

In het voorgaande hoofdstuk zijn de werkwijze en de organisatie van een productiebedrijf beschreven. Daarin is duidelijk naar voren gebracht dat de productiewijze per product verschilt en daarmee tevens de wijze van organiseren. Het beschreven bedrijf is dan ook niet meer dan een groter bedrijf met een breed productassortiment. De keuze voor de productiewijze is in veel bedrijven historisch bepaald en wordt pas aangepast aan de stand der techniek als daar vanuit marktomstandigheden of technische en kostenoverwegingen aanleiding toe is.

In dit hoofdstuk wordt een aantal productiesystemen gepresenteerd, waarbij de selectie mede afhankelijk is van het beschikbare beeldmateriaal op het moment van samenstellen van de definitieve inhoud. De getoonde productiesystemen zijn duidelijk bedrijfsgebonden, zodat ervoor gekozen is om het bedrijf en het product duidelijk te vermelden. Maar het beeldmateriaal geeft wel een duidelijke impressie van de graad van automatisering en de wijze van werken. Hopelijk is er voor de volgende editie meer beeldmateriaal ter beschikking.

Auteur: prof.ir. H.W. Bennenk, TU/e en Adviseur BELTON

3 HET PRODUCEREN VAN ELEMENTEN

Inhoudsopgave

3.1	<i>Het produceren van lineaire elementen</i>	3
3.1.1	De productie van gewapende funderingsbalken in een niet-stationaire lijnopstelling bij B.V. De Ringvaart te Hillegom	
3.1.2	De productie in een lijnopstelling, ook wel lange-banksysteem genoemd	
3.1.3	De productie van de voorgespannen dwarsligger NS 90 bij Spanbeton B.V. te Koudekerk aan den Rijn	
3.1.4	De lijnvormige productie van voorgespannen vloerelementen	
3.1.5	De productie van voorgespannen kanaalplaten volgens het 'slipform'-systeem bij VBI te Huissen	
3.1.6	De productie van ribcassetteplaten in een carrouselstelsel bij Dycore B.V. te Lelystad	
3.1.7	De productie van bekistingplaten in een carrouselstelsel bij Dycore B.V. te Breda	
3.1.8	De productie van gewapende palen in een carrouselstelsel bij B.V. De Ringvaart te Hillegom	
3.2	<i>Het produceren van vlakke elementen</i>	70
3.2.1	De productie van dragende wanden bij Geelen Beton Wanssum B.V. te Wanssum	
3.2.2	De productie van de holle wand bij Alvon B.V. te Veenoord	
3.2.3	De productie van sandwich-gevelelementen bij Hurks Beton B.V. te Veldhoven	
Bijlagen	109
I	De 'Oval Tower' - <i>Cement</i> , 2000 nr. 8	
II	Ontwerp en praktijk van het BubbleDeck-vloersysteem - <i>Cement</i> , 2001 nr. 8	
III	Besparing krimpwapening bij toepassing holle-wandsysteem voor waterdichte wanden - <i>Cement</i> , 2002 nr. 4	
IV	Dycores locatie Lelystad vergaand geautomatiseerd - <i>Cement</i> , 2002 nr. 6	

3.1 HET PRODUCEREN VAN LINEAIRE ELEMENTEN

Onder lineaire elementen verstaat men in hoofdzaak palen, kolommen, balken en veel van de vloerelementen. Die elementen kunnen gewapend of voorgespannen worden uitgevoerd. De productie van gewapende en voorgespannen elementen kan zowel in een *stationair opgestelde mal*, een lijnproductie, als in een *omloopsysteem* plaatsvinden.

Bij een *stationaire* opstelling van de mallen zal de medewerker zijn werkzaamheden verrichten rondom de mal gaand. Alles moet bij de mal worden aangevoerd en ter plekke worden ingebouwd. De betonspecie wordt naar die plek toegebracht, gestort en afgewerkt waarna het element daar verhardt en de cyclus de volgende dag weer kan starten met ontkisten etc.

Door de mal in een spanframe aan te brengen of de mal te dimensioneren op de voorspankrachten, kan men tevens voorgespannen elementen maken in een stationaire, niet-lijngedebonden opstelling.



Foto 3.001: Voorgespannen ribcassetteplaten ingebouwd in een lange mal, die onderdeel is van een carrouselstelsel. De elementlengte wordt bepaald door de plaats van de ingebouwde kopschotten. Bij voorgespannen elementen is een gelijk aantal strengen en een gelijke strengpositie per element per baan aangewezen. Dit is ook de basis voor de baanindeling

Bij een *lijnopstelling* heeft men een vrijwel gelijke werkprocedure voor gewapende en voorgespannen elementen. De mallen hebben dan veelal een grote lengte, 60 of 90 meter is niet ongewoon, waarin meerdere elementen achter elkaar worden geproduceerd, gescheiden door kopschotten.

Voor voorgespannen elementen is dat een zeer gebruikelijke uitvoeringswijze. Palen worden vaak in een veld vervaardigd, waarbij meerdere lineaire mallen naast elkaar zijn gepositioneerd en één geheel vormen.

Een derde productiemogelijkheid is om de elementen te produceren in een omloopsysteem, een carrouselstelsel. Hierbij wordt een bepaalde activiteit op één plaats uitgevoerd en roteert het systeem, bestaande uit platforms - ook wel tafels genoemd - waarop de productie kan plaatsvinden. Dit systeem wordt veel toegepast voor wandenproducties, maar ook al of niet voorgespannen palen en ribcassetteplaten (foto 3.001) worden op deze wijze geproduceerd.

Een voorbeeld van een productie van gewapende prefab funderingsbalken is te zien in de navolgende serie foto's. De wapeningkooien worden toegeleverd. De inbouw van wapening en voorzieningen vindt plaats op een vaste werkpositie. Daarna wordt de gehele mal getransporteerd naar de stortpositie en na het afwerken vervolgens naar de verhardingspositie, waar de volgende dag het geheel weer wordt herhaald.

3.1.1 De productie van gewapende funderingsbalken in een niet-stationaire lijnopstelling bij B.V. De Ringvaart te Hillegom



Foto 3.002: Het start met het voorbereiden van het ontkisten van de balk, die inmiddels 12 tot 16 uur oud is en een kubusdruksterkte van 25 MPa heeft bereikt en daardoor scheurvrij ontkistbaar is. De koppelingen van de zijschotten van de mal zijn al verwijderd, zie ook foto's 3.012 en 3.016



Foto 3.003: De balk hangt nu in de kraan



Foto 3.004: Verschillende mallen voor de diverse balkdoorsneden



Foto 3.005: Wapeningvoorbereiding: het net hangt aan een takel en rust op steunen. De vlechter kan nu op een ergonomisch geschikte hoogte werken en kan er rondom bij



Foto 3.006: De wapening van de balk is goed waar te nemen; de wapeningshaarspelden in de tand lopen door tot onder de takel. De bovenstaven zijn omgezet naar beneden om de verticale kracht van de tand over te kunnen brengen naar de balk zelf. De afstandhouders of dekkingblokjes worden aan de wapening bevestigd



Foto 3.007: Mal voor dubbele productie. Het middenschot blijft staan. De 'oude' palenkisttechniek



Foto 3.008: Reinigen van de mal, daarna oliën. Zie de grote voorraad opgeslagen kopschotten en voorzieningen



Foto 3.009: Kopschot wordt geplaatst



Foto 3.010: Aanbrengen van bekistingolie, om een scheiding te behouden tussen mal en verhard beton



Foto 3.011: Maatvoeren ten behoeve van een voorziening die aangebracht moet worden



Foto 3.012: Aanbrengen van de koppeling van de zijschotten om de speciedruk te kunnen opnemen aan de bovenzijde van de mal en daarmee de breedte van de balk te verzekeren



Foto 3.013: Wapeningkooien op transport naar de mal



Foto 3.014: Plaatsen van de wapeningkooi. Kijk ook hier naar de wapening ter plaatse van de tand



Foto 3.015: De inkassingen zijn opgehangen, waardoor later de oplegging van een aansluitende balk mogelijk wordt



Foto 3.016: Balken zijn bijna stortgereed. De mal kan over een rollenbaan worden getransporteerd naar de stortpositie



Foto 3.017: De mal is getransporteerd, het storten kan beginnen



Foto 3.018: De stortmachine rijdt langs de mal. De hoeveelheid te storten betonspecie wordt door middel van een schroefworm gedoseerd. De storter is hier operator. Hij positioneert de kubel met het knoppenpaneel en regelt tevens hoeveel betonspecie daar wordt gestort



Foto 3.019: Overladen van de betonspecie vanuit het betontransportsysteem. De kantelkubel wordt geleegd in de hopper van de stortmachine. De kantelkubel gaat dan weer terug naar de betonmolen om een nieuwe lading en bestemming te krijgen.



Foto 3.020: Een deel van de betonspecie is gestort. Na het trillen, afstrijken, afdekken en gedurende 12 tot 16 uur verharden, begint de cyclus opnieuw.



Foto 3.021: Afwerken, gewoon gladstrijken van de bovenzijde van de balk waarop later vloerelementen vlak moeten worden ondersteund

3.1.2 De productie in een lijnopstelling, ook wel lange-banksysteem genoemd

Bij lijnopstellingen zal men de voorspankrachten aanbrengen op verankering-units, die hun krachten direct naar de fundering afdragen. Die fundering zorgt ervoor dat deze vrij uitkragende units op vloerhoogte afgesteund worden middels die vloer of balken en dat er voldoende contragewicht achter de unit aanwezig is om een voorspankracht op de juiste productiehoogte te kunnen aanbrengen. De voorspanbanken hebben inmiddels als extreem een capaciteit van 20 000 kN en 20 000 kNm bij een excentriciteit van 1 m (foto 3.022)!



Foto 3.022: Spanunit van 20 000 kN voorspankracht voor brugbalken. De hal bevindt zich in de ombouwfase

De voorspanstrengen worden door de kopschotten heen gestoken, zodat per lijn een gelijke voorspanconfiguratie aangewezen is. De beugels van de elementen worden gebundeld aangebracht in de mal, zodat men daar maar 1 maal de strengen hoeft door te steken.

Hoewel het technisch mogelijk moet zijn het meer mechanisch te doen, is dit nog bijna altijd handwerk. Het uitlopen van strengen is zeker bij balken met veel strengen een zware klus. Men kan de voorspanwapening wel overschieten van de ene zijde naar de andere, maar men moet altijd tussen beugels door. Het kan wel in compacte vorm in een frame buiten de baan geschieden en via dat frame in de mal worden gehesen en uitgelopen op de juiste lengte. In een enkel bedrijf worden de wapening en voorspanning volledig vervaardigd in de wapeningafdeling, vervolgens getransporteerd en dan als een geheel in één keer gemonteerd. Wegens de soms grote balklengte vraagt dit veel ruimte om te manoeuvreren.

De draden of strengen worden individueel of tezamen op spanning gebracht. Het aanbrengen van de voorspanning geschiedt met vijzels. De voorspankracht wordt primair bepaald door de manometerdruk van de vijzel, want het product van:

plunjer oppervlak x oliedruk = de opgewekte voorspankracht + de inwendige wrijving in de vijzel.

Vervolgens wordt gekeken naar de verlenging van de voorspanning, die op 1 mm nauwkeurig kan worden berekend. Ook kan men op de gespannen streng de voorspankracht nog controleren met een Vogtmeter, waarmee men de vervorming meet over 300 mm lengte door de kracht uitgeoefend door een uitgedraaide stift loodrecht op de streng (foto 3.023).



Foto 3.023: Vogtmeter

De verlenging van het voorspanstaal bij het voorspannen is duidelijk te zien bij de productie van voorgespannen dwarsliggers voor spoorwegen, waarbij wordt voorgespannen op de mal. Het aanbrengen van een voorspankracht gaat zowel op vijzeldruk, af te lezen op de manometer van de vijzel, als op verlenging. Bij een voorspanning van 1200 N/mm^2 is de verlenging 6 mm per m. Bij de gefixeerde baanlengte zou de verlenging dus constant moeten zijn. In foto 3.033 is te zien dat men daarvan gebruikmaakt door een pen in een gat te laten zakken als de verlenging is bereikt.

3.1.3 De productie van de voorgespannen dwarsligger NS 90 bij Spanbeton B.V. te Koudekerk aan den Rijn

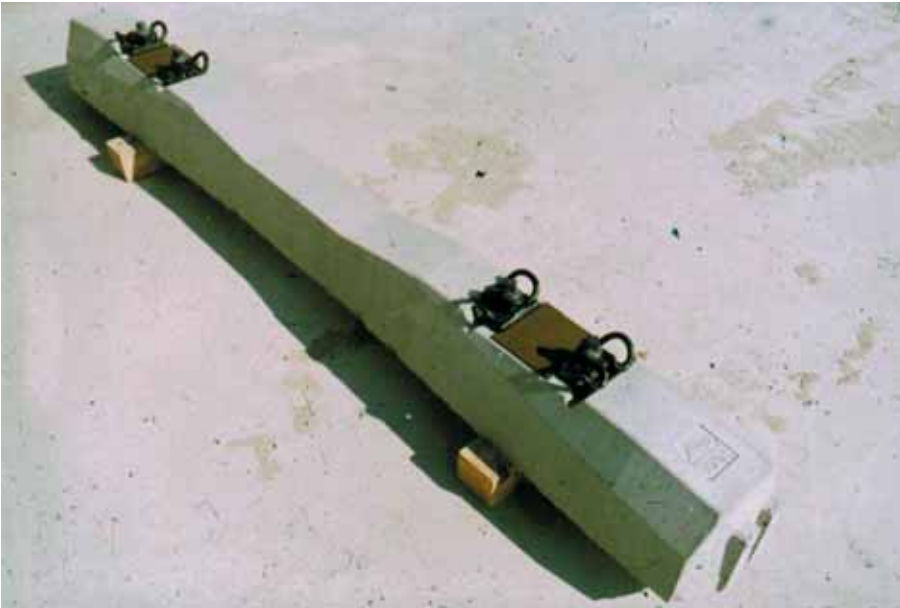


Foto 3.024: De NS 90 dwarsligger is een voorgespannen monoblock, lang 2,50 m. De geproduceerde dwarsligger wordt in de fabriek voorzien van oplegplaatjes en klemmen, zodat bij het bouwen van de spoorbaan een hogere productiesnelheid kan worden bereikt



Foto 3.025: Voor het schoonmaken van de mal, die 1,60 m breed is en circa 90 m lang, wordt een kar op de baan gebracht, die langs de baan kan rijden. Staand op de kar kan men met twee man in een ergonomisch juiste houding de vereiste montagewerkzaamheden verrichten



Foto 3.026: De kar is uitgerust met alle hulpmiddelen om te kunnen zuigen en oliën en pluggen te kunnen plaatsen, waarin later de Vossloh-bouten worden gedraaid, die de railklemmen fixeren op de dwarsligger

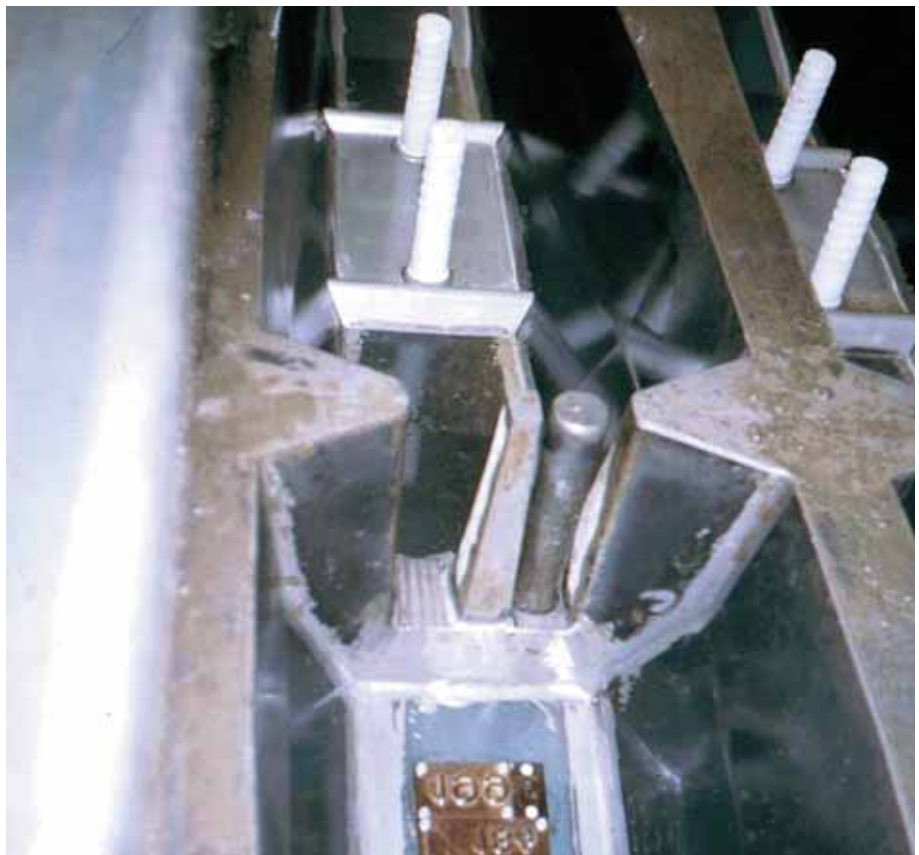


Foto 3.027: In een mal worden 4 x 35 = 140 dwarsliggers geproduceerd. De mal is niet gedeeld. De mal kan in zijn geheel naar beneden en naar boven worden bewogen met een hydraulisch systeem. Doordat de mal doorgaand is, wordt een ligger van 90 m geproduceerd, die ter plaatse van de kop van de dwarsligger is versmald. Daar wordt later de versmalde doorsnede doorgezaagd. Op deze foto is de mal in de lage positie. De pen die tijdelijk de dwarsliggers ondersteunt, is in de hoge positie en steekt nu door de mal heen. Let op de beddingplaat die de exacte positie van de pennen en de helling van de beddingplaat garandeert



Foto 3.028: Elke dwarsligger is met tien stuks 7-draads strengen 6,3 mm - FeP 1860 voorgespannen. Er staan minimaal veertig coils opgesteld. Van elke coil gebruikt men de streng om een baan van veertig strengen te kunnen inrijgen

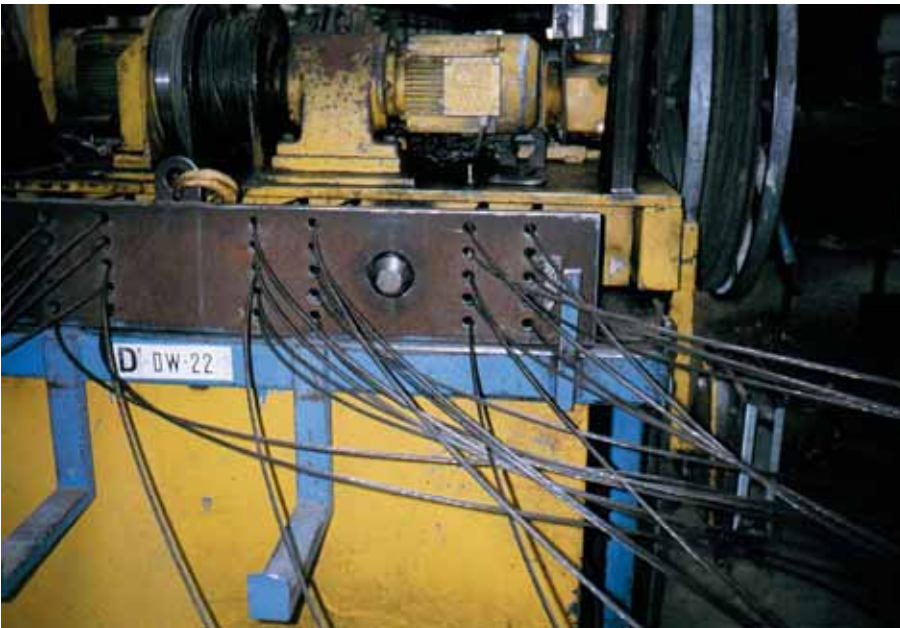


Foto 3.029: Aan de strengentrekkar zit een sjabloon, waarin de streng wordt gestoken. Achter de machine bevinden zich vier kopschotten, die aan het eind van de baan in de bestemde sleuven worden geschoven. De strengen zijn eerder al door het kopschot gestoken en de verankeringswig is aangebracht en vastgezet



Foto 3.030: De schoongemaakte en van pluggen voorziene mal is nog in de lage positie. De werkbaas bedient de knop om de mal omhoog te brengen. De kar met eindschotten en gewigde strengen is goed te zien



Foto 3.031: De mal is nu in de hoogste stand. Alle veertig strengen zijn aan beide zijden verankerd op de kopschotten. Men kan gaan spannen



Foto 3.032: Door de vijzel wordt de eindplaat met verankerde strengen achterwaarts getrokken, totdat de gaten in de geelgeverfde platen corresponderen



Foto 3.033: Zodra de gaten corresponderen steekt men een pen in het gat, zodat de verlenging van de strengen gefixeerd blijft. Op de achtergrond ziet men de hydraulische apparatuur waarmee de vijzel en de mal worden gestuurd



Foto 3.034: Vanuit de mengcentrale wordt via de kubelbaan de betonspecie aangevoerd. Boven de stortmachine is de kantelkubel te zien, die door het uitgezonden signaal van de stortmachine is gestopt en zijn inhoud leegt in de hopper van de stortmachine. De storter kan de betonspecie zeer nauwkeurig over de vier maldelen verdelen. De betonspecie wordt door de vier schroeven naar de klep gestuurd. De storter kan elke klep apart openen en sluiten



Foto 3.035: De baan wordt na het storten afgedekt en iets verwarmd. Het beton is na 7 tot 12 uur op ontspansterkte. In de rechterbaan is de mal inmiddels in de lage positie gebracht. In de linkerbaan hangen de vier stuks palen van 35 dwarsliggers in rollen op weg naar de plaats waar er steeds vier tegelijk worden doorgezaagd



Foto 3.036: Zodra de mal in de lage positie is, brengt men de rolkarren aan ter plaatse van het smalle deel van de dwarsligger. De pennen waarop de dwarsliggers rusten, nadat de mal in de lage positie is, worden dan neergelaten. Alle dwarsliggers kunnen nu tezamen eenvoudig naar de zaagpositie worden gerold

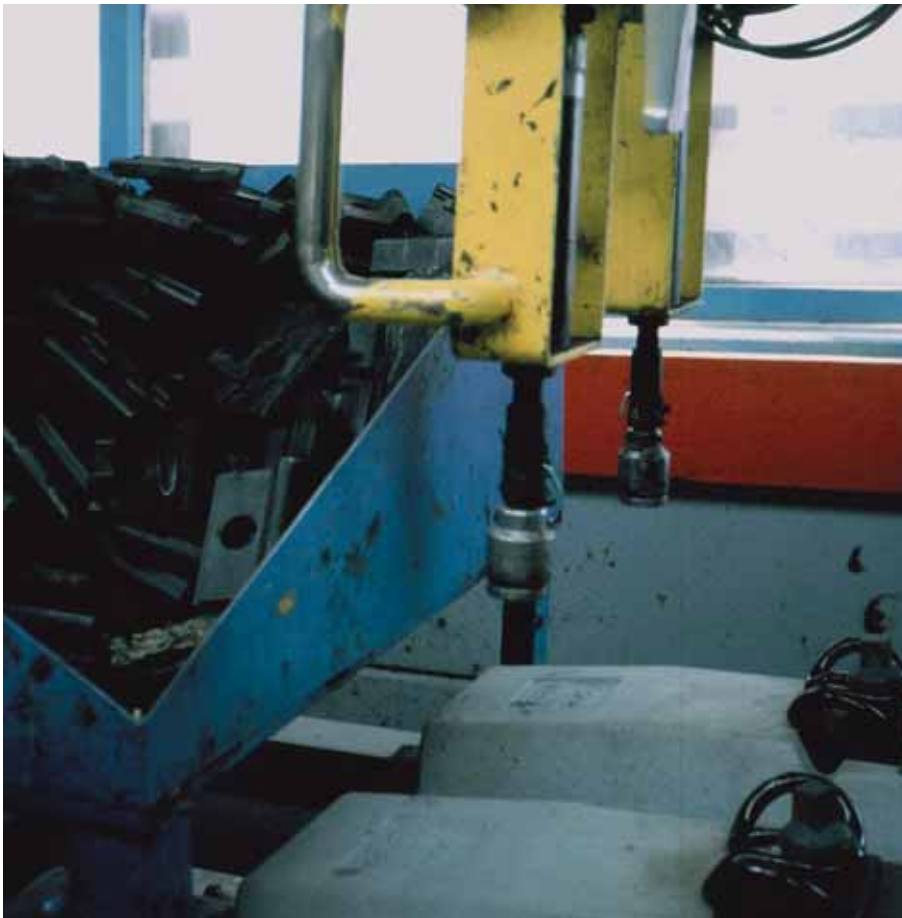


Foto 3.037: Na het zagen worden de dwarsliggers via rollenbanen getransporteerd naar de montagepositie. In de pluggen wordt een hoeveelheid vet gespoten en worden de railklemmen met fixatiebouten vastgezet. Het indraaien gaat met behulp van een schroefmachine, die in hoogte kan variëren. Het vet beschermt tegen vorst



Foto 3.038: De gerede dwarsliggers worden vervolgens naar buiten gerold, waar ze per tien stuks verzameld worden



Foto 3.039: Er wordt een lat aan beide zijden gelegd. De automatisch werkende kraan pakt de tien dwarsliggers tegelijk op en positioneert ze op een - volgens het geheugen - vrije positie



Foto 3.040: De volgende tien stuks zijn weer verzameld. De latten worden erop gelegd



Foto 3.041: De dwarsliggers worden voorlopig maximaal tien hoog gestapeld. De kop van de dwarsligger laat twee smalle stroken beton zien, die twee opeenvolgende dwarsliggers in de baan verbinden. Deze worden doorgezaagd aan het eind van de baan

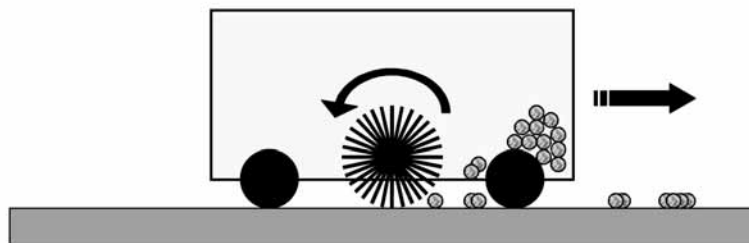
3.1.4 De lijnvormige productie van voorgespannen vloerelementen

Kanaalplaatvloerelementen en een deel van zowel de ribcassetteplaat- als de bekistingplaatvloerelementen worden als lijnproductie uitgevoerd. Hier beperken we ons eerst tot de kanaalplaatvloerelementen, ook wel 'kanaalplaten' genoemd.

Voorgespannen kanaalplaten worden op lange banen machinaal op industriële wijze vervaardigd. Bij kanaalplaten is er een onderscheid in de productietechniek die wordt gebruikt om de juiste doorsnede van de plaat te verkrijgen. De oudste techniek is de productie met een 'slipform'-machine, zoals te zien op de volgende serie van foto's. De productiesnelheid is circa 2,5 m per minuut, zodat een baan met een lengte van 120 m in 1 uur kan worden geproduceerd. De nieuwere techniek is die van het extruderen, waarbij een wat drogere betonspecie wordt toegepast die in één arbeidsgang wordt gestort. De wormen van de machine verdichten het beton door de druk die de wormen op de betonspecie uitoefenen, als gevolg van het om en om in tegengestelde richting draaien van de wormen. Doordat de worm schroefvormig is, zet de machine zich af tegen de betonspecie en beweegt zich zo over de baan met een snelheid van circa 2,0 m per minuut.

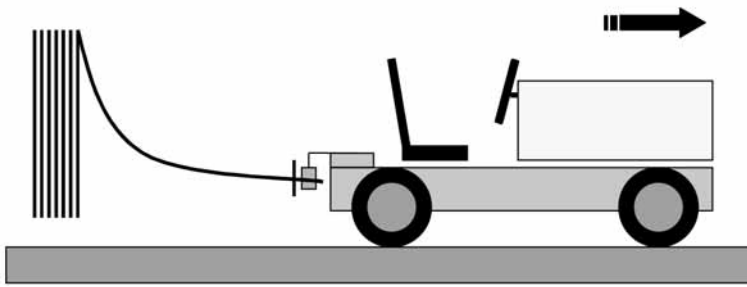
In de navolgende serie productiebeelden wordt eerst schematisch de productie aangegeven van kanaalplaatvloerelementen bij VBI te Huissen, waarna op een aantal foto's activiteiten in beeld worden gebracht.

3.1.5 De productie van voorgespannen kanaalplaten volgens het 'slipform'-systeem bij VBI te Huissen



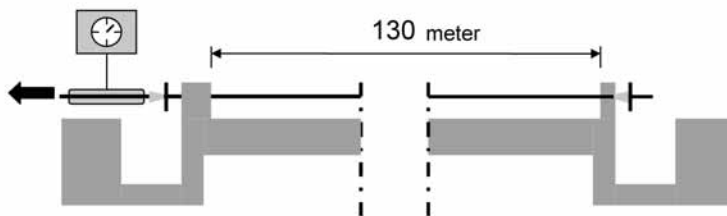
De baan schoonvegen

Figuur 3.042: De baan van 120 m lengte wordt machinaal schoongemaakt. Stof en betonresten worden opgezogen. De baan wordt lichtjes geolied. Er wordt een klein laagje water opgebracht



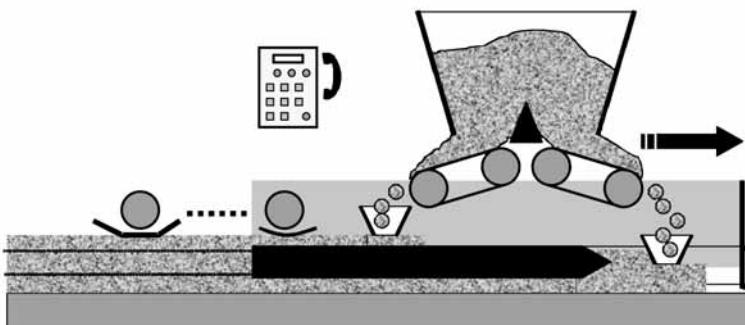
Uitrijden voorspanwapening

Figuur 3.043: Strengen en draden worden van coils afgerold; elke streng en draad van een andere coil. De voorspanstrengen en -draden worden bevestigd door het voorspananker te haken in de achterbalk van de trekker. Alle wapening wordt nu in één keer uitgereden. Aangekomen aan de andere zijde, worden de strengen en draden verankerd aan het spanframe en op lengte afgeslepen aan de coilzijde



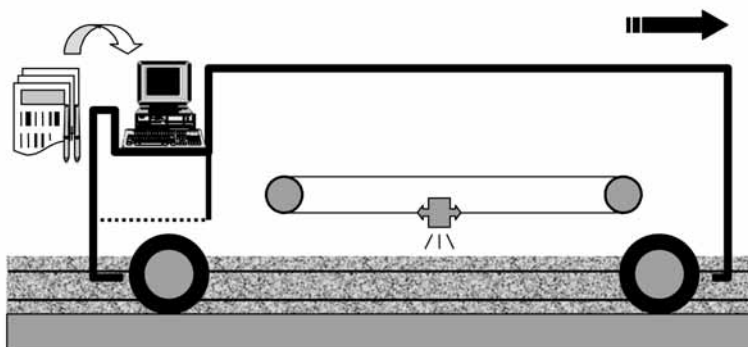
Het voorspannen van de wapening

Figuur 3.044: De strengen en draden worden dan gespannen. Voor de directe krachtswerking van de kanaalplaat is slechts voorspanning aan de onderzijde noodzakelijk. Vanwege transport van de plaat wordt veelal ook aan de bovenzijde een lichte voorspanning toegepast. Normaal is de betontrekspanning bovenin de kanaalplaat na het voorspannen gering, zodat een overstekmoment voor een plaat in de klem de betontrekspanning kan doen oplopen tot scheuren toe



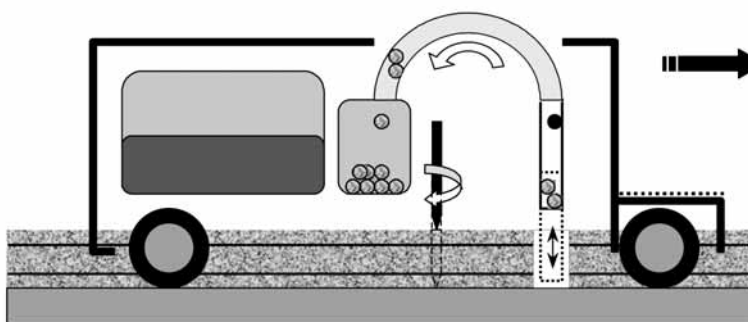
Het storten van het beton

Figuur 3.045: Met de stortmachine kan men nu de baan gaan storten. De betonspecie wordt met een kantelkubel aangevoerd en in de hopper gestort. De baan wordt in twee lagen gestort. In de eerste laag maken de pijpen alreeds een aanzet tot het kanaal. In de pijpenset beweegt elke pijp ten opzichte van zijn naastgelegen in tegengestelde richting. Daarna wordt de tweede laag gestort. De pijpen bewegen constant. Het beton wordt getrield en afgereid. Het oppervlak kan vlak zijn. Met een plank over de plaatbreedte heen gelegd, is de plaat achter de machine beloopbaar



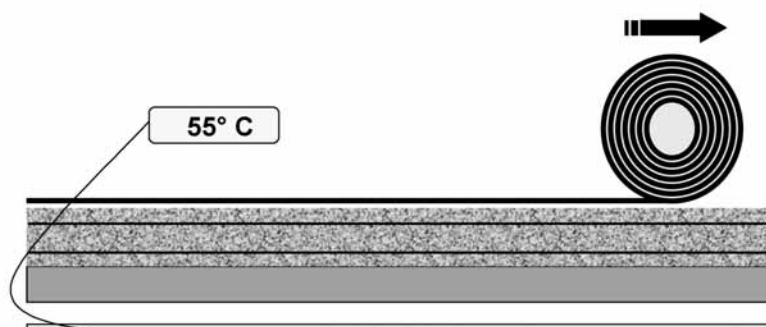
Het afschrijven van de elementen op het groene beton

Figuur 3.046: Vervolgens komt de rijdende plotter op de baan. De vorm en sparingen van elke plaat in de baan zijn in de juiste volgorde in barcode gevoed aan de plotter. De plotter spuit met inkt alle maatvoering, merken en sparingen op het bovenvlak



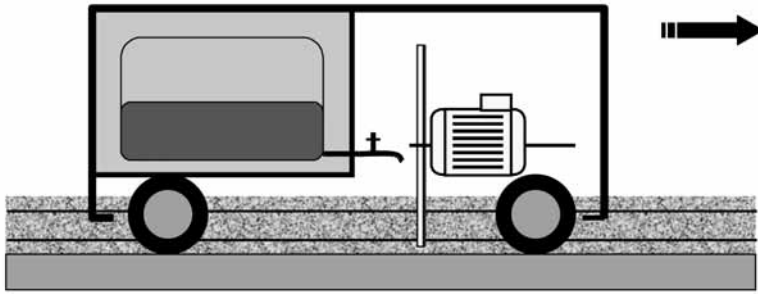
Het in het groene beton aanbrengen van sparingen en ontwateringsgaatjes in de elementen

Figuur 3.047: Na de maatvoering komt de sparingzuiger, die het nog verse beton opzuigt. De operator stelt de zuigbuis boven de sparing. De sparingvorm is redelijk precies te maken. De verse betonspecie wordt verzameld in een tank om daarna te worden gescheiden in toeslag en slurry. Verder worden er watergaatjes in elk kanaal geboord op plaatsen die het laagst gelegen zijn bij de aanwezigheid van een zeeg, een opwaartse kromming. Het gat eindigt net boven de stalen baan, zodat de aannemer het gat in de kanalen op het werk moet doorprikken. Vorst en water in de kanalen zijn een vernietigende combinatie



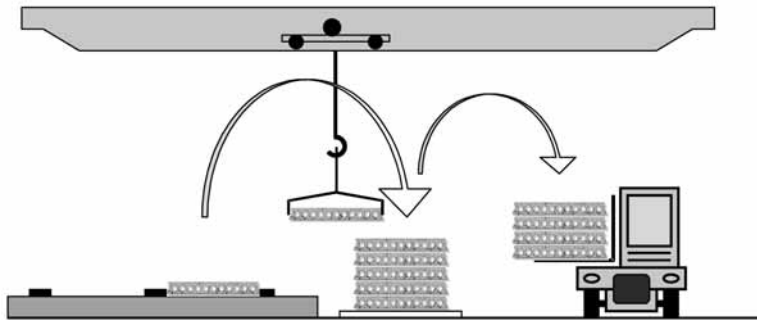
Het afdekken en verharden van de elementen

Figuur 3.048: De baan wordt afgedekt; de verwarming onder de baan zorgt voor een hogere temperatuur van de betonspecie, waardoor de verharding wordt versneld. De afdekking verhindert vochtuittrekking



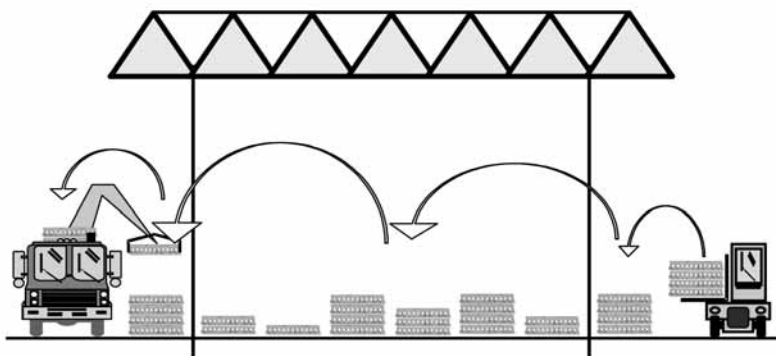
Het zagen van de elementen

Figuur 3.049: Na 8 of 14 uur wordt bij voldoende betondruksterkte de voorspanning overgedragen aan de platen. De baan wordt nu opgezaagd in platen. De platenzaag kan onder een hoek met de as van de baan zagen. Zodra de plaat vrijkomt, zal deze opwaarts krommen. Beginstuk en eindstuk van de baan zijn niet gaaf en worden afgevoerd en naderhand gerecycled



De elementen via tussenopslag uitrijden

Figuur 3.050: De platen worden nu met de klem van de baan gepakt en via een tussenstapeling op een zijlader gelegd. De damp komt er nog vanaf als de plaat van de baan getild wordt



Van productie via tasveld naar bouw

Figuur 3.051: De zijlader brengt de platen naar het tasterrein waar ze op een vooraf aangegeven plaats worden herstapeld, opdat ze per levering in de juiste legvolgorde komen te liggen. Dat is voor een montage vanaf de wagen anders dan wanneer de stapel eerst wordt toegeleverd, één voor één in afneemvolgorde neergelegd en de aannemer dan pas monteert

Foto's van de productie van kanaalplaten bij VBI te Huissen



Foto 3.052: De silo's en opvoerband van de betoncentrale steken ver boven alles uit. De portaalkraan wordt bediend vanaf maaiveld of vanuit de cabine, waar de kraanmachinist een goed overzicht heeft over het tasveld. De zijlader is op weg platen aan te voeren, die verder worden uitgesorteerd



Foto 3.053: Overzicht van de enorme hal. Meerdere banen naast elkaar, die veelal om en om worden gestort. De betonspecie wordt aangevoerd via de kubelbanen. De zijlader staat links. De afvalcontainers zijn deels al gevuld met brokstukken beton. Een aantal banen is afgedekt. Men kan de verankerde strenggeinden hier en daar waarnemen



Foto 3.054: Sparingzuiger in actie. Let op het vat voor de opvang van betonspecie. De operator positioneert de zuigbuis op de afgeschreven sparing. Voor een grotere sparing verplaatst hij de zuigbuis een aantal keren



Foto 3.055: Een opname van de uitgezogen sparing. De bovendraad wordt later doorgeslepen



Foto 3.056: Platen vanaf de baan op stapel leggen met gebruik van de klem, die in de groef aan de zijkant van de plaat aangrijpt. De klem hangt aan een evenaar waardoor zowel lange als korte platen kunnen worden gehesen



Foto 3.057: Overzicht van de vakken en stapels op het tasterrein. De portaalkraan overspant de gehele breedte van het opslagterrein. De platen worden in genummerde vakken gestapeld en zijn zodoende terugvindbaar



Foto 3.058: Sfeeropname als het later wordt, de twee kranen in rust. Betoncentrale op achtergrond

Een derde productiemogelijkheid is om de elementen te produceren in een omloopsysteem oftewel een carrouselstelsel. Hierbij wordt een bepaalde activiteit op één plaats uitgevoerd en roteert het systeem. Dit systeem bestaat uit platforms waarop de productie van de elementen plaats kan vinden. Het wordt veel toegepast voor wandachtige elementen, maar ook bekistingplaten en al of niet voorgespannen palen worden ermee geproduceerd.

Het leidt vooral tot een logistiek uitgekiend proces, waarbij opslag van benodigde onderdelen per productiestap adequaat kan plaatsvinden en middelen ter verbetering van de uitvoering van dat onderdeel tevens kunnen worden aangebracht. Het vermindert het geloop in de hal en optimaliseert elke min of meer repeterende handeling, hetgeen tot een aanzienlijke reductie van manuren per eenheid product kan leiden. Daar moeten evenwel investeringskosten tegenover worden gezet.

Voor vlakke elementen kan het platform tevens malzijde zijn. In een aantal gevallen fungeren de tafels als drager voor afzonderlijke en steeds verwijderbare mallen, zowel voor gewapende als voorgespannen elementen. In geval van het maken van voorgespannen elementen wordt op de mal afgespannen. Het omloopsysteem is een grote verbetering indien een flexibele productie wordt gevraagd. Met de huidige kleine series van elementen dus zeer aantrekkelijk.

Bij het omloopsysteem zijn er in het algemeen vaste posities voor:

- ontkisten van het element;
- ombouwen of aanpassen van een mal;
- schoonmaken en voorzien van bekistingolie of -was;
- maatvoering, plaatsen randen;
- inbouwen van voorzieningen en wapening;
- storten en trillen;
- afwerken;
- verhardingsruimte.

Veelal zijn er tussenroutes mogelijk of dubbele posities gecreëerd om zoveel mogelijk vrijheid van werken te hebben. Het inbouwen van buffers om filevorming te ontlopen is essentieel. Soms moeten elementen in twee fasen worden gestort, zodat men via een kort circuit opnieuw op een stortpositie moet kunnen uitkomen. De stortpositie kan optimaal worden ingericht en omhuld door geluidwerende wanden om geluidsoverlast in het bedrijf te doen verminderen. Ook kan men de afwerkpositie voor elementen optimaal inrichten. De tafels worden, nadat ze op de werkplek zijn vrijgegeven, centraal gestuurd van plek naar plek. De operator kan via videobeelden zien of de ruimte vrij is om de tafels te transporteren. De signalering en sturing op de werkvloer worden gecontroleerd met elektrische ogen, waarmee tevens de veiligheid van de werknemers optimaal gegarandeerd moet zijn.

De navolgende opnamen in paragraaf 3.1.6 zijn gemaakt in de uittestfase van een aantal nieuwe productiemiddelen. Een aantal handelingen wordt daarom in deze fase nog met de hand uitgevoerd. Binnen afzienbare tijd zal de gehele productie zijn geautomatiseerd en gerobotiseerd. Deze nieuwe productie zal plaatsvinden in een nieuw aangebouwde hal. De gehele productie van de ribcassettevloerplaten is gebaseerd op de toepassing van ZVB – zelfverdichtend beton. Deze fotorapportage omvat slechts een klein deel van het totale productieproces. Het productieproces is ingericht als omloopsysteem, waarvan de kenmerken later in dit hoofdstuk worden toegelicht.

3.1.6 De productie van ribcassetteplaten in een carrouselstelsel bij Dycore B.V. te Lelystad



Foto 3.059: De eerste elementen zien er zeer strak en goed uit



Foto 3.060: De mal wordt in de olie gezet



Foto 3.061: De polystyreenplaten worden in de baan aangebracht. Nu nog met de hand, straks met robots



Foto 3.062: Een beeld van de doorsnede van de isolatieplaten, die tevens malvorm zijn



Foto 3.063: Afstandhouder voor de wapening. Sparing voor 'harde' oplegging



Foto 3.064: Dekwapening en voorspanwapening zijn aangebracht. Kubel rijdt naar achteren



Foto 3.065: Kubel staat klaar



Foto 3.066: Zelfverdichtend beton storten met twee kleppen open. De stortmachine is CAD-CAM-gestuurd en dient in één arbeidsgang op elke plaats de vereiste hoeveelheid betonspecie te doseren. Door de ribvorm is aan de zijanten van de plaat meer betonspecie nodig, dus moet die klep meer open dan de andere



Foto 3.067: Ingezoomd op het storten met ZVB, zelfverdichtend beton. Drie kleppen open van dit prototype

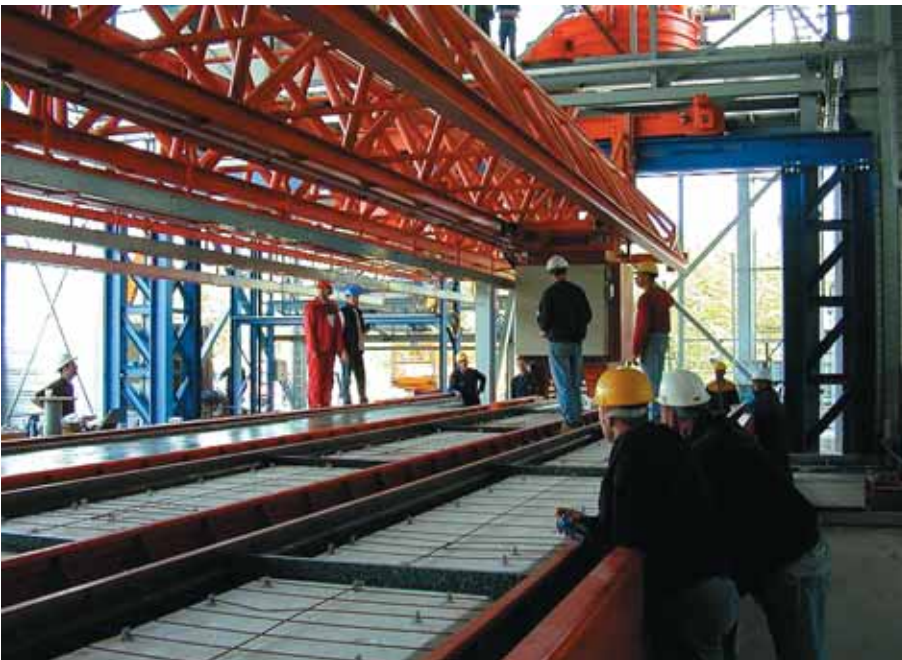


Foto 3.068: Kubel rijdt leeg terug



Foto 3.069: Stortkubel met vier kleppen open. Het kopschot is van hawkariet, gerecyclede kunststof



Foto 3.070: De eerste baan is gestort



Foto 3.071: Nieuwe klemmen voor het hijsen van de platen



Foto 3.072: De klem zit in de groeven, het hijsen kan beginnen



Foto 3.073: Plaat op weg naar de stapel



Foto 3.074: De onderstopping wordt aangebracht



Foto 3.075: Stapelen, nu nog handmatig. De onderste plaat is onderstopt ter plaatse van de 'harde' oplegging. De andere dragen via het PS gelijkmatig op de ondergelegen plaat. De oplegdruk van de PS-platen mag niet te hoog zijn om grote vervormingen te voorkomen. De E-modulus van PS is slechts in de orde van 500 MPa

3.1.7 De productie van bekistingplaten in een carrouselstelsel bij Dycore B.V. te Breda

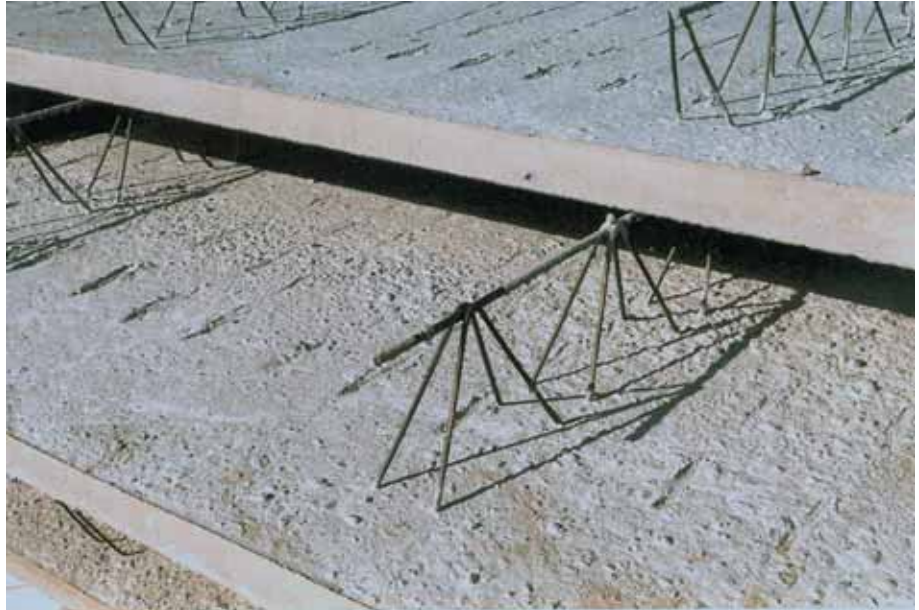


Foto 3.076: Een detailopname van een bekistingplaat met een ruwgemaakt bovenzvlak en de driehoekige tralieligger. De plaat ligt op de bovenstaaf van de tralieligger



Foto 3.077: De stapel, het uitgangspunt van het logistieke proces. De elementen worden per vloer opgedeeld in vrachten en deze weer in stapels. Daarop worden de voorbereiding en de productie gestuurd



Foto 3.078: Op de tafels van 3 x 18 m² kunnen meerdere platen worden gestort. Deze tafel met platen komt uit de verhardingkamer en moet nu worden geleegd



Foto 3.079: Het element wordt van de tafel gelicht aan de bovenstaven van de tralieligger. Om de kracht te verdelen zijn er veel hijspunten per tralieligger aanwezig. In de hal wordt bij het ontkisten reeds voorgesorteerd



Foto 3.080: Hijsactie in detail. Bovenstaaf vervormt iets



Foto 3.081: De dekplaten zijn verwijderd. De zij- en kopranden worden nu van de tafel getild



Foto 3.082: De tafel wordt gereinigd en van een filmpje bekistingolie voorzien



Foto 3.083: De tafel is voor hergebruik gereed of kan gepositioneerd worden in de buffer



Foto 3.084: De voortbeweging gaat via een rollensysteem waaraan een aandrijfmotor. De signalering van de positie en de beveiliging tegen het doorlopen i.p.v. stoppen, gebeurt met elektrische ogen

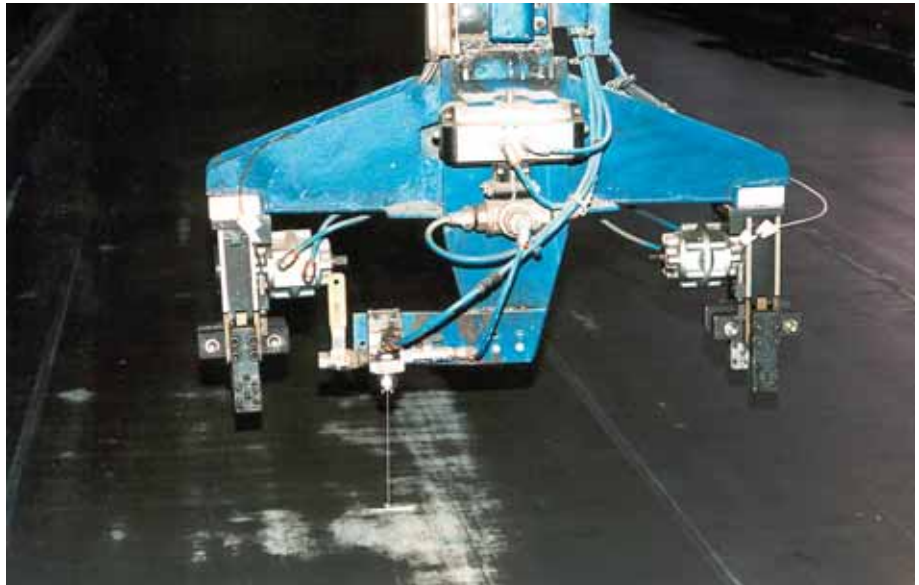


Foto 3.085: De robotplotter wordt CAD-CAM-aangestuurd en plot alle zijden van de platen en aan te brengen sparingen en voorzieningen op de tafel

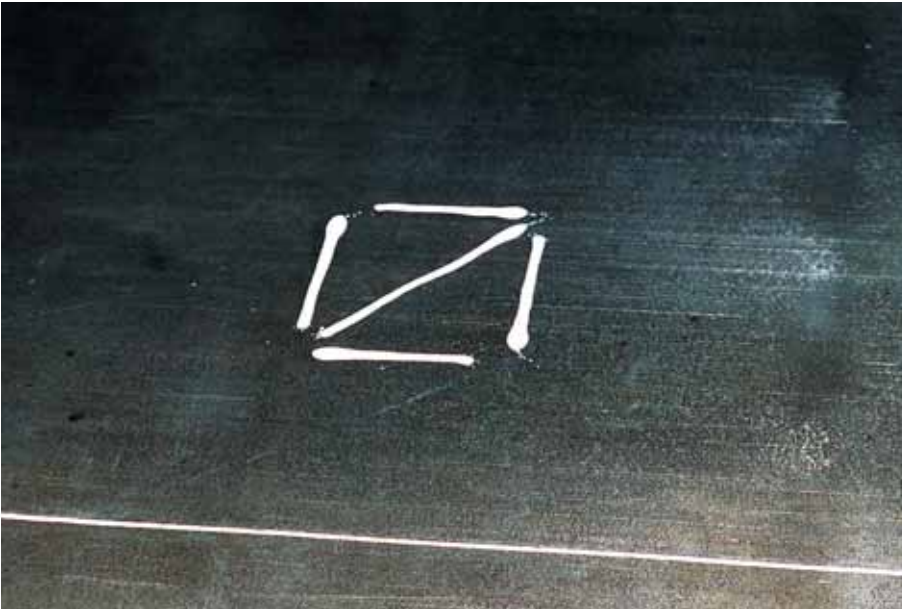


Foto 3.086: Een aangegeven plaats van een sparing. De lijsten voor de scheiding van de platen worden automatisch geplaatst door een robotarm



Foto 3.087: De dekkingsringen worden aangebracht, de sparingen van PS geplaatst. Schuine beëindigingen worden eveneens gemaakt van PS. De robotarm plaatst alleen de haakse kopschotten op de tafel. De te gebruiken materialen bevinden zich op de materiaalwaggen



Foto 3.088: Een blik op de materiaalwagen. De wapening kan vervolgens worden aangebracht. Dat is een apart traject, met een eigen omloop, die uiteindelijk aansluit op het punt na voornoemde inbouw



Foto 3.089: De wapening wordt volledig automatisch, CAD-CAM geproduceerd. De coils worden automatisch geplaatst door een robotarm



Foto 3.090: De wapening wordt vanaf de coils in de juiste diameter gestrekt en aangevoerd



Foto 3.091: De wapening wordt gestrekt en rondgevoerd voor de dwarswapening van het te produceren net

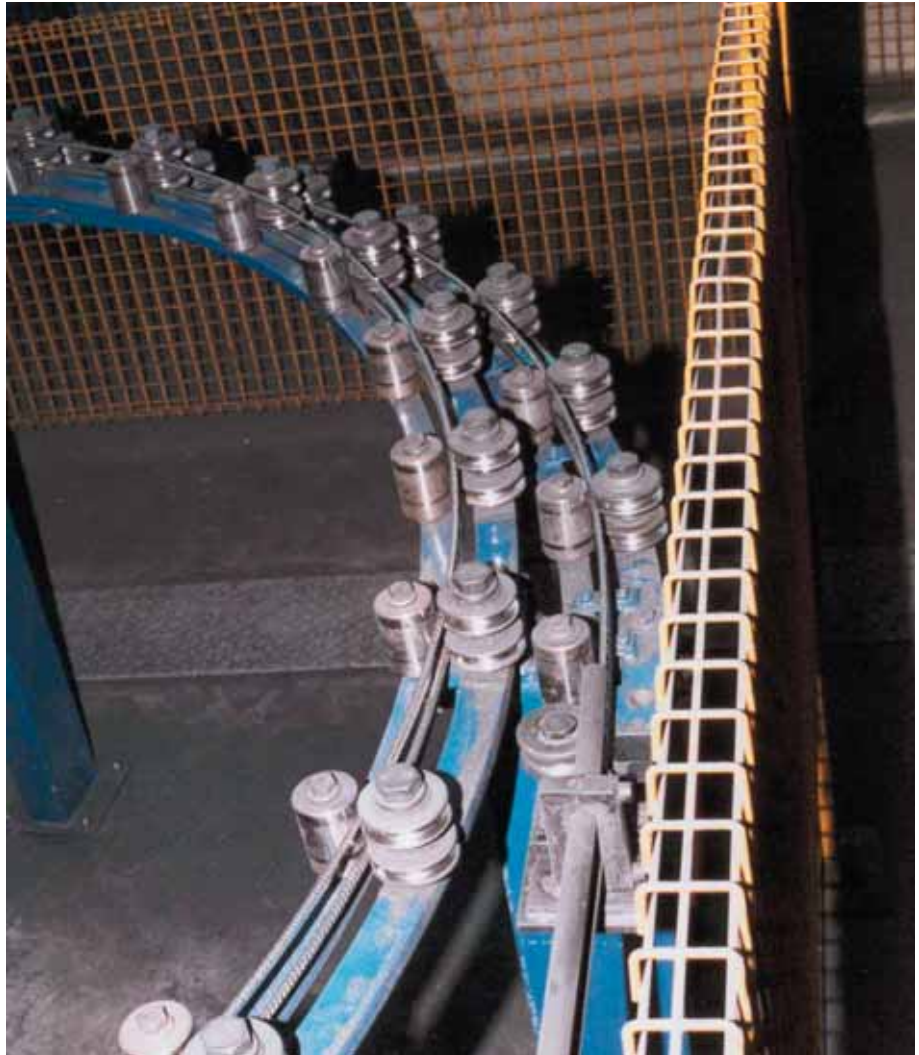


Foto 3.092: Meer in detail de geleiding en de draad, die wordt omgeleid en daarna geknipt als dwarsstaaf in het net



Foto 3.093: De langsstaaf wordt geknipt van de aangevoerde draad. In geval van een sparing wordt de staaf voor en na de sparing geknipt. Daarna rolt de staaf of rollen de twee staven omhoog



Foto 3.094: Een detailopname van het omhoogbrengen van de staaf of staafdelen



Foto 3.095: Als alle langsstaven aanwezig zijn, schuift de tafel op en wordt de eerste dwarsstaaf ingevoerd. Het rooster waarin de staven worden gelegd, meet 25 mm in beide richtingen. Dit correspondeert met de positie van de laskoppen



Foto 3.096: De mat wordt nu onder de laskoppen geplaatst. Daar waar een kruising van staven is, wordt een weerstandlas uitgevoerd om de hechting van de staven tot stand te brengen



Foto 3.097: Het lassen



Foto 3.098: De mat wordt, wanneer deze gelast is, opgepakt met een magneethijsysteem



Foto 3.099: De mat wordt automatisch naar een positie in de buffer gebracht en daar ingeschoven. Plaats en matnummer zijn bekend, zodat het ook weer oproepbaar is. De buffer geeft de mogelijkheid om vooruit te produceren, zodat de toelevering van een wapeningnet nooit maatgevend zal worden. Er zal altijd een voorraad zijn voor 8 uur productie, zodat storingen binnen die tijdsduur verholpen kunnen worden zonder stagnatie te veroorzaken



Foto 3.100: Een vooraanzicht van de wapeningbuffer



Foto 3.101: Door de ontkoppeling van voorbereiding en wapeningproductie is betrouwbaarheid ingebouwd. Hier wordt een wapeningnet opgehaald voor de tafel die eraast staat. Zie ook de bijzondere plaatvormen, gemaakt met randen van PS-stroken



Foto 3.102: Tralieliggers op voorraad in standaard lengten



Foto 3.103: De tralieliggers worden toegeleverd en in het bedrijf zelf verlengd door ze te lassen en te knippen op de vereiste lengte. De op lengte geknipte liggers worden per plaat verzameld



Foto 3.104: Sorteren per plaat. De functie van de tralieligger is: verstijving, hijsmogelijkheid geven, afstandhouder bovenwapening en afschuifwapening in het contactvlak plaat en in situ beton



Foto 3.105: Wapening en tralieliggers zijn aangebracht. De inbouw is gereed

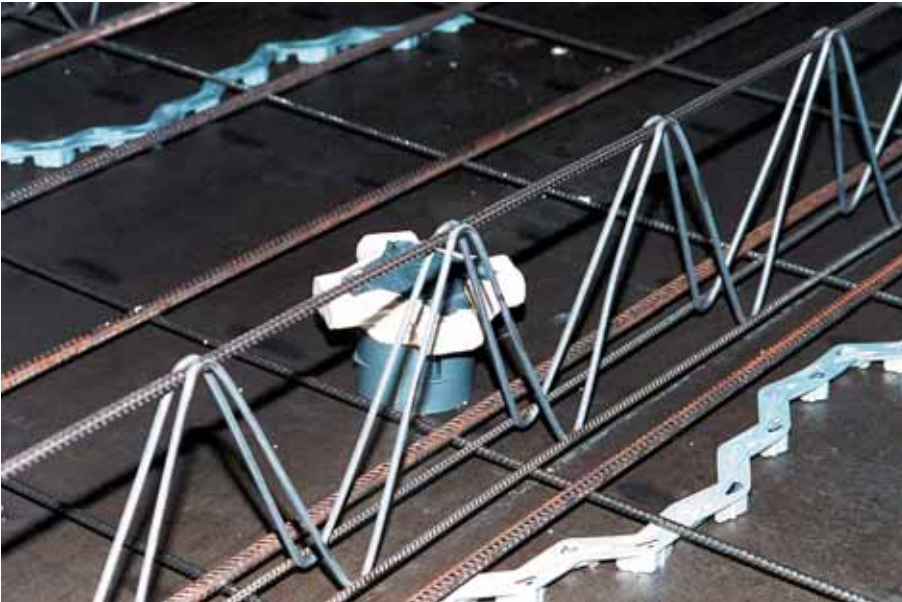


Foto 3.106: Wapening en elektradoos in detail

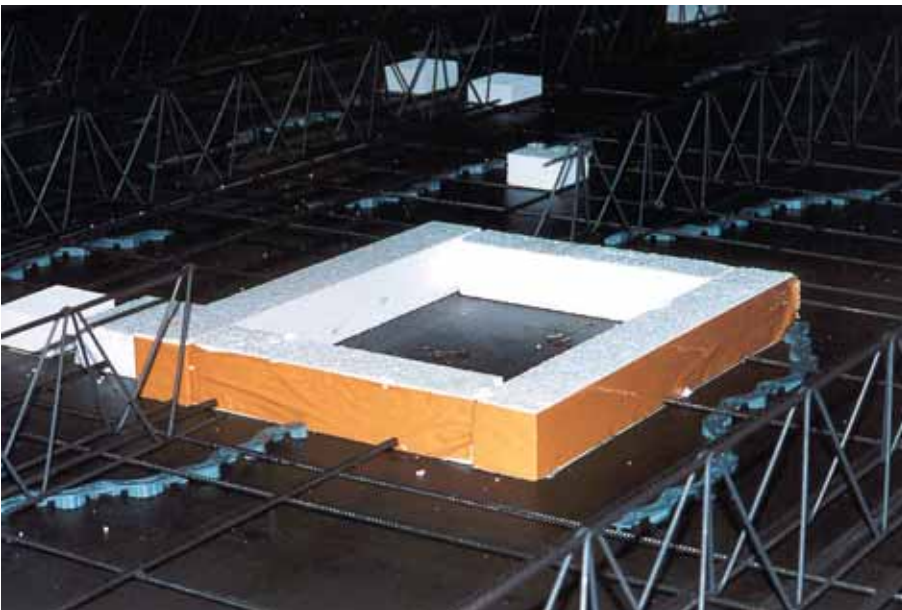


Foto 3.107: Detailopname wapening en springvoorziening



Foto 3.108: De veelkleppige stortmachine waarmee de hoeveelheid betonspecie uiterst nauwkeurig in een strook van 125 mm kan worden gedoseerd. De kleppen worden via CAD-CAM aangestuurd. De klep sluit bij een spring of afschuiving en aan het begin en het eind van de plaat



Foto 3.109: De betonspecie stroomt nauwelijks meer uit de kleppen omdat het plaaieind is bereikt



Foto 3.110: Nogmaals een opname van de stortmachine



Foto 3.111: De gestorte tafel wordt in de klimaatruimte gereden. Daar is het 35-45°C en er heerst een hoge relatieve vochtigheid (R.V.)



Foto 3.112: De cirkel is rond, de situatie als bij foto 3.077 is weer bereikt. De logistiek is sterk te noemen. Het proces begint en eindigt met de 'just in time' af te leveren stapel bekistingplaten

3.1.8 De productie van gewapende palen in een carrouselstelsel bij B.V. De Ringvaart te Hillegom



Foto 3.113: De mallen met verharde palen gaan naar het ruimstation



Foto 3.114: Palen ruimen met behulp van een vacuümapparaat. De mallen worden van onder iets opgedrukt, waardoor ze iets open gaan staan



Foto 3.115: Zoals voorgaand; meerdere palen tegelijk uit de mal halen



Foto 3.116: Palen geruimd



Foto 3.117: Mal onderweg naar inbouwstation



Foto 3.118: Mal op inbouwstation



Foto 3.119: Zoals voorgaand



Foto 3.120: Mal schoonmaken



Foto 3.121: Malzijden voorzien van ontkistingsolie



Foto 3.122: Wapening voorbereiden; afstandhouders en blokjes plaatsen



Foto 3.123: Wapening in de mal plaatsen



Foto 3.124: Zoals voorgaand



Foto 3.125: Mal is ingebouwd en gereed voor het storten



Foto 3.126: Mal op weg naar de stortmachine



Foto 3.127: Mal staat nu op de stortpositie. De operator kan nu de mallen vullen met betonspecie



Foto 3.128: Het storten van de palen



Foto 3.129: Zoals voorgaand



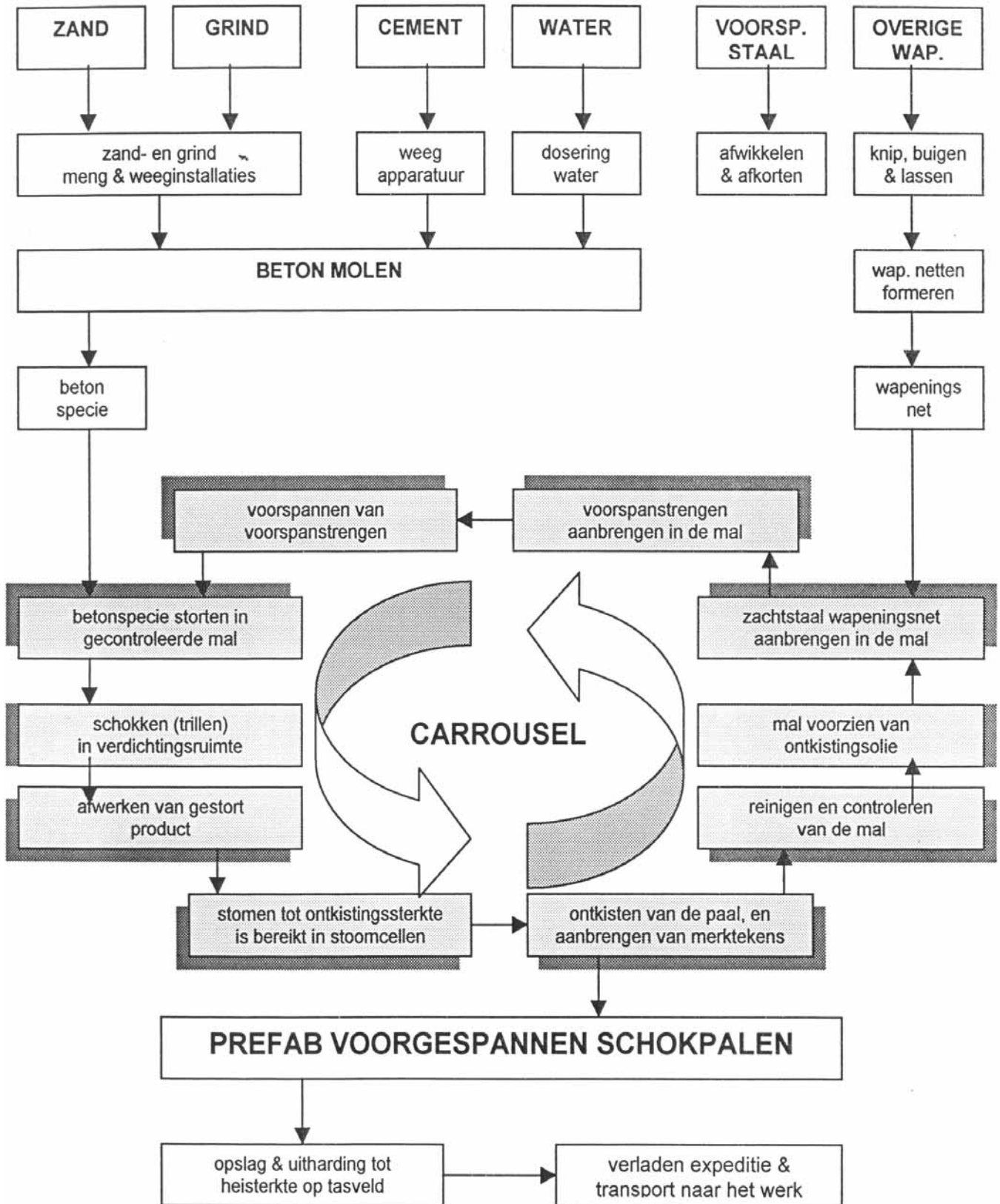
Foto 3.130: De mal is gevuld



Foto 3.131: Het KOMO-Label wordt aangebracht



Foto 3.132: De mal gaat nu naar de verhardingspositie



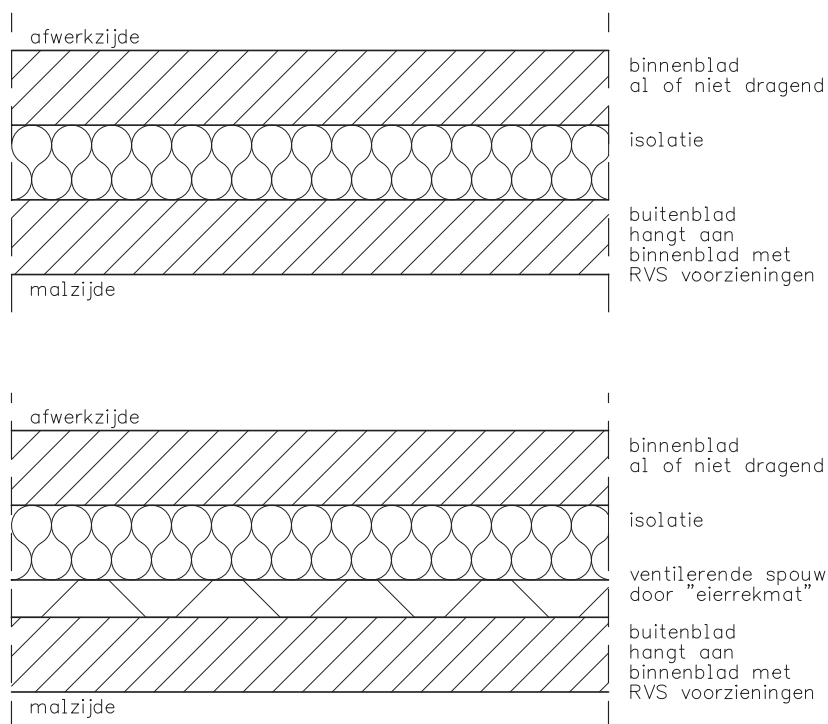
Figuur 3.133: Schema van de productie van palen met carrouselstelsel van Schokindustrie B.V. te Zwijndrecht

3.2 DE PRODUCTIE VAN VLAKE ELEMENTEN

Onder vlakke elementen verstaan we in hoofdzaak wandelementen en sommige vloerelementen. De wanden zijn gebruikelijk de binnenspouwbladen of de dragende wanden, die aan één zijde schoon uit de kist moeten komen. Deze elementen worden dan horizontaal vervaardigd op tafels, al of niet voorzien van een standaard neus voor een lokale doorgaande console. Zodra wanden aan twee zijden vlak en glad moeten zijn, kan men deze beter verticaal vervaardigen, in een 'batterijkist'. Dit was minder gebruikelijk geworden, maar recent is er weer één geïnstalleerd. Deze wanden zijn veelal tussenwanden in meerverdiepingen-woningbouw.

Sandwich-gevelelementen zal men horizontaal produceren. Een principe-doorsnede van een sandwich-gevelelement zonder en met luchtspouw is aangegeven in figuur 3.134. De werkwijze bij het vervaardigen is dan als volgt:

- storten buitenblad;
- indien gewenst, het aanbrengen van een zwak-ventilerende luchtlaag met eierrekmatjes;
- aanbrengen isolatie;
- storten binnenblad;
- afwerken binnenblad.



Figuur 3.134: Principedoorsnede van een sandwichelement zonder en met luchtspouw

De productie kan in een vaste opstelling plaatsvinden, maar is evenzeer uitstekend uit te voeren op een omloopsysteem. In het omloopsysteem moet het wel mogelijk zijn om na een eerste laag te hebben gestort, het element naar een inbouwpositie voor isolatie te brengen en daarna weer terug te sturen naar de stortpositie. Dit vraagt om een korte, ingebouwde omloop.

Eén van de voordelen van zo'n omloopsysteem is dat men kan ontkisten via een kantelafel, waardoor het element eerst vrijwel verticaal wordt gedraaid, zodat men het eigen gewicht van het element in het vlak kan opnemen en niet zoals vanuit een horizontale ligging via buiging op die nog jonge elementen. Op zichzelf is het ook mogelijk stationaire mallen op kantelunits op te stellen, zodat het genoemde voordeel ook daar van toepassing is.

Er is ook nog een tussenvorm mogelijk. De onderstellen zijn stationair opgesteld en de mallen worden daarop geplaatst. Dit geeft eveneens veel vrijheid om mallen te wisselen, zolang na elke productie van een element. Deze vorm van productie vindt men bij Geelen Beton Wanssum B.V., zoals aangegeven in de navolgende fotoreportage in paragraaf 3.2.1.

3.2.1 De productie van dragende wanden bij Geelen Beton Wanssum B.V. te Wanssum in een semi-stationaire opstelling



Foto 3.135: De houten mal is een basisuitgangspunt. De malzijden en -bodem dienen glad te zijn



Foto 3.136: De onderdelen voor inbouw en aanpassing mal worden voorbereid in de modelmakerij



Foto 3.137: Ook hier onderdelen voor inbouw in de mal

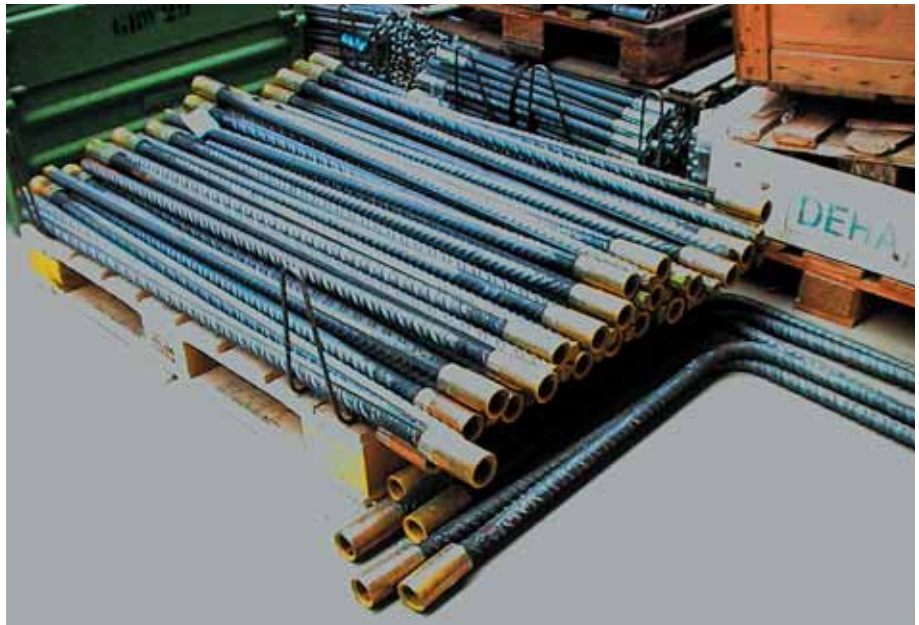


Foto 3.138: Stankers op voorraad



Foto 3.139: Omhullingsbuizen compleet en andere in te storten voorzieningen op voorraad



Foto 3.140: De mal wordt klaar gemaakt; maatvoering voor voorzieningen



Foto 3.141: De modelmaker bouwt de mal op



Foto 3.142: Een bijzonder zwaar wapeningsnet is gereed op de tas aanwezig. Op afroep beschikbaar



Foto 3.143: Een ander net op voorraad waarbij de omhullingsbuizen ook al vooraf zijn aangebracht



Foto 3.144: De wapening wordt semi-automatisch vervaardigd, maar handwerk blijft noodzakelijk



Foto 3.145: Wapeningnet voor inbouw gereed. Veel wapening, veel omhullingsbuizen



Foto 3.146: Stekken in grote concentraties



Foto 3.147: Het wapeningnet is geplaatst, de voorzieningen aangebracht

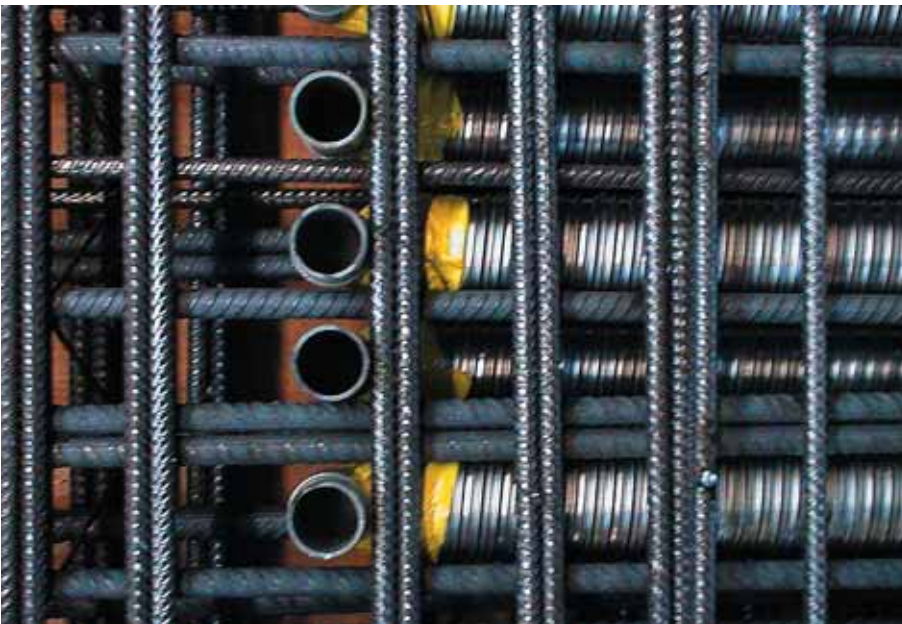


Foto 3.148: Soms is het een wonder dat het nog allemaal kan



Foto 3.149: Een detailopname van concentratie wapening en stekken bij oplegneus



Foto 3.150: Een detailopname van de overgebleven ruimte



Foto 3.151: Soms is het wapeningnet heel normaal van samenstelling, zoals bij dit element



Foto 3.152: Een normaal wapeningnet, de voorzieningen worden dan ter plaatse ingebouwd



Foto 3.153: Wapeningnet voor een element met twee raamsparingen



Foto 3.154: De operator op de betoncentrale werkt met geavanceerde apparatuur en software



Foto 3.155: De wand wordt gestort. Niet meer trillen: ZVB vloeit redelijk uit, maar ontmengt niet



Foto 3.156: Het element is gestort met ZVB; even de hark erin om het oppervlak te nivelleren



Foto 3.157: Na het storten volgt het afwerken, zoals rollen of schuren of glad maken. Hier rollen



Foto 3.158: Een niet verder afgewerkt oppervlak van een element, gestort met ZVB, voorzien van spouwankers



Foto 3.159: Schuren van het oppervlak met een schijf



Foto 3.160: Horizontaal hijsen van de wand



Foto 3.161: De wand hangt aan de vier hijsankers



Foto 3.162: Een stekkenbak is in dit element opgenomen. Wapening later om te zetten om een natte verbinding te kunnen maken



Foto 3.163: Meer in detail de zijde van dit wandelement



Foto 3.164: Wandelement met raam- en deuropening



Foto 3.165: Wandelement met deuropening en uitkragende balk



Foto 3.166: Stekkenbak opgenomen



Foto 3.167: Lasplaten ingestort, verdiept, om een gelaste verbinding van wanden tot stand te brengen



Foto 3.168: Een tijdelijke stijl moet de vervormingen beheersbaar houden



Foto 3.169: Een voorziene natte verbinding, een stekkenbak ingestort



Foto 3.170: Het element op transport

3.2.2 De productie van de holle wand bij Alvon Bouwsystemen B.V. te Veenoord



Foto 3.171: Veegmachine in actie, baan schoonmaken



Foto 3.172: Maatvoeren met de plotter, die op de achtergrond nog net zichtbaar is



Foto 3.173: De wapening voor het dubbelwandige element is nu gereed



Foto 3.174: Stortmachine hangend boven de baan



Foto 3.175: De A-schil gereed, inclusief de wapening voor de B-schil



Foto 3.176: De B-schil stortgereed; geen wapening, wel eventuele voorzieningen



Foto 3.177: Een gestorte B-schil



Foto 3.178: Ontkisten A-schil



Foto 3.179: De A-schil op de kantelmachine



Foto 3.180: A-schil kantelen, met behulp van vacuümapparatuur



Foto 3.181: Kantelen



Foto 3.182: A- en B-schil koppelen. De wapening van de B-schil die is opgenomen in de A-schil, in de vers gestorte B-schil positioneren. Vlakken parallel stellen en zo houden



Foto 3.183: Het dubbelwandige element is nu gereed



Foto 3.184: Ook hier een gereed element



Foto 3.185: Bovenaanzicht van een hoekelement



Foto 3.186: Staand transport

3.2.3 De productie van sandwich-gevelementen bij Hurks Beton B.V. te Veldhoven



Foto 3.187: De voorbereiding begint uiteraard met de mal en de wapening. De mal is gereed, de wapening in de buitenschil is gelegd. Het DEHA RVS-busanker is geplaatst



Foto 3.188: De ankers koppelen de buitenschil aan de binnenschil en dragen het gewicht van het buitenblad over aan het binnenblad. Om verdraaien van het blad te voorkomen worden er ook plaatankers gebruikt, die met de hoogste zijde in een cirkellijn t.o.v. de bus staan



Foto 3.189: Hier nog een gemonteerd plaatanker. De dikte van de RVS-plaat is gering, de stijfheid laag, zodat vervormingen door temperatuur en krimp mogelijk blijven, zonder veel krachten op te wekken



Foto 3.190: De zwarte buitenschil is gestort, de voorzieningen voor koppeling van de bladen is aanwezig. Slabben voor kozijnafdichting zijn al aangebracht



Foto 3.191: Een plaatanker in detail, de doorvoermogelijkheden voor wapeningstaven zijn groot. Soms worden de plaatankers als drager gebruikt en worden lusvormige koppelstaven toegepast. Hier steekt het anker uit de buitenschil van zwart beton, waarop al deels PS-platen zijn aangebracht



Foto 3.192: Op de buitenschil van zwart beton worden PS-isolatieplaten aangebracht



Foto 3.193: Verder aanbrengen van isolatieplaten



Foto 3.194: Vervolgens wordt een folie aangebracht tussen binnenschil en isolatie, die kan fungeren als dampremmende laag. Door de minimale afmetingen van plaat- en busanker is de koudebrug gering. De wapening van de binnenschil wordt aangebracht alsmede de in te storten voorzieningen zoals ten behoeve van het hijsen



Foto 3.195: Het aanbrengen van de omhullingbuizen voor het opnemen van stekwapening



Foto 3.196: Het element wordt gestort met de kubel. Een toepassing van ZVB



Foto 3.197: Afwerken van het betonoppervlak; dit is straks de aanzichtzijde van het binnenblad!



Foto 3.198: Afwerken en glad maken



Foto 3.199: Het element is ontkist en met het buitenvlak naar boven neergelegd bij de polijstraat. De opbouw is duidelijk zichtbaar



Foto 3.200: Twee gevelelementen staan tegen het frame. Het buitenoppervlak is gepolijst. De opbouw van het sandwichelement is goed zichtbaar



Foto 3.201: Een detailopname van een hoek van het element



Foto 3.202: Het sandwichelement is gereed en staat op de tas gereed voor transport

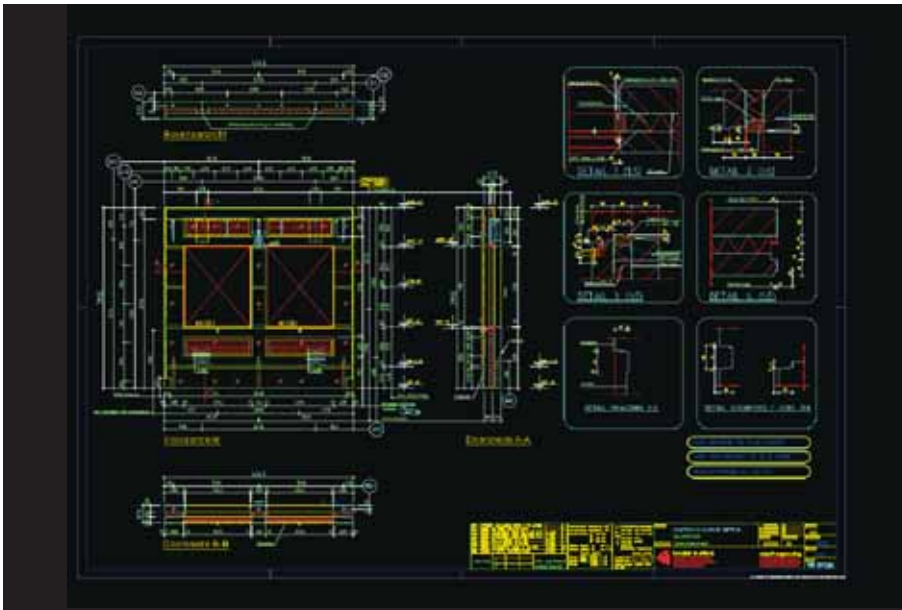


Foto 3.203: De tekening van het gevelement



Foto 3.204: Mal voor het inleggen van stenen, die worden ingestort als afwerking



Foto 3.205: Veel handarbeid is ermee gemoeid om op een zachte folie de stenen te leggen in de kaders



Foto 3.206: Een ander gevelement met een kunstmatige steenlaag van gekleurd beton



Foto 3.207: Een borstwering in sandwich, gekleurd beton en gepolijst



Foto 3.208: Gevelelementen met hetzelfde type gepolijst en gekleurd beton

Nieuw hoogtepunt in het centrumgebied Amsterdam Zuid-Oost

De 'Oval Tower'

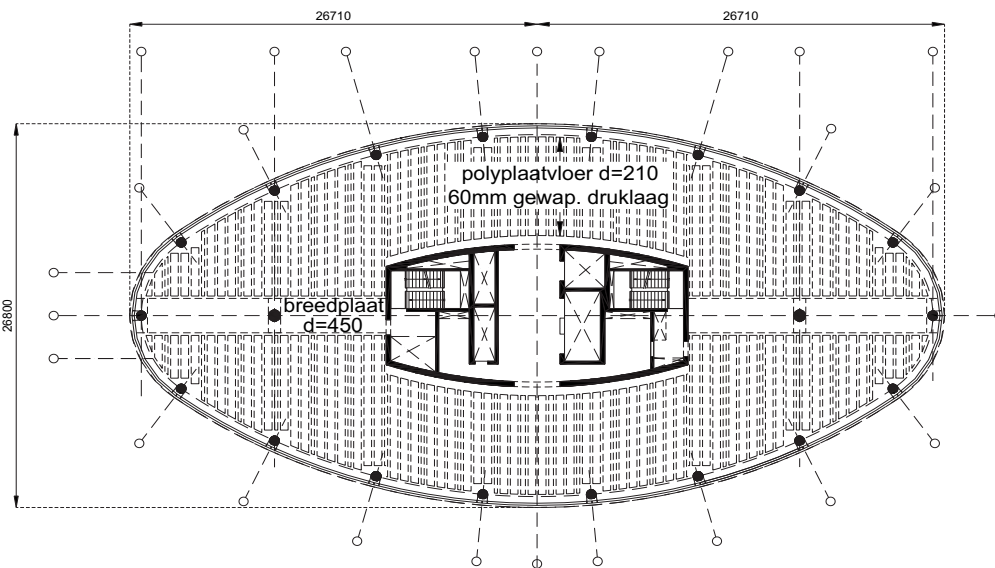
ing. S.J. Eijgenraam, Bureau S.E., Gouda

In het centrumgebied Amsterdam Zuid-Oost verrijst thans naast het voetbalstadion ArenA, als onderdeel van het woonwinkelcentrum Villa Arena, alweer een hoogbouwproject in Nederland: de 100 m hoge 'Oval Tower'. Bij de bouw van deze kantoorstoren is een nieuw type vloer toegepast, de polyplaatvloer. Dit artikel beschrijft in het kort het architectonisch ontwerp, waarna wordt ingegaan op de draagconstructie en de uitvoering van de toren.

Het ontwerp van de 'Oval Tower' is van het architectenbureau Skidmore, Owens en Merrill, Architects uit Londen. De vloeiend vormgegeven en slanke toren zal in totaal 100 m hoog worden met 25 verdiepingen en zal in totaal over circa 25 000 m² netto kantoorruimte beschikken (foto 1). De bovenste verdieping wordt een technische verdieping. De dwarsdoorsnede is ovaalvormig, met een lengte van ruim 53 m en een maximale breedte van bijna 27 m. De toren rijst met twee andere kantoorstoren op uit de ondergrondse parkeergarage van een woonwinkelcentrum.

Voor de buitengevel is gekozen voor een aluminium vliesgevel met daartussen raamstroken, voorzien van isolatieglas. Als extra accent zullen op de vliesgevel verticale aluminium 'vinnen' worden aangebracht.

De bezoekers kunnen vanaf straatniveau en vanuit de onderliggende parkeergarage het gebouw betreden. De entree wordt royaal, met vides over drie bouwlagen en zal toegang bieden tot zes liften, drie 'low-rise' en drie 'high-rise'. Alle kantoorruimten zijn inmiddels verhuurd aan ABN-AMRO.

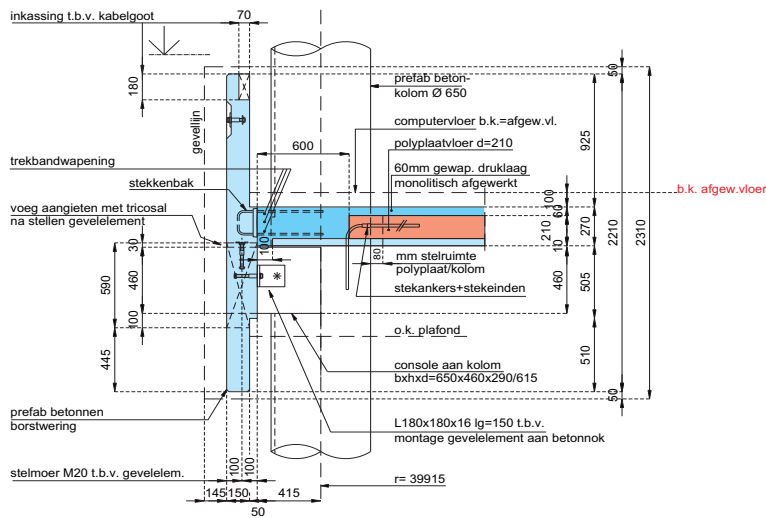
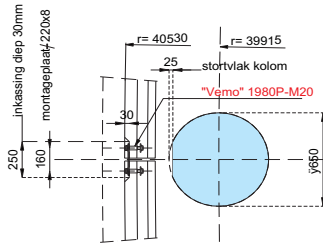


1 | 'Oval Tower' als maquette

2 | Dwarsdoorsnede 'Oval Tower'

Constructie & uitvoering

Utiliteitsbouw



Constructief ontwerp

In het najaar van 1997 gaf de Ontwikkelingsmaatschappij Centrumgebied Amsterdam Zuid-Oost (OMC) een 'design & build'-opdracht aan de bouwcombinatie BAM Utiliteitsbouw en Ballast Nedam Utiliteitsbouw voor het realiseren van dit project op basis van het bouwkundig ontwerp van het architectenbureau. Tezamen met de constructeur, Ingenieursbureau Zonneveld te Rotterdam, heeft de bouwcombinatie vervolgens intensief gestudeerd op de keuze van de draagconstructie in combinatie met de methode van uitvoering. De slankheid van het gebouw en de vorm van de plattegrond speelden bij deze keuze een doorslaggevende rol.

Bij hoge (en slanke) gebouwen is het stijfheidscriterium vrijwel altijd maatgevend. Het materiaal wordt het meest efficiënt gebruikt indien zoveel mogelijk verticale belasting wordt afgedragen aan constructie-elementen die de stijfheid van een gebouw verzorgen. Voorts beperken hoogwaardige materialen het constructie-

3 | Bevestiging van de borstwering aan de gevelkolom en van de polyplaatvloer aan de borstwering (figuur boven)

4 | Opbouw betonnen kern met zelfklimmende bekisting (foto links)

5 | Monteren gevelelementen (foto rechts)



oppervlak ter plaatse van de onderste verdiepingen.

Uiteindelijk is voor de volgende draagconstructie gekozen (fig. 2):

- Een stijve, in het werk gestorte, betonnen kern van circa 10 x 20 m². Hierin zijn de liftschachten, de trappenhuisen en de natte ruimten ondergebracht.
- Een prefab gevel, bestaande uit iets naar binnen geplaatste prefab-betonnen kolommen, Ø 650 mm, met aan deze kolommen bevestigde dragende prefab-betonnen borstweringselementen.
- Verzwaarde stroken op breedplaatselementen in de lengtes van het gebouw, aan weerszijden van de kern steunend op een ter plaatse gestorte kolom Ø 850 mm.
- Voor de verdiepingvloeren is in eerste instantie gedacht aan holle voorgespannen kanaalplaatvloeren. Later is echter besloten de zogenoemde polyplaatvloer (zie kader) toe te passen. Deze heeft een dikte van 210 mm en een druklaag van 60 mm. De polyplaatvloer draagt in één richting: van de verzwaarde strook in de lengtes van het gebouw of van de betonnen kern naar de betonnen borstwering in de gevel (fig. 3).

Fundering

De toren is gefundeerd op 185 VIBRO-palen Ø 508 mm en Ø 560 mm met een lengte variërend van 20 m tot ruim 25 m. De dikte van de funderingsvloer bedraagt onder de kern 1500 mm; onder de rest van het gebouw 400 mm.

Stabiliteit

De stabiliteit van de toren wordt verzorgd door de betonnen kern in samenwerking met de gevelkolommen. Daartoe zijn zogenoemde 'abutments' en 'outriggers' ontworpen. De 'abutments' bestaan uit een aantal betonwanden op de funderingsvloer en de 'outriggers' uit een staalconstruc-



tie in de technische ruimte op de bovenste verdieping van de toren. De 'outriggers' zijn overdrachtsconstructies, waardoor de gevelkolommen stijf aan de kern worden verbonden. Hierdoor kan de kern niet vervormen als een vrij uitkragende koker; de 'outriggers' willen met de kern mee vervormen, maar worden hierin verhinderd door de gevelkolommen. Hierdoor ontstaan trek- en drukkrachten in de gevelkolommen en worden de vervormingen van de constructie aanzienlijk gereduceerd. Het resultaat is een zeer stijve constructie met relatief slanke elementen.

Vloeren

Bij de keuze van de verdiepingvloeren waren de belangrijkste overwegingen:

- geschikt voor een overspanning van 8,10 m;
- de windbelasting uit de gevel moet door schijfwerking van de vloer worden overgedragen op de stabiliteitskern;
- het eigen gewicht en de dikte van de vloer dienen te worden beperkt om een minimale verdiepingshoogte te kunnen

realiseren (de gevel is een duur element).

De polyplaatvloer, een variant op

6 | Plaatsen ondersteuning voor polyplaatselementen

Polyplaatvloer

De polyplaatvloer is een breedplaatselement met tralieliggers, waarop in de fabriek gewichtsbesparende elementen van polystyreen zijn aangebracht. Ter plaatse van de tralieliggers zijn, eveneens in de fabriek, met verdichtingsvrije beton smalle balkjes gestort, waardoor extra stijfheid wordt verkregen bij transport, montage en afstorten. De gewichtsreductie is circa 30% ten opzichte van een met gewone breedplaatselementen gemaakte vloer.

De polyplaatvloer is een vloertype dat de belastingen in één richting, de langsrichting, afdraagt. Dit type is toegepast bij de 'Oval Tower' (foto 7 en 8).

Voor deze toepassing is de vloer door TNO Bouw op brandwerendheid onderzocht.

Hieruit is gebleken dat de polyplaatvloer met een dikte van 270 mm zonder verdere maatregelen een brandwerendheid, wat de scheidende functie betreft, van ten minste 60 minuten heeft.

Wat de brandwerendheid met betrekking tot de dragende functie, het buigend moment, betreft, zal deze niet binnen 60 minuten op buiging bezwijken indien ter plaatse van het inklemmingsmoment aan de zijde van de stijve kern warmgewalst betonstaal wordt toegepast.

De polyplaatvloer heeft voldoende verticale dwarskrachtwapening om de optredende dwarskracht na 60 minuten brand op te kunnen nemen.

Constructie & uitvoering

Utiliteitsbouw

de breedplaatvloer met gewichtsbesparende elementen van polystyreen, bood hiervoor de oplossing. Door besparing op het eigen



gewicht is met deze vloer de gewenste overspanning van 8,10 m goed te realiseren.

Een in het werk gestorte druklaag voorziet in de benodigde schijfwerking van de vloer, terwijl door het toepassen van een monoliete vloerafwerking een belangrijke gewichtsbesparing wordt verkregen. De geringe vloerdikte van 270 mm met in het middengebied een verzwaarde strook van slechts 350 mm biedt voldoende ruimte voor de technische installaties.

Uitvoering

Met de uitvoering is begonnen in juni 1999.

Per verdieping werd de cyclustijd op vijf werkdagen gesteld, hetgeen goed te realiseren was. Het maken van de betonnen kern was maatgevend.

De toren is gebouwd in de bouwput van het woonwinkelcentrum, waardoor er nauwelijks ruimte voor opslag van bouwmaterialen was. De logistiek vroeg bij dit project dus extra aandacht. Er werd zoveel mogelijk vanaf de vrachtauto gemonteerd en voor alle leveringen gold 'just in time' en 'fit for use'.

Evenals bij de Millenniumtoren

in Rotterdam, die door dezelfde bouwcombinatie is gebouwd, werd de in het werk te storten betonnen kern uitgevoerd met behulp van een zelfklimmende kernbekisting. Het beton B 45 voor de kern werd met een vaste pompinstallatie gestort.

De prefab-betonnen gevelkolommen werden verspringend over twee verdiepingen aangebracht, waardoor per cyclus, in plaats van 18, slechts 9 kolommen moesten worden gesteld.

De prefab-betonnen gevelelementen werden op betonnen consoles aan de gevelkolommen geplaatst. Doordat de stelvoorzieningen voor de montage van deze elementen reeds op de gevelkolommen waren aangebracht, was het mogelijk de elementen voor een halve verdieping direct vanaf de vrachtauto in twee uur tijd te monteren.

Na de montage van de borstweringselementen werden de ondersteuning voor de polyplaatvloerelementen geplaatst (foto 6), de elementen aangebracht (foto 7 en 8), de stekkenbakken bij kern en borstweringen uitgebogen, de vloerwapening gevlochten en ten slotte de vloer gestort (foto 9).

De wapening is geleverd en aangebracht door de producent van de polyplaatvloer.

Op de vloer is een verhoogde computervloer voorzien.

Ongeveer zes lagen onder de ruwbouw wordt het gebouw glas- en waterdicht gemaakt.

Met behulp van hefsteigers worden de raamstroken tussen de borstweringselementen gemonteerd (foto 10). Het geheel wordt wind- en waterdicht gemaakt door afdichtingsslabben in de aluminium randprofielen te drukken en met klemprofielen aan het beton vast te zetten.

De afbouwwerkzaamheden zijn in augustus 2000 gestart; volgens planning zal de kantoortoren in oktober 2001 voor ingebruikname worden opgeleverd. ■



7-8 | Montage polyplaat-elementen in de 'Oval Tower'



9 | Storten en afwerken verdiepingsvloer



10 | Monteren raamstroken tussen borstweringselementen

Projectgegevens

opdrachtgever:

Ontwikkelingsmaatschappij Centrumgebied Amsterdam Zuid-Oost (OMC), Bunnik

architect:

Skidmore, Owens & Merrill, Inc. (SOM), Londen i.s.m. Van Overhagen Pickkers Luger Architecten, Utrecht

constructeur:

Ingenieursbureau Zonneveld, Rotterdam

hoofdaannemer:

Bouwcombinatie Zuid Oost bestaande uit BAM Utiliteitsbouw, Bunnik en Ballast Nedam Utiliteitsbouw, Utrecht

leveranciers prefab beton:

Omnia Plaatvloer, Coevorden en Hoco Beton, Weert

leverancier bekisting:

Doka Nederland, Oss

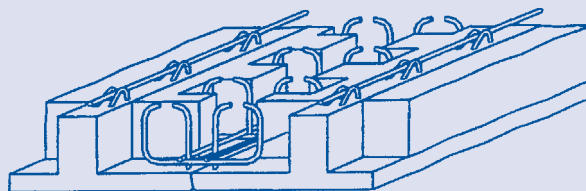
leverancier aluminium vliesgevel:

Van Dool Constructies, De Lier

Polyritsvloer

Een nieuwe ontwikkeling op de polyplaatvloer is de polyritsvloer. De polyritsvloer draagt de belastingen in langs- en dwarsrichting af. In dwarsrichting kan de dwarskrachtcapaciteit namelijk eenvoudig worden vergroot door minder polystyreen aan te brengen, waardoor 'blokken' in plaats van stroken ontstaan. Daarvoor is een goede verbinding tussen de platen onderling noodzakelijk.

De dwarswapening wordt hier door betonlassen volledig met de voegwapening gekoppeld. Deze verbinding wordt door beugels, onderling verbonden door wapeningsstaven, tot stand gebracht. De geprefabriceerde wapeningskorf wordt in het werk aangebracht in de uitsparingen van de polystyreenstroken. Dit vloertype dankt zijn naam aan deze ritssluitingachtige constructie.



Constructie & uitvoering
Prefabricage

Ontwerp en praktijk van het BubbleDeck-vloersysteem

ing. A.C. Fuchs, BubbleDeck Nederland BV, Leiden

Het BubbleDeck-vloersysteem komt tegemoet aan de behoefte aan lichtere bouwconstructies en de wens grotere overspanningen te realiseren in combinatie met een maximale vrijheid in architectonische vormgeving. Een belangrijk aspect is dat de bollenplaatvloer kan leiden tot een goedkopere gebouwconstructie. Dit artikel gaat in op de belangrijkste kenmerken en de mogelijkheden van het vloersysteem in ontwerp en uitvoering aan de hand van enkele praktijkvoorbeelden.

Als bijlage bij deze uitgave verschijnt de CUR-Aanbeveling 86: Bollenplaatvloeren. Tevens is in dit nummer een artikel geplaatst met een toelichting op deze Aanbeveling (zie blz. 95).

Het BubbleDeck-vloersysteem heeft twee kenmerkende eigenschappen:

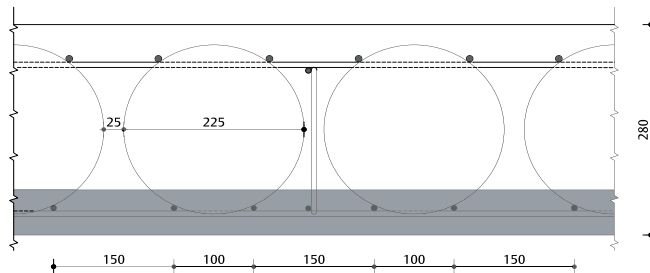
- de vloer is circa 35% lichter dan een even dikke massieve betonvloer dankzij bolvormige uitsparingen;
- het vloersysteem is een vlakke plaatvloer die de daarop werkende belastingen rechtstreeks afdraagt naar de ondersteuningsconstructie, zonder toepassing van balken en verzwaaarde kolomkoppen.

De gewichtsbesparing wordt bereikt door de vloer te voorzien van holle kunststof bollen, geklemd tussen de constructieve onder- en bovenwapening (fig. 1 en foto 2). Deze gewichtsbesparing leidt tot een reductie van de belasting op ondersteunende constructiedelen, zoals wanden en kolommen en uiteindelijk de fundering van een gebouw. De totale gewichtsbesparing op de gebouwconstructie kan oplopen tot 40 à 50%.

Een vloerelement bestaat uit een fabrieksmatig samengestelde wapeningskorf voorzien van de nodige constructieve onder- en bovenwapening, tralieliggers en kunststof bollen. De wapeningskorf wordt in de meeste gevallen aan de onderzijde voorzien van een betonschil met een minimale dikte van 60 mm (fig. 3). De vloerelementen hebben een breedte tot maximaal 3 m en een lengte tot circa 10 m.

Op de bouwplaats worden de vloerelementen samengesteld tot één geheel, een vlakke gewapendbetonvloer. Dit gebeurt met behulp van koppelwapening en in het werk gestort beton. De maximale elementlengte legt geen beperkingen op aan de te realiseren

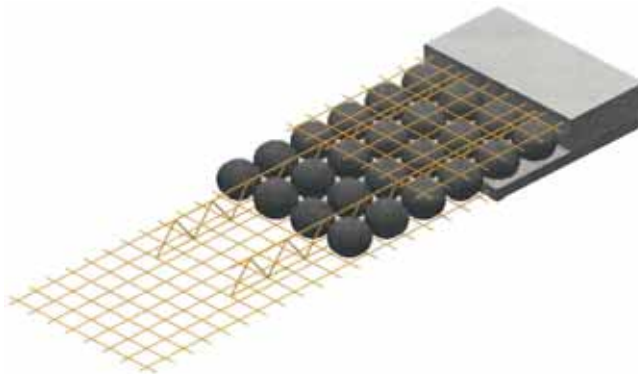
1 | Principeddoorsnede bollenplaat-vloersysteem



2 | Productie BubbleDeck-vloerelementen
foto: R. van Kuik



3 | Opbouw vloerelement



overspanning. De vloerelementen worden immers ook in de lengterichting doorgekoppeld. Er kunnen 'oneindig' lange vloervelden worden gemaakt zonder voegen.

Ontwerp

Een gebouwconstructie met BubbleDeck-vloeren kenmerkt zich door een minimaal aantal constructieve elementen met een eenvoudige rechthoekige vorm. Dit betekent kolommen zonder verzwaarde kolomkoppen of consoles, wanden zonder oplegnokken en vlakke betonvloeren zonder balken. Dit leidt tot constructies met een constructiehoogte die gelijk is aan de vloerdikte. De gelijke vloerdikte biedt de mogelijkheid tot een eenvoudige bouwkundige detaillering en maakt een vrij leidingverloop in willekeurige richtingen mogelijk.

Ontwerpvloerdikte

Het BubbleDeck-vloersysteem kent vijf gestandaardiseerde dikten. Tabel 1 bevat gegevens van de in productie zijnde standaard-vloertypen.

De ervaring leert dat voor een eerste ontwerpbenadering bij de in de tabel aangegeven belastingen voor de vloerdikte kan worden uitgegaan van $h = \pm 1/30 l_{\min}$. l_{\min} wordt gedefinieerd conform NEN 6720 (VBC 1995) als de overspanning van de vloer of in geval van puntvormig ondersteunde

Tabel 1 | Standaard-vloerdikten h , bijbehorende boldiameters D , eigen gewicht van de vloer G en indicatie van overspanningen c.q. stramienmaten (m) bij een veranderlijke belasting Q van 2,5 à 4,0 kN/m²

vloerdikte h (mm)	230	280	340	390	450
boldiameter D (mm)	180	225	270	315	360
eigen gewicht vloer G (kN/m ²)	3,7	4,6	5,5	6,4	7,3
bij volledig bollenpatroon					
indicatieve overspanning c.q. stramienmaat (m)*	6 - 7	7 - 8	8 - 9	10-11	12-14

*) De overspanningen worden zowel door technische als bouweconomische randvoorwaarden bepaald. Technische randvoorwaarden zijn de vloergeometrie, de wijze van ondersteuning alsmede de aard en grootte van de op de vloer werkende belastingen. Een relatief dunne vloer vergt meer wapening dan een dikkere vloer bij gelijke belasting. De bepaling van de optimale vloerdikte is in bouweconomisch opzicht een afweging tussen vloerdikte en de daarbij behorende hoeveelheid betonstaal.

vloeren, de stramienmaat van de ondersteunende kolommen. De definitieve vloerdikte moet uiteraard worden bepaald rekening houdend met de vloergeometrie, de wijze van ondersteuning en de specifieke belastingen.

Opgemerkt wordt dat een BubbleDeck-vloer in een grotere vloerdikte kan worden uitgevoerd dan is aangegeven in tabel 1, door de vloer hoger af te storten. Dit kan een oplossing zijn voor plaatselijk grotere belastingen of overspanningen.

Geluidswering

Bij toepassing als woningscheidende vloer voldoet een BubbleDeck-vloer aan de eisen van geluidswering, indien aan de eis van voldoende massa wordt voldaan. Voor de vloerdikten 230 en 280 mm betekent dit dat vol-

doende aanvullende massa moet worden verkregen door het aanbrengen van een afwerkvloer. De overige vloerdikten hebben voldoende massa bij toepassing als woningscheidende vloer.

Duurzaam bouwen

Het BubbleDeck-vloersysteem is in november 1999 door het ministerie van VROM genomineerd voor de Milieuprijs voor de Industrie 1999 in de categorie 'Duurzaam product'. De milieuvriendelijkheid is aansprekend: toepassing van het vloersysteem bespaart 35 à 50% op de voor gebouwconstructies benodigde grondstoffen. Ook op de voor de winning en het transport van deze grondstoffen benodigde energie wordt bespaard. Verder zijn de kunststof bollen vervaardigd van gerecyclede hoge dichtheids-polyethyleen (HDPE), een hoogwaardige kunststof die op deze wijze een nieuwe levenscyclus meemaakt. De kunststof hecht niet aan beton, waardoor de bollen en het beton bij sloop eenvoudig zijn te scheiden. Dit is een belangrijke voorwaarde voor de hergebruiksmogelijkheid van betongranulaat.

4 | Plaatsen vloerelementen
in het werk
foto: R.Plug



Uitvoering

De voordelen van prefabricage en ter plaatse gestort beton komen vooral in de uitvoering optimaal tot hun recht. Een gebouw met het BubbleDeck-vloersysteem bestaat uit dragende kolommen en even-

Constructie & uitvoering

Prefabricage

tueel wanden waarover vlakke plaatvloeren worden gelegd. Werkzaamheden voor het maken of plaatsen van verdikte kolomkoppen en balken zijn dus niet aan de orde.

Hierbij komt dat de plaatsing van de tot 3 m brede elementen relatief snel kan verlopen en dat daarmee tegelijkertijd een groot deel van de vloerwapening is aangebracht, aangezien deze reeds is opgenomen in het vloerelement. Na plaatsing van de elementen wordt de vloer afgevlucht. De ervaring leert dat een redelijke indicatie voor de hoeveelheid in het werk te vlechten betonstaal gemiddeld circa 40 % is van de totale hoeveelheid in de vloer toe te passen betonstaal (foto 4).

Na het aanbrengen van de randbekisting wordt de vloer gestort. Door de aanwezige kunststof bollen wordt bij de BubbleDeck-vloer met betonschil ongeveer de helft van de hoeveelheid beton gestort die nodig zou zijn voor een massieve betonvloer met gelijke dikte. Het storten geschiedt gewoonlijk met normaal grindbeton met een grootste korrelafmeting $D_{\max} = 31,5$ mm. Voor de 230 mm dikke vloer wordt aangeraden geheel of gedeeltelijk $D_{\max} = 16$ mm toe te passen, afhankelijk van de wapeningsdichtheid. Indien de betonspecie in het werk wordt gebracht met een betonpomp is de verwerkbaarheid meestal consistentiegebied 4.

Uitvoeringsvolgorde

De werkvolgorde bij het samenstellen van de vloer in het werk is als volgt:

- plaatsen stempelrijen maximaal h.o.h. 1,80 m haaks op de richting van de tralieliggers in het element;
- plaatsen vloerelementen op de stempelrijen, direct vanaf de vrachtwagen;
- aanbrengen koppelstaven op de betonschil, eventuele ponswapening en kolomstrookwapening, overige bijlegstaven en haarspelden ter plaatse van

vloerranden en springen, koppelnetten op de bovenwapening ter plaatse van de elementvoegen;

- aanbrengen randbekisting en afdichten van eventuele stortnaden;
- storten van de vloer, eventueel gevolgd door afwerken van het oppervlak;
- na verharding verwijderen van randbekisting en stempels, behoudens eventuele kruipstempels, in overleg met de hoofdconstructeur;
- verwijderen kruipstempels.

Praktijkvoorbeelden

De Millenniumtoren te Rotterdam met 24 000 m² vloeroppervlak, was het eerste grote markante project sinds de introductie van het vloersysteem in 1997. Stubeco onderscheidde deze toe-

passing met een eervolle vermelding in het kader van de Uitvoeringsprijs.

Vanaf begin 2000 zijn circa veertig projecten uitgevoerd met het BubbleDeck-vloersysteem.

Het vloersysteem kan ook in niet-hoogbouw worden toegepast. Bij de drie voorbeelden die hierna worden beschreven, was dit het geval.

Oval Tower te Oss

Dit torenachtige gebouw met een ellipsvormige vloerplattegrond vormt het nieuwe hoofdkantoor van Organon (foto 5). Het totale vloeroppervlak aan verdiepingen dakvloeren bedraagt circa 5800 m². De stabiliteit van het gebouw wordt verzorgd door een vrij langgerekte gewapend-betonnen kern die schuin op de langste hoofdas van de ellipsvormige plattegrond

5 | **Aanzicht van de vrijwel gereede constructie van de Oval Tower**

foto: Ton Borsboom

Architect:

Van den Broek en Bakema, Rotterdam

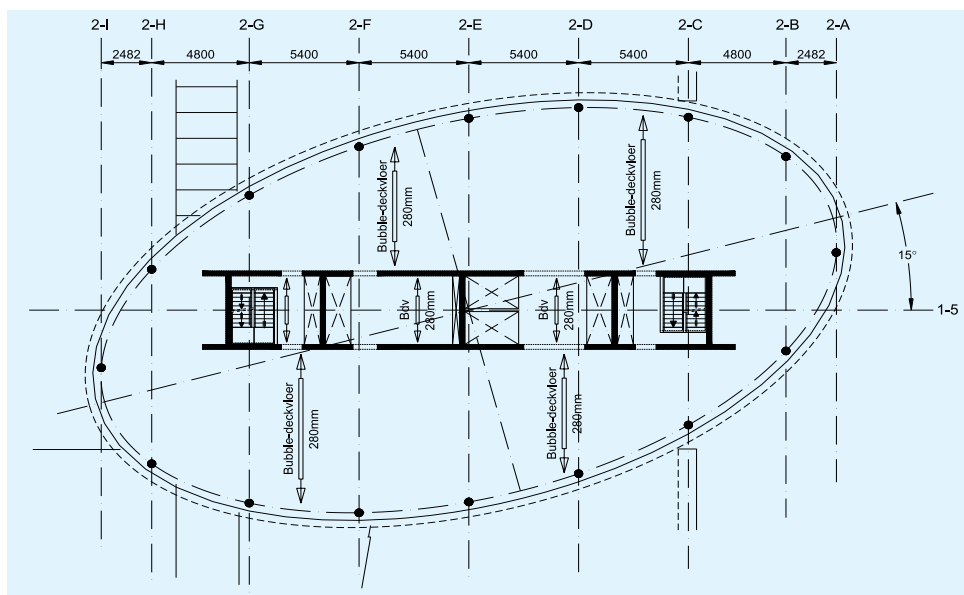
Hoofdconstructeur:

Ulehake Bouwconstructies, Oss

Hoofdaannemer:

Bouwbedrijf Berghege, Oss





6 | Ellipsvormige plattegrond van de Oval Tower met schuinstaande kern

is geprojecteerd (fig. 6). De vliesgevel draagt per verdieping op de vloerrand. Ter plaatse van de gevel zijn rondom betonkolommen geplaatst. De maximale vloeroverspanning is circa 8,50 m.

De onderzochte constructievarianten voor de vloer waren een kanaalplaatvloer, ter plaatse van de gevel opgelegd op een in het werk gestorte ellipsvormige randbalk en bij de kern op aangestorte nokken, versus een vlakke BubbleDeck-vloer direct dragend op de gevelkolommen, zonder randbalk en oplegnokken bij de kern. Voor de laatstgenoemde vloerconstructie werd gekozen op basis van de aanzienlijke vereenvoudiging van de constructie, de uitvoeringsvoordelen en besparing op bouwtijd. Toegepast zijn 280 mm dikke vloeren. Enkele verdiepingvloeren zijn in 340 mm dik, in verband met hogere vloerbelastingen. Het grootste deel van de verdiepingvloeren is uitgevoerd als monoliet afgewerkte betonvloer, zonder dekvloeren.

Kantoorgebouw Leidschenpoort te Leidschendam

Dit kantoorgebouw beslaat totaal circa 25 000 m² vloeroppervlak

aan verdiepings- en dakvloeren (foto 7). Er zijn drie constructief te onderscheiden onderdelen: een parkeerkelder van circa 5000 m², een onderbouw van twee verdiepingen en daarop drie kantoorstorens. De stabiliteit wordt verzorgd door betonnen kernen in de kantoorstorens. De vloeren worden door de kernen en door betonkolommen gedragen. De gevels bestaan uit betonnen gevelementen in combinatie met een vliesgevel. De gevels dragen per verdieping op de vloerrand. De maatgevende vloeroverspanning bedraagt 8,10 m.

De onderzochte constructievarianten voor de vloer waren een breedplaatvloer met verzwaarde stroken en randbalken, versus een vlakke BubbleDeck-vloer, zonder balken en direct dragend op de betonkolommen.

De laatste vloerconstructie werd met name gekozen met het oog op de aanzienlijk vereenvoudigde uitvoering en detaillering en de besparing op bouwtijd. De geringere constructiehoogte van het dek van de parkeerkelder bood daarnaast het voordeel dat de kelderconstructie minder diep behoefde te worden ontgraven.

Door het ontbreken van balken en verzwaarde stroken konden rechte en zo kort mogelijke leidingen onder de vloer worden doorgevoerd.

De meeste vloeren zijn 280 mm dik. Een gedeelte van het dek van de parkeerkelder en een gedeelte van de verdiepingvloeren in één van de storens zijn 340 mm dik in verband met grotere vloerbelastingen, respectievelijk de plaatselijk grote uitkragingen van de gevel. De verdiepingvloeren van de kantoorstorens zijn monoliet afgewerkt, dus zonder dekvloeren.

Bedrijfsgebouw Control Techniques te Sliedrecht

Dit bedrijfsgebouw bestaat uit een bedrijfshal en een daarvoor gelegen kantoor met drie verdiepingen en een dakvloer. Het kantoorgedeelte bevat circa 2000 m² verdiepings- en dakvloeren. De stabiliteit wordt verzorgd door een relatief kleine betonnen kern in combinatie met betonwanden. De vloerplattegrond is een veelhoek met vier hoekpunten, waardoor geen enkele gevel parallel is aan een andere. De gevel bestaat uit gemetselde borstweringen

Constructie & uitvoering

Prefabricage



7 | **Uitvoering van**
Kantoorgebouw
Leidschenpoort te
Leidschendam

foto: Hans Koreman

Architect:

ZZ+P Architecten, Amstelveen

Hoofdconstructeur:

Adviesbureau Broersma,

Den Haag

Hoofdaannemer:

Nelis Utiliteitsbouw, Haarlem

met daartussen doorlopende kozijnpartijen. Voor de keuze van het vloersysteem kwam BubbleDeck al snel bouwtechnisch en qua kostprijs als aantrekkelijkste optie naar voren. De onregelmatige vloerplattegrond maakte het nauwelijks mogelijk een rationeel balkensysteem te kiezen in combinatie met kanaalplaatvloeren of breedplaatvloeren. Bovendien was de eis dat de gemetselde gevels per verdieping door de vloer werden gedragen. Boven de entree van het gebouw op een van de hoeken verspringen bovendien de gevels per verdieping. Dit maakte het noodzakelijk dat de vloeren daar een geveldragende

functie moesten hebben zonder dat balken in het zicht kwamen. Alle verdiepings- en dakvloeren zijn 340 mm dik. De vloeren dragen op de betonnen kern en de stabiliteitswanden en slechts zes centrale betonkolommen. Dit was mogelijk omdat bij toepassing van BubbleDeck-vloeren een regelmatig kolomstramien niet noodzakelijk is. Ter plaatse van de voor- en achtergevel draagt de vloer rechtstreeks op verzinkt stalen kolommen, voorzien van een stalen oplegplaat.

Tot slot

De eigenschappen en voordelen van het BubbleDeck-vloersysteem

hebben inmiddels tot grote belangstelling geleid. De voordelen kunnen maximaal worden benut bij afweging in een zo vroeg mogelijk stadium van het ontwerp. Dan kunnen de constructieve en bouweconomische aspecten goed worden afgewogen. Meer informatie over het BubbleDeck-vloersysteem is te vinden op www.bubbledeck.nl.

In Nederland produceert Dycore het vloersysteem in opdracht van BubbleDeck Nederland. In België is Marmorith de producent in opdracht van BubbleDeck Belgium.



Constructie & uitvoering

Waterbouw

Besparing krimpwapening bij toepassing hollewandsysteem voor waterdichte wanden

ing. E. Heling en ing. P. Delaere, Alvon Bouwsystemen bv, Veenoord

Eind jaren zeventig heeft Alvon haar hollewandsysteem op de Nederlandse markt geïntroduceerd. De toepassing heeft zich in de loop der jaren steeds verder uitgebreid tot onder meer kelderwanden, keerwanden en bouwmuren. Toepassing bij waterkerende constructies met een hoge duurzaamheidsklasse zoals reinwaterkelders en bergbezinkbassins, stond evenwel regelmatig ter discussie. Alvon heeft hiernaar in samenwerking met Ingenieursbureau ir. J.G. Hageman onderzoek verricht.

Traditioneel worden waterkerende constructies uitgevoerd als in het werk gestorte wanden met hoogovencement CEM III/B 42,5 LH HS en een grote hoeveelheid doorgaande horizontale wapening ter beperking van de scheurwijdte. Grote voordelen van holle wanden ten opzichte van monolithisch in het werk gestorte wanden zijn de bouwsnelheid en de eenvoud: de prefab schillen, waarin tevens de benodigde wapening is opgenomen, functioneren als bekisting. Als verbindingswapening tussen elementen worden geprefabriceerde korven bijgeleverd. Het zwaartepunt van het verrichte onderzoek was de invloed van het vulbeton op de geprefabriceerde schillen, alsmede de verticale voegen tussen de geprefabriceerde elementen [1].

Halfabrikkat

Een holle wand is een prefab halfabrikkat en bestaat uit twee, met elkaar verbonden, verticaal gewapende betonschillen die de zij-kanten van een wand vormen. De elementen worden volgens een montageplan op de bouw gesteld en vervolgens volgestort. De constructieve beperkingen van deze prefab bouwwijze ten opzichte van de in het werk gestorte wanden zijn gering, omdat alle onderlinge en aangrenzende aansluitingen 'nat' worden uitgevoerd.

Naast de bekende voordelen van prefab zoals:

- minder bouwafval;
- beheerst en snel bouwproces;
- beperkt benodigde montage-ruimte (ter plaatse van damwanden en belendingen);
- geen tussentijdse opslag op de bouwplaats;
- weinig arbeid benodigd, kan, gezien de gunstige lengte/massaverhouding ten opzichte van volledige prefab wanden, tevens bezuinigd worden op kraankosten.

Constructie

In 1990 verscheen [2]. Proefondervindelijk is toen vastgesteld dat er geen bezwaren waren de voorgeschreven schuifweerstand van aansluitvlakken ook toe te passen op samengestelde betonwanden. Tevens werd tussen onderkant schil en vloer een stelruimte van 50 mm aangegeven, die door het vulbeton wordt opgevuld, waardoor de totale dikte van de wand als meewerkende breedte kan worden benut. Sindsdien is de VBC 1995 verschenen en zijn in de afgelopen jaren de ervaringen met het product en de toepassingsmogelijkheden toegenomen, waardoor de behoefte is ontstaan aan vernieuwing en aanvulling van de theoretische onderbouwing, gecombineerd met een praktische uitwerking van het constructieve

aspect. Dit resulteerde in [3], waarin onder meer wordt behandeld:

- op buiging, al dan niet in combinatie met normaalkracht, belaste wanden;
- wandliggers;
- voegdetailering;
- krimpinvloeden in combinatie met waterdichtheid.

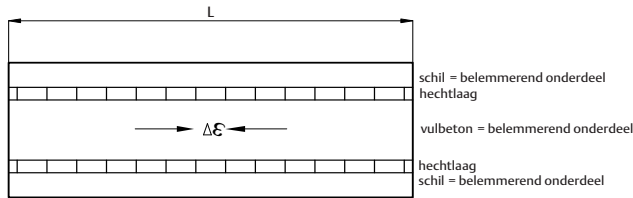
Scheurbeperkende eigenschap

Een bekend verschijnsel bij betonnen wanden van kelders, tunnels en bassins is de scheurvorming als gevolg van belemmerde vervormingen. In het algemeen geldt dat ter beperking van deze scheurvorming vrij veel horizontale wapening nodig is. Naar dit verschijnsel is al veel onderzoek gedaan en er zijn methoden beschikbaar om de benodigde wapening te berekenen. Deze methoden, zoals gegeven in [4], gelden echter voor monoliete wanden.

De situatie bij het hollewandsysteem is echter aanmerkelijk gunstiger omdat:

- de schillen al een zekere krimp hebben ondergaan voordat het vulbeton wordt gestort;
- de krimp van de schillen kleiner is dan van het vulbeton vanwege hogere sterkteklasse van de geprefabriceerde schillen;
- in het vulbeton hydratatie optreedt, die na verharding tot een temperatuurdaling leidt, die de druk in de schillen veroorzaakt.

Om deze gunstige invloeden te onderzoeken is de scheurontwikkeling en de invloed van de wapening hierop, bepaald met behulp van het hechtlaagmodel (fig. 1). Uit de berekeningen blijkt dat er



7 | Hechtlaagmodel voor vervormingsverschil

in volgestorte holle wanden minder krimpwapening nodig is dan in monolithisch in het werk gestorte wanden.

Er is onderscheid gemaakt tussen twee wandtoepassingen:

- wanden in milieuklassen 3, 4 en 5 met waterdruk aan beide zijden (b.v. bassinwanden), vulbeton B 35 met hoogoven-cement met lage hydratatie-warmte, sterkteklasse schillen B 45;
- wanden in milieuklasse 2 met waterdruk aan één zijde (bijv. kelderwanden), vulbeton B 25 met portlandcement met normale hydratatie-warmte, sterkteklasse schillen B 45.

Verder is onderscheid gemaakt in toelaatbare scheurwijdte. Eisen in het kader van de duurzaamheid zijn gesteld in de VBC 1995. De toelaatbare scheurwijdte bedraagt 0,3 mm in milieuklasse 2 en 0,2 mm in milieuklasse 3, 4 en 5. In het algemeen zijn deze eisen niet hoog genoeg om een waterdichte wand te verkrijgen. Meestal zal hiertoe de scheurwijdte tot 0,1 mm moeten worden beperkt. Nader informatie hierover kan worden ontleend aan [5].

De berekeningen van de benodigde hoeveelheid wapening zijn

uitgevoerd voor een toelaatbare scheurwijdte van 0,10 tot 0,20 mm. Om een indruk te geven van de resultaten zijn in tabel 1 de benodigde wapeningshoeveelheden gegeven voor een wand met een hoogte van 3 m, een schildikte van 60 mm en een dikte van het vulbeton van 180 mm (totale dikte 300 mm).

Bij kelderwanden (milieuklasse 2) is de productietechnisch toegepaste wapening in het algemeen $\varnothing 8-200$ in de schillen en $\varnothing 8-200$ ter plaatse van de voegen. Dit is voldoende waarborg ten aanzien van de duurzaamheid ($w \leq 0,20$ mm). Er is globaal $\varnothing 8-100$ nodig ter aanzien van de (hogere) waterdichtheitseis ($w \leq 0,10$ mm).

Bij bassinwanden (milieuklassen 3, 4 en 5) is ongeveer 25% meer wapening nodig om aan de eisen te voldoen.

Waterdichte voegen

In het algemeen geldt dat veel wapening nodig is om de scheurwijdte als gevolg van opgelegde vervormingen te beperken. Een andere methode om de scheurwijdte te beperken of zelfs te voorkomen, is het toepassen van dilatatievoegen of schijnvoegen. De

bij de holle wand toegepaste voegen ontstaan door de beperkte lengte van de schillen. Omdat deze voegen niet voorkomen in het vulbeton, zijn ze als schijnvoegen te beschouwen (vergelijk de ingezaagde voegen bij bedrijfsvloeren). Het voordeel van deze voegen is dat een scheur die in het vulbeton in de omgeving van de voegen wil ontstaan, vanwege de verzwakte doorsnede altijd zal optreden ter plaatse van de voegen. Voor de waterdichtheid is dit geen bezwaar, omdat de voegen kunnen worden voorzien van een waterdichte afwerking. In plaats van het aanbrengen van een waterkerende coating ter plaatse van de voegen, kan er ook van worden uitgegaan dat de scheurwijdte beperkt moet blijven tot de toelaatbare waarde. Dat kan worden bereikt door toepassing van wapening in het vulbeton ter weerszijden van de voegen. De hiertoe benodigde wapening kan worden bepaald met de berekeningsmethode voor in het werk gestorte wanden.

In tabel 2 is de benodigde wapening gegeven ter plaatse van de voegen voor het geval dat de voegen niet worden voorzien van een afdichtingmassa, maar er wel een eis aan de scheurwijdte wordt gesteld.

Toepassingen

Inmiddels zijn al veel projecten volgens bovenvermeld systeem uitgevoerd. Voor de Waterleidingmaatschappij Oost Gelderland is een aantal reinwaterkelders gere-

Tabel 1 | Benodigde hoeveelheid wapening in 60 mm dikke schillen van een wand met een totale dikte van 300 mm bij een wandhoogte van 3 m

milieu-klasse	scheur-wijdte	holle wand					in het werk gestorte wanden				
		w (mm)	ω_0 (%)	$\varnothing 10$ wapening (mm ²)	$\varnothing 8$ wapening (mm ²)	$\varnothing 10$ wapening (mm ²)	ω_0 (%)	$\varnothing 10$ wapening (mm ²)	$\varnothing 8$ wapening (mm ²)	$\varnothing 10$ wapening (mm ²)	$\varnothing 8$ wapening (mm ²)
3, 4, 5	0,10	0,53	795	10-95	636	8-75	0,93	1395	10-55	1116	8-45
	0,15	0,31	465	10-165	372	8-135	0,57	855	10-90	684	8-70
	0,20	0,21	315	10-245	252	8-195	0,38	570	10-135	456	8-110
2	0,10	0,37	555	10-140	444	8-110	0,76	1140	10-65	912	8-55
	0,15	0,20	300	10-260	240	8-205	0,47	750	10-110	564	8-85
	0,20	0,12	180	10-435	144	8-345	0,32	480	10-160	384	8-130

Constructie & uitvoering

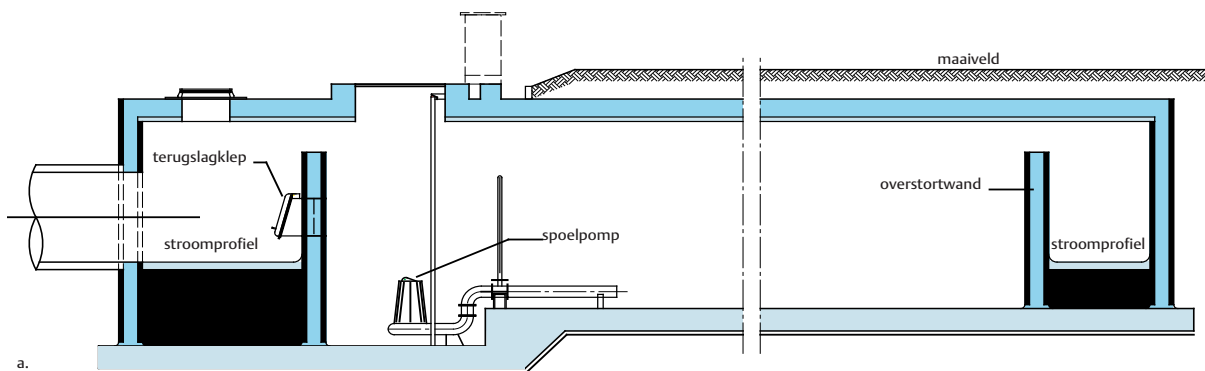
Waterbouw

Tabel 2 | Benodigde voegwapening in het vulbeton (als alternatief voor afdichten) bij een wandhoogte van 3 m en een vulbetondikte van 180 mm (wapening per zijde)

milieu-klasse	scheur-wijdte w (mm)	voegwapening vulbeton				
		ω_s (%)	Ø10 wapening (mm ²)	Ø8 wapening (mm ²)		
3, 4, 5	0,10	0,93	837	10-90	670	8-75
	0,15	0,57	513	10-150	410	8-120
	0,20	0,38	342	10-225	274	8-180
2	0,10	0,76	684	10-110	547	8-90
	0,15	0,47	423	10-185	338	8-145
	0,20	0,32	288	10-270	230	8-215

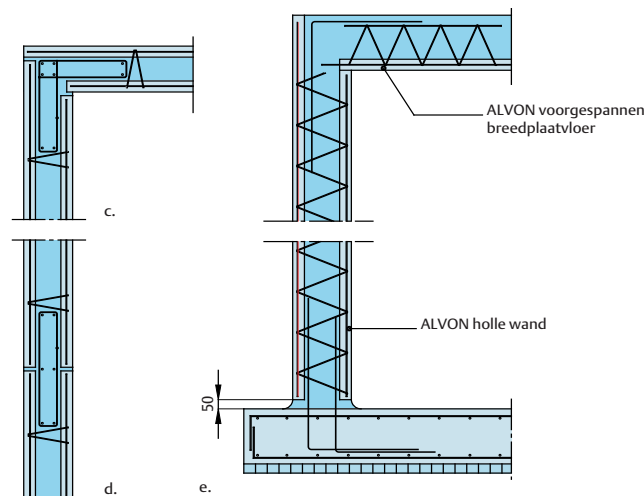
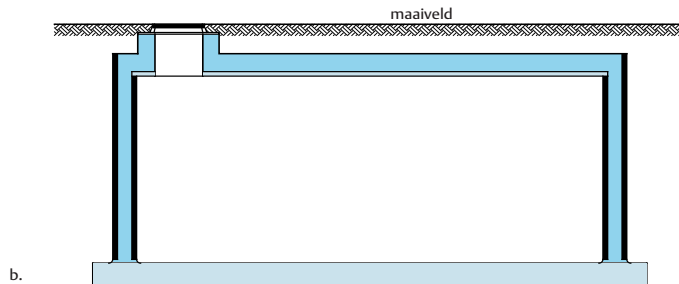
aliseerd door BAM-NBM. In het noorden en oosten van het land zijn door Ballast Nedam diverse bergbezinkbassins met het holle-wandsysteem uitgevoerd (fig. 2, foto's 3 en 4).

De ervaringen van zowel beide aannemers als de betrokken ingenieursbureaus zijn bijzonder positief: de uitvoering verloopt volgens planning, de constructie



2 | Bergbezinkbassin

- a. principe langsdoorsnede
- b. principe dwarsdoorsnede
- c. hoekdetail
- d. voegdetail
- e. principe doorsnede



voldoet volledig en financieel is er een besparing mogelijk ten opzichte van volledig ter plaatse gestorte monolithische wanden of volledig geprefabriceerde massieve wanden.

Het holle-wandsysteem volgt zonder probleem, ook bij seriegrootte één, de vorm van de wanden: hoeken, schuine wanden, sparingen, schuine onderzijde in verband met afschot van de bodenvloer zijn geen enkel probleem. Op horizontale wapening ter vermindering van krimpscheuren is veel wapeningsstaal te besparen. De bouwsnelheid is zeer hoog: bekistingen en wapeningsstaal zijn geïntegreerd in de geprefabriceerde schillen, waardoor veel specialistische arbeid op de bouwplaats verplaatst wordt naar de fabriek. Hierdoor ontstaat een grote besparing op bouwplaatskosten en wordt de werkorganisatie en de coördinatie op de bouwplaats veel beheersbaarder en minder afhankelijk van onderaannemers.

Ten slotte

De toepassing van het hollewand-systeem past in de huidige tijd. Minder inzet van arbeid, materiaal en materieel op de bouwplaats, maar meer prefabriceren onder geconditioneerde omstandigheden is de wens van bouwende Nederland.

Moeilijk te maken bekistingen, hoge wanden, schuin geplaatste wanden, wandliggers, geïsoleerde wanden, het kan allemaal in het hollewandsysteem, mits met een aantal beperkingen in afmeting (transport en productie) en een aantal randvoorwaarden op het constructieve vlak rekening wordt gehouden en een goede kennis van de verwerkingsadviezen aanwezig is.

Ook waterkerende wanden zijn op deze wijze efficiënt en met grote zekerheid voor waterdichtheid uitvoerbaar. Bovendien past de krimpfilosofie van het systeem (waardoor krimpwapening kan worden bespaard) in de actuele noodzaak van doelmatig en efficiënt omgaan met grondstoffen.

■

Literatuur

1. Rapport Ingenieursbureau ir. J.G. Hageman nr. 3840-1-3, Scheurbepering Alvonwanden.
2. Stupré-rapport nr. 21, Samen-gestelde wandconstructies.
3. Rapport Goudstikker – de Vries nr. 398-1323, Construeren met Alvon hollewand-systeem.
4. CUR-rapport 85, Scheurvorming door krimp en temperatuurwisseling in wanden.
5. Braam, C.R., Van Breugel, K., Van der Veen, C., Walraven, J.C., Betonconstructies onder temperatuur- en krimpvervormingen. Betonpraktijkreeks 2, Beton-Prisma, 's-Hertogenbosch, 1996.



De rapporten 1 en 3 zijn verkrijgbaar via www.Alvon.nl

3 | Bergbezinkbassin
Hengelo

4 | Bergbezinkbassin
Heerenveen

Onderzoek & technologie
Prefabricage

Dycore systeemvloeren automatiseert locatie Lelystad

Najaar 2001 werd in Lelystad Dycore's nieuwe fabriek voor de productie van ribbenvloeren in gebruik genomen. Bij het besluit tot de bouw van deze nieuwe fabriek heeft onder meer meegespeeld dat de oude fabriek aan vernieuwing toe was, zowel op het gebied van de arbeidsomstandigheden als wat betreft mogelijkheden om tegemoet te komen aan de eisen die de markt stelt aan een leverancier van prefab bouwproducten. Voor een renderende opzet was bedrijfseconomisch gezien, een vergaande automatisering noodzakelijk. Daarmee kon de factor arbeid worden teruggedrongen. Uiteraard moesten de graad van nauwkeurigheid, de betrouwbaarheid en de constante kwaliteit, waar mogelijk worden verhoogd. Het zorgen voor optimale arbeidsomstandigheden en een goede, geïntegreerde informatievoorziening, zo werd geoordeeld, zal de prestaties navenant verbeteren.

Bij de bouw en inrichting van de fabriek in Lelystad is rekening gehouden met het Bouwstoffenbesluit en aspecten van Duurzaam Bouwen. Dat wil zeggen dat product en productieproces niet alleen voldoen aan wettelijk te stellen eisen betreffende milieu en milieubelasting, maar zo mogelijk daarop vooruitlopen. Het heeft er onder meer toe geleid dat de hoeveelheid afval praktisch nihil is. Verder konden forse besparingen worden bereikt op het gebied van grondstoffen- en energieverbruik.

Ribbenvloerplaat

De nieuwe ribbenvloerplaat (type 350L) is in tegenstelling tot het vroegere product, nu van voorgespannen beton. Het toepassingsgebied blijft onveranderd de begane grondvloer, met name in de woningbouw, met overspanningen tot circa 7 m.

De elementen zijn in langsrichting voorzien van ribben (fig. 1). De koppen van de elementen zijn standaard uitgevoerd met verzwaarde nokken. Met uitzonde-

ring van de ribbeneinden zijn ook de koppen bekleed met EPS. Dit materiaal bepaalt niet alleen de vorm van de plaat, maar voorziet het element tevens van een isolatie aan de onderzijde tot een R-waarde van maximaal $5,2 \text{ m}^2\text{K/W}$. In vergelijking tot de 'oude' plaat is bij de nieuwe uitvoering de isolatie excentrisch aangebracht. Het EPS steekt namelijk aan één zijde 40 mm buiten de symmetrische betondoorsnede uit (zie fig. 1). De andere zijde bestaat uit een gladde harde betonrand. Daarmee wordt bereikt dat tijdens het aaneensluitend monteren van deze elementen een door isolatiemateriaal gesloten voeg ontstaat. Dat komt niet alleen de isolatiewaarde van de vloer als geheel ten goede, maar het EPS vormt bij het vullen van de voegen tevens een afsluitende verloren bekisting. De betonrand aan de andere plaatzijde is verticaal en zorgt bij montage voor een optimale plaatsing en goede aansluiting met het eventuele gevelmetselwerk.

De nieuwe vloerelementen worden geproduceerd met zelfver-

dichtend beton in sterkteklasse B 55, waarvan de receptuur onlangs als één van de eerste in Nederland is geaccepteerd en goedgekeurd door KIWA. Verder is uit een Levenscyclusanalyse (LCA) door bureau Intron gebleken dat het nieuwe product op 11 van de 13 beoordelingscriteria significant beter scoort dan de oude ribbenvloer.

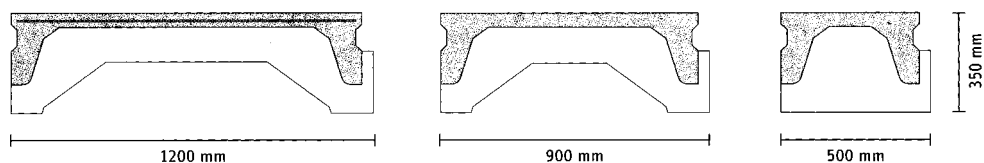
Nieuwe fabriekshal

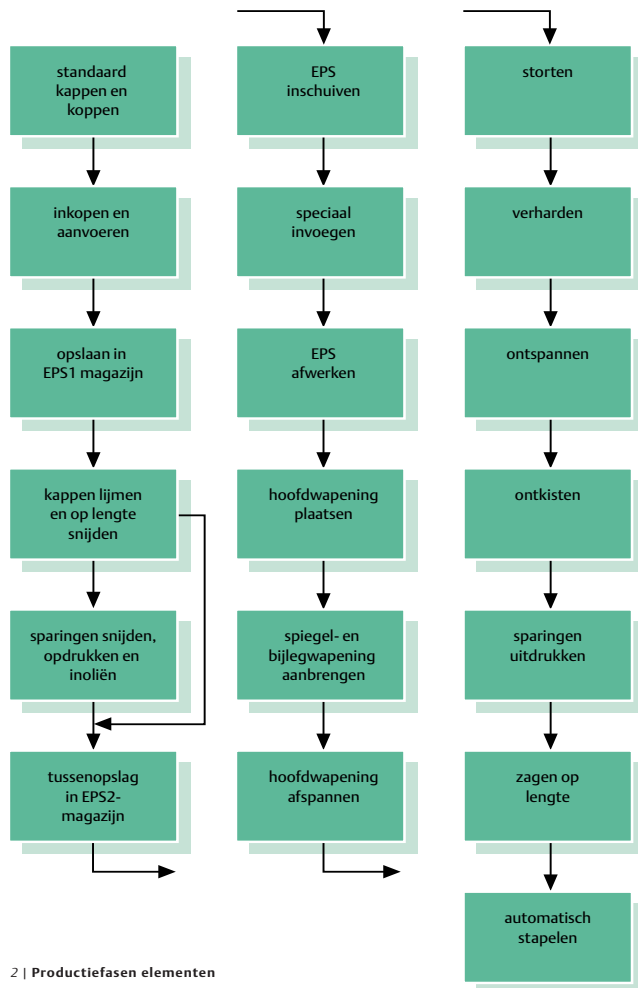
Terwijl de oude fabriekshal werd gesloopt, kreeg de nieuwe fabriek geleidelijk, uitgevoerd in twee fasen, zijn contouren. Een ruime overzichtelijke hal waarin alle bewegende delen van de installatie oranje zijn gekleurd en de vaste delen zoals bordessen en dergelijke blauw zijn.

Gekozen is voor het zgn. carrouselstelsel dat enkele jaren geleden al met succes werd opgezet in de Bredase vestiging voor de productie van bekistingsplaatvloeren. Daarbij werken de mensen in de fabriek vanaf vaste standplaatjes en maken de mallen hun ronde langs de verschillende werkbordessen. Een aantal relatief weinig voorkomende bewerkingen gebeurt nog met de hand, onder meer het maken van bijzondere sparringen en scheve elementeinden.

Het productieproces is opgezet volgens de laatste stand van de techniek, dat wil zeggen in hoge mate geautomatiseerd en computergestuurd met behulp van vergaand geïntegreerde informatiesystemen die alle bedrijfspro-

7 | Dwarsdoorsnede ribbenvloerelementen





2 | Productiefasen elementen

cessen ondersteunen. De door de klant aangeleverde basisgegevens worden door tekenkamer en werkvoorbereiding verwerkt tot gegevens die direct de productie-installatie aansturen.

Productieroute

Het schema van figuur 2 toont in drie kolommen de productiefasen van de elementen. Voor de productie van de elementen worden vormdelen van EPS gebruikt die in de juiste contour zijn gevormd. Deze vormdelen of kappen met een lengte van 2,4 m worden dagelijks aangevoerd. Dat houdt bij maximumcapaciteit een trans-

port in van 10 tot 12 vrachtwagens (1000 tot 1200 m²). De aanvoer wordt automatisch gestapeld in rekken, waardoor er een buffervoorraad aanwezig is voor twee dagen productie.

De EPS-stukken worden bij verdere bewerking op een baan verlijmd tot een oneindige lengte en vervolgens op de gewenste maat doorgesneden. Via een wisselstation worden de kappen verdeeld over drie vervolgbanen: een van deze banen is bestemd voor de kappen die geen verdere bewerkingen nodig hebben. Op de twee andere banen komen de kappen waaruit sparingen moeten

worden gesneden. Dit gebeurt met een robot die beide banen kan bedienen (foto 3). De sparingen worden conisch uitgefreesd en tegelijk uitgedrukt tot een bepaalde hoogte die iets hoger is dan de dikte van de later te storten betonlaag. De robot voorziet de zijkanten van de uitgedrukte prop-pen van een laagje bekistingsolie om aanhechting met het beton te voorkomen. Alle kappen komen vervolgens in een geprogrammeerde volgorde in een tussenspannbuffer terecht. Dit is een stellage met 12 lagen. De kappen worden tijdens het arbeidsproces voortgeduwd naar het einde van de stellage, het beginpunt voor verdere bewerking. Daar ter plaatse worden ze via liften opnieuw over drie banen verdeeld. Hier worden de eind- of kopstukken tegen de kappen geklemd. Deze dienen voor de vorming van de plaat-einden.

De drie naast elkaar gelegen banen worden vervolgens in een stalen mal van 20,50 m lengte gebracht. De mallen worden zo economisch mogelijk gevuld. Daarvoor wordt een programma gebruikt dat de mallen automatisch indeelt voor optimaal gebruik. De mal wordt naar een volgend werkbordes gevoerd dat gesitueerd is onder een voorraadbuffer met op lengte geknipt voorspanstaal. Onder in de mal in beide ribben wordt een voorspanstreng geschoven en bovenin een draad voor transportwapening. Een kruisnet als spiegelwapening completeert de wapening in het element.

Na het aanspannen met behulp van vijzels wordt de mal getransporteerd naar één van de twee stortposities. Drie stortmachines, voortbewegend langs een spaceframe en elk voorzien van vijf doseerklappen, vullen de mal tot in alle hoeken en gaten met zelfverdichtende betonspecie (foto 4). De te storten hoeveelheden zijn exact per plaats geprogrammeerd.

Onderzoek & technologie

Prefabricage



3 | Automatisch snijden van de sporingen



4 | Storten zelfverdichtend beton



5 | Lift en verhardingskamers



6 | Op lengte zagen

Daarna vervolgt de mal zijn weg naar een van de twee droogkamers. De tijd voor het verharden hangt af van de snelheid van het productieproces. Het kan in acht uur, maar als meer tijd beschikbaar is, wordt de betonsamenstelling daarop aangepast. Maatgeving is de ontkistingssterkte.

Na verharding worden de mallen uit de droogkamer gereden, ontspannen en opengemaakt. De elementen komen vrij en worden op een transportband geplaatst.

De mallen zijn vrijwel in hun uitgangspositie teruggekeerd en kunnen worden gereinigd. De elementen die nog via de doorlopende ribben met voorspanwapening aan elkaar verbonden zijn, worden op een transportband naar buiten gerold. Ze passeren achtereenvolgens een station waar de sparringproppen worden uitgedrukt en een hal waar de ribben ter plaatse van de plaat-einden door een robot worden doorgezaagd.

Ten slotte pakken automatische stapelkranen de afzonderlijke elementen van de transportband en maken er stapels van, maximaal 7 elementen hoog. Ze zijn gesorteerd per order en zoveel mogelijk in de montagevolgorde.

Vervoerslift voor de mallen

Aan de lift waarmee de gevulde mallen verticaal getransporteerd worden naar de droogkamers, zijn hoge eisen gesteld (foto 5). Een gevulde mal heeft een massa van 35 ton en de lift heeft samen met de mal een massa van ongeveer 70 ton. De mallen moeten op de millimeter nauwkeurig worden gepositioneerd en ingereden. Het ontwerp is zoveel mogelijk geoptimaliseerd om een gunstige verhouding van de kosten tegenover de prestatie te realiseren.

Hierbij was het van groot belang om trillingen zoveel mogelijk te voorkomen. Zodra zelfverdichtend beton met rust wordt ge-

laten, stijft het op. Dat proces mag niet worden verstoord.

Zelfverdichtend beton

Het werken met zelfverdichtend beton op industrieel niveau heeft voor het productieproces de nodige consequenties vanwege het feit dat het gedrag van zelfverdichtend beton afwijkt van dat van normaal beton. De specie is namelijk stroperiger. Dit heeft onder meer tot gevolg dat de regelkleppen in de stortmachines en de roerwerken in de mengmolen gaan klemmen en vastzitten als het mengsel niet voortdurend in beweging wordt gehouden.

Daar tegenover staan veel voordelen zoals besparing op verdingenergie, minder slijtage aan apparatuur en een gunstiger werkklimaat. Verder leidt een zeer homogene samenstelling tot een betere beheersing van de dosering, dus tot besparing aan beton. De receptuur van zelfverdichtend beton heeft men inmiddels goed in de hand. Mede dankzij de nieuwe menginstallatie, voorzien van moderne uitrusting zoals een computergestuurde dosering en vochtsensoren, bleek het mengsel in het productieproces beter beheersbaar te zijn dan op laboratoriumschaal. KIWA toonde zich enthousiast over dit verloop.

Resultaat

Bij nieuwe geavanceerde ontwikkelingen zoals die in deze fabriek geconcretiseerd zijn, moeten gewoonlijk de nodige aanloopproblemen overwonnen worden. Want alles loopt niet direct gladjes. Terugvallen op standaardoplossingen is er dan niet bij. Niettemin functioneert de fabriek naar wens. Dycore loopt met de vergaande automatisering en de unieke combinatie van zelfverdichtend beton en voorgespannen ribbenvloeren in Europa voorop. In de eerste fase kan de fabriek met 40 mallen een productie aan van 1 miljoen m² ribbenvloeren per jaar. ■

M.G.P.Nelissen