

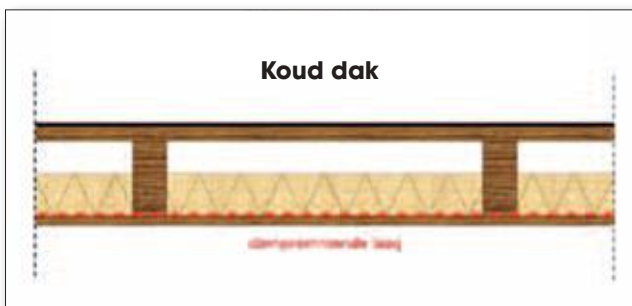
Geïsoleerde houten dakdozen met een dampdichte afwerking, **probleem of uitdaging?**

Schades aan houten daken zijn vervelend en kosten vaak veel geld. Al voordat wordt overgegaan tot herstel zijn er al vele euro's uitgegeven aan onderzoek en analyse van oorzaken van de aangetroffen schade. Zeker bij geïsoleerde houten dakdozen met aan de buitenzijde een dampdichte afwerking komen schades veel voor. Welke oorzaken zijn hiervoor aan te wijzen? Kunnen dit soort daken per definitie gekenmerkt worden als 'probleemdaken'? Of hebben we het hier over een uitdaging?

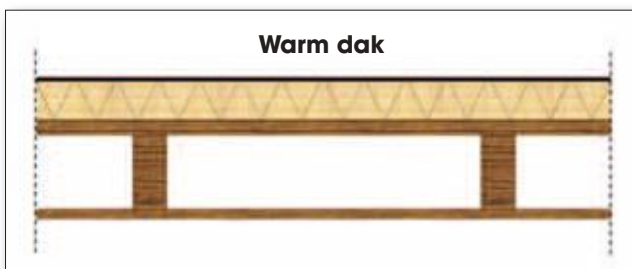
ing. P. Kuindersma – senior adviseur bij Nieman-Kettlitz
Gevel- en Dakadvies b.v.

Warm- of kouddak?

Een kouddak is een dakconstructie waarbij de isolatie aan de onderzijde van de dragende constructie (zijnde dakbeschoot) is aangebracht. Een warmdak is een dakconstructie waarbij de isolatie, in tegenstelling tot de kouddakconstructie, aan de bovenzijde van de dragende constructie is aangebracht. De isolatie bevindt zich dus boven de balklaag en het dakbeschoot.



Figuur 1: Schematische weergave van een kouddakconstructie



Figuur 2: Schematische weergave van een warmdakconstructie.

Zowel bij een koud- als een warmdakconstructie wordt aan de warme zijde van de isolatie een dampremmende laag (bijvoorbeeld PE-folie) opgenomen (zie de rode stippe lijn in de figuren 1 en 2).

Bouwfysisch gezien is een kouddakconstructie (dus een dakconstructie waarbij de isolatie onder het dakbeschoot ligt) kritisch. Hiervoor zijn twee redenen aan te wijzen:

1. De kans op inwendige condensatie is groot omdat het dauwpunt in de constructie ligt;
2. Ingesloten (bouw)vocht kan niet meer uit de constructie.

Geïsoleerde dakdozen met een dampdichte afwerking aan de buitenzijde zijn zogenaamde kouddakconstructies en daarom risicovol als het gaat om inwendige condensatie en opsluiting van (bouw)vocht.

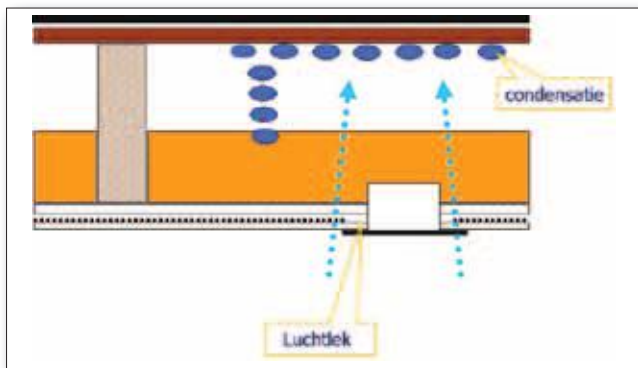
Principe van dampdiffusie, -convectie en condensatie

Als de dampspanning aan de binnen- en buitenzijde van een constructie niet hetzelfde is, zal als gevolg van beweging van dampmoleculen vereffening van deze dampspanning optreden. Er is transport van waterdamp van de zijde met de hoogste dampspanning (dat is meestal de binnenzijde) naar plaatsen met een lagere dampspanning (de buitenzijde). Dit damptransport noemen we diffusie. Diffusie van waterdamp door materialen kan alleen plaatsvinden indien deze materialen in meer of mindere mate poreus zijn. Dit is bij nagenoeg alle materialen het geval; alleen glas en metalen laten geen waterdamp door. Bij dampdiffusie is er geen luchtdrukverschil aanwezig tussen binnen en buiten.

Dampdiffusie moet dan ook niet worden verward met het verschijnsel van luchtstroming. Stroming (ook wel convectie genoemd) vindt plaats als de totale luchtdruk niet overal hetzelfde is, er is dan sprake van een luchtdrukverschil tussen binnen en buiten. Het gevolg is dat er luchtstroming op

gang komt (zie ook het kader). Hoewel drukvereffening door diffusie door materialen veel tijd vergt, gaat diffusie van waterdamp door lucht zeer snel. Vochttransport (in de vorm van waterdamp) als gevolg van luchtstroming (door luchtlekken) noemen we convectief vochttransport.

De hoeveelheid vocht die ten gevolge van luchtstroming van binnen naar buiten in een constructie kan condenseren is vele malen groter dan de hoeveelheid condensatie ten gevolge van diffusie.



Figuur 3: Schematische weergave van condensatie (door luchtlekken) bij een koud-dakconstructie.

Bij het al of niet ontstaan van condensatie speelt ook het temperatuurverloop in de constructie een rol. Op de plaats in de constructie waar de aanwezige dampspanning de maximale dampspanning overschrijdt, zal condensatie

plaatsvinden. Deze plaats noemen we het condensvlak of dauwpunt. Bij een kouddakconstructie met een dampdichte afwerking aan de buitenzijde is hier sprake van.

Dampdichting aan de buitenzijde

Wat maakt 'geïsoleerde dakdozen met een dampdichte afwerking' nu zo risicovol? Eerder is al aangegeven dat dergelijke daken kouddakconstructies zijn en vanuit bouw-fysisch oogpunt dus ongewenst. Immers de kans op inwendige condensatie en opgesloten (bouw)vocht is aanzienlijk. De kans op falen van de constructie is dus groot.

Condensatie ontstaat over het algemeen in de koudere (winter-)periode. Vocht in de constructie hoeft echter geen probleem te zijn mits dit beperkt blijft en in de zomerperiode uitdampst ofwel de constructie droogt. Indien er in de zomerperiode meer droogt dan dat er in de winterperiode condenseert (en de hoeveelheid condens beperkt blijft) kan de constructie als 'goed' worden beoordeeld.

Probleem is echter dat droging van een kouddakconstructie vrijwel niet (of zeer traag) plaatsvindt. Bovendien wordt meestal slechts gerekend met vochttoetreding als gevolg van dampdiffusie terwijl opgesloten (bouw)vocht (onder andere regenwater) en luchtlekkages de boosdoeners zijn.

Bij 'dakdozen voorzien van een dampopen afwerking', zoals een dakelement met een dampdoorlatend spinvliesmembraan en dakpannen, kan droging (naar buiten toe) in vol-

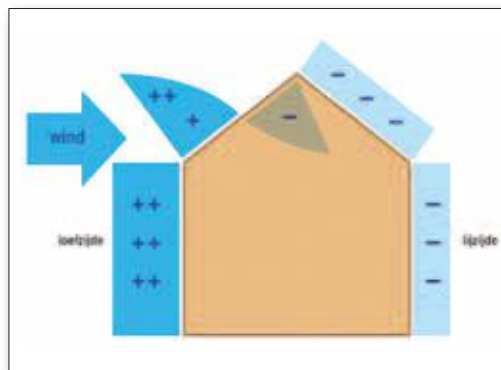
HOE ONTSTAAT LUCHTSTROMING DOOR KIEREN EN NADEN?

Het drukverschil over de gebouwschil wordt veroorzaakt door winddruk, thermische trek en het ventilatiesysteem. De winddruk is meestal de grootste drijvende kracht.

Wind veroorzaakt een overdruk (+) aan de loefzijde en een onderdruk (-) aan de lijzijde (figuur 4). Ook de vorm en hoogte van het gebouw hebben invloed op deze over- en onderdrukken. Als gevolg van winddruk en -zuiging ontstaan er drukverschillen over de gebouwschil. Deze drukverschillen vormen de drijvende kracht voor lucht- en vochttransport.

Thermiek wordt ook wel het 'schoorsteeneffect' genoemd, omdat de trek van schoorstenen hierop is gebaseerd. Warme lucht is lichter dan koude lucht en wil dus opstijgen. Warme lucht zal door hoog gelegen openingen ontwijken en worden vervangen door koude lucht die via laag gelegen openingen binnenstroomt. Het temperatuurverschil tussen binnen en buiten zorgt voor een thermisch drukverschil dat deze stromen aandrijft.

De ventilatie in woningen kan grofweg worden ingedeeld in twee systemen. Systeem C: 'natuurlijke toevoer door roosters en mechanische afzuiging' en systeem D: 'mechanische toe- en afvoer (gebalanceerde ventilatie)'. Bij systeem C ontstaat een kleine onderdruk in de woning omdat continu lucht uit de woning wordt afgezogen. Bij (deels) gesloten roosters zal de onderdruk toenemen. Het drukverschil over de gebouw-



Figuur 4: Schematische weergave drukverschillen als gevolg van wind (loef- en lijzijde).

schil als gevolg van wind kan afnemen omdat roosters voor dwarsventilatie kunnen zorgen. Dit betekent dat het ene rooster (loefzijde) gaat dienen als luchttoevoer terwijl het andere rooster (lijzijde) gaat fungeren als afvoer. Bij systeem D wordt het systeem in principe 'in balans' ingeregeld. Dit betekent geen onder- en overdruk.

LUCHTDICHT BOUWEN

doende mate plaatsvinden. Logisch gevolg is dan ook dat eenzelfde lucht lekkage bij een dak voorzien van dakpannen geen problemen veroorzaakt terwijl bij een vergelijkbaar dak met een waterdichte dakbedekking (bitumen, EPDM, PVC, etc.) wel schades ontstaan.



Figuur 5a: Schade aan dakbeschot als gevolg van condensatie door lucht- en damp lekkage vanuit de ankerloze bouwmuur.



Figuur 5b: Plaatmateriaal ter plaatse van de bouwmuur is door vocht (vanuit de ankerloze bouwmuur) gedelamineerd.



Figuur 5c: Bouwmuur is niet damp- en luchtdicht.

Voorkomen van vocht in dakdozen

Zoals hiervoor is aangegeven is de hoeveelheid vocht die ten gevolge van luchtstroming van binnen naar buiten in een constructie kan

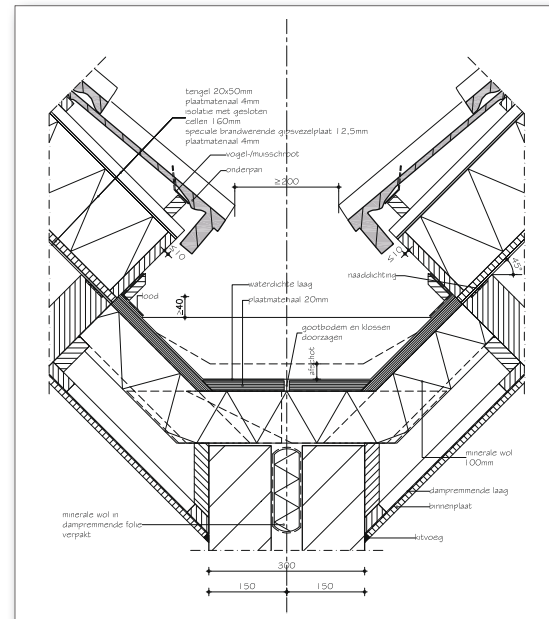
komen vele malen groter dan de hoeveelheid condensatie als gevolg van dampdiffusie.

Dit betekent dat lucht lekkages in deze daken te allen tijde moeten worden voorkomen. Er zal dus meer dan normaal aandacht moeten worden besteed aan de dichtingen in het dak. De uitvoering van dampremmende lagen vraagt daarbij de nodige aandacht; overlappen zullen afgeplakt moeten worden. Vooral bij nokdetails, hoek- en kilkepers, bij dakkapellen en -doorvoeren moet de luchtdichtheid in orde zijn.

Bij de keuze van luchtdichtingen moet rekening worden gehouden met mogelijk optredende bewegingen in de constructie door belastingen van buiten zoals mechanische belastingen (belopen, windbelasting) en thermische belastingen.

Ook tijdens de gebruiksfase mogen geen 'gaten' (door de dampremmende laag) in het dak worden gemaakt. Het inbouwen van elektra/verlichting zorgt vaak voor problemen

omdat bewoners niet weten dat deze lucht lekken kunnen leiden tot schades aan het dak. Een juiste instructie aan de bewoners/eigenaren is dus noodzakelijk.



Figuur 6: Juist bij aansluitingen gaat het vaak mis. Bij deze zakgoot is de kans op condensatie tegen de metalen gootbodem zeer groot als lucht lekken niet worden voorkomen. In de praktijk betekent dit dat de dampremmende laag (folie) aan de binnenzijde goed moet worden aangesloten (tegen bouwmuur en dakplaat) en de spouw in de ankerloze bouwmuur damp-/luchtdicht moet worden afgesloten (SBR-detail 406.2.0.02).

Ondanks dat daken toch regelmatig zeer luchtdicht zijn, komen we ook hier schades tegen. Vaak is dan opgesloten bouwvocht (regenwater) het probleem. Doordat dakdozen zijn geleverd zonder dakbedekking worden deze blootgesteld aan weer en wind. Inwatering tijdens de bouw is dan niet uit te sluiten. Dakdozen die al in de fabriek zijn voorzien van een waterdichte afwerking zijn minder risicovol, echter ook hier kan ter plaatse van de aansluitingen op de rest van het dak inwatering plaatsvinden. Het is dus belangrijk om hier tijdens de uitwerkings-/werkvoorbereidingsfase en uitvoering de nodige aandacht aan te besteden.

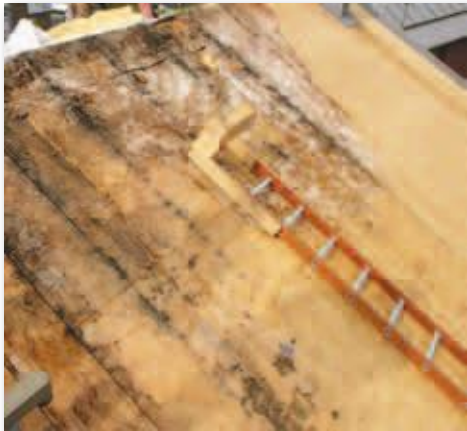


Figuur 7a: Deze hoeveelheid water* is NIET het gevolg van condensatie door lucht lekkages. Nee, hier is sprake van bouwvocht.



Figuur 7b: Geen bouwfysisch probleem! Wel inwatering tijdens bouw.

Uiteraard dient ook een juiste dampremmende laag te worden gekozen. Deze dient bepaald te worden aan de hand van een Glaser-berekening (dampspanningsberekening) en is afhankelijk van onder andere het binnenklimaat, dikte van de isolatie in de dakdoos en uiteraard de dampdichtheid (dampdiffusieweerstand) van de waterdichte afwerking. Maar zoals eerder is aangegeven is de dampremmende laag in deze dakdozen vrijwel nooit het probleem.



Figuur 8a: Ondanks toepassing van een goede dampremmer ging het toch fout. Oorzaak: luchtlekkages.



Figuur 8b: Luchtlekkages ter plaatse van aansluitingen dakdozen op staalconstructie.

Bij dakdozen met een dampdichte afwerking wordt er soms voor gekozen om de dakdozen niet geheel te vullen met isolatie en de zo gecreëerde spouw onder het dakbeschoot te ventileren (door middel van pijpjes op het dak). Op zich geen gek idee want zo zorg je ervoor dat vocht dat aanwe-

zig is in de dakconstructie kan uitdampen. Advies is echter om dit niet te doen omdat de kans op condensatie als gevolg van nachtelijke onderkoeling/nachtelijke uitstraling aanwezig is. Bovendien is het aanbrengen van ventilatie symptoombestrijding: je accepteert vocht en gaat het vervolgens wegventileren. Beter is om aan bronaanpak te doen, dus: voorkom vocht in de dakdoos.

Tot slot

Het is duidelijk dat koud-dakconstructies met een dampdichte afwerking aan de buitenzijde bouwfysisch en uitvoeringstechnisch gezien zeer kritisch zijn. Uit diverse schades blijkt ook dat deze daken als 'probleemdaken' kunnen worden aangemerkt. Daken met deze opbouw kunnen dus beter niet worden toegepast!

Helaas komen we deze daken toch regelmatig tegen. Als dat het geval is, moeten tenminste de volgende aandachtspunten in acht worden genomen:

- realiseer een zeer luchtdichte onderconstructie en een dampdichting die is afgestemd op de afwerking aan de buitenzijde;

- en voorkom intrede van bouwvocht;

Laat tevens een adviseur tijdens het ontwerptraject de dakopbouw bouwfysisch beoordelen. Zorg ervoor dat alle dakdetails worden uitgetekend (zo nodig de aansluitingen in 3d) en dat duidelijk wordt aangegeven op welke wijze de luchtdichting moet worden gerealiseerd. Stel uitvoeringsaanbevelingen op en zorg voor een goede kwaliteitsbewaking tijdens de bouw. Het controleren van de details in het werk is een must en een luchtdichtheidsmeting vlak voor oplevering is sterk aanbevolen. ●

BRONNEN/LITERATUUR

- PUBLICATIE: HANDBOEK BOUWGBREKEN (BIM MEDIA, VOORHEEN SDU) – HOE ONTSTAAN CONDENSPROBLEMEN - DHR. ING. A. DE JONG / MW. IR. J.E.J. VERKERK-EVERS VAN NIEMAN RAADGEVENDE INGENIEURS.
- PUBLICATIE: HANDBOEK DAKEN (BIM MEDIA, VOORHEEN SDU).
- ARTIKEL: LUCHTDICHT BOUWEN = KWALITATIEF BOUWEN – ING. P. KUINDERSMA – NIEMAN-KETTLITZ GEVEL- EN DAKADVIES - ROOFS 2013-03-06.
- PUBLICATIE: LUCHTDICHT BOUWEN – SBR 2009/2013.
- NEN 8088-1:2011 VENTILATIE EN LUCHTDOORLATENDHEID VAN GEBOUWEN: BEPALINGSMETHODE VOOR DE TOEVOERLUCHTTTEMPERatuur GECORRIGEEERDE VENTILATIE- EN INFILTRATIELUCHTVOLUMESTROMEN VOOR ENERGIEPRESTATIE-BEREKENINGEN - DEEL 1: REKENMETHODE.

Zie voor meer informatie over luchtdicht bouwen
www.dakweb.nl