

SIERBETONGEVELS

Sierbetongevels kunnen als enkelvoudige bladen of als sandwichelementen worden uitgevoerd. Enkelvoudige bladen worden als afzonderlijk elementen voor de binnenconstructies gehangen. Bij betonnen sandwichelementen zijn het buitenblad en de binnenconstructie gecombineerd in één element, dat al dan niet dragend wordt uitgevoerd. Betonnen sandwichelementen bestaan uit een binnenblad van beton, een laag isolatiemateriaal met soms een luchtsponw en een buitenblad van beton. De koppeling van het binnen- en buitenblad gebeurt door roestvaststalen ankers. De dikte van het binnenblad varieert meestal van 120 tot 250 mm. Het buitenblad heeft veelal een dikte van 80 à 90 mm. De minimale dikten worden bepaald door de vereiste wapeningsdekking, de productiewijze, de afwerking, de eventueel gewenste profileringsdiepte en de krachten die de elementen moeten kunnen opnemen.

Het buitenblad wordt meestal in sierbeton uitgevoerd. Sierbeton kan zeer uiteenlopende verschijningsvormen hebben. Deze komen tot stand door gebruik te maken van natuurlijke toeslagmaterialen, zoals verschillende grind- en zandsoorten met ieder hun eigen kleur. Ook is het mogelijk kleurstoffen aan de betonmortel toe te voegen. Er zijn verschillende mogelijkheden voor de afwerking van een element, zoals:

- uitgewassen beton;
- gestraald beton;
- geprofileerd beton;
- betegelde elementen;
- elementen voorzien van natuursteen;
- elementen voorzien van metselwerk;
- gepolijst beton.

Van de genoemde afwerkingsmogelijkheden zijn ook combinaties mogelijk, waardoor sierbeton in een groot aantal verschijningsvormen kan worden uitgevoerd.

PRODUCTIE EN UITVOERING

Buitenblad

De gevel van een gebouw moet in staat zijn alle weersinvloeden te weerstaan. Omdat een buitengevel voor een groot deel het uiterlijk van een gebouw bepaald, moeten buitenbladen bovendien aan esthetische eisen voldoen. Veelal hebben buitenbladen geen constructieve functie; ze dragen alleen hun eigen gewicht.

Betonmengsel

Om betonelementen van gelijke kleur en structuur te krijgen, is het nodig om bij de samenstelling van de betonmortel toeslagstoffen uit dezelfde winplaats te gebruiken. Het is dus wenselijk de totale hoeveelheid toeslagmateriaal, nodig voor een bepaalde opdracht, in één keer in te kopen. Kleurverschillen zijn echter nooit helemaal te voorkomen, omdat het toeslagmateriaal een natuurproduct is. Als het uiterlijk van de elementen belangrijk is, is het nuttig om vooraf monstertegels te maken. Aan de hand van deze monstertegels kan voor het uiterlijk van de elementen de voor de partijen acceptabele boven- en ondergrens worden vastgesteld. Er moet rekening mee worden gehouden dat het uiterlijk sterk kan afwijken van dat van een kleine monsterplaat.

Buitenoppervlak

Het oppervlak van schoon beton kan glad of met een profilering worden uitgevoerd in grijs beton of in beton waaraan een kleurstof is toegevoegd. Voor schoon beton zonder nabehandeling is een zeer zorgvuldige detaillering en uitvoering van groot belang, omdat beschadiging, oneffenheid of kleurverschil direct opvallen. Verschil in porositeit van de mal leidt tot verschillen in het uiterlijk van de elementen. Verder kan wegvloeiend cementwater aftekening en verkleuring veroorzaken. Dit kan worden voorkomen door de naden in de mallen goed op elkaar te laten aansluiten. Vóór het storten moet de bekisting zeer goed zijn schoongemaakt. Het aanbrengen van ontkistingsmiddel behoort gelijkmatig en zeer dun te gebeuren. Verder is uiteraard een voldoende dekking op de wapening nodig en dienen de eventuele dekkingsblokken op het gewenste uiterlijk van het beton te zijn afgestemd. Het betonmengsel moet bij elke productiegang met uiterste zorg worden samengesteld. De duur en de frequentie van het verdichten van het beton moeten constant zijn en worden afgestemd op de stijfheid van de bekisting en op de consistentie en de stabiliteit van het betonmengsel. Verschillen in verhardingstijd en temperatuur kunnen de kleur beïnvloeden. Verder is de manier van opslag (bij voorkeur verticaal) van belang, omdat ongelijke weersinvloeden kleurverschillen veroorzaken. Ook moet corrosie aan uitstekende wapening of hijsvoorzieningen worden voorkomen; roestvlekken zijn namelijk zeer moeilijk te verwijderen.

De ontwerper moet zich ervan bewust zijn dat beton is samengesteld uit natuurlijke materialen die hun eigen kleurschakeringen hebben. Kleurverschillen in beton zijn daardoor niet te voorkomen.

Gekleurd beton

Om beton te kleuren zijn er tegenwoordig drie gekleurde cementen verkrijgbaar: grijs, wit en roodbruin. Verder kan het beton met pigmenten (kleurstoffen) worden gekleurd.

Bij de keuze van een pigment moet met grote prijsverschillen rekening worden gehouden.



Gekleurd beton

Van belang is dat pigmenten bestand zijn tegen een alkalisch milieu, niet in water oplosbaar zijn, een goede hechting met de cementshydraten hebben, licht- en kleurecht zijn en bestand zijn tegen weersinvloeden.

We onderscheiden twee soorten pigmenten:

- anorganische kleurstoffen; het gaat hier om metaaloxiden die aan alle bovengenoemde eisen voldoen en dus een hoge duurzaamheid waarborgen;
- organische kleurstoffen; deze hebben het nadeel dat ze kunnen afgeven en verbleken onder invloed van het zonlicht. Dit komt doordat de hechting met de cementsteen niet volledig is. Ze zijn daarvoor minder geschikt voor toepassing buiten.

Bij de productie van gekleurd beton zijn een goede vermenging en een zeer constante dosering essentieel voor een goede kleurverdeling over de plaat en voor een constante kleur van de gevelelementen.

De belangrijkste oorzaak van kleurverschillen tijdens de verharding is het verschil in vochtgehalte van het betonmengsel.

Daarom is het van belang de elementen in de beginfase van de verharding te conditioneren door de elementen enkele dagen in een fabriekshal op te slaan.

Productiewijze

Bij de productie moet op de volgende zaken worden gelet:

- het betonmengsel moet homogeen zijn;
- de verdeling en verwerking van het beton moeten gelijkmatig gebeuren;
- het granulaat dat in het betonmengsel wordt gebruikt, moet weerbestendig zijn;
- het beton moet een hoge dichtheid bezitten;
- bekistingen mogen niet lekken, moeten een vlakke bodem hebben, een egale oppervlaktestructuur bezitten en een hoge mate van nauwkeurigheid hebben;
- de stortvolgorde moet zodanig zijn gekozen dat het ombouwen van de mal zoveel mogelijk wordt beperkt en dat de mallen zo min mogelijk worden beschadigd. De resterende elementen kunnen dan zonder veel aanpassingen en reparaties van de mal worden geproduceerd.

VERSCIJNINGSVORMEN

Uitgewassen beton

Het uitwassen van het beton gebeurt door het wegsprengen of uitborstelen van de cementshuid.

Het uiterlijk van de elementen wordt bepaald door de grove korrels van het toeslagmateriaal die door de nabehandeling niet worden beschadigd, zodat de heldere kleur behouden blijft.

Om een gelijkmatig gevelbeeld te krijgen, moet zoveel mogelijk dezelfde verhardingstijd van de elementen worden aangehouden.

Uitgewassen beton



Gestraald beton

Een prefab betonelement kan een fraai uiterlijk krijgen door het stralen van het oppervlak. Met grit wordt dan de cementshuid verwijderd, waardoor de toeslagmaterialen in het beton aan het oppervlak zichtbaar worden. De korrel van het toeslagmateriaal wordt door deze bewerking enigszins afgeslepen en het element krijgt een dof uiterlijk.

Het stralen gebeurt handmatig waarbij een ronddraaiende beweging wordt gemaakt. Sommige plekken van het oppervlak worden meer dan eenmaal gestraald, zodat de straaldiepte niet overal hetzelfde is.

Het krijgen van een egale kleur en structuur is gemakkelijker naarmate dieper wordt gestraald.

Grof gestraalde monsters zijn meestal egaler van uiterlijk dan fijn gestraalde. Bij monsters die licht van kleur zijn, valt eventueel uittredende vrije kalk minder op.

Gestraald beton**Geprofileerd beton**

Profileringen kunnen in het beton worden aangebracht door ze in de mal te verwerken of door middel van geprofileerde rubbermatten. Er moet rekening worden gehouden dat de toleranties van rubber matten in alle richtingen veelal groot zijn. Het lossen uit de mal dient met grote zorgvuldigheid te gebeuren. Behalve met rubbermatten kan de profilering in de mal ook met latten worden gerealiseerd. Het toepassen van dekkingsblokjes kan door het indrukken van de mat aftekening in de structuur veroorzaken.

*Geprofileerd beton*

Betegelde elementen

Betonelementen kunnen aan de buitenzijde een afwerking met gebakken of keramische tegels krijgen. De tegels worden vóór het storten vacuüm tegen de bodem van de rubbermat vastgezogen. Het plaatsen van de tegels in de mal gebeurt met behulp van een raster; hierdoor worden afwijkingen in de voegen beperkt. Bij brede voegen worden deze afwijkingen minder opvallend en bovendien wordt een regelmatig beeld van de voegen verkregen dan bij zeer smalle voegen. Van belang is dat de tegels binnen de gestelde maattoleranties vallen en vlak zijn.

De hechting van de tegels aan het beton is een belangrijk aandachtspunt. Verder moet bij het zijprofiel gelet worden op het goed vollopen van de voegen en op een strakke afronding van de tegels langs de rand. Rondom het element moet een passe-partout van minimaal 25 mm worden aangebracht. Bij het ombouwen van de mal moet met het gekozen tegelstramien rekening worden gehouden, omdat aanpassingen in de rubbermat en het daaronder liggende vacuümsysteem erg kostbaar zijn. Niet iedere tegel is geschikt voor verwerking in een vacuümmal.

Betegelde elementen



In geval van twijfel moet eerst nader onderzoek worden gedaan. Het buitenblad kan van grijze beton zijn gemaakt, maar het kan ook zijn vervaardigd van gekleurd beton waarmee fraaie effecten zijn te verkrijgen.

Natuursteen

Betonelementen kunnen ook met natuursteenplaten worden afgewerkt. De afmeting van natuursteenplaten varieert tussen de 0,8 m² en 1,25 m². De dikte van de platen bedraagt 30 á 40 mm. Met speciale roestvaststalen verankeringen worden de platen aan het binnenblad gekoppeld. Tussen de natuursteenplaat en het binnenblad kan een luchtspouw worden gecreëerd of kan een isolatiemateriaal met een dampremmende laag worden aangebracht. Een combinatie van luchtspouw en isolatie is gebruikelijk.

Bij de productie worden eerst de natuursteenplaten in de mal gelegd. Daarna worden speciale kunststofplaten aangebracht, waarmee in de constructie een luchtspouw wordt gecreëerd. Daarop wordt de isolatie met de dampremmende folie gelegd. Door deze lagen heen steken de roestvaststalen verankeringen die de natuursteenplaten met het beton verbinden. Nadat de wapening van het binnenblad is aangebracht en de nodige controles zijn uitgevoerd, kan het beton worden gestort.

Afwerking met metselwerk

Geprefabriceerde gevelelementen die aan de buitenkant van metselwerk worden voorzien, kunnen enkelschalig of als een sandwich-constructie worden uitgevoerd. Bij enkelschalige elementen bestaat het metselwerk vaak uit ingestorte steenstrips; in sandwich-elementen is het gebruikelijk om hele bakstenen te verwerken.

Een andere mogelijkheid is het beton op geprofileerde rubbermatten met een metselwerkstructuur te storten. Door aan het betonmengsel een kleurstof toe te voegen en naderhand het verharde beton af te voegen, wordt het uiterlijk van metselwerk dicht benaderd.



Metselwerk opnemen in de prefab elementen heeft een aantal voordelen:

- de uitvoering is minder afhankelijk van de weersomstandigheden;
- geen steigers vereist;
- kortere bouwtijd.

De fabricage van de elementen vereist vooraf een goede voorbereiding. Daarbij moet niet alleen met kleine maatafwijkingen rekening worden gehouden, maar ook met het verschil in uitzettingscoëfficiënt van baksteen en beton.

De bakstenen worden in de fabriek op traditionele wijze gemetseld op stalen of betonnen metselwerkplateaus die aan het binnenblad zijn bevestigd. Ook kan het metselwerk al in de mal worden opgenomen, zoals dat bij de productie van prefab gevelelementen met een afwerking van natuursteen gebeurt.

Wanneer de steenstrippen of de bakstenen in de mal worden opgenomen, wordt op de steenstrippen een laag beton en op de bakstenen een laag vloeispecie aangebracht. Hierop worden de isolatie en de folie geplaatst en vervolgens het beton van het binnenblad gestort.

De verankering van het metselwerk gebeurt, net zoals bij een normaal gemetselde gevel, met spouwankers. Eventueel kunnen de voegen in kleur worden uitgevoerd.

Afwerking met metselwerk

Gepolijst beton

Gepolijst beton of beter gezegd geslepen beton heeft een uiterlijk dat gepolijste natuursteen sterk benadert. Het slijpen van het beton gebeurt in verschillende fases, namelijk:

- het ruwen van het betonoppervlak met een slijpsteen;
- het schuren van het oppervlak, waardoor groeven verdwijnen, maar niet de holle ruimten;
- het vullen van de holle ruimten met een mortel op kleur en met harstoevoeging, zodat het oppervlak gladder wordt;
- het zoeten van het oppervlak met een slijpsteen, waardoor het oppervlak meer glans krijgt;
- het fijn slijpen van het oppervlak, zodat een hogere glans wordt verkregen;
- tenslotte om een nog hogere kwaliteit glans te krijgen: het slijpen van het oppervlak met een vilt.

Bij detaillering van de prefab elementen moet rekening worden gehouden met de mogelijkheden van de slijpmachine. Zo moeten de elementen bijvoorbeeld tijdens de bewerking soms worden gedraaid, hetgeen niet altijd een eenvoudige handeling is.

Wapening

Vooral bij schoon beton moet het aanbrengen van de wapening zeer zorgvuldig gebeuren. Los liggende binddraadjes of te weinig dekking leiden onherroepelijk tot roestplekken. De dekkingsblokjes moeten op het uiterlijk van het beton zijn afgestemd.

Als dat niet mogelijk is, moet de dekking op een andere wijze worden gerealiseerd door bijvoorbeeld het ophangen van de wapening.

Productievolgorde sandwich-elementen

Een sandwich-element wordt veelal op de volgende manier geproduceerd:

- storten buitenblad op een horizontale maltafel;
- aanbrengen van isolatie op het buitenblad; de isolatie wordt over de roestvaststalen ankers geschoven, die uit het buitenblad steken; een luchtsponw tussen buitenblad en isolatie wordt verkregen door eerst kunststof beluchtingsplaten aan te brengen;
- storten van het binnenblad op de isolatie die al dan niet van een dampremmende laag is voorzien.

Binnenblad

Het binnenblad is het dragende deel van een sandwich-element. Het is gebruikelijk het binnenblad als laatste te storten.

Dit betekent dat de stortzijde naar binnen is gericht. Bij het bepalen van de afwerking van de wand moet daarmee rekening worden gehouden. Al is het oppervlak van de wand nog zo vlak en strak, het betonoppervlak van de stortzijde krijgt nooit de vlakheid van een malvlak.

Afwerking stortzijde

De stortzijde kan op verschillende wijzen worden afgewerkt. Het meest toegepast zijn de vlak gespaande en de gerolde afwerking.

Bij de gerolde afwerking wordt het gespaande oppervlak met een roller nabehandeld, zodat de slagen die bij een afwerking met een spaan zichtbaar blijven, verdwijnen. Door het rollen ontstaat een betonoppervlak met een zogenaamde sinaasappelstructuur. Het rollen maakt het oppervlak niet vlakker en kan beter achterwege blijven als de binnenwand wordt gestuct of met spuitwerk wordt afgewerkt.

Kwaliteitscontrole

De kwaliteitscontrole gebeurt overeenkomstig de afspraken die met het certificatie-instituut en de fabrikant zijn gemaakt. Verder moet worden gecontroleerd of de afspraken die met de klant zijn gemaakt, zijn nagekomen. Bij sierbeton zijn dat voornamelijk esthetische aspecten. Voor zowel opdrachtgever als producent is het wenselijk door middel van monsters de grenzen van de esthetische kwaliteit vast te leggen.

Het boek 'Schoon Beton VNC 1990' kan hiervoor als leidraad dienen. De producent moet erop toezien dat de kleurvariaties binnen de vastgelegde grenzen blijven.

Onvolkomenheden

Onvolkomenheden bij sierbetonelementen worden als zeer storend ervaren. Reparaties aan betonelementen zijn zeer kostbaar; bovendien blijven de aangebrachte reparaties meestal zichtbaar. Veel problemen kunnen worden voorkomen in de ontwerpfase en bij het maken van de mallen.

OPSLAG EN TRANSPORT

De omstandigheden tijdens de verharding moeten bij alle sierbetonelementen voor een bepaald project zo veel mogelijk gelijk zijn. Verschillen in condities tijdens de verharding vergroten de kans op kleurverschillen. Ook bij verkeerd gebruik van het onderstopingsmateriaal kunnen kleurverschillen ontstaan.

Dit kan gebeuren wanneer:

- vochttransport uit het beton wordt belemmerd; de vlekken die hierdoor ontstaan zullen op termijn verminderen en slechts langzaam verdwijnen;
- stoffen uit het opslagmateriaal in het beton dringen; hierbij valt te denken aan zuren uit stophout en vlekken door plastic folie.

Tijdens opslag kunnen beschadigingen worden voorkomen door de elementen te ondersteppen.

Het onderstopingsmateriaal mag niet onder het sierbeton worden aangebracht. Het risico dat van de elementen hoeken afbreken, wordt hierdoor beperkt.

Voor het transport worden vaak speciale vrachtwagens ingezet, die de elementen eventueel onder een hoek kunnen vervoeren. Dit is nodig bij elementen die de maximale toelaatbare vervoershoogte overschrijden. Elementen met een hoogte tot 4 m kunnen dan toch in één stuk worden vervoerd.

ONTWERP EN DETAILLERING

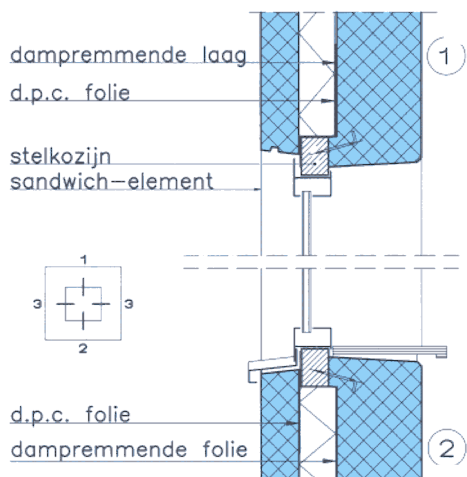
Gevelopeningen

In prefab gevelelementen kunnen gemakkelijk gevelopeningen voor ramen en deuren worden opgenomen. De raam- en deurkozijnen kunnen worden vastgezet aan stelkozijnen die in de elementen zijn opgenomen of kunnen worden vastgeschroefd aan schroefblokjes die in de randen zijn opgenomen. Ook is het mogelijk in bepaalde gevallen hele kozijnen in te storten.

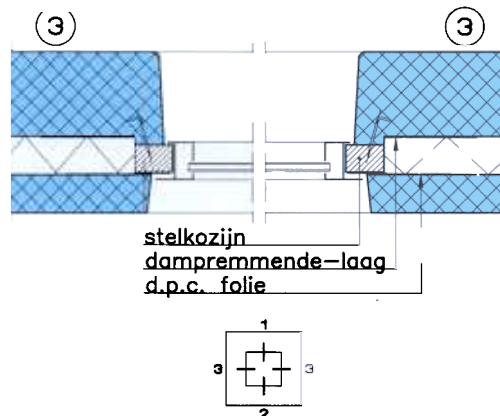
Belangrijk is dat rondom de openingen voldoende betonafmeting overblijft. Met de leverancier moet over deze aspecten al in een vroeg stadium overleg plaatsvinden. Speciale aandacht is nodig voor de waterhuishouding van de gevel, zowel aan de buitenzijde als in het element zelf.

Een waterhol aan de bovenzijde van een gevelopening en een waterslag aan de onderzijde hiervan kan nodig zijn. Ook moet aan de afdichting tussen het kozijn en het beton en tussen de elementen onderling veel zorg worden besteed.

De hierbij afgebeelde details geven hiervoor goede oplossingen. Ook het boek 'Gevels in prefab', uitgegeven door Belton, kan hierbij van nut zijn.



verticale kozijndetails



horizontale kozijndetails

Afwerking

Door de verontreinigingen in de buitenlucht zal na verloop van tijd de gevel vervuilen. De mate van vervuiling hangt af van:

soort oppervlak

Een ruw en poreus oppervlak houdt het vuil vast en wordt door de regen onvoldoende schoon gespoeld. Ook kan er algengroei optreden, omdat het oppervlak lang vochtig blijft. Een glad en hard oppervlak is gemakkelijker te reinigen dan een ruw en poreus oppervlak; voegen tussen ingestorte tegels vervuilen bijvoorbeeld sterker dan de tegels zelf.

detaillering

De detaillering bepaalt de mate waarop de vervuiling over de gevel wordt verdeeld. Kritische punten zijn bijvoorbeeld onderdorpels bij ramen of consoles die uit de gevel steken.

Goede informatie hierover biedt het boek 'Schoon Beton', uitgegeven door de Nederlandse Vereniging Cementindustrie (VNC) in 1990.

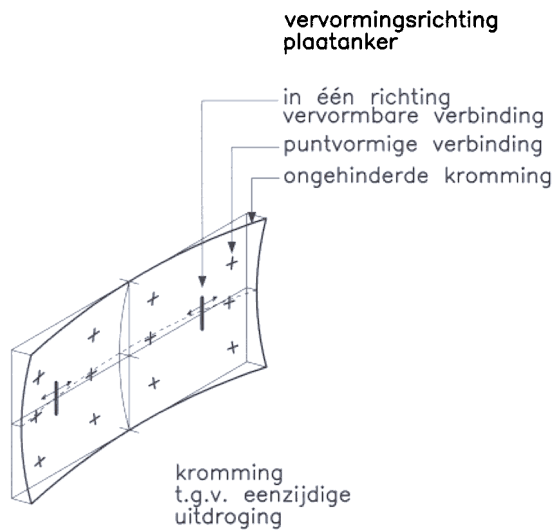
Uitdrogingskrimp

Bij een gelijkmatige droging over de hele doorsnede zal een betonnen gevelelement meestal korter worden. Als het buitenblad meer krimpt dan het binnenblad, zullen bij een star bevestigingssysteem spanningen in de elementen optreden. Door een flexibele ophanging kunnen echter de elementen in alle richtingen vrij uitzetten en krimpen. Het buitenblad zal ten opzichte van het binnenblad vervormen, omdat:

- het element in de gevel bloot staat aan een wisselende luchtvochtigheid en temperatuur;
- de inwendige verhardingsomstandigheden verschillend zijn, zoals de betonsamenstelling, de hydratatiewarmte, de dikte enz.

Temperatuur

Door temperatuurwisseling zal het buitenblad ten opzichte van het binnenblad verkorten en verlengen. Omdat de temperaturen aan de voor- en achterkant van het buitenblad verschillen, zal het element krom willen trekken. Ook door verschil in krimp tussen voor- en achterkant kan een kromming optreden.



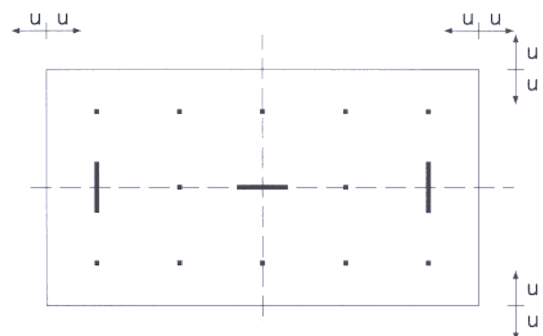
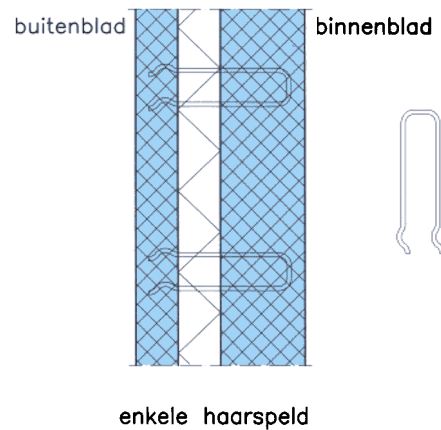
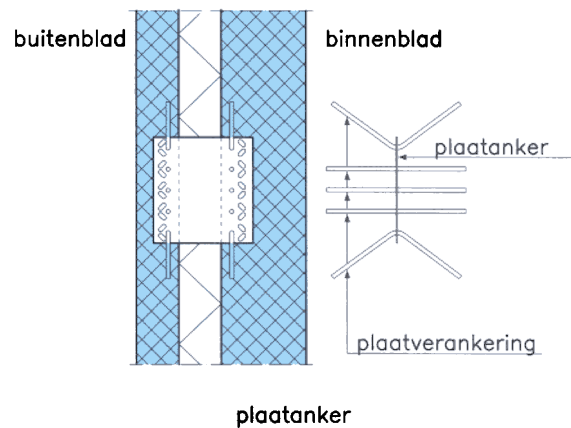
Koppeling binnen- en buitenblad

De koppelingen van het buitenblad met het binnenblad moeten de genoemde vervormingen kunnen ondergaan, zodat in het buitenblad geen spanningen ontstaan, die aanleiding kunnen zijn voor scheurvorming.

Meestal bestaan de verbindingsmiddelen uit roestvast-stalen ankers. De koudebruggen die door de ankers worden gecreëerd, zijn vanwege hun kleine doorsnede minimaal.

Bij het dimensioneren van de verbindingsmiddelen moet met de volgende punten rekening worden gehouden:

- verticale belasting door eigen gewicht buitenblad;
 - winddruk en windzuiging;
 - temperatuur- en vochtverschillen tussen binnen- en buitenblad;
 - spanningen in het buitenblad door verhinderde kromming;
 - krachten tijdens ontkisten, transport en montage.
- Leveranciers van deze bevestigingsmiddelen geven in hun documentatie hiervoor handzame rekenregels.



- = plaatanker
- = haarspelden
- = beweging

verankering binnen- en buitenblad

Voor de verankering wordt meestal gebruik gemaakt van twee soorten ankers:

- haarspelden; deze hebben dezelfde functie als spouwankers bij spouwmuren;
- ankers die in één richting star zijn en in de andere richting flexibel.

De laatstgenoemde ankers nemen de belasting op, die door het eigen gewicht van de buitenschil wordt veroorzaakt. Voor elk element worden er tenminste twee van deze ankers in één horizontale lijn aangebracht. Deze ankers zorgen ervoor dat het buitenblad in horizontale richting kan bewegen, zodat lengteveranderingen vrij kunnen optreden, en dat het element in verticale richting star is gefixeerd.

Door een goede verdeling van zowel de haarspelden als de ankers over het gehele oppervlak van het buitenblad kunnen er geen spanningen in het beton door kromming van het element optreden en is er dus geen gevaar voor scheurvorming.

De kans op scheurvorming in de elementen wordt zo veel mogelijk vermeden door:

- beperking van de krimp van het beton door het toepassen van een betonmortel met een hoge sterkteklasse en vooral een lage water/cementfactor;
- het buitenblad dun uit te voeren, praktische dikte is 80 á 90 mm;
- beperking lengte van het buitenblad in het algemeen tot +/- 6 m.

Bij het detailleren moet op de volgende punten worden gelet:

- bij de kozijnaansluitingen mag het uitzetten en krimpen van het buitenblad niet worden verhinderd; het kozijn wordt daarom alleen aan het binnenblad vastgezet en blijft vrij van het buitenblad;
- een luchtpouw toepassen bij omlopende hoeken van de buitenbladen voor het uitzetten en krimpen van het buitenblad of een zachte isolatie toepassen;
- eventueel met behulp van kunststof beluchtingsplaten een luchtpouw creëren.

Kozijnaansluitingen

In de details op pagina 77 wordt aangegeven hoe de stelkozijnen kunnen worden aangebracht. Om het buitenblad vrij te kunnen laten vervormen, moeten stelkozijnen ongeveer 5 mm vrijblijven van het buitenblad.

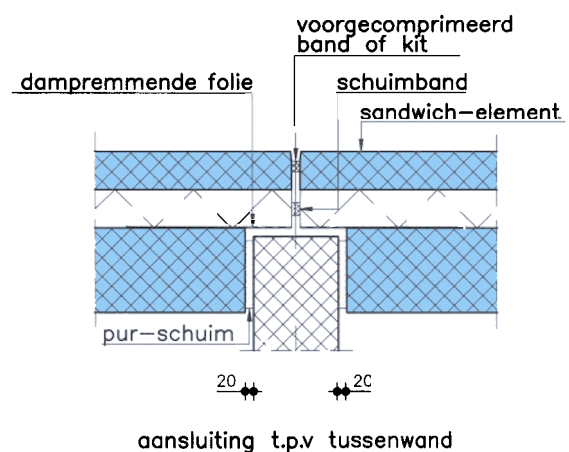
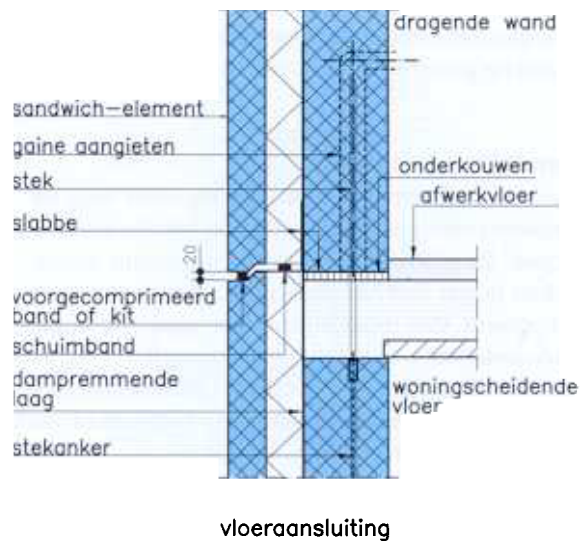
Voor een goede afdichting tijdens het fabricageproces is het van belang de dagmaat van het stelkozijn circa 10 mm kleiner te houden dan de dagmaat van de raamopening in het element.

Plaatsing van het kozijn in het buitenblad levert afdichtingsproblemen en vaak ook koudebruggen op.

Ook is het moeilijk om het vocht wat eventueel tussen het binnen- en buitenblad zit naar buiten af te voeren.

Wand- en vloeraansluitingen

Vooraf bij woningscheidende vloeren en wanden is een goede detaillering van belang. Voorbeelden van manieren om geluidslekken bij woningscheidende wanden en vloeren te voorkomen, zijn in de afgebeelde details weergegeven.



BOUWFYSISCHE ASPECTEN

Thermische isolatie

De thermische isolatie wordt tussen binnen- en buitenblad aangebracht. Het isolatiemateriaal bestaat meestal uit minerale wol of EPS (geëxtrudeerd of geëxpandeerd). De vereiste Rc-waarde is voor gevelelementen $2,5 \text{ m}^2 \text{ K/W}$. De dikte van het binnen- en buitenblad heeft nauwelijks invloed op de isolatiewaarde. Elementen met een grote massa, zoals bijvoorbeeld sandwich-elementen, hebben een hoog accumulerend vermogen. De temperatuurswisselingen buiten hebben pas na geruime tijd invloed op het binnenklimaat.

Oppervlaktecondensatie

Oppervlaktecondensatie wordt voorkomen door de gevelelementen van voldoende thermische isolatie te voorzien. De binnenoppervlaktetemperatuur wordt hierdoor hoger dan het dauwpunt, zodat condensatie niet optreedt. Wel moet bij koudebruggen op oppervlaktecondensatie worden gecontroleerd. Bij prefab sandwich-elementen zijn plaatselijke betonnen verbindingen tussen binnen- en buitenblad vaak niet toelaatbaar. Verankering van de binnen- en buitenspouwbladen door middel van roestvaststalen verankeringssystemen voorkomt problemen met koudebruggen. Ook bij enkelvoudige gevelbladen kunnen roestvaststalen gevelophangsystemen een goede oplossing bieden.

Inwendige condensatie

Inwendige condensatie in een gevel treedt op als vochtige lucht door de constructie stroomt en tegen een 'koud' vlak in de gevel condenseert. In prefab sandwich-gevelelementen zonder spouw kan schade door inwendige condensatie worden voorkomen door dampremmende laag tussen het binnenblad en de isolatie op te nemen. Is het sandwich-gevelelement voorzien van een luchtspouw tussen buitenblad en isolatie, dan kan de dampremmende laag achterwege blijven. De hoeveelheid condensvocht in de spouw is gering en kan gemakkelijk door spouwventilatie worden afgevoerd. Door slecht uitgevoerde aansluitdetails kan behalve door condensatie ook door dampdiffusie vocht in het element ontstaan. Vocht dat tijdens opslag en montage in de isolatiezone dringt, verdwijnt maar heel geleidelijk. Door het afdekken van de elementen tijdens de opslag kan indringing van dit zogenoemde bouwvocht zo veel mogelijk worden beperkt. In het element moet het binnenblad aan de binnenzijde overal goed luchtdicht worden afgesloten. Voorkomen moet worden dat het water door onderdruk naar binnen wordt gezogen.

Geluid

Voor wat betreft het geluid zijn de volgende punten van belang:

- geluidswering tussen woningen;
- bescherming tegen geluidsoverlast van buiten.

Geluidswering tussen woningen kan worden bevorderd door zowel de woningscheidende wanden als de vloeren tot aan de isolatie van de sandwichelementen door te laten lopen en de naden van vloeren en de elementen goed af te dichten (zie details pagina 79). De relatief hoge massa van betonnen gevels heeft een gunstig effect op de geluidswerende eigenschappen van de gevel. Een betonnen gevelelement is daarom in de meeste gevallen niet maatgevend voor de geluidswering van de gevel. Wel is voor de geluidswering een goede naad- en kierdichting van de gevel belangrijk.

VEILIGHEID

Om te voorkomen dat bewoners door raamopeningen in gevels kunnen vallen, moeten de hoogten van de borstweringen aan bepaalde eisen voldoen. Voor vaste ramen geldt de eis dat de bovenkant van de onderdorpel op 85 cm boven vloerpeil moet liggen. Bij niet-vaste ramen is een onderdorpel op 1 m boven het vloerpeil verplicht. Ligt de vloer hoger dan 13 m boven het maaiveld, dan eisen de bouwvoorschriften een borstwering of onderdorpel op 1,20 m boven vloerpeil. Als de borstwering niet zo hoog is, kan alsnog aan deze eis worden voldaan door een extra raamdorpel of door aan te tonen dat de ruit voldoende sterkte bezit (zandzakslingerproef).