



Minimale ontwerpuitgangspunten

Met het oog op het behalen van een waterdichte gevelconstructie gelden de volgende uitgangspunten:

- bij snijpunten van de geprefabriceerde voegconstructie met in het werk te maken aansluitingen eventuele 'openingen' (t.p.v. verjonging van het paneel) aanvullend afdichten. (denk hierbij bijv. aan de aansluiting bij horizontaal gemonteerde panelen van de horizontale voeg op de in het werk gemaakte verticale stuikvoeg);
- eventueel in de voeg afstromend lekwater boven de aansluiting op ramen, borstweringen e.d. zover van deze aansluitingen afleiden (door een lekdorpel) dat de betreffende aansluiting hier niet door wordt belast.

Om een waterdichte dakconstructie te verkrijgen gelden onderstaande uitgangspunten:

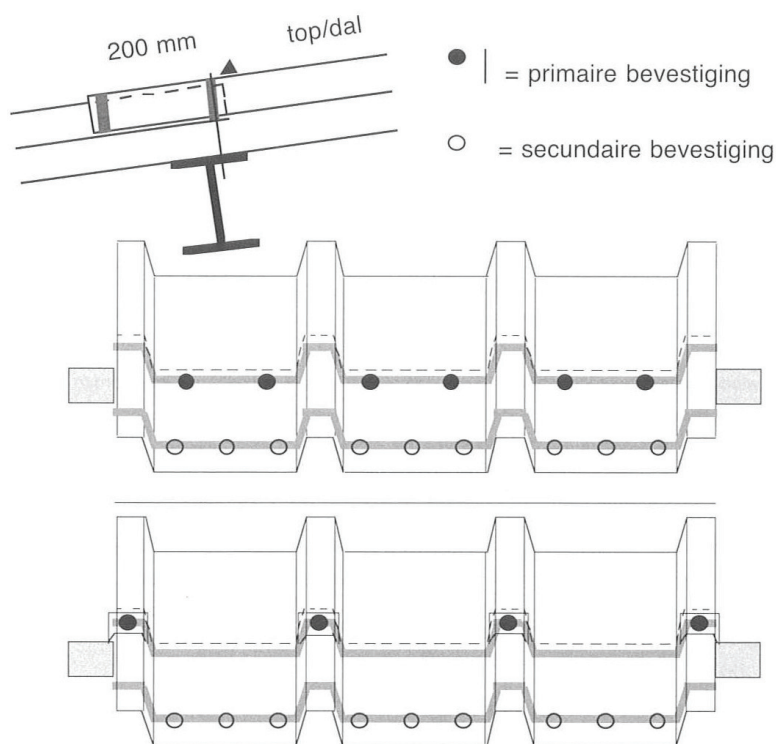
- er wordt geadviseerd panelen tegen de heersende windrichting in te monteren (dit kan betekenen dat op het ene dakvlak rechtswerkende panelen gemonteerd moeten worden en op het tegenover gelegen dakvlak linkswerkende panelen). In windgebied I volgens NEN 6702, bij goothoogten > 15 m en/of bij de toepassing van licht doorlatende elementen is deze montagewijze verplicht;
- de buitenplaat dient aan de onderzijde van het (onderste) paneel minimaal 50 mm verder door te lopen dan de isolatiekern;
- bevestiging van het sandwichpaneel aan de achterconstructie kan in theorie zowel in het dal als op de top worden aangebracht. Bevestiging op de top heeft de voorkeur bij de montage van panelen met een buitenplaat met een golfhoogte kleiner dan 25 mm. In andere situaties hangt de voorkeur o.a. af van de volgende aspecten:
 - temperatuurvervormingen van de panelen en de eventueel daaruit volgende krachten op
 - de bevestigingen en/of aansluitende delen;
 - kosten van de verbinding;
 - risico van beschadiging, vervuiling en/of aantasting van toegepaste materialen.
- indien de opdrachtgever een specifieke wijze van bevestiging voorstaat, dient dit expliciet in het bestek of de betreffende tekeningen vermeld te staan;
- het aantal primaire bevestigingsmiddelen dient de constructeur per project te bepalen;
- eventueel toe te passen afdichtingsbanden dienen te zijn afgestemd op functie, voegbewegingen en type en materiaal beplating. Zij dienen zorg te dragen voor een volledige afsluiting;
- in de langsoverlap h.o.h. 500 mm (dakhelling < 7°) resp. h.o.h. 1000 mm (dakhelling ≥ 7°) secundaire bevestigingsmiddelen aanbrengen;
- voor de uitvoering van de overlappen gelden de richtlijnen als functie van de dakhelling (is de dakhelling in theorie dus vóór aftrek van eventuele toleranties in de onderconstructie, van het effect van het iets doorhangen van de panelen etc.) als gegeven op de volgende pagina (er zijn situaties mogelijk, bijv. zeer lange dakvlakken, dakvlakken waarop hoger gelegen gevel-/dakdelen afwateren en direct aan zee, dat er zwaardere voorwaarden moeten worden gesteld). Sommige speciale paneeltypen zijn onder voorwaarden en in overleg met de betreffende leverancier ook toepasbaar bij kleinere dakhellingen:

| Wijze van uitvoeren eindoverlaag (200 mm)* | Wijze van uitvoeren langsoverlap * | Dakhelling |
|---|---------------------------------------|------------|
| Niet toepasbaar ** | Niet toepasbaar *** | < 5° |
| Zonder eindoverlap (in één lengte van nok naar goot) | Met afdichtingsband | 5 – 7° |
| Met dubbele afdichtingsband *** | Met afdichtingsband | > 7° |

* Binnenland, tot 15 m bouwhoogte, onder normale omstandigheden

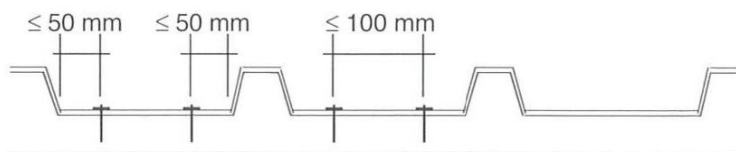
** Er zijn panelen, die speciaal zijn ontwikkeld voor zeer flauw hellende daken. Deze zijn onder voorwaarden wel toepasbaar bij kleinere dakhellingen

*** Banden aan onder- en boventeinde van de eindoverlap plaatsen (zie tekening volgende pagina)



> 7°: overlap 200 mm en 2 afdichtingen

- de eindoverlap dient dicht te worden 'getrokken' met een (aanvullende) bevestiging in het dal (n.v.t. bij gegolfde buitenplaten en/of bij dalbreedten < 50 mm) met een onderlegringdiameter van minimaal Ø19 mm. Deze bevestiging t.p.v. de onderste band plaatsen. Het aantal per dal volgt uit de eis dat de afstand van een schroef tot de rand van het dal niet meer mag zijn dan 50 mm en de h.o.h.-afstand tussen de schroeven niet meer dan 100 mm



- licht doorlatende elementen bij voorkeur in één doorlopende baan van nok naar goot aanbrengen. Voorkomen dient te worden dat er sprake is van een samenkomst van drie of vier platen (t.p.v. kruispunt langsoverlap met eindoverlap), waarbij kunststofplaat tussen de buitenplaten van de aansluitende sandwichpanelen wordt gelegen. Kunststof platen met bevestigingsmiddelen met een onderlegging van minimaal $\varnothing 29$ mm bevestigen, in 3 mm overmaats geboorde gaten. De minimaal vereiste dakhelling voor toepassing bedraagt 8° ;
- (aansluitingen op) dakdoorbrekingen zodanig uitvoeren, dat deze niet het vrij afstromen van regenwater in één of meer dalen blokkeren.

4.4. Winddichtheid/luchtdoorlatendheid

Belasting

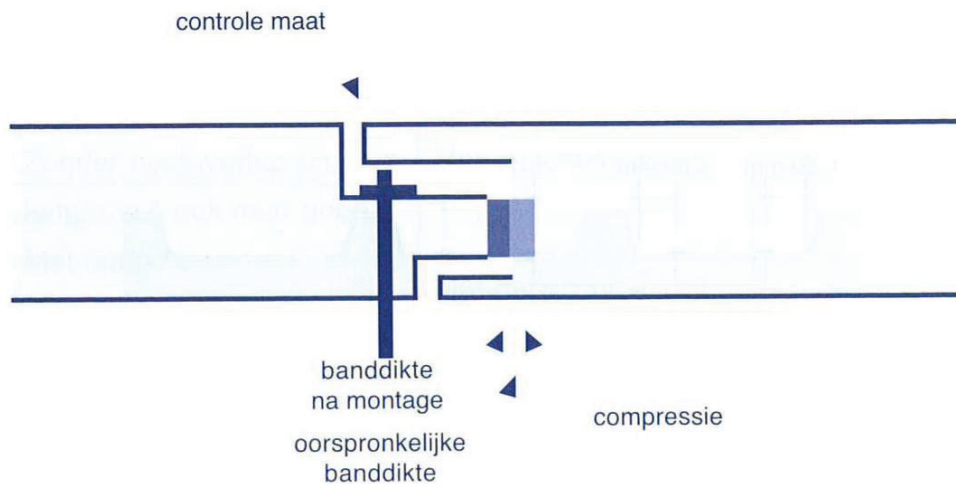
De winddichtheid/luchtdoorlatendheid van een sandwichpaneelconstructie kan worden verzorgd door een dichtingsband in de voegconstructie. Deze bevindt zich aan de binnenzijde van de waterdichting (n.v.t. koel/vrieshuizen!). In dit kader zijn ook andere oplossingen mogelijk die de voeg een bepaalde (wind)dichting geven. Regenwater mag deze dichting niet kunnen belasten.

Sandwichpaneel constructies met een middendichting, zonder verdere voorzieningen, halen, indien goed ontworpen, geproduceerd en uitgevoerd, de klasse B15 of hoger. Met aanvullende dichting(en) en ook panelen met een binnen- en buitendichting kan men een nog (veel) hoger prestatieniveau halen.

Minimale ontwerpuitgangspunten

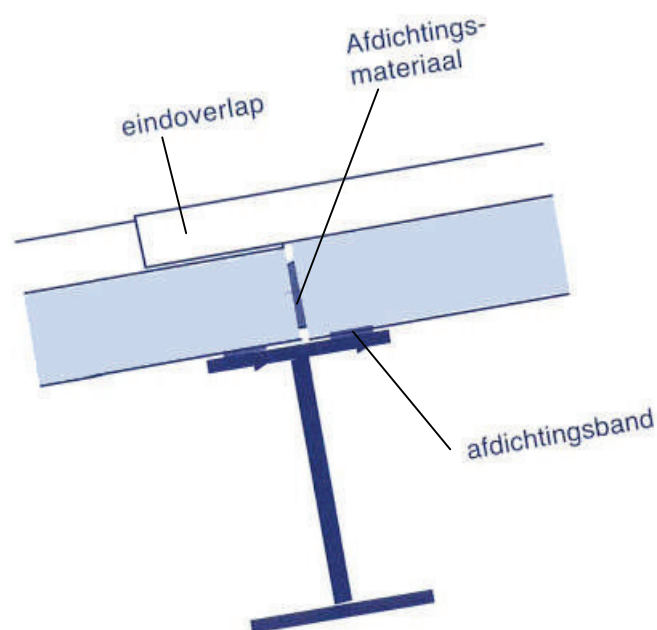
Met het oog op het behalen van een winddichte constructie gelden op basis van bovenstaande systematiek de volgende uitgangspunten:

- bij snijpunten van de geprefabriceerde voegconstructie met in het werk te maken aansluitingen eventuele 'openingen' (t.p.v. de voegconstructie van het paneel) aanvullend afdichten;



* Voegaansluitingen/afdichtingen dien bij de montage (conform de gegevens van de leverancier) voldoende te worden dichtgedrukt/gecomprimeerd.

Met het oog op het behalen van een winddichte (voldoende damp/luchtstromingsdichte) dakconstructie gelden op basis van bovenstaande systematiek de volgende toepassingsvoorwaarden:



- vóór de plaatsing van de panelen op de constructie eerst twee afdichtingsbanden aanbrengen op deze constructie aan weerszijde van de eindaansluiting van de panelen (geldt vanaf Klimaatklasse II volgens de tabel op pagina 93);
- ook bij andere aansluitingen, zoals op wanden en doorbrekingen en t.p.v. de nok, dienen aan de binnenzijde van de constructie (aanvullende) afdichtingen te worden aangebracht. Ter plaatse van de vóórg gevormde paneelvoegen is het aan te bevelen deze afdichtingen door een aanvullende afdichting te verbinden met de voegafdichting in deze voeg.

4.5. Thermische isolatie

Aandachtspunten

De R_c -waarde van een paneelconstructie wordt bepaald door zijn isolatiedikte, door het type isolatie en door vorm en uitvoering van de voegconstructie. Ook de toe te passen bevestigingsmiddelen, en hun aantal per vierkante meter, zijn hierop van invloed. De R_c -waarde op basis van deze invloeden dient men te bepalen met een 3-dimensionaal warmteverliesprogramma volgens de eindige elementenmethode. Bij de rekenresultaten dient te staan vermeld op basis van welke uitgangspunten de berekeningen zijn uitgevoerd.

Naast warmteverlies door geleiding kan er ook warmteverlies door luchtstromingen via voegen en aansluitingen optreden. Zie voor het voorkomen van luchtstromingen de leveranciersinformatie en ook paragraaf 4.3.

Minimale ontwerpuitgangspunten

Om tot een goede thermische isolatie te komen gelden de volgende minimale uitgangspunten:

- een punt van aandacht vormt het feit dat bij aansluitingen de binnenplaat van binnen naar buiten kan lopen. Aanbevo-
len wordt zo te detailleren dat dit wordt voorkomen, ofwel zo te detailleren dat het traject van binnen naar buiten
wordt verlengd (dat wil zeggen de binnenbeplating, waar deze aan de buitenlucht grenst, over een aanvullende lengte
van minimaal 200 mm te isoleren van de buitenlucht met isolatiemateriaal met een $R_D \geq 2 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ (geldt alleen bij een
isolatie eis $R_c \geq 2,5 \text{ m}^2 \text{ K/W}$).

4.6. Vochthuishouding

Aandachtspunten

Oppervlaktecondensatie zal (uitgezonderd extreme condities) bij sandwichpaneel constructies alleen optreden als er lijn-
vormige metalen onderdelen van binnen naar buiten doorlopen (zie ook paragraaf 4.5).

Puntvormige koudebruggen, in de vorm van bevestigingsmiddelen of klemconstructies, zullen geen aanleiding geven tot
oppervlaktecondensatie, uitgezonderd bij zeer extreme omstandigheden (binnencondities).

Inwendige condensatie in een paneel zal niet optreden onder de voorwaarde dat de binnenzijde en voegconstructie vol-
doende dampdicht zijn uitgevoerd. Bij de toepassing van steenwol als kernmateriaal dient er rekening te worden gehouden
met het risico op vochtinfiltratie in het paneel via de paneeluiteinden.

Inwendige condensatie in een voegconstructie is wel mogelijk als een voegconstructie niet sluitend is aangebracht. Zie ook
paragraaf 4.3 en 4.4. Vooral bij dakconstructies vraagt dit aandacht.

Vooraf bij extreme binnencondities (dampspanning > 1430 Pa volgens de tabel op pagina 5.18) is het (ook) vanuit het oog-
punt van vochthuishouding aan te bevelen afdichtingen, die niet in dezelfde doorsnede van de constructie liggen, ter plaat-
se van kruisingen met elkaar te verbinden (zie ook paragraaf 4.4).

Onderkoelingscondensatie en inwendige condensatie komen bij correct geproduceerde en correct gemonteerde sandwich-
paneel constructies niet voor.

Minimale ontwerppuntgangspunten

Zie paragrafen 4.5 en 4.6.



4.7. Geluidsisolatie en -absorptie

Geluidsisolatieprestatie

Indicatief kunnen van sandwichpaneel constructies , bij een belasting door verkeersgeluid, de volgende geluidsisolatieprestaties worden verwacht:

- sandwichpanelen met een isolatiekern van EPS of PUR/PIR 20 à 25 dB(A)
- sandwichpanelen met een isolatiekern van steenwol 30 à 35 dB(A)
- sandwichpanelen met een isolatiekern van steenwol
plus extra massa- en/of geluiddemping toevoegende lagen 35 à 40 dB(A)

Prestaties m.b.t. flankerende transmissie

Zie Bijlage C.7.

Geluidabsorptieprestatie

Indien de nagalmtijd beperkt dient te worden, dient het absorberende oppervlak te worden gevonden in de toepassing van panelen met een (gedeeltelijk) geperforeerde binnenplaat. Deze binnenplaat kan een extra toevoeging aan het paneel zijn dan wel de constructieve binnenplaat van het paneel zelf betreffen (in dit laatste geval zal het paneel een kleinere overspanningcapaciteit hebben dan het paneel met een ongeperforeerde binnenplaat). Bij een geperforeerde binnenplaat dient het paneel te zijn voorzien van een aanvullende dampremmende voorziening. Panelen zonder een dergelijke voorziening in buitengevel of dak worden ten sterkste afgeraden, met het oog op het risico op inwendige condensatie, zodra er sprake is van een dampdruk in de omsloten ruimte, die hoger ligt dan de dampdruk buiten.

Een alternatief is geluidabsorberend materiaal toepassen tegen de panelen en/of tegen aansluitende constructieoppervlakken en/of in de toevoeging van geluidabsorberende elementen.

Minimale ontwerppunten

Ook vanuit overwegingen van geluidsisolatie dient er zorgvuldig te worden gedetailleerd en gemonteerd. Immers ondichtheden in de constructie hebben hier een sterk negatieve invloed op.

4.8. Brandveiligheid

Minimale ontwerppuntgangspunten

Met het oog op het behalen van de gevraagde brandwerendheid (volgens EN 13501-2 en NEN 6069-versie 2005 en rookdichtheid S2 volgens EN 13501-1) gelden de volgende uitgangspunten:

- ontwerpkeuzes, die van invloed zijn op de te behalen prestatie zijn o.a.:
 - montagerichting (horizontaal of verticaal);
 - gebruikte metalen (staal of aluminium);
 - wijze van bevestigen aan de achterconstructie;
 - grootte van de overspanning;
 - uitvoering van voegconstructie;
 - toepassen van (aanvullende) afdichtingsmaterialen;
 - type, dikte en densiteit van isolatiematerialen.

- inzake de detaillering gelden o.a. de volgende zaken:
 - hetzelfde prestatieniveau aanhouden als de aansluitende gevel/dakconstructie;
 - holle ruimten opvullen met onbrandbaar isolatiemateriaal A1 (volgens NEN-EN 13501-1);
 - t.p.v. de eventuele aansluiting gevel/dak op brandmuur/vloer voorzieningen treffen om
 - brandover-/doorslag binnen de voorgeschreven minimum periode uit te sluiten.

4.9. Duurzaamheid

De duurzaamheid van een paneel wordt bepaald door de kwaliteit van de binnen- en buitenplaat met hun respectievelijke beschermlagen, door de kwaliteit van de isolatiekern, door de kwaliteit van de hechting tussen plaat en isolatie en de kwaliteit van de voegconstructie.

Minimale ontwerppuntgangspunten

Met het oog op het behalen van een goede duurzaamheid gelden de volgende uitgangspunten:

- het isolatiemateriaal in sandwichpanelen neemt geen vocht op tenzij er sprake is van een langdurige, aanhoudende vochtbelasting. Daarom dient een dergelijk contact te allen tijde te worden voorkomen.



4.10. Uiterlijk

Aandachtspunten

Panelen vragen zorg en aandacht bij de beoordeling bij afname hiervan en bij de handling en montage hiervan. Een extra punt van aandacht hierbij vormt het feit dat de uitwisselbaarheid van veel typen panelen beperkt is. Dit betekent dat beschadigde panelen dikwijls moeilijk of zelfs nauwelijks meer te vervangen zijn (mede afhankelijk van paneeltype, montage, en plaats van toepassing). Dit zijn redenen om nog meer aandacht en zorg te besteden aan opslag en montage, aan het toepassen van een tijdelijke beschermfolie en aan de afscherpende maatregelen zowel vóór (opslag), tijdens als na de montage. Indien dit het risico op beschadiging door derden veroorzaakt is, ligt hierbij de verantwoordelijkheid bij de opdrachtgevende partij.

Minimale ontwerpuitgangspunten

Met het oog op het behalen van een esthetisch minimum niveau gelden de volgende uitgangspunten voor gevelpanelen (zie verder ook Hoofdstuk 3.2 Statica):

- dikte binnenplaat 0,45/0,55 mm
- dikte buitenplaat 0,55/0,63 mm

Bovenstaande diktes dienen als een nominaal minimum te worden beschouwd. De minimale dikten van 0,55 mm voor de binnenplaat resp. 0,63 mm voor de buitenplaat gelden alleen indien deze platen vlak zijn en/of als de isolatiekern uit steenwol bestaat. Een lichte vervorming rondom de bevestigingspunten is, bij zichtbaar bevestigde panelen, niet te voorkomen.

- bevestigingsmiddelen zoveel mogelijk (echter zonder afbreuk te doen aan het constructieve gedrag) in een vast patroon en in doorgaande lijnen aanbrengen.

De wijze en kwaliteit van detailleren hebben een grote, zo niet een doorslaggevende invloed, op de esthetische kwaliteit. In dit kader zijn in Bijlage C aanbevelingen opgenomen m.b.t. het detailleren van de aansluitingen. Ook in Hoofdstuk 2.10 zijn in dit kader aanbevelingen gegeven.

Verder spelen de maattoleranties en de vlakheid van de toegepaste materialen een rol. Bijlage A vermeldt de hierbij horende eisen.

De kwaliteit van de achterconstructie heeft ook een belangrijke invloed op de esthetische kwaliteit van de gevel. Bijlage B geeft de hierbij horende eisen. Voor de verantwoordelijkheid m.b.t. de afstemming tussen achterconstructie en de (visuele kwaliteit van de) gevelconstructie zie Hoofdstuk 2.10.

Tenslotte is het werk van de monteur van grote invloed op de esthetische kwaliteit van het eindresultaat. Dit is een kwestie van goed vakmanschap en als zodanig niet in een richtlijn af te dekken.

