

Ontwerp en uitvoering bij toepassing van glijdende bekisting

Voordracht op de 'Beiondag 1962'

Scheveningen, 20 november 1962

door

ir. J. C. S i j d e r (Raadg. bureau ir. A. Aronsohn c.i.)

INLEIDING

De toepassing van glijdende bekisting bij de bouw van enige radiatoren voor de P.T.T. in 1955¹⁾, heeft de aandacht gevestigd op de mogelijkheden van deze uitvoeringsmethode voor het storten van verticale betonconstructies.

Voordien was het 'glijden' in ons land voornamelijk beperkt gebleven tot bouwwerken die bijzonder geschikt zijn voor het gebruik van glijdende bekisting, namelijk de silo's.

Thans worden behalve silo's ook liftschachten, schoorstenen, watertoren en woningen in Nederland gebouwd met behulp van deze methode (foto's 1-7)²⁾.

Verscheidene bureaus en aannemingsbedrijven beschikken nu over ervaring en benodigd materieel, zodat deze werkwijze in toenemende mate wordt toegepast.

Door de verkregen ervaring kan bij het ontwerp en de uitvoering rekening worden gehouden met de specifieke eisen die deze bouwmethode stelt.

De toepassing van glijdende bekisting komt tegemoet aan een aantal wensen die in de bouwwereld leven, onder meer:

a. Invoering van *materiaal- en arbeidbesparende methoden*. (Bij de glijbouwmethode is de hoeveelheid bekisting gering; omvangrijke steigers kunnen veelal achterwege blijven) (foto 5).

- 1) Zie bijv. 'Radiatoren in Noord-Brabant en Zeeland voor het Staatsbedrijf der P.T.T.' door Ir. H. J. Engel, Cemen! VII (1955) Nr. 11-12, blz. 261-270.
- 2) Zie bijv. 'Suikersilo te Puttershoek' door ir. M. Wierda, Ccmenc XI (1959) Nr. 4, blz. 334-336, 'Betonnen kern van een 65 m hoog kantoorgebouw' door ir. A. M. de Broekert en ir. □ N. Bosnia, Cemen! XIII (1961) Nr. 6, blz. 334-337, en 'Uitvoering van een silogebouw aan de Vlothaven te Amsterdam' door Ing. B. Weile, Cemen! XIII (1961) Nr. 12, blz. 699-700.

foto 3. eerste toepassing van glijbekisting in de Nederlandse woningbouw voor de Woningbouwvereniging 's-Gravenhage

8 maart 1961

29 maart 1961

14 april 1961 foto's: N.V. □□□□



foto 1. silocomplex C.H.V., Veghel/

foto: K.L.M. Aerocarto
N.V. v. Waning & Co.

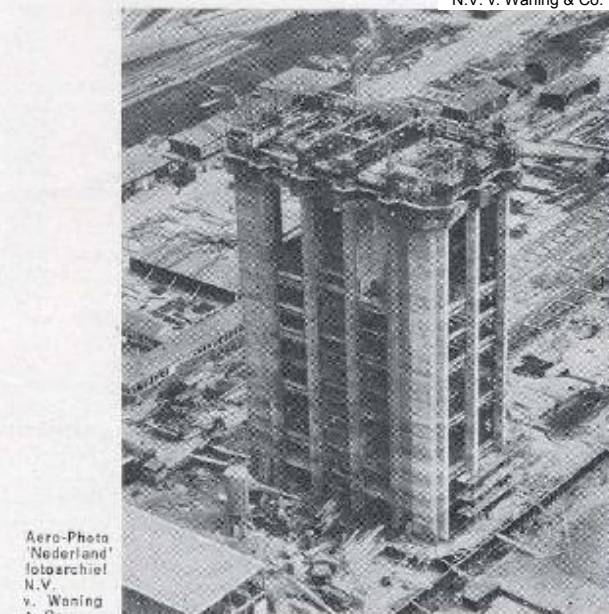


foto 2. e/evoforgebouw graanoverslagbedrijf, Amsterdam



foto 4. kantorengewbouw 'Drakenburgh', Utrecht ^{foto: R^{ce} S^{ps}}

b. *Beperking van de invloed van de weersomstandigheden.* (De kortdurende glijperiode betekent in ons klimaat doorgaans: doorwerken bij ongunstige weersomstandigheden. Indien na het glijden het bouwwerk water- en winddicht wordt gemaakt, kan aan binnenvloeren enz. worden doorgewerkt).

c. *Verkorting van de bouwtijd* (foto's 3, 5 en 6).

In dit artikel zullen de eisen worden besproken, die gesteld moeten worden aan het ontwerp en de uitvoering bij toepassing van glijdende bekisting. Maar eerst zal in het kort de daarbij gebruikelijke werkwijze uiteengezet worden.

Bij de glijbouwmethode wordt betonspecie gestort in een bekisting van 1,20 m hoogte. Deze specie komt ca. 6 uur na het storten als vers beton vrij van de bekisting doordat de laatstgenoemde telkens enkele centimeters langs het beton omhoog wordt geschoven ('geleden'). Dit omhoogschuiven geschiedt met korte tussenpozen (ca. 5 min.), waarbij de ontstane ruimte aan de bovenzijde steeds wordt gevuld met betonspecie (fig. 7).

Ofschoon het verhardingsproces van het vrijkomende beton nog maar nauwelijks begonnen is, bestaat er toch reeds een zodanige samenhang tussen de componenten, dat zonder bekisting een betonkolom van ca. 1 m hoogte kan worden gedragen. (Een dergelijke betonkolom veroorzaakt een druk van ca. 1 kg/cm^2).

Het verse beton moet echter zo min mogelijk worden belast. Daarom wordt het gehele gewicht van de werkvloer, met alles wat zich daarop bevindt, gedragen door stalen staven, de zgn. klimstaven, die rusten op beton dat al eerder is gestort en reeds voldoende sterke bezit. Deze staven worden geplaatst in de te maken betonconstructie.

Om elke klimstaaf wordt een vijzel geschoven, waaraan de zgn. kranshouten door middel van trekstangen worden opgehangen. Op de kranshouten zijn de bekistingsdelen gespijkerd. De trekstangen worden niet rechtstreeks aan de vijzel bevestigd, maar aan een houten of stalen bokconstructie, die tevens dient om de binnen- en buitenbekisting op de juiste onderlinge afstand te houden.

In ons land worden bijna uitsluitend vijzels met hydraulische pompinstallatie gebruikt. De vijzels worden daarbij vanuit een centraal punt bediend, terwijl de pompinstallatie op de werkvloer staat. De vijzels bewegen zich langs de klimstaven omhoog, waardoor de bekisting met alles wat zich daaraan bevindt (dus ook de werkvloer met pompinstallatie) naar boven gaat.

De klimbeweging van de vijzel is als volgt (fig. 8, biz. 98). Een vijzel bezit twee klauwen, die elk gevormd worden door twee V-vormig ingesneden rollen met groeven. Deze rollen bezitten een excentrische as. Tussen de beide stellen klauwen bevindt zich een zuiger. Wanneer naar deze zuiger olie onder druk wordt toegevoerd, dan beweegt de zuiger zich ten opzichte van het huis van de vijzel naar beneden; vervolgens klemt de onderste klauw zich om de klimstaaf, waardoor de neerwaartse beweging van de zuiger wordt verhinderd en het huis van de vijzel met de daaraan bevestigde bekisting en werkvloer dus omhooggaat.

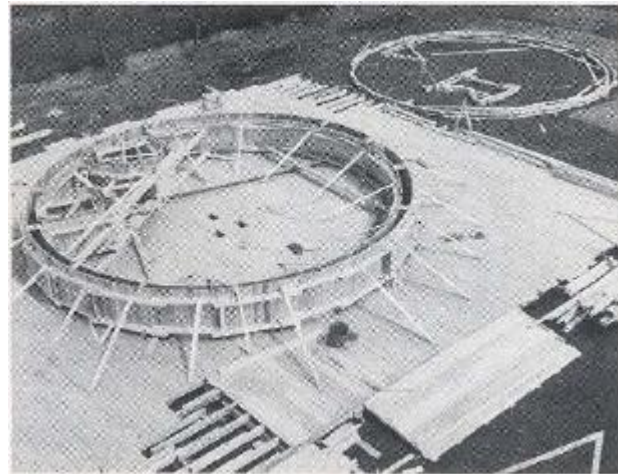


foto 5. houten bekisting radiotoren, Smilde [2 mei 1958]

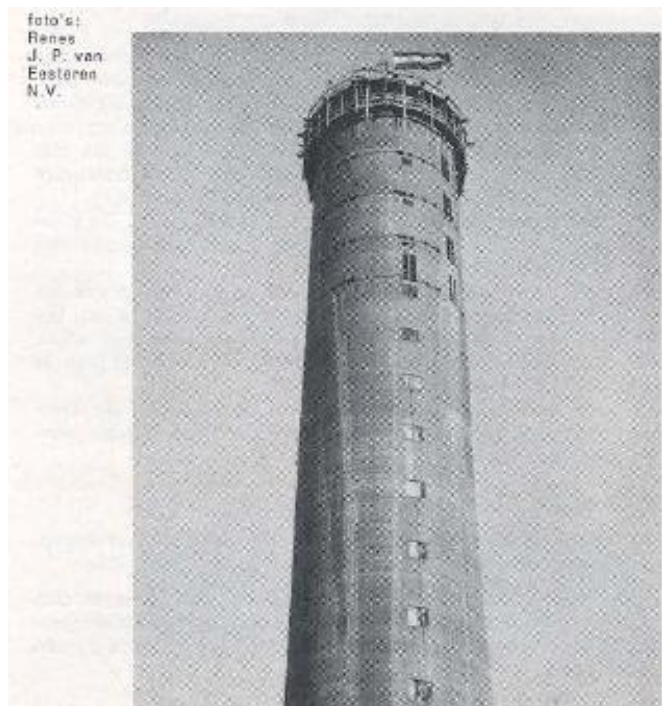
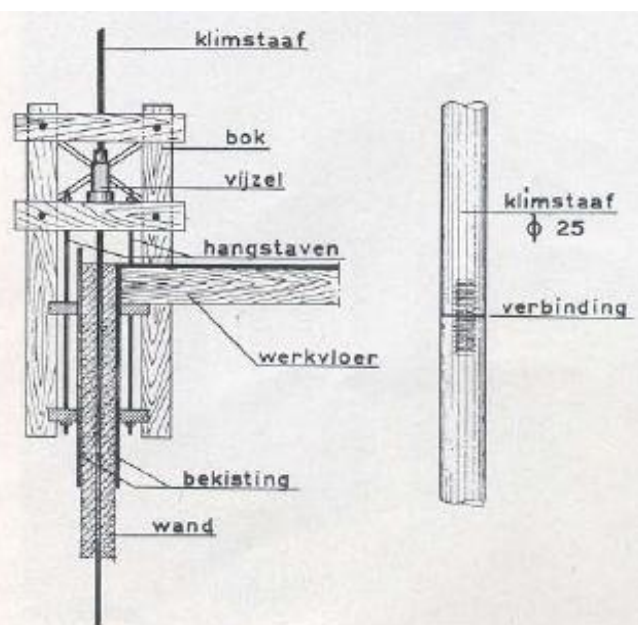
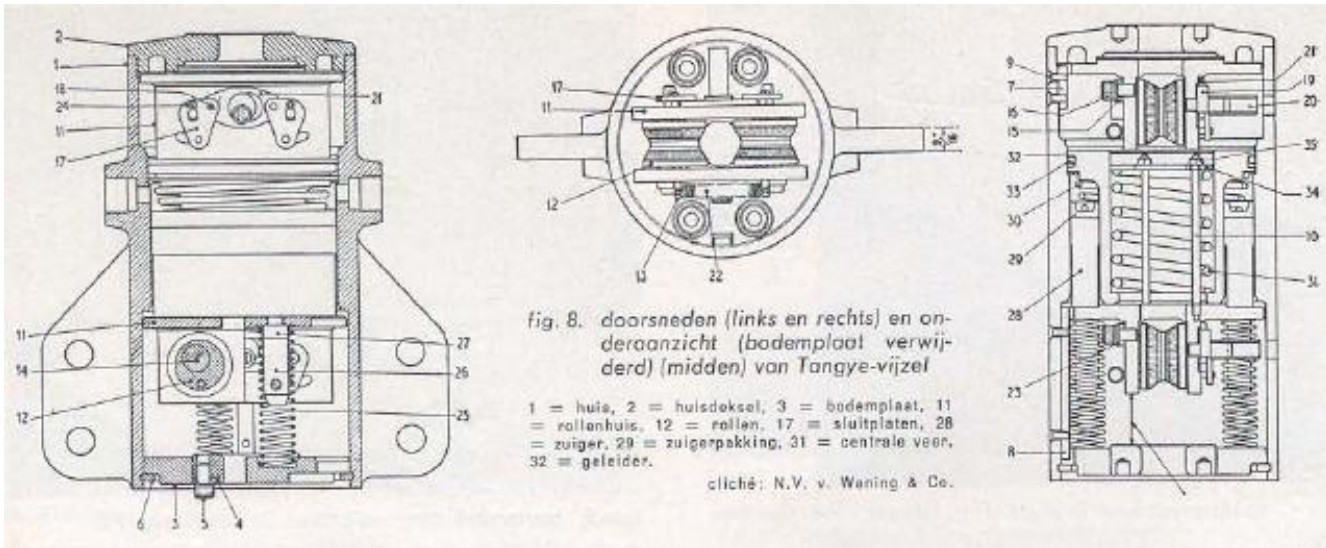


foto 6. de top is bereikt, radiotoren, Smilde (12 /uni 1958)

fig. 7. glijbekisting, systeem 'Interconsult'





Als de oliedruk no een stijging van ca. 2,5 cm wordt weggenomen, wil het huis van de vijzel zakken, maar door deze neerwaartse beweging klemt de bovenste klauw zich vast om de klimstaaf. De zuiger wordt door de terugslagveren weer geheven, waardoor de onderklauw loslaat en de olie terugvloeit naar de tank. De vijzel is dan weer in de oorspronkelijke toestand teruggebracht, alleen ca. 2,5 cm hoger. De normaal gebruikte vijzels heffen ongeveer 2,5 ton. De klimstaaf, waaraan de vijzelklauwen zich vastklemmen, zijn van hoogwaardig staal ϕ 25 mm.

Onder de vijzel is de klimstaaf omhuld door een pijp van ca. 1,50 m lengte, die tijdens het glijden wordt meegetrokken, zodat een kanaal gevormd wordt waarin de klimstaaf staat. Hierdoor is het mogelijk om de klimstaven na het glijden te verwijderen en opnieuw te gebruiken.

Rekening moet worden gehouden met de knik van de klimstaven, die daarom steeds voldoende door beton moeten worden gesteund.

EISEN VOOR HET ONTWERP

De toepassing van glijdende bekisting kan worden overwogen, indien voldaan wordt aan een aantal eisen, onder meer:

a. De kosten voor de *glijdende bekisting* zijn *geringer dan voor een bekisting volgens andere uitvoeringsmethoden* (tenzij andere overwegingen van invloed zijn). De volgende punten spelen hierbij een rol:

foto 9. silocomplex 'Landbouwbelaag', Wanssum



98

1. de hoogte van het bouwwerk. Na het vervaardigen van een glijdende bekisting kan binnen bepaalde grenzen iedere gewenste hoogte gemaakt worden met slechts kosten voor de klimapparatuur en de bediening daarvan, echter zonder bijkomende bekistingskosten.
2. de vorm van de doorsnede. De bekisting voor een ingewikkelde doorsnede behoeft met een glijdende bekisting slechts eenmaal te worden vervaardigd.
3. de omvang van het werk. Evenals bij montagebouw zal repetitie kostenverlagend kunnen zijn (foto 9).

b. De opvolgende horizontale doorsneden moeten volkomen identiek zijn. Het is mogelijk om voorzieningen te treffen ten einde plaatselijke afwijkingen van deze eis later, dus ná het glijden, te realiseren. Een voorbeeld hiervan is een console, waarvan de wapening tijdens het passeren van de glijdende bekisting binnen de wand wordt opgeborgen' en daarna weer uitgebogen (fig. 10). Ook kan een wand op een bepaalde hoogte worden beëindigd, terwijl de overige wanden verder worden opgebouwd.

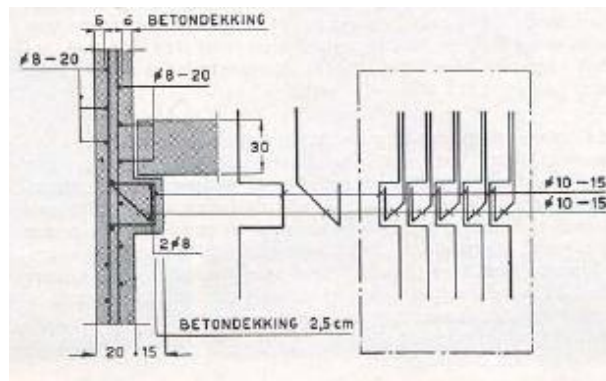
Zijn de opvolgende doorsneden niet aan elkaar gelijk, dan kunnen veranderingen in de vorm normaal worden bekist, zoals is gebeurd bij de telefonietoren te Maastricht. De doorsnede van deze toren op maaiveld was een vierkant, op 50 m hoogte echter een onregelmatige achthoek (verkregen door de hoeken af te schuiven). Deze hoeken zijn tijdens het glijden gemaakt met een niet-meeglijdende bekisting.

Ook het aanbrengen van in te betonneren artikelen over een groot deel van de hoogte, vereist een niet-meeglijdende bekisting, zoals bij voorbeeld bij het opnemen van conussen voor horizontale voorspanning (foto 11).

Profilering van de horizontale doorsnede van het bouwwerk is goed mogelijk, maar van de verticale doorsnede echter moeilijk uitvoerbaar (foto 12).

Bij voorkeur worden eventuele sparingen tussen de bokken aangebracht (foto 13); de werkruimte onder deze bokken is

fig. 10. naar binnen gebogen staven



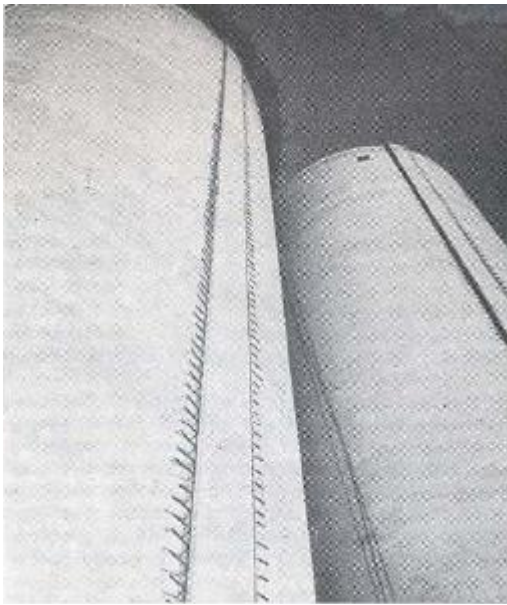


foto 17. voorgespannen silo's F. G. Suikerfabriek, Groningen

beperkt tot ca. 40 cm (foto 14). Sparingen die bij een klimstaaf worden aangebracht en die hoger zijn dan 40 cm, moeten worden gevierendeeld en zijn daardoor moeilijk vormvast te maken; bovendien moeten deze sparingen tijdens het glijden met beton gevuld worden om uitknikken van de klimstaaf te voorkomen.

Bij het samenkomen van wanden moeten eventuele openingen zo geprojecteerd worden, dat voldoende ruimte voor bokken en bovendien voldoende werkruimte overblijft. Brede openingen moeten spaarzaam worden toegepast, in het bijzonder met het oog op de verticale stand van het bouwwerk (vooral bij grote sparingen valt namelijk de wrijving tussen beton en bekisting weg).

Regelmaat in de plaats van de sparingen is een kenmerk voor een goed uitvoerbare glijbouwconstructie (foto 15).

c. De maattolerantie van aansluitende bouwdelen is een volgend belangrijk punt. De benodigde tolerantie hangt af van de ervaring van degenen, die de leiding hebben bij het glijden. De juiste constructie van de bekisting en de besturing ervan vereisen grote oplettendheid; indien hieraan alle zorg wordt besteed kunnen de maatafwijkingen tot ca. 2,5 cm worden beperkt.

e. De wijze van wapenen moet eenvoudig zijn. Een grote variatie in de staafvorm, de toepassing van zware staven die moeten worden uitgebogen en het gebruik van lange staven, maken een uitvoering met glijdende bekisting niet gemakkelijk.

f. De wanddikte moet ten minste 15 cm zijn. Door het schuiven van de bekisting worden op het betonoppervlak schuifkrachten uitgeoefend. Bij dunne wanden kan dit aanleiding zijn tot scheurvorming.

g. Het is van belang dat de glijconstructie zo laag mogelijk begint. Bij voorkeur wordt reeds vanaf de fundatieplaat gegleden, daar anders het opstellen van de bekisting bijzonder moeilijk kan worden.

foto 14. sparing onder een bok, Euromast

foto: Openb. Werken R'dam

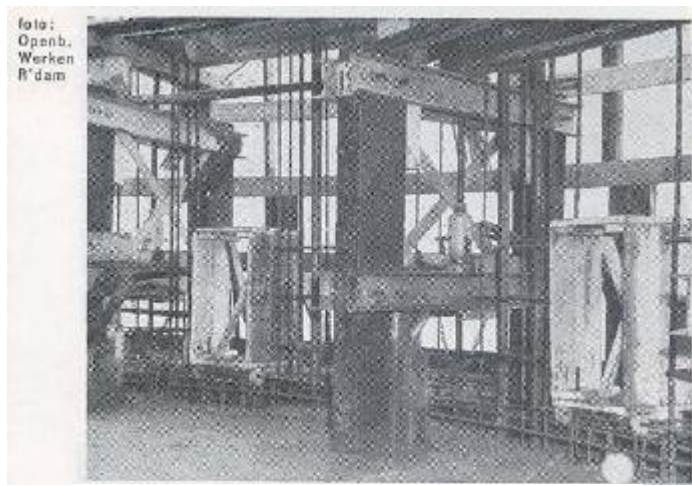
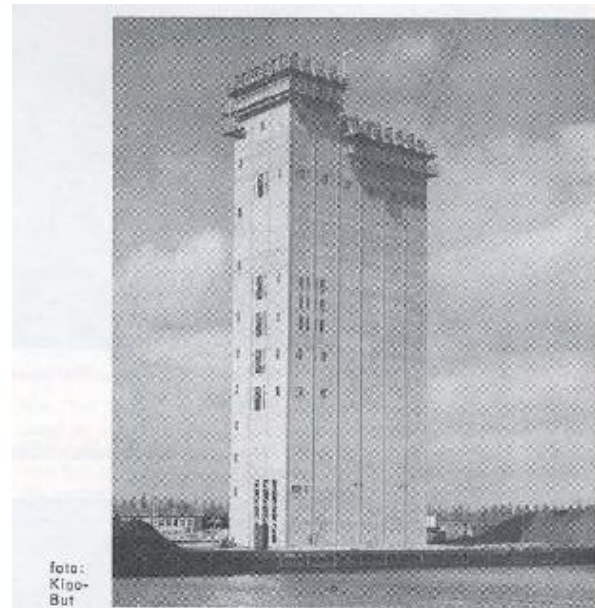


foto 13. sparingen tussen de bokken, Euromast, Rotterdam

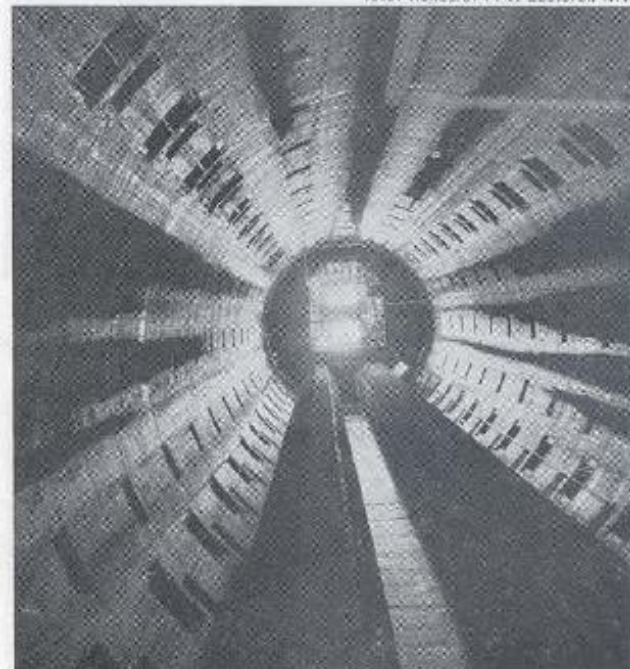
foto: H. Smil



fotola. silo Aug. ae Meyer, Ierneuzen

foto 15. interieur radiatoren, Smilde

foto: Renas/J. P. v. Easteren N.V.



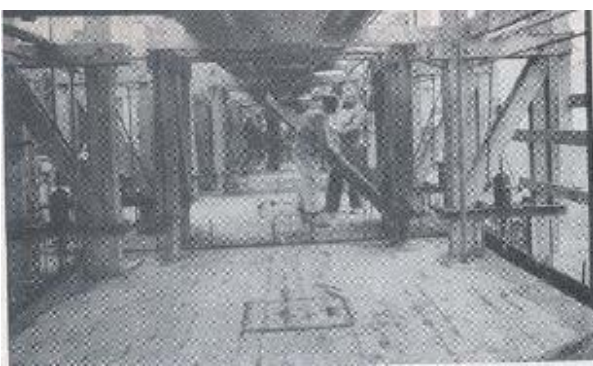


foto 16. extra vloer boven de werkvloer, graansilo
N.V. Meneba, Rotterdam

foto: C. Kramer/fotoarchief N.V. v. Waning * Co.



foto 17. si/obouw groanovers/agbedrijf, Amsterdam foto; Spies

foto 18. vastgezette sparing, Euromast, Rotterdam
(foto: Openb. Werken R'dam)

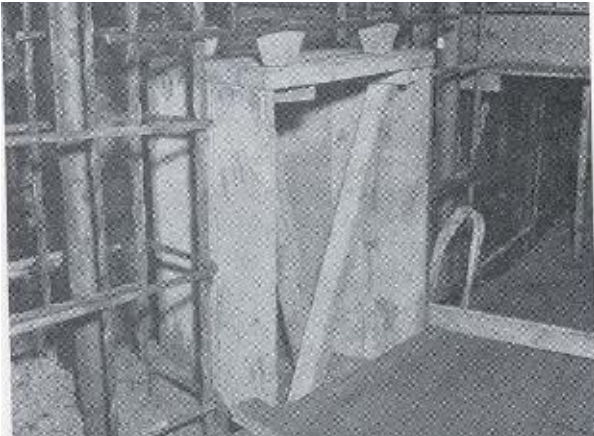


foto 19. afwerken met een stoffer, Euromast, Rotterdam
(foto: Openb. Werken R'dam)



DE UITVOERING

Bekisting

Voor bekistingshout kan worden toegepast 1¼" vurenhout van goede kwaliteit. Gelet moet worden op de richting van de houtvezels, ten einde grote slijtage van de bekisting te voorkomen.

De bekisting heeft een tapse vorm; oan de bovenzijde is de afstand tussen binnen- en buitenbekisting ca. 1 cm minder, en aan de onderzijde ca. 1 cm meer dan de vereiste wanddikte.

De bekisting moet spinningsloos worden opgesteld. De buitenbekisting wordt in vele gevallen hoger gemaakt dan de binnenbekisting, ten einde verlies van betonspecie te voorkomen. De afmetingen van de kranshouten moeten worden berekend. De kranshouten moeten niet alleen de horizontale druk van de betonspecie naar de bokken overbrengen, maar zij moeten bovendien zorgen voor het overbrengen van de vjzjelkrachten naar de naastliggende bokken in het geval dat een vjzjel afzonderlijk klimt.

Ten einde onder- en bovenkranshout te doen samenwerken, wordt ter plaatse van de bokken tussen beide kranshouten een badding aangebracht.

Het is van groot belang, dat de bokken zuiver te lood gesteld worden. Hiertoe worden op de kranshouten klossen aangebracht, waardoor met behulp van wiggen tussen bok en klos de verticale stand nauwkeurig kan worden verkregen. Het gewicht en de belasting van de werkvloer worden met hoofdliggers naar de kranshouten van de binnenbekisting overgebracht.

Indien de hoogte van het bouwwerk zodanig is, dat het materiaaltransport met een bouwkraan kan geschieden, kunnen de hoofdliggers regelmatig langs de omtrek worden verdeeld. Bij hoge bouwwerken, waar het materiaaltransport doorgaans binnendoor plaatsvindt, kunnen de oplegdrücken van de hoofdliggers niet gelijkmatig worden verdeeld, zodat voorzieningen moeten worden getroffen om de hoge belastingen ter plaatse van de oplegpunten op te nemen.

Het werkplatform stak bij de eerste toepassingen niet buiten de glijdende bekisting uit. Daar de ruimte op de werkvloer vooral bij transport binnendoor zeer beperkt is, ging men ertoe over om de werkvloer voort te zetten buiten de bekisting. Dit is vooral plezierig voor de vlechters.

Gewoonlijk geschiedt het betonneren vanaf de werkvloer, maar ook is diverse malen speciaal voor het betonneren een extra vloer boven de werkvloer aangebracht (foto 16).

Een dergelijke vloer heeft onder meer de volgende voordelen: a. moeilijke stortplaatsen zijn eenvoudiger te bereiken; b. scheiding van de verschillende handelingen komt de overzichtelijkheid van het werk ten goede en □ bij slecht weer zijn de arbeiders beter beschermt.

Hierbij moet echter niet vergeten worden, dat het grotere gewicht het gebruik van meer vjzjzels noodzakelijk maakt, waardoor de plaatsing van sparingen grotere moeilijkheden kan opleveren.

Met de werkvloer worden ook de binnen- en buitenhangsteigers meegevoerd, van waaraf de controle, de afwerking en eventuele reparaties van het vrijkomende beton kunnen plaatsvinden (zie bijv. foto 3, blz. 96).

Bij hoge bouwwerken worden op de binnenhangsteiger een schaftlokaal en een toilet geplaatst.

Betonspecie

De betonsamenstelling is normaal 1:2:3 (voiumedelen) zonder speciale toevoegingen.

Persoonlijk heb ik de beste ervaringen opgedaan met portlandcement, klasse A. Cementen waarvan de bindtijd gevoeliger is voor temperatuurveranderingen en wijzigingen in de waterdosering, moeten met de nodige waakzaamheid worden toegepast, omdat tijdens het continue werken vooral in de temperatuur grote wijzigingen kunnen optreden.

Inschakeling van een betonmortelfabriek is goed mogelijk, mits de betonspecie-aanvoer wordt afgestemd op het verloop van de werkzaamheden op de bouwplaats. Immers, de tijdens het glijden te verwerken hoeveelheden betonspecie zijn doorgaans niet groot, terwijl eventuele stagnaties de nodige souplesse vergen.

Een doorslaggevende factor voor het gebruik van 'fabrieks-beton' kon in het koude jaargetijde zijn, dat een betonmortelbedrijf de levering van 'warme' betonspecie kan verzorgen.

Indien voorzichtigheid len aanzien van de bekisting in acht genomen wordt, verdient vakkundig trillen van de belonspecie naar mijn mening de voorkeur boven andere verdichtingsmethoden.

Wapening

Juiste vormgeving van de wapening is een eerste eis voor het verkrijgen van kwalitatief goed vlechtwerk. De verticale wapeningsstaven worden geleid door vlechtplanken (foto 17), die over de bokken worden aangebracht. Niet alleen uit constructieve, maar ook uit glijtechnische overwegingen moeten de lassen in de wapening verspringen, ten einde op deze wijze ook te voorkomen, dat een groot aantal werkzaamheden in een kort tijdsbestek moet plaatsvinden.

Zo mogelijk moeten voor de horizontale wapening passtukken worden vermeden, bij voorbeeld door deze wapening spiraalvormig te doen verlopen.

Bij de aanvang van het glijden moet de wapening terdege vastgezet zijn aan de fundatie om het meetrekken van de wapeningskorf te voorkomen.

Indien de werkvloer buiten de glijbekisting uitstekend wordt gebouwd moet rekening worden gehouden met een doorloopmogelijkheid.

Sparingen en inkassingen

Gezien de tapse vorm van de bekisting moeten de sparingen kleiner zijn dan de vereiste wanddikte. Omdat een sparing gemakkelijk wordt meegetrokken dient deze goed te worden vastgezet (foto 18).

Diverse methoden kunnen hiervoor worden toegepast:

- a. de sparing wordt bevestigd aan een in de fundering vastgezette draad;
- b. over de sparing worden wapeningsstaven aangebracht, die onwrikbaar worden verbonden met de verticale wapening;
 - de sparing wordt bevestigd aan niet-meeglijdende bekistingdelen, die stevig aan de fundering moeten worden verankerd. (Deze delen worden onderling verbonden met bandijzer). De sparingen worden tijdelijk dichtgemaakt met board, ten einde de hinderlijke tocht te voorkomen (zie bijv. foto 6, blz. 97).

Betondekking

Door middel van aan de bekisting bevestigde afstandhouders wordt de betondekking gewaarborgd.

Omdat talloze, met glijbekisting uitgevoerde bouwwerken zonder verdere afwerking aan weer en wind worden blootgesteld, dient grote aandacht te worden besteed aan de betondekking, die dan ook bij voorkeur groter gekozen moet worden dan bij andere uitvoeringsmethoden.

Roestvlekken op het betonoppervlak ontstaan dikwijls door afgeknipte einden binddraad; de vlechters werken immers boven de stortplaats. Het is daarom aan te bevelen om de wapening met koperdraad te binden.

Afwerking en nabehandeling

Het afwerken is wenselijk om eventuele reparaties onzichtbaar te maken; het borstelen van het vrijkomende betonoppervlak met een stoffer is een veel gevolgde methode (foto 19). Het nathouden van het verse beton gebeurt met behulp van een sproeileiding, die aan de hangsteiger is bevestigd. Hierbij moet rekening worden gehouden met de arbeiders op het terrein, zoals bij molen of vlechtloods, die dan ook zodanig gesitueerd moeten zijn, dat geen hinder wordt ondervonden van het sproeien.

In het koude jaargetijde wordt het vrijkomende betonoppervlak beschermd door de hangsteigers aan de zijkanen met riematten af te sluiten (zie bijv. foto 3, blz. 96). In vele gevallen worden ook warmtelampen op het betonoppervlak gericht.

Besturing (foto 20)

Ten einde de bekisting te kunnen sturen is bij de hydraulische apparatuur een groepsgewijze aansluiting van de vijzels mogelijk. Hierdoor kan men een deel van de vijzels laten klimmen, zodat de werkvloer niet waterpas komt te liggen. De stand van de werkvloer is te controleren met behulp van een slangenwaterpas. Hierbij moet worden gelet op de vervorming van de bekisting. Met behulp van schietloden wordt eens in de vier uur de stand van het bouwwerk bepaald. Uit meerdere waarnemingen kan een bewegingstendens worden bepaald, waaruit de noodzakelijke maatregelen kunnen worden afgeleid. Behalve een afwijking van de verticale stand is ook een schroefbeweging van de bekisting mogelijk. Deze beweging kan worden tegengegaan door de bokken uit de loodstand te brengen.

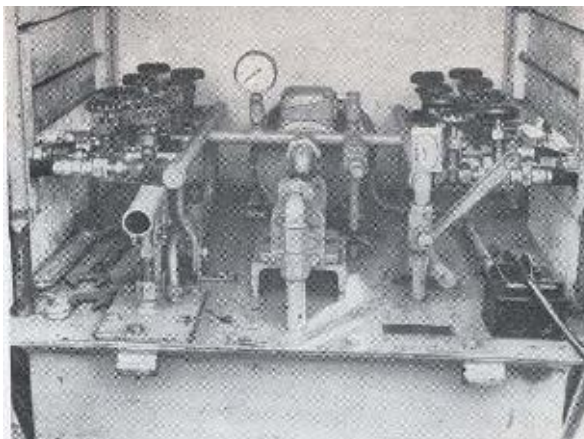


foto 20. pomp voor groepsgewijze besturing van de vijzels, Euromast, Rotterdam

foto: Openb. Werken R'dam

Alle correcties moeten met voorzichtigheid worden aangebracht; geforceerd tegengaan van de bewegingstendens kan vele moeilijkheden opleveren.

Voorspannen

Het aanbrengen van zowel horizontale als verticale voorspankabels is goed mogelijk. Binnenkort zullen, onder directie van het Raadgevend bureau ir. A. Aronsohn ci. te Rotterdam, silo's worden gegleden met horizontale en verticale voorspanning, waarbij de klimstaafsparingen na het uittrekken van de klimstaven benut zullen worden voor het doorvoeren van de verticale voorspankabels. De plaats van de bokken ter plaatse van de verankerings-elementen moet goed worden overwogen in verband met mogelijke kruising van de horizontale voorspankabels met de klimstaven.

Bij een beschrijving van de toepassing van glijdende bekisting zouden nog vele belangrijke punten belicht kunnen worden, zoals veiligheidsmaatregelen op het werk, transport van mensen en materiaal, bereikbaarheid van het werkplatform, personeelsbezetting, verlichting (foto 21), enz. In dit artikel zal echter hieraan geen aandacht worden besteed.

Van het organisatorische aspect dient nog hel volgende gezegd te worden. De kortdurende glijperiode vereist een intensieve voorbereiding van alle betrokkenen. Vóór de aanvang van het glijden moeten onder meer alle sparingen gereed zijn, de wapening gebogen, de aanvoer van cement en toeslagmaterialen verzekerd, hulpmaterieel opgesteld, enz. enz. Een goede verstandhouding en begrip tussen directie, aannemer en onderaannemers is noodzakelijk voor het slagen van deze spectaculaire bouwwijze.

foto 27. uitvoering elevatorgebouw graanoverslagbedrijf, Amsterdam



foto: Spies