

W.A. Venis

NOTA NO. 1-1960

DDW-BEN-1960-01 B

GELEIDELIJKE SLUITING VAN DE OOSTERSCHELDE
MET BEHULP VAN BRUGGEN OP SPUDS

RIKSWATERSTAAT - DELTADIENST. DIR. DELTAWERKEN - ZUID

Geleidelijke sluiting van de Oosterschelde met behulp van een overspanningsconstructie.

I. Inleiding.

De afsluiting van grote stroomgaten kan in principe volgens twee geheel verschillende methoden worden uitgevoerd. De werkwijzen zijn als volgt te karakteriseren:

- a) sluiting door middel van doorlaatcaissons
- b) de geleidelijke sluiting.

De concept-bijdrage V.4 over de afsluittechniek voor het eindrapport van de Deltacommissie (AC nr.2560) noemt de beide methoden, maar geeft slechts een summiere uitwerking van de geleidelijke sluitingsmethode. De verdere bestudering van deze werkwijze heeft inmiddels enig resultaat geboekt. In het volgende wordt een overzicht gegeven van de stand van zaken van het onderzoek, terwijl bovendien voor een tracé van de Oosterschelde-dam een globaal plan wordt uitgewerkt. Teneinde enige vergelijking van de methoden mogelijk te maken, is voor hetzelfde tracé tevens een globale uitwerking van een afsluiting m.b.v. doorlaatcaissons opgenomen, en is in een nabeschuwing getracht de risico's van beide sluitingsmethoden tegenover elkaar te stellen.

II. Algemene opzet van de geleidelijke sluiting.

In de eerste jaren worden dijkvakken gebouwd op de platen en op de ondiepe gedeelten langs de eilanden. Te zelfder tijd worden in de geulen beteugelingsdammen gestort. Deze dammen en enige van een verdediging voorziene inbaggeringen in de oorspronkelijke geulbodem dienen als drempels voor de sluitgaten. Op deze "drempels" in de sluitgaten wordt een overspanningsconstructie gebouwd, bestaande uit een serie bruggen op spuds. De sluiting bestaat uit het opstorten van de sluitdammen vanaf de brug. Profiel en samenstelling van de sluitdammen is zodanig, dat hiermede zonder moeilijkheden na het sluitingsjaar kan worden overwinterd.

De overspanningsconstructie kan geheel in de eerste maanden van het sluitingsjaar worden geplaatst. Aan de bruggen worden rail- of kabelbanen gemonteerd, met behulp waarvan de materialen, benodigd voor de afsluitdam, met grote capaciteit worden verwerkt.

Bepalend voor de methode is, dat het opstorten van de sluitdammen in een zodanig tempo wordt uitgevoerd, dat het risico van de sluiting wordt geconcentreerd in de ene week, dat de stroomsnelheden over de kruin van de dam maximaal zijn.

De gevraagde grote stortcapaciteit is met kabelbanen te bereiken wanneer deze langs een vaste overspanningsconstructie lopen. De invloed van de brug op de gemiddelde stroomsnelheid in het winter-sluitgat is door de grote overspanningen en de relatief slanke spuds te verwaarlozen.

III. Transportinstallatie en overspanningsconstructie.

Het karakteristieke voor de methode van geleidelijke sluiting is de wijze, waarop het materiaal voor de sluitdammen wordt verwerkt.

Op het eerste gezicht zou hiervoor een varend bedrijf in aanmerking komen. Gezien de omstandigheid, dat tijdens de uitvoering de stroomsnelheden oplopen tot ruim 5 m/sec. en de kenteringstijden bovendien zeer kort worden, geldt voor deze wijze van uitvoering als eerste en doorslaggevende bezwaar, dat noch een voldoende capaciteit noch voldoende bedrijfszekerheid kan worden verzekerd.

Dit bezwaar geldt niet wanneer het materiaaltransport plaats vindt via kabelbanen, die over de sluitgaten zijn geïnstalleerd. In de eerste plaats is hierbij te denken aan een constructie met slappe draagkabel en grote overspanningen. Ter ondersteuning van de draagkabel zijn hoge eindtorens nodig en in verband met de breedte van de sluitgaten meerdere hoge tussensteunpunten. Langs deze kabelconstructies kunnen eenheden van beperkt gewicht een voor een worden aangevoerd en afgeworpen. Op ieder gewenst punt van het tracee kan worden gestort. Dit systeem is o.a. met succes toegepast bij de afsluiting van de Oostelijke toegangen tot de Scapa Flow (overspanning 800 m, hoogte steunpunten 60 m, zeeg kabel onbelast 27 m, zeeg kabel belast 38 m, normale nuttige last 5 ton). Hier bleek een werkbelasting van 5 ton maximaal toelaatbaar te zijn in verband met slingeringen en verticale versnellingen van de kabel. De zeer beperkte capaciteit maakt echter, dat het opwerpen van de sluitdam maanden in beslag neemt, hetgeen niet aanvaardbaar is met het oog op de gevaren van ontgronding aan weerszijden van de beteugelingsdam.

Het is mogelijk de capaciteit van het systeem op te voeren door de eenheden niet een voor een aan te voeren en te storten, maar door aanleg van een tweede draagkabel een gesloten circuit te vormen, waarlangs de eenheden worden aangevoerd met kleine onderlinge afstanden. Ter vergelijking kan worden gewezen op een téléferique voor betontoeslagstoffen, gebruikt bij de bouw van stuwdammen, o.a. bij die van Chastang in de Dordogne in Frankrijk (snelheid trekkabel 2,8 m/sec., lastafstand 90 m, lasten ca. 2,5 ton). Het lossen gebeurt hier ter plaatse van een steunpunt, hetgeen bij gebruik in een sluitgat niet mogelijk is. De constructieve eisen, aan steunpunten en draagkabel te stellen, zijn van dien aard, dat voor een bedrijfszekere toepassing van dit transportsysteem aan een stijve overspanningsconstructie de voorkeur wordt gegeven boven het slappe draagkabelnet.

Voor de verdere uitwerking van de methode van geleidelijke sluiting is van een transportsysteem uitgegaan, waarbij de trekkabel in een gesloten circuit rondloopt en de lasten gedragen worden door een stijve overspanningsconstructie. De grondvorm van deze draagconstructie is een serie brugsecties op spuds. Deze secties worden onafhankelijk van elkaar op de beteugelingsdam geplaatst. In het voorlopige ontwerp hebben zij een tussenruimte van ca. 10 - 15 m, die op eenvoudige wijze wordt overbrugd. De lengte van een brug met tussenruimte is ongeveer 80 m.

De brugdelen worden ingevaren; nadat de spuds zijn neergelaten worden deze eventueel aangestort. Afwijkingen van de bruggen in horizontale en verticale zin kunnen worden opgevangen bij het monteren van de aan de bruggen opgehangen transportbanen, terwijl ook bijstellen op ieder gewenst ogenblik mogelijk is.

De algemene opzet van de werkmethode, zoals deze hierboven is omschreven, is nader uitgewerkt voor de afsluiting van de Oosterschelde. Het tracee, dat hiervoor is gekozen, is hetzelfde als waarvoor ook de caissonmethode is uitgewerkt in de nota O.S. 3 van 3 Mei 1957.

Dit tracee T-T' heeft 3 sluitgaten:
te weten in Roompot
Schaar van Roggenplaat
en Hammen

(bijlagen 1 en 2, situatie en lengteprofiel).

IV. Vorm en afmetingen van de sluitgaten.

De kruinhoogte van de beteugelingsdam wordt bepaald door de volgende factoren:

1. de lengte, die in verband met de situatie aan de dam kan worden gegeven;
2. de stroomsnelheden, die in het wintersluitgat kunnen worden toegelaten;
3. de stroomsnelheden, die in het sluitgat na het plaatsen van de bruggen en het aanstorten van de spuds toelaatbaar worden geacht;
4. de duur van de periode met stroomsnelheden kleiner dan 1 m/ seconde rondom de kenteringen tijdens het plaatsen van de laatste bruggen.

In het hier beschouwde geval zijn de volgende aannamen gedaan:
ad 1. De maximum lengte voor de beteugelingsdammen in de 3 sluitgaten kunnen voor de Roompot, de Schaar van Roggenplaat en de Hammen worden gesteld op resp. ca. 2200 m, 1400 m en 1200 m (zie bijlage 2).

ad 2. De maximum stroomsnelheden, die gemiddeld over het dwarsprofiel van het wintersluitgat kunnen worden toegelaten, zijn de volgende:

v normaal tij = 2,25 m/sec.
v springtij = 2,5 m/sec.
v stormvloed = 3,5 m/sec.

Voor het ontwerp van het wintersluitgat in de dam in het Veerse Gat zijn ongeveer dezelfde snelheden aangehouden.

ad 3. De stroomsnelheden na het aanstorten van de spuds mogen tot ca. 3 m/sec. oplopen alvorens met de eigenlijke sluiting behoeft te worden begonnen. Dit betekent, dat desgewenst een aanstorting van de spuds mogelijk is. Door de slankheid van de spuds zal zonder aanstorting nog nauwelijks van enig oplopen van de stroomsnelheid sprake zijn.

ad 4. Voor het plaatsen van de bruggen moet de zgn. kenteringstijd niet kleiner zijn dan $\frac{1}{2}$ à 1 uur.

Teneinde de verhouding van de doorstroomprofielen van de drie sluitgaten gelijk te houden aan de huidige verhouding van de geulprofielen, zijn de sluitgat lengten gekozen o.p.rresp. 2200 m, 900 m en 1000 m, met een kruinhoogte van de beteugelingsdam op resp. N.A.P.- 10 m, -8 m en -8 m. Men krijgt dan het volgende beeld:

sluitgat	lengte sluitgat	doorstroomprof. laatste winter vóór de sluiting	bestaand geulprof.
Roompot	2200 m'	22.000 m ²	47.600 m ²
Schaar	900 m'	7.200 m ²	15.000 m ²
Hammen	1000 m'	8.000 m ²	18.400 m ²
	4100 m'	37.200 m ²	81.000 m ²

Er is niet onderzocht in hoeverre bij een ander tracé een gunstiger sluitgatverdeling kan worden verkregen.

Het profiel van de wintersluitgaten is tezamen 46% van de gezamenlijke geulprofielen in de bestaande toestand en vrijwel een even groot deel van het totale oorspronkelijke profiel beneden N.A.P. De maximum stroomsnelheden gemiddeld over het grootste sluitgat gedurende de laatste winter voorafgaand aan de sluiting zijn volgens bijlage 3, welke berust op schatting van de Centrale Studiedienst, bij een sluitgatprofiel = 46% van het oorspronkelijke geulprofiel van ongeveer dezelfde orde als de toelaatbare waarden.

De afname van het doorstroomprofiel en het verloop van de gemiddelde profielsnelheden in de voorafgaande jaren is aangegeven in bijlage 6.

V. Het dwarsprofiel van de beteugelingsdam en van de sluitdam.

De gekozen opbouw van het dwarsprofiel blijkt uit bijlage 2. De kruinbreedte van de beteugelingsdam op N.A.P. - 8 m bedraagt ca. 40 m. De kruin wordt gevormd door een 3 m dikke laag zware stortsteen met schouders van betonblokken van speciale vorm (b.v. tetrapods). De stortsteen kan bestand worden geacht tegen snelheden tot ca. 4 m/sec., terwijl de betonblokken veel hogere snelheden kunnen weerstaan.

Naarmate de sluitdam hoger wordt, zullen de snelheden over deze dam en over de schouders van de beteugelingsdam toenemen.

Om deze reden is voor de schouders van de beteugelingsdam een zwaardere constructie gekozen.

Het dwarsprofiel van de sluitdam is zo ontworpen, dat allereerst een dam van minimale afmetingen, opgebouwd uit betonblokken van een speciale vorm, wordt verkregen (taluds 1:1½). Deze dam, die in zeer snel tempo moet worden gebouwd, heeft een groot poriënvolume (ca. 50 %). De stroomsnelheden van het door de betonblokken stromende water worden geschat op maximaal + 2 m/sec. Deze lekstroom kan worden beteugeld door het aanbrengen van een stortsteenmassief achter de betonblokkendam. Het geheel wordt tenslotte afgedekt door een kop van zware betonblokken (gedacht wordt aan een bloktype als b.v. tetrapoden met een stukgewicht van ca. 4 ton) met de kruin op ongeveer NAP + 4 m. Op deze wijze wordt een constructie verkregen, waarmee zonder gevaar de winter kan worden ingegaan.

Volgens de gegevens van bijlage 4 moeten de grootste snelheden over de sluitdam worden verwacht in de periode, waarin de kruinhoogte ligt tussen NAP - 7 m en - 2 m. De snelheden kunnen dan oplopen tot ca. 5 m/sec. Vanaf een zekere hoogte van de kruin van de sluitdam zal aan de benedenstroomse zijde een duikende straal kunnen optreden. De verwachting is, dat de snelheden in de duikende straal niet veel hoger zullen oplopen dan die boven de kruin van de dam. Een nader onderzoek zal kunnen uitwijzen of er kans is, dat toch op een sterk toenemen van de snelheid in deze straal moet worden gerekend. Het laat zich aanzien, dat in de vorm van het dwarsprofiel en de materiaalkeuze voldoende vrijheid zit, zodat ernstige aantasting van de dam zelf in alle gevallen kan worden voorkomen. Het aan de gang zijnde hydraulisch onderzoek is erop gericht op deze punten ook een kwantitatieve uitspraak te doen.

VI. Het opstorten van de sluitdam.

Het opstorten van de sluitdam wordt uitgevoerd met behulp van een aantal rail- of kabelbanen, die onder de brug zijn gemonteerd. Bepalend voor het aantal banen is de eis, dat het ophogen van de dam van NAP - 7 m naar - 2 m in zo kort mogelijke tijd moet geschieden. *) Op bijlage 2 is een 8-tal van dergelijke transportbanen aangegeven, die twee aan twee een gesloten circuit vormen. Langs de banen lopen haken, waarin de betonblokken, c.q. bakken met stortsteen hangen. De verwerkingscapaciteit is aangenomen op 275 lasten van 2 ton per baan per draaiuur. Hiervoor is uitgegaan van een loopsnelheid van 3 m/sec. en een afstand van de lasten onderling van +40 m. Nadere studie van het transportmechanisme is voor precizering van deze waarden nodig. De afstand tussen de buitenste banen is aangenomen op + 22 m. Het bereik van de stortinstallatie is dan voldoende om de kern van de sluitdam, bestaande uit betonblokken, op te storten. Hierbij is rekening gehouden met de te verwachten horizontale afwijkingen van de blokken tijdens hun val in het stromende water. Ter oriëntering kunnen de volgende gegevens dienen van de eerder genoemde werken nabij de Scapa Flow.

*) Voorlopig is hiervoor ca. 1 week aangenomen.

Max. stroomsnelheid tijdens uitvoering - ruim 6 m/sec.
 Aanlegbreedte sluitdammen - 40 m
 Aanlegdiepte - 14 m - gem. zeeestand
 Taluds van het definitieve werk - 1:1
 Max. bereik van kabelbanen - 35 m
 Later uitgevoerd duikeronderzoek toonde aan, dat praktisch geen materiaal buiten het profiel terecht was gekomen.
 Vergelijking van het dwarsprofiel van de dam bij Scapa Flow en dat van de in deze nota voorgestelde sluitdam laat zien, dat het laatstgenoemde dwarsprofiel royaler van opzet is.

Ter weerszijden van het grote sluitgat en aan een zijde van ieder van de kleine sluitgaten bevindt zich een depot van betonblokken en stortsteen, met een laadstation van de transportbanen. De grootte van de depôts bedraagt 15 à 20 ha. per stuk (zie bijlage 1). Een indruk van de omvang van een depot met laadstation is gegeven in bijlage 5. De lopende band kan worden geladen met behulp van z.g. loaders, die de blokken of de bakken met stortsteen uit het depot halen. Wanneer de kabelbanen stortsteen moeten verwerken, worden de haken voor de betonblokken eventueel vervangen door andere, die geschikt zijn voor bakjes met een inhoud van ± 2 ton. De binnenkommende lege bakjes kunnen, na te zijn losgehaakt van de draagrail, op de retourband in de richting van het depot worden vervoerd om opnieuw te worden geladen.

VII. De te verwerken materiaalhoeveelheden.

Voor de berekening van de te verwerken hoeveelheden zijn de volgende factoren gebruikt:

mijnsteen :wisk. m³ . 2,5 = tonnen in middelen van vervoer
 stortsteen :wisk. m³ . 2 = tonnen in middelen van vervoer
 betonblokken:wisk. m³ (incl. holle ruimte).1,2 = tonnen beten in middelen van vervoer.

a) In de beteugelingsdammen moet totaal worden verwerkt:

Materialen beneden NAP - 8 m, c.q. NAP-10 m			
	Mijnsteen ton	Stortsteen ton	Betonblokken van 2 ton stuks
Reempot	3.600.000	700.000	55.000
Schaar	200.000	300.000	25.000
Hammen	700.000	400.000	25.000
Totaal	4.500.000	1.400.000	105.000

Een overzicht van de hoeveelheden, die per jaar moeten worden verwerkt, is opgesteld aan de hand van een globaal werkplan (bijlage 6).

IX. Globale kostenraming.

<u>Beteugelingsdam.</u>	mill.guldens.
1. zand in beteuigelingsdammen incl. baggerwerk	5,-
2. mijnsteen : 4.500.000 ton à f 6,50	28,5
3. stortsteen : 1.400.000 ton à f 20,--	28,-
4. 2-tons blokken : 105.000 stuks à f 120,--	<u>12,5</u>
Totaal beteuigelingsdammen	74,-
<u>Hulpconstructie.</u>	
5. bruggen incl. montage	26,-
6. transportbanen en inrichting depôts	8,-
7. Vangconstructie (zie blz. 10)	<u>3,-</u>
Totaal hulpconstructie	37,--
<u>Sluitdam.</u>	
8. 2-tons blokken : 550.000 stuks à f. 120,--	66,-
9. 4-tons blokken : 30.000 stuks à f 240,--	7,-
10. stortsteen : 600.000 ton à f 20,--	<u>12,-</u>
Totaal sluitdam	85,-

De kosten van de afsluiting van de 3 geulen bedragen - exclusief het zand en de bekledingsconstructie van het dijklichaam - totaal circa 200 miljoen gulden.

X. Vergelijkend onderzoek sluiting m.b.v. doorlaatcaissons.

Door Ir M.J. Loschacoff is voor het tracé T-T' van bijlage 1 de afsluiting uitgewerkt bij toepassing van doorlaat-caissons. De hierop betrekking hebbende gegevens met een korte beschouwing van zijn hand zijn aan deze nota toegevoegd als bijlagen 7 en 8.

Vergelijking van de globale ramingen, die zoveel mogelijk op basis van dezelfde eenheidsprijzen zijn opgesteld, leert dat de orde van grootte van de kosten bij beide sluitingsmethoden gelijk is. In beide gevallen is de bodembescherming niet in de kostenraming opgenomen.

XI Nabeschuwing.

A. Critische beschouwing van de risico's bij de methode van geleidelijke sluiting vergeleken met die bij de caissonmethode.

De belangrijkste vraag, die zich voordoet, is welke risico's aan de methode van geleidelijke sluiting zijn verbonden en hoe deze risico's zich verhouden tot die geldend voor de caissonmethode. De volgende fasen dienen daarbij te worden onderscheiden:

1. het aanbrengen van de beteugelingsdam
2. het plaatsen van de overspanningsconstructie, o.q. caissons, met inbegrip van de aanstorting van de spuds, o.q. caissonbodems
3. de sluiting en de daarop volgende maanden van het zomerseizoen
4. het daarop volgende stormseizoen.

sub 1.

Ten aanzien van de risico's tijdens het aanbrengen van de beteugelingsdam kan worden gesteld, dat deze door een juiste dimensionering van de dam en van de sluitgaten, door een doelmatige materiaalkeuze voor het damlichaam en door een voldoende bodembescherming in beide gevallen tot een te verwaarlozen bedrag kunnen worden teruggebracht. Bovendien is in deze fase van het werk enig tijdverlies voor herstel van eventuele schade nog geen bezwaar. Bij de caissonmethode moeten hoge eisen worden gesteld aan de afwerking van de kruin van de dam.

sub 2.

Het plaatsen van de overspanningsconstructie ten behoeve van de geleidelijke sluiting biedt vrijwel geen risico's. Door de onderlinge onafhankelijkheid van de bruggen levert de plaatsing geen moeilijkheden op en kan deze in snel tempo geschieden (een brug per dag in ieder sluitgat is goed mogelijk, zodat de in totaal ca. 50 bruggen boven de 3 sluitgaten in 1 à 2 maanden zouden kunnen worden geplaatst.)

Aan de afwerking van het bovenvlak van de beteugelingsdam behoeven geen andere eisen te worden gesteld, dan die van stroombestendigheid. Door de spuds kunnen zonder bezwaar ongelijkheden in het oppervlak in de orde van 1 meter worden opgevangen. Na het op de spuds overbrengen van het gewicht van de bovenbouw hebben deze vrijwel hun maximale belasting gekregen, aangezien de nuttige belasting van de transportbanen t.o.v. het gewicht van de spuds met de bovenbouw gering is.

De spuds moeten bestand zijn tegen de aanval van stroom en golven en zij moeten enige ongelijke zetting van het damlichaam zonder schade kunnen volgen. Het moet daarbij mogelijk blijven de bovenbouw van de overbruggingsconstructie bij te stellen. Aan deze eisen kan worden voldaan, mits het verschil in zetting van het damlichaam voor de spuds in een vlak loodrecht op de as van de brug beperkt blijft tot ca. $\frac{1}{2}$ m.

Mocht in deze fase van het werk door een of andere oorzaak (b.v. door aanvaring) een bruggeenheid bezwijken, dan kan deze worden opgeruimd en door een andere worden vervangen. Van constructieve zijde worden hier geen grote bezwaren gezien. Wanneer één enkele

spud per travee zou worden aangevaren en daardoor zou bezwijken, wordt de standzekerheid van de brug niet in gevaar gebracht. Het meest kritieke stadium is na het plaatsen van alle bruggen. Dan kan echter door het aanbrengen van een vangeconstructie het aanvaren van de brug onmogelijk worden gemaakt. Vanaf dit moment behoeft voor de standzekerheid van de brugconstructie niet meer te worden gevreesd.

Bij de caissonmethode ligt de zaak in deze fase anders. Aan de onderlinge aansluiting - en daardoor aan de nauwkeurigheid van plaatsen - van de caissons worden hogere eisen gesteld. De geplaatste caissons moeten worden aangestort, terwijl tevoren nog andere voorzieningen moeten zijn getroffen tegen onderloopsheid. Door de eis van goede onderlinge aansluiting van de caissons biedt de plaatsingsvolgorde geen vrijheid. Het totaal aantal te plaatsen caissons zal groter zijn dan dat van de bruggen. Het verwijderen van een verkeerd geplaatste caisson zal tijdrovend zijn. Hoewel de caissons minder kwetsbaar zijn dan de bruggen, zullen ten behoeve van het goed functioneren van de afsluitmiddelen ook bij de caissonmethode voorzieningen moeten worden getroffen tegen aanvaring. Aangezien een vangconstructie eerst kan worden aangebracht nadat een aantal caissons is aangestort, zullen de geplaatste caissons vrij lange tijd aan het risico van aanvaring bloot staan, tenzij per caisson op afdoende wijze voorzieningen kunnen worden getroffen. Een caisson, waarvan de afsluitmiddelen niet werken, zal moeten worden volgestort. Dit brengt geen bijzondere moeilijkheden met zich mee. Het ziet er dus naar uit, dat de fase van het plaatsen van de caissons meer tijd in beslag zal nemen, dan die van het plaatsen van de overbruggingsconstructie, terwijl de risico's tijdens het plaatsen bij de caissonmethode en bij de methode van geleidelijke sluiting van dezelfde orde worden geacht.

sub 3.

Bij de methode van geleidelijke sluiting zal gedurende de eigenlijke sluitingsmanoeuvre het risico voor aantasting van het gemaakte werk door de steeds sterker wordende stroom geleidelijk toenemen naarmate de kruin van de dam omhoog komt, om na het passeren van een tevoren bekende hoogte geleidelijk af te nemen. De grootte van het risico, dat gedurende de sluitingsmethode bestaat, hangt dus af van het stroombeeld en de weerstand, die de dam en de bodembescherming hiertegen bezitten enerzijds, en van de tijd, gedurende welke deze toestand optreedt anderzijds. Het hydraulisch aspect van deze zaak vormt een onderwerp van uitvoerig onderzoek, waarover het volgende kan worden gezegd.

Met behulp van het hydraulisch model der benedenrivieren kunnen de getij-omstandigheden bij al of niet volkomen overlaat worden bepaald.* In een twee-dimensionaal model zullen aan de hand van deze gegevens in de loop van dit jaar proeven worden gedaan, waarbij diverse grootheden gemeten zullen worden, die van invloed kunnen zijn op de bepaling van de stabiliteit van de in de dam te verwerken materialen en de lengte van de bezinking. Deze grootheden zijn o.a. de turbulentiegraad, de gemiddelde snelheid en de schuifspanning langs de bodem. Onder aanname, dat deze grootheden voor het materiaaltransport bepalend zijn,

* De in bijlage 4 gegeven uitkomsten van modelproeven uit 1955 zullen dan eventueel moeten worden gecorrigeerd.

kan uit deze gegevens worden afgeleid, tot welke verschillen in materiaalkeuze en bezinkingslengte de twee methoden zullen leiden. Ten aanzien van de absolute waarde van de bezinkingslengte kan echter voor geen van beide methoden op korte termijn een uitspraak worden verwacht.

De tijdsduur van de sluiting, waardoor het risico eveneens in sterke mate wordt bepaald, hangt af van de capaciteit en de bedrijfszekerheid van de transportinrichting. De bedrijfszekerheid is mede afhankelijk van de standzekerheid van de overspanningsconstructie. Door middel van berekening en modelonderzoek zal op korte termijn nagegaan worden welke belastingen verwacht kunnen worden op de spuds tengevolge van golf- en stroomaanval.

Voor zover het risico van de methode wordt bepaald door de capaciteit en de bedrijfszekerheid van de transportinrichting, zelf, kan dit eerst op juiste waarde worden geschat na overleg met constructeurs en gebruikers van dergelijke werktuigen.

In dit verband kan er nog op worden gewezen, dat het in feite slechts gaat om de tijd, waarin de dam van ca. NAP - 7 m wordt opgehoogd tot ca. NAP - 2 m, omdat beneden NAP - 7 m de snelheden nog niet boven ca. $3\frac{1}{2}$ m/sec. zullen oplopen en deze bij NAP - 2 m reeds zijn afgenomen tot $4\frac{1}{2}$ m/sec., terwijl dan bovendien de dikte van de waterstraal over de dam niet groot meer is. In het voorgaande is deze periode gesteld op 1 week.

Bij de caissonmethode wordt de sluiting tijdens een kentering tot stand gebracht, terwijl vanaf dat moment ter plaatse van de caissonrij een voortdurend in grootte en richting wisselend verval gaat optreden met maxima van ca. $1\frac{1}{2}$ m. De grootte van de lekstromen en de tijdsduur, nodig voor de bedwinging ervan, hangen af van de afwerking van de dam onder de caissons, van de mate, waarin men er in is geslaagd de lekken reeds vóór de sluiting te betugelen en van de nauwkeurigheid, waarmede de caissons zijn geplaatst. Toch zal er op gerekend moeten worden, dat lekstromen onder en tussen de caissons kunnen voorkomen. Hierbij zullen de snelheden max. 5 à 6 m/sec. kunnen bedragen. Het hiermee samenhangende risico kan moeilijk worden getaxeerd.

Er zijn twee gevallen denkbaar, waarin een evenwichtsverstoring zich catastrofaal zou kunnen ontwikkelen, indien deze in de sluitingsfase optreedt:

- a) één van de brugsecties bezwijkt
- b) de overtrekkende stroom tast de dam of de bodem onmiddellijk naast de dam aan.

sub 4.

Bij een zorgvuldige voorbereiding en uitvoering van de brugconstructie moet de kans op bezwijken in de sluitingsfase verwaarloosbaar klein worden geacht, omdat geen vaartuigen meer tegen de spuds kunnen botsen, de spuds tevoren reeds hun volledige belasting hebben verkregen en het eventueel ook mogelijk is om - vóór de eigenlijke sluitingsfase met verhoogde stroomnelheden een aanvang neemt - de spuds m.b.v. de transportbanen zodanig te omkorten, dat de grootste stroomaanval enigszins van de spuds wordt afgeleid. De kans, dat in de sluitingsfase de overbrugging in het engere gedeelte zal derhalve zeker niet groter zijn dan de kans, dat na het sluiten van de openingen in de doorlaatcaissons één van de caissons gaat verschuiven of verzakken.

sub b)

Er kunnen zich twee gevallen voordoen

- b1) een aantasting van de drempel door plaatselijk sterkere stroomaanval en/of een plaatselijk onvolmaakte uitvoering van de constructie;
- b2) een ontgronding voor en/of achter de drempel, die zich uitbreidt in de richting van de drempel.

Voor de methode van de geleidelijke sluiting is bij de vormgeving en de materiaalkeuze gerekend op extreem hoge snelheden. De wijze van storten opent bovendien de gelegenheid de inleidende verschijnselen van een aantasting van de drempel direct weg te nemen. De mogelijkheid ter dekking van het onder b1) genoemde risico is dus zonder meer in de methode aanwezig (voorraden van stortmaterialen, overcapaciteit van de transportinstallatie).

Een beperking van dit risico bij het gebruik van doorlaatcaissons kan worden gevonden in een zwaardere afstorting van de drempel dan nodig is met het oog op de hoogst berekende stroomsnelheden tijdens het plaatsen van de caissons, terwijl bovendien voor het stoppen van eventuele lekstromen voorraden stortmaterialen en een verwerkingsapparaat in reserve moeten worden gehouden.

Bij het optreden van de onder b2) genoemde ontgrondingen voor en/of achter de drempel kan in het uiterste geval voor beide methoden slechts een versnelde uitvoering de oplossing zijn. In het geval van de geleidelijke sluiting betekent dit, dat de noodmaatregelen dezelfde zijn als die hierboven genoemd ter dekking van de risico's van een aantasting van de drempel.

Bij het gebruik van doorlaatcaissons is het onder b2) genoemde risico het grootst in de fase van het plaatsen van de caissons. Het is dan van belang een zodanig apparaat voor het verwerken van stortmaterialen achter de hand te hebben, dat de caissonreeks in alle gevallen afdoende kan worden gesloten. Een geheel andere mogelijkheid, die in beginsel openstaat bij het optreden van grote lekstromen na de sluiting, is het weer openzetten van de caissons. Het is echter de vraag of dit gemakkelijk uitvoerbaar zal zijn (vervorming schuifspanningen, vastzitten van de schuiven).

Uit het bovenstaande blijkt, dat de methode van geleidelijke sluiting gedurende de fase van de sluiting en de caissonmethode tijdens het plaatsen van de caissons en gedurende enige tijd na het moment van sluiten risico's met zich brengen. Voor zover thans kan worden overzien, kunnen de meeste van deze risico's bij een goede voorbereiding van het ontwerpen een goede uitvoering een aanvaardbare grootte krijgen.

sub 4.

Wat het risico gedurende het op het sluitingsseizoen volgende stormseizoen betreft, kan worden opgemerkt, dat dit voor de methode van geleidelijke sluiting kan worden verwaarloosd, aangezien dan de sluitdam vóór de winter een profiel verkrijgt, dat een zware storm kan weerstaan. Laat men de transportinstallatie nog intact, dan kan bovendien elke zich eventueel voordoende stormschade gemakkelijk worden hersteld. De afwerking van het dijksprofiel kan in het volgende werkseizoen geschieden.

Bij de caissonmethode is het wenselijk voorzieningen te treffen, die de constructie bestand maken tegen stormaanval. Hiertoe zullen in korte tijd zeer grote hoeveelheden zand moeten worden verwerkt en daarna moeten worden bekleed. Hier liggen nog risico's die echter vooral door verdere ontwikkeling van de zandspuitapparatuur in belangrijke mate zullen kunnen worden verminderd.

Het tijdig verkrijgen v.e. geschikt overwinteringsprofiel moet voorlopig nog als een moeilijkheid worden gezien, waarbij niet zo zeer sprake is van risico als wel van kosten.

De boven gegeven beschouwingen doen zien, dat de methode van de geleidelijke sluiting in vrijwel alle fasen van uitvoering te voorziene en aanvaardbare risico's met zich medebrengt. Een onzekere factor vormt echter nog de bescherming van de bodem ter weerszijden van de beteugelingsdam gedurende het opstorten van de sluitdam. Dit laatste kan ook gezegd worden voor de caissonsluiting.

B. Er is overwogen de brug reeds in het jaar voorafgaande aan de sluiting aan te brengen.

De voordelen hiervan zijn:

1. meer tijd beschikbaar voor montage van de brug en het aanbrengen van de transportbanen;
2. eventueel verzakte bruggen kunnen worden herplaatst zonder dat dit invloed heeft op het werkschema van het sluitingsjaar. Deze tijdsreserve is ook aanwezig bij plaatsing in het sluitingsjaar, zij het natuurlijk in beperktere mate;
3. mogelijkheid depots op de dijkskoppen in te richten met behulp van de transportbanen (betonblokken vervaardigen in centrale betonfabriek en opdoen van ervaring met transportbanen);
4. in het sluitingsjaar is meer tijd beschikbaar voor de sluiting en een ruimere keuze van het tijdstip van aanvang met het oog op het gunstigste werkseizoen.

Hier staan als nadelen tegenover:

1. grotere spudlengte door hogere brugligging in verband met winterstormen;
2. de gehele constructie zal zwaarder moeten worden uitgevoerd, gezien de grotere aanval gedurende de winter;
3. de constructie loopt een groot risico in geval van ijssverming. Tegen deze aanval zijn de spuds nauwelijks bestand te maken.

Voorlopige conclusie is, dat de hogere kosten, die een vroegere plaatsing van de bruggen met zich mede zou brengen - mede gelet op het risico, verband houdende met nadeel 3 - niet verantwoord zijn. Het nader onderzoek is er dan ook in de eerste plaats op gericht een brugtype te ontwerpen, dat gedurende het sluitingsjaar wordt geplaatst. De montagetijd van 2½ maanden, zoals deze in het tijdschema is uitgetrokken, mag als ruim voldoende worden aangenomen. Aangezien de tijd van 3 maanden, uitgetrokken voor het afwerken van de sluitdam, zeer ruim gemeten is, ligt hierin een extra reserve besloten.

C. Het uitwerken van de methode van geleidelijke sluiting is in het bijzonder op de volgende punten gericht:

- a) onderzoek naar de vorm en stabiliteit van beteugelings- en sluitdam en tevens naar de meest geschikte hierin te verwerken materialen. Een belangrijk criterium in dit onderzoek is de aantasting van de bodem ter weerszijden van de drempel;

- b) de vormgeving van de brug met spuds. Het gaat hierbij speciaal om de standzekerheid in geval van zettingen in de beteugelingsdam, de weerstand van de spud tegen golf- en stroomaanval en de mogelijkheid van het bijstellen van de brug na de plaatsing;
- c) onderzoek naar de mogelijkheid van toepassing van andere stortmaterialen dan betonblokken. In de eerste plaats wordt het gebruik van zandzakken bestudeerd;
- d) onderzoek naar de constructieve- en uitvoeringstechnische mogelijkheden van de transportbanen, en de inrichting van de depôts.

Voor de eerste drie genoemde punten is het onderzoek gaande. De resultaten zullen (behalve t.a.v. de bodemaanval genoemd sub a) over enige maanden beschikbaar zijn. Wat het onder d) genoemde punt betreft moet het onderzoek nog beginnen.

De toepassing van transportbanen is bepalend voor de gehele methode van sluiting. Een nadere studie is gewenst om tot precizering te komen ten aanzien van:

- constructietype
- transportcapaciteit per baan en machinevermogen
- beladingsinrichtingen en outillage depots
- afwerpinrichtingen i.v.m. steeds wisselende afwerpplaatsen
- tolerantie bij brugovergangen i.v.m. ongelijke zettingen van de onderbouw
- montageproblemen
- mogelijkheid van de inrichting van tijdelijke kabelconstructies (b.v. ter plaatse van een onbruikbaar geworden brugdeel)
- bedrijfszekerheid en te treffen maatregelen in geval van storingen
- kosten

D. Indien men de mogelijkheid voor het nemen van een proef met de methode van de geleidelijke sluiting bij een van de kleinere afsluitingen in het deltagebied (Grevelingen of Volkerak) wil overwegen, dan zullen de bovengenoemde vragen op korte termijn moeten zijn beantwoord. Wil men immers de mogelijkheid van toepassing in het Brouwershavense Gat in beginsel openhouden, dan moet met het oog op de inrichting van de sluitgaten en de voorbereiding van de sluiting, uiterlijk 1965 bekend zijn, of men deze methode of de caissonmethode zal toepassen. Derhalve komt uitsluitend de Grevelingendam voor een eventuele proefneming in aanmerking. De sluiting van de noordelijke geul zou hier een geschikt proefobject kunnen vormen. Deze is geprojecteerd in 1964. In verband met de tijd, nodig voor de inrichting van het sluitgat, zal in 1961 het bestek voor dit gedeelte van de afsluiting van de Grevelingen moeten worden gemaakt. Dit brengt met zich mede, dat begin 1961 in beginsel moet zijn beslist, welke methode van sluiting zal worden toegepast.

Opgemerkt wordt, dat een proefneming in de Grevelingen wel betekenis heeft voor het opdoen van ervaring met de overspanningsconstructie en met de transportinstallatie, maar dat deze - wegens het klein blijven van de vervallen - weinig betekenis heeft uit hydraulisch oogpunt.

's-Gravenhage, 3 juni 1960.

Ir F. Roelofs

Ir F.J. de Vos

Met medewerking van directie Bruggen
en Waterloopkundige Afdeling
Deltadienst.



Misp. wateren westwaard bij in 1960.

NOORD BEVELAND

AFSLUITING OOSTERSCHDELDE
 SITUATIE TRACÉ T. T.
 RIJKSWATERSTAAT - DELTADIENST
 DIRECTIE DELTAWERKEN ZUID

SCHAAL 1:25000
 B2 Nr. 11.98

get. gez. acc.

B-59B-59B-59

C.J.R.

K

-50000

-52500

-55000

-57500

-62500

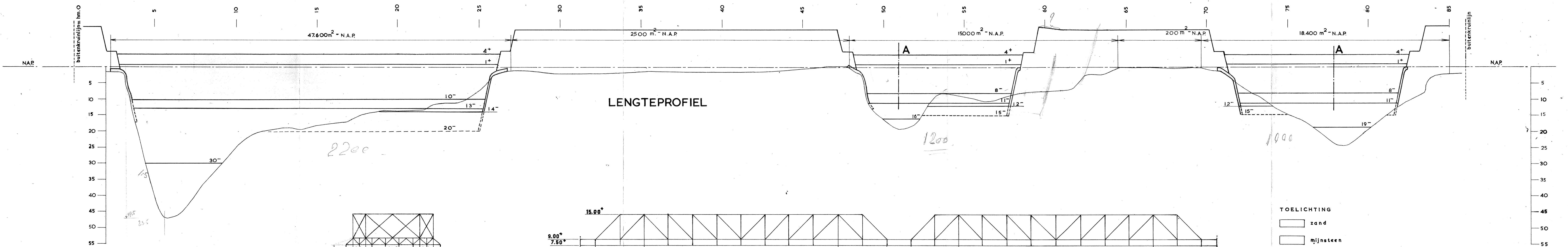
-117500

-112500

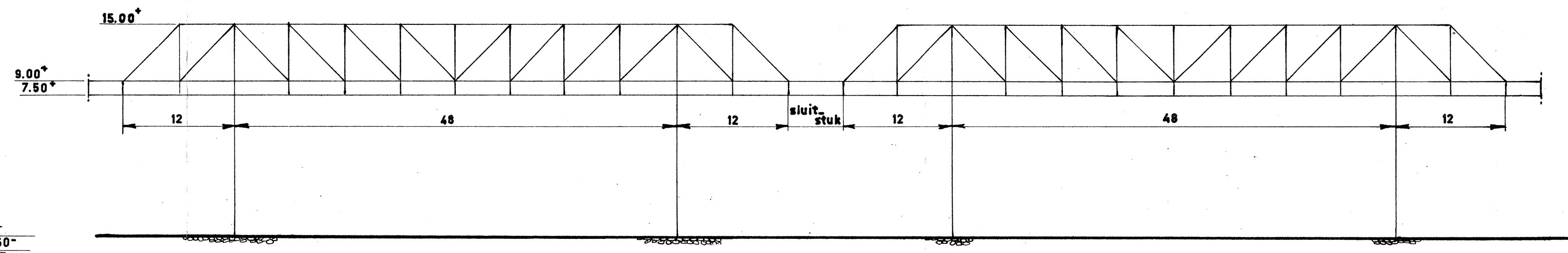
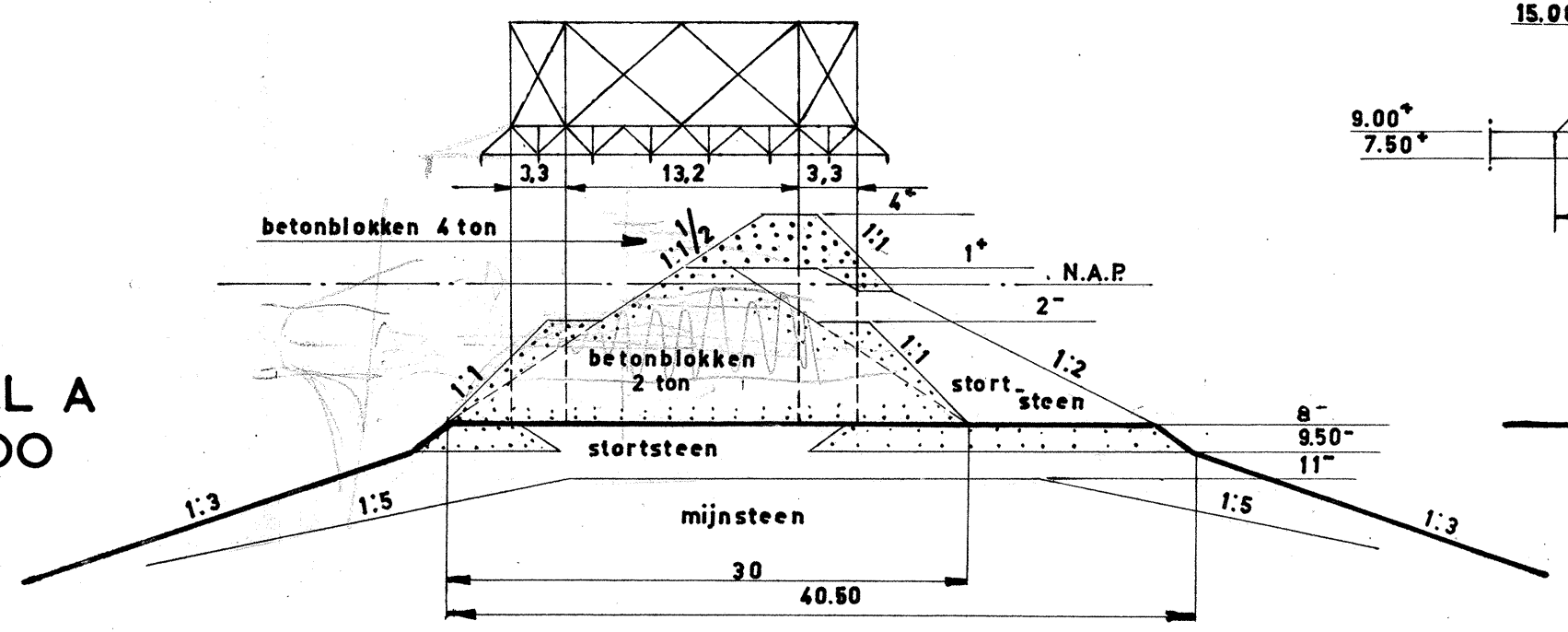
00000

LENGTESCHAAL 1:10.000 HOOGTESCHAAL 1:500

NOORD BEVELAND ROOMPOT NEELTJE JANS SCHAAR VAN ROGGENPLAAT ROGGENPLAAT HAMMEN SCHOUWEN



DWARSPROFIEL A
SCHAAL 1:400



SCHEMA IN TE VAREN BRUGGEN
SCHAAL 1:400

TOELICHTING

- zand
- mijnsteen
- stortsteen
- betonblokken
- kragstukken

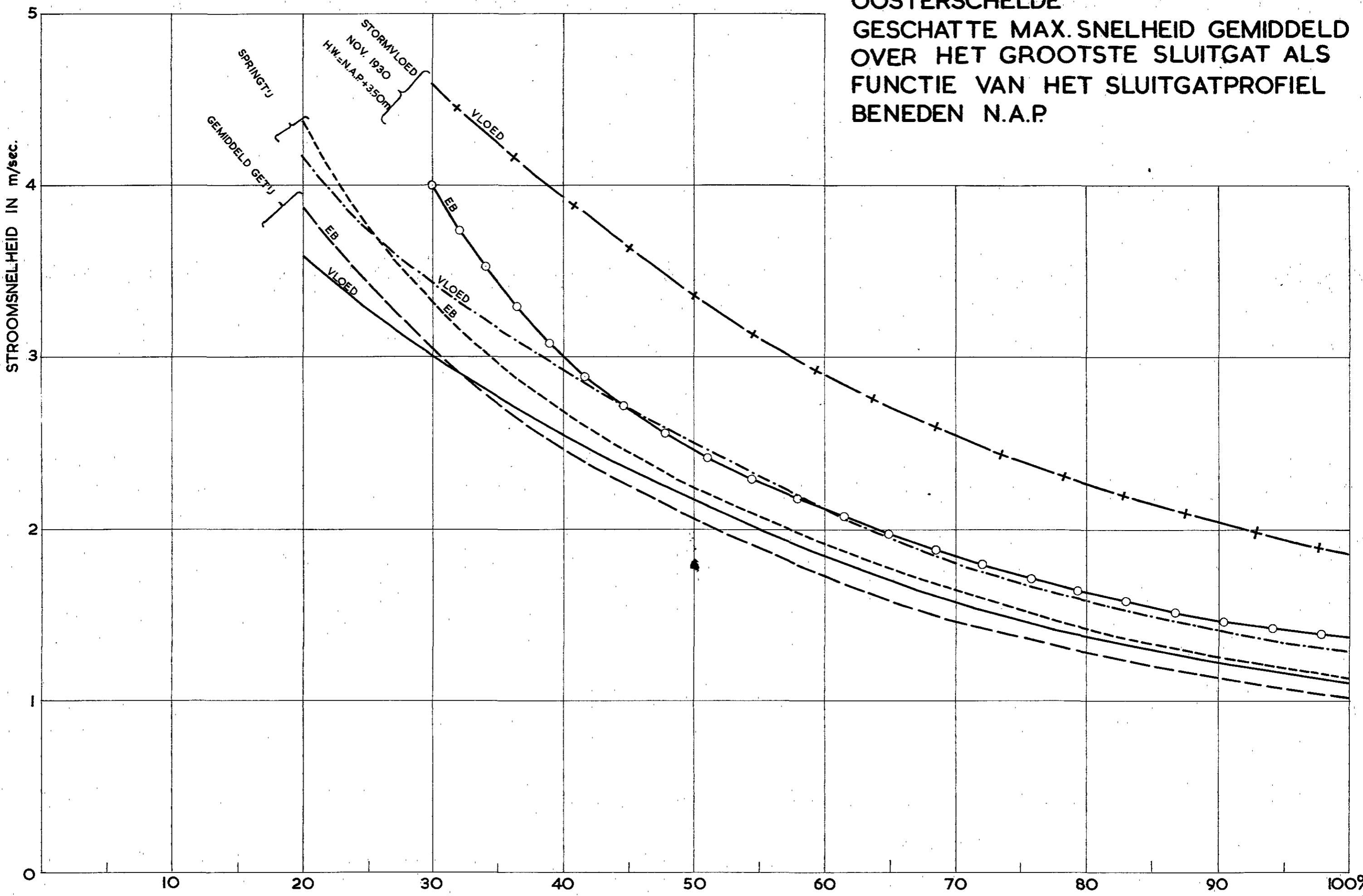
AFSLUITING OOSTERSCHDELDE
LENGTEPROFIEL TRACE T.T. MET DETAILS
METHODE GELEIDELIJKE SLUITING M.B.V. BRUGGEN

RIJKSWATERSTAAT-DELTADIENST
DIRECTIE DELTAWERKEN - ZUID

get.	gez.	acc.
8-59	8-59	
C.J.R.		

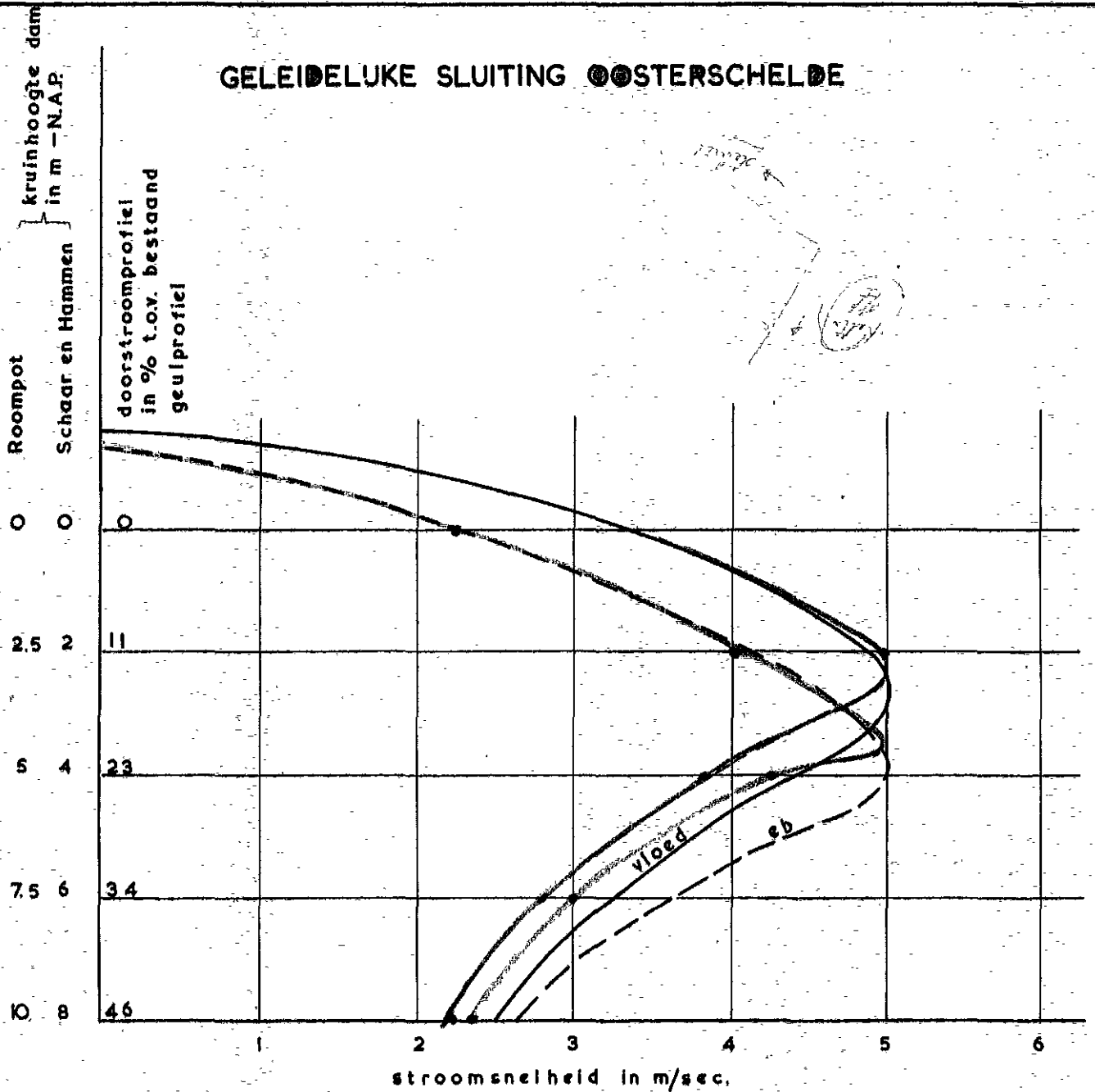
SCHAAL: Diverse
A5 Nr 11.123

OOSTERSCHELDE
 GESCHATTE MAX. SNELHEID GEMIDDELD
 OVER HET GROOTSTE SLUITGAT ALS
 FUNCTIE VAN HET SLUITGATPROFIEL
 BENEDEN N.A.P.



SLUITGATPROFIEL ALS PERCENTAGE VAN HET OORSPRONKELIJKE DWARSPROFIEL VAN DE ZEEARM

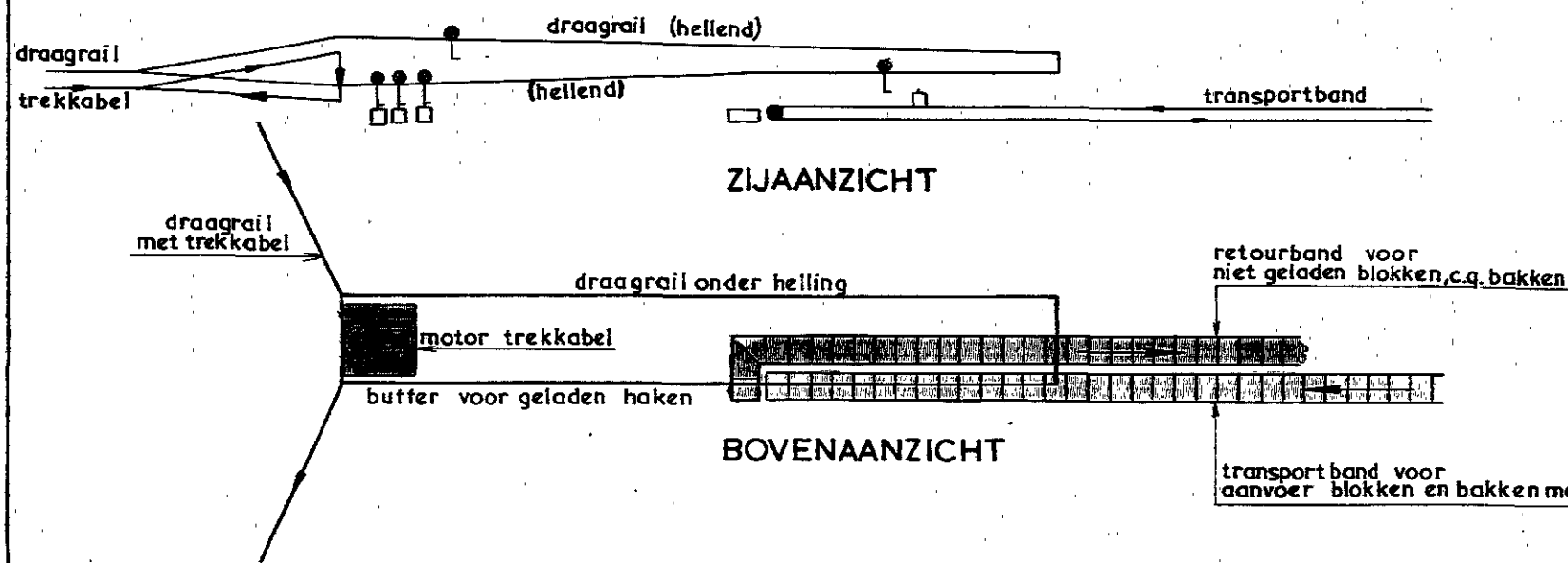
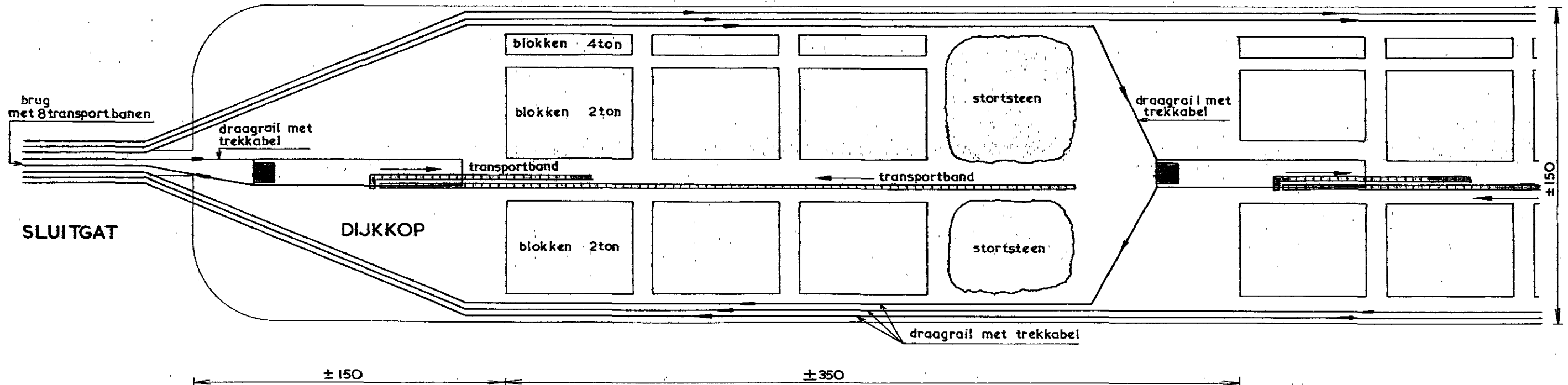
GELEIDELUKE SLUITING OOSTERSCHELDE



ALGEMEEN VERLOOP VAN HET
 VERBAND TUSSEN SLUITGATGROOTTE
 EN MAX. STROOMSNELHEID GEMIDDELD OVER
 HET DWARSPROFIEL VOOR MATIG SPRINGTIJ
 6 AUGUSTUS 1948, AFGELEID UIT RESULTATEN
 M 284 IN WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM DELFT.

DEPOT VOOR BINNENSTE TRANSPORTBANEN

1.000 blokken 4ton
 35.000 blokken 2ton
 30.000 ton stortsteen



DETAIL LAADSTATION

PRINCIPE VAN EEN DEPOT VOOR
 BETONBLOKKEN EN STORTSTEEN
 MET LAADSTATION VOOR
 TRANSPORTBANEN

UITVOERINGSHEMA MET MATERIAALHOEVEELHEDEN EN GEMIDDELDE PROFIELSNELHEDEN TIJDENS DE JAREN VOORAFGAAND AAN HET SLUITINGSJAAR VAN DE OOSTERSCHELDE.

JAAR	VOLGORDE VAN UITVOERING							HOEVEELHEDEN IN BETEUGELINGSDAMMEN			DOORSTROMINGSPROFIEL IN % VAN BESTAAND PROFIEL				GEMIDDELDE PROFIELSNELHEID IN m/sec. 1)			
	OEVER NOORD BEVELAND	ROOMPOT	PLAAT NEELTJE JANS	SCHAAR	ROGGEN-PLAAT	HAMMEN	OEVER SCHOUWEN	mijnsteen, grind in milj. ton	stortsteen in milj. ton	beton-blokken (2 ton/stuk) stuks	Room-pot	Schaar	Ham-men	totaal	gem. tij	spring-tij	storm-vloed	
1	WERKHAVEN										100	100	100	100				
2		ZAND TOT -30		ZAND TOT -16		ZAND TOT -19	}	1.1			91	100	98	94				
3		DAM TOT -27		DAM TOT -14		DAM TOT -15						88	100	77	88			
4		DAM TOT -24	DJKVAK EN WERKHAVENS	DAM TOT -12		DAM TOT -12			0.8	0.05		84	100	77	86			
5		DAM TOT -21		DAM TOT -10	DJKVAK EN WERKHAVEN	DAM TOT -12	0.8	0.25		80	82	67	77	1.4	1.6	2.0		
6		DAM TOT -17		DAM TOT -9		DAM TOT -10	0.8	0.25	10.000	72	74	56	69					
7		DAM TOT -13		DAM TOT -8		DAM TOT -9	0.8	0.25	30.000	60	46	51	59	1.8	2.1	2.6		
8		DAM TOT -10		DAM TOT -8		DAM TOT -8	0.2	0.6	65.000	46	46	46	46	2.3	2.6	3.2		
							4.5	1.4	105.000									

1) GEMIDDELDE PROFIELSNELHEID = $\frac{\text{GEMIDDELDE PROFIELSNELHEID BIJ VLOED} + \text{GEMIDDELDE PROFIELSNELHEID BIJ EB}}{2}$

De afsluiting van de Ooster Schelde met behulp van doorlaatcaissons.

De sluitgaten zijn ontworpen aan de hand van criteria afgeleid uit die genoemd in de nota no. 4-1959- Delta-Zuid. De maximum snelheid op de drempel voor de plaatsing van de laatste caisson moet de 4m/sec niet overschrijden. Dit criterium is toegepast voor een toestand van springtij; in de praktijk zal men er naar streven deze fase van het werk in dooftij uit te voeren. In dat geval zal de optredende maximum snelheid \pm 3m/sec zijn.

Verder is aangenomen een afvoer-coëfficiënt van 0,7 voor de tralie-liggercaissons. (Bij gebruik van doorlaatcaissons van het open type zou hier gerekend kunnen worden met een afvoercoëfficiënt van 0,9.)

Voor elk sluitgat zijn de afmetingen bij twee verschillende drempel-diepten berekend en geraamd. In de Roompot is gerekend met een drempel op N.A.P. - 11 m en N.A.P. - 15 m, in de Schaar van Roggenplaat en in de Hammen is gerekend met N.A.P. - 8 m en N.A.P. - 11 m. De goedkoopste oplossing blijkt die met de diepste drempel te zijn. Voor de Schaar is het verschil niet groot; hier zou men b.v. om hydraulische redenen tot een drempel op N.A.P. - 8 m kunnen overgaan. Het voorlopige ontwerp is gebaseerd op het gebruik van de volgende caissons:

Roompot:	32	caissons	op N.A.P. - 15 m,	caissonbreedte	25 m
Schaar:	14	"	" N.A.P. - 11 m,	"	20 m
Hammen:	17	"	" N.A.P. - 11 m,	"	20 m

Er is gerekend met landhoofden van het type "Veersche Gat".

De bezinking is in de raming weggelaten.

Het overwinteringsprofiel is in ieder sluitgat (voordat de caissons geplaatst zijn) \pm 48% van het oorspronkelijke totale profiel. De te verwachten max. snelheden zijn in deze toestand 2,3 m/sec, 2,6 m/sec en 3,2 m/sec bij respectievelijk gemiddeld tij, springtij en stormvloed.

De kosten van de sluiting bij deze afsluitmethode worden globaal op 195 mln. gulden geraamd. Om vergelijking met de methode van de geleidelijke sluiting mogelijk te maken is in de raming rekening gehouden met het verschil in sluitgatlengten bij de beide methoden.

LENGTESCHAAL 1:10000 HOOGTESCHAAL 1:500

NOORD BEVELAND

ROOMPOT

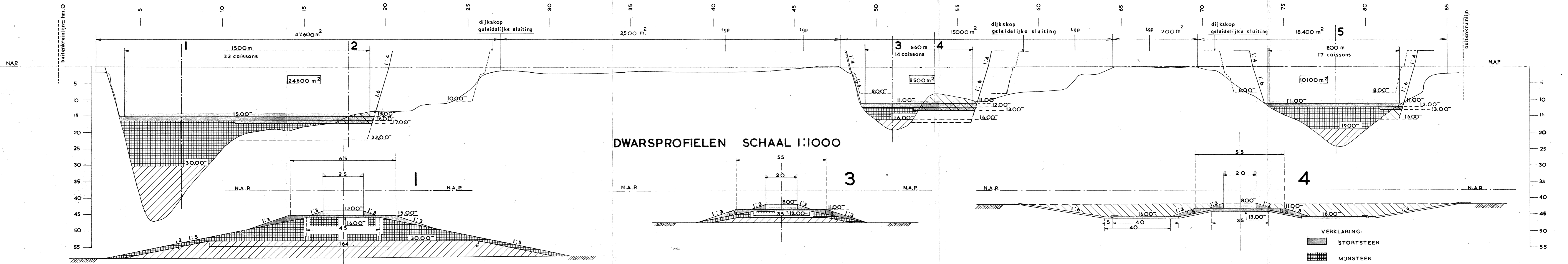
NEELTJE JANS

SCHAAR VAN ROGGENPLAAT

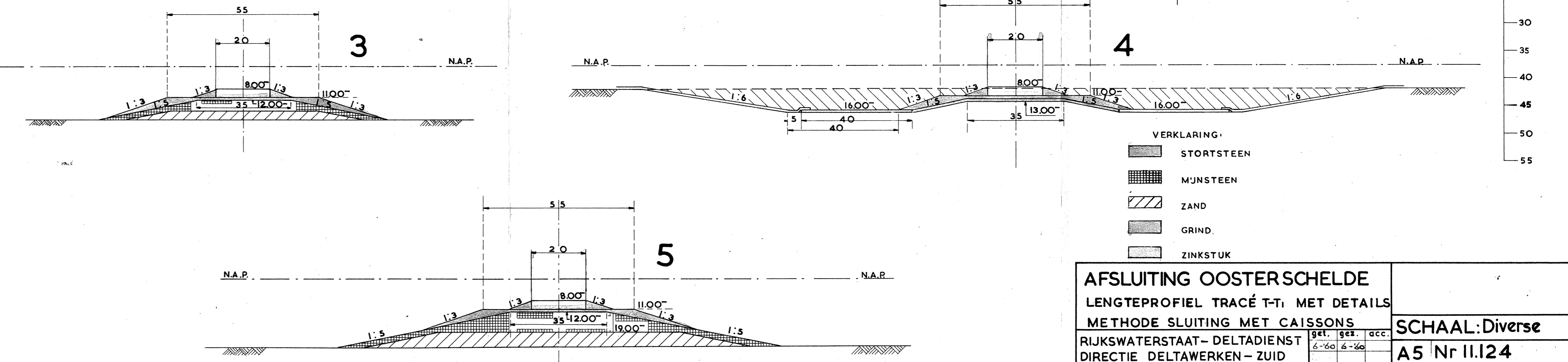
ROGGENPLAAT

HAMMEN

SCHOUWEN



DWARSPROFIELEN SCHAAL 1:1000



AFSLUITING OOSTERSCHelde
 LENGTEPROFIEL TRACÉ T-T₁ MET DETAILS
 METHODE SLUITING MET CAISSONS
 RIJKSWATERSTAAT-DELTADIENST
 DIRECTIE DELTAWERKEN-ZUID

get.	get.	acc.
6-60	6-60	

SCHAAL: Diverse
 A5 Nr II.124

Globale kostenraming van de sluiting van de geulen van de Ooster-Schelde bij gebruik van doorlaatcaissons

	Roompot		Schaar		Hammen	
	drempel op N.A.P.-15 m		drempel op N.A.P.-11 m		drempel op N.A.P.-11m	
	hoeveelheid	kosten in mln.gld.	hoeveelheid	kosten in mln. gld.	hoeveelheid	kosten in mln. gld.
zand in beteugelingsdam	1.450.000m ³	1,7	36.000m ³		140.000 m ³	0,2
mijnsteen in "	2.450.000 t	18,-	130.000 t	1,-	590.000 t	4,3
Grind in "	175.000 t	1,6	60.000 t	0,6	20.000 t	0,2
Stortsteen op "	500.000 t	10,-	185.000 t	3,7	225.000 t	4,5
doorlaatcaissons incl. plaatsen	32 stuks	65,-	14 stuks	22,5	17 stuks	27,5
basalt en grind voor inpakking van caissons		1,7		0,7		0,9
Stortsteen en grind voor onderlinge aansluiting caissons		0,6		0,2		0,3
landhoofden	2 stuks	10,-	2 stuks	7,5	2 stuks	7,5
uit te bouwen dam t.o.v. sluitgat voor geleid. sluiting x)	500 m ¹	2,-	150 m ¹	0,4	180 m ¹	0,5
diversen en afronding		0,4		0,4		0,1
Totaal		<u>111,-</u>		<u>37,-</u>		<u>46,-</u>

x) gesloten betonelementen op drempel van mijnsteen en grind over afstanden = verschil in sluitgatlengte voor de 2 sluitingsmethoden.

Opmerkingen over de risico's van een sluiting met behulp van doorlaatcaissons.

1. Gestreefd zal moeten worden naar een zo vlak mogelijke drempelconstructie. Met de machinale bestortingsmethode en door het weglaten van de klassieke bezinking op de drempel, hoopt men het **gewenste** resultaat te verkrijgen. Het vlak maken van de drempel is van belang voor:

a) de stabiliteit van de caisson zelf.

De caissons worden berekend (zoals bij het Veersche Gat) voor het ongunstigste ondersteuningsgeval.

b) de onderloopsheid.

Tegen de onderloopsheid zullen de caissons ingepakt moeten worden. De inpakking zal met veel zorg moeten worden uitgevoerd; bij voorkeur in stroomloos water, in de schaduw van de met kleppen gesloten caissons.

Opgemerkt moet worden dat in de tot nu toe met caissons uitgevoerde afsluitingen met (uitzondering van die in de Braakman en hier om andere redenen) de onderloopsheid nooit tot gevaarlijke toestanden heeft geleid, terwijl de omstandigheden (minder zorg aan de drempel besteed, zinkstukken in de drempel, geen inpakking) ongunstiger waren dan bij deltawerken te verwachten is. Wel zal bij de Ooster Schelde de uitgestrektheid van de sluitgaten een ongunstige factor zijn.

2. Voor de sluiting kunnen alle schuiven of kleppen een voor een worden beproefd. Wanneer direct na de sluiting een onvoorziene ongunstige omstandigheid zich voordoet kan men de schuiven of kleppen op een eenvoudige manier opendraaien en zo een veel gunstiger situatie scheppen.

flaamse keel

3. Door de diepe drempel is de toestand van een duikende straal nergens te vrezen; dit is voor de bezinking in de minder diepe gedeelten van belang.

4. Na de sluiting bestaat de mogelijkheid een veilig en bekleed overwinteringsprofiel aan te leggen. Mocht door onvoorziene omstandigheden de sluiting te laat in het seizoen plaatsvinden, dan kan men altijd om de caissons een zandlichaam aanbrengen en in de winter achter de gesloten caissons doorgaan met persen, teneinde de zandverliezen bij te houden.

Wolke

Bovendien bestaat eventueel de mogelijkheid de caissons zelf geschikt te maken voor een overwintering.