

D1:206129

BIBLIOTHEEK BOUWDIENST RIJKSWATERSTAAT

NR. C.2895 BDU

Toepassing van onderwaterbeton bij de Leidingentunnel
onder het Schelde-Rijnkanaal

opdracht van onderwijzer voor de leerlingen

onder het schoolbestuur

Toepassing van onderwaterbeton bij de Leidingentunnel onder het Schelde-Rijnkanaal

Inleiding

De in aanleg zijnde buisleidingenstraat tussen Rotterdam - Antwerpen en Vlissingen passeert ter hoogte van Rilland-Bath het toekomstige Schelde-Rijnkanaal.

Voor de kruising met dit kanaal worden de leidingen middels een leidingentunnel onder het kanaal doorgevoerd.

Ontwerp tunnel

Aangezien het Schelde-Rijnkanaal ter plaatse van de te bouwen tunnel nog gegraven moest worden zou de tunnel middels een bemalen bouwput op eenvoudige wijze zijn te realiseren.

De in de direkte omgeving van de leidingentunnel nieuw aangelegde hoge spoordijk (Bergen op Zoom - Vlissingen) zou echter ten gevolge van deze bemaling ontoelaatbare zakkingen gaan vertonen.

Reden waarom deze uitvoeringswijze niet werd toegepast. Zie fig. 1.

De thans in uitvoering zijnde tunnel wordt gebouwd in een bouwkuip, bestaande uit in de grond geheide stalen damwanden, waarin na ontgraven en afstempelen een afsluitende vloer van onderwaterbeton is gestort. Na voldoende verharding van deze beton kon de tunnel in de leeg gemalen kuip worden gebouwd. Zie fig. 2.

Bij deze methode bleef het grondwater in de omgeving op peil, waardoor het eerder genoemde bezwaar zich hier niet voordeed.

(Dit werk startte januari 1973 en februari 1974 "passeerde" de cutter-zuiger voor aanleg van het kanaal de tunnel)

Een bij de aanbesteding van het werk ingediend alternatief bestond hieruit, dat spreidingskelders en invoergoot gebouwd zouden worden in een damwandkuip met onderwaterbeton, terwijl het tunnelgedeelte, na het gereedkomen van het kanaal, middels de zink-methode gerealiseerd zou worden. Aangezien de tunnel voor doorvoeringen van leidingen veel te laat gereed zou komen, en de bouwkosten hoger waren, kwam dit alternatief niet voor uitvoering in aanmerking.

Bouwput - bouwkuip

Door invloed van de bronbemaling van de noordelijk gelegen bouwput "Kreekraksluizencomplex" stond het grondwater ter plaatse van de te bouwen tunnel op $\pm 2,00$ m. - N.A.P.

Van deze omstandigheid is gebruik gemaakt door eerst een bouwput te graven tot $\pm 1,50$ m. - N.A.P. om daarna vanaf dit lager gelegen niveau de bouwkuip te heien, waardoor met een korter en lichter damwandprofiel alsmede lichtere stempeling kon worden volstaan, dan bij een kuip, die vanaf het oorspronkelijke maaiveld zou zijn gemaakt.

De bouwkuip is verder onderverdeeld in 6 kleinere kuipen t.w.

- 1 kuip ten behoeve van invoergoot
- 2 kuipen ten behoeve van oost- en west spreidingskelder
- 3 kuipen ten behoeve van tunnelgedeelte

Voor afmetingen en doorsnede van de kuipen zie fig. 2.

Heien damwandkuip

Alvorens damwandplanken en palen te heien werden hieraan, op de plaats waar de toekomstige onderwatervloer zou komen, zware stalen nokken gelast. (Zie detail fig. 9.)

Door de hellingen van invoergoot en tunnel was tijdens het heien uiterste waakzaamheid geboden dat de nokken dan ook op de juiste plaats kwamen.

In totaal is 1.650 ton damwandstaal BZ 350 N toegepast, waarvan een klein deel in het kanaalgedeelte in een later stadium is teruggewonnen.

Tijdens het ontgraven van de kuipen is de stempeling aangebracht zoals die staat aangegeven in fig. 2, terwijl in de kuipen van de spreidingskelders en invoergoot na het ontgraven de stalen palen zijn geheid.

De grondslag voorkomende op de boringen 1 t/m 4 bestaat van $\pm 3,50$ tot $2,00$ - N.A.P. hoofdzakelijk uit zand en klei; van $2,00$ tot $8,50$ - N.A.P. uit veen; en daaronder uit fijn zand.

Aangezien de damwandkuipen gesloten moesten zijn is "uit het slot lopen" en het verkeerd kiezen van hoek- en aftak planken volgens fig. 3 uit den boze.

Het damwandtype "Belval" is wat betreft "het uit het slot lopen" niet het meest geschikte profiel.

Voor al het lichtere profiel, dat door de tijdelijkheid van de constructie voorkeur heeft, is in dit opzicht berucht.

Ontgraven bouwkuip

Het ontgraven van de bouwkuip vond in drie fasen plaats. zie fig.4.

fase 1. Ontgraven in den droge tot onderkant aan te brengen stempel-
raam. Na het aanbrengen hiervan volgde:

fase 2. Verwijderen van het tot 8,50- N.A.P. reikende veenpakket.

Dit geschiedde met een aan een dragline opgehangen knijper. Opgelet diende te worden, dat dit deel van de ontgraving zoveel mogelijk gelijkmatig en in lagen geschiedde. Het probleem bij een ontgraving van veen is nl., dat loskomende stukken in zwevende toestand in het water moeilijk zijn te verwijderen.

De in de damwandkassen achterblijvende kolom veen werd door middel van een aan een poclain bevestigde 3 tand leeg gestoken, om vervolgens door bovengenoemde knijper te worden opgehaald.

Gezien het bovengenoemde bezwaar van "zwevend veen" is dit leegsteken boven de onderwaterbeton over een klein deel van het damwand als proef achterwege gebleven.

In het algemeen bleven deze kassen met veen volzitten, tot na het leegmaken van de kuip uitdroging de veenkolom deed loslaten.

Tijdens het storten van de onderwaterbeton zijn waarschijnlijk ten gevolge van schokken enkele veenkolommen losgekomen.

Het is dus raadzaam alle kassen vooraf te ledigen

De waterstand in de bouwkuip werd in deze fase zoveel mogelijk op het bestaande grondwaterpeil gehouden.

fase 3. Verwijderen van het zandpakket door middel van een knijper tot $\pm 5 - 10$ cm. onderkant te storten betonvloer.

Bij dit op diepte komen van de bouwkuip diende regelmatig te worden gepeild.

Bij dieper ontgraven komt de damwandconstructie in gevaar en zal meer onderwaterbeton benodigd zijn.

Tijdens het ontgraven, en ook later bij het onder water storten en verder bouwen, bleek de kwetsbaarheid van het stempelraam. Een stevige ondersteuning is dan ook een eerste vereiste.

Schoonmaken damwand en bouwkuip bodem

De damwand moest ter plaatse van de te storten onderwaterbeton "schoon" zijn. Op het damwand aanwezig veen en klei diende met plamuurmessen te worden verwijderd, terwijl de plaats rondom de aangelaste nokken speciale aandacht vereiste.

Volgens het bestek diende de aannemer voor dit schoonmaken een duiker in te schakelen.

Aan de hand van de door deze duiker gegeven bevindingen nam de direktie haar beslissingen.

Aangezien op dit werk de duiker aan de direktie het resultaat van eigen werk doorgaf, is naderhand gebleken dat het beter is af te gaan op de waarnemingen van een niet aan partijen gebonden duiker.

Het ontgraven en schoonmaken van de kuipen geschiedde met het oog op de korte bouwtijd met inzet van veel draglines, terwijl de werkzaamheden van de duikers vaak in continue dienst werden uitgevoerd.

Hierbij moesten de duikers vooral letten op het juist overdragen van "consignes" aan hun opvolgers (plaats waar werd geëindigd) Een ander probleem vormde de op de bodem ontstane en moeilijk te vangen "zwevende sliblaag" van $\pm$ 20-30 cm. dikte.

Deze zou het beste na volledige bezinking en inklinking verwijderd kunnen worden. De korte bouwtijd liet dit echter niet toe.

Getracht is door middel van modderpompen en gesloten knijpers deze "prut" laag zoveel mogelijk te vangen.

Uit gesprekken met de duikers is gebleken, dat dit een veel voorkomend euvel is.

Tot een gladde en "schone" bodem, zoals bij bovengrondse staalfundering, komt men "nooit" toe.

Na het schoonmaken van de kuipen van spreidingskelders en invoergoot zijn hierin stalen palen geheid.

Het storten van onderwaterbetonStortmethode

Volgens het bestek had de aannemer de keuze uit de volgende stortmethoden: t.w. hydroventil-contractor of kubelmethode.

Bij dit werk geschiedde het storten volgens de contractor methode.

De werkzaamheden werden door de aannemer zelf uitgevoerd.

In fig. 5. staat de door de aannemer ontworpen constructie van stortpijp met trechter en afsluitconstructie aangegeven.

Deze constructie heeft in het algemeen goed voldaan.

Bij het verplaatsen van de contractorpijp echter, gaf de onderkant van de kegel vaak een te grote weerstand tegen voldoende inzakking in de verse beton.

Beton samenstelling en bereiding

De beton samenstelling voor de onderwaterbeton was als volgt:

per m³: 350 kg hoogovencement Kl. A; 45 % zand; 55 % grind.

Verder werd voor de consistentie van de beton zetmaat 16 aangehouden.

Aan keuringseisen ten opzichte van zand en grind zijn boven de G.B.V. '62 geen extra eisen gesteld.

De beton werd uit truckmixers via een goot in de trechter van de contractorpijp gestort.

Juist met het oog op de hoge zetmaat is deze wijze van betonbereiding en vervoer zeer aan te bevelen.

Het vervoer van beton met deze zetmaat leidt bij gebruik van "kip-auto's" tot ontmenging met alle gevolgen van dien bij het verwerken.

Volgorde storten van onderwaterbeton

Het storten van de onderwaterbeton geschiedde, met het oog op de aanwezigheid van meerdere kuipen, in fasen:

Begonnen werd aan de oostkant met de kuip voor de invoergoot en na verloop van enige weken werd geëindigd met het storten van de onderwatervloer van de westelijke spreidingskelder.

Storten invoergoot

In fig. 6 staat de te storten onderwatervloer in langsdoorsnede met tevens de opstelling van de te gebruiken contractorpijpen aangegeven. In verband met de steile helling werd voor de consistentie van het beton een zetmaat van 12 - 14 aangehouden.

Begonnen werd met het storten aan de hoge zijde.

Omgekeerd, van beneden naar boven, is vanwege ophoping van het beton in het lagere deel niet mogelijk.

Bij de aanvang van het storten bleek al spoedig, dat door de steile helling het beton veel verder naar beneden liep dan oorspronkelijk werd aangenomen.

Door de zetmaat te verlagen werd dit euvel wel bestreden, maar ontstond ook het probleem dat de contractorpijp met sluitmechanisme verstopt raakte, en de stalen palen aan de lij-zijde van de betonstroom onvoldoende ingebetonneerd werden.

De opgestelde contractor pijpen no. 2 en 4 zijn ten gevolge van de grote uitloop van de beton niet gebruikt.

Bij deze smalle en lange kuip bleek ook, dat het nog aanwezige slib zich als het ware door de beton naar het diepere deel liet wegschuiven. Getracht is dit "opgestuwde" slib, voordat de beton de onderste punt bereikte, door middel van een modderpomp te verwijderen.

Na het verharden van de beton en het leegpompen van deze kuip bleek, dat er nog een dikke laag verhard slib op het dieper gelegen beton aanwezig was.

De betonmassa heeft het slib vooruit gewerkt tot tegen het kopschot van de spreidingskelders en het daarna als het ware "op de rug" genomen. Het betonoppervlak was ter plaatse van de stortplaatsen nogal ongelijk. Oneffenheden tot 40 cm. kwamen voor.

De op tekening aangegeven aansluiting van de onderwaterbetonvloeren zou constructief beter geweest zijn, indien de detail oplossing zou zijn toegepast.

Storten van de spreidingskelders

Fig. 7. geeft een langs-en dwarsdoorsnede met de opstelling van de contractorpijpen weer.

Problemen bij het storten en droogmalen van de kuipen deden zich bij de spreidingskelders in het algemeen niet voor.

De consistentie van de beton voor de vloeren had een zetmaat van 16. Bij het leegpompen, van de in een eerder stadium gereed gekomen oost. kelder, bleek dat er hoogte verschillen van ± 25 cm. voorkwamen. Door het verkleinen van de afstand tussen de storttrechter was het resultaat aan de west. kelder een stuk beter.

Storten van het tunnelgedeelte

Fig. 8 geeft een langs-en dwarsdoorsnede met de opstelling van de contractorpijpen weer.

Begonnen werd met het storten aan de hoge zijde, waarbij in verband met de helling een zetmaat van 14 werd aangehouden.

Aangezien we hier te maken hebben met een kuiplengte van 110 m. ontstond enige tijd na begin van het storten voor het stortfront een opstuwing van het eerder genoemde slib en stukjes veen.

Regelmatig ging een duiker inspecteren. Op diens aanwijzing werd dan deze "opstuwing" door middel van knijpers en modderpompen zoveel mogelijk verwijderd.

Bij de in een later stadium gestorte west. tunnelkuip is vooral met het oog op de hieraan voorafgaande korte ontgravings- en schoonmaaktijd, waardoor meer kans op zwevend vuil bestond, veel frequenter "gedoken".

Het storten van beide kuipen leverde geen noemenswaardige problemen op. De verplaatsing en de vorm van het stortfront, zoals die zich hoofdzakelijk voordeed staat aangegeven op figuur 9. Situatie I.

Eenmaal is door de duiker een afwijkende beweging van het stortfront geconstateerd. (zie figuur 9 situatie III)

Dit laatste kan, wanneer onvoldoende gepeild wordt, een groot gevaar betekenen.

De mogelijkheid dat een stuk van de vloer wordt overgeslagen is dan levensgroot aanwezig.

Met name kan, wanneer alleen gebruik gemaakt wordt van een peillood een stuk van de vloer worden overgeslagen, omdat het verschil tussen ingesloten slib en beton nauwelijks voelbaar is.

Na het constateren van dit euvel is naast het peillood de peilstok ingevoerd.

Een bezwaar van de peilstok in dit geval, was echter z'n grote lengte van 13 m., terwijl de aanwezigheid van stempels nogal wat manipulaties vereiste.

Gebruik werd gemaakt van een p.v.c. buis $\varnothing$ 75 mm. lang 13,00 m.

Temperatuur meting

Tijdens het storten en verharden van de onderwaterbeton in de west. tunnelkuip is de beton temperatuur gemeten.

De opstelling van de diverse meetpunten en de bijbehorende resultaten staan aangegeven in figuur 10.

Leegpompen bouwkuipen

Na voldoende verharding van de onderwaterbeton is begonnen met het leegpompen van de bouwkuipen.

Bij het leegpompen werd de kuip regelmatig geïnspecteerd op eventuele "verdachte waterbewegingen".

Een belangrijk punt bij het leegmalen is, dat wanneer onverhoopt een zandvoerende "wel" ontstaat er ook voldoende water in de direkte omgeving voorhanden is om de kuip weer vol water te zetten, teneinde aantasting van de fundatie tot een minimum te beperken.

Bij de spreidingskelders hebben zich bij het leegpompen geen problemen voorgedaan. Bij de invoergoot (figuur 6) heeft zich een "kleine wel" gemeld, die (nadat door een duiker geconstateerd werd dat deze zand voerde) in de vol water gezette kuip is gerepareerd.

De oorzaak was waarschijnlijk te wijten aan de damwand aansluiting, waaruit opgedreven slib niet verwijderd is. (figuur 3 situatie I)

Het leegpompen van de tunnelkuipen wordt onderscheiden in:

- a. de oostelijke tunnelkuip
- b. de westelijke tunnelkuip

ad A. Uit deze kuip moest $6 \times 110 \times 8 = + 5.300 \text{ m}^3$ water worden afgemalen. De opvoerhoogte van de pompen liep van aanvang tot einde bemaling op van 7m. naar 15 m.

Nadat de kuip voor $\frac{2}{3}$ deel was afgemalen ontstond een "zandvoerende wel" waarop onmiddellijk met volpompen werd begonnen.

Doordat de in te brengen hoeveelheid water $+ 3.000 \text{ m}^3$ beliep heeft de "wel" nog geruime tijd zand gevoerd.

Uit een nadien gespeild vierkants-net bleek dat zich $+ 15 \text{ m}^3$ zand op de vloer had afgezet, en in een damwandkast een opening van 12 cm. lang en 4 cm. breed aanwezig was.

Na reparatie onder water en verder inspectie van alle damwandkasten is de kuip opnieuw leeggemalen. (De ontstane holle ruimte onder de onderwaterbetonvloer is nadien met een grout volgeperst)

Tijdens het opnieuw leegmalen deden zich geen verdere problemen voor.

Na verloop van enige tijd ontstonden in deze droge kuip echter op enkele plaatsen tegen het staal in de damwandkasten lekkages.

Hoewel deze lekkages geen zand voerden, werd de waterhoeveelheid toch hinderlijk voor het verdere werk, zodat tot dichting moest worden overgegaan. (voor het afstoppen van lekken en krimpscheuren in de onderwaterbetonvloer zie bladzijde 9).

ad B. Het leegpompen van de westelijke tunnelkuip geschiedde, vanwege de bouwfase, in een later stadium.

Gezien de ervaringen opgedaan bij de oostelijke kuip, werd hier het afmalen nog nauwlettender gevolgd.

De minste stroming was het teken om een duiker te doen afdalen.

Meerdere keren werd geconstateerd, dat tegen het staal in een damwand-kas een lichte in het algemeen niet zandvoerende waterstroming aanwezig was, de ene keer hier, de andere keer daar. Wanneer deze waterstroming zand voerde vond reparatie onder water plaats.

Aangezien de gedachte veld won dat het steeds opnieuw leegpompen en vullen wel eens de "vermoedelijk" aanwezige slibhuid (laag) tussen beton en damwand los zou werken, is besloten de kuip door middel van een nog grotere pompcapaciteit leeg te trekken.

Hoewel dit lukte bleven op verschillende plaatsen niet zandvoerende lekkages langs het damwand aanwezig, terwijl (gelijk in de oost. kuip) een aantal krimpscheuren met een wijdte van 4-5 mm eveneens vrij veel (niet zandvoerend) water gaven.

De vermoedelijke oorzaken van deze lekkages worden hierna besproken.

Afdichten c.q. afleiden lekkages in de drooggevalle damwandkuipLekkage ten gevolge van krimpscheuren

In figuur 11 staat de methode weergegeven zoals die bij de Kreekrak-leidingentunnel is toegepast.

Het water uit de krimpscheur loopt via de holle ruimte van het filtergrind in een P.V.C. "drain" $\varnothing$ 70 mm en wordt vervolgens buiten het "bouwoppervlak" naar een watergoot afgeleid.

Deze constructie heeft goed voldaan.

Lekkages langs damwand

In het voorafgaande hoofdstuk is reeds gewezen op de aanwezigheid van enkele lekken tegen het damwandstaal van de damwandkassen.

De in figuur 12 aangegeven methode voor het dichten van deze lekken heeft goed voldaan.

De afdichtingsconstructie bestaat hieruit, dat om de lekkage een afsluitende betonkap wordt gestort. (De betonconstructie hierbij goed te verankeren aan het damwand).

Tijdens de verharding van het beton wordt het water via het grind skelet en de P.V.C. buizen buiten de constructie gebracht. Na voldoende verharding is de P.V.C. pijp door middel van een houten prop gedicht.

Samenvatting en conclusie

Uit het voorgaande blijkt dat het onderwaterbeton storten bij de Kreekrak leidingentunnel (met name bij de lange tunnelkuipen) niet tot het gewenste resultaat heeft geleid. Aangezien de oorzaak hiervan mijnsinziens uit een samenhang van diverse factoren is te verklaren, volgt hieronder een resumé van die factoren, die van invloed waren of kunnen zijn bij het uiteindelijke resultaat.

1. Uit boringen blijkt dat de grondslag, gerekend van 2 m. boven de onderwatervloer en dieper, uit fijn zand bestaat.
 - a) Indien het damwand (+ 1.700 ton) uit het slot zou staan (en dit door een duiker niet is gemeld) en lekkages in de onderwatervloer zouden voorkomen geeft deze grondslag direkt aanleiding tot ontgronding. Bij de leidingentunnel is het heiwerk in het algemeen goed uitgevoerd. Het uit het slot staan van dit lichte damwand is vanaf het maaiveld en ook later in de drooggevalle kuipen nergens geconstateerd. Uit controle van de duiker is wel bekend, dat het damwand op enkele plaatsen (5x), gerekend van de ontgraven put bodem tot 1-2 m. daarboven, als een spie openstond (meestal 1-2 cm.). Deze opstaande spieën zijn door het onderwaterbeton geheel gedicht.

- b) Het kiezen van de damwand hoekoplossingen dient zodanig te zijn, dat het onderwaterbeton goed in die hoeken kan komen. Zie fig. 3. Bij de Kreekrak leidingentunnel kwamen ten gevolge van een 6 tal aaneengesloten kuipen 24 hoekaansluitingen voor.

Door het in de praktijk uitheien van damwand was het een enkele keer nodig de aansluitende schermen enigszins te verplaatsen, teneinde tot de meest aanvaardbare oplossing te komen.

Bij de Kreekrak tunnelkuipen bleken 2 hoekoplossingen onvoldoende met beton gevuld te zijn.

Deze hoekoplossingen zouden constructief beter zijn geweest, indien het damwandscherm ter plaatse opgeschoven had kunnen worden. (zie figuur 3)

2. Het ontgraven en schoonmaken van de damwandkuipen geeft aanleiding tot de volgende opmerkingen:

- a) Het ontgraven geschiedde in lagen van $1-1\frac{1}{2}$ m., terwijl de overgang van b.v. veen naar zand eveneens gelijk viel met een ontgravingslaag. Het leegsteken van de met veen gevulde damwandkassen geschiedde voordat met zandontgraving werd begonnen. (over een klein deel is dit als proef achterwege gelaten)

De tijdsduur waarin deze handelingen plaats vonden was, gezien de noodzakelijk korte bouwtijd, te kort om de in het water vrij zwevende slib-en veendeeltjes te laten bezinken- inklinken en te doen verwijderen. (begin ontgraving tot aanvang storten was b.v. bij de grote tunnelkuipen niet meer dan 4 weken)

- b) Het schoonmaken van het damwand geschiedde door duikers (soms in continue dienst) van een goed bekend staand duikbedrijf. Hoewel duidelijke afspraken met de duiker zijn gemaakt wat onder "schoon" moest worden verstaan, moeten vraagtekens geplaatst worden bij de vraag of de consignes bij het wisselen van de duikploegen goed zijn overgekomen, en het schoongemaakte damwandoppervlak wel zo schoon was als was afgesproken. Het zou beter zijn geweest, indien dit schoonmaak duikwerk nadien door b.v. een Rijksduiker zou zijn gecontroleerd.

3. Aangezien de lekkages langs het damwand zich hoofdzakelijk in de lange tunnelkuipen hebben voorgedaan, kan als slot over de daar toegepaste stortmethode het navolgende worden opgemerkt:

- a) In het voorgaande is reeds de wijze van dit storten aangegeven (n.l. via de contractor pijp, die steeds in de lengte aslijn van de tunnelkuip werd verplaatst) terwijl het stortfront een verloop had zoals in fig. 9 situatie I staat aangegeven (een soort strijkijzer model).

- b) Het onder water betonstorten in deze 6,50 m. brede en 110 m. lange kuipen duurde $\pm$ 36 uur, het stortfront had dus een voortplaatsings-snelheid van 3 m/uur.

Hoewel het voor het stortfront opgestuwde slib zoveel mogelijk werd verwijderd is mijnsinziens de vorm van het stortfront oorzaak dat slib en veenstukjes tegen het damwand zijn geveegd, omdaarna tussen het beton en damwandstaal te worden ingesloten.

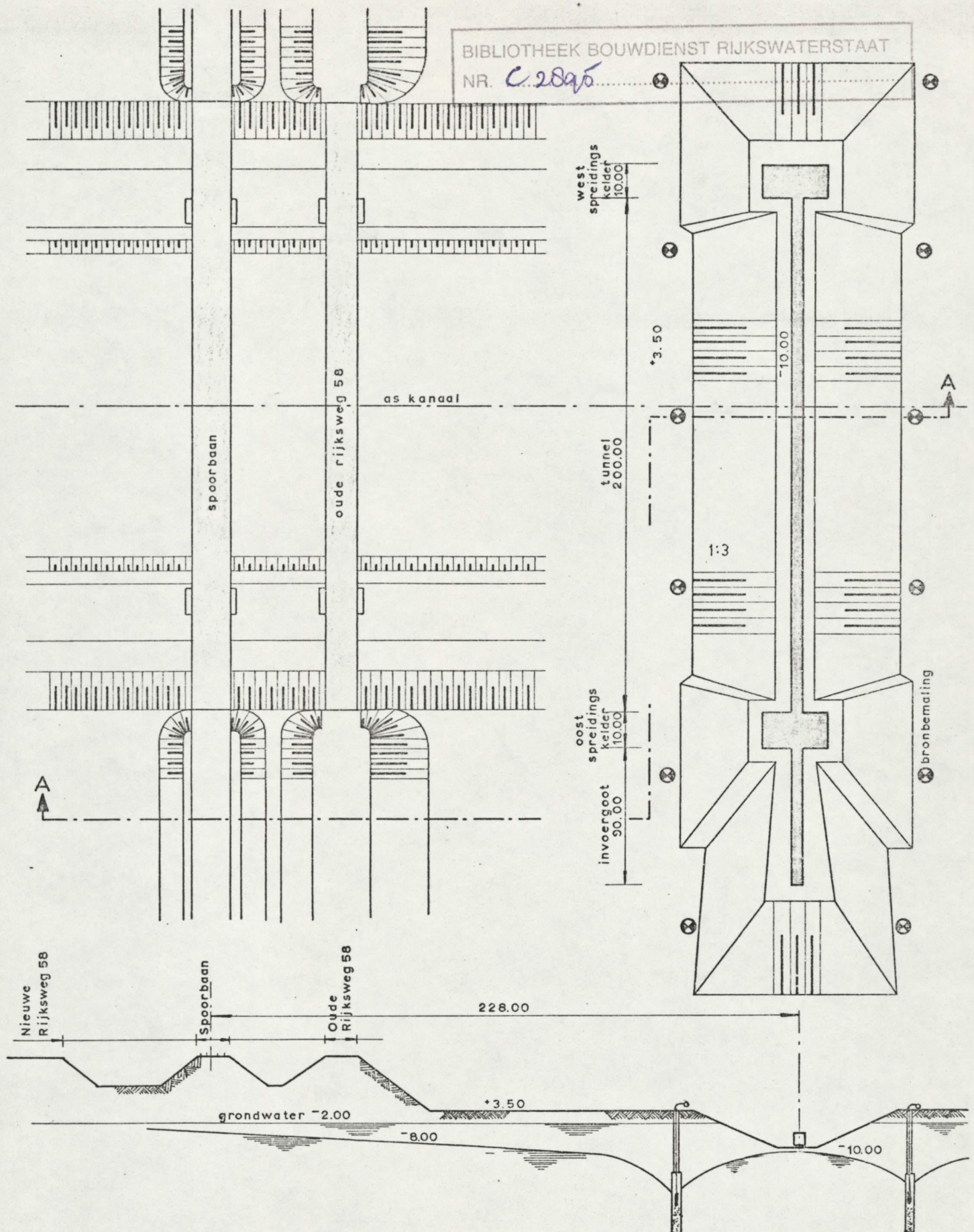
Voor al de aanwezige staalnokken op het damwand hebben deze opgeveegde stukjes veen kunnen vasthouden.

Dit euvel zou zich in mindere mate hebben voorgedaan indien met twee stortpijpen naast elkaar in plaats van één pijp in de aslijn zou zijn gestort. (elk b.v. 1,5 m. uit het damwand) zie figuur 9 situatie II Aangezien de hydroventil methode (en ook de kubelmethode) een recht stortfront te zien geeft zal zich hier het probleem van "insluiten" nauwelijks voordoen. (figuur 9 situatie IV)

Rilland-Bath,



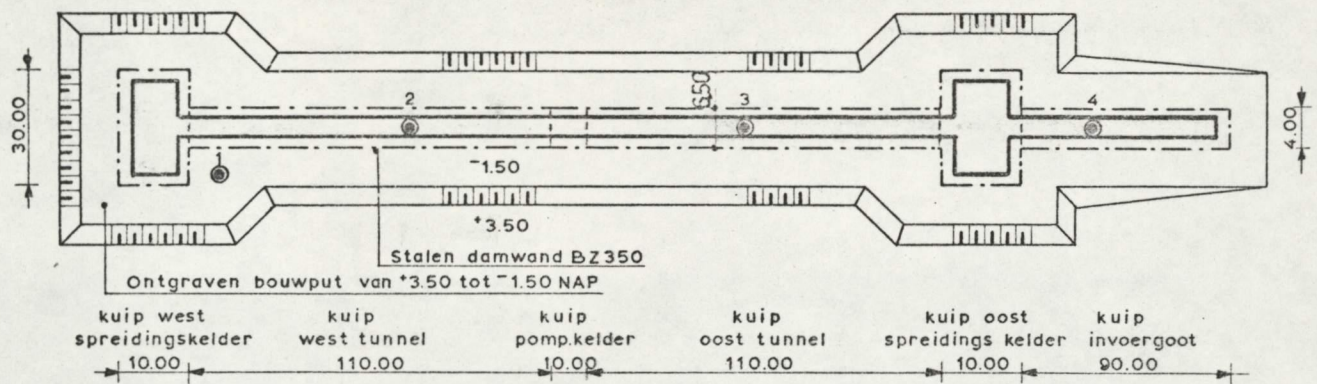
(A. Tukker)



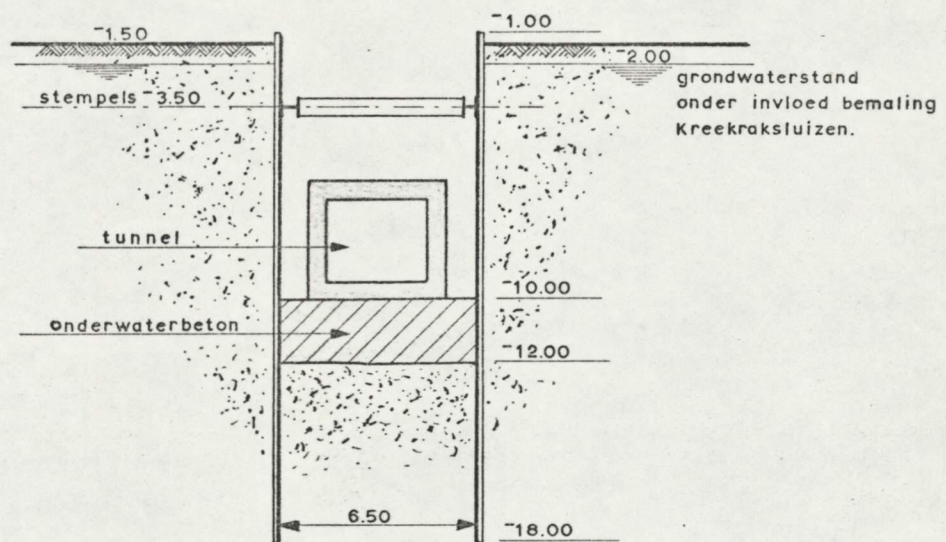
DOORSNEDE A - A

SITUATIE TE BEMALEN BOUWPUT
NABIJ KREEKRAKBRUGGEN.

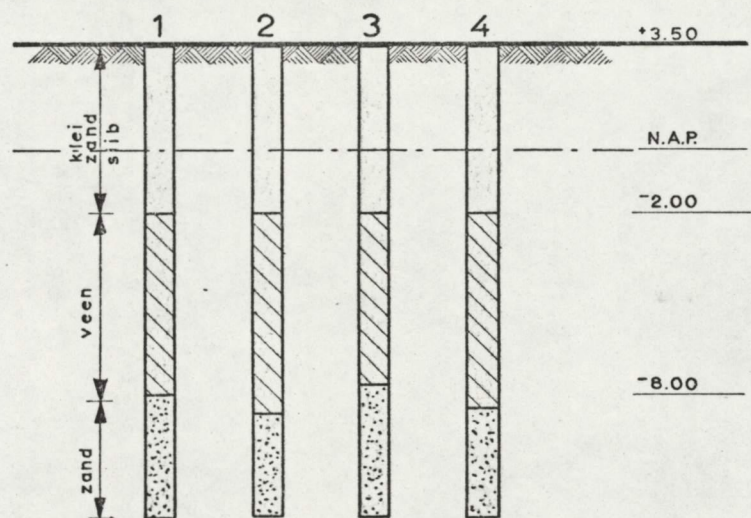
SCHAAL 1:2000



BOVENAANZICHT TUNNELDAMWANDKUIPEN
SCHAAL 1:2000

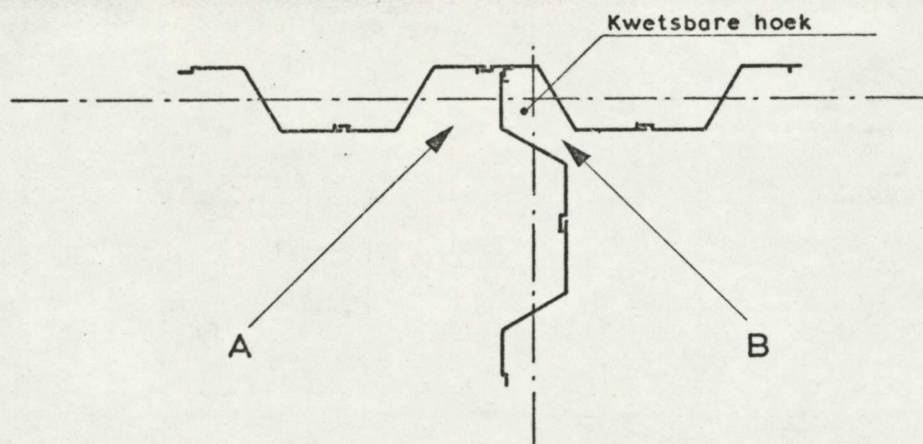


NORMAAL DOORSNEDE TUNNELKUIP
SCHAAL 1:250



BORINGEN 1 t/m 4 SCHAAL 1:250

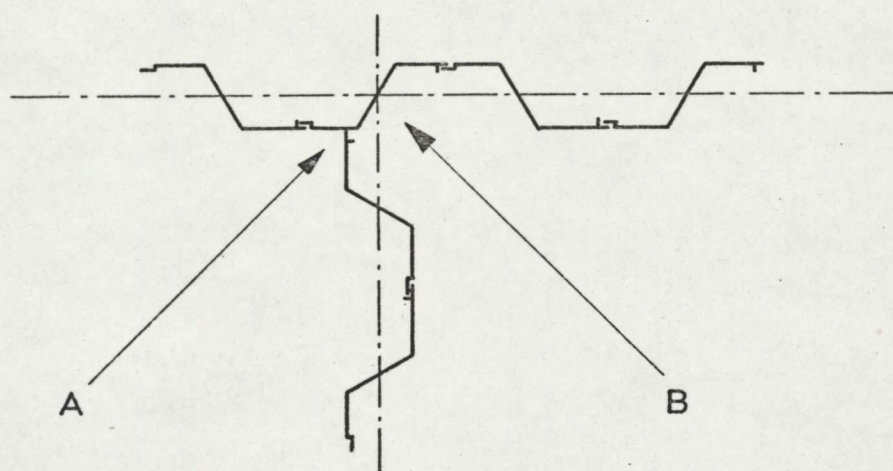
SITUATIE BOUWPUT - BOUWKUIP
LEIDINGENTUNNEL.



DAMWAND AANSLUITING I

Oplossing fout indien betonstroom via B

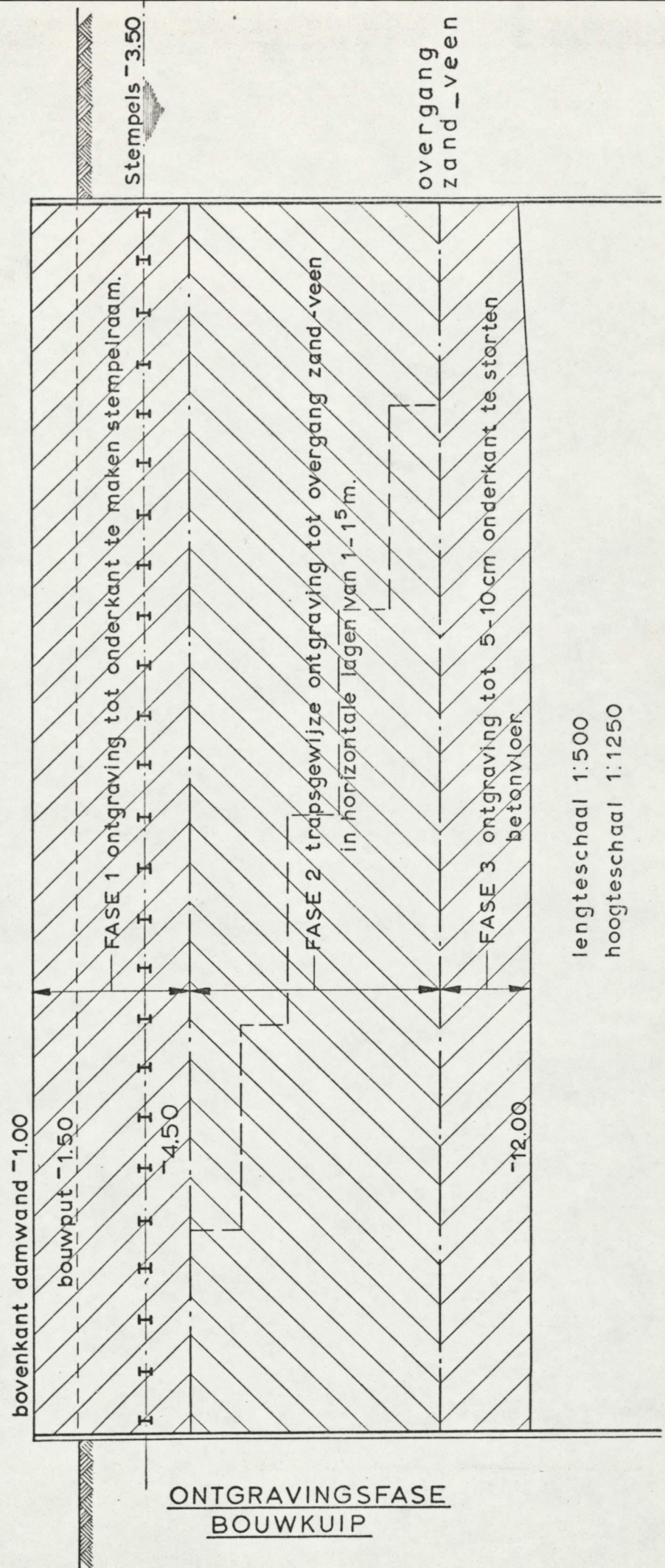
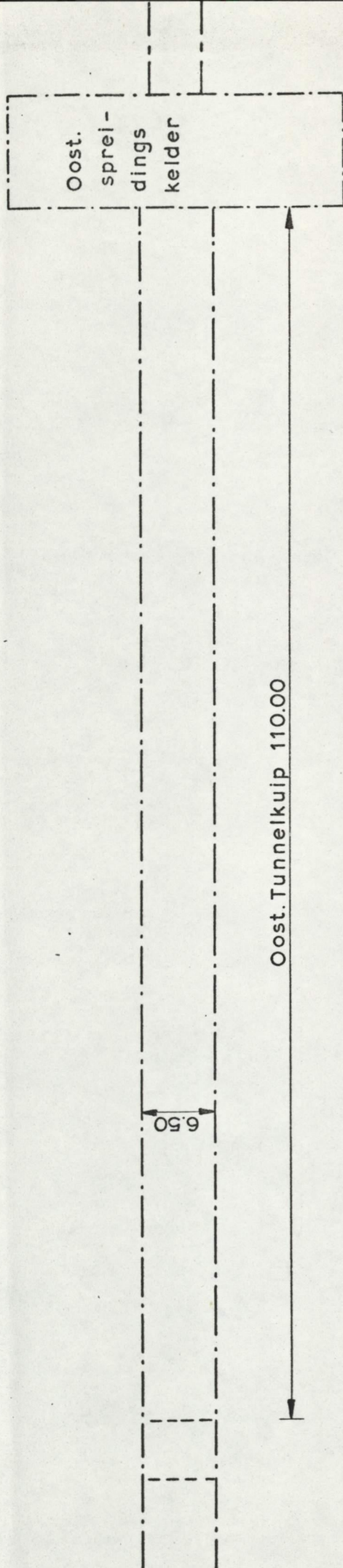
"	"	"	"	"	"	A en B
"	goed	"	"	"	"	A



DAMWAND AANSLUITING II

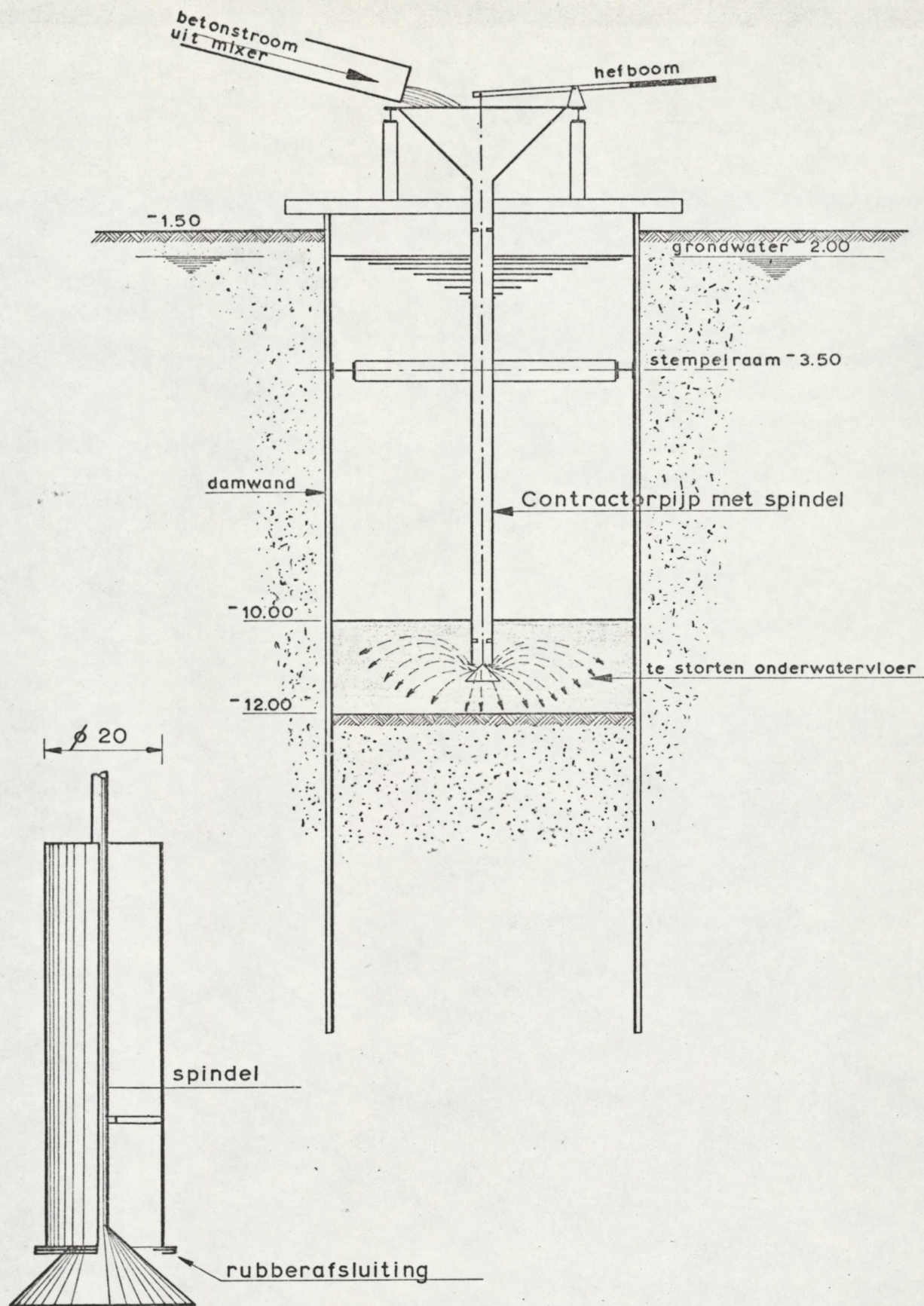
Oplossing goed indien betonstroom via A en B

DAMWAND HOEK OPLOSSINGEN



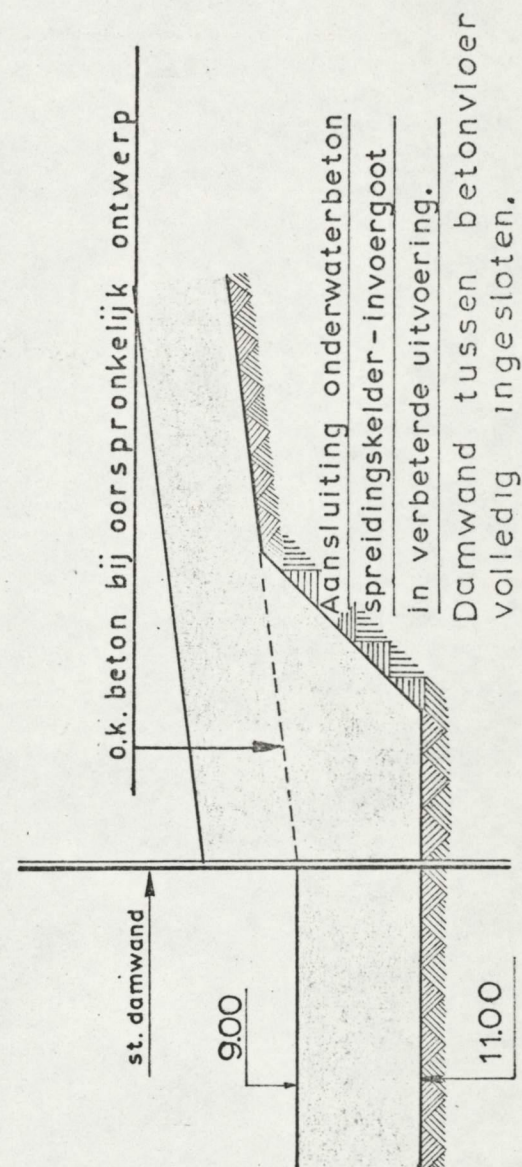
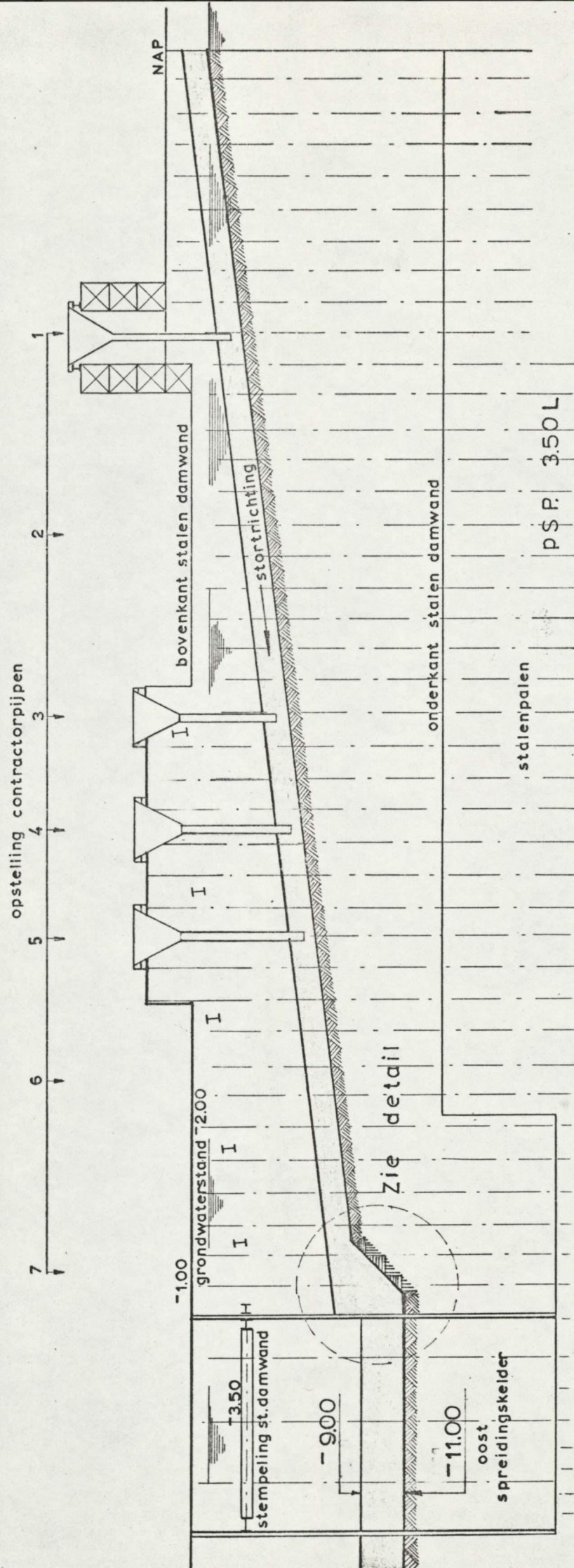
lengteschaal 1:500
hoogteschaal 1:1250

FIGUUR 4

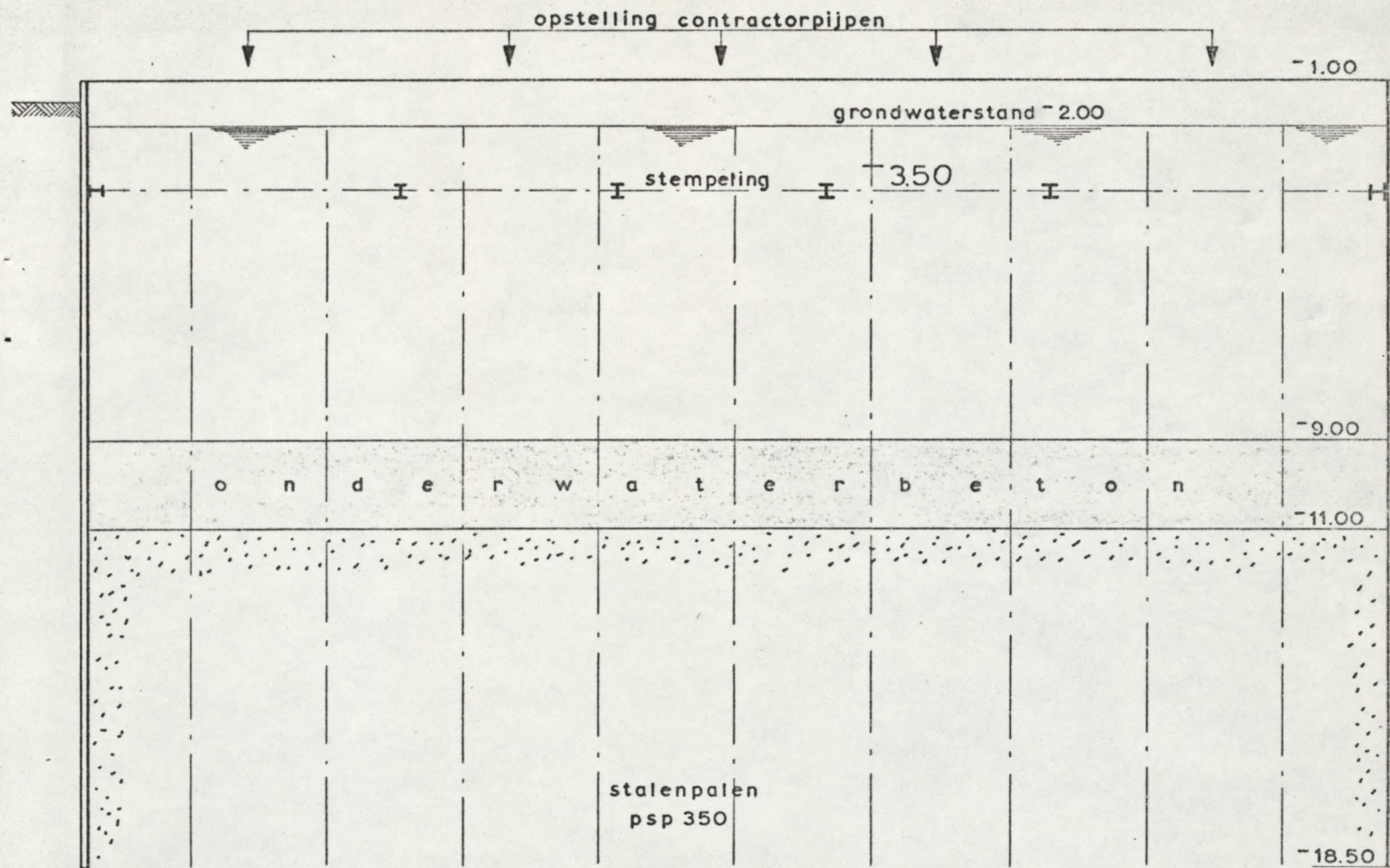


Detail afsluitmechanisme

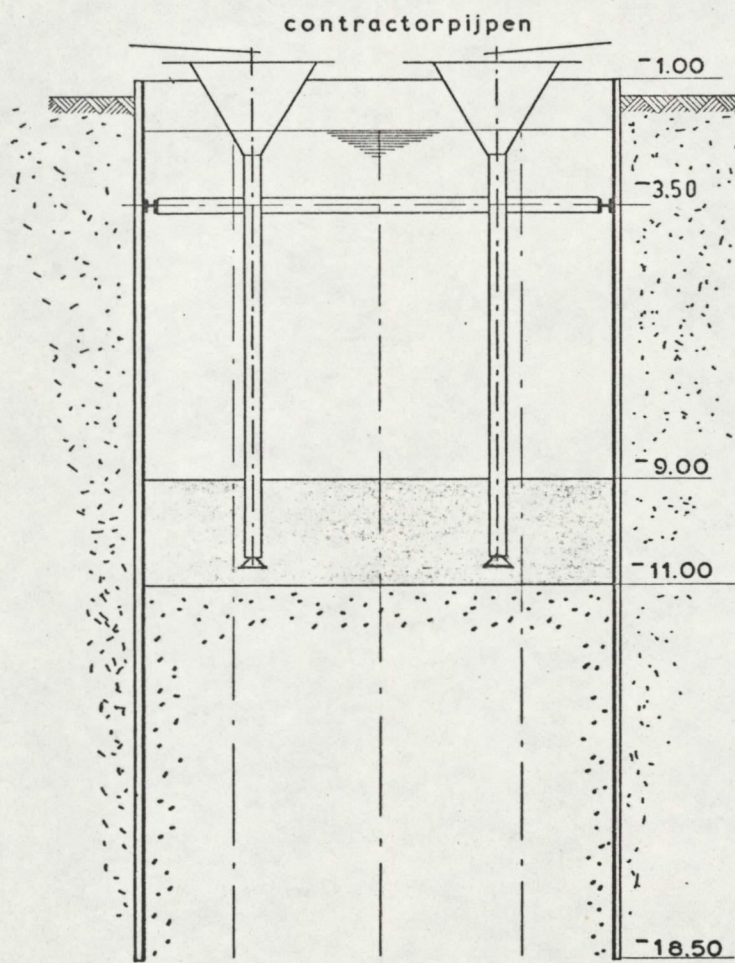
CONTRACTORSTORTMETHODE



OPSTELLING CONTRACTOR-
PIJPEN IN BOUWKUIP
INVOERGROOT (afm. kuip 4 x 60 m.)

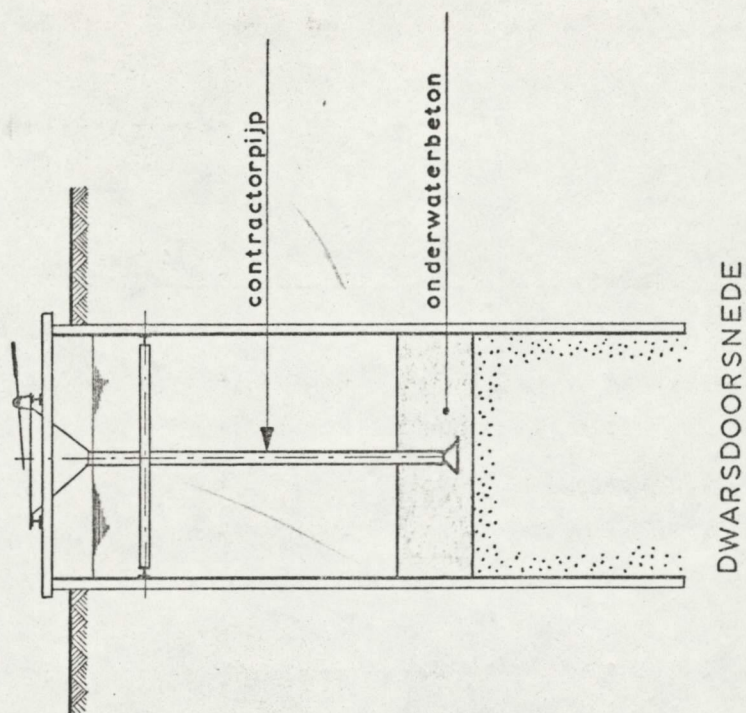
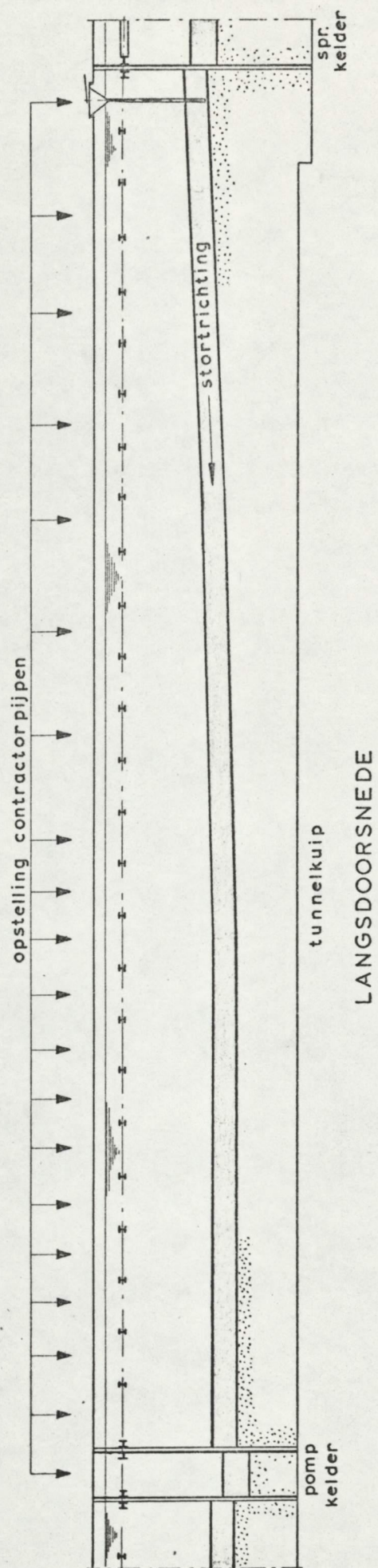


LANGSDOORSNEDE

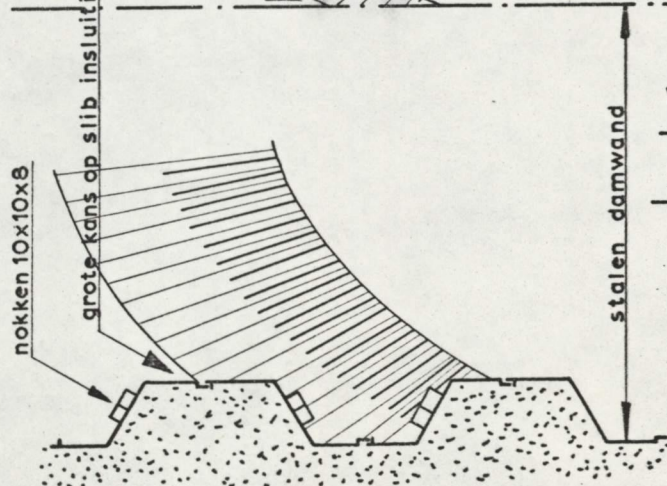
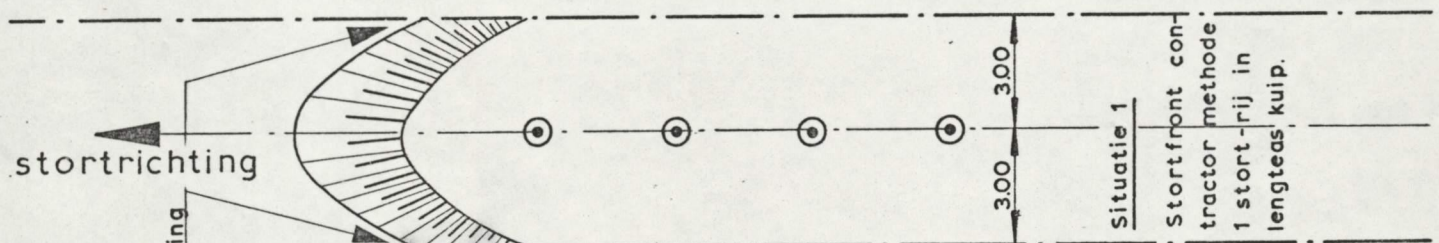
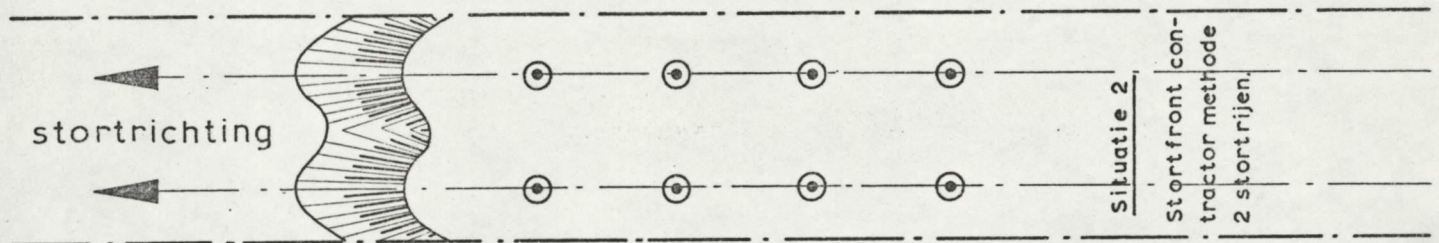
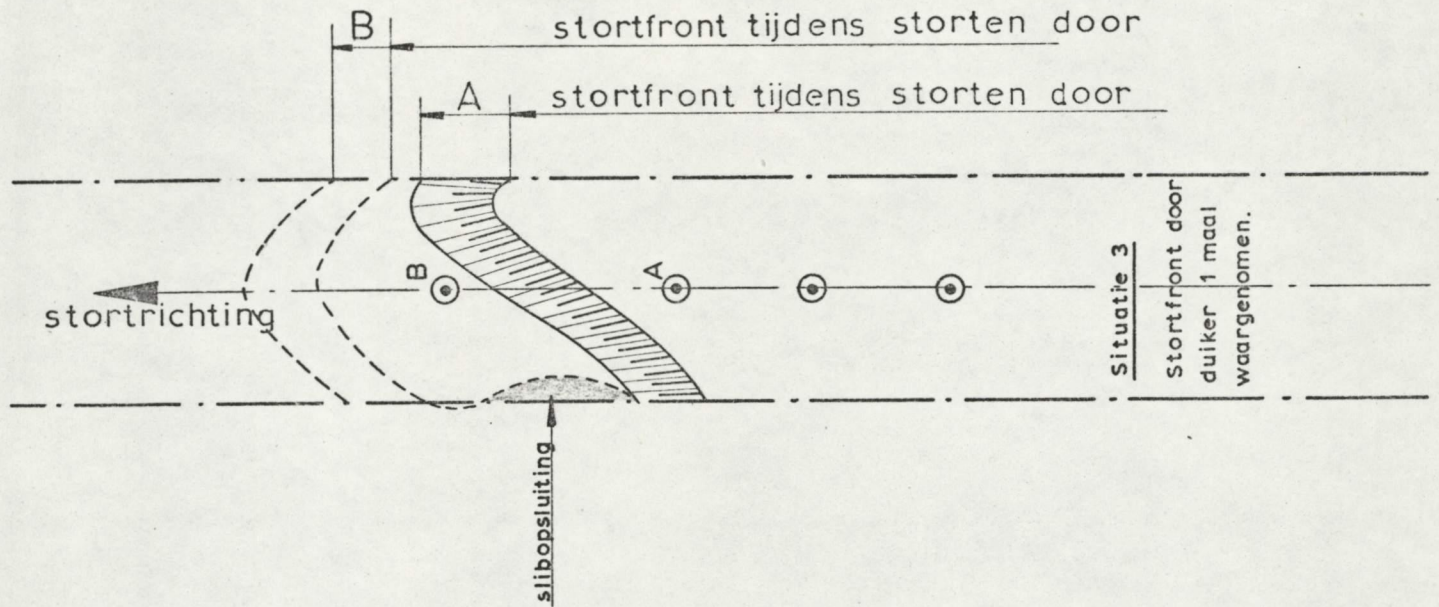
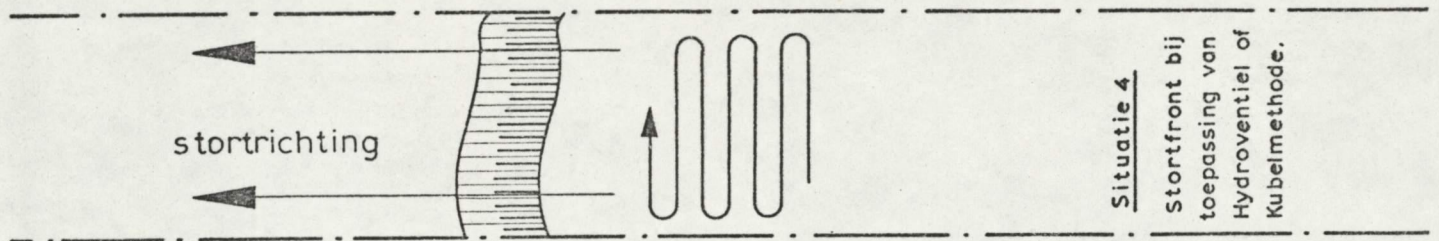


DWARSDOORSNEDE

OPSTELLING CONTRACTOR-
PIJPEN IN BOUWKUIP SPREI-
DINGSKELDERS (afm. kuip 10x30m.)

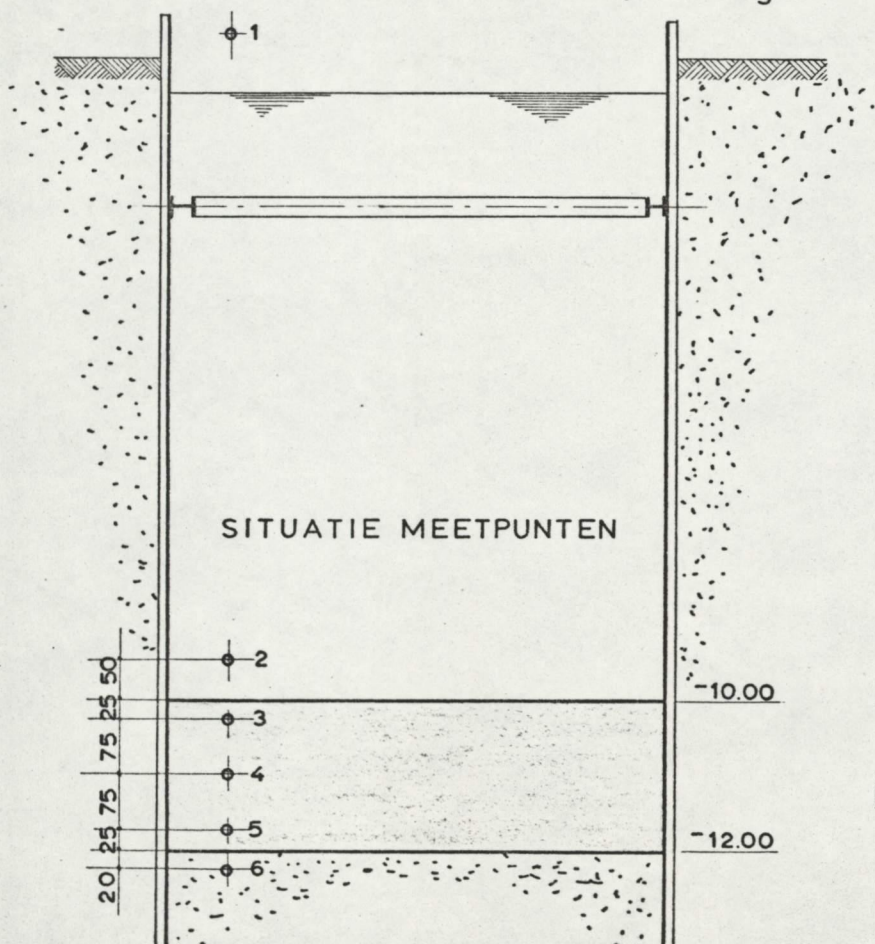
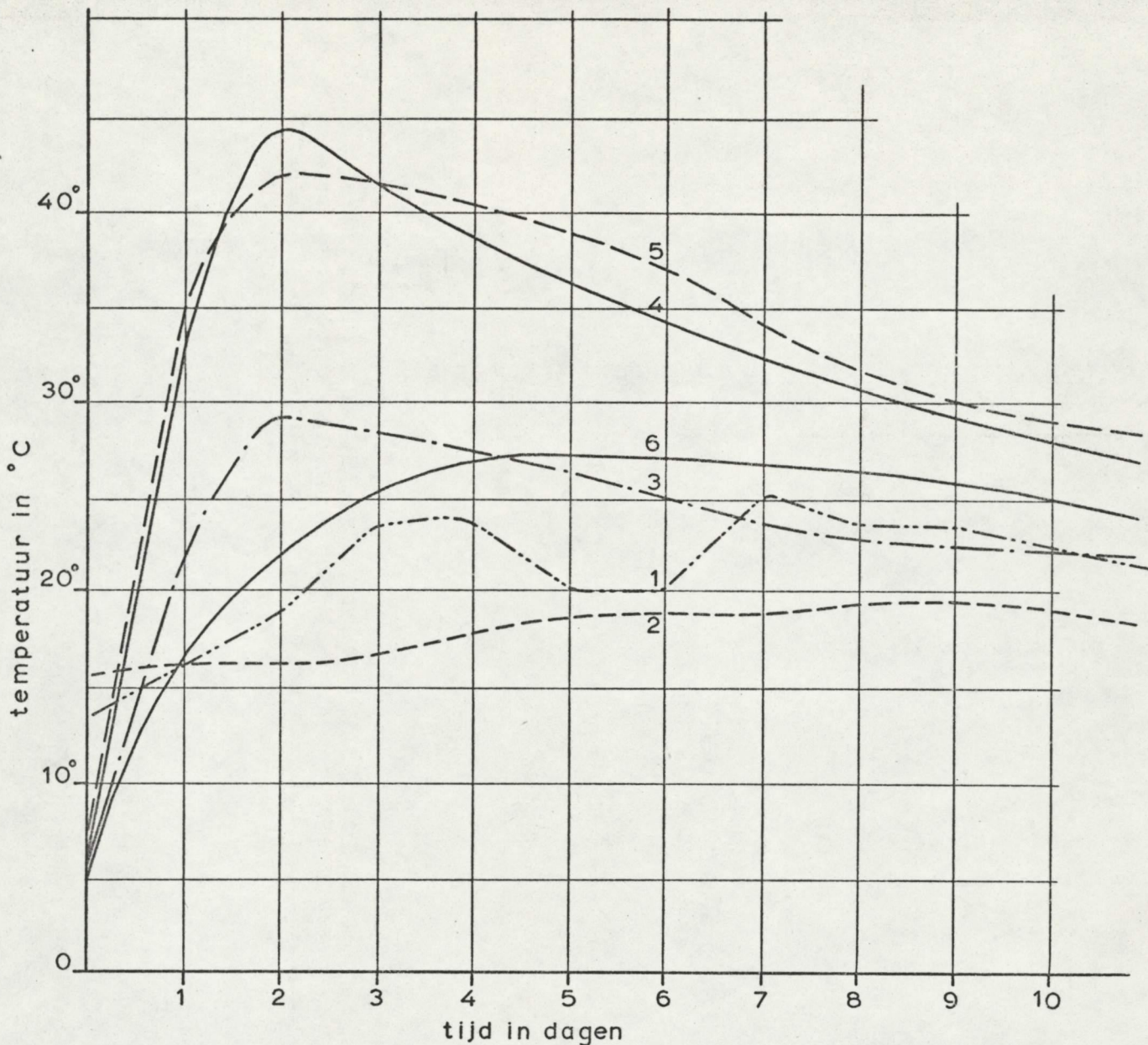


OPSTELLING CONTRACTORPIJPEN
IN BOUWKUIP TUNNELDEEL OOST
(afm. kuip 110x6.50 m.)



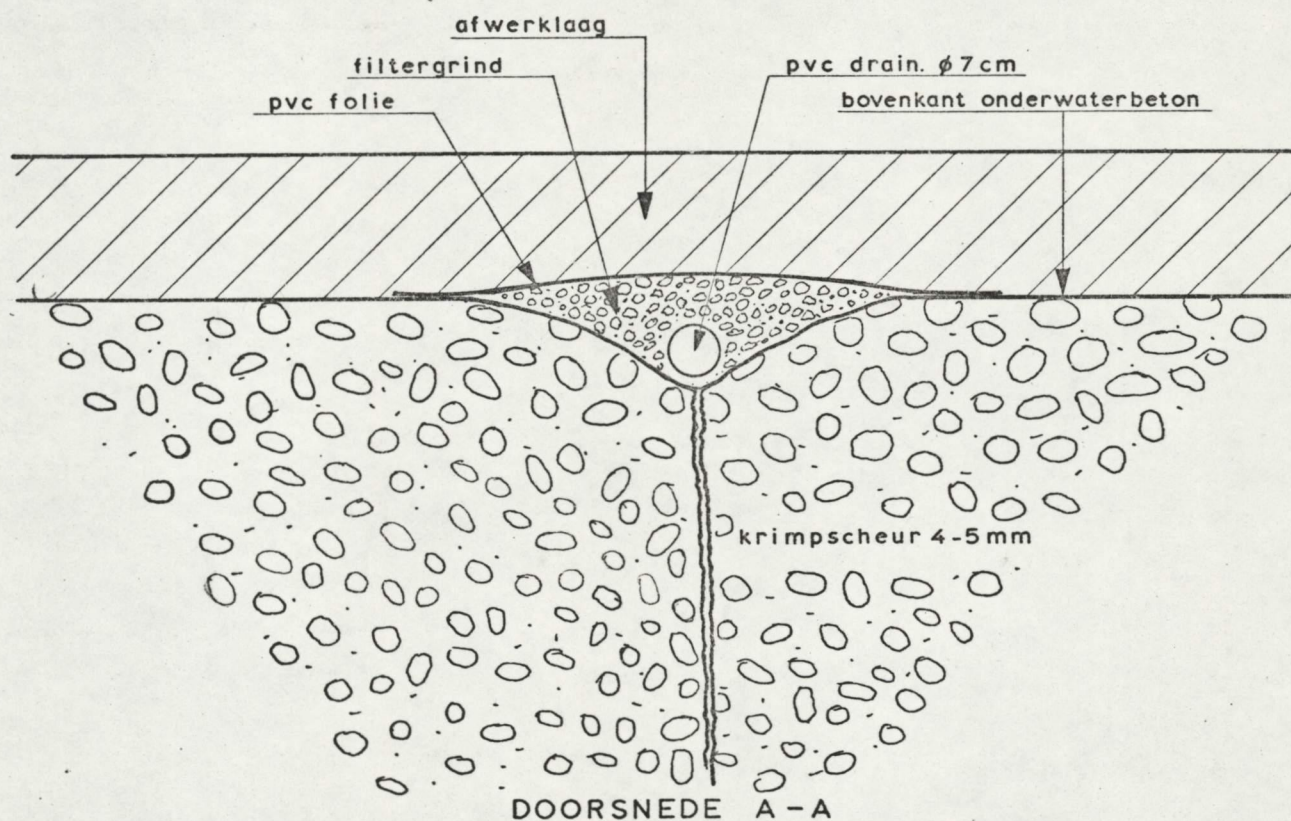
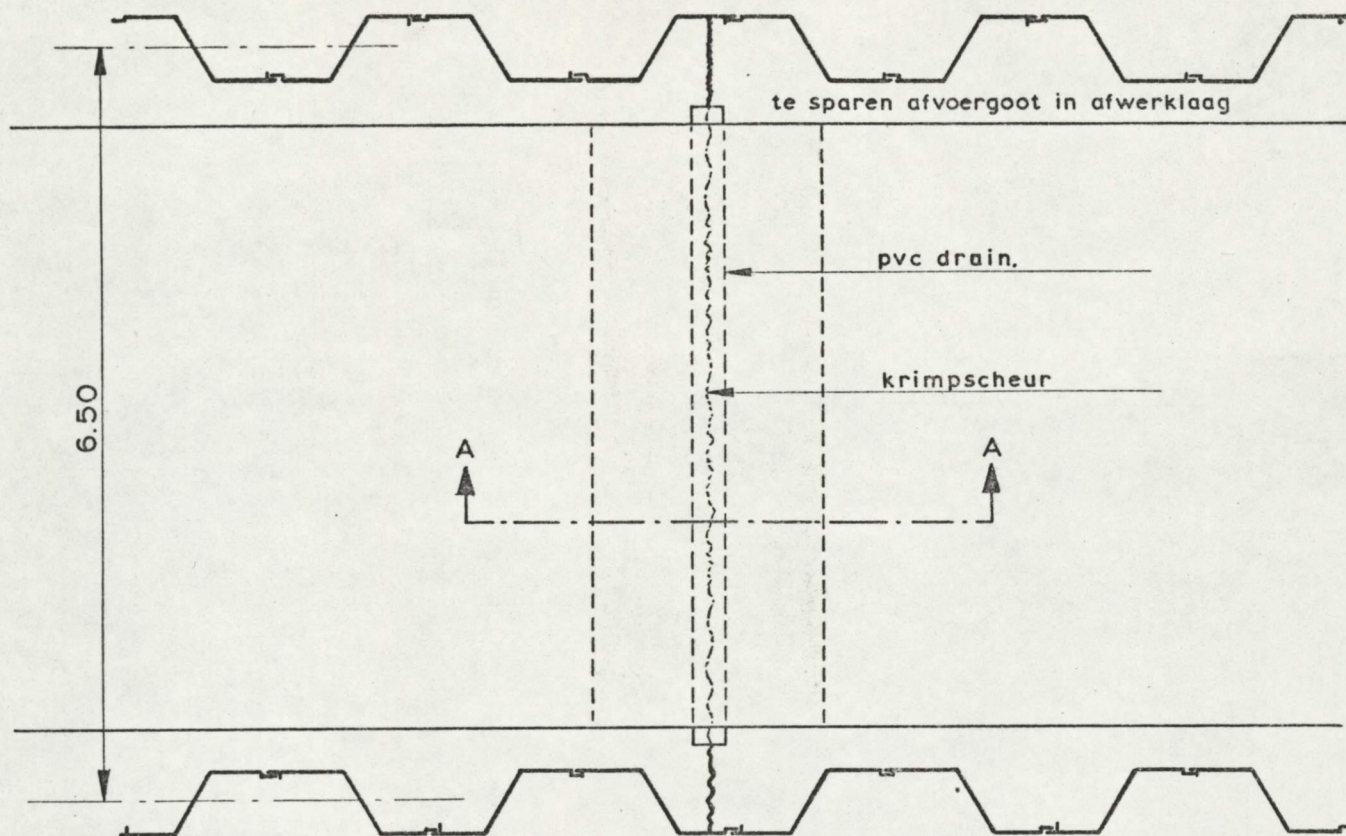
VERLOOP STORTFRONTEN

FIGUUR 9

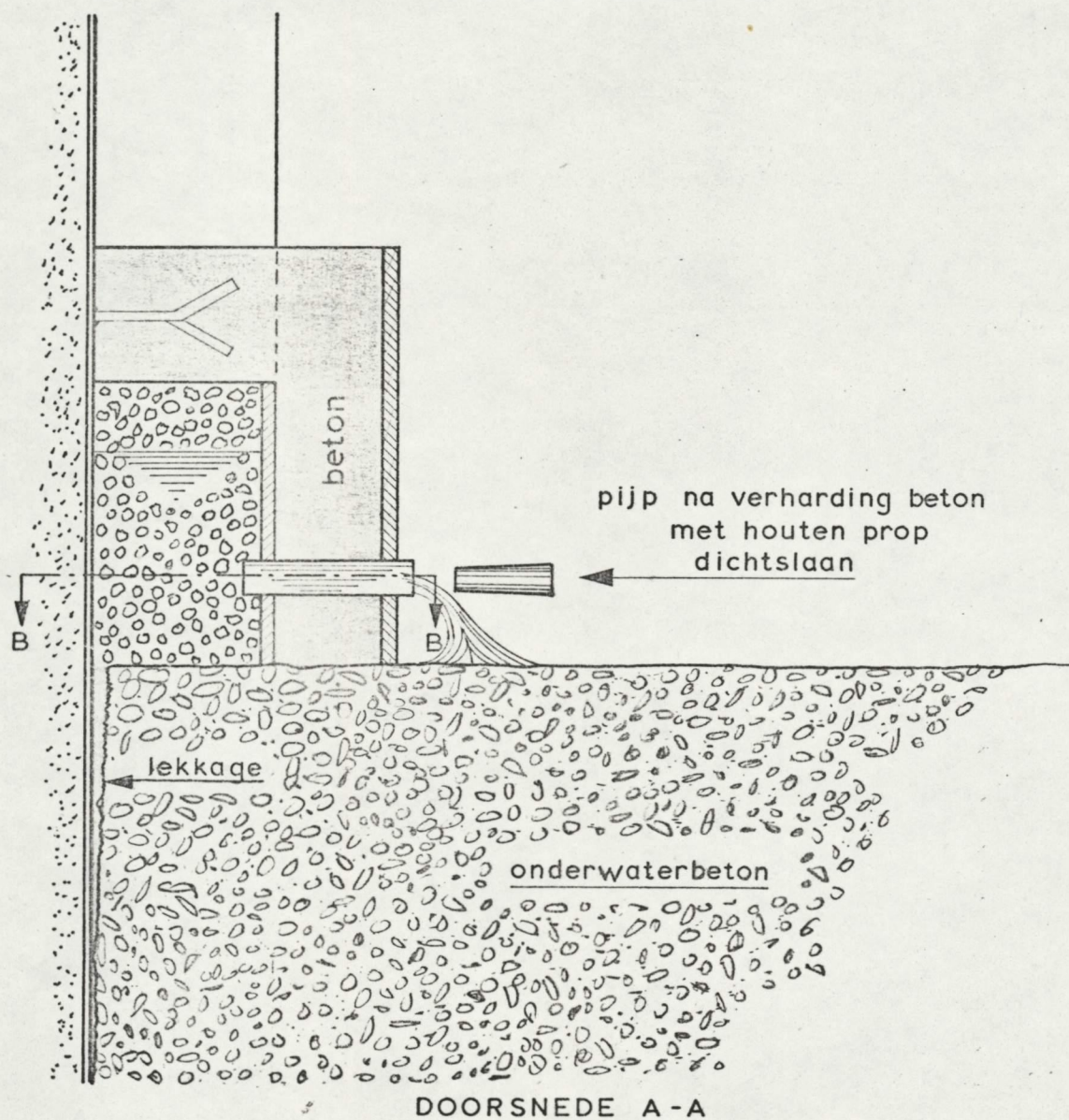
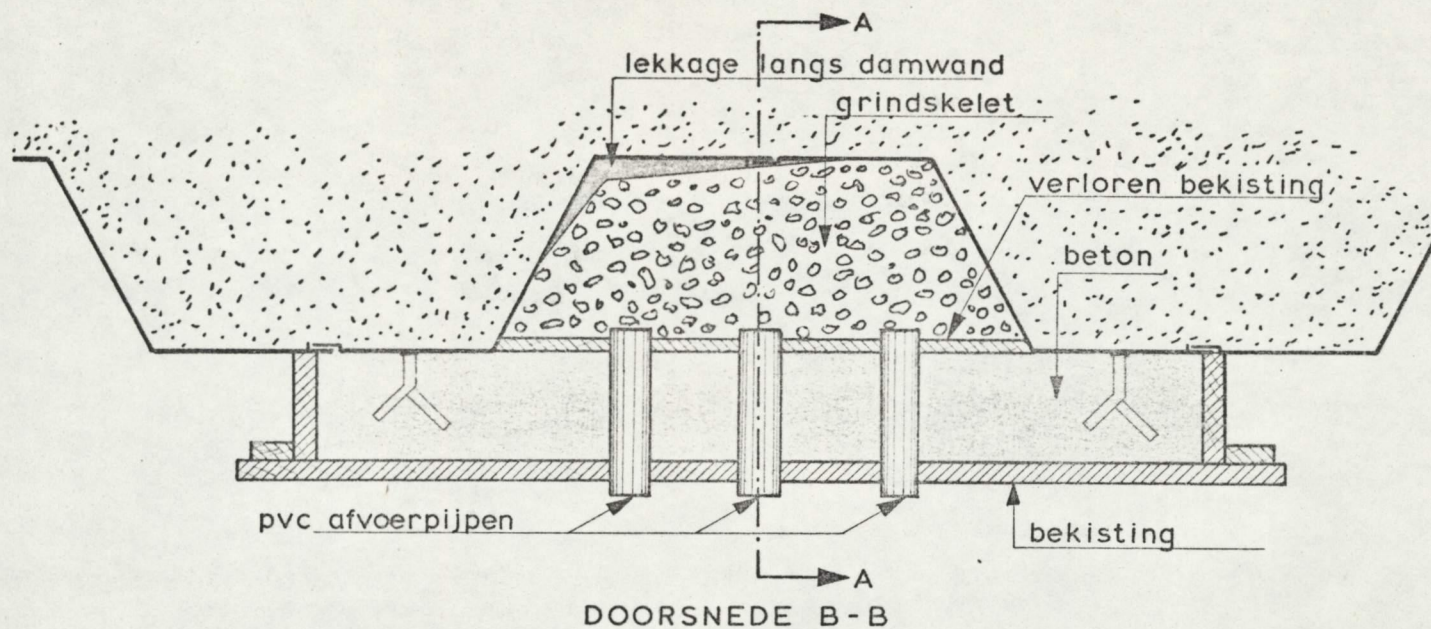


TEMPERATUURVERLOOP
IN ONDERWATERBETON
EN OMGEVING.

FIGUUR 10



AFLEIDINGEN LEKKAGE'S
TEN GEVOLGE VAN
KRIMPSCHEUREN.



AFDICHTING LEKKAGE'S
IN DAMWANDKASSEN.