol, metisse (katoen), hennep, vlas en kurk. De materiaaleigenschappen zijn nogal uiteenlopend. Natuurlijke materialen zijn circulair en sluiten over het algemeen goed aan bij een traditionele bouwwijze.

AANBRENGEN ISOLATIE

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

KEUZE DAMPREMMENDE LAAG

De Sd-waarde is een maat voor de dampremmendheid van dampremmende folies. Hoe hoger deze waarde hoe minder damp er wordt doorgelaten. De benodigde dampremmendheid is afhankelijk van de opbouw van de constructie en de vochtbelasting. Het risico op condensatie kan worden bepaald met de rekenmodellen die eerder zijn genoemd. In veel gevallen zal 0,2 mm PE-folie voldoende dampremmend zijn ($S_d = 13$ m), maar in een zeer vochtige omgeving kan een hogere Sd waarde nodig zijn. In bepaalde situaties kan gekozen worden voor een zelfregulerende dampremmende laag (klimaatfolie) die zijn dampremmendheid kan aanpassen aan de heersende klimaatcondities.

AANBRENGEN DAMPREMMENDE LAAG

Dampdicht isoleren van metalen daken vereist een zeer zorgvuldige damp- en luchtdichte uitvoering, om afdoende afsluiting te kunnen garanderen. Eventuele condensatie vindt plaats aan de koude zijde van de isolatie, waardoor het risico ontstaat dat er vochtproblemen in de dakconstructie en isolatielaag optreden. Om dit te beperken moet een dampremmende laag aan de binnenzijde van de isolatielaag worden aangebracht.

Een dampremmende laag is meestal een kunststof folie die soms is voorzien van een aluminium cachering. De dampremmende laag kan op of tussen de sporen of gordingen worden aangebracht. Doorbrekingen moeten zoveel mogelijk vermeden worden. Andere kritische punten zijn de aansluitingen bij knooppunten zoals spanten, balken, gordingen etc. De naden ter plaatse van de overlapping van de foliebanen en bij de aansluitingen op de dakconstructie en doorvoeren moeten luchtdicht worden afgeplakt met speciale tape. De folie mag niet geperforeerd worden. Indien een luchtdichte afwerking niet overal goed mogelijk is kan binnenisolatie bij een monumentale kap niet toegepast worden.

In de praktijk blijkt dat de luchtdichtheid van dampremmende lagen op termijn vaak niet gegarandeerd kan worden. Dit wordt onder meer veroorzaakt door werking van de houten constructie. In het ontwerpstadium moet hier rekening mee worden gehouden. Doorboringen van de folie tijdens het gebruik van het gebouw zijn in dit opzicht ook een risico. Daarom is goede voorlichting van de gebouwgebruikers van belang om na het isoleren het risico van vochtproblemen tot een minimum te beperken.

UITVOERINGSCONTROLE

Tijdens de uitvoering moet het correct aanbrengen van isolatie, dampremmende laag en de binnenaafwerking gecontroleerd worden. Preventie is essentieel omdat fouten kunnen leiden tot onherstelbare schade aan het monument of zeer hoge herstelkosten. Controle kan door middel van visuele inspecties tijdens de uitvoering. Achteraf kunnen metingen worden uitgevoerd, zoals thermografische opnames (isolatiefouten) en blowerdoortests (luchtdichtheid). Dit zou in aanvulling kunnen worden gedaan op de inspecties tijdens de werkzaamheden, als extra check. Enkel achteraf metingen uitvoeren is niet aan te bevelen.

VENTILATIE

Isoleren van de gebouwschil vermindert de infiltratie en exfiltratie. Deze worden namelijk beperkt doordat kieren worden gedicht en het isolatiepakket de constructie luchtdichter maakt. Een ander gevolg van isolatie is dat koudebruggen in de constructie tot vochtproblemen kunnen leiden. Afhankelijk van het binnen- en buitenklimaat kan op deze plaatsen condensatie optreden. Na het isoleren van een gebouw is daarom vaak extra ventilatie vereist voor het afvoeren van leefvocht, het realiseren van voldoende luchtverversing en om vochtproblemen te vermijden. De geldende eisen met betrekking tot ventilatie staan in het bouwbesluit. Extra ventilatievoorzieningen zoals luchtbehandelingskasten, ventilatiekanalen en -roosters, kunnen verlies van monumentale waarden tot gevolg hebben en dienen daarom zorgvuldig en

vroegtijdig in het ontwerpproces ingepast te worden.

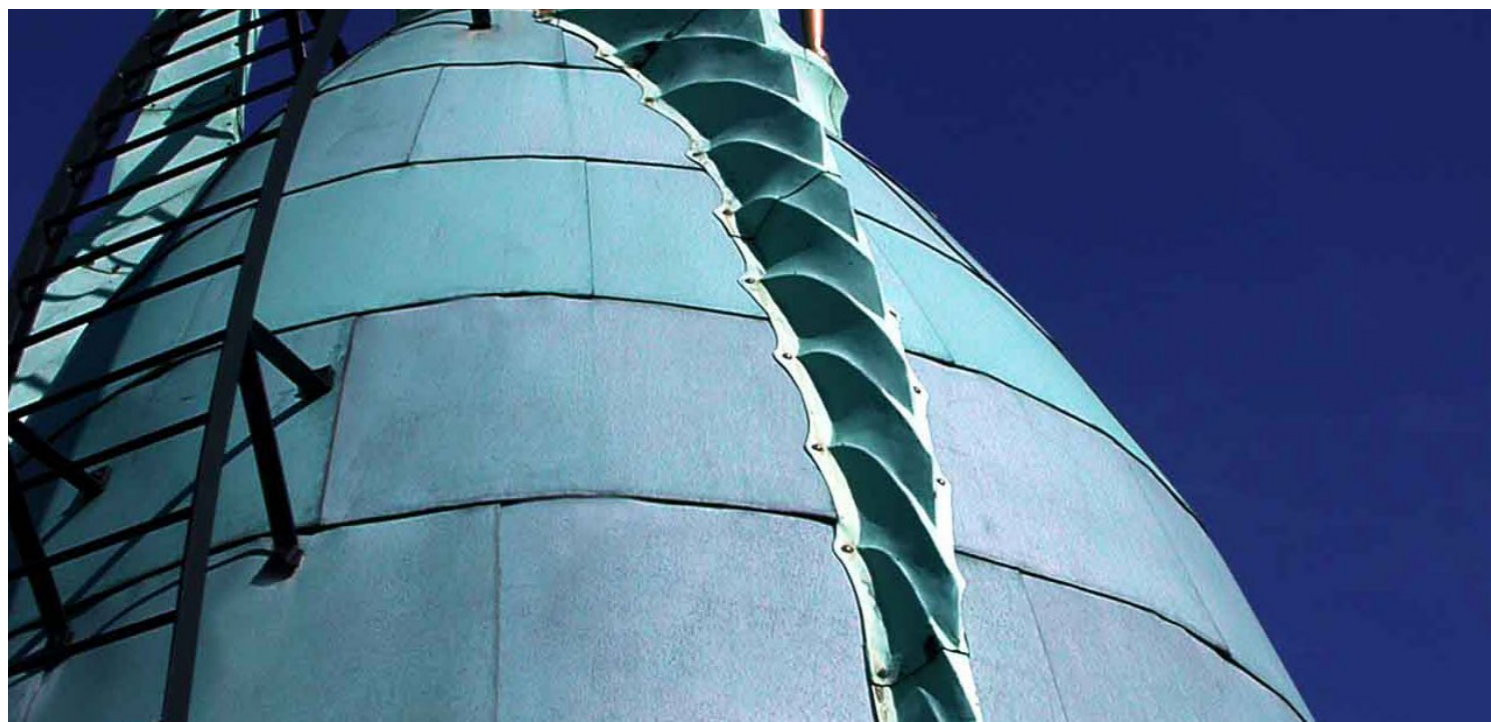
INGRIJPENDE RENOVATIE

Als meer dan 25% van de buitenschil integraal wordt vernieuwd, is er in beginsel sprake van een ingrijpende renovatie als bedoeld in artikel 5.6, vierde lid, van het Bouwbesluit 2012 in verbinding met artikel 3.2 van de Regeling Bouwbesluit 2012. Dan geldt voor de thermische isolatie in beginsel de eis van het 'nieuwbouwniveau'. Deze eis kan door de gemeente in een Omgevingsvergunning worden gewijzigd omwille van het behoud van monumentwaarden.

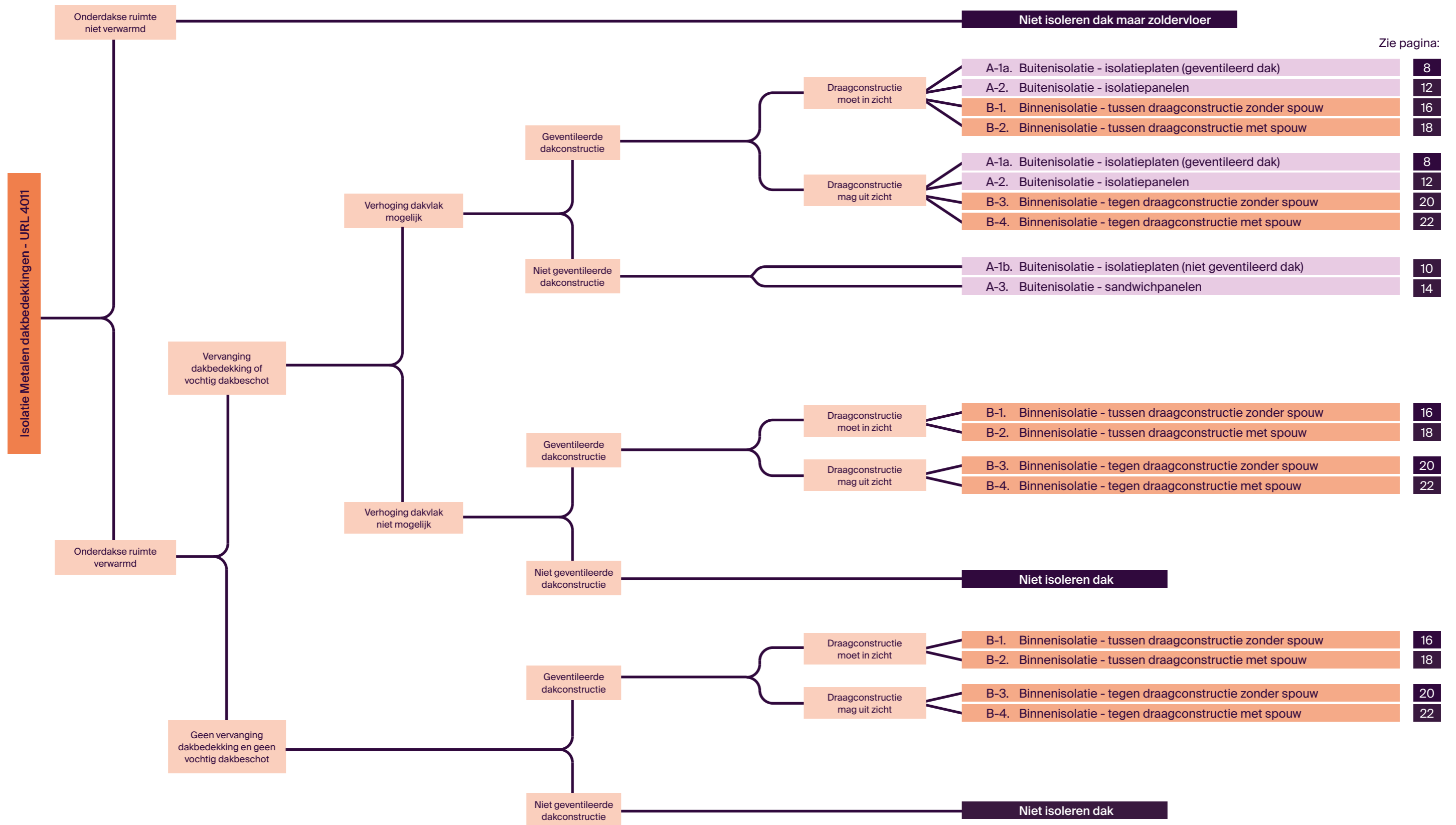
BRANDVEILIGHEID

Het verduurzamen van het dak leidt ook tot een wijziging van de brandveiligheidseigenschappen. Dit betreft zowel het constructiegedrag bij brand (brandwerendheid en wdbbo), als het materiaalgedrag bij brand (bijdrage tot brandvoortplanting en rookproductie). De wijzigingen mogen echter niet leiden tot een achteruitgang van de prestatie (tenzij de oorspronkelijke prestatie al beter was dan de wettelijke nieuwbouweis). Naast de bouwfysische beoordeling moet er dus ook een beoordeling van de brandveiligheid plaatsvinden waarbij de verbouwvoorschriften van het Bouwbesluit 2012 in acht moeten worden genomen.

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



Beslisboom isoleren metalen dakbedekkingen



Zie pagina:

8

12

16

18

8

12

20

22

10

14

16

18

20

22

16

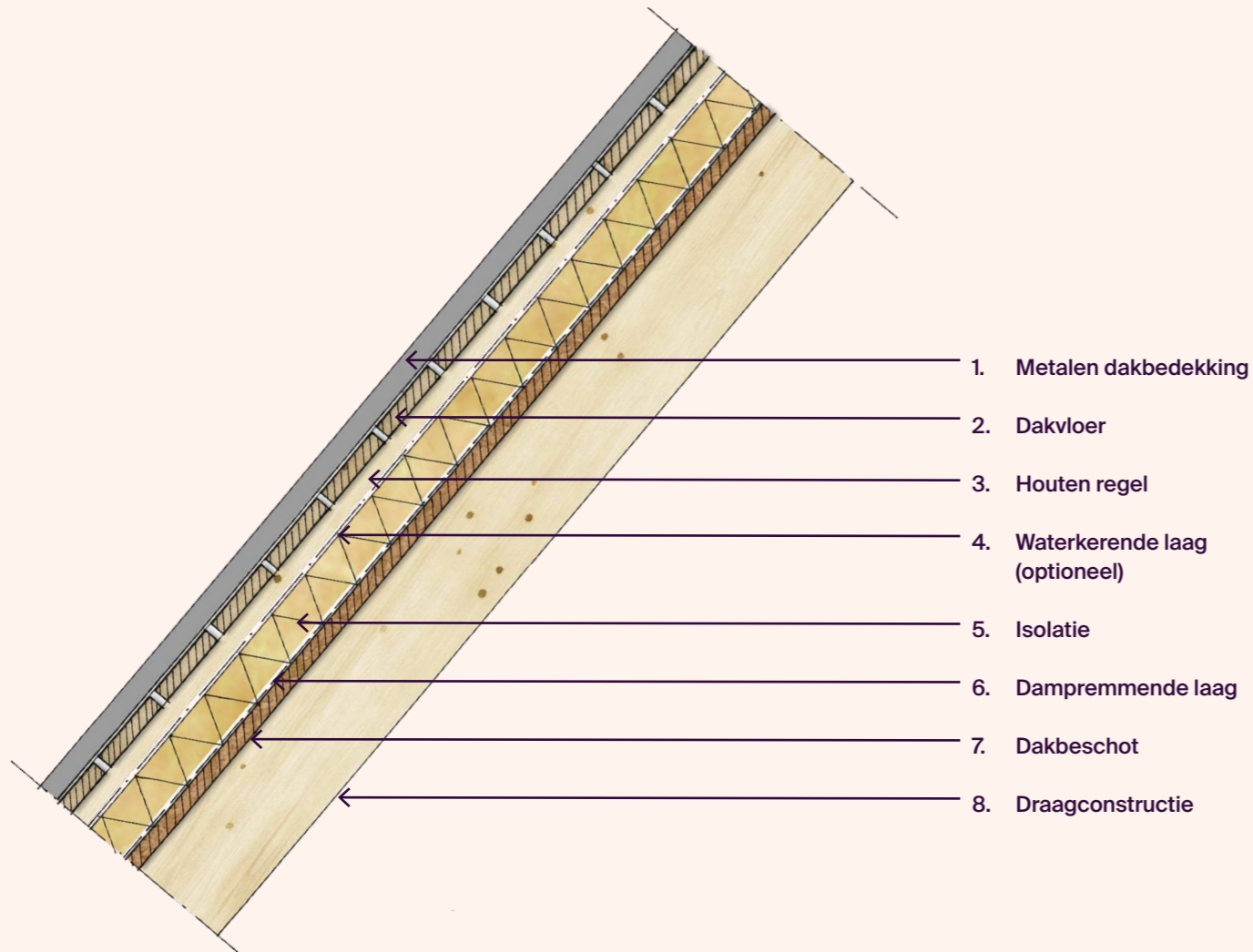
18

20

22

Buitenisolatie met isolatieplaten (geventileerd dak)

Isolatieconcept A-1a



UITVOERINGSINSTRUCTIES

- 1. Metalen dakbedekking** - De dakbedekking wordt vernieuwd.
- 2. Dakvloer** - De dakvloer wordt vernieuwd. De dakvloer bestaat uit ongeschaafde houten delen zonder messing en groef van minimaal 21 mm dikte. Bij zinken of koperen dakbedekking liggen de houten delen 10 tot 15 mm uit elkaar en bij loden dakbedekking aansluitend.
- 3. Houten regel** - De houten regels zijn geïntegreerd in het isolatiepaneel. Doordat deze op de isolatieplaat zijn gelijmd wordt een hogere isolatiewaarde gehaald dan bij isolatieplaten. De houten regels moeten minimaal 40 mm dik zijn. De dikte van de regels is afhankelijk van de vereiste hoogte van de ventilatiespouw. Indien nodig moeten de regels opgehoogd worden om aan de vereiste spouwhoogte te voldoen.
- 4. Waterkerende laag (optioneel)** - In het isolatiepaneel is eventueel een damp-open waterkerende folie geïntegreerd ($S_d < 0,2 \text{ m}$).
- 5. Isolatie** - De isolatiepanelen worden op het dakbeschoot aangebracht en door de opgelijmde houten regels vastgeschroefd op de dakconstructie. Het bevestigen en afwerken dient overeenkomstig de verwerkingsvoorschriften van de leverancier te gebeuren.
- 6. Dampremmende laag** - De dampremmende laag is doorgaans in het isolatiepaneel geïntegreerd ($S_d > 10 \text{ m}$). De naden tussen de isolatiepanelen dienen luchtdicht op elkaar aan te sluiten.

- 7. Dakbeschoot** - Indien dakbeschoot aanwezig kan het in principe blijven zitten. Aangetaste delen kunnen vernieuwd worden. Indien geen dakbeschoot aanwezig dan moet dit aangebracht worden.
- 8. Draagconstructie** - De sporen/gordingen of draagbalken blijven zitten.

TOEPASSING

Voorwaarde voor toepassing van buitenisolatie is dat de dakaansluitingen, zoals bij gevels, schoorstenen, dakkapellen en daklichten, vanwege de verhoging van het dakvlak goed en zonder beeldverstoring kunnen worden uitgevoerd. Specifiek voor ensembles geldt in aanvulling hierop dat de overgang tussen de daken goed gedetailleerd kan worden en toelaatbaar is. Isolatiepanelen zijn geschikt voor geventileerde daken, vanwege de opgelijmde tengels, waarop een geventileerde dakvloer aangebracht kan worden. Isolatiepanelen zijn met name geschikt voor grote eenvoudige dakvlakken.

ALGEMEEN

Buitenisolatie is bouwfysisch de beste oplossing omdat koudebruggen worden voorkomen en het risico van condensatie in de dakconstructie wordt beperkt. Voor deze toepassing kunnen isolatiepanelen worden gebruikt, bestaande uit een isolatieplaat met opgelijmde tengels en eventueel aan de bovenzijde voorzien van een waterkerende en aan de onderzijde van een dampremmende laag. Deze zijn niet zelfdragend en worden op het dakbeschoot aangebracht.

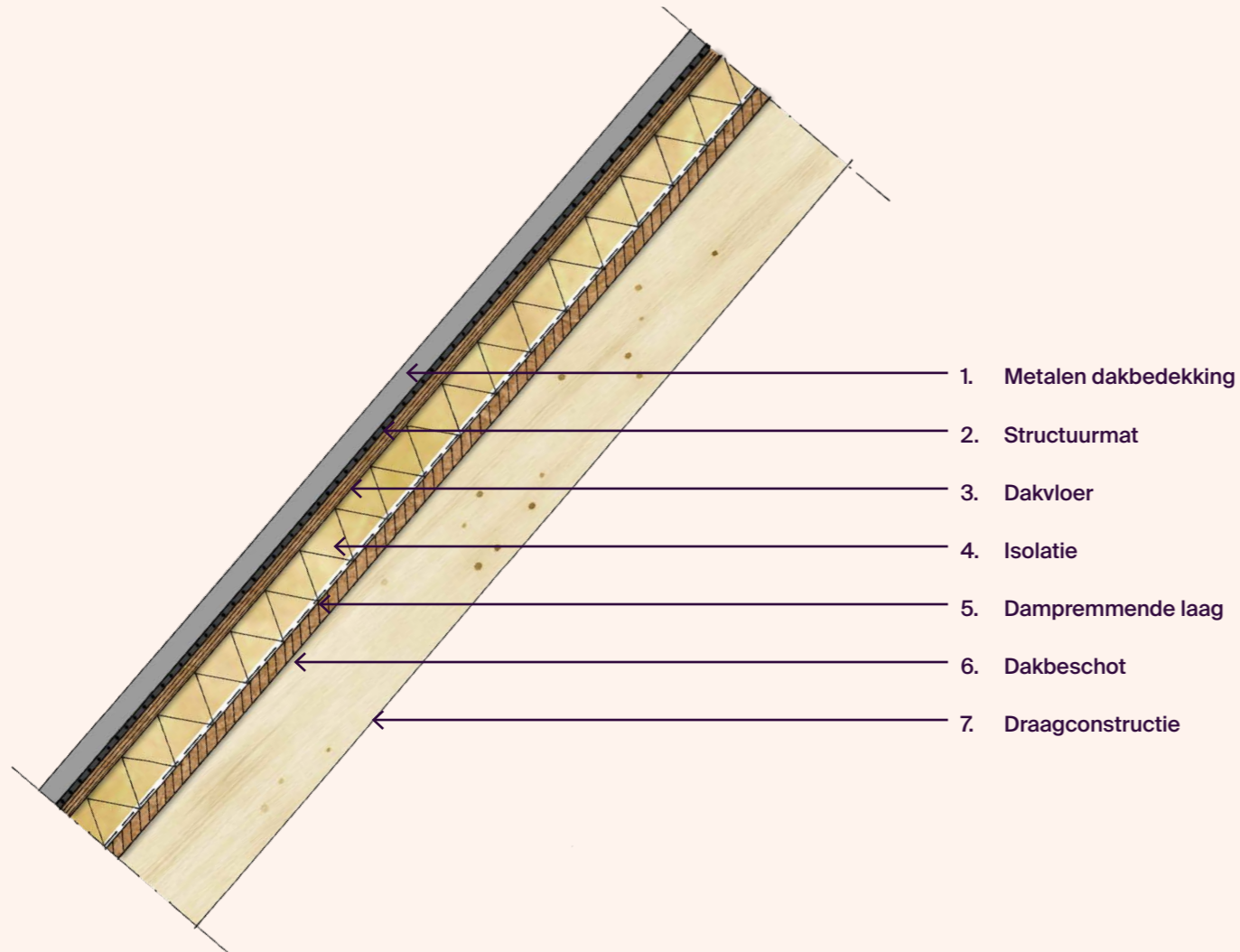
De metalen dakbedekking is van zichzelf waterdicht en condens wordt bij een geventileerd dak in principe voldoende afgevoerd via de ventilatiespouw tussen de houten regels, daarom is een waterkerende laag (aan de buitenzijde) niet vereist. Optioneel kan echter wel een waterkerende laag worden toegepast om de vochtbelasting van isolatiemateriaal en dakconstructie door condens en stuifsnieuw in de winterperiode te beperken. Bij isolatie van

metalen daken is een luchtdicht aangebrachte dampremmende laag (aan de binnenzijde) wel vereist. Omdat metalen daken volledig gesloten zijn, is de ventilatie direct onder de dakbedekking beperkt en is het risico groot dat vocht van binnenuit onvoldoende naar buiten wordt afgevoerd. Hierdoor kan het vochtgehalte in het isolatiemateriaal en de kapconstructie te hoog worden, indien geen dampremmende laag wordt toegepast.

Isolatie leidt tot een vermindering van infiltratie/exfiltratie en een gewijzigde vochtbalans, waardoor er vaak extra luchtverversing nodig is. De ventilatievoorziening moet hierop afgestemd worden.

Buitenisolatie met isolatieplaten (niet geventileerd dak)

Isolatieconcept A-1b



UITVOERINGSINSTRUCTIES

1. **Metalen dakbedekking** - De dakbedekking wordt vernieuwd.
2. **Structuurmat** - De structuurmat wordt vernieuwd. De mat bestaat uit een mat van zwarte stugge kunststof krullen, die is bevestigd op een dampopen en tevens waterkerende vlieslaag.
3. **Dakvloer** - Op de isolatie worden ongeschaafde houten delen of een multiplexplaat aangebracht.
4. **Isolatie** - Op het dakbeschoot worden regels aangebracht met een dikte gelijk aan de dikte van de isolatieplaat. Deze regels worden vastgeschroefd op de draagconstructie. De isolatieplaat wordt tussen de regels geplaatst. De houten regels verlagen de effectieve Rc-waarde, omdat hout minder goed isoleert dan isolatiemateriaal. Bij grotere eenvoudige dakvlakken is het daarom vaak beter om voor sandwichpanelen te kiezen die dit nadeel niet hebben.
5. **Dampremmende laag** - Op het dakbeschoot wordt een dampdichte folie aangebracht ($S_d > 150 \text{ m}$). De foliebanen moeten worden aangebracht met 100 mm overlap en worden luchtdicht afgetaped.
6. **Dakbeschoot** - De bestaande dakvloer kan als dakbeschoot blijven zitten. Aangetaste delen moeten vervangen worden. Indien een volledig nieuw dakbeschoot moet worden aangebracht mag hiervoor ook multiplexplaat gebruikt worden.
7. **Draagconstructie** - De sporen/gordingen of draagbalken blijven zitten.

TOEPASSING

Voorwaarde voor toepassing van buitenisolatie is dat de dakaansluitingen, zoals bij gevels, schoorstenen, dakkapellen en daklichten, vanwege de verhoging van het dakvlak goed en zonder beeldverstoring kunnen worden uitgevoerd. Specifiek voor ensembles geldt in aanvulling hierop dat de overgang tussen de daken goed gedetailleerd kan worden en toelaatbaar is. Bij niet-geventileerde metalen daken moet de dakbedekking goed regendicht zijn, omdat de waterafvoerende capaciteit van de structuurmat beperkt is. Deze oplossing is daarom niet geschikt voor lossanges en alleen toepasbaar bij gefelste of roevendaken. Omdat isolatieplaten in kleine afmetingen - en afhankelijk van het soort isolatiemateriaal ook als dekens of flexibele plaat - leverbaar zijn, is het mogelijk om complexe dakvlakken te isoleren.

ALGEMEEN

Buitenisolatie is bouwfysisch de beste oplossing omdat koudebruggen worden voorkomen en het risico van condensatie in de dakconstructie wordt beperkt. Voor niet-geventileerde metalen daken is buitenisolatie de enige verantwoorde isolatiekeuze. Isolatieplaten (of isolatiedekens) kunnen hiervoor worden toegepast. Vaak zijn deze aan de onderzijde voorzien van een dampremmende laag en zijn niet zelfdragend, zodat ze op dakbeschoot aangebracht moeten worden.

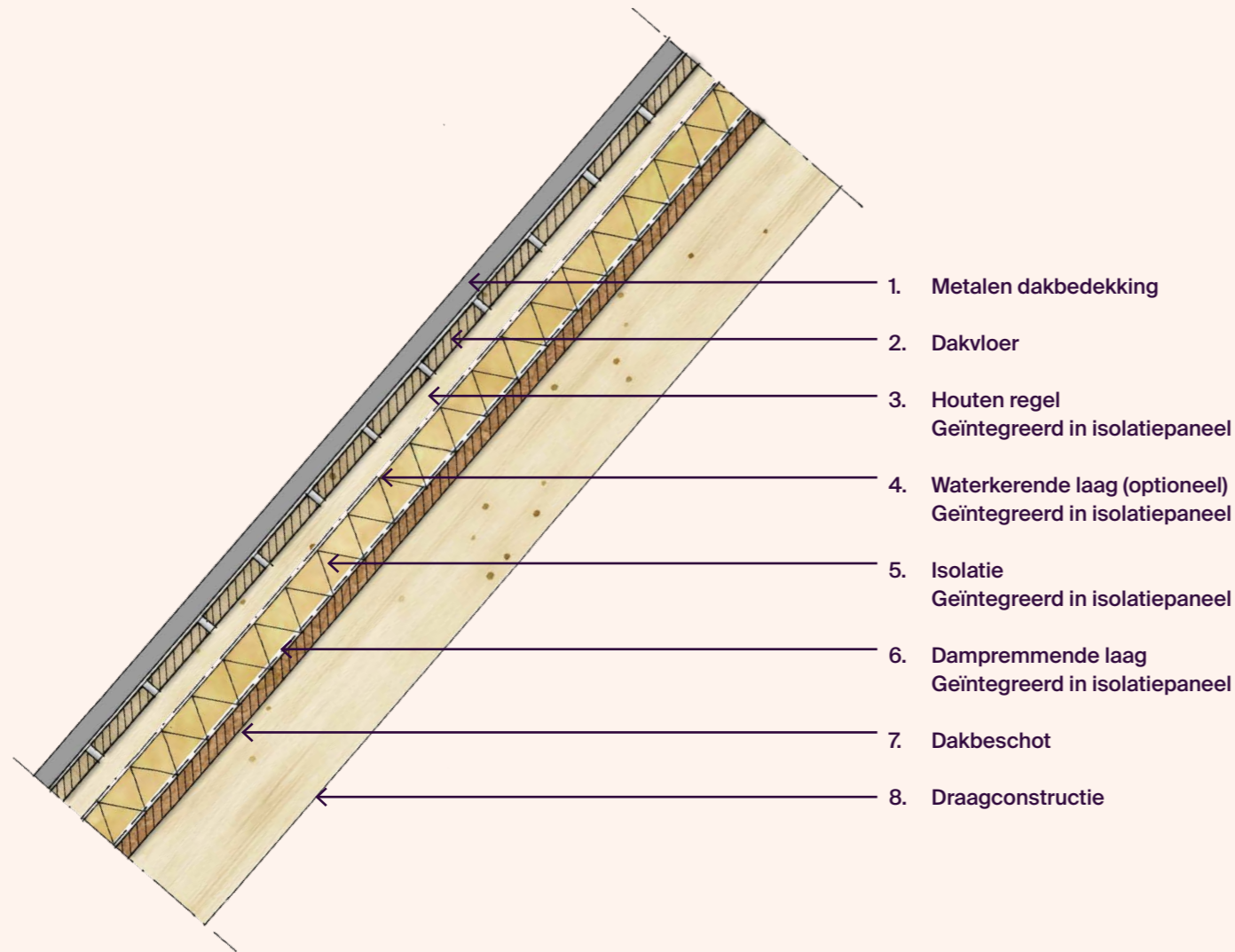
De metalen dakbedekking is van zichzelf waterdicht maar condens wordt bij een niet-geventileerd dak matig afgevoerd, daarom is een dampopen waterkerende laag (aan de buitenzijde) vereist. Deze laag is al geïntegreerd in de structuurmat die bij niet-geventileerde daken wordt toegepast. Bij isolatie van metalen daken is een luchtdicht aangebrachte dampremmende laag (aan de binnenzijde) ook vereist. Omdat metalen daken volledig

gesloten zijn, is de ventilatie direct onder de dakbedekking beperkt - zeker bij niet-geventileerde daken - en wordt vocht van binnenuit onvoldoende naar buiten afgevoerd. Hierdoor wordt het vochtgehalte in het isolatiemateriaal en de kapconstructie te hoog, indien geen dampremmende laag wordt toegepast.

Isolatie leidt tot een vermindering van infiltratie/exfiltratie en een gewijzigde vochtbalans, waardoor er vaak extra luchtverversing nodig is. De ventilatievoorziening moet hierop afgestemd worden.

Buitenisolatie met isolatiepanelen

Isolatieconcept A-2



UITVOERINGSINSTRUCTIES

1. **Metalen dakbedekking** - De dakbedekking wordt vernieuwd.
2. **Dakvloer** - De dakvloer wordt vernieuwd. De dakvloer bestaat uit ongeschaafde houten delen zonder messing en groef van minimaal 21 mm dikte. Bij zinken of koperen dakbedekking liggen de houten delen 10 tot 15 mm uit elkaar en bij loden dakbedekking aansluitend.
3. **Houten regel** - De houten regels zijn geïntegreerd in het isolatiepaneel. Doordat deze op de isolatieplaat zijn gelijmd wordt een hogere isolatiewaarde gehaald dan bij isolatieplaten. De houten regels moeten minimaal 40 mm dik zijn. De dikte van de regels is afhankelijk van de vereiste hoogte van de ventilatiespouw. Indien nodig moeten de regels opgehoogd worden om aan de vereiste spouwhoogte te voldoen.
4. **Waterkerende laag (optioneel)** - In het isolatiepaneel is eventueel een dampopen waterkerende folie geïntegreerd ($S_d < 0,2 \text{ m}$).
5. **Isolatie** - De isolatiepanelen worden op het dakbeschoot aangebracht en door de opgelijmde houten regels vastgeschroefd op de dakconstructie. Het bevestigen en afwerken dient overeenkomstig de verwerkingsvoorschriften van de leverancier te gebeuren.
6. **Dampremmende laag** - De dampremmende laag is doorgaans in het isolatiepaneel geïntegreerd ($S_d > 10 \text{ m}$). De naden tussen de isolatiepanelen dienen luchtdicht op elkaar aan te sluiten.

7. **Dakbeschoot** - Indien dakbeschoot aanwezig kan het in principe blijven zitten. Aangetaste delen kunnen vernieuwd worden. Indien geen dakbeschoot aanwezig dan moet dit aangebracht worden.
8. **Draagconstructie** - De sporen/gordingen of draagbalken blijven zitten.

TOEPASSING

Voorwaarde voor toepassing van buitenisolatie is dat de dakaansluitingen, zoals bij gevels, schoorstenen, dakkapellen en daklichten, vanwege de verhoging van het dakvlak goed en zonder beeldverstoring kunnen worden uitgevoerd. Specifiek voor ensembles geldt in aanvulling hierop dat de overgang tussen de daken goed gedetailleerd kan worden en toelaatbaar is. Isolatiepanelen zijn geschikt voor geventileerde daken, vanwege de opgelijmde tengels, waarop een geventileerde dakvloer aangebracht kan worden. Isolatiepanelen zijn met name geschikt voor grote eenvoudige dakvlakken.

ALGEMEEN

Buitenisolatie is bouwfysisch de beste oplossing omdat koudebruggen worden voorkomen en het risico van condensatie in de dakconstructie wordt beperkt.

Voor deze toepassing kunnen isolatiepanelen worden gebruikt, bestaande uit een isolatieplaat met opgelijmde tengels en eventueel aan de bovenzijde voorzien van een waterkerende en aan de onderzijde van een dampremmende laag. Deze zijn niet zelfdragend en worden op het dakbeschoot aangebracht.

De metalen dakbedekking is van zichzelf waterdicht en condens wordt bij een geventileerd dak in principe voldoende afgevoerd via de ventilatiespouw tussen de houten regels, daarom is een waterkerende laag (aan de buitenzijde) niet vereist. Optioneel kan echter wel een waterkerende laag worden toegepast om de vochtbelasting van isolatiemateriaal en dakconstructie door

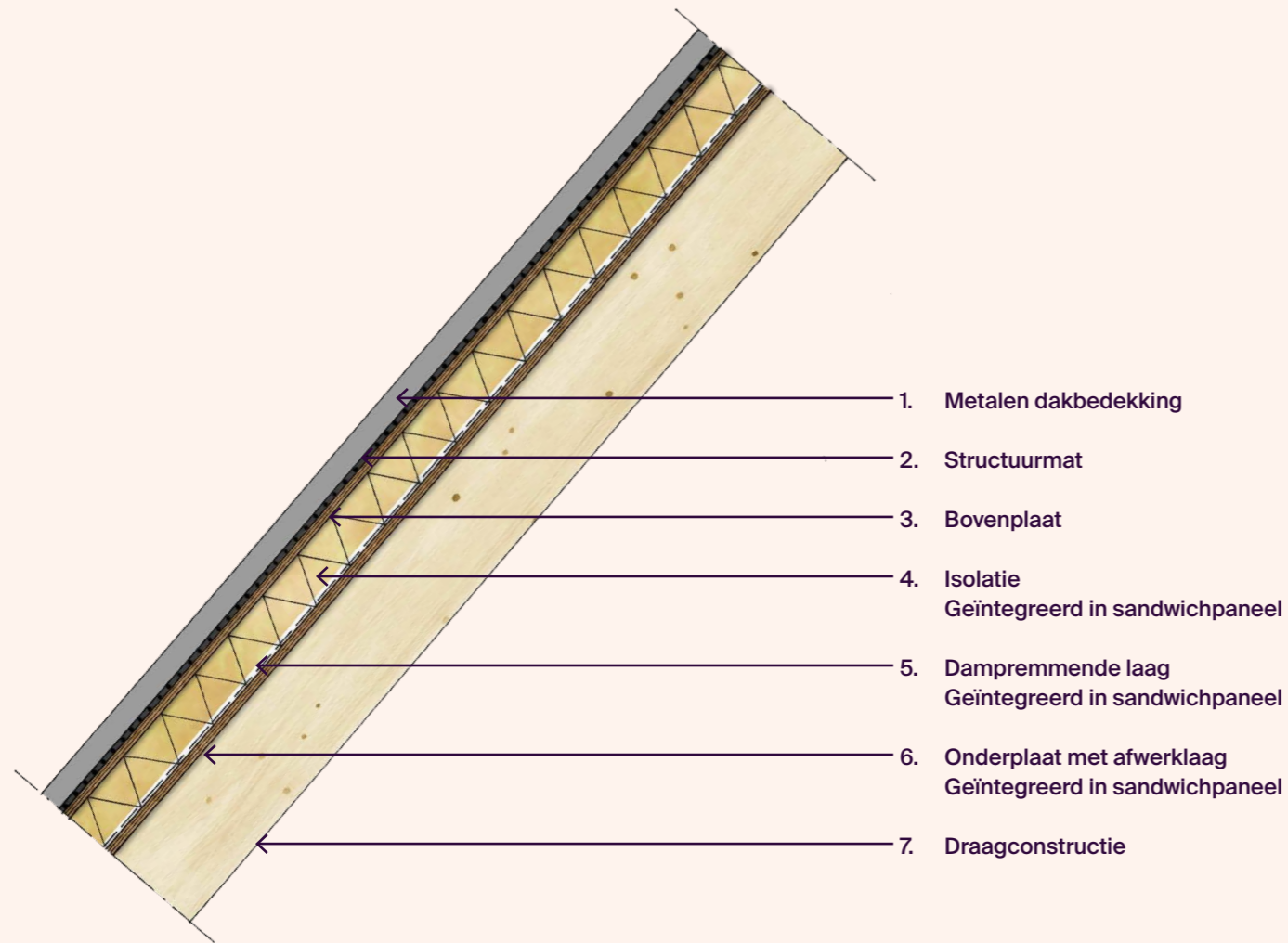
condens en stuifneeuw in de winterperiode te beperken.

Bij isolatie van metalen daken is een luchtdicht aangebrachte dampremmende laag (aan de binnenzijde) wel vereist. Omdat metalen daken volledig gesloten zijn, is de ventilatie direct onder de dakbedekking beperkt en is het risico groot dat vocht van binnenuit onvoldoende naar buiten wordt afgevoerd. Hierdoor kan het vochtgehalte in het isolatiemateriaal en de kapconstructie te hoog worden, indien geen dampremmende laag wordt toegepast.

Isolatie leidt tot een vermindering van infiltratie/exfiltratie en een gewijzigde vochtbalans, waardoor er vaak extra luchtverversing nodig is. De ventilatievoorziening moet hierop afgestemd worden.

Buitenisolatie met sandwichpanelen

Isolatieconcept A-3



UITVOERINGSINSTRUCTIES

1. **Metalen dakbedekking** - De dakbedekking wordt vernieuwd.
2. **Structuurmat** - De structuurmat wordt vernieuwd. De mat bestaat uit een mat van zwarte stugge kunststof krullen, die is bevestigd op een dampopen en tevens waterkerende vlieslaag.
3. **Bovenplaat** - De bovenplaat (doorgaans 22 mm multiplex) is geïntegreerd in het sandwichpaneel.
4. **Prefab sandwichpaneel** - De sandwichpanelen worden bevestigd op de draagconstructie. Het bevestigen en afwerken dient overeenkomstig de verwerkingsvoorschriften van de leverancier te gebeuren. De voor deze toepassing geschikte sandwichpanelen bestaan uit: isolatiemateriaal, bovenplaat, onderplaat met afwerking en dampremmende laag.
5. **Dampremmende laag** - De dampremmende laag is doorgaans in het sandwichpaneel geïntegreerd ($S_d > 150 \text{ m}$). De naden tussen de sandwichpanelen dienen luchtdicht op elkaar aan te sluiten.
6. **Onderplaat met afwerklaag** - De onderplaat is geïntegreerd in het sandwichpaneel.
7. **Draagconstructie** - De sporen/gordingen of draagbalken blijven zitten.

TOEPASSING

Voorwaarde voor toepassing van buitenisolatie is dat de dakaansluitingen, zoals bij gevels, schoorstenen, dakkapellen en daklichten, vanwege de verhoging van het dakvlak goed en zonder beeldvervalsing kunnen worden uitgevoerd. Specifiek voor ensembles geldt in aanvulling hierop dat de overgang tussen de daken goed gedetailleerd kan worden en toelaatbaar is. Sandwichpanelen zijn geschikt voor niet-geventileerde daken, vanwege de geïntegreerde bovenplaat waarop een structuurmat aangebracht kan worden. Bij niet-geventileerde metalen daken moet de dakbedekking goed regendicht zijn, omdat de waterafvoerende capaciteit van de structuurmat beperkt is. Deze oplossing is daarom niet geschikt voor lossanges en alleen toepasbaar bij gefelste of roevendaken. Sandwichpanelen zijn leverbaar in grote lengtes en zijn met name geschikt voor het volledig vernieuwen van grote eenvoudige dakvlakken zonder dakbeschot of indien het dakbeschot vernieuwd moet worden.

ALGEMEEN

Buitenisolatie is bouwfysisch de beste oplossing omdat koudebruggen worden voorkomen en het risico van condensatie in de dakconstructie wordt beperkt. Voor niet-geventileerde metalen daken is buitenisolatie de enige verantwoorde isolatiekeuze. Voor deze toepassing kunnen sandwichpanelen worden gebruikt, bestaande uit een isolatieplaat met opgelijmde tengels en een dragende onderplaat en eventueel aan de bovenzijde voorzien van een waterkerende en aan de onderzijde van een dampremmende laag. Deze zijn zelfdragend en worden direct op de draagconstructie aangebracht.

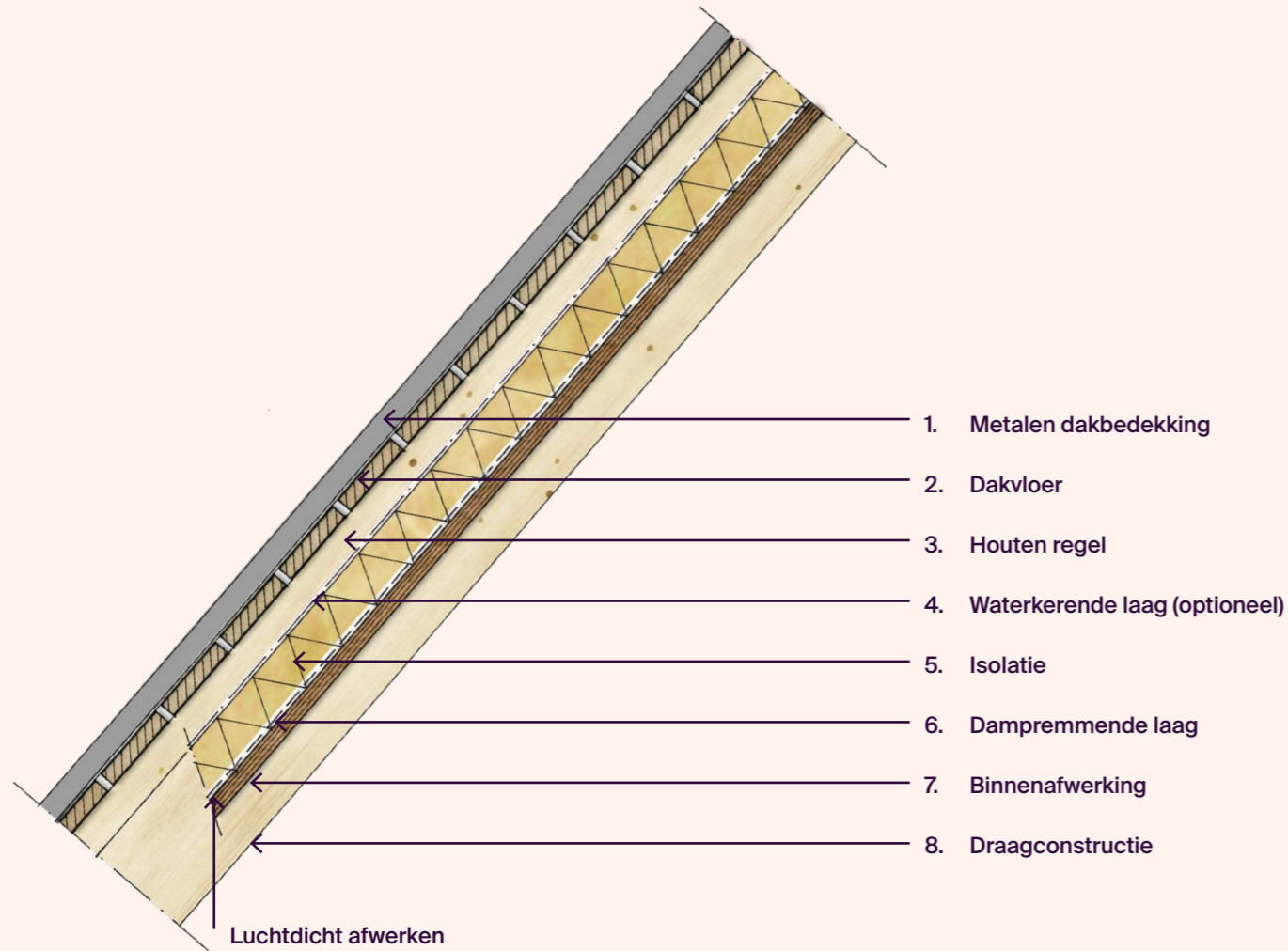
De metalen dakbedekking is van zichzelf waterdicht maar condens wordt bij een niet-geventileerd dak matig afgevoerd, daarom is een dampopen waterkerende laag (aan de buitenzijde) vereist. Deze laag is al geïntegreerd in de structuurmat die bij niet-geventileerde daken wordt toegepast. Bij isolatie van metalen

daken is een luchtdicht aangebrachte dampremmende laag (aan de binnenzijde) ook vereist. Omdat metalen daken volledig gesloten zijn, is de ventilatie direct onder de dakbedekking beperkt – zeker bij niet-geventileerde daken – en wordt vocht van binnenuit onvoldoende naar buiten afgevoerd. Hierdoor wordt het vochtgehalte in het isolatiemateriaal en de kapconstructie te hoog, indien geen dampremmende laag wordt toegepast.

Isolatie leidt tot een vermindering van infiltratie/exfiltratie en een gewijzigde vochtbalans, waardoor er vaak extra luchtverversing nodig is. De ventilatievoorziening moet hierop afgestemd worden.

Binnenisolatie en dampscherm tussen draagconstructie

Isolatieconcept B-1



UITVOERINGSINSTRUCTIES

- 1. Metalen dakbedekking** - De dakbedekking wordt vernieuwd of blijft zitten afhankelijk van de andere werkzaamheden en de conditie van de dakbedekking.
- 2. Dakvloer** - De dakvloer wordt vernieuwd of blijft zitten afhankelijk van de andere werkzaamheden en de conditie van de houten delen.
- 3. Houten regel** - Bestaande houten regels worden vernieuwd of blijven zitten afhankelijk van de andere werkzaamheden en de conditie van de houten regels. Indien niet aanwezig dan worden houten regels van minimaal 40 mm aangebracht.
- 4. Waterkerende laag (optioneel)** - Onder de houten regels wordt eventueel een dampopen waterkerende folie ($S_d < 0,2$ m) aangebracht.
- 5. Isolatie** - Een zachte isolatieplaat wordt met overmaat tussen de draagconstructie 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.
- 6. Dampremmende laag** - Tegen de isolatieplaat wordt een dampremmende folie aangebracht ($S_d > 80$ m). De folie wordt tegen de sporen/gordingen omgezet en vastgeniet of vastgezet met een lat. De foliebanen worden voldoende overlappend (100 mm) aangebracht en op de naden en rondom luchtdicht afgetaped.

- 7. Binnenafwerking** - Tegen de isolatie/folie wordt een plaaftafwerking aangebracht tussen de balken. Hiermee blijft de structuur van de kap zichtbaar. Bij het aanbrengen van de plaaftafwerking mag de dampremmende laag niet worden geperforeerd.
- 8. Draagconstructie** - De sporen/gordingen of draagbalken blijven zitten.

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.**

ALGEMEEN

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

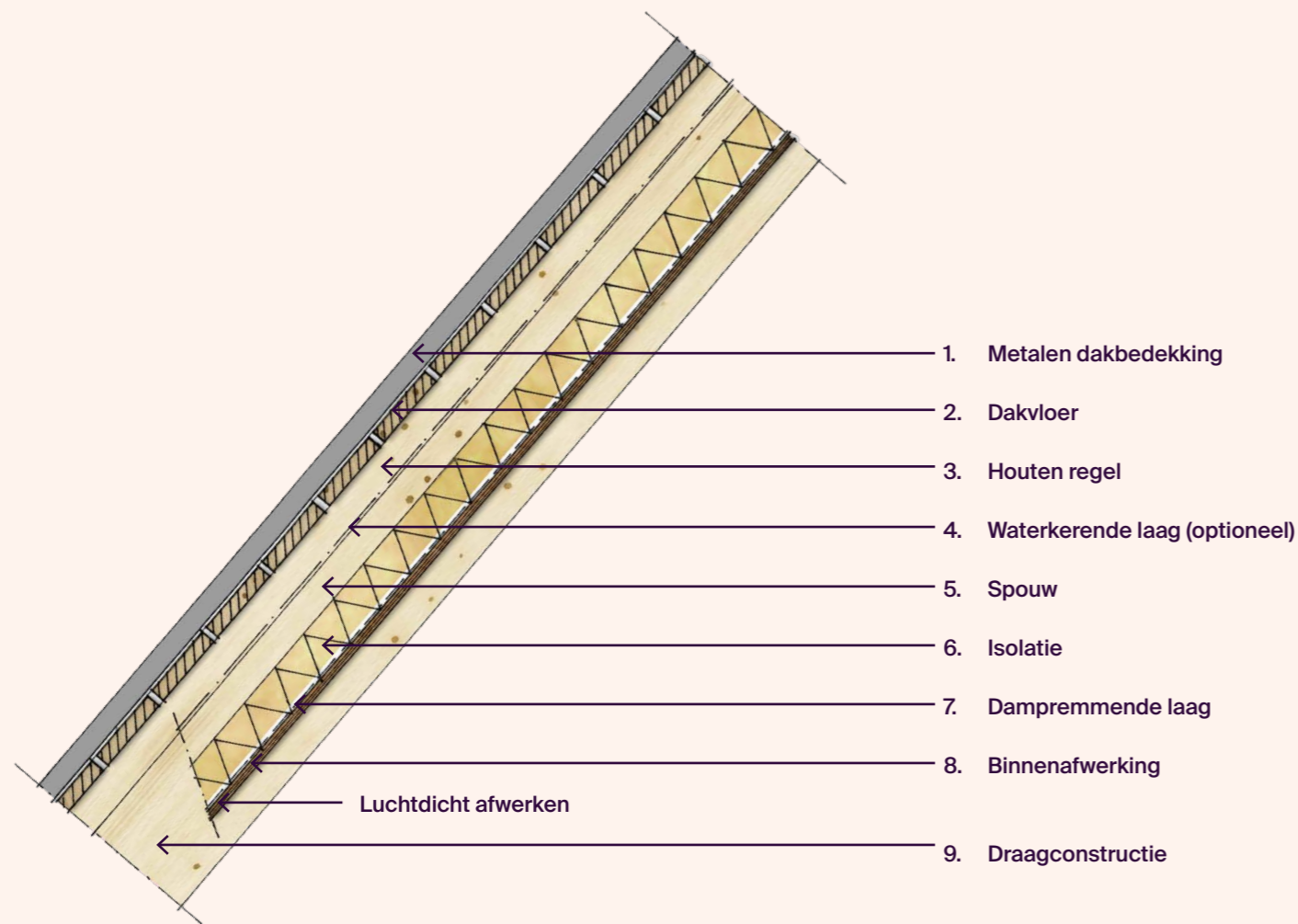
De metalen dakbedekking is van zichzelf waterdicht en condens wordt bij een geventileerd dak in principe voldoende afgevoerd via de ventilatiespouw tussen de houten regels, daarom is een waterkerende laag (aan de buitenzijde) niet vereist. Optioneel kan

echter wel een waterkerende laag worden toegepast om de vochtbelasting van isolatiemateriaal en dakconstructie door condens en stuifsnieuw in de winterperiode te beperken. Bij isolatie van metalen daken is een luchtdicht aangebrachte dampremmende laag (aan de binnenzijde) wel vereist. Omdat metalen daken volledig gesloten zijn, is de ventilatie direct onder de dakbedekking beperkt en is het risico groot dat vocht van binnenuit onvoldoende naar buiten wordt afgevoerd. Hierdoor kan het vochtgehalte in het isolatiemateriaal en de kapconstructie te hoog worden, indien geen dampremmende laag wordt toegepast.

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.

Binnenisolatie tussen en damp-scherm tegen draagconstructie

Isolatieconcept B-2



UITVOERINGSINSTRUCTIES

1. **Metalen dakbedekking** - De dakbedekking wordt vernieuwd of blijft zitten afhankelijk van de andere werkzaamheden en de conditie van de dakbedekking.
2. **Dakvloer** - De dakvloer wordt vernieuwd of blijft zitten afhankelijk van de andere werkzaamheden en de conditie van de houten delen.
3. **Houten regel** - Bestaande houten regels worden vernieuwd of blijven zitten afhankelijk van de andere werkzaamheden en de conditie van de houten regels. Indien niet aanwezig dan worden houten regels van minimaal 40 mm aangebracht.
4. **Waterkerende laag (optioneel)** - Onder de houten regels wordt eventueel een dampopen waterkerende folie ($S_d < 0,2$ m) aangebracht.
5. **Spouw** - In de spouw worden latten tegen de balken aangebracht om de isolatieplaten te fixeren.
6. **Isolatie** - Een zachte isolatieplaat wordt met overmaat tussen de draagconstructie 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. Bij zachte isolatieplaten moeten maatregelen worden getroffen om uitzakking van de platen te voorkomen.

7. **Dampremmende laag** - Tegen de isolatieplaat wordt een dampremmende folie aangebracht ($S_d > 80$ m). De folie wordt tegen de draagconstructie omgezet en vastgeniet of vastgezet met een lat. De foliebanen worden voldoende overlappend (100 mm) aangebracht en op de naden en rondom luchtdicht afgetaped.
8. **Binnenafwerking** - Tegen de isolatie/folie wordt een plaatafwerking aangebracht tussen de balken. Hiermee blijft de structuur van de kap zichtbaar. Bij het aanbrengen van de plaatafwerking mag de dampremmende laag niet worden gerepareerd.
9. **Draagconstructie** - De sporen/gordingen of draagbalken blijven zitten.

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.

ALGEMEEN

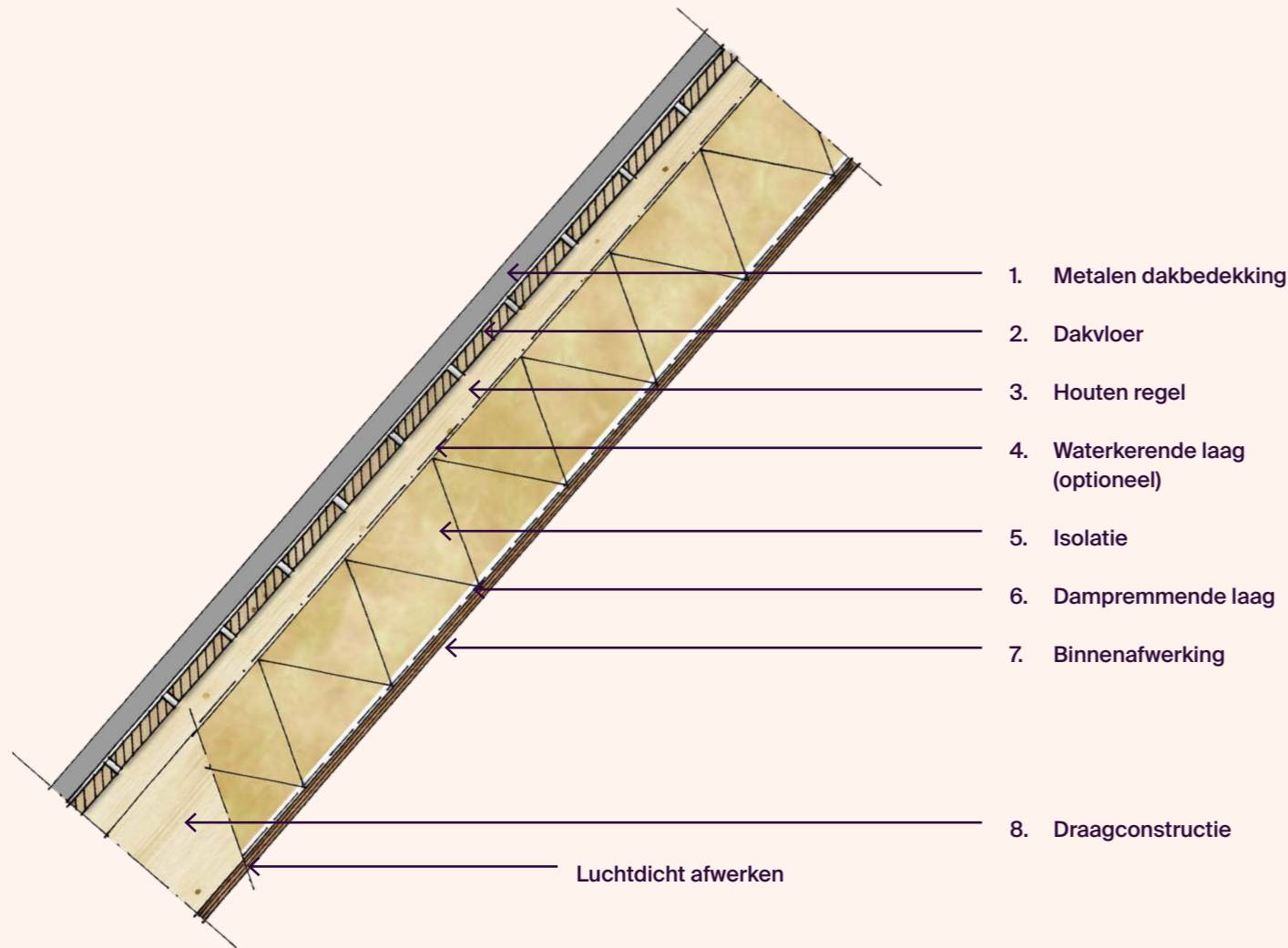
Binnenisolatie kan bouwfysisch risicovol zijn omdat de kans op condensatie in de dakconstructie toeneemt. Dit geldt vooral bij een dampremmende laag tussen de draagconstructie, omdat bij de naden rondom de draagconstructie een verhoogde kans op luchtlekken ontstaat. Bij een vochtige dakvloer moet de oorzaak eerst verholpen zijn alvorens isolatie aan te kunnen brengen. Als de draagconstructie in het zicht moet blijven wordt de isolatie en dampremmende laag tussen de balken aangebracht. Een zachte isolatieplaat is het best geschikt om de ruimte tussen de balken goed te vullen. Tussen de isolatie en het houten regelwerk wordt een spouw toegepast. Deze spouw staat dus in directe verbinding met de (met buitenlucht geventileerde) ventilatiespouw die zich tussen de houten regels bevindt.

De metalen dakbedekking is van zichzelf waterdicht en condens wordt bij een geventileerd dak in principe voldoende afgevoerd

via de ventilatiespouw tussen de houten regels, daarom is een waterkerende laag (aan de buitenzijde) niet vereist. Optioneel kan echter wel een waterkerende laag worden toegepast om de vochtbelasting van isolatiemateriaal en dakconstructie door condens en stuifneeuw in de winterperiode te beperken. Bij isolatie van metalen daken is een luchtdicht aangebrachte dampremmende laag (aan de binnenzijde) wel vereist. Omdat metalen daken volledig gesloten zijn, is de ventilatie direct onder de dakbedekking beperkt en is het risico groot dat vocht van binnenuit onvoldoende naar buiten wordt afgevoerd. Hierdoor kan het vochtgehalte in het isolatiemateriaal en de kapconstructie te hoog worden, indien geen dampremmende laag wordt toegepast. 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.

Binnenisolatie tussen en damp-scherm tegen draagconstructie

Isolatieconcept B-3



UITVOERINGSINSTRUCTIES

1. **Metalen dakbedekking** - De dakbedekking wordt vernieuwd of blijft zitten afhankelijk van de andere werkzaamheden en de conditie van de dakbedekking.
2. **Dakvloer** - De dakvloer wordt vernieuwd of blijft zitten afhankelijk van de andere werkzaamheden en de conditie van de houten delen.
3. **Houten regel** - Bestaande houten regels worden vernieuwd of blijven zitten afhankelijk van de andere werkzaamheden en de conditie van de houten regels. Indien niet aanwezig dan worden houten regels van minimaal 40 mm aangebracht.
4. **Waterkerende laag (optioneel)** - Onder de houten regels wordt eventueel een dampopen waterkerende folie ($S_d < 0,2$ m) aangebracht.
5. **Isolatie** - Een zachte isolatieplaat wordt met overmaat tussen de balken en tegen de latten gedrukt. Hierdoor wordt voorkomen dat kieren ontstaan. Een harde plaat is wel mogelijk maar vraagt zorgvuldig werken en de kieren moeten goed worden afgedicht.
6. **Dampremmende laag** - Tegen de balken wordt een dampremmende folie aangebracht ($S_d > 80$ m). De foliebanen worden voldoende overlappend (100 mm) aangebracht en op de naden en rondom luchtdicht afgetaped.

7. **Binnenafwerking** - Tegen de isolatie/folie wordt een plaaftafwerking aangebracht tegen de balken. Hiermee is de structuur van de kap niet meer zichtbaar. Bij het aanbrengen van de plaaftafwerking mag de dampremmende laag niet worden geperforeerd.
8. **Draagconstructie** - De sporen/gordingen of draagbalken blijven zitten.

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.**

ALGEMEEN

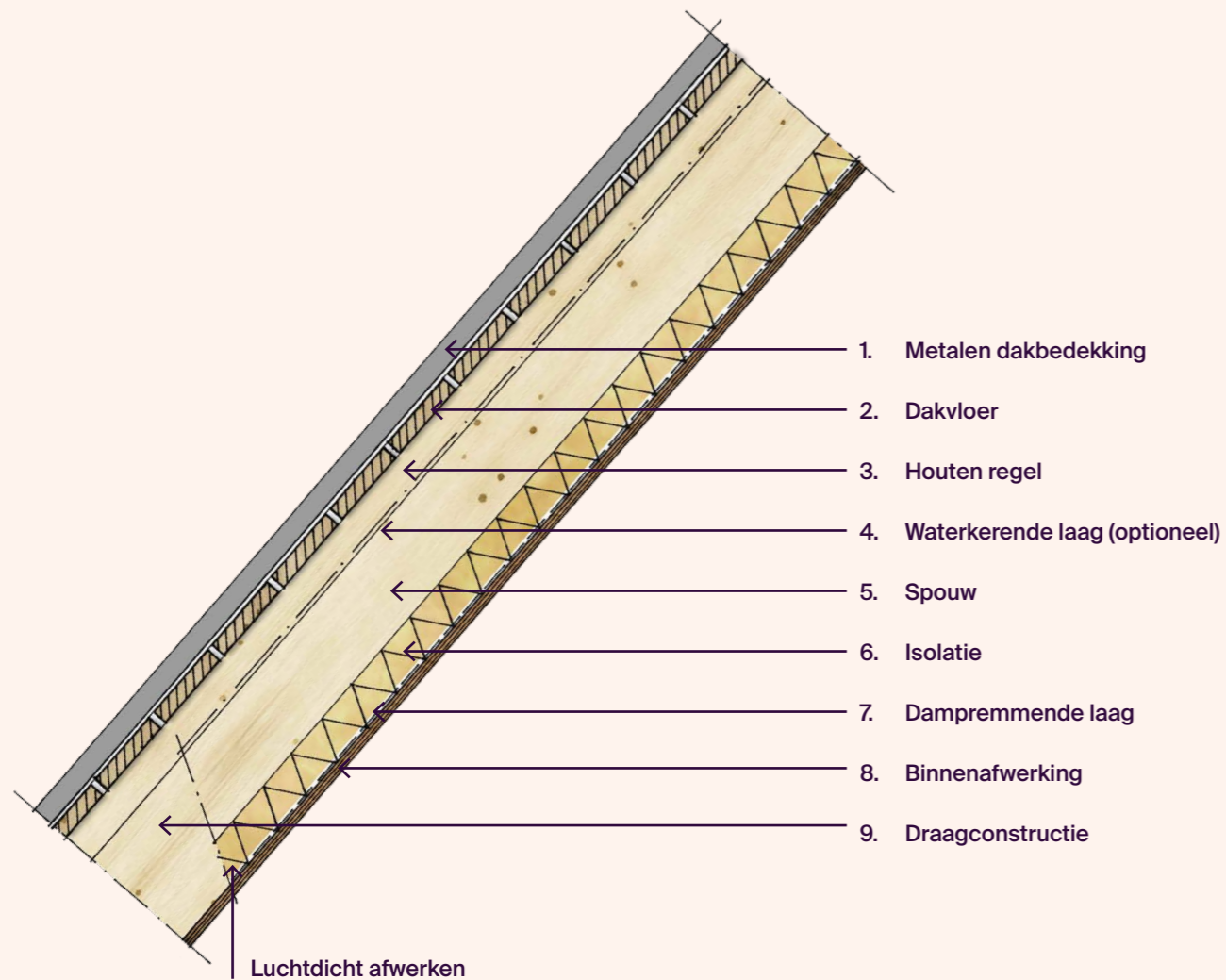
Binnenisolatie kan bouwfysisch risicovol zijn omdat de kans op condensatie in de dakconstructie toeneemt. Door de dampremmende laag tegen de draagconstructie aan te brengen blijft het risico enigszins beperkt, omdat er een aaneengesloten dampremmende laag tegen de draagconstructie wordt aangebracht waardoor er minder kans op luchtlekken ontstaat. Bij een vochtige dakvloer moet de oorzaak eerst verholpen zijn alvorens isolatie aan te kunnen brengen. Als de draagconstructie niet in het zicht hoeft te blijven wordt de isolatie tussen en de dampremmende laag tegen de draagconstructie aangebracht. Een zachte isolatieplaat is het best geschikt om de ruimte tussen de balken en het houten regelwerk volledig te vullen. De isolatie wordt direct tegen het houten regelwerk aangebracht.

De metalen dakbedekking is van zichzelf waterdicht en condens wordt bij een geventileerd dak in principe voldoende afgevoerd via de ventilatiespouw tussen de houten regels, daarom is een

waterkerende laag (aan de buitenzijde) niet vereist. Optioneel kan echter wel een waterkerende laag worden toegepast om de vochtbelasting van isolatiemateriaal en dakconstructie door condens en stuifneeuw in de winterperiode te beperken. Bij isolatie van metalen daken is een luchtdicht aangebrachte dampremmende laag (aan de binnenzijde) wel vereist. Omdat metalen daken volledig gesloten zijn, is de ventilatie direct onder de dakbedekking beperkt en is het risico groot dat vocht van binnenuit onvoldoende naar buiten wordt afgevoerd. Hierdoor kan het vochtgehalte in het isolatiemateriaal en de kapconstructie te hoog worden, indien geen dampremmende laag wordt toegepast. 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.

Binnenisolatie tussen en damp-scherm tegen draagconstructie

Isolatieconcept B-4



UITVOERINGSINSTRUCTIES

1. **Metalen dakbedekking** - De dakbedekking wordt vernieuwd of blijft zitten afhankelijk van de andere werkzaamheden en de conditie van de dakbedekking.
2. **Dakvloer** - De dakvloer wordt vernieuwd of blijft zitten afhankelijk van de andere werkzaamheden en de conditie van de houten delen.
3. **Houten regel** - Bestaande houten regels worden vernieuwd of blijven zitten afhankelijk van de andere werkzaamheden en de conditie van de houten regels. Indien niet aanwezig dan worden houten regels van minimaal 40 mm aangebracht.
4. **Waterkerende laag (optioneel)** - Onder de houten regels wordt eventueel een dampopen waterkerende folie ($S_d < 0,2$ m) aangebracht.
5. **Spouw** - In de spouw worden latten tegen de balken aangebracht om de isolatieplaten te fixeren.
6. **Isolatie** - Een zachte isolatieplaat wordt met overmaat tussen de balken en tegen de latten gedrukt. Hierdoor wordt voorkomen dat kieren ontstaan. Een harde plaat is wel mogelijk maar vraagt zorgvuldig werken en de kieren moeten goed worden afgedicht. Bij zachte isolatieplaten moeten maatregelen worden getroffen om uitzakking van de platen te voorkomen.
7. **Dampremmende laag** - Tegen de balken wordt een dampremmende folie aangebracht ($S_d > 80$ m). De foliebanen worden voldoende overlappend (100 mm) aangebracht en op de naden en rondom luchtdicht afgetaped.

8. **Binnenafwerking** - Tegen de isolatie/folie wordt een plaaftafwerking aangebracht tegen de balken. Hiermee is de structuur van de kap niet meer zichtbaar. Bij het aanbrengen van de plaaftafwerking mag de dampremmende laag niet worden geperforeerd.
9. **Draagconstructie** - De sporen/gordingen of draagbalken blijven zitten.

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.**

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 vochtige schroefplaat 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. Tussen de isolatie en de schroefplaat wordt een (eventueel met buitenlucht geventileerde) spouw toegepast. Dit kan echter negatieve gevolgen hebben vanwege convectief damptransport, waardoor elders in de constructie vochtproblemen kunnen ontstaan. Daarom heeft isolatie zonder spouw (concept B-1) de voorkeur.

Het rietpakket is van zichzelf waterdicht, daarom is een waterkerende laag (aan de buitenzijde) niet vereist. Bij binnenisolatie van rieten daken is een luchtdicht aangebrachte dampremmende laag (aan de binnenzijde) wel vereist. In verband met het ontbreken van ventilatie direct onder de dakbedekking wordt vocht van binnenuit onvoldoende naar buiten afgevoerd en kan het vochtgehalte in het isolatiemateriaal en de kapconstructie te hoog worden, indien geen dampremmende laag wordt toegepast.

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.

De inhoud van deze brochure is met zorg samengesteld. De stichting ERM aanvaardt echter geen aansprakelijkheid ten aanzien van mogelijke onjuistheden.

UITVOERINGSRICHTLIJN

Deze brochure bevat onderdelen van URL 4011. Raadpleeg voor de complete tekst van de URL www.stichtingerm.nl/kennis-richtlijnen.

ERKENDE BEDRIJVEN

Kijk voor erkende bedrijven op: www.stichtingerm.nl/publicaties
Erkende bedrijven mogen het logo Erkende Restauratiekwaliteit Monumentenzorg voeren.



© Copyright Stichting ERM
Versie 3
juli 2025 (9895)

