

Woningbouw kan worden opgedeeld in eengezinswoningen en gestapelde woningen (meergezinsbouw).

Eengezinswoningen worden weer onderverdeeld in losstaande woningen, twee-onder-eén-kapwoningen, danwel eengezinswoningen op een rij.

De bouwmuur is de woningscheidende constructie voor zover het woningen naast elkaar zijn.

Bij gestapelde woningen zijn de woningen zowel naast als boven elkaar gelegen.

Behalve woningscheidende wanden zijn er dan ook woningscheidende vloeren.

Gestapelde bouw kan variëren van een bouwblok met twee woningen boven elkaar tot vele woningen naast en boven elkaar in hoogbouwflats cq woontorens.

Een andere benaming is appartementenbouw.

In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de verschillende prefab-beton-elementen die in de woningbouw worden toegepast.

Auteurs: ir. A.G.M. van Paassen, VBI

G. IJsseldijk, VBI

M.E.M.E. van Kuik, Dycore

9 WONINGBOUW

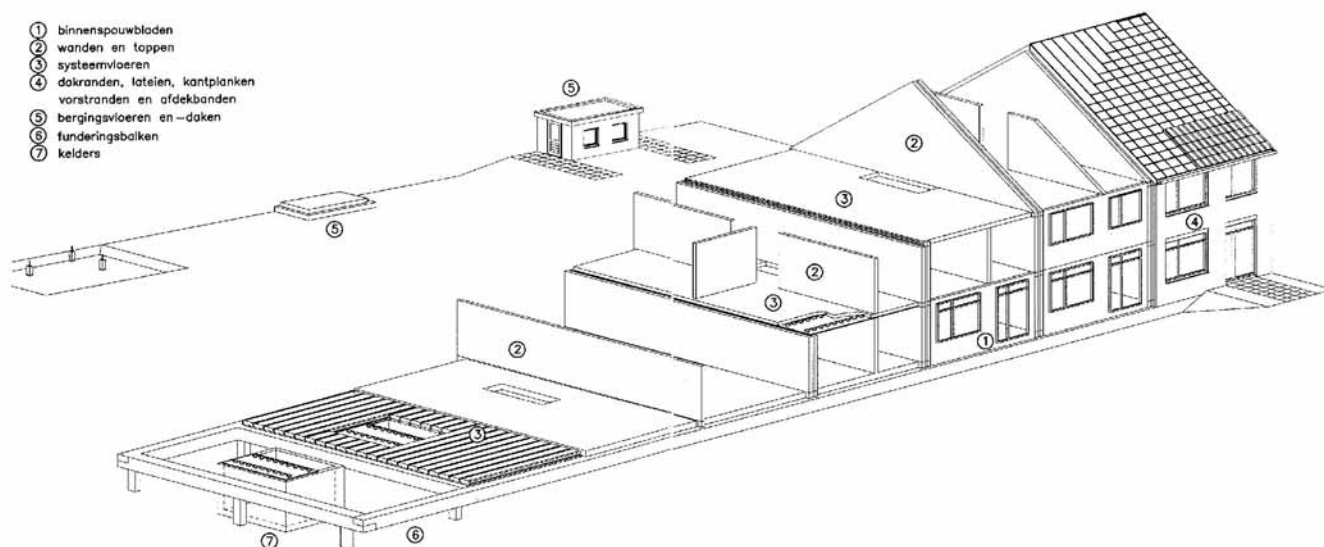
Inhoudsopgave

9.1	<i>Bouwsystemen in de woningbouw</i>	3
9.1.1	Betonnen prefab woningbouw	
9.1.2	Stapelbouw	
9.1.3	Gietbouw	
9.1.4	Houtskeletbouw	
9.1.5	Afwegingen die leiden tot een keuze voor een bouwsysteem	
9.2	<i>Prestatie-eisen voor de woningbouw</i>	8
9.2.1	Constructie-eisen	
9.2.2	Geluid van buiten	
9.2.3	Geluidwering tussen ruimten	
9.2.4	Vochtwering	
9.2.5	Thermische isolatie	
9.3	<i>Productiesystemen</i>	11
9.3.1	Lange-banksysteem	
9.3.2	Carrouselsysteem	
9.3.3	Stationaire opstelling	
9.3.4	Houten of stalen mallen	
9.4	<i>Fundering</i>	14
9.4.1	Bouwfysica	
9.4.2	Productie	
9.4.3	Uitvoering en montage	
9.5	<i>Begane-grondvloer</i>	17
9.5.1	Kruipruimteloos bouwen	
9.5.2	Ontwerpeisen	
9.5.3	Ribbenvloer (ribcassettevloer)	
9.5.4	Geïsoleerde kanaalplaatvloer	
9.5.5	Geïsoleerde combinatievloer	
9.6	<i>Wanden in de woningbouw</i>	24
9.6.1	Stabiliteit	
9.6.2	Wapening	
9.6.3	Constructieve detaillering	
9.6.4	Bouwkundige aspecten	

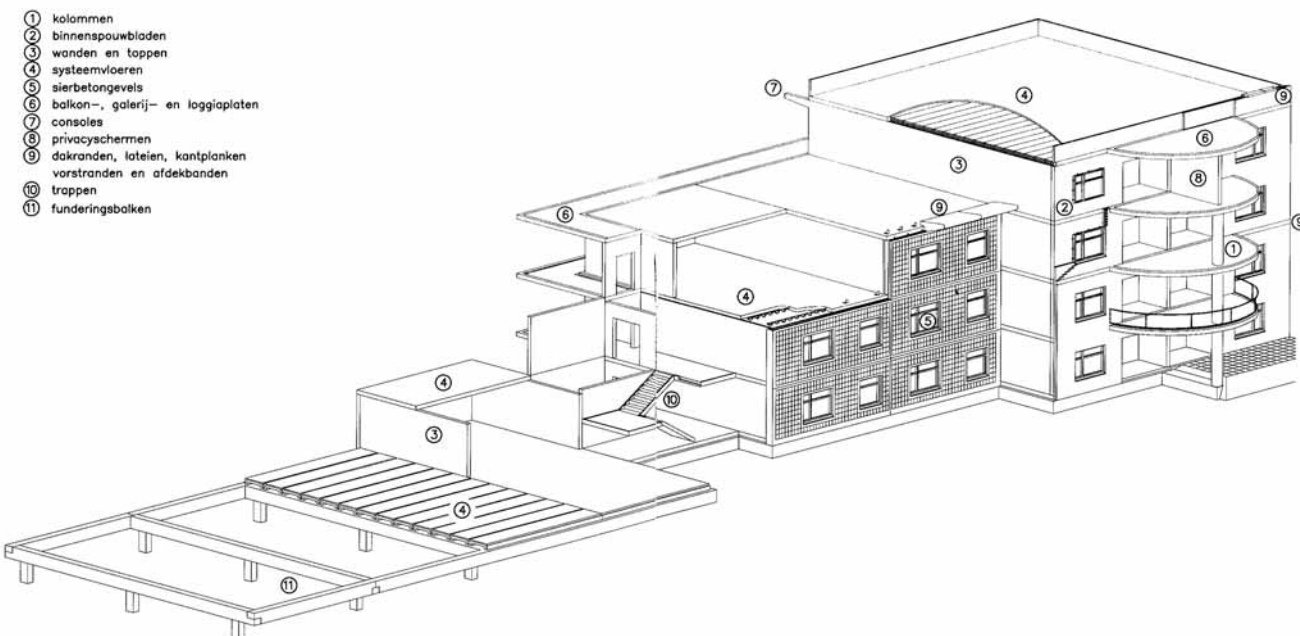
9.6.5	Productie	
9.6.6	Opslag/transport/montage	
9.7	<i>Verdiepingvloeren</i>	33
9.7.1	Bekistingsplaatvloeren	
9.7.2	Kanaalplaatvloeren	
9.8	<i>Prefab elementen aan de gevel</i>	37
9.8.1	Consoles	
9.8.2	Privacyschermen	
9.8.3	Balkon- en loggiaplaten	
9.8.4	Galerijplaten	
9.9	<i>Trappen en bordessen</i>	48
9.9.1	Constructieve detaillering	
9.9.2	Productie	
9.9.3	Montage	
	Bijlagen	52
I	Het Bestcon 60 Woningbouwsysteem - <i>Cement</i> , 1999 nr. 1	
II	Casco '600 gulden woning' biedt meer dan zuinig bouwen - <i>Cement</i> , 1999 nr. 1	
III	Wens Wonen met prefab-betonecasco - <i>Cement</i> , 2001 nr. 8	
IV	Van schets tot wind- en waterdicht - <i>Cement</i> , 2001 nr. 8	
V	Lichtbeton woningbouwcasco's voor individueel wonen - <i>Cement</i> , 2001 nr. 8	
	Literatuur	
[9.1]	Prefab beton in de woningbouw; uitgave BELTON/BEVLON, Woerden.	
[9.2]	Rapport seminar 'Systeenvloer dicht kruipruimte'; uitgave BEVLON, Woerden.	
[9.3]	NPR 2652, Vochtwering in gebouwen.	

9.1 BOUWSYSTEMEN IN DE WONINGBOUW

De prefab-betonnen onderdelen die in eengezinswoningen en gestapelde woningen kunnen voorkomen, worden in de figuren 9.001 en 9.002 in beeld gebracht.



Figuur 9.001: Eengezinswoningen



Figuur 9.002: Stapelbouw

In de woningbouw maakt men onderscheid in bouwsystemen. Kenmerkend verschillen tussen bouwsystemen zijn de materialen waarmee gewerkt wordt, de mate van prefab van de aan te voeren bouwdelen en het daarbij behorende bouwproces op de bouwplaats.

De belangrijkste bouwsystemen zijn:

- betonnen prefab elementenbouw;
- stapelbouw;
- gietbouw;
- houtskeletbouw.

Mengvormen komen natuurlijk ook voor, zoals gietbouw met houten spouwbladen of in het werk gestorte wanden met prefab vloeren met houten spouwbladen.

9.1.1 Betonnen prefab woningbouw

Dit systeem wordt ook wel grote elementenbouw genoemd. Vanaf de prefab begane-grondvloer worden prefab betonnen wanden, kanaalplaatvloeren, binnenspouwbladen, kappen en soms binnenwanden als volledig pakket in één keer gemonteerd tot een woningcasco. Dit kunnen zowel eengezinswoningen zijn als appartementen (foto's 9.003 t.m. 9.005)

Kenmerken zijn: betonnen wanden (massief 230, 250 of 280 mm) of dubbele bouwmuren 2 maal 100 mm dik. Als verdiepingsvloer worden veelal kanaalplaatvloeren gebruikt. In de gestapelde bouw worden om reden van gewicht vloeren gebruikt van 550 á 600 kg/m² inclusief de afwerklaag. De stabiliteit wordt verzorgd door middel van betonnen binnenspouwbladen in de gevel of stabiliteitswanden. Bij betonnen stabiliteitswanden of stabiliserende trappenhuisen kunnen de spouwbladen van de langsgevel ook van hout zijn. Binnenwanden kunnen gemaakt zijn van gips, gasbeton, metalstud, hout of beton.



Foto 9.003



Foto 9.004.



Foto 9.005

Motto: bouwen is monteren

Het casco wordt in één montagegang gebouwd met grote elementen. Een belangrijk voordeel is de snelheid van bouwen én minder verschillende arbeidsdisciplines op de bouw. Het aantal manuren op de bouw neemt daarmee veel af. Doordat meer activiteiten in goed geoutilleerde fabrieken plaatsvinden is er minder arbeid op de bouwplaats nodig. Ook wordt het aantal arbeidsdisciplines op de bouwplaats verminderd, waardoor de coördinatie eenvoudiger, dus beter wordt. Het monteren van casco's, waarin reeds vele zaken zoals elektra, sparingen, constructieve verbindingen zijn meegenomen, leidt tot een betere procesbeheersing. De snelheid van monteren hangt af van de hijskraan. Die is leidend voor de overige werkzaamheden. Doordat prefab producten kant en klaar op de bouwplaats komen, is er altijd sprake van een schone bouwplaats. Prefab bouwen is ook voor de mensen een voordeel. Alle handelingen zullen gedaan worden met de kraan. Fysiek werk komt bijna niet meer voor.

Ook in de productiebedrijven zijn de werkzaamheden volledig gemechaniseerd. Daar zijn de arbeidsomstandigheden veel beter te beheersen. Dit houdt wel in, dat er in het algemeen met een wat zwaardere kraan gewerkt wordt.

Ontwerp en detaillering zijn in het algemeen niet altijd universeel voor de diverse leveranciers. Geadviseerd wordt om bij verdere uitwerking van het ontwerp dit in samenspraak met de casco-bouwer te doen om dubbel werk te voorkomen.

9.1.2 Stapelbouw

Hiermee wordt de combinatie van kalkzandsteen wanden en prefab-betonnen systeenvloeren bedoeld.

Eengezinswoningen

Het werken met kalkzandsteen wanden met systeenvloeren is een veel gebruikte bouwmethode. De wanden bij eengezinswoningen worden meestal als dubbele bouwmuren uitgevoerd met een dikte van twee maal 120 mm. Voor een betere geluidsisolatie worden ook twee maal 150 mm dikke wanden in het ontwerp meegenomen. Het wandgewicht is 205 kg/m² voor een 120 mm wand en 260 kg/m² voor een 150 mm dikke wand.

Als verdiepingsvloeren kunnen bekistingsplaatvloeren of kanaalplaatvloeren gebruikt worden. Beide komen veel voor.

Gestapelde bouw

Bij gestapelde bouw worden 300 mm dikke wanden gebruikt als woningscheidende bouwmuren met een gewicht van 525 kg/m². Kopgevels hebben een dikte van 214 mm. De langsegevels worden dan uitgevoerd met een dikte van 100 kg/m², maar dikkere wanden hebben de voorkeur. Deze gewichten worden aanbevolen om in samenhang met een woningscheidende vloer met een gewicht (inclusief afwerking) van 600 kg/m² te voldoen aan de woningscheidende geluidseisen. Om hogere geluidswering tussen de appartementen te verkrijgen worden bouwmuren ook uitgevoerd als dubbele bouwmuren (2 x 214 mm).

Stabiliteit

Stabiliteit wordt verzorgd door de kalkzandsteen binnenspouwbladen in de langsegevel en/of binnenwanden, die dwars op de bouwmuur gesitueerd zijn. Deze wanden dienen dan gefundeerd te zijn (foto 9.006).



Foto 9.006.

9.1.3 Gietbouw

De bouwmethode met de minste prefab is de gietbouw. Het betonnen casco wordt op de bouw in het werk gestort met behulp van tunnelbekisting.

De begane-grondvloer is hierbij meestal een ribcassettevloer.

De binnenspouwbladen kunnen van prefab beton zijn, dan wel van hout.

Een mengvorm is het storten van de wanden op de bouw door gebruik te maken van wandbekistingen. Hierop kunnen bekistingsplaatvloeren of kanaalplaatvloeren gebruikt worden voor de verdiepingsvloer. Bij stapelbouw geldt voor het vloergewicht van een woningscheidende vloer 600 kg/m².

Ook met gietbouw kunnen bij eengezinswoningen dubbele bouwmuren in het werk gestort worden.

9.1.4 Houtskeletbouw

Houten prefab woningbouw is een alternatief prefab bouwsysteem. Idem als betonnen prefab woningbouw; alleen is beton vervangen door houten frames, voorzien van gipsplaten. Hierbij kan de houten vloer ingewisseld worden door kanaalplaatvloeren. Een nieuwe vorm van skeletbouw is de stalen frame bouw. Hierbij zijn de houten frames vervangen door stalen frames.

9.1.5 Afwegingen die leiden tot een keuze voor een bouwsysteem

Kwalitatieve eisen, prestatie-eisen

Allereerst de mate waarin het casco moet voldoen aan de kwalitatieve eisen, waarbij de minimale eisen gesteld zijn door het Bouwbesluit. Alle bekende casco-systemen voldoen aan het Bouwbesluit. Aan de constructieve eisen, vochtwering en isolatie kunnen alle casco's op alle niveaus voldoen.

Vooraf de mate waarin het moet voldoen aan de geluidsisolatie-eisen kan invloed hebben op de te kiezen bouwmethode, c.q. uitvoeringsmethode.

Met name de keuze tussen enkele en dubbele bouwmuur bij eengezinswoningen en de zwaarte van bouwdelen bij gestapelde bouw spelen een rol.

Voorkeur aannemer

De aannemer is de bouwpartner bij uitstek, die de keuze maakt voor een bepaalde manier van bouwen. Zijn kostprijsberekening en zijn daarvan afhankelijke aanpak van het bouwproces zijn veelal bepalend.

Elke aannemer/bouwbedrijf heeft zo zijn eigen bedrijfsredenen; hij kiest mede op basis van projectgrootte en moeilijkheidsvorm en gewenste kwaliteit voor een bepaalde bouwmethode. De redenen kunnen zijn:

- groot/klein bedrijf, manier van werken, organiseren van projecten;
- veel of weinig eigen personeel, goede of slechte beschikbaarheid van bouwplaatspersoneel;
- wel/niet ruimte om te investeren in bedrijfsmiddelen, zoals bekistingen;
- opgedane ervaring, kennis vanuit het verleden, men heeft altijd zo gewerkt.

9.2 PRESTATIE-EISEN VOOR DE WONINGBOUW

9.2.1 Constructie-eisen

De constructieve eisen komen uit het Bouwbesluit, die weer op zijn beurt verwijst naar de Nederlandse constructieve normen. Uit de constructieve controleberekeningen zal moeten volgen, dat de constructie voldoet.

Over het algemeen voldoen deze eisen volledig aan de gestelde verwachtingen. Aanvullende eisen worden alleen gesteld aan de bijkomende doorbuiging van vloeren en brandwerendheid in specifieke gevallen.

Bijkomende doorbuiging is de mate van vervorming, die optreedt nadat de vloeren zijn gestort, c.q. gemonteerd. Op basis van artikelen uit de NEN 6702 zijn er eisen geformuleerd. De leveranciers van prefab systeemvloeren hebben om kwaliteitsredenen voor de woningbouw gekozen voor een maximale bijkomende doorbuigingsgrens van 0,002 maal de overspanning van de vloer. Dit is een betere prestatie-eis dan de eis uit het Bouwbesluit.

Een constructeur/opdrachtgever kan altijd nog verdere aanvullende (private) eisen stellen. Dit vertaalt zich naar of meer wapening in een gekozen vloerdikte of een hogere vloerdikte.

Voor de minimaal geëiste brandwerendheid in minuten tegen bezwijken gelden artikelen uit het Bouwbesluit. Het Bouwbesluit biedt de mogelijkheid van een reductie van 30 minuten, als de draagstructuur overwegend uit niet brandbaar materiaal bestaat. Een hogere eis om reden van bijvoorbeeld verzekering kan ook gesteld worden. Door een aangepaste wapeningsligging en enige extra wapening kan aan de aanvullende voorwaarden worden voldaan.

9.2.2 Geluid van buiten

Een uitwendige scheidingsconstructie van een verblijfsgebied van een woning of gebouw moet tenminste gelijk zijn aan de geluidsbelasting - 35 dB(A), met een minimum van 20 dB(A). Daaraan voldoen de gebruikelijke prefab betonnen gevelconstructies. Hogere geluidsbelastingen (autoverkeer, trein, vliegtuig e.d.) zullen zich vertalen in mogelijk een zwaardere geveluitvoering, maar ook de detaillering zal erop worden aangepast. Vooral de keuze van de glasconstructie en de aangepaste ventilatieroosters en andere doorvoeren behoeven verdere aandacht. Als de massa van de buitengevel minimaal 250 kg/m² is, is in ieder geval het betonnen gedeelte niet maatgevend.

9.2.3 Geluidwering tussen ruimten

Geluidseisen kunnen invloed hebben op de dikte van de bouwmuur, binnenspouwblad en vloer. Ook de uitvoeringsvorm, zoals dubbele bouwmuren en wel of niet een zwevende dekvloer kunnen uit de eisen tevoorschijn komen. Met betrekking tot de geluidwering binnen gebouwen of woningen naast elkaar, zijn eisen gesteld aan de isolatie van zowel het luchtgeluid als het contactgeluid. Het Bouwbesluit geeft als minimale eis voor beiden van $I_{lu;k}$ en $I_{co} \geq 0$ dB. De akoestische prestatie hangt niet af van één materiaal of detail. Het is de complete samenhang van de constructie-onderdelen en de toegepaste detaillering, en het ontwerp van de ruimte in de gemeten woningen, die per geval een prestatieniveau in zich heeft. Een goede of slechte uitvoering heeft mogelijkveel invloed op het eindresultaat.



Foto 9.007.

Maatschappelijk scoort geluidisolatie van woningen hoog. Daarom worden meer en meer hogere geluidseisen gesteld. Men noemt deze eisen comfort-klasse. Hiermee wordt bedoeld een van $I_{lu,k} = + 5$ dB en een $I_{co} = +10$ dB. Dit vertaalt zich naar massieve betonnen wanden van 280 mm dikte en het toepassen van zwevende dekvloeren. In de gestapelde bouw met kalkzandsteen bouwmuren geldt dan, dat er een dubbele bouwmuur van twee maal 214 mm benodigd is in combinatie met zwevende dekvloeren.

9.2.4 Vochtwering

In het Bouwbesluit worden op grond van gezondheidsoverwegingen eisen gesteld aan de wering van vocht van buiten en van binnen. De wering van vocht van buiten (door de uitwendige scheidingsconstructies) behelst de toetsing van de waterdichtheid, de regenwerendheid, de weerstand tegen optrekkend vocht en de luchtdoorlatendheid van de begane-grondvloer. De waterdichtheid en de regenwerendheid hebben vooral te maken met de opbouw en detaillering van de uitwendige scheidingsconstructies, zoals ramen, deuren, ventilatievoorzieningen en aansluitingen bouwdelen. Tevens dient de berekening van de temperatuursfactor f (koudebrugberekening) dat er normaliter geen vochtcondensatie op de binnenconstructie optreedt. Maatgevend zijn in het algemeen de uitwendige hoeken van de constructie, zoals de aansluiting van de funderingsbalk met de begane-grondvloer, balkon-aansluitingen en uitkragende constructies. Daar is de aanvoer van koude door het grotere uitwendige oppervlak omvangrijker dan de toevoer van warmte via de binnenzijde.

De oorzaak van veel vochtklachten en van een ongezond binnenklimaat is een convectief watertransport vanuit de kruipruimte. Om die reden is er een hoge eis gesteld aan de luchtdoorlatendheid van de begane-grondvloer.

Alle prefab systeemvloeren voldoen in principe aan de gestelde eisen, als de vloerdetailleringen uit het KOMO attesten-met-productcertificaat van prefab vloersystemen minimaal worden aangehouden.

Kruipruimteloos bouwen wordt genoemd als maatregel om vochtoverlast in de woning te voorkomen. Het wel of niet hebben van een kruipruimte is echter niet bepalend voor de effectiviteit van wering van vocht vanuit de kruipruimte. In beide gevallen voldoen de normale systeemvloeren en hun detailleringen volledig.

9.2.5 Thermische isolatie

In het Bouwbesluit wordt gesteld, dat eengezinswoningen, dan wel woningen in een woongebouw energiezuinig moeten zijn. Door de prestatie-eis (Energieprestatiecoëfficiënt) kan met een berekening de mate van energiezuinigheid worden bepaald. Daarnaast dient de uitwendige constructie minimaal een R_c -waarde te hebben van 2,5 m²K/W. Vanuit de steeds scherpere eisen voor de beperking van energieverbruik wordt de energieprestatiecoëfficiënt steeds lager. Een voor de hand liggende maatregel, die daarbij hoort is het verhogen van de R_c -waarde naar 3,0 of 3,5 dan wel 4,0 van de diverse uitwendige constructiedelen. Dit vereist een dikkere isolatie en de daarbij behorende aangepaste detailleringen van opleggingen van begane-grondvloeren, kozijn-aansluitingen e.d. Ook maatregelen in de installatiesfeer dragen bij tot het verlagen van de EPC. Te denken valt aan gebalanceerde ventilatie, zonneboilers e.d. Dit heeft weer invloed op het leidingverloop in de vloeren.

9.3 PRODUCTIESYSTEMEN

De fabricage van prefab-betonproducten vindt plaats in geconditioneerde fabriekshallen. De fabricagetechniek kan per fabrikant verschillen. Ook is de manier van produceren afhankelijk van de seriegrootte en het elementtype. Er zijn drie methoden voor het vervaardigen van prefab betonelementen, te weten:

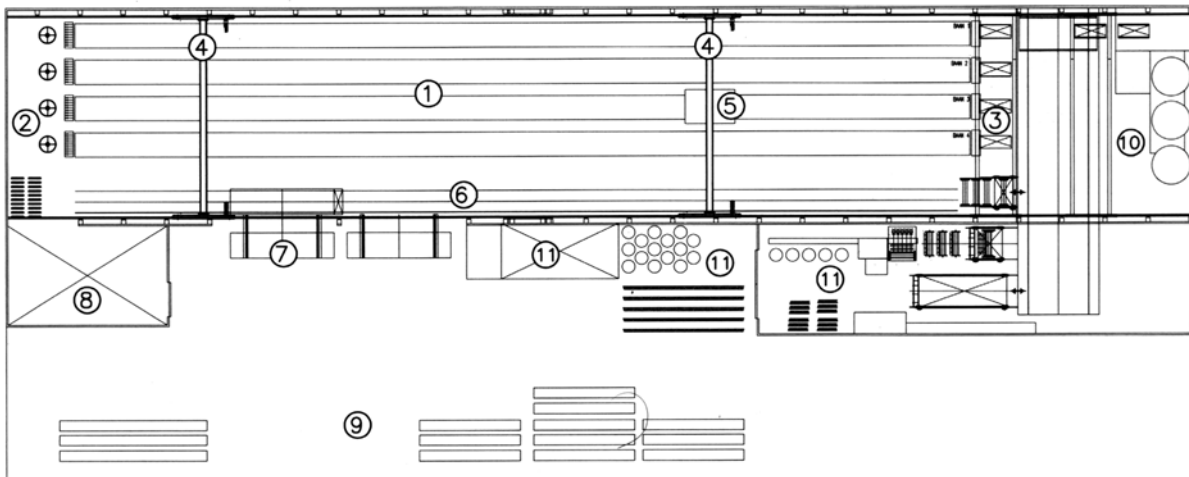
- het lange-banksysteem voor kanaalplaatvloeren, ribbenvloeren, bekistingsplaatvloeren, combinatievloeren (liggers) en lateien;
- het carrousselsysteem voor ribbenvloeren, bekistingsplaatvloeren, volle dikte vloeren en betonnen elementen;
- de stationaire opstelling voor mallen voor betonnen elementen.

9.3.1 Lange-banksysteem

Het lange-banksysteem is een productietechniek die vooral wordt toegepast voor elementen met een gelijkblijvende doorsnede. Men gebruikt hiervoor stalen mallen of banen met een lengte tot 130 m (fig. 9.008).

Veelal staan in een productiehal verschillende mallen of banen naast elkaar opgesteld. Het productieproces van de elementen is grotendeels gemechaniseerd.

Het kenmerk van het lange-banksysteem is dat de machines, waarmee de productiehandelingen worden uitgevoerd, zich over de mal verplaatsen. Elementen die volgens het lange-banksysteem worden vervaardigd, kunnen een traditionele of een voorspanwapening krijgen. Als de verharding wordt versneld door de banen te verwarmen, kan de productietijd tot 4 à 5 uur worden bekort.

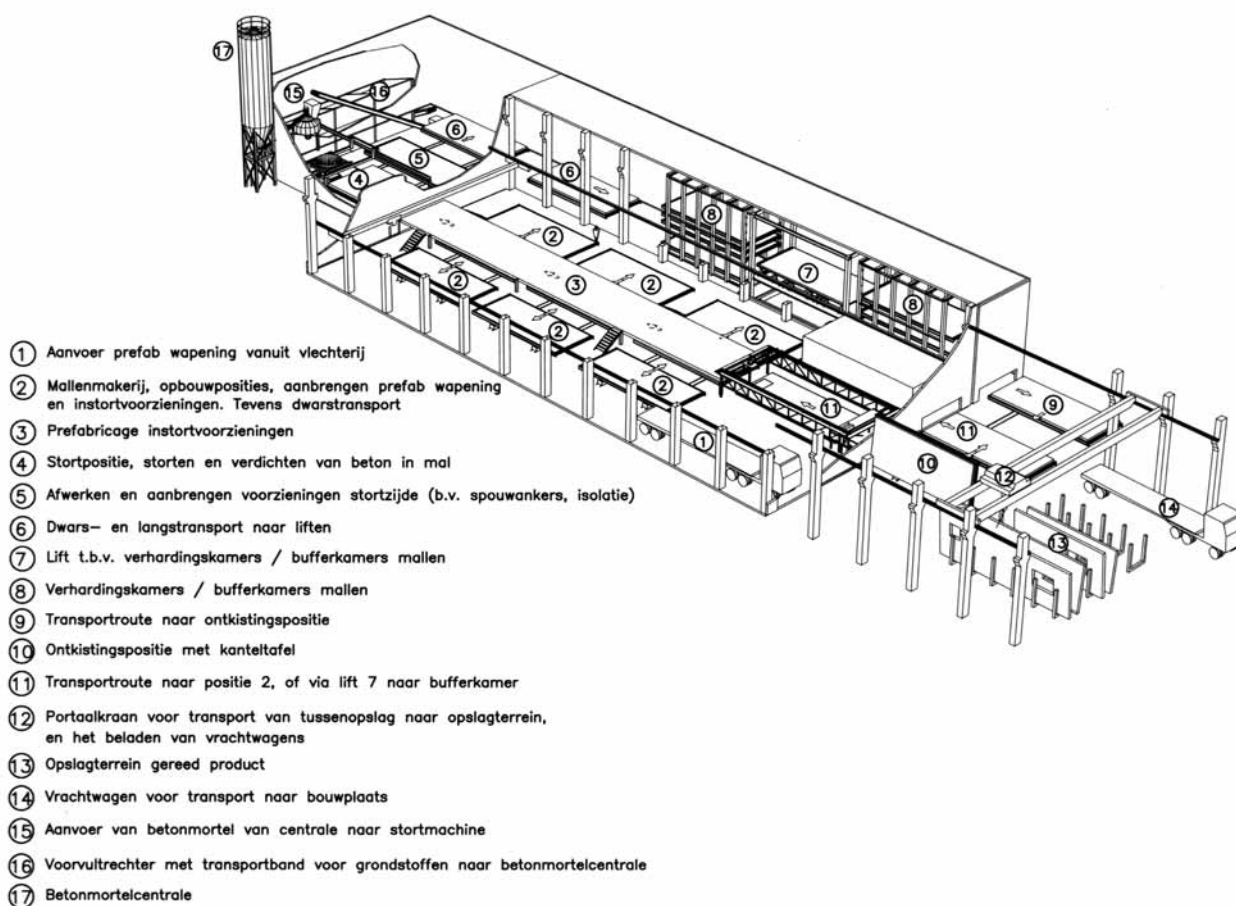


- | | |
|-------------------------------------|--|
| ① Langebaan (mallen) | ⑦ Transportpositie naar het tasveld |
| ② Rollen met voorspandraad | ⑧ Opslag voorspandraad |
| ③ Hydraulische spancilinders | ⑨ Opslag gereed product |
| ④ Bovenloopkranen | ⑩ Betonmortelcentrale |
| ⑤ Stortmachine | ⑪ Opslagruimtes voor materiaal / materieel |
| ⑥ Pad voor elemententransport-wagen | |

Figuur 9.008: Lange-banksysteem

9.3.2 Carrouselstelsysteem

Bij het carrouselstelsysteem (fig. 9.009) bevindt de mal zich op een soort lopende band. Deze beweegt zich langs de verschillende bewerkingsstations. Één van de laatste handelingen van dit productiesysteem is de plaatsing van het element in de droogkamer. In het carrouselstelsysteem wordt bij voorkeur gewerkt met stalen bodems, die voorzien zijn van stalen of houten zijranden. Een belangrijk voordeel van deze productietechniek is dat in één bekistingscyclus een grote diversiteit aan elementen kan worden geproduceerd. Om het productieproces niet al te veel te verstoren door het ombouwen van de mallen, moet de voorkeur worden gegeven aan series met weinig verschillende vormtypes. Door het gebruik van droogkamers kan de cyclustijd tot minder dan één dag worden verkort. De afmetingen van de stalen bodems van de mallen zijn maximaal 10 x 5 m².

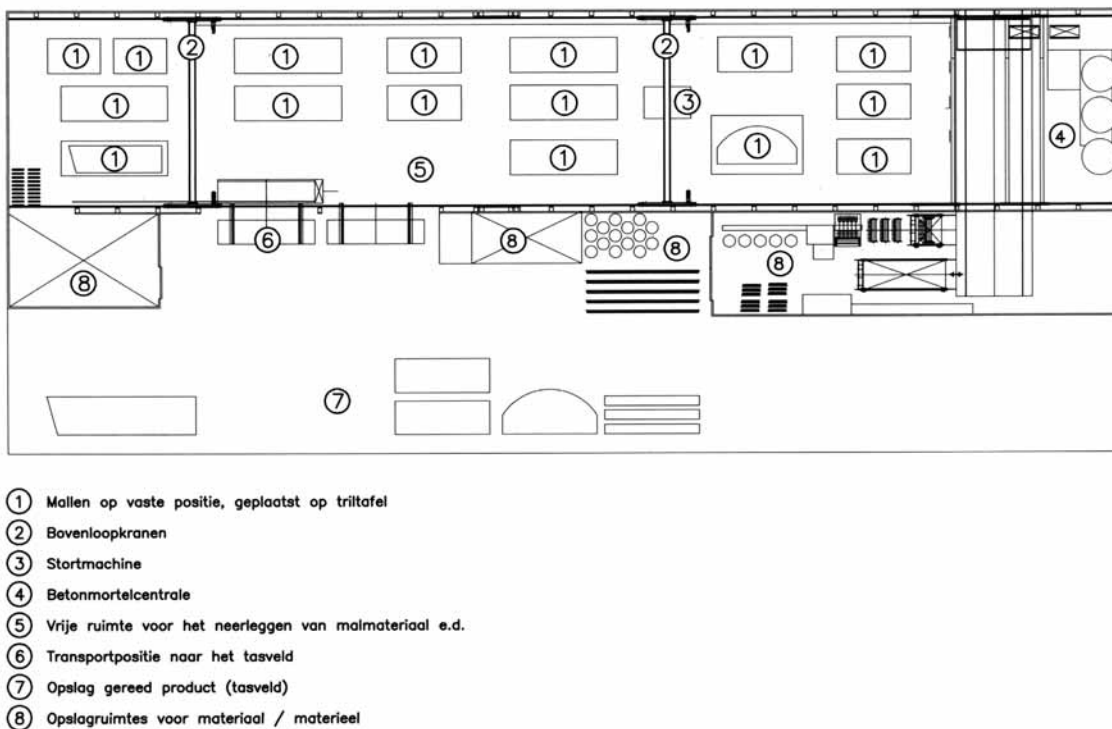


Figuur 9.009: Carrouselstelsysteem

9.3.3 Stationaire opstelling

Bij het derde systeem, de stationaire opstelling (fig. 9.010), heeft de mal tijdens het uitvoeren van de verschillende bewerkingen een vaste positie. Alléén voor het storten en verdichten kan de mal eventueel worden verplaatst. De elementen worden bij deze productiemethode niet in een droogkamer geplaatst. Van de drie genoemde systemen is deze fabricagetechniek de meest ambachtelijke.

Het productiesysteem wordt vooral toegepast voor het produceren van series elementen met verschillende vormvariaties. De fabricage vindt plaats in één basismal. Meestal gaat het om de productie van elementen die speciaal voor een project zijn ontworpen. De cyclustijd bij de vervaardiging van elementen in een stationair systeem is meestal één dag.



Figuur 9.010: Stationaire malopstelling

9.3.4 Houten of stalen malen

De malen kunnen van staal of van hout worden vervaardigd. Voor de kwaliteit van de elementen maakt het niet uit of een mal van staal of van hout is. Bij kleine series wordt hout toegepast; bij grotere aantallen geniet staal de voorkeur.

De keuze voor een houten of stalen model wordt mede bepaald door de vorm en het aantal vormtypes die in de betreffende mal moeten worden gemaakt. Het omslagpunt voor gebruik van een stalen of houten mal ligt, afhankelijk van de fabricagemethode bij ongeveer vijftig elementen.

9.4 FUNDERING

De primaire functie van een fundering is het overdragen van de belasting van de bovenliggende constructie aan poeren of heipalen. Funderingen kunnen zowel in het werk worden gestort dan wel als prefab betonnen product worden aangeleverd en gemonteerd. In het kader van deze lessen zal uitsluitend verder worden gesproken over funderingsbalken welke vooraf fabrieksmatig als betonnen elementen zijn vervaardigd.

Prefab funderingsbalken kunnen ongeacht de keuze van het bouwsysteem worden toegepast op paalfunderingen.

9.4.1 Bouwfysica

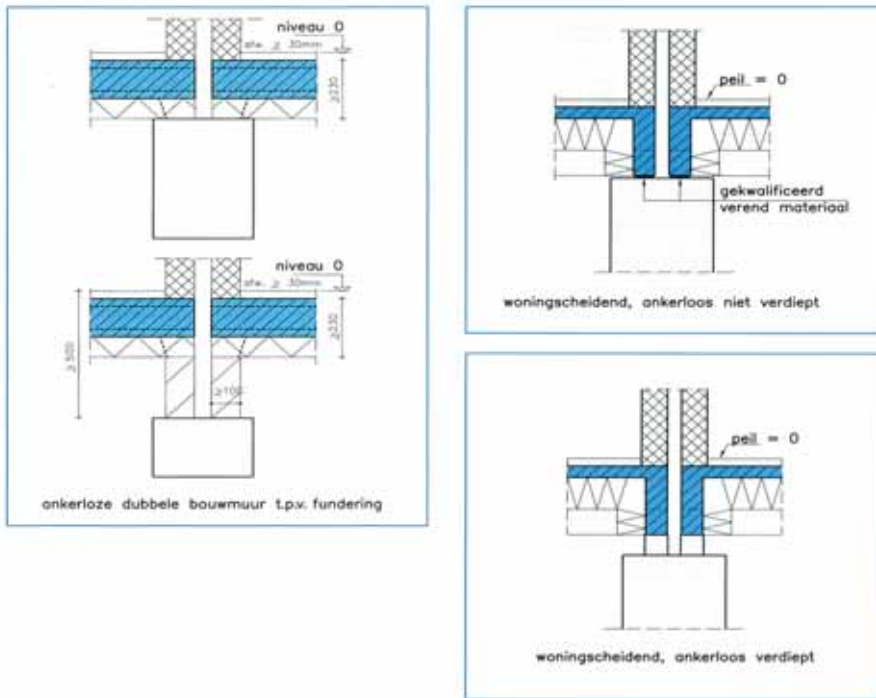
Bij de detaillering van het funderingssysteem in combinatie met de toe te passen begane-grondvloer dient men de aspecten geluidwering en wering vocht van binnen (f -factor) in ogenschouw te nemen.

Voor de oppervlaktetemperatuur is in veel gevallen de hoekaansluiting van begane-grondvloer, langsgevel en kopgevel het meest kritische punt. In het algemeen zal een grotere afstand tussen vloerpeil en de onderzijde van de spouwmuurisolatie gunstig zijn voor de te bereiken binnenoppervlakte-temperatuur.

Voor de geluidwerendheid is de invloed van de woningscheidende wand doorgaans groter dan de begane-grondvloer. Bij zowel de ankerloze spouwmuren als bij de massieve bouwmuren is niet altijd een verdiepte spouw of aanleg nodig.

Een verdiepte spouw kan worden gerealiseerd door een sponning in de funderingsbalk maar eveneens met een verlaagde balk + opmetseling. De beste resultaten worden bereikt indien wordt gekozen voor een ankerloze woningscheidende spouwmuur gecombineerd met een verdiepte spouw tot 500 mm onder de bovenzijde van de afgewerkte begane-grondvloer.

Ook indien de geïsoleerde begane-grondvloer rechtstreeks op de fundering wordt gelegd kunnen resultaten worden bereikt welke voldoen aan de eisen van het Bouwbesluit. In alle gevallen blijft vooral ook de zorgvuldigheid van de uitvoering van grote invloed op de te bereiken resultaten. In geval van een massieve woningscheidende bouwmuur wordt de betere geluidsisolatie bereikt bij het volledig ontkoppelen van begane-grondvloer en de bouwmuur. Indien wordt gekozen voor een massieve verbinding tussen wand en vloer kunnen de geïsoleerde begane-grondvloeren ook onder de bouwmuur worden opgelegd mits de bouwhoogte beperkt blijft tot vier woonlagen teneinde ongewenste inklemmings-momenten te voorkomen (fig 9.011).



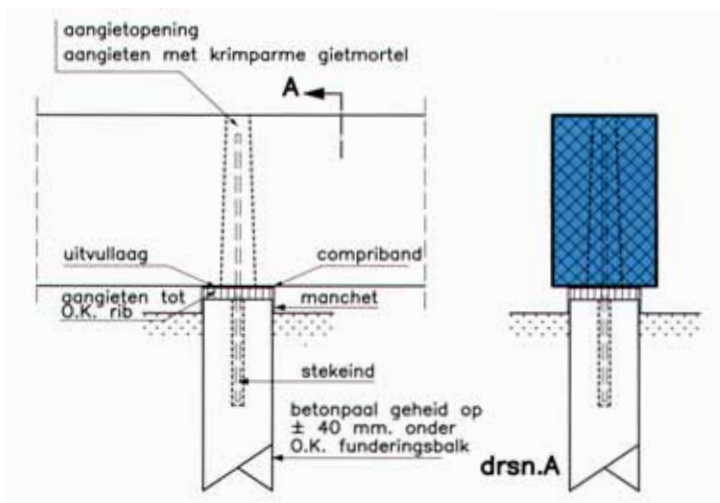
Figuur 9.011

9.4.2 Productie

Funderingsbalken worden gefabriceerd in stalen mallen. Meestal is de bovenzijde van de balk de stortzijde, maar eventueel kan de zijkant als stortzijde worden gekozen. De afwerking van de stortzijde gebeurt met een spaan. De betonsterkteklasse is doorgaans B 45. Naast de genoemde aangietopeningen worden tevens hijsvoorzieningen ingestort. Voor de onderlinge verbindingen worden stekankers gebruikt.

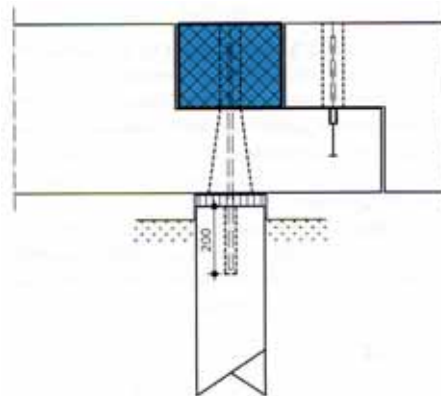
9.4.3 Uitvoering en montage

Voor de bevestiging van de prefab funderingsbalken worden zogenoemde 'aangietopeningen' in de balken gespaard (fig. 9.012).

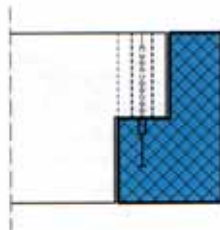


Figuur 9.012: Uitvoeringsprincipe prefab fundering

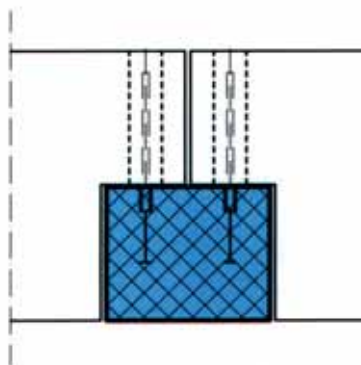
De onderlinge aansluiting (hoekoplossing, verlenging enz.) van de balken komt tot stand door een tandverbinding. Ook deze verbindingen worden met stek en gietmortel door aangietopeningen gefixeerd.



Figuur 9.013: Verlenging t.p.v. knooppunt



Figuur 9.014: Balkoplegging t.p.v. doorgaande langs balk



Figuur 9.015: Oplegging gevelbalk

De funderingspalen worden tot ongeveer 4 cm onder de onderkant van de toekomstige fundering geheid. In de paalkop wordt vervolgens een diep gat geboord waar een steekend wordt ingelijmd. Na afdichting met een kartonnen manchete wordt de verbinding aangegoten met een krimparme mortel.

Deze krimparme mortel wordt eveneens gebruikt voor een circa 5 mm dikke uitvlaklaag op de oplegging. Hiermede wordt een spanningsloze aansluiting van balk en paal bereikt.

Na montage worden de aangietopeningen met de krimparme gietmortel aangegoten.

Variant voor het op niveau heien kan worden gevonden door het gewenste niveau te bereiken door het 'koppensnellen' van de funderingspalen en vervolgens door middel van een bekisting een kop op hoogte erop te storten.

9.5 BEGANE-GRONDVLOER

In Nederland worden de volgende begane-grondvloeren in de woningbouw toegepast:

- ribcassettevloer;
- kanaalplaatvloer;
- combinatievloer;
- op zand gestorte vloer.

Alle vloertypen zijn toepasbaar bij zowel stapelbouw als gietbouw. In het kader van deze lesbrieven wordt de op zand gestorte vloer niet verder besproken.

De functie van de begane-grondvloer in een bouwwerk is in de eerste plaats een vrijdragende vloer die een bruikbare scheiding vormt tussen de ondergrond en de eerste woon- of werklaag. Primair moeten de belastingen veilig worden afgevoerd naar de fundering. Daarnaast moet de begane-grondvloer een bijdrage leveren aan de warmte-isolatie en voldoen aan bouwfysische eisen met betrekking tot geluidwering, vocht van buiten en vocht van binnen door optredende condensvorming. De eerste woon- of werklaag moet worden afgeschermd van het klimaat in de kruipruimte.

De fabrieksmatig vervaardigde begane-grondvloeren zijn vrijdragende systeemvloeren. Het zijn niet-continu ondersteunde vloeren, die geheel of gedeeltelijk zijn samengesteld uit geprefabriceerde betonnen vloerelementen. De elementen worden vervaardigd conform NEN 6720 en NVN 6725.

De ribcassettevloer en de kanaalplaatvloer worden per opdracht en volgens specificatie vervaardigd.

De combinatievloer wordt daarentegen op voorraad geproduceerd, zowel de voorgespannen betonnen liggers als de vulelementen van geëxpandeerd polystyreen (EPS), waar op de bouwplaats een constructieve druklaag op wordt gestort

De kanaalplaatvloer en de betonnen liggers van de combinatievloer hebben een voorgespannen wapening. De ribcassettevloer wordt zowel met betonstaal als voorspanstaal geproduceerd.

Toepassing

De geprefabriceerde begane-grondvloeren zijn in principe bouwmethodee-
ongebonden.

Na montage van de elementen tot een gesloten vloerveld, wordt meestal een afwerklaag aangebracht. Gewoonlijk bestaat deze uit een cementgebonden dekvloer van 30 tot 50 mm. Een anhydrietgebonden dekvloer wordt eveneens toegepast.

Soms is een dikkere afwerkvloer noodzakelijk; dit als bijvoorbeeld een krimpwapening moet worden toegepast of leidingen in de afwerkvloer moeten worden opgenomen.

9.5.1 Kruipruimteloos bouwen

Steeds vaker worden nieuwe woonwijken gesitueerd in gebieden die vanuit de waterhuishouding geredeneerd ongeschikt zijn voor bebouwing. Veranderend overheidsbeleid leidt ertoe dat meer en meer het natuurlijke grondwaterniveau zoveel als mogelijk wordt gehandhaafd door geen drainage aan te leggen. Wateroverlast in de bouwfase evenals tijdelijk water in wel/niet aanwezige kruipruimte kan hiervan het gevolg zijn.

Vocht in de kruipruimte kan theoretisch langs een drietal wegen onbedoeld in de woning terecht komen:

- dampdiffusie;
- capillair transport;
- luchttransport.

Uitgaande van normale betonnen systeenvloeren kan eenvoudig worden aangetoond dat de beide eerste mogelijkheden verwaarloosd kunnen worden. De enige wezenlijke bijdrage wordt normaliter geleverd door luchttransport. Als mogelijk antwoord hierop is aan het begin van de jaren '90 het kruipruimte-loos bouwen ontstaan.

Immers als er geen kruipruimte is kan er ook geen onbedoeld luchttransport vanuit de kruipruimte naar de woning zijn.

Nu, na ongeveer een decennium ervaringen op vele plaatsen, kunnen praktisch gezien twee situaties onderscheiden worden:

- op zand c.q. grondverbetering gestorte zelfdragende vloer;
- vrijdragende systeenvloer.

In de praktijk is gebleken dat kruipruimteloos bouwen geenszins per definitie betekent, bouwen zonder vrijdragende systeenvloer. Kruipruimteloos bouwen met vrijdragende vloer wijkt niet veel af van bouwen met kruipruimte.

Door grondzakkingen kan, onbedoeld, toch een luchtlaag ontstaan.

Het verschil is: geen kruipluiken meer en meer aandacht voor leidingen.

Zowel met als zonder kruipruimte is het probleem van vochtproblematiek oplosbaar, doch in beide gevallen is de kwaliteit van de uitvoering doorslaggevend.

Ruime ervaring, opgedaan in diverse projecten, leert dat in beide situaties - de in het werk gestorte vrijdragende vloer en de geprefabriceerde systeenvloer - en bij een goede uitvoeringskwaliteit, het bouwen in gebieden met hoge grondwaterstanden goed mogelijk is en niet hoeft te leiden tot vochtproblemen.

Bij het doorrekenen van de bouwkosten van beide systemen blijkt echter dat de in het werk gestorte vrijdragende betonvloer aanmerkelijk duurder is, waarbij de verschillen kunnen oplopen tot de orde grootte van ca. 20% [9.2].



Foto 9.016: Kruipruimteloos bouwen

9.5.2 Ontwerpeisen

Bouwfysica

De details van alle typen begane-grondvloerelementen zoals deze staan opgenomen in de KOMO attest-met-productcertificaten van de producenten voldoen aan de eisen van het Bouwbesluit. Het betreft hier eisen waarmee veiligheid, gezondheid, bruikbaarheid en energiezuinigheid worden geregeld.

Prefab begane-grondvloeren worden samengesteld uit vrijdragende betonnen elementen. Aan de onderzijde zijn ze voorzien van een warmte-isolerende laag, doorgaans van geëxpandeerd polystyreen (EPS), welk materiaal geen capillaire werking kent en als zodanig dus bij uitstek geschikt is als isolatiemateriaal. Geïsoleerde begane-grondvloeren kunnen worden berekend in milieuklasse 1. (In ongeïsoleerde uitvoering worden de elementen berekend in milieuklasse 2).

Brandwerendheid

Het Bouwbesluit stelt voor wat betreft de brandwerendheid van de vloerconstructie met betrekking tot de scheidende functie geen eisen aan de begane-grondvloeren boven kruipruimte of ruimten van geringere hoogte.

Vocht van buiten

Voor de plaatsing en uitvoering van eventueel aan te brengen waterkerende lagen wordt verwezen naar NPR 2652 [9.3]. Voor de uitvoering van kruipluiken, leidingdoorvoeren en afdichting van naden en kieren in begane-grondvloeren kan gesteld worden dat deze nagenoeg luchtdicht moeten zijn om een voldoende laag niveau van specifieke lucht volumestroom te waarborgen. Naast de in NPR 2652 aangegeven details worden in de attesten-met-productcertificaat (ampc) van de producenten details gegeven welke eveneens toegepast kunnen worden.

Vocht van binnen (*f*-factor)

In de genoemde ampc's worden details gegeven welke voldoen aan de *f*-waarden van 0,65 en 0,50 uit het Bouwbesluit voor woningbouw resp. utiliteitsbouw.

9.5.3 Ribbenvloer (ribcassettevloer)

Een ribbenvloer is een vrijdragende systeemvloer van vooraf vervaardigde betonnen vloerelementen die in geïsoleerde vorm bij uitstek geschikt is als begane-grondvloer in de woningbouw en in de utiliteitsbouw.

Samenstelling

De elementen zijn in lengterichting voorzien van ribben. Bij een ribcassettevloer hebben de elementen naast de ribben in overspanningsrichting ook ribben in de breedterichting van het element. Deze dwarsribben en ook de betonnen nokken in de oplegging (uiteinden van de plaat) zijn geschikt voor het opnemen van bouwmuurbelastingen.

Beton : Sterkteklasse: van B 40 bij gewapend beton, tot B 55 bij voorgespannen beton

Wapening : betonstaal FeB 500; voorspanstaal FeP 1860 en FeP 1770

Ribbenvloeren, toegepast als begane-grondvloer, zijn aan de onderzijde altijd voorzien van thermisch isolatiemateriaal. De warmteweerstand voldoet hiermede minimaal aan de in het Bouwbesluit genoemde eis van $R_c = 2,5 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ voor uitwendige constructies. In de bouwpraktijk komen in toenemende mate ook hogere isolatiewaarden voor tot $R_c = 3,0 - 3,5 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ en hoger.



Foto 9.017: Montage ribbenvloer

Productie

Ribbenvloeren kunnen worden geproduceerd volgens het lange-banksysteem of volgens het carrouselstelsel. De elementen hebben na het ontkisten voldoende sterkte om direct naar de bouwplaats te worden getransporteerd en te worden gemonteerd.

Afmetingen

De constructieve hoogte van de elementen varieert tussen 200 en 280 mm. De meest gangbare breedten van de elementen zijn: 1200, 1800, 2000 en 2400 mm.

De maximale overspanning bedraagt circa 7,5 m. Naast standaardelementen worden door de fabrikanten veelal ook constructieve paselementen geleverd met een afwijkende breedte.

Sparingen

In het spiegelgedeelte van de elementen is een grote vrijheid voor het tijdens de productie aanbrengen van sparings- en kruipluiken.

Uiterlijk

Oppervlaktestructuur bovenzijde: ruw, al dan niet gebezemd.

Transport

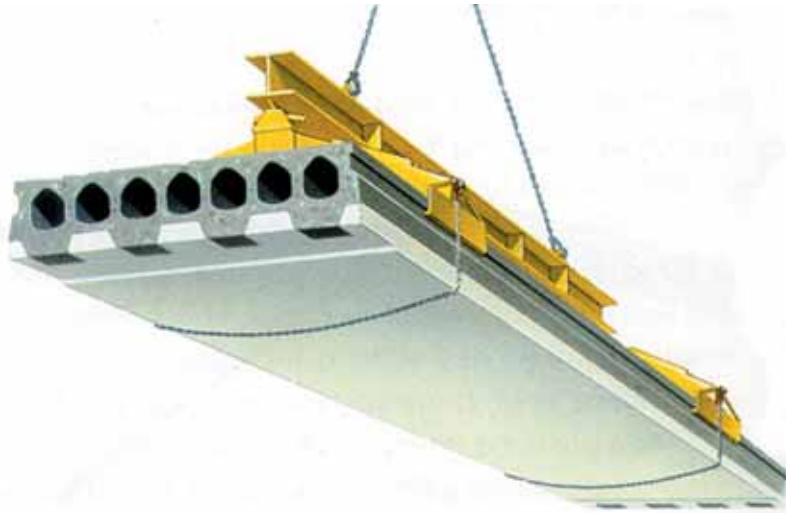
Vervoer tot aan de bouwplaats is voor rekening en risico van de producent. De organisatie kan zowel zijn afgestemd op montage rechtstreeks vanaf de vrachtauto als op eventuele tussenopslag op de bouwplaats.

Montage

De fabrikant verstrekt een legplan waarin met merken staat aangegeven waar in het werk de elementen gemonteerd moeten worden.

9.5.4 Geïsoleerde kanaalplaatvloer

Een kanaalplaatvloer is een vrijdragende systeemvloer met een rechte doorsnede, die in de overspanningsrichting is voorzien van holle kanalen. Kanaalplaatvloeren die worden toegepast voor de beganegrond worden standaard voorzien van thermische isolatie.



Figuur 9.018: Geïsoleerde kopoplegging kanaalplaatvloer

Samenstelling

De hoofdwapening van de vloerelementen bestaat uit voorspanwapening die tussen de kanalen in het onderste gedeelte van het element wordt aangebracht. In sommige gevallen is ook aan de bovenzijde van het element voorspanwapening nodig. In de dwarsrichting van de elementen is geen wapening aanwezig.

Beton : Sterkteklasse: van B 45 tot B 65

Wapening : voorspanstaal FeP 1860 en FeP 1770

Geïsoleerde kanaalplaatvloeren zijn aan de onderzijde voorzien van thermisch isolatiemateriaal; meestal geëxpandeerd polystyreen (EPS). De warmteweerstand zal minimaal voldoende aan de gestelde eis volgens het Bouwbesluit te weten $R_c = 2,5 \text{ m}^2 \text{ K/W}$. Hogere isolatiewaarden worden eveneens geleverd.

Productie

Kanaalplaten worden geproduceerd volgens het lange-banksysteem. De lengte van de productiebanen varieert van 60 tot 150 m. Na ontkisting worden de elementen op het terrein opgeslagen om meestal tot leveringen te worden samengesteld. De elementen hebben in principe na ontkisten voldoende sterkte om direct te kunnen worden getransporteerd en gemonteerd.

Afmetingen

Toegepast in de woningbouw varieert de dikte van de vloerelementen van 150 tot 220 mm. De standaardbreedte van de kanaalplaten bedraagt 1200 mm. De breedte van paselementen wordt bepaald door onder andere het aantal kanalen, de ligging van de kanalen, de wapening, sparingen en de productiewijze van de producent.

Sparingen

Sparingen kunnen in overleg met de producent tijdens de productie worden aangebracht. Kleine sparingen tot 25 mm kunnen zonder meer in het hart van het kanaal worden geboord. Het aantal sparingen, de grootte en de ligging zijn sterk afhankelijk van het gekozen plaattype. Randvoorwaarden ten aanzien van productie, transport en montage bepalen het al dan niet kunnen maken van de sparingen.

Uiterlijk

Bovenzijde: ruw, al dan niet gebezemd

Transport

Vervoer tot aan de bouwplaats is voor rekening en risico van de producent. De organisatie kan zowel zijn afgestemd op montage rechtstreeks vanaf de vrachtauto als op eventuele tussenopslag op de bouwplaats.

Montage

De fabrikant verstrekt een legplan waarin met merken staat aangegeven waar in het werk de elementen gemonteerd moeten worden.

9.5.5 Geïsoleerde combinatievloer

De geïsoleerde combinatievloer bestaat uit geprefabriceerde betonnen liggers, EPS-vulelementen en een betonlaag die in het werk wordt aangebracht en samen met de liggers de constructievloer vormt. Dit type systeemvloer wordt uitsluitend gebruikt als begane-grondvloer boven kruipruimten. De vulelementen dienen als thermische isolatie van de vloer maar tevens als bekisting voor de te storten constructieve druklaag die in het werk wordt aangebracht.

Samenstelling

De hart-op-hart afstand van de constructieve voorgespannen liggers bedraagt, afhankelijk van de producent, tussen de 500 mm en 635 mm. De druklaag heeft meestal een dikte van 40 a 50 mm. Minimaal wordt deze laag gewapend met een krimpwapening van # Ø5-250.



Doorsnede PS-isolatievloer

De sparingen worden op de bouwplaats in de vloer aangebracht. Het is mogelijk om sparingen ter plaatse van de vulelementen aan te brengen. De sparing komt tot stand door het EPS weg te zagen en de leiding of pijp door te voeren of door een blok EPS in de druklaag op te nemen. Grote sparingen realiseert men met behulp van een raveelconstructie.



Raveelconstructie in het vloerveld Raveelconstructie bij de gevel

Figuur 9.019

Beton : Sterkteklasse voorgespannen liggers: B 45

Wapening : voorspanstaal FeP 1770 en FeP 1860

De EPS-vulelementen met de betonnen druklaag geven de combinatievloer een R_c -waarde van minimaal 2,5 m² K/W. Hogere isolatiewaarden (3,0 - 3,5 en hoger) kunnen eveneens worden geleverd.

Productie

De productie van de voorgespannen liggers gebeurt volgens het lange-bank-systeem. De liggers worden op voorraad geproduceerd met lengten oplopend met 5 cm. De baanlengte bedraagt ongeveer 100 m. Na verharding worden de liggers op lengte gezaagd.

De standaardhoogte van de ligger bedraagt 170 mm. Liggers met kleinere hoogten (110 en 140 mm) zijn eveneens leverbaar, afhankelijk van de producent. Liggers die aan de onderzijde fabrieksmatig zijn voorzien van EPS kunnen eveneens geleverd worden. De EPS-vulstukken worden geproduceerd met behulp van matrijzen.

Afmetingen

De constructieve vloerdikte bedraagt gewoonlijk 200 mm. De maximale overspanning in de woningbouw bij normale belasting bedraagt ongeveer 6 m. Hogere vloerbelastingen kunnen worden gerealiseerd door de hart-op-hart afstand van de liggers te verkleinen of door toepassing van dubbele liggers.

Sparingen worden op het werk in de vloer aangebracht. Zij kunnen alleen ter plaatse van de EPS-vulelementen worden gemaakt. Grote sparingen kunnen door middel van raveling worden gerealiseerd.

Sparingen

Kleine sparingen kunnen ter plaatse van een vulelement worden gemaakt. Grotere sparingen komen tot stand met behulp van ter plaatse gestorte stroken beton, waarin de geprefabriceerde liggers in raveelschoenen worden opgevangen.

Transport

Vervoer tot aan de bouwplaats is voor rekening en risico van de producent.

Montage

Indien liggers en vulelementen tijdelijk op de bouwplaats moeten worden opgeslagen, moet gelet worden op een vlakke, voldoende verharde ondergrond. Onderslagbalken van voldoende dikte dienen ervoor te zorgen dat de liggers vrij van de grond blijven. Onderslagbalken en stapelhout moeten recht boven elkaar geplaatst worden.

Het plaatsen van de liggers en het aanbrengen van de vulelementen gebeuren volgens het legplan van de producent/leverancier. Om afval van de EPS-vulelementen te beperken, is het wenselijk om elke nieuwe strook met het reststuk van de voorgaande te beginnen.

Na het aanbrengen van de krimpwapening kan de vloer worden afgestort. Voor het afreien van de druklaag gebruikt men latten en geleiders die op de vereiste hoogte zijn afgesteld.

Op de vloer brengt men meestal een afwerklaag aan van minimaal 30 mm.



Foto 9.020: Montage combinatievloer

9.6 WANDEN IN DE WONINGBOUW

Prefab-betonwanden zoals die in de woningbouw worden toegepast, kunnen worden onderverdeeld in wanden, binnenspouwbladen, toppen en sandwich-elementen. Deze elementen komen zowel in de gestapelde bouw als in eengezinswoningen voor. Ze worden toegepast in combinatie met een verdiepingvloer die kan bestaan uit een breedplaatvloer, een kanaalplaatvloer of een volleplaatvloer. De wanden worden onder KOMO keur geleverd. In een enkel geval vindt levering plaats onder KOMO keur met kwaliteitsverklaring, het zogenoemde KOMO attest met productcertificaat. Dit attest is het bewijs dat aan de eisen van het Bouwbesluit is voldaan. Bij levering onder KOMO keur moet het ontwerp aan het Bouwbesluit zijn getoetst. De dikte van de elementen is afhankelijk van;

- de bovenbelasting (vloeren/dakconstructie);
- de excentrische belasting door bijv. de gevelafwerking;
- de geluidsweringseis.

De minimale dikte van de elementen is in onderstaande tabel weergegeven.

Elementtype	Wapening	Minimum dikte
binnenspouwblad niet dragend	traditioneel of voorgespannen	70 mm
gevelvullend element niet dragend	traditioneel of voorgespannen	70 mm
binnenspouwblad dragend.	traditioneel dubbel net	100 mm
binnenspouwblad dragend.	traditioneel enkel net	90 mm
binnenspouwblad dragend	voorgespannen	90 mm
dragende binnenwanden	traditioneel of voorgespannen	90 mm
dragende binnenwanden	traditioneel of voorgespannen	2*90 mm
(woningscheidend) dragende binnenwanden	traditioneel of voorgespannen	220 mm
(massief woningscheidend) dragende buitenwanden	traditioneel of voorgespannen	90 mm

9.6.1 Stabiliteit

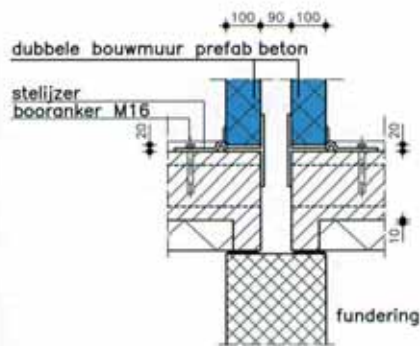
Samen met de andere constructiedelen leveren de wanden/binnenspouwbladen een bijdrage aan de stabiliteit van een gebouw.

De stabiliteit kan worden verzekerd uit;

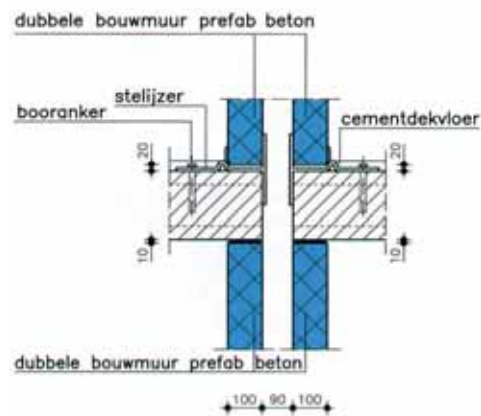
- penanten in de gevel;
- prefab wanden haaks op de bouwmuur;
- kantelweerstand van de bouwmuren;
- momentstijve wand-vloerverbinding;
- stijve kern in een gebouw.

Penanten in de gevel

De verticale naad tussen het penant en de wand draagt de langsschuifkracht over. Dit kan door een verankering tussen de bouwmuur en het penant aan te brengen, of de verdiepingvloer als deugel te beschouwen.



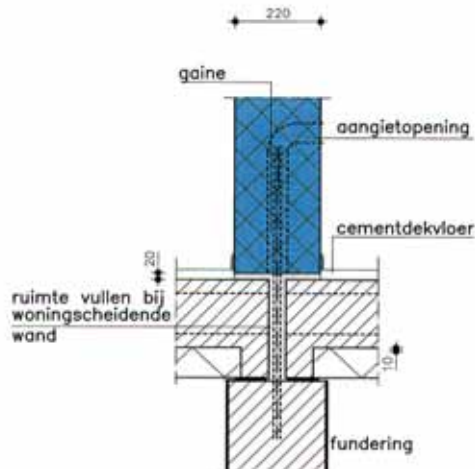
Figuur 9.021a: Aansluiting dubbele bouwmuur begane grond



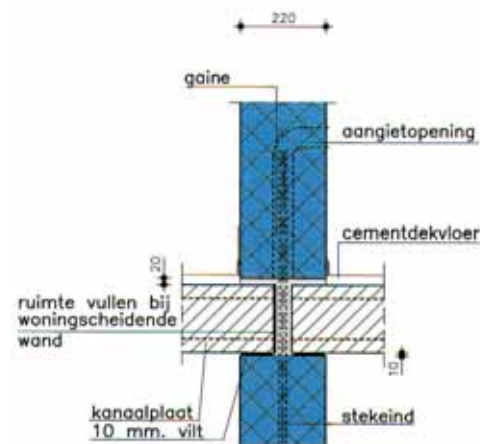
Figuur 9.021b: Aansluiting dubbele bouwmuur verdieping

Prefab (ongefundeerde) wanden haaks op de bouwmuur

De dwarswanden op de begane grond worden geplaatst op een steltegel of mortelbed vlak naast de bouwmuur. De wand op de eerste verdieping wordt op de wand van de begane grond geplaatst en in zijn geheel ondersabeld.



Figuur 9.022a: Aansluiting t.p.v. begane grond



Figuur 9.022b: Aansluiting t.p.v. verdieping

Stabiliteit uit kantelweerstand van de bouwmuren

Indien in een rij woningen geen penanten aanwezig zijn wordt de stabiliteit ontleend aan de prefab-betonwand. Het is van belang dat de opleglengte van de kanaalplaat zo groot mogelijk is (minimaal 100 mm). Essentieel bij deze methode is dat de fundering van de dragende wanden in staat moet zijn om het wringend moment op te nemen.

Stabiliteit uit momentstijve wand/vloerverbinding

De vloer moet constructief over de tussenwanden doorlopen. Zowel de boven- als de onderwapening loopt door. De stabiliteit wordt verkregen door de stijve knooppunten die hier ontstaan.

Stabiliteitskern

Deze kern eventueel in combinatie met een of twee schijven verzorgt de stabiliteit van het gebouw.

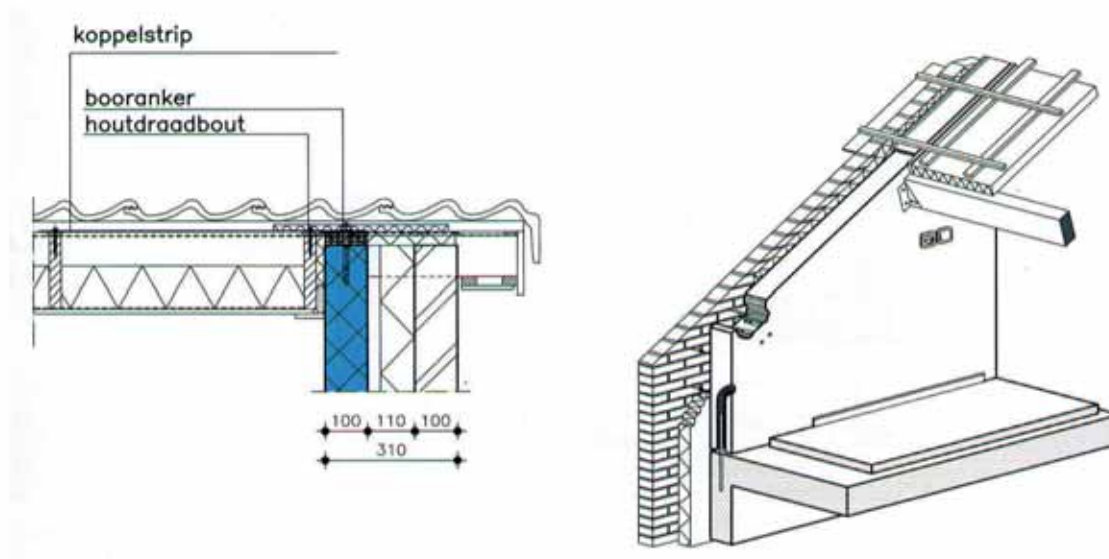
9.6.2 Wapening

Afhankelijk van de belasting kunnen de wanden als gewapend of ongewapend uitgevoerd worden. Een en ander moet via een statische berekening aangetoond worden. Gewapende wanden kunnen traditioneel gewapend zijn of voorgespannen.

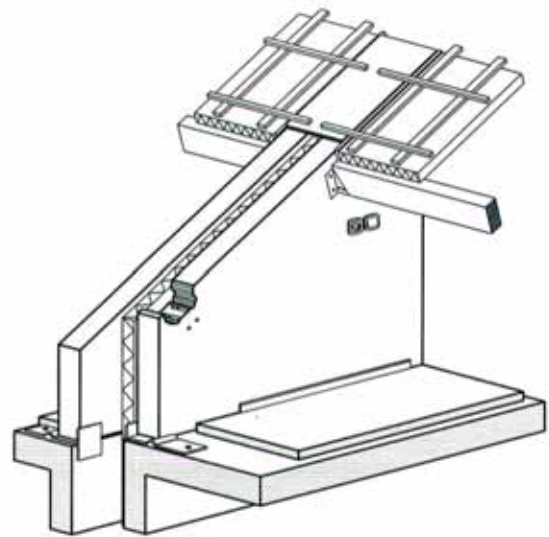
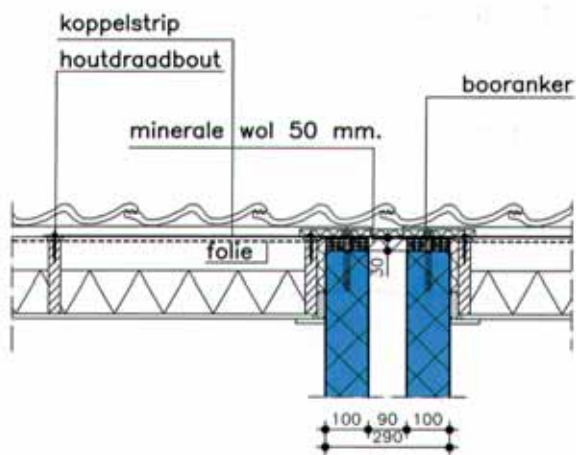
Als in ongewapende wanden deur- of raamsparingen voorkomen is het verstandig om de breedte van de ongewapende penanten minimaal 0,2 x de verdiepingshoogte te kiezen. De lateien boven de sparingen worden uiteraard gewapend.

Ongewapende wanden moeten worden voorzien van:

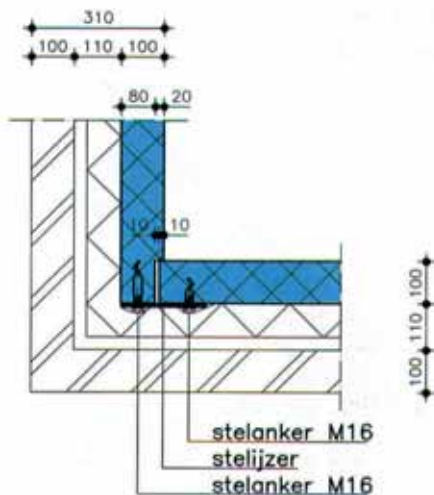
- koppelwapening;
- randwapening;
- transport/ontkistingswapening.



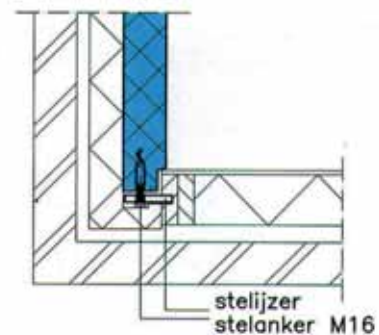
Figuur 9.023: Dakaansluiting op buitengevel



Figuur 9.024: Dakaansluiting op dubbele bouwmuur



Figuur 9.025a: Aansluiting wand op betonnen spouwblad



Figuur 9.025b: Aansluiting wand op houten spouwblad

Koppelwapening

Ter plaatse van elke verdiepingsvloer moet in dragende wanden een doorgaande horizontale wapening aanwezig zijn.

De oppervlakte $A_s = 100/3 (L_1 + L_2) < 225 \text{ mm}^2$ $L_1, L_2 =$ de theoretische overspanning van de vloeren aan weerszijden van de wand in mm.

Bij breedplaatvloeren mag de verdeelwapening van het onder- en bovennet van de vloer in mindering gebracht worden. Bij woningen en woongebouwen waarvan de vloer van een verblijfsruimte niet hoger ligt dan 6,5 m boven maaiveld mag deze wapening weggelaten worden.

Randwapening

De minimale hoeveelheid randwapening is:

$A_s = 1,7h < 300 \text{ mm}^2$ (FeB 400 of FeB 500) $H =$ de wanddikte in mm.

Het is raadzaam deze wapening in een gebogen net met minimaal vier staven aan te brengen.

Transportwapening

Deze wapening is afhankelijk van het transporteren en ontkisten van het element. Deur en raamsparingen zijn vaak van invloed op de zwaarte van de transportwapening. De transportwapening mag worden gecombineerd met de koppelwapening en randwapening.

9.6.3 Constructieve detaillering

Afhankelijk van de dikte van het element kunnen de wanden onderling worden doorgesloten met omhullingsbuizen en stekken die met een gietmortel aangegoten worden. De vloeren worden centrisc opgelegd tussen de wanden in. Bij elementen met een doorsnede van 100 mm of minder worden de elementen met stelijzers of strippen en boorankers bevestigd aan de onderliggende vloer. Binnenspouwbladen worden met behulp van strippen en ankers bevestigd aan de woningscheidende wanden. Ook een verbinding met lasplaten is een veel toegepast detail.

9.6.4 Bouwkundige aspecten

In de prefab elementen kunnen instortvoorzieningen voor de bouwkundige aansluitingen meegenomen worden zoals:

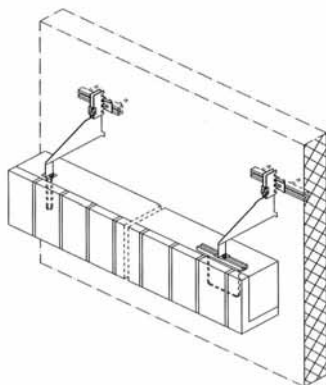
- spouwankers/isolatieankers;
- ankerrails of ankers voor het opvangen van het metselwerk;
- ankers voor de bevestiging van het stelkozijn;
- stelkozijnen;
- elektravoorzieningen;
- aangestorte betonlateien;
- isolatie.

Spouwankers/isolatieankers

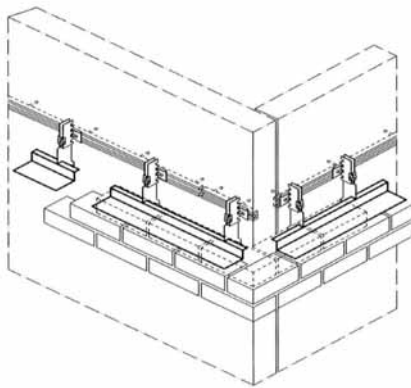
De spouwankers/isolatieankers worden aan de stortzijde ingestort. In verband met de opslag en transport worden de ankers plat gebogen. De ankers kunnen op lagenmaat worden aangebracht.

Ankerrails of ankers voor het opvangen van het metselwerk

Met stalen oplegschoenen of hoeklijnen kan het metselwerk opgevangen worden. Deze hoeklijnen worden met ankers of via een ankerrail aan het achterliggende spouwblad bevestigd. Om een vlakke aansluiting op het spouwblad te verkrijgen wordt het spouwblad ter plaatse van de aansluiting van de oplegschoen c.q. hoeklijn gespaand (fig. 9.026 en 9.027).



Figuur 9.026: Opvang van metselwerk d.m.v. prefab latei, opgehangen aan stalen schoenen



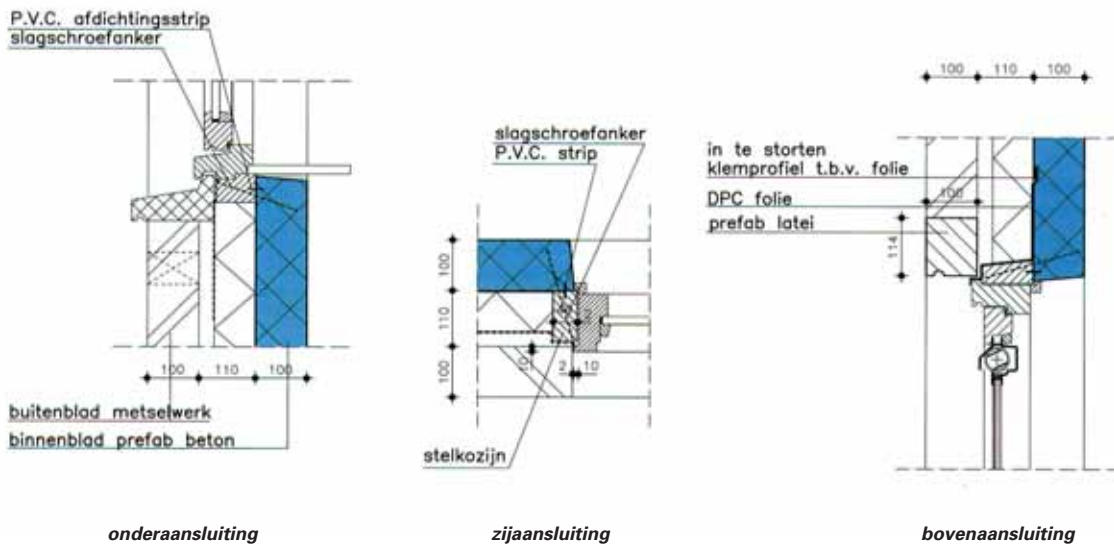
Figuur 9.027: Opvang van metselwerk d.m.v. hoekstaal

Ankers voor de bevestiging van het stelkozijn

Om de stelkozijnen tijdens de bouw te kunnen bevestigen kunnen ankers in de prefab elementen aangebracht worden. De aansluiting met het stelkozijn moet vlak zijn. Daarom wordt het spouwblad rondom de raamsparing over een afstand van ongeveer vijftien cm vlak gespaand.

Stelkozijnen

Het is mogelijk kozijnen of stelkozijnen direct mee te storten Door het aanbrengen van een p.v.c. strip in de stelkozijnen wordt een deugdelijke afdichting verkregen. Met bijvoorbeeld een slagbooranker wordt het stelkozijn tijdens de stort gefixeerd aan het element. Indien een stelkozijn tijdens de stort aangebracht wordt is het van belang voldoende stelruimte te creëren in verband met de montage van de kozijnen (fig. 9.028).



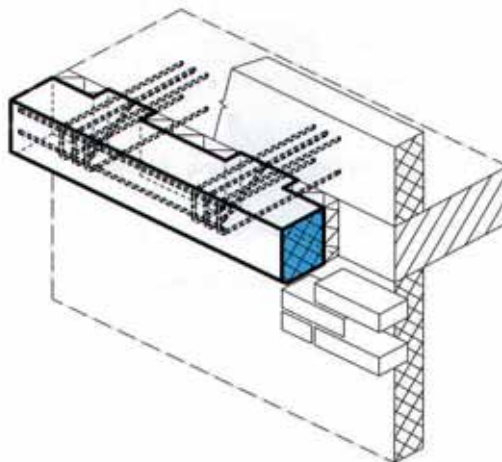
Figuur 9.028: Kozijnaansluitingen

Elektravoorzieningen

Elektravoorzieningen zoals dozen en leidingen worden in het element verwerkt. Bij voorkeur worden flexibele leidingen gebruikt. Ook gladde leidingen kunnen worden toegepast.

Aangestorte betonlateien

Tijdens de productie van de elementen kunnen prefab lateien worden meegestort. Met nokken en uitstekende wapening worden deze lateien gestort aan de prefab wand (fig. 9.029).



Figuur 9.029: Opvang van metselwerk d.m.v. aangestorte latei

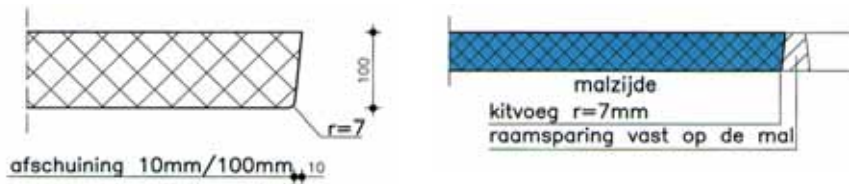
Isolatie

Na het verdichten en het vlak spanen van het element wordt de isolatie op het nog natte beton gelegd en daarna met paraplu-ankers aan het beton bevestigd. Het nadeel van het van tevoren aanbrengen van de isolatie is de kwetsbaarheid tijdens opslag, vervoer en montage.

9.6.5 Productie

Binnenspouwbladen, wanden en toppen worden geleverd als maatwerk. Dat wil zeggen dat ze per project ontworpen en geproduceerd worden. De productie vindt plaats in stalen of in houten mallen. Een combinatie van een houten en een stalen mal is ook mogelijk. Zowel het carrouselstelsel als een stationaire mal lenen zich uitstekend voor de productie van deze elementen. De elementen worden gewoonlijk horizontaal gestort. Verticaal storten is ook mogelijk. Dit gebeurt doorgaans in batterijmallen. De instortvoorzieningen die in de elementen moeten worden meegenomen worden met behulp van stalen, houten of kunststof hulpvoorzieningen in de kist gefixeerd. Stekken voor bijvoorbeeld de doorkoppeling van de elementen kunnen door de zijwanden van de elementen worden doorgevoerd. Indien men de zijwanden niet wil beschadigen kan men gebruikmaken van stekankers waarin in de bouw een stekeind gedraaid wordt. Om de malbodem niet te beschadigen mogen er geen stekeinden door de malbodem worden gevoerd. Dit kan voorkomen worden door aan de malzijde gebruik te maken van stekkenbakken. Een andere mogelijkheid is het gebruik van stekankers.

Om de mallen zo economisch mogelijk te kunnen gebruiken en om zo maatvast mogelijk te kunnen werken is het wenselijk de raamsparingen op de malbodem te bevestigen. Tijdens het ontkisten blijven deze dan zitten. Om de elementen goed te kunnen ontkisten is het noodzakelijk dat de dagkanten worden afgeschuind. Normaal is een afschuining van 1:10 (fig. 9.030).



Figuur 9.030: Afschuining t.b.v. ontkisten

Afwerking stortzijde

Bij binnenspouwbladen is normaal gesproken de spouwzijde de stortzijde van het element. Aan de afwerking van deze zijde worden gewoonlijk geen hoge eisen gesteld. Indien de isolatie bestaat uit een zachte persing hoeven de elementen geen nabewerking te ondergaan. Ter plaatse van bevestigingsmiddelen zoals metselwerk ondersteuning en stelkozijnen moeten deze elementen vlak gespaand worden. Bij een harde persing isolatie waarop later een gevelstucstelsel wordt aangebracht, moeten de diktetoleranties binnen de perken blijven. Het is raadzaam deze elementen af te werken met een houten of stalen spaan. Wanneer de stortzijde in het zicht komt, is meer aandacht voor de afwerking nodig. Voor de afwerking van de stortzijde kan men kiezen voor afspanen, rollen of vlinderen.

Bij spanen wordt de stortzijde met een stalen spaan afgewerkt. Hierdoor ontstaat een vlak oppervlak. Wel blijven de spaanslagen in het oppervlak zichtbaar. Bij rollen ontstaat een oppervlak met een sinaasappelschilstructuur. Vlinderen wil zeggen dat de elementen na het storten met een grote schuur-schijf worden nabewerkt. Nadat een wand gevlijnd is, is deze nagenoeg gebruiksklaar en kan met behang of spuitwerk worden afgewerkt. Wanden kunnen ook staand worden gestort: de zichtkanten zijn dan vlak en strak. Deze methode is duurder dan het storten in horizontale positie.

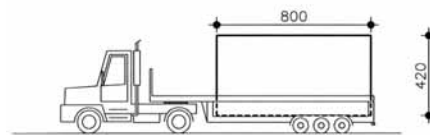
Ontkisten

Het ontkisten gebeurt met behulp van een kanteljuk. Hiermee worden de elementen onder een hoek van 75 tot 85 graden gekanteld. Met behulp van de ingestorte hijsvoorzieningen worden de elementen met de kraan naar het tasveld getransporteerd.

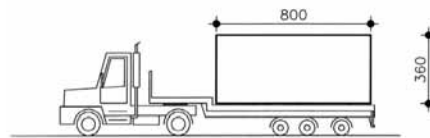
9.6.6 Opslag/transport/montage

De opslag gebeurt rechtopstaand in jukken. De elementen worden door hout, kunststofstroken of houtwolcementplaten onderstopt. Tenzij door de fabrikant anders bepaald is, kan men als vuistregel aanhouden dat de elementen op 1/5 van de lengte van het element vanuit de buitenzijde worden onderstopt. Men moet er voor zorgdragen dat de eventuele stelkozijnen en de isolatie niet kunnen beschadigen. Indien de elementen tijdens de opslag tegen elkaar aan staan, moet stopmateriaal tussen de elementen beschadiging voorkomen.

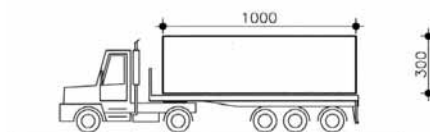
Het transporteren van de elementen gebeurt met diepladers, semi-diepladers of trailers die met vaste jukken zijn uitgerust (fig. 9.031). Per vracht kan maximaal 25 à 30 ton vervoerd worden. Bij een dieplader kan de maximale hoogte van een element 4200 mm zijn. Bij een semi-dieplader is dit 3600 mm en bij een trailer is dit maximaal 3000 mm. Het is verstandig om van tevoren te onderzoeken of dit problemen oplevert in verband met eventuele viaducten e.d. die in de route voorkomen.



Transport met dieplader



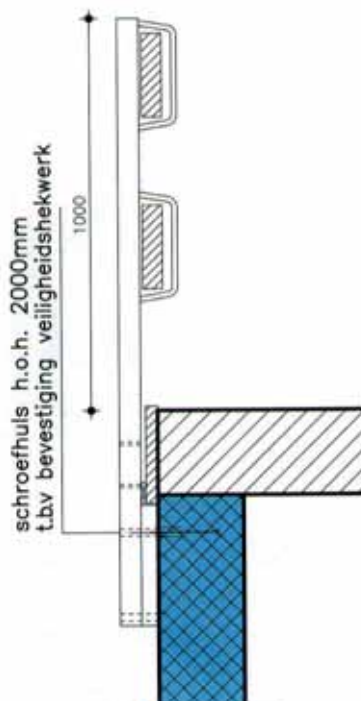
Transport met semi-dieplader



Transport met trailer

Figuur 9.031: Maximale transportafmetingen

Het monteren van de elementen gebeurt rechtstreeks vanaf de wagen met een (mobiele) kraan. Voor het te lood stellen van de elementen zijn stelschroefhulzen ingestort in de elementen. Deze worden verdiept aangebracht en na het monteren dichtgezet. Ook voor de bevestiging van de veiligheidshekken (voorzien van een eventuele kantplank) kunnen voorzieningen worden meegenomen (fig 9.032).


Figuur 9.032: Veiligheidshek

9.7 VERDIEPINGVLOEREN

Prefab-betonnen verdiepingsvloeren worden in de Nederlandse woningbouw voornamelijk toegepast in de stapelbouw, in de gietbouw als prefab-vloeren op in het werk gestorte wanden en in de betonnen prefab woningbouw. De belangrijkste typen verdiepingsvloeren zijn de bekistingsplaatvloeren en de kanaalplaatvloeren.

In beperkte mate wordt ook de vollediktevloer toegepast. Zie voor deze laatste blz. 67 t/m 70 uit [9.1].

De kanaalplaatvloer heeft een voorgespannen wapening. De bekistingsplaatvloer wordt zowel met betonstaal als met voorspanstaal vervaardigd.

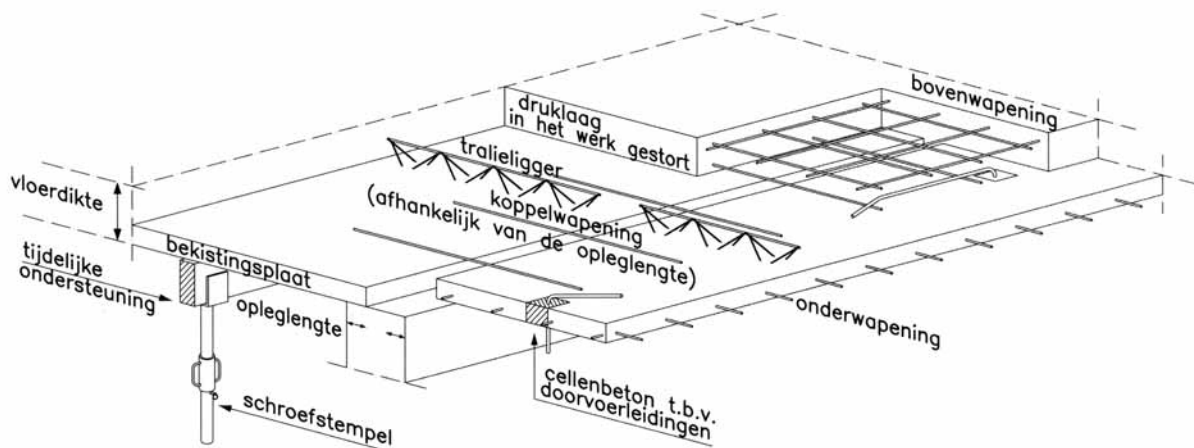
Bij de toepassing van prefab betonnen verdiepingsvloeren dient onderscheid te worden gemaakt tussen eengezinswoningen en meergezinswoningen. In de laatste categorie worden ten gevolge van eisen met betrekking tot de geluidwering in het Bouwbesluit hogere waarden voor de massa van de woningscheidende vloer gesteld (tenminste 600 kg/m²).

Zoals in par. 9.2.1 reeds is aangegeven hebben de producenten van prefab systeemvloeren voor de toepassing in de woningbouw om kwaliteitsredenen gekozen voor een maximale bijkomende doorbuigingsgrens van 0,002 maal de overspanning van de vloer.

9.7.1 Bekistingsplaatvloeren

Een bekistingsplaatvloer (ook wel breedplaatvloer genoemd) is een prefab systeemvloer die bij uitstek geschikt is voor verdiepings- en dakvloeren in de woningbouw. Ook in de utiliteitsbouw wordt de bekistingsplaat toegepast tot overspanningen van circa 10 m.

De vloerelementen worden gekenmerkt door een nagenoeg onbeperkte vrijheid in vormgeving, hebben een gladde onderzijde en sluiten met een kleine strakke voeg tegen elkaar aan. De onderzijde is in principe spuitklaar.



Figuur 9.033: Schets opbouw bekistingsplaatvloer

Samenstelling

De vloer is samengesteld uit relatief dunne (meestal 5 cm) geprefabriceerde vloerelementen waarop in het werk een constructief meewerkende betonlaag wordt gestort, waarin de berekende bovenwapening wordt opgenomen. Alle berekende onderwapening is in de plaat ingestort. Bij de montage, het afstorten en het verharden van de druklaag moet de vloer tijdelijk worden ondersteund.

De gewapende bekistingsplaat is voorzien van tralieliggers die over de volledige lengte gedeeltelijk in het beton zijn gestort. Deze tralieliggers zorgen voor voldoende sterkte en stijfheid tijdens het transport, het hijsen en tijdens de bouw. De bekistingsplaten met een voorgespannen wapening hebben geen tralieliggers over de volledige lengte. In deze platen zorgt de voorspanning in de elementen voor de vereiste sterkte en stijfheid.

Beton : Sterkteklasse B 25 en B 35. Hogere sterkten zijn mogelijk.

Wapening : betonstaal FeB 500; voorspanstaal FeP 1860

Productie

Gewapende bekistingsplaatvloeren worden geproduceerd volgens het lange-banksysteem of volgens het carrouselstelsel.

Voorgespannen bekistingsplaatvloeren worden altijd geproduceerd volgens het lange-banksysteem.

Afmetingen

Lengte : variabel tot circa 10 m

Breedte : standaardelement afhankelijk van fabrikant van 1200 tot 3000 mm

Pasplaten : vanaf circa 200 mm

Dikte : 50 tot 80 mm

Voor het ontwerp van de dikte van de bekistingsplaatvloer in de woningbouw in relatie met de overspanning (L) van de vloer geldt als ontwerpmaat: $d = L/25$

Sparingen

De bekistingsplaatvloer kan een groot aantal sparingsvormen opnemen. In hoeverre een bepaalde sparing gerealiseerd kan worden, hangt af van de grootte van de vorm en van de overwegingen betreffende de constructie.



Foto 9.034: Storten druklaag bekistingsplaatvloer

Leidingen

In de constructieve druklaag die in het werk op de bekistingsplaten wordt gestort, kunnen leidingen (kokers) voor elektra, water, afvoer, mechanische ventilatie enz. worden opgenomen.

Transport

De levering van de elementen gebeurt op afroep. Vervoer tot aan de bouwplaats is voor rekening en risico van de producent. De maximale transporthoogte van de vrachtauto en het toelaatbare laadgewicht bepalen het aantal elementen dat kan worden gestapeld. Afhankelijk van de producent kan de berekende bovenwapening gelijktijdig meegeleverd worden.

Montage

De producent verstrekt een legplan waarop de plaats van de elementen staat aangegeven. De elementen zijn gemerkt. Tijdens de montage, het afstorten van de druklaag en de verharding worden de elementen tijdelijk ondersteund door houten balken en stempels.

In het midden van de overspanning krijgen de elementen een kleine zeeg die varieert tussen 5 en 15 mm. De afstand tussen de ondersteuning is afhankelijk van plaattype, dikte en type tralieligger.

Indien bij het plaatsen van sparingen en leidingen een deel van de tralieligger(s) moet worden weggeknipt, dan moet deze verzwakking gecompenseerd worden door het aanbrengen van extra ondersteuning(en).

Het storten van de druklaag gebeurt met behulp van bouwkraan en kubel of met betonpomp. De afwerking van de bovenzijde gebeurt veelal met een trilbalk. Nadat de druklaag voldoende is verhard, kan de tijdelijke ondersteuning worden verwijderd.

9.7.2 Kanaalplaatvloeren

De kanaalplaatvloeren zijn voorgespannen systeemvloeren voor toepassing als vrijdragende vloeren in woning- en utiliteitsbouw. De vloer wordt ook wel holle vloerplaat genoemd. Naast toepassing in geïsoleerde uitvoering in de begane-grondvloer vindt toepassing op ruime schaal plaats als verdiepingsvloer en dakvloer.

Samenstelling

De elementen zijn voorzien van kanalen in verschillende doorsneden en aantal kanalen. De hoofdwapening is een voorspanwapening die tussen de kanalen in het onderste deel van het element wordt aangebracht. In sommige situaties is eveneens aan de bovenzijde van het element een voorspanwapening nodig. In dwarsrichting is geen wapening aanwezig.

Beton : Sterkteklasse: van B 50 tot B 65

Wapening : Voorspanstaal FeP 1860 en FeP 1770

Productie

Kanaalplaten worden geproduceerd volgens het lange-banksysteem.

De lengte van de productiebanen varieert van 60 tot 150 m.

Na ontkisting worden de elementen op het terrein opgeslagen om meestal tot leveringen te worden samengesteld. De elementen hebben in principe na ontkisten voldoende sterkte om direct te kunnen worden getransporteerd en gemonteerd.

Afmetingen

Toegepast in de woningbouw varieert de dikte van de vloerelementen van 150 tot 220 mm. De standaardbreedte van de kanaalplaten bedraagt 1200 mm. De breedte van paselementen wordt bepaald door onder andere het aantal kanalen, de ligging van de kanalen, de wapening, sparingen en de productiewijze van de producent.

In verband met de eerder genoemde grenswaarde voor maximaal bijkomende doorbuiging van 0,002 maal de overspanning van de vloer, is het daarom van belang in de ontwerpfase, afhankelijk van de gewenste overspanning, een bepaalde vloerdikte te kiezen. Voor het bepalen van de maximale overspanning van een kanaalplaatvloer bij een bepaalde vloerdikte d geldt als vuistregel $38 \times d$.



Foto 9.035: Montage van een Leidingvloer van VBI, een nieuw type kanaalplaatvloer

Sparingen

Sparingen en centraaldozen kunnen in overleg met de producent tijdens de productie worden aangebracht. Kleine sparingen tot 25 mm kunnen zonder meer in het hart van het kanaal worden geboord. Het aantal sparingen, de grootte en de ligging zijn sterk afhankelijk van het gekozen plaattype. Randvoorwaarden ten aanzien van productie, transport en montage bepalen het al dan niet kunnen maken van de sparingen.

Grote sparingen zoals een trapgatparing worden gerealiseerd door middel van een raveelconstructie.

Uiterlijk

Bovenzijde: ruw, al dan niet gebezemd. De onderzijden van de verdiepingsvloeren en dakvloeren zijn vlak met een v-vormige voeg bij de plaatovergangen. De afwerking is geschikt voor het aanbrengen van een spuitpleister.

Transport

Vervoer tot aan de bouwplaats is voor rekening en risico van de producent. De organisatie kan zowel zijn afgestemd op montage rechtstreeks vanaf de vrachtauto als op eventuele tussenopslag op de bouwplaats.

Montage

De fabrikant verstrekt een legplan waarin met merken staat aangegeven waar in het werk de elementen gemonteerd moeten worden. Indien de prefab verdiepingsvloer wordt samengesteld uit kanaalplaattelementen welke na montage aaneengestort worden, dient aandacht te worden geschonken aan optredende verschillen in opbuiging vóórdat tot het storten van de plaatvoegen wordt overgegaan.

9.8 PREFAB ELEMENTEN AAN DE GEVEL

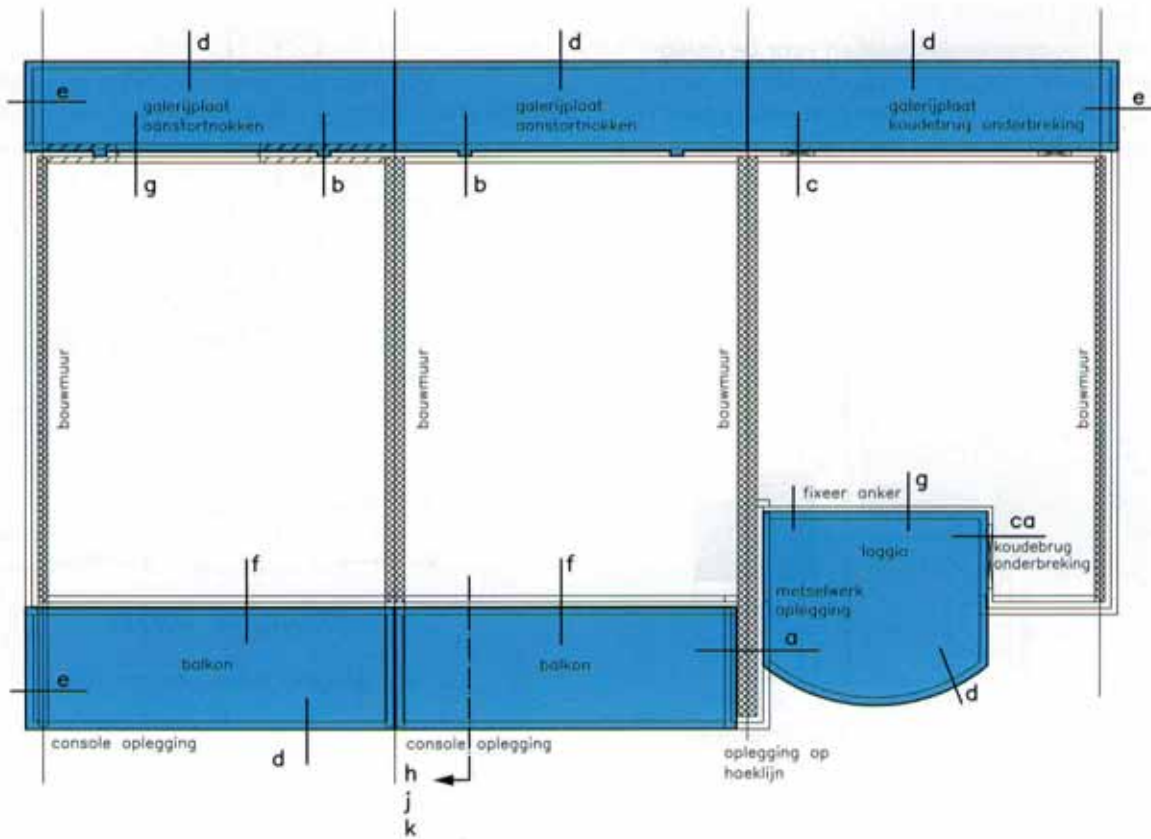
Deze elementen komen voornamelijk in de gestapelde bouw voor. Wat betreft detaillering moet de nodige aandacht geschonken worden aan het voorkomen van koudebruggen en temperatuurspanningen. De constructieve detaillering is mede afhankelijk van de achterliggende vloer- en wandconstructie.

De achterliggende vloerconstructie kan bestaan uit:

- een massieve prefab vloer;
- een kanaalplaatvloer;
- een breedplaatvloer;
- een in het werk gestorte vloer.

De achterliggende wandconstructie kan zijn:

- een prefab-betonwand;
- een in het werk gestorte betonwand;
- een gemetselde wand.



Figuur 9.036: Overzicht mogelijke aan de gevel voorkomende elementen

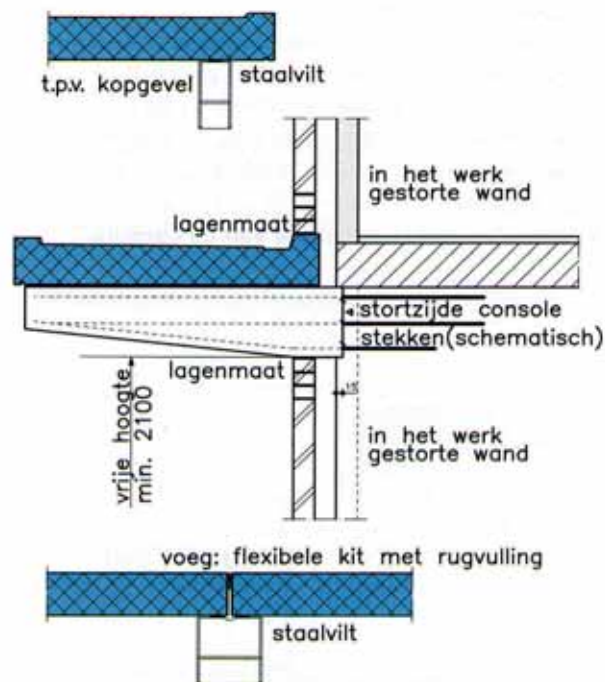
9.8.1 Consoles

Een console is een uitkragend element die als ondersteuningsconstructie dient voor een balkon of galerijplaat. De doorsnede is balkvormig.

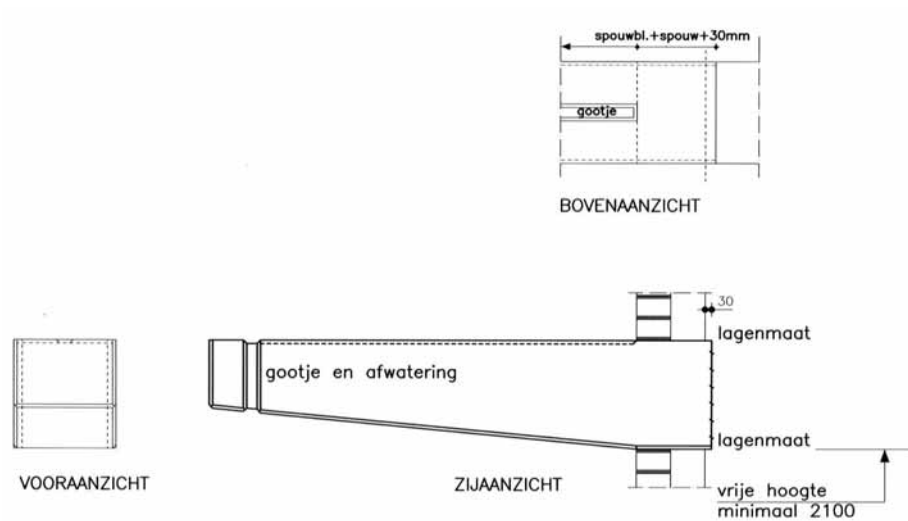
Constructieve detaillering

Indien de achterliggende wand een betonwand is, worden de consoles aangestort.

Bij aangestorte consoles is het raadzaam de console 30 mm in de wand op te leggen. Dit om een goede overdracht van de dwarskracht naar de in het werk gestorte wand te bewerkstelligen (fig. 9.037 en 9.038).



Figuur 9.037: Aangestorte console



Figuur 9.038: Detaillering console

Is de achterliggende wand gemetseld, dan worden de consoles ingeklemd in het metselwerk. De breedte van de console is afhankelijk van de achterliggende woningscheidende wand. Bij gemetselde wanden is de breedte 300 mm, terwijl bij prefab-betonwanden de dikte minimaal 220 mm is.

De dikte van de wanden bij de kopgevels varieert tussen de 150 en 180 mm. Ter plaatse van de aansluiting met de wand kan een koudebrug ontstaan. Volgens het bouwbesluit moet een f -waarde (temperatuurfactor) gehaald worden van 0,65.

Afhankelijk van de plaats van de console in het gebouw is er een aantal mogelijkheden om deze f -waarde te bereiken namelijk:

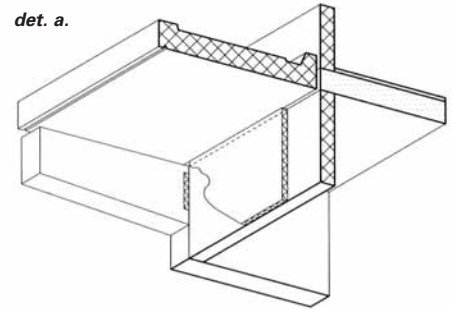
- in de neutrale zone een isolatiestrook van bijvoorbeeld EPS aanbrengen. Een goede aansluiting met de spouwmuurisolatie is hierbij noodzakelijk (fig. 9.039 detail a);
- de console over de volle hoogte aan weerszijden insnoeren. De insnoering moet dezelfde dikte hebben als de spouwmuurisolatie. Voor consoles bij eindwanden is deze oplossing niet mogelijk, omdat de effectieve doorsnede van de console dan te klein wordt (fig. 9.039 detail b);
- de console door roestvaststalen stekken met de achterwand verbinden. De aansluiting met de achterwand is volledig geïsoleerd. Dit is een relatief kostbare oplossing die interessant wordt als de hierboven genoemde oplossingen niet voldoen (fig. 9.039 detail c).

Bouwkundige detaillering

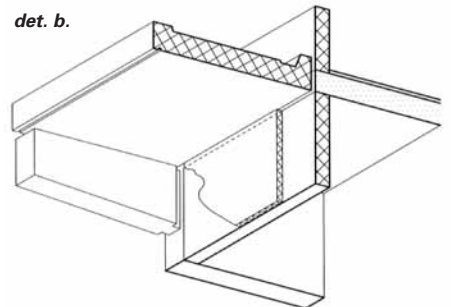
Om het eventuele lekwater bij de aansluitnaden van de platen ter plaatse van de console af te voeren, wordt aan de bovenzijde van de console een afwateringsgoot aangebracht. Deze goot begint ter plaatse van de buitenkant van de spouwmuur en stopt ongeveer 100 mm voor de achterzijde van de console en gaat daar over in een verticaal gootje. Op deze wijze voorkomt men dat je op den duur lekstrepen aan de voorzijde van de console ziet ontstaan (fig. 9.039). De vrije hoogte onder de console moet minimaal 2100 mm bedragen. De console moet dusdanig zijn gedimensioneerd dat de onderkant op lagenmaat ligt (fig. 9.039).

Productie

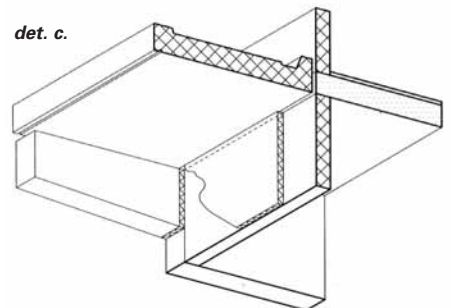
De productie van consoles vindt plaats in houten of stalen mallen. Indien niet meer dan vijftig elementen in een mal geproduceerd worden, is een houten mal prijstechnisch het meest interessant. Bij hogere aantallen komt prijstechnisch een stalen mal in beeld. De keuze tussen een houten of een stalen mal is ook producentafhankelijk. Bij aangestorte consoles wordt als stortzijde de aanstortzijde (stekzijde) van de consoles aangehouden. Indien de consoles zijn ingeklemd in bijvoorbeeld een kalkzandsteen wand wordt als stortzijde de bovenzijde van de console aangehouden (fig. 9.040).



Koudebrugonderbreking d.m.v. boven- en ondernok

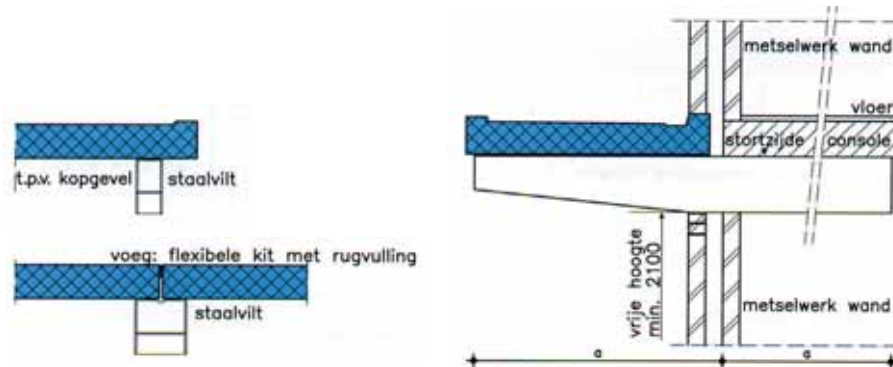


Koudebrugonderbreking d.m.v. insnoering sonsole



Koudebrugonderbreking d.m.v. roestvaststalen stekverbinding en isolatie

Figuur 9.039: Details koudebrugonderbreking bij consoles



Figuur 9.040: Ingeklemd console

Montage

De montage van de consoles gebeurt met behulp van banden of ingestorte hijsvoorzieningen. De elementen worden rechtstreeks vanaf de wagen gemonteerd. Om roesten van de hijs- en stelvoorzieningen te voorkomen worden deze verdiept aangebracht en daarna met een reparatiemortel dichtgezet.

9.8.2 Privacyschermen

Bij doorgaande balkons wordt als woningscheidend element een privacy-scherm toegepast. (Prefab) betonnen privacyschermen kunnen als alternatieve oplegging in plaats van bijvoorbeeld consoles toegepast worden.

Constructie

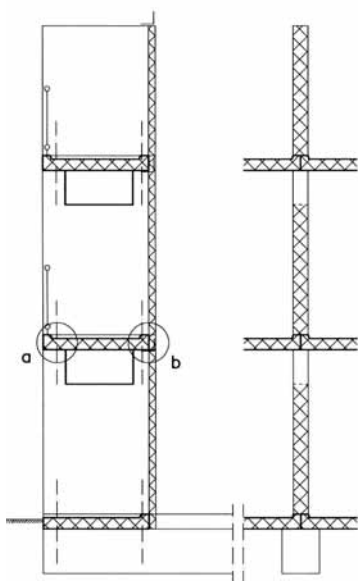
De privacyschermen kunnen vanuit de fundering worden doorgestapeld. (fig. 9.041 en 9.042). Ook is het mogelijk de privacyschermen uit te kragen uit de woningscheidende wand.

Deze wand moet dan wel in het werk gestort zijn (fig. 9.043).

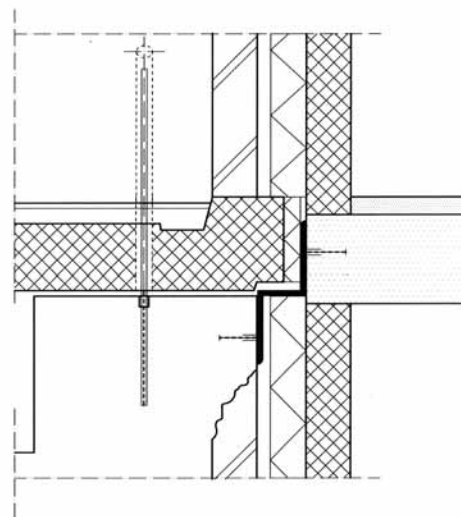
Productie

De productie van privacyschermen vindt plaats in houten of stalen mallen. Indien niet meer dan vijftig elementen in een mal geproduceerd worden, is een houten mal prijstechnisch het meest interessant. Bij hogere aantallen komt prijstechnisch een stalen mal in beeld. De keuze tussen een houten of een stalen mal is ook producentafhankelijk.

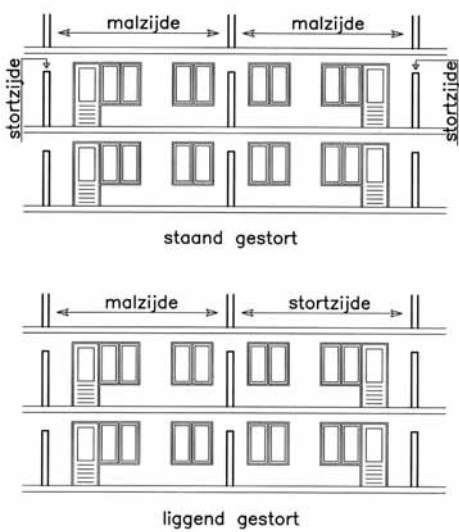
Instortvoorzieningen worden met hulpvoorzieningen in de kist gefixeerd.



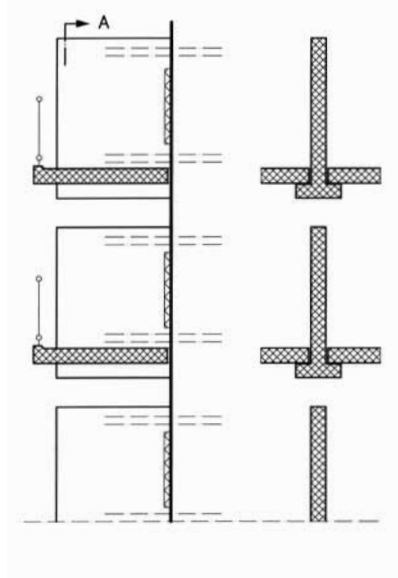
Figuur 9.041: Dragende privacyschermen



Figuur 9.042: Koppeling privacyschermen t.p.v. gevel



Figuur 9.043: Plaatsing privacy-schermen



Figuur 9.044: Uitkragende privacy-schermen

Het vastzetten van schroefhulzen gebeurt met bouten, spijkerflenzen of breekpennen. (kistzijde). Om de elementen te kunnen ontkisten en monteren worden hijsvoorzieningen en stelvoorzieningen in de elementen opgenomen. Bij staand gestorte privacy-schermen wordt de gevelzijde normaal gesproken als stortzijde aangehouden. Indien de schermen liggend worden gestort, moet de stortzijde gerold of gespaand worden. Om het verschil in afwerking niet te laten opvallen worden van de naast elkaar gelegen schermen de stort- en malzijden naar elkaar toegekeerd (fig. 9.044).

Montage

De montage van de privacy-schermen gebeurt met behulp van banden of ingestorte hijsvoorzieningen.

De elementen worden rechtstreeks vanaf de wagen gemonteerd. Om roesten van de hijs- en stelvoorzieningen te voorkomen worden deze verdiept aangebracht en daarna met een reparatiemortel op kleur aangemaakt dichtgezet.

9.8.3 Balkonplaten en loggiaplatten

De belangrijkste functie van een balkonplaat en loggiaplaat is het verschaffen van buitenruimte. Dit zijn over het algemeen woninggebonden elementen (alleen vanuit de woning bereikbaar). Het verschil tussen een loggiaplaat en een balkonplaat is dat een loggiaplaat geheel of gedeeltelijk overdekt is. Normaal gesproken worden deze elementen in de gestapelde bouw toegepast. Incidenteel vindt toepassing plaats in eengezinswoningen. Over het algemeen in het wat duurdere marktsegment.

9.8.4 Galerijplaten

Deze elementen hebben een verkeersfunctie. Ze vormen de verbindingsweg tussen de trappenhuizen c.q. liften en de woningen. Deze elementen worden in de gestapelde bouw toegepast.

Constructieve detaillering

Indien een massieve prefab vloer of kanaalplaatvloer toegepast wordt, worden balkon- en galerijplaten normaalgesproken opgelegd op consoles. Bij een breedplaatvloer of een in het werk gestorte vloer kan naast de console oplossing ook een bevestiging door nokken plaatsvinden. Vooral bij de uitwendige hoeken van het gebouw kan de vereiste f -waarde van 0,65 niet gehaald worden. Indien dit het geval is kunnen de platen door een koudebrug-onderbreking bevestigd worden aan de achterliggende constructie. Naast de bovenomschreven oplossingen kunnen de platen opgelegd worden op hoeklijnen of op metselwerk.

Oplegging op consoles

De platen worden opgelegd op consoles die in de woningscheidende wanden ingeklemd of aangestort worden.

Om schuifspanningen te voorkomen wordt op de console een strook staalvilt gelegd. Het staalvilt wordt een stukje teruggelegd ten opzichte van de rand. Dit om randspanningen te voorkomen (fig. 9.045).

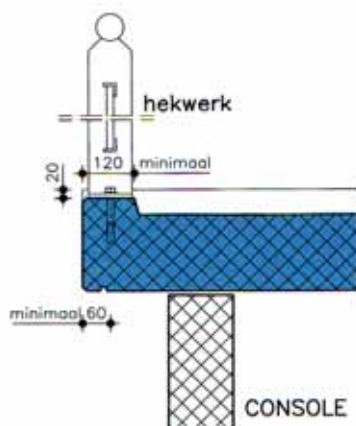
De stelnaad tussen de platen onderling wordt afgedicht met een flexibele kit die is voorzien van een rugvulling.

Om verschuiven van de plaat te voorkomen kunnen de elementen door middel van stukjes hoeklijn aan de achterliggende constructie gefixeerd worden.

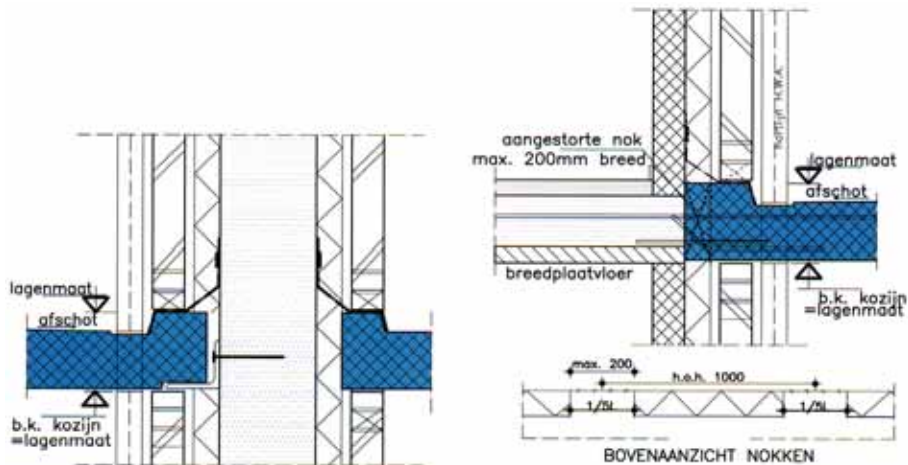
Oplegging op hoeklijnen

Bij sprongen in de gevel en bij balkon- en loggiaplatten die niet over de hele breedte van de woning doorlopen, kunnen hoeklijnen worden toegepast.

Via ankers worden de hoeklijnen aan de achterliggende constructie bevestigd (fig. 9.046).



Figuur 9.045: Zijrand bij console oplegging



Figuur 9.046: Oplegging op hoekstaal c.q. metselwerk

Oplegging op metselwerk

Hierbij wordt de belasting uit het prefab element via het metselwerk naar de fundering afgevoerd. Door de belasting uit de bovenliggende verdieping(en) wordt de vrije werking van het element tegengegaan. Hierdoor kan scheurvorming door temperatuur, kruip en krimp ontstaan. Indien niet meer dan twee verdiepingen doorgestapeld worden, kan deze methode toegepast worden.

Bevestiging met nokken aan de achterliggende constructie

Indien de achterliggende constructie zich hiervoor leent en de benodigde f -waarde van 0,65 gehaald wordt, kunnen de platen met nokken met uitstekende wapening verbonden worden. De hart-op-hart-afstand bedraagt ongeveer 1 m. De breedte van de nok is ongeveer eenvijfde van de hart-op-hart-afstand met een maximale nokbreedte van 200 mm.

De zwaarte van de uitstekende wapening wordt aan de hand van een statische berekening bepaald. De nuttige hoogte ter plaatse van de goot is meestal doorslaggevend voor de berekening van de nok. Omdat de prefab plaat een opstaande rand heeft, is deze over het algemeen stijver dan de achterliggende constructie. Hierdoor heeft de achterliggende constructie de neiging aan de plaat te gaan hangen. Hier moet met het berekenen van de plaat rekening gehouden worden.

Met nokken kan zowel een uitkraging (momentverbinding) als een oplegging (dwarskrachtverbinding) worden gemaakt.

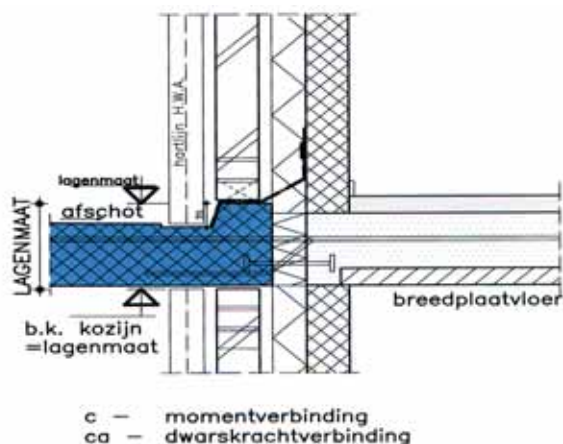
Het nadeel van een nokverbinding is dat de platen in de ruwbouw meegenomen moeten worden. De kans op beschadiging is hierdoor groter en de voorbereidingstijd wordt behoorlijk minder.

Bevestiging met een koudebrugonderbreking

Indien de vereiste f -waarde niet gehaald wordt, is een verbinding door middel van een koudebrugonderbreking een alternatief voor een nokverbinding.

Bij een koudebrugonderbreking loopt de isolatie over de gehele achterrand door. De verbinding met de achterliggende constructie wordt ter plaatse van de isolatie in roestvaststaal uitgevoerd. Ook bij een koudebrugonderbreking kan zowel een moment als een dwarskrachtverbinding gemaakt worden. Het type koudebrugonderbreking wordt aan de hand van een statische berekening bepaald. Ook hier is de hoogte ter plaatse van de goot doorslaggevend.

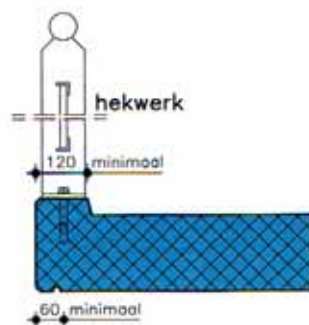
De elementen moeten net als bij de verbinding met nokken in de ruwbouw worden aangebracht (fig. 9.047).



Figuur 9.047: Koudebrugonderbreking schematisch weergegeven, afhankelijk van functie

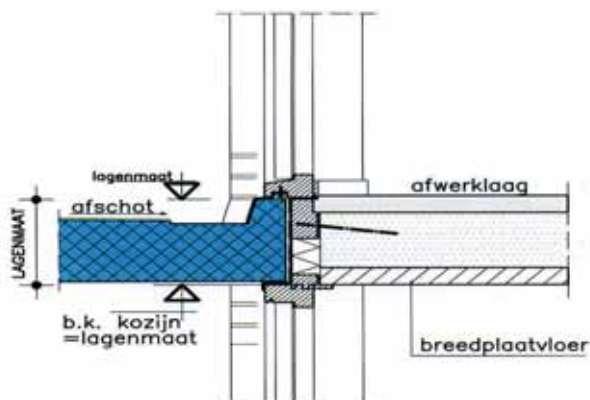
Bouwkundige detaillering

De voorrand van de plaat behoort lager te zijn dan de rand aan de gevelzijde (fig. 9.047). Dit voorkomt lekkage bij een eventuele verstopping van de hemelwaterafvoer. De breedte van de rand is afhankelijk van de bevestiging van de baluster van het hekwerk. Indien de baluster op de rand bevestigd wordt, moet de breedte minimaal 120 mm zijn (fig. 9.048).



Figuur 9.048: Voorrand

Vindt de bevestiging aan de voorzijde van de plaat plaats, dan kan voor de breedte een praktische maat gekozen worden. Indien de buitengevel in metselwerk opgetrokken wordt, moet de bovenkant van de rand aan de gevelzijde overeenkomen met de lagenmaat. De voorkant van de rand ligt een fractie terug ten opzichte van de voorkant van het metselwerk. Bij een deurkozijn wordt de rand versmald (fig. 9.049).



Figuur 9.049: Gevelaansluiting ter plaatse van deurkozijn

Bij entrees die ook voor rolstoelgebruikers bestemd zijn, kan van deze detailleringen afgeweken worden. Veel van de toegepaste details staan in verband met de waterhuishouding ter discussie.

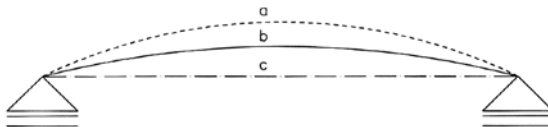
Zeeg

Lange galerij -en balkonplaten worden vaak met een zeeg uitgevoerd. De zeeg in de platen wordt zodanig bepaald dat de platen na montage vlak komen te liggen. De ervaring leert dat de rekenkundig bepaalde zeeg over het algemeen niet overeenkomt met de praktijk. Indien er een zeeg in de platen achterblijft, kan dat bouwschade veroorzaken.

Bijvoorbeeld deuren die tegen de achterrand van de plaat vastlopen.

Ook moet de onderste laag metselwerk die op de plaat staat gezaagd worden om weer op lagenmaat uit te komen.

In de praktijk wordt de rekenkundig bepaalde zeeg door een factor gedeeld om een aanvaardbaar resultaat te krijgen. Deze factor berust op ervaring en kan per fabrikant verschillend zijn (fig. 9.050).



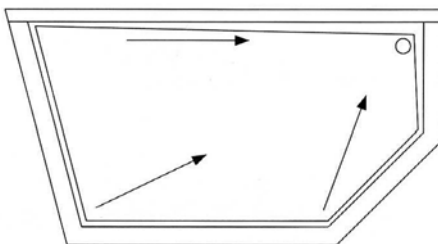
- a = benodigde zeeg, rekenkundig bepaald.
- b = op ervaring verwachte eindsituatie.
- c = rekenkundig verwachte eindfase.

Figuur 9.050: Zeeg

Afschot

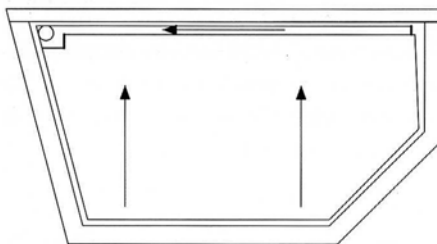
Om de neerslag die op de platen valt af te voeren naar de hemelwaterafvoer, is afschot in de platen nodig. We kennen twee soorten afschot: eenzijdig en diagonaal.

Een diagonaal afschot wordt vaak toegepast als uit een mal slechts een enkel type element geproduceerd hoeft te worden. Het afschot is dan diagonaal gericht naar de afvoer (fig. 9.051).



Figuur 9.051: Diagonaal afschot

Indien er meerdere elementenmerken in een mal geproduceerd worden, moet men uitgaan van een eenzijdig afschot. Dit afschot loopt haaks op de voorzijde en loopt richting een voldoende diepe goot. De goot voert het water af naar de hemelwaterafvoer. In verband met een eventueel blijvende zeeg is het verstandig de hemelwaterafvoer in de buurt van de oplegging van de elementen te plaatsen (fig. 9.052).



Figuur 9.052: Eenzijdig afschot + afschot in de goot

Afwerking

Het loopvlak van deze elementen is de malzijde.

Bij de balkonplaten en de loggiaplaten is de oppervlaktestructuur van het loopvlak strak en glad. Bij de galerijplaten is het loopvlak doorgaans voorzien van een antislipprofieling.

Om vervuiling te minimaliseren is het wenselijk om een antislipprofieling met een fijne structuur toe te passen.

De onderzijde van de elementen is de stortzijde. Deze blijft over het algemeen in het zicht.

De stortzijde wordt over het algemeen gerold. Een gerolde uitvoering geeft een ruwe oppervlaktestructuur (sinaasappelschil structuur).

Een andere afwerkmethode is het spanen van de elementen. Dit geeft een wat gladdere oppervlaktestructuur. Het nadeel hiervan is dat de slagen die ontstaan door het spanen zichtbaar blijven.

Productie

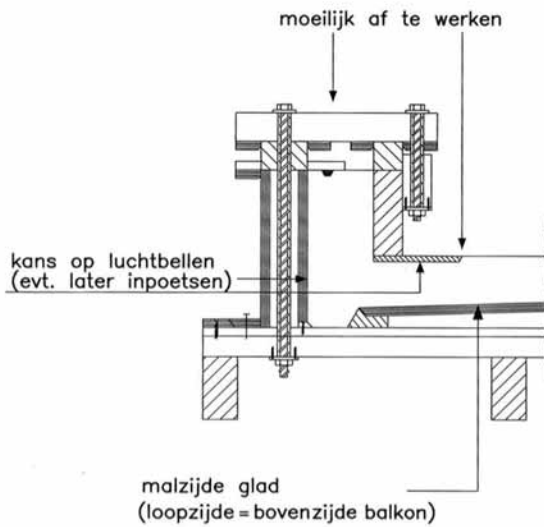
De productie van galerij-, balkon- en loggiaplaten vindt plaats in houten of stalen mallen.

Indien niet meer dan vijftig elementen in een mal geproduceerd worden, is een houten mal prijstechnisch het meest interessant. Bij hogere aantallen komt prijstechnisch een stalen mal in beeld. De keuze tussen een houten of een stalen mal is ook producentafhankelijk. Om het element goed te kunnen ontkisten en beschadigingen tijdens het ontkisten te voorkomen, moeten de zijden ter plaatse van de malzijde schuin naar binnen lopen (lossend) (figuren 9.053 en 9.054).

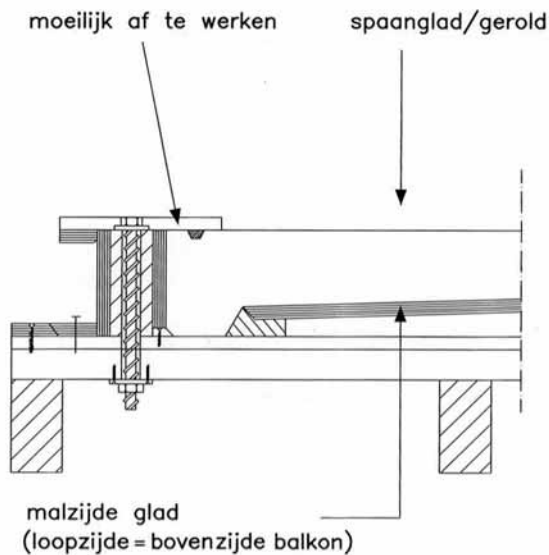
Instortvoorzieningen worden met hulpvoorzieningen in de kist gefixeerd. Het vastzetten van schroefhulzen gebeurt met bouten, spijkerflenzen of breekpennen. (kistzijde) Eventuele stekken die nodig zijn voor de verankering met de achterliggende vloer kunnen door de achterlijst worden gestoken.

In plaats van stekken kunnen ook stekankers gebruikt worden waar naderhand een stekeind ingedraaid wordt.

Veel voorkomende instortvoorzieningen zijn ankers voor de bevestiging van hekwerken, hemelwaterafvoeren en elektra. Om de elementen te kunnen ontkisten en monteren worden hijsvoorzieningen in de elementen opgenomen.



Figuur 9.053



Figuur 9.054

Montage

De montage van galerijplaten, balkons en loggiaplatten gebeurt bij voorkeur rechtstreeks vanaf de vrachtwagen met behulp van hijskettingen of -banden. Uitkragende elementen worden op het uiteinde hoger gemonteerd, zodat ze in de gebruiksfase vlak komen te liggen.

Om roesten van de hijs- en stelvoorzieningen te voorkomen worden deze verdiept aangebracht en daarna met een reparatiemortel op kleur aangemaakt dichtgezet.

9.9 TRAPPEN EN BORDESSEN

Een trap in een gebouw heeft als functie het overbruggen van hoogteverschillen. Volgens het Bouwbesluit worden de trappen ingedeeld in toepassingsgebied A of toepassingsgebied B.

Eisen Bouwbesluit

Toepassingsgebied A

- in een woning met een gebruiksoppervlakte van minder dan 500 m²;
- hoofdtrap voor woningen met een gezamenlijke oppervlakte van ten hoogste 270 m²;
- noodtrappen en brandtrappen in woongebouwen.

Toepassingsgebied B

- in een woning met een gebruiksoppervlakte van meer dan 500 m²;
- hoofdtrap in een woongebouw.

Tabel [7.3] van het Bouwbesluit

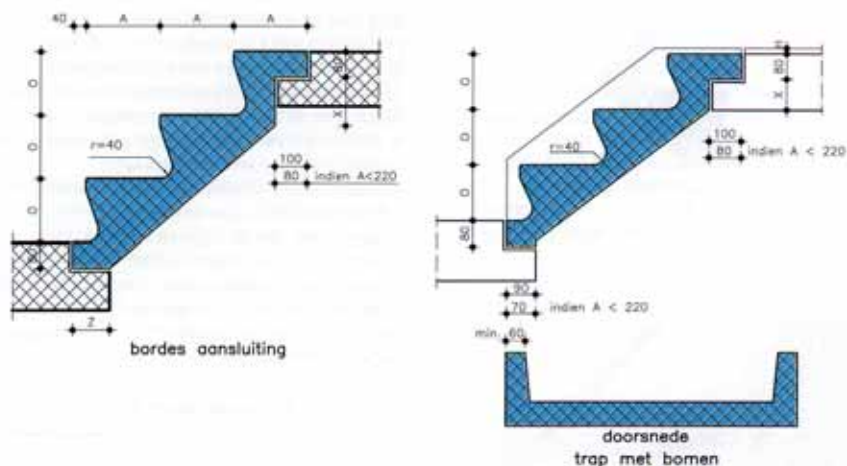
	A	B
Min. breedte van de trap	0,8m	1,1m
Min. vrije hoogte van de trap	2,1m	2,1m
Max. hoogte van de trap	4,0m	4,0m
Min. aantrede ter plaatse van de klimlijn	0,185m	0,21m
Max. optrede	0,21m	0,21m
Min. breedte van het tredevlak	0,05m	0,17m
Min. breedte tredevlak ter plaatse van klimlijn	0,23m	0,23m
Min. afstand klimlijn tot zijkant trap	0,3m	0,3m

De meest voorkomende trap is de rechte steektrap. Ook kunnen de trappen als spiltrap, wenteltrap of als trappen uit stapelbare elementen (bijv. bloktreden) uitgevoerd worden.

9.9.1 Constructieve detaillering

De rechte steektrap kunnen we onderverdelen in:

- trap zonder bomen;
- trap zonder bomen met aangestort(e) bordes(sen);
- trap met bomen;
- trap met bomen met aangestort(e) bordes(sen).

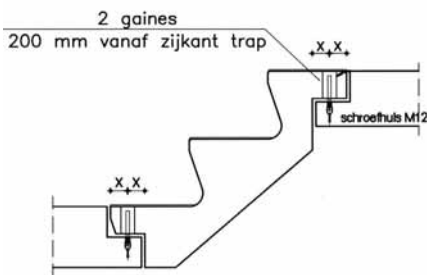


Figuur 9.055: Tekeningen van een rechte steektrap

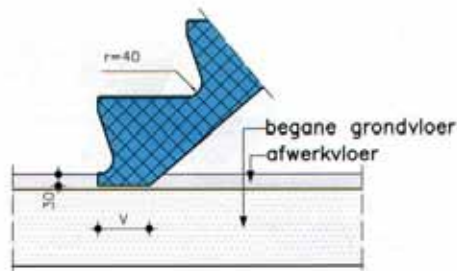
Bij een trap zonder bomen is de schilddikte afhankelijk van de overspanning van de trap. Als een trap met bomen uitgevoerd wordt, zal de belasting op de trap via de bomen naar de oplegpunten afgevoerd worden. De schilddikte kan dan minimaal blijven.

Indien een explosieverankering voorgeschreven is, kunnen in de oplegneuzen twee sparingen worden meegenomen. In de bordessen worden ter plaatse van deze sparingen in de opleggingen twee schroefhulzen M12 meegenomen (fig. 9.056). Hierin worden bouten of draadeinden gedraaid.

De oplegnok moet dusdanig gedimensioneerd worden dat achter de sparing een haarspeld gelegd kan worden (fig. 9.057). Na het monteren worden de sparingen met een krimparme mortel gevuld.



Figuur 9.056: Explosieverankering



Figuur 9.057: Aansluiting begane grond

Bij een trap met een aangestort bordes moet wisseling van de naad tussen de bordessen worden voorkomen. Dit kan door de zijkant van de bordessen met een sponning in elkaar te laten vallen. Deze sponning moet met een gietmortel aangegoten worden.

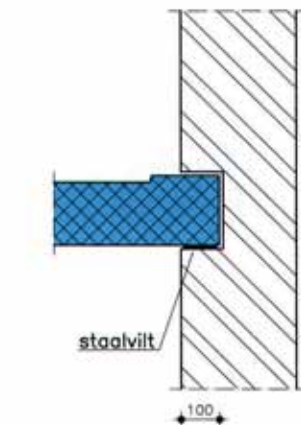
Bij trappen met bomen moet erop gelet worden dat de bomen minimaal 60 mm breed en voldoende lossend zijn. Er mogen geen schroefhulzen ten behoeve van de balusters in de bovenzijde van de bomen worden geplaatst. Dit in verband met de wapening welke benodigd is voor het ontkisten. Indien de onderkant van de trap vloeiend moet overgaan in het bordes zal de dikte van het bordes hierop moeten worden aangepast.

Indien een bordes voorkomt in een betonnen schacht wordt het bordes op hoeklijnen opgelegd. De zijkant van het bordes wordt voorzien van een inkassing zodat de boutkop en de hoeklijn weggewerkt kunnen worden (fig. 9.058). Wordt de schacht gemetseld dan wordt het bordes ingekast in de wand (fig. 9.059).

De opleggingen van de bordessen worden volledig voorzien van oplegvilt.



Figuur 9.058: Hoekstaaloplegging



Figuur 9.059: Metselwerkoplegging

9.9.2 Productie

De productie van trappen en bordessen vindt plaats in houten of stalen mallen. Indien niet meer dan vijftig elementen in een mal geproduceerd worden, is een houten mal prijstechnisch het meest interessant. Bij hogere aantallen komt prijstechnisch een stalen mal in beeld. De keuze tussen een houten of een stalen mal is ook producentafhankelijk.

Instortvoorzieningen worden met hulpvoorzieningen in de kist gefixeerd. Het vastzetten van schroefhulzen gebeurt met bouten, spijkerflenzen of breekpennen. (kistzijde) Veel voorkomende instortvoorzieningen zijn ankers voor de bevestiging van hekwerken, en explosieankers. Om de elementen te kunnen ontkisten en monteren worden hijsvoorzieningen in de elementen opgenomen. De stortzijde is de onderzijde van de trap of het bordes. Deze zijde wordt gerold of gespaand.

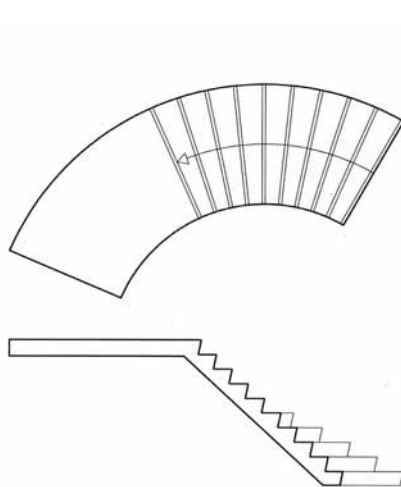
Het loopvlak kan worden voorzien van een antislip profilering. (wafelstructuur) Ook is een gestraalde of een uitgewassen uitvoering mogelijk.

Gewoonlijk worden de trappen en bordessen gestort in een grijs cement. Door toevoeging van pigmenten is een gekleurde uitvoering ook mogelijk.

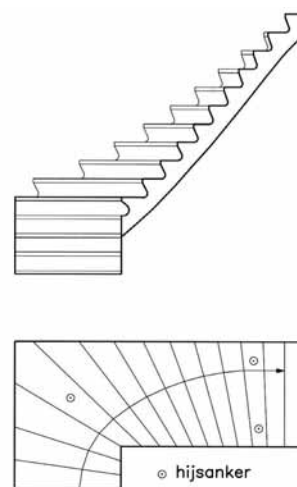
9.9.3 Montage

De montage van trappen en bordessen gebeurt bij voorkeur rechtstreeks vanaf de vrachtwagen met behulp van hijskettingen of -banden.

Om roesten van de hijsvoorzieningen te voorkomen worden deze verdiept aangebracht en daarna met een reparatiemortel op kleur aangemaakt dichtgezet.



Figuur 9.060: Wenteltrap met aangestort bordes



Figuur 9.061: Kwarttrap met onderkwart

Onderzoek & technologie
Prefabricage

Prefab betoncasco voor de woningbouw

Het Bestcon 60 Woningbouwsysteem



ir. J.L. Gijsman,
IBC Betonbouw, Best

Al langere tijd bouwt IBC Betonbouw jaarlijks een aanzienlijk aantal prefab betonnen casco's voor middelgrote utiliteitsbouwprojecten. Deze casco's worden in de fabriek geprefabriceerd, waardoor het werk op de bouwplaats beperkt blijft tot assemblage. De grote flexibiliteit en de vele mogelijkheden van de Bestcon 60 vloer maakte het mogelijk dit systeem door te ontwikkelen tot een bouwsysteem voor de woningbouw. Dit artikel bevat een kennismaking met het nieuwe systeem dat ruim een jaar in productie is en waarmee binnenkort de 100e woning wordt gebouwd.

De voordelen van het bouwen in prefab spreken voor zich: in de fabriek wordt een hoge kwaliteit van de produkten bereikt, het aantal bouwplaatsuren neemt fors af, waarmee het tekort aan vakbekwaam bouwplaatspersoneel wordt gecompenseerd. Verder leidt een snelle montage tot een korte bouwtijd. En het proces van assembleren is minder weersgevoelig, zodat plannings beter te bewaken zijn.

De casco's die IBC Betonbouw levert zijn bouwsystemen die in eigen huis zijn ontwikkeld. Begin jaren '90 ontstond het Bestcon 30 systeem [1]. Dit systeem bestaat uit cassettevormige voorgespannen vloerplaten met moduulmaten van 3,60 x 7,20 m en 3,60 x 5,40 m. In combinatie met kolommen, wanden, dragende gevels en borstweringen worden deze vloeren op de bouwplaats in droge montage

geassembleerd. Betonstorten in het werk is hiermee overbodig geworden. Slechts een kraan en een montageploeg zijn nodig om gemiddeld 1000 m² vloeroppervlak per week te monteren.

Gezien de toenemende vraag naar gebouwen met andere stramienmaten en afwijkende gedeelten (schuine en ronde gevels) is in 1995 het Bestcon 60 systeem ontwikkeld. Dit systeem bestaat uit een voorgespannen massieve vloer met een maximale breedte van 3,60 m. De overspanningen die met dit vloersysteem gerealiseerd kunnen worden variëren van 3,0 m tot circa 10 m. De vloerdikte en de -breedte kunnen per project bepaald worden. In combinatie met andere prefab elementen worden deze casco's ook geheel droog gemonteerd.

Bestcon 60

woningbouwsysteem

Bij het ontwikkelen van dit bouwsysteem werden als uitgangspunten een droge montage en een verregaande prefabricage gehanteerd. Inmiddels is het woningbouwsysteem ruim een jaar in productie en binnenkort wordt de 100e Bestcon 60 woning opgeleverd.

Opbouw van het systeem

De basis van het bouwsysteem is de Bestcon 60 vloer. Deze vloer wordt geplaatst op ankerloze spouwmuuren van 100 mm dikte. Naast de woningscheidende wanden kunnen gevelvullende spouwbladen of gevelpenanten worden toegepast. Deze elementen verzorgen de woningstabiliteit. Indien een open gevel of een houten spouwblad gewenst is, kan de stabiliteit verzorgd worden door een stabiliteitswand, die meestal naast het trappgat staat (fig. 1, 2 en 3). In de wanden en spouwbladen kunnen allerlei sparingen worden opgenomen zoals raam- en deuropeningen. Ook het instorten van elektraleidingen en -dozen vormt geen probleem. De binnenzijde van de wanden is een malzijde, dus geheel vlak en strak. Deze wanden zijn dus direct behangklaar op te leveren, zonder dat er een stucadoor aan te pas hoeft te komen.

Bestcon 60 vloeren

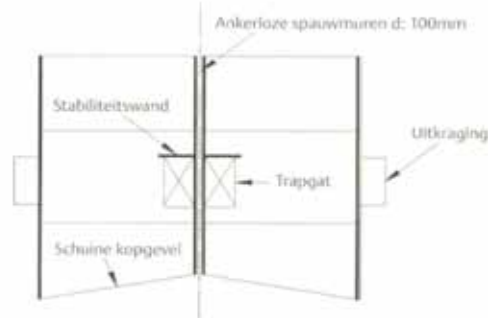
Dit zijn massieve vloeren die in de overspanningsrichting worden voorgespannen. De maximale breedte van 3,60 m maakt het noodzakelijk om enige dwarswapening toe te passen. In het streven naar gewichtsbesparing wordt bij vloeren gebruikgemaakt van lytagbeton, waarmee een gewichtsbesparing van 20% wordt behaald ten opzicht van grindbeton. Het toepassen van lytag als toeslagmateriaal is ook gunstig in het licht van duurzaam bouwen: lytag is een restproduct dat op deze wijze op een

hoogwaardige manier wordt gebruikt.

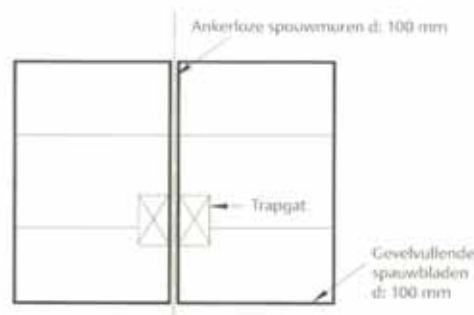
De productiemethode van de vloeren biedt vele mogelijkheden: na het spannen van de voorspanstrengen worden de zijlijsten van de lange baan gesloten. De vloerelementen worden door middel van stalen kopschotten van elkaar gescheiden. Na dit opbouwen van de mal kunnen de instortvoorzieningen en sparingen worden geplaatst. Tevens wordt de benodigde bijlegwapening geplaatst. Door het aanbrengen van extra wapenings-

staal (FeB 500) ontstaan constructief gezien tal van mogelijkheden, zoals het opnemen van trappgaten, sparingen, uitkragingen enzovoort.

Wanneer alle wapening en voorzieningen zijn geplaatst worden de platen gestort. Na het behalen van de benodigde sterkte worden de volgende ochtend de platen ontkist en kunnen de voorspanstrengen ontspannen worden. Na het doorslijpen van de strengen tussen de vloeren, kunnen de vloeren uit de mal worden gehesen, waarna het productieproces zich herhaalt.



1 | Stabiliteit door middel van een stabiliteitswand



2 | Stabiliteit via gevelvullende spouwbladen



3 | Stabiliteit via prefab betonnen penanten

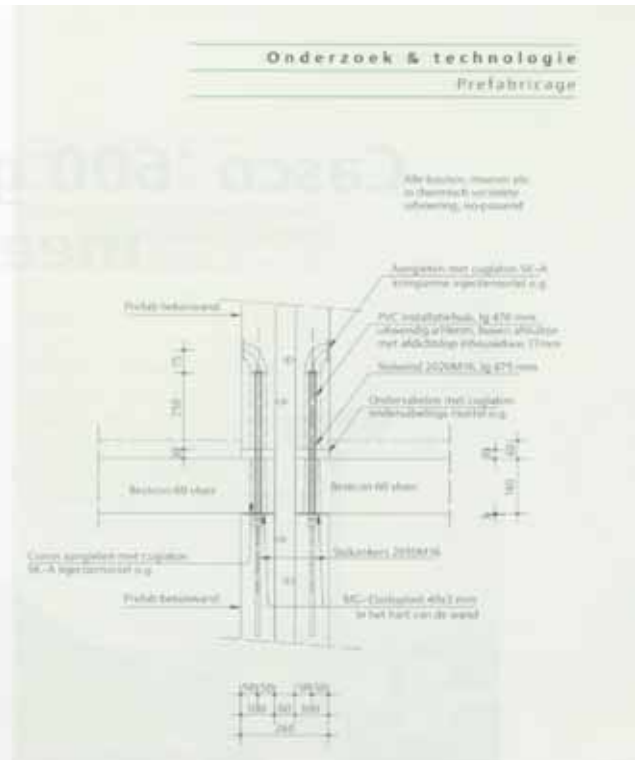
zichte van het eerste project is er op detailniveau een aantal verfijningen doorgevoerd, waardoor het systeem nog beter aansluit bij de wensen van de bouwer. Zo zijn de kozijnen reeds in de fabriek aangebracht (foto 7 en 8). En bij een aantal wanden is de isolatie direct in de fabriek aangebracht, waardoor er nog een bouwplaatsactiviteit vervalt. De casco's worden in circa 7 weken compleet gemonteerd.

Toekomst voor het casco

Het flexibele karakter, de vele mogelijkheden en het karakter van 'montagebouw' bieden dermate veel voordelen voor aannemer en opdrachtgever, dat het Bestcon 60 woningbouwcasco een aantrekkelijk alternatief is voor de traditionele bouwmethoden voor laagbouwoningen. Al bij kleine series is een Bestcon 60 woningbouwcasco interessant. Qua prijsniveau zijn deze casco's vergelijkbaar met traditio-

neel gebouwde casco's. Worden de extra voordelen, zoals sneller bouwen, geen stucadoorswerk, minder en efficiënter installatiewerk op de bouwplaats en minder risico meegenomen in de prijsvergelijking, dan zal snel blijken dat de Bestcon 60 woningbouwcasco's een vernieuwende en concurrerende manier van bouwen zijn.

Vanaf 7 à 8 woningen is het Bestcon 60 woningbouwsysteem interessant. Deze kleine seriegrootte kan gehaald worden uit het gestandaardiseerde productieproces: de vloeren worden vervaardigd op een stalen voorspanbaan (lange-baan principe). De wanden worden traditioneel vervaardigd op houten bodems met houten lijstwerk. Met weinig ombouwen kunnen de elementen per project worden afgestemd. De enige investering die per project 'terugverdiend' moet worden zijn de tekenkosten.



Het Bestcon 60 woningbouwsysteem is tevens geschikt voor hoogbouw. Wanneer de vloeren en wanden worden toegepast in appartementenbouw zal omwille van het geluid de dikte moeten worden aangepast. Dit vormt geen enkel probleem voor het productieproces. De massieve vloer maakt het doorstapelen van wanden op deze vloer mogelijk. Alleen het inklemmingsmoment van de vloer zal door middel van extra wapening moeten worden opgenomen. ■

Literatuur:

- 1. Cement 1991 nfr. 4. Bestcon 30. Bouwsysteem voor kantoorgebouwen

Projectgegevens

Project 46 woningen in Geldrop

architect Architectenbureau Van den Pauwert bna;
constructeur Adviesbureau voor Bouwconstructies Ing. L. Snijders;
aannemer MUWI Eindhoven
prefab casco's IBC Betonbouw

6 | Detail in verband met demonteerbaar bouwen
 4 | Montage project 46 woningen in Geldrop

Onderzoek & technologie
Prefabricage

Casco '600 gulden woning' biedt meer dan zuinig bouwen



De 600 gulden woning, project Dordrecht

Frans Oremus

Een uitgekend betonnen casco met gefabriceerde elementen, een 80-ton's rupskraan en een ervaren montageploeg. Deze middelen vormen de basis voor de '600 gulden woning', die in 1997 werd gepresenteerd door Ballast Nedam Woningbouw en woningstichting Progrez uit Dordrecht. Deze woning vormde het antwoord op de vraag naar betaalbare eengezinswoningen die zonder subsidie gerealiseerd kunnen worden. Het concept wordt inmiddels op diverse locaties toegepast. 'Dat biedt ons de mogelijkheid het casco nog verder te innoveren op het gebied van milieurendement, comfort en rationaliteit', aldus ing. Th. Baessenkool van Heembeton, bedenker en producent van het casco.

In de woningbouw bestaat de laatste jaren weer heel veel aandacht voor rationele- of geïndustrialiseerde woningbouw. Een van de oorzaken hiervoor vormt het Besluit Woninggebonden Subsidies (BWS) dat de overheid nam in 1995. Op grond hiervan ontwikkelden bovengenoemde partijen de '600 gulden woning' (die als koopwoning zo'n f165.000 kost). Het resultaat bleek een complete eengezinswoning, die alleen in maatvoering enige soberheid laat zien. De eerste woningen werden vorig jaar opgeleverd in Dordrecht.

Ook andere woningbouwers rationaliseerden hun bouwproces. Slokker introduceerde zo'n twee jaar geleden het Slokker Woonplan en Intervam timmert op de Vinedlocaties aan de weg met zijn Waarde- en Riantwoning. Rationalisering van het bouwproces staat bij al deze

procédés centraal. En net als bij de '600 gulden woning' is een hoge productie voorwaarde voor een lage prijs. Hoe groter de aantallen die worden neergezet, hoe lager de prijs uitvalt. Het niveau van f600,- wordt bereikt als er met grote series (zo'n 350 woningen) wordt gewerkt. De vaste kosten zoals teken- en rekenwerk, malopbouw- en malobouwkosten kunnen dan over een groter aantal worden omgeslagen, waardoor een lagere prijs ontstaat. Het is overigens niet noodzakelijk dat deze hoeveelheid woningen op één locatie wordt neergezet, bijvoorbeeld montage op twaalf locaties is ook mogelijk.

Prefab

Het industriële concept van Heembeton berust op prefabricage van alle casco-onderdelen in de fabriek. Voordelen hiervan zijn dat er minder materiaal wordt gebruikt en dat de woningen

Onderzoek & technologie
 Prefabricage

demontabel zijn. Een aantal jaren geleden werd een bestaande flat in Middelburg (over zes lagen) afgetopt. De vrijkomende bouwdeelen werden vervolgens weer ingezet bij de bouw van nieuwe woningen. (Cement 1988 nr. 1.).

De basis voor de '600 gulden woning' werd eigenlijk al in 1976 gelegd, zo vertelt Boessenkool, beheerder van het casco-bouwstelsel bij Heembeton. Rond die tijd werd het stelsel ontwikkeld, dat nu het skelet vormt van de '600 gulden woning' van Ballast Nedam en architect Wytze Patijn (de huidige Rijksbouwmeester). Het concept werd in de afgelopen decennia wel verfijnd en ook liggen er weer nieuwe plannen.

De geprefabriceerde betonelementen voor de huidige casco's worden gemonteerd door speciaal opgeleide ploegen volgens een gecertificeerd proces (ISO 9002), waarmee een hoge Energie Prestatienorm kan worden gehaald. Het is verder mogelijk om in vijf werkbare dagen zo'n elf woningen neer te zetten.

Als technische gegevens gelden dat de begane grond van deze woningen is uitgevoerd in een ribcassettevloer. De stabiliteit wordt uit de gevels gehaald, waardoor in de woning geen stabilisatiewanden nodig zijn. Een optimaal leidingverloop en het reeds assembleren van de kozijnen in de fabriek verhogen de rationaliteit, en daarmee de bouwtijd.

Maatwerk

De industriële woningbouw lijkt met de hierboven beschreven initiatieven van zowel grote bouwers als toeleveranciers, een nieuwe impuls te hebben gekregen. Dit nadat ze in de jaren zeventig en tachtig in feite in de ban was gedaan. De tijd van de (naoorlogse) productie van grote aantallen woningen was toen voorbij. Men ging van kwantiteit over op kwaliteit. Industriële woning-

bouw in de verschijningsvorm van bijvoorbeeld de Era-flats (Van Eesterens rationele aanpak), die met name in de Randstad verzezen, paste niet meer in dit plaatje. Er was behoefte aan maatwerk, differentiatie en ruimer opgezette woningen.

Dat de industriële woningbouw in de jaren negentig weer opgang doet, heeft onder meer te maken met nieuwe technieken, waardoor de variatiemogelijkheden veel groter zijn geworden. Daarnaast speelt de grote kwantitatieve opgave op de Vinexlocaties een rol in de herbezinning op industrialisatie. De nadruk ligt nu echter, veel meer dan in de jaren zestig en zeventig, op architectonische en woonkwaliteit. Er wordt gerationaliseerd, maar de bedrijfstak heeft nu meer oog voor details. Veel industriële woningbouwers keken hiertoe naar de auto-industrie, waar verscheidenheid gepaard gaat met grote aantallen.

Onbegrip

Hoewel er duidelijk behoefte is aan het geïndustrialiseerde casco-concept van Heembeton – er blijft voldoende marktaandeel over voor in het werk gemaakte casco's – bestaat er soms enig onbegrip bij de opdrachtgevers over het concept, aldus Boessenkool. 'Kernpunt van ons concept is rationalisatie. Daarin en op de besparing van materiaal, zit de kern van het goedkope bouwen. De aannemer en de projectontwikkelaar moeten daar gebruik van kunnen maken. Het is mogelijk om in tien tot twaalf weken een volledig afgewerkte woning op te leveren. Dat is ons in de praktijk gelukt. De aannemer die ons inhuint moet dan wel een optimale tijdsplanning zetten op zijn dak-, metsel- en afwerkploegen. Het kan dus heel snel en om een optimaal rendement te halen moet dat ook.

Toch zien wij regelmatig gebeuren dat de bouw, na oplevering

Montage wandelement Foto: Van Lee & Partners





Onderzoek & technologie
Prefabricage

de '600 gulden woning' werd gebruikt biedt ook mogelijkheden voor het luxere segment. Prefab elementen voor woningen in een bredere beukmaat zijn immers even gemakkelijk in serie te produceren. Daarnaast is cascobouw (logistiek) handig voor inbreidingsgebieden waar gebrek aan ruimte op de bouwplaats is. Er is geen tunnelbekisting nodig en het materieel kan 's-avonds, na werktijd, worden weggehaald. Heembeton houdt zich verder bezig met recycling, en daarmee met de milieuverbetering van zijn product. Naast het opnieuw inzetten van eerder gebruikte bouwdeelen, wordt gewerkt aan het 'breed inzetten' van granulaatbeton voor de nieuw te produceren casco's. Boessenkool: 'Samen met de Betonvereniging hebben we een demonstratieproject gerealiseerd waarbij 100% vervanging van grof toeslagmateriaal door menggranulaat in wanden en binnenspouwbladen mogelijk bleek. We zijn nu bezig met de ontwikkeling van een casco van menggranulaat, waarbij we de in het demonstratieproject opgedane kennis in het productieproces gaan integreren.' ■

Voorbeeld van een project met vrije indeling

van het casco, een week of tien stil ligt. Dat komt vaak voort uit onbekendheid met het concept. Om die reden doen we graag zo vroeg mogelijk mee aan de

besluitvorming van projecten'. In de toekomst verwacht Heembeton het casco verder te innoveren op het gebied van comfort en milieu. Het cascoconcept dat voor



Wens Wonen met prefab betoncasco

ir. J.L. Gijsman, IBC Betonbouw, Best

'Flexibiliteit voor de koper', het toverwoord voor de moderne woonconsument. IBC introduceerde in 2001 het WensWonen-concept. Dit woonconcept maakt een optimale flexibiliteit mogelijk voor de koper. Over de mogelijkheden van het concept en hoe dit technisch wordt gerealiseerd, handelt dit artikel.

Van confectie naar maatwerk

Binnen het WensWonen-concept heeft de toekomstige bewoner een enorme keuzevrijheid. Meer of minder kamers, een andere plattegrond, een andere gevelindeling, een extra badkamer, een extra verdieping of een extra uitbouw, het is allemaal mogelijk. Zelfs het verplaatsen van de badkamer en de keuken behoort tot de opties. Dat dit tegemoetkomt aan de wensen van de consument spreekt voor zichzelf, maar ook voor corporaties en institutionele beleggers biedt dit unieke mogelijkheden, vooral met betrekking tot het later wijzigen van indelingen, plattegronden enz.

Casco

Het casco wordt gerealiseerd met het Bestcon 60 Woningbouwsysteem. Dit systeem bestaat uit prefab betonnen wanden (ankerloos) en massieve voorgespannen prefab vloerplaten. In deze vloeren worden de leidingen voor rioering en ventilatie al in de fabriek

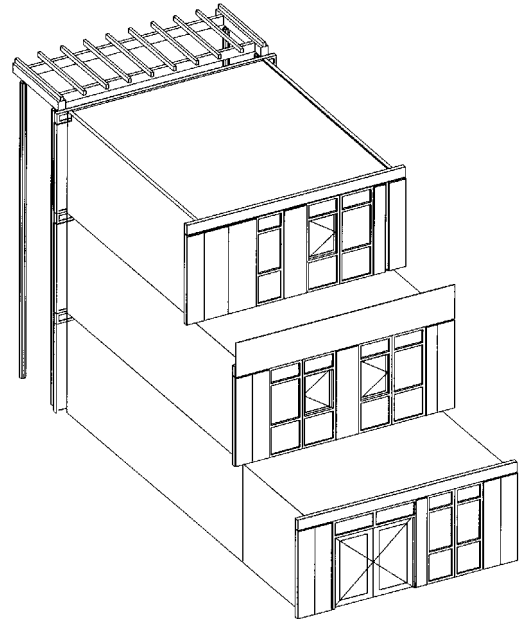
ingestort. De stabiliteit wordt waarborgd door stabiliteitswanden.

Flexibiliteit in grootte

Het concept kent klantspecifieke uitbreidingsmogelijkheden. Deze worden gerealiseerd met een ahangmodule en/of een optopmodule. Het zijn lichte modules, die vergaand zijn geprefabriceerd, en zonder extra funderingen of constructieve ingrepen aan het casco kunnen worden bevestigd / gehangen. De modules zijn opgebouwd uit stalen walsprofielen en koudgeformde stalen liggers, die bekleed worden met isolatiemateriaal en beplating. Deze modules kunnen zowel in de bouwfase als naderhand bij verbouwingen worden aangebracht (fig. 1).

Flexibiliteit in leidingwerk

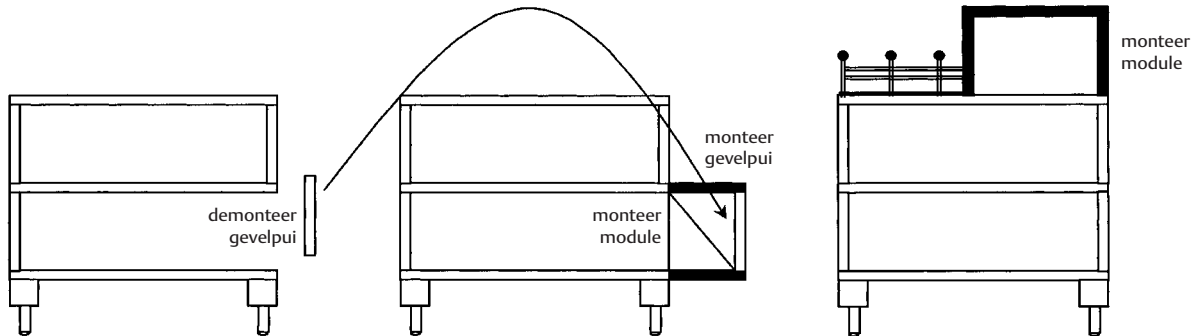
Voor een maximale flexibiliteit in afvoerleidingen en ventilatiekanalen, wordt gebruikgemaakt van een ringleidingsysteem, dat in de prefab betonvloeren is ingestort.



Het opnemen van extra leidingen vergroot de flexibiliteit van de indeling: zo kan de badkamer op elke plaats in de woning worden gesitueerd. De keuken kan daar geplaatst worden waar de bewoner het wil: voor- of achterin de woning, of op de eerste verdieping. Dit alles is mogelijk zonder het casco te hoeven aanpassen. Voor de elektravoorzieningen wor-

2 | Principe-gevel opgebouwd met modulaire delen

1 | Twee mogelijkheden tot woninguitbreiding: aanbouw en opbouw



Constructie & uitvoering
Woningbouw
3 | Montagefase woningen
 Zaltbommel

4 | Variatie in gevelpatroon

6 | Dakopbouw woningen
 Zaltbommel

7 | Halfronde erker als
 standaard-optie

foto's 4, 6 en 7:
 Steef Croonen, Malden



den plintgoten toegepast, tegen de dragende wanden en buitenmuren. Op die manier is elke plaats in de woning met elektriciteit te bereiken. Verder worden draadloze schakelaars gemonteerd voor het bedienen van de lichtpunten.

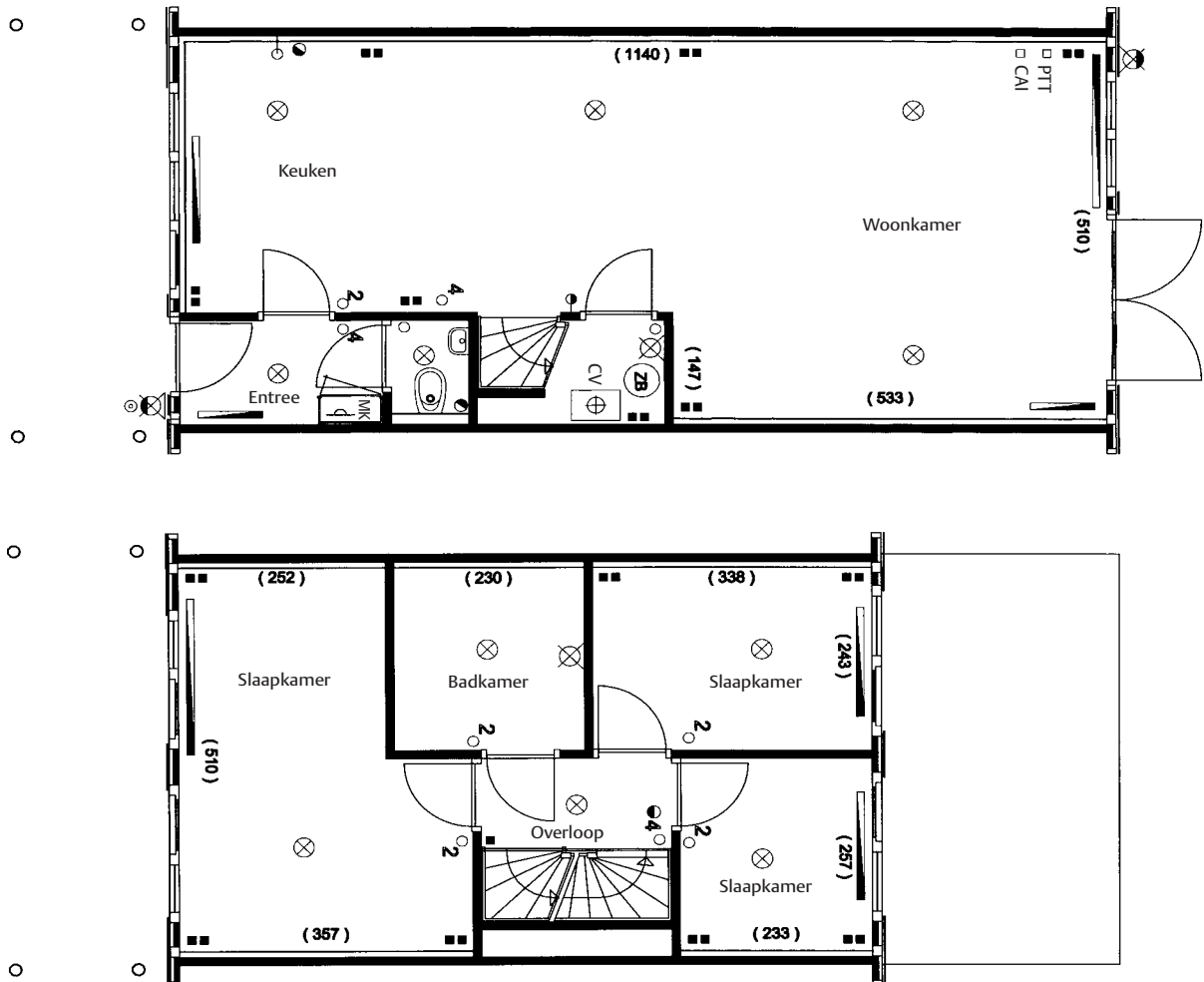
Flexibiliteit in de gevels

Als gevelbekleding worden modulaire houten geveldelen toegepast. Aangezien vooraf niet vaststaat hoe de gevel eruit komt te zien – immers de binnenindeling wordt later door de klant bepaald – zijn er circa dertig verschillende geveldelen ontwikkeld. Deze zijn modulair en per verdieping uitwisselbaar (fig. 2). Het bevestigen van de geveldelen gaat eenvoudig, zodat de koper in het gebruiksstadium zelf gevelpanelen kan verwisselen.

Communicatie met de koper

Voor de communicatie met de koper is de 'Woonplanner' ontwikkeld, een programma dat beschikbaar is op CD-Rom. Hiermee kan de koper op eenvoudige wijze zijn of haar woning samenstellen. Het verplaatsen van binnenwanden is mogelijk, de plaatsing van de badkamer en keuken wordt bepaald, en de toekomstige bewoner kan kiezen voor toepassing van de optop- of aanhang-

Constructie & uitvoering
 Woningbouw



module. Het aardige is dat bij deze Woonplanner een kostenteller meeloopt, zodat de koper exact kan zien wat een bepaalde wijziging kost. Als de indeling is gekozen, wordt die gescreend door de architect, om eventuele strijdigheden met het Bouwbesluit te voorkomen.

Eerste project

In de zomer van 2001 is gestart met de bouw van het eerste Wenswonen-project, namelijk 38 woningen in Zaltbommel (foto's 3 en 4). Het project beslaat twee rijen woningen, met daarin drie hoofdtypen: de rijtjeswoning, een kop-

woning en een poortwoning. Al deze woningen zijn individueel indeelbaar.

Bijzonder bij dit project is dat de gemeente van tevoren niet wist hoe dit project er uit zou gaan zien. Zowel de gevelindeling als de grootte van de woningen is klantspecifiek. Wanneer we de tekeningen bekijken hoe de woningen eruit gaan zien, is een flinke variatie waarneembaar (fig. 5a en 5b). Echter, door een weloverwogen keuze van de opbouw van de modulaire geveldelen, ontstaat het beeld van een consistent geheel (foto's 6 en 7). Klantspecifiek bouwen is dus niet alleen een

nieuwe weg voor projectontwikkelaar en aannemer, maar zeker voor architect en overheid. Begin 2002 wordt dit project opgeleverd. ■

5 | Keuzevrijheid in
 woninggrootte

Constructie & uitvoering

Woningbouw

Derde generatie Heembetoncasco

Van schets tot wind- en waterdicht

ing. J.W. Roël, Heembeton

Het Heembetoncasco is de afgelopen jaren diverse keren in Cement aan de orde geweest. Niet zonder reden, want de ontwikkelingen hebben nooit stilgestaan bij, wat bepaalde tijd zelfs 's lands enige prefab-betoncascobouwer was. Sinds kort is een derdegeneratiecasco op de markt. Het eerste project met dit systeem, twaalf woningen in Eindhoven, is inmiddels opgeleverd.

7 | Casco in Eindhoven in vijf dagen wind- en waterdicht



De eerste generatie betrof een casco met lasverbindingen inclusief kozijnen zonder glas. Deze standaard-lasverbindingen waren ook in de hoogbouw toepasbaar. In de wanden zat voornamelijk traditionele wapening. De derde generatie heeft minder verbindingen dan de vorige twee generaties en wordt wind- en waterdicht afgeleverd. De lasverbindingen zijn vereenvoudigd en eenduidiger geworden. De wanden zijn voorgespannen en specifiek voor laagbouw. In de praktijk geeft het minder afwerking. Het casco in Eindhoven is wind- en waterdicht in vijf dagen gerealiseerd (foto 1).

Vooruitzien/ vooruitwerken

Doorlooptijd

De fabriek in Lelystad is sinds kort uitgebreid met een nieuwe pro-

ductielijn, die meer flexibiliteit in seriegrootte en een hoogwaardiger product garandeert. Voorop staat dat de productie efficiënter verloopt en dat het '9-4-9' ruwbouwcasco op de bouwplaats snel en eenvoudig in elkaar gezet kan worden.

Flexibiliteit

Recent is ook baan 2 in de fabriek in Lelystad gemoderniseerd. In deze productielijn wordt de mal opgebouwd met magneetlijsten en via laserprojectie worden de wensen van de klant op de maltafel geprojecteerd. Wijzigingen zijn nu tot op het laatste moment mogelijk. Binnenkort kunnen ook elementtekeningen tot kort voor productie nog worden gewijzigd. Elke maltafel produceert als het ware een uniek element, waardoor de seriegrootte 1 wordt.

Maatfouten komen dan bijna niet meer voor. De flexibiliteit van het product zelf is een ander verhaal. In studie is de vraag of drager en inbouw nu wel of niet moeten worden gescheiden. Oplossingen worden gezocht voor zowel:

- scheiding drager-inbouw, zowel voor vloer als voor wand en gevel, door standaard-sparingen aan te brengen;
- niet-scheiding drager-inbouw voor vloer en wand, door multifunctionele systemen toe te passen.

Verwerking

Het laagbouwcasco ontleent zijn constructieve stabiliteit onder meer aan de gelaste verbindingen. Door de ontwikkeling van het 9-4-9 systeem is het mogelijk geworden de constructieve lasverbinding te vervangen door minder en eenvoudiger lasverbindingen, aangevuld met een aangepast voegdetail.

In de meeste gevallen zijn de verbindingen aan de binnenzijde niet zichtbaar geplaatst. Afwerking achteraf is dus niet nodig. Bekeken wordt in hoeverre een flexibele ploegbezetting in combinatie met flexibele kraaninzet kan leiden tot bijvoorbeeld een efficiëntere montagevorm. Het op een andere wijze aanbrengen van de onderstopmortel heeft hierbij de speciale aandacht. Ook lopen er onderzoeken naar het monteren van de dragende wandelementen zonder onderstopmortel.

Toegevoegde waarde

Integratie van de verschillende toeleveranciers in ontwerp-, uitwerkings- en productiefase is een

veel geuite wens. Heembeton speelt hierop in door bijvoorbeeld het aanbrengen van isolatie op de elementen, en/of het assembleren van afgelakte raam- en deurkozijnen inclusief glas.

De contacten met producenten van prefab funderingen en dakelementen zijn gelegd. In de toekomst wordt bekeken of prefab fundering en dakelement constructief en bouwtechnisch beter op het casco kunnen worden afgestemd. Dit kan aanzienlijke besparingen opleveren in zowel afmeting als hoeveelheid.

Het uiteindelijke resultaat zou dan moeten zijn: het integraal aanbieden en monteren van zowel het casco als fundering en dakelement.

Prefab / duurzaam

Ecobuild Research

Een andere uitdagende ontwikkeling is het onderzoeks- c.q. testproject Ecobuild, een uniek samenwerkingsverband tussen Wilma Bouw, ECN, Aedes, Unidek, Econosto, Limburg Kozijnen en Heembeton. In dit project zijn twee 9-4-9-ruwbouwcasco's geplaatst bij de ECN in Petten. De wanden zijn voorzien van verwarmingselementen en de verdiepingvloer van leidingwerk om de woning te verwarmen/koelen. De woningen worden gedurende vier jaar getest op de onderzoeksthema's 'comfort' en 'toepasbaarheid'.

Op weg naar duurzaam wooncomfort

Doel van het project is het ontwikkelen van betaalbare woonconcepten, die geschikt zijn om grootschalig in de (sociale) woningbouw te worden toegepast. In eerste instantie wordt gekeken naar een zeer laag energiegebruik (EPC-waarde van 0,5), een sterk gereduceerde milieulast en de goede eigenschappen van het binnenklimaat, zoals comfort en gezondheid.

Het thema 'comfort' wordt voornamelijk onderzocht aan de hand



2 | Experiment met de warmtewand; verwarmingselementen worden ingestort

van metingen en beoordelingsaspecten. De EPC van een woning wordt verlaagd door de verbetering van de schil van de woning (meer isolatie, minder koudebruggen) en energiezuiniger installatie en duurzame energie ten behoeve van verwarming, ventilatie, warm water, verlichting en (eventueel) koeling. Daardoor verandert het binnenklimaat van de betreffende woning, wat weer consequenties heeft voor de comfortbeleving en de gezondheidsaspecten

In het thema 'toepasbaarheid' worden de materiaalaspecten, de technische toepasbaarheid en de toepasbaarheid in zowel nieuwbouw als bestaande bouw onderzocht. Alle concepten worden onderzocht op eventuele negatieve en positieve aspecten in relatie tot de nieuwe regelgeving van VROM met betrekking tot het materiaalgebruik in de woningbouw.

Testvragen

Waarom doet Heembeton aan dit testproject mee? Om antwoord te krijgen op de vraag waaraan een ruwbouwcasco in de toekomst moet voldoen op het gebied van bijvoorbeeld de energieprestatienormen. Nieuw in de woningbouw is de ontwikkeling van wandverwarming, met de zoge-

noemde 'knuffelmuren'. Om dit deelgebied te onderzoeken zijn in Ecobuild verwarmingselementen geïntegreerd in het plafond van de benedenverdieping (foto 2). De verschillende warmte- en koudeafgiftesystemen worden beproefd. Het plafond is zo ontworpen dat de meeste warmte ten goede komt aan de benedenverdieping, terwijl ook de eerste verdieping wordt verwarmd.

Daarnaast zullen de eigen ontwikkelingen op het gebied van een gunstige luchtdichtheid van het casco (kozijnen, wand- c.q. gevelaansluitingen) worden getest. Kortom, het casco als product is nog lang niet uitontwikkeld. Zowel bouwtechnisch als bouwfysisch zal het casco zich doorontwikkelen tot een product dat minimaal voldoet aan de geldende regelgeving, en eventueel een stapje meer. ■

Lichtbeton woningbouwcasco's voor individueel wonen

ing. E. Heling, Alvon Bouwsystemen

In Nederland wordt lichtbeton in de woningbouw onder meer gebruikt voor dragende en niet-dragende binnenspouwbladen, woningscheidende wanden, uitgevoerd als ankerloze spouwmuur of massieve wand, alsmede voor separatiwand. Deze wandconstructies worden gecombineerd met andere betonelementen. De begane-grondvloer is meestal een combinatievloer, ribcassettevloer of geïsoleerde kanaalplaatvloer. De verdiepingsvloer is bij voorkeur een kanaalplaatvloer of andere massieve prefab vloer om een droge montagebouw mogelijk te maken. Indien uit constructieve of geluidstechnische eisen een breedplaatvloer noodzakelijk is, kan ook dit vloersysteem worden toegepast.

De oorsprong van het bouwen met lichtbeton ligt in Denemarken, waar de toepassing wijd verbreid is; vergelijkbaar met kalkzandsteen in Nederland. Lichtbeton wordt toegepast in stenen, blokken, wandhoge prefab-elementen, vloeren, daken en gevel-elementen. Kalkzandsteen is in Denemarken nagenoeg onbekend. De interesse van Alvon Bouwsystemen in deze Deense bouwmethodieken heeft geleid tot een intensieve samenwerking en contacten binnen Fiboment A/S: de machinefabriek, de korelleverancier en een elementenfabriek. Sinds 1989 produceert Alvon lichtbeton wandelementen voor de ruwbouw van eengezinswoningen.

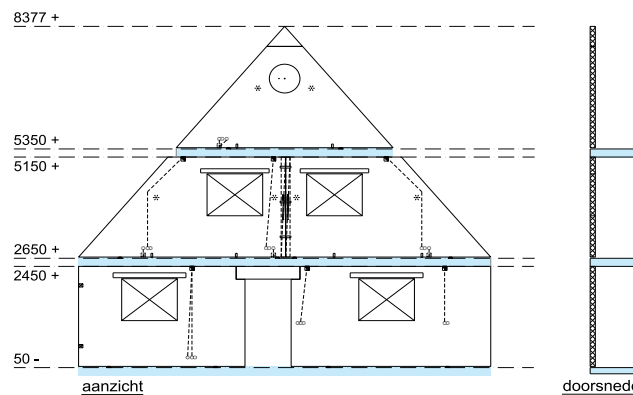
De bouw van eengezinswoningen in Denemarken is met betrekking tot gevels vergelijkbaar met Nederland: spouwmuren met een buitenblad van metselwerk. Verdiepingsvloeren bestaan veelal uit prefab lichtbetonelementen en zoldervloeren uit houtconstructies. In Duitsland neemt het marktaandeel van prefab-lichtbetoncasco's eveneens toe. De gevels worden zowel uitgevoerd als spouwmuur en als gepleisterde massieve lichtbetonwanden met een dikte van 200 tot 350 mm, al of niet voorzien van buitengevelisolatie.

De huidige productiecapaciteit per jaar voor lichtbetonwanden bij Alvon is 175 000 m²; dit komt gemiddeld overeen met circa 850 woningen of woningequivalen-

ten. Deze hoeveelheid legt beperkingen op ten aanzien van de projectgroottes. Een orderportefeuille met veel kleinere projecten is beter te beheersen dan met een beperkt aantal grotere. Bij voorkeur wordt de grootte van een opdracht beperkt tot omstreeks dertig woningen. Van de lichtbetoncasco's wordt zo'n 35% toegepast in individuele, vrijstaande woningen met seriegroote 1. Ongeveer 50% wordt geleverd voor twee-onder-één-kap- en rijtjeswoningen en circa 15% in appartementen.



Casco (montage) in aanbouw



Aanzicht kopgevel

Constructie & uitvoering

Woningbouw

Prefab-lichtbetoncasco

In Denemarken en Duitsland kent men een brede 'range' sterkteklassen voor lichtbeton, namelijk van LB 2 t.m. LB 55, waarbij de soortelijke massa varieert van 450 kg/m³ tot circa 2200 kg/m³. Lagere druksterktes als LB 8 zijn in Duitsland bedoeld voor gepleisterde massieve gevels zonder verder isolatiemateriaal. In Nederland is deze variatie nagenoeg onbekend en niet geaccepteerd. Lichtbeton in sterkteklassen groter dan 25 N/mm² heeft qua productie en toepassing nauwelijks voordeel in vergelijking tot normaal beton. Alvon beperkt het assortiment tot LB 8, LB 10 en LB 25 met volumieke massa's tussen 1500 kg/m³ en circa 2000 kg/m³. Voor de lichtbetonmengsels worden geëxpandeerde gebroken kleikorrels met korrelgrootte 0-4 mm toegepast. De water-cementfactor is circa 0,35. Daardoor is een normale verdichting van de aardvochtige specie met trilmotoren niet mogelijk. Verdichten gebeurt met een trilwals, waardoor ook de stortzijde zeer vlak is. De geproduceerde wanddiktes variëren van 70 mm tot 300 mm; de wandlengtes variëren van 300 mm tot 10000 mm en de wandhoogte is maximaal 3400 mm. Door de mindere druksterkte van het lichtbeton wordt de toepassing beperkt tot maximaal vier bouwlagen.

Ontwerp

De stabiliteit wordt verkregen uit dragende gevels, dwarswanden naast de trap en dergelijke of, bij appartementen, uit stabiliteitskernen. Onderlinge wandverbindingen worden gerealiseerd met een combinatie van lijmvoeg en ankers. Bij wanddiktes groter dan 150 mm kan ook een natte verbinding gerealiseerd worden via een mortelvoeg met verbindingswapening. Voor wand-vloeraansluitingen wordt al of niet een verankering voorzien, afhankelijk van het gebouwtype. Lateiconstructies kunnen bestaan uit in het wandelement opgenomen wapeningskorven, ingestorte IPE-profielen, losse betonlateien of losse stalen balken. De wanden worden met een stelruimte van 30 mm op de ruwe betonvloer gemonteerd. De elementhoogte is verdiepingshoogte min de dikte van de verdiepingvloer. Separatiewanden worden 10 à 20 mm vrijgehouden van de bovenliggende betonvloer. Alle gebruikelijke voorzieningen zoals elektradozen en -leidingen, leidingen voor warmtewanden, kunnen worden ingestort.

Orderdoorloop

De normale levertijd na opdrachtverstrekking is circa acht weken. Deze tijd is benodigd voor voorbereiding, productie en montage.

Voorbereiding

Het voorbereidingsproces omvat vooral het reken- en tekenwerk op basis van bestek- en werktekeningen van de architect en uitgangspunten van de hoofd constructeur. Alvon maakt een indelingstekening met wandaanzichten en details. Hierop volgt een controle door de opdrachtgever, waarbij tevens de benodigde instortvoorzieningen worden opgegeven. Daarna worden de tekeningen definitief gemaakt voor productie en montage. Indien bij opdrachtverstrekking alle tekeningen, uitgangspunten, instortvoorzieningen en detailleringen bekend zijn, kan de levertijd beperkt worden tot zes weken. De eerste controleronde kan hierbij worden overgeslagen.

Productie

De productiedoorloop is zodanig georganiseerd, dat elke dag de stalen maltafels qua omranding opnieuw worden opgebouwd. De onderzijde van de elementen wordt tegen een vaste stalen rand gestort. De overige zijden worden met lichte aluminium profielen en magneten opgebouwd. Voor kozijnsparingen wordt bij kleinere series een houten omranding gebruikt; bij grotere series een vaste stalen omranding. Toegeleverde kozijnen kunnen worden ingestort. Na inbouw van de voorzieningen wordt het mengsel in twee lagen gestort met een bepaalde overhoogte van de elementdikte. De eerste laag (halve wanddikte) wordt tamelijk vlak afgereid. Hierop worden een wapeningsnet, alle benodigde verankeringen, hijsankers en eventuele extra wapening aangebracht. Daarna volgt de tweede laag. Na vlak afreien, wordt het mengsel in de mal met een trilwals verdicht tot de vereiste wanddikte. Wegens de lage water-cementfactor en een beperkte malverwarming, is afdekken van de elementen direct na het walsen noodzakelijk. Na minimaal twaalf uur kunnen de elementen ontkist

Montage begane grond



Constructie & uitvoering
 Woningbouw

worden. Voor het ontkisten van dit type lichtbeton zijn kanteltafels vereist.

Montage

De elementen worden in de juiste montagevolgorde naar het werk gebracht. Een montageploeg bestaat uit vier man en kraan. Per uur kunnen vier à vijf elementen gemonteerd worden. De beganegrondvloer dient al eerder gemonteerd te zijn inclusief de daarop benodigde stelvoorzieningen. Een gemiddeld woningcasco inclusief verdiepingvloer(en) staat in één dag. Het bouwbedrijf kan de montage zelf doen. Is men echter niet bekend met dit prefab systeem, dan begeleidt een instructeur van Alvon de eerste dag de montage. De montage kan desgewenst ook geheel door Alvon verzorgd worden.

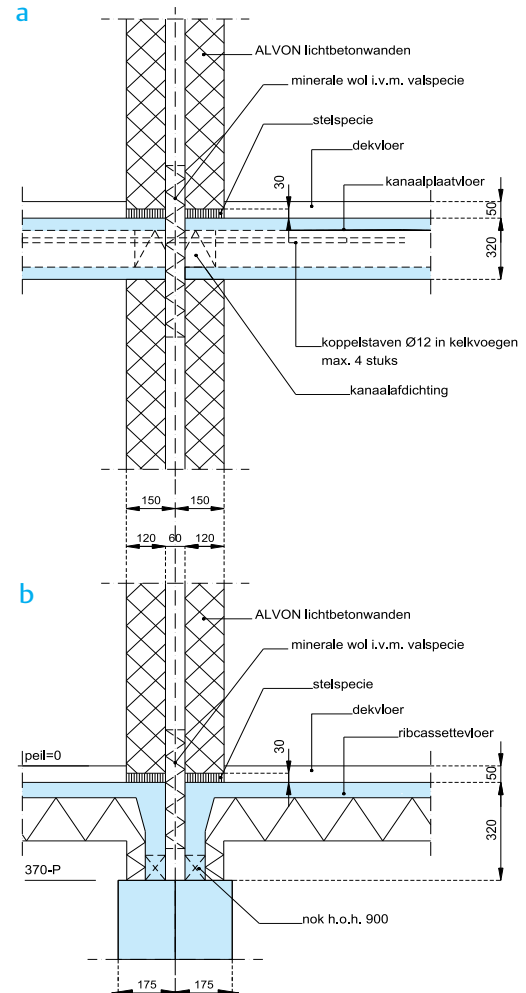
Flexibiliteit

Voor een prefab bouwsysteem is de flexibiliteit van het Alvon lichtbetoncasco erg groot. Voorbereiding en productie zijn gebaseerd op het uitgangspunt dat individuele bouw met seriegrootte 1 mogelijk moet zijn voor een concurrerende prijs. In de voorbereiding betekent dit een relatief grote en sterke organisatie bij verkoop, calculatie, tekenwerk, planning en expeditie. Op het moment dat de bouwvergunning wordt aange-

vraagd bij de gemeente, begint Alvon met de voorbereiding. Na afgifte bouwvergunning kan de eerste levering dan spoedig plaatshebben. Tot circa drie weken voor levering (dus voor productie) kan de opdrachtgever nog wijzigingen aanbrengen: maatvoering van de elementen, kozijnen, elektra enz. Na levering en montage kunnen eventueel instortvoorzieningen nog aangepast worden. Het frezen en boren van elektraleidingen en inbouwdozen blijft altijd mogelijk: dit gaat in lichtbeton erg gemakkelijk en de aanwezige wapening bevindt zich in het midden van de wanddikte. Scheidingswanden kunnen te allen tijde worden toegevoegd, verplaatst of weggelaten. Lichtbeton is tevens goed spijkerbaar, bijvoorbeeld voor het ophangen van allerlei voorwerpen.

Kosten en kostenbeheersing

Diverse kostenvergelijkingen van bouwbedrijven en calculatiebureaus hebben aangetoond dat het Alvon lichtbetoncasco zeer concurrerend is bij kleinschalige projecten, een interessant alternatief is bij middelgrote projecten en te duur voor grote projecten. Alvon heeft gekozen voor een organisatieopbouw, toegespitst op arbeidsintensieve opdrachten, zowel in voorbereiding als productie. De



organisatie is voorbereid op veel verschillende uitvoeringen. Het prijsverschil in Alvon lichtbetoncasco's voor individuele bouw versus een middelgroot werk (ca. twintig woningen) is ongeveer 15%. Het voordeel bij seriebouw ontstaat door minder voorbereiding, betere malbelegging en maximale belading voor transport. Afwijkingen die ombouw in de fabriek tot gevolg hebben, zijn nauwelijks van invloed op de kostprijs. ■

Details woningscheidende wanden verdieping (a) en begane grond (b)



Woning gereed

