

stormvloedkering oosterschelde



deelrapport 7
behorend bij eindrapport

BIBLIOTHEEK
Dienst Weg- en Waterbouwkunde
Postbus 5044, 2600 GA DELFT
Tel. 015-699111

g.o - 26,7

Onderzoek naar de mogelijkheid
van de afsluiting van de
Oosterschelde met een gedeelte-
lijk geprefabriceerde Storm-
vloedkering.

BIBLIOTHEEK
Dienst Weg- en Waterbouwkunde
Postbus 5044, 2600 GA DELFT.
Tel. 015 - 692111

deelrapport 7

afsluitmiddelen

's-Gravenhage, december 1979

INHOUDSOPGAVE

	Pagina	
1.	INLEIDING	7
1.1.	DOEL VAN HET ONDERZOEK	7
1.2.	KRITERIA	8
1.3.	MEEWERKENDE INSTANTIES	8
2.	SAMENVATTING EN CONCLUSIES	10
2.1.	PRINCIPE KEUZE AFSLUITMIDDEL EN BEWEGINGSSYSTEEM	10
2.1.1.	Afsluitmiddel	10
2.1.2.	Bewegingssysteem	10
2.2.	DIEPTE SLUITGAT	11
2.3.	OVERIGE FAKTOREN	12
2.3.1.	Bedrijfszekerheid	12
2.3.2.	Kosten	12
2.3.3.	Montage	13
2.3.4.	Onderhoud	13
3.	HYDRAULISCHE RANDVOORWAARDEN	14
3.1.	SLUITEN MET VERVAL	14
3.1.1.	Op LW kentering	14
3.1.2.	Op stroom	14
3.1.2.1.	Verval	14
3.1.2.2.	Golven	15
3.1.2.3.	Golfklappen	15
3.2.	SLUITEN MET OMGEKEERD VERVAL	15

	Pagina	
3.3.	OPENEN MET VERVAL	16
3.4.	OPENEN MET OMGEKEERD VERVAL	16
3.5.	KEREN MET VERVAL	16
3.5.1.	Verval	16
3.5.2.	Golven	16
3.5.3.	Golfklappen	17
3.6.	KEREN MET OMGEKEERD VERVAL	17
3.7.	IJSBELASTING	18
3.8.	DUUR VAN OPENEN EN SLUITEN	18
3.9.	WRIJVINGSCOEFFICIENT	18
3.10.	GELEIDINGEN	18
3.11.	ZUIGKRACHTEN	19
3.12.	TOELAATBARE SPANNINGEN	19
3.12.1.	Bewegingswerken	19
3.12.2.	Schuiven	19
3.13.	DEFORMATIE EISEN	20
4.	AFSLUITMIDDELEN EN BEWEGINGSMECHANISMEN	24
4.1.	ROOSTERSCHUIF	24
4.2.	HEFSCHUIF	26
4.2.1.	Spudpaalsysteem	27
4.2.2.	Lierwerk	28
4.2.3.	Hydrocilinder met lange slag	28
4.2.4.	Intermitterend pallensysteem met aandrijving in de schuifwand	29
4.3.	TOLKLEPPEN	29
4.4.	DRAAIKLEPPEN	30

		Pagina
4.5.	SEGMENTSCHUIVEN	30
4.6.	OVERIGE AFSLUITMIDDELEN	30
5.	EERSTE SELECTIE NAAR KOSTEN	40
6.	NADER ONDERZOEK	43
7.	TOEPASSING IN CAISSONOPLOSSINGEN	44
7.1.	INLEIDING	44
7.2.	ROOSTERSCHUIF	47
7.3.	TOLKLEP	50
7.4.	HEFSCHUIF	52
7.4.1.	Hefschuiven bij caissons in de spleetoplossing	52
7.4.2.	Hefschuiven bij caissons in de brievenbusoplossing	53
8.	OVERGANG VAN CAISSON-NAAR PIJLEROPLOSSING	67
9.	ONTWERP IN PIJLERS OP PUTTEN	70
9.1.	BEWEGINGSMECHANISME	70
9.2.	ENKELE OF DUBBELE KERING	70
9.3.	SCHUIFONTWERP	74
9.3.1.	Lange-slagsysteem	74
9.3.2.	Pallensysteem	75
9.4.	ENERGIE VOORZIENING	75
9.4.1.	Elektrisch	75
9.4.2.	Hydraulisch	76

	Pagina	
9.5.	MONTAGE EN DEMONTAGE	76
9.6.	ONDERHOUDSASPEKTEN	77
9.7.	OORZAKEN EN KANS VAN WEIGEREN	78
9.7.1.	Oorzaken van weigeren	78
9.7.1.1.	Storing in het bewegend deel	78
9.7.1.2.	Storing in het voedend deel	78
9.7.2.	Kans op weigeren	79
9.8.	STANDMELDING EN SCHEEFSTAND SIGNALERING	79
9.9.	BEDIENINGSASPEKTEN	80
9.10.	RELATIE DORPEL EN SCHUIF	80
9.11.	GEVOLGEN VERGROTING DOORSTROOMPROFIEL	81
10.	ONTWIKKELINGEN NA AFSLUITING STUDIEPERIODE	86
11.	LITERATUUR	87

1. INLEIDING

1.1. DOEL VAN HET ONDERZOEK

Het onderzoek naar afsluitmiddelen, waarover deze nota handelt, is verricht in het kader van de onderzoeken die tussen november 1974 en mei 1976 zijn ingesteld naar de uitvoerbaarheid, de kosten en de bouwtijd van een stormvloedkering in de Oosterschelde. De konklusies van deze onderzoeken zijn vermeld in het eindrapport stormvloedkering Oosterschelde.

Teneinde ook de overige resultaten van het toen verrichte onderzoek meer bekendheid te geven en op een overzichtelijke wijze te groeperen is besloten om 8 deelnota's te laten verschijnen die ieder een bepaald aspect van het onderzoek behandelen:

Deze 8 deelnota's zijn:

1. Milieu aspecten en morfologische ontwikkeling;
2. Hydraulische aspecten;
3. Grondmechanische aspecten;
4. Caissons op staal;
5. Pijlers op putten;
6. Caissons op putten;
7. Afsluitmiddelen;
8. Planning, begroting en literatuur overzicht.

Het onderzoek waarover deze deelnota handelt had tot doel om aan het einde van de studietijd een bewegingssysteem met afsluitmiddel te kunnen presenteren dat aan de gestelde randvoorwaarden en uitgangspunten zou voldoen.

Om dit op systematische wijze te bereiken was het gehele onderzoek ingedeeld in 5 perioden, waarbij de werkwijze een verfijningsproces diende te zijn met als eindresultaat in de 5e periode het kunnen aangeven van één of meer mogelijke afsluitsystemen.

In deze deelnota wordt tevens een beeld gegeven van het ontstaan, evolueren en weer verdwijnen van diverse bewegings- en afsluitsystemen, alsmede de hierbij behorende onderzoeken in diverse laboratoria.

Voor detailgegevens is, voorzover deze tijdens het onderzoek zijn opgenomen in nota's, verwezen naar deze nota's.

1.2. KRITERIA

Het afsluitsysteem dient aan de volgende criteria te voldoen:

- de technische randvoorwaarden ten aanzien van openen en sluiten, zoals weergegeven in hoofdstuk 3;
- het moet realiseerbaar zijn binnen de gestelde tijd, n.l. voor eind 1985;
- het moet financieel inpasbaar zijn in het toegestane budget;
- het moet stromingstechnisch acceptabel zijn;
- het moet toepasbaar zijn in het te kiezen doorstroomprofiel;
- het moet milieu-technisch geen bezwaren opleveren;
- het moet een compartimentering volgens model C3 mogelijk maken.

1.3. MEEWERKENDE INSTANTIES

De volgende instanties hebben aan het in deze deelnota beschreven onderzoek op de één of andere wijze hun medewerking verleend:

- Waterloopkundig laboratorium te Delft;
- Waterloopkundig laboratorium te de Voorst;
- Het Nationaal Lucht- en ruimtevaartlaboratorium te Amsterdam;
- Nederlandsch Scheepsbouwkundig Proefstation te Wageningen (caissonbeproeving);
- Fokker - VFW te Amsterdam (lijmadvies);

- Nederhorst-staal te Gorinchem (konstruktieve adviezen ten behoeve van model-onderzoek in Lith);
- TNO - Verfinstituut te Delft (aangroei beperkende verven);
- Duikbedrijf - Vriens te Bergen op Zoom (aangroei-onderzoeken).

2. SAMENVATTING EN KONKLUSIES

2.1. PRINCIPE KEUZE AFSLUITMIDDEL EN BEWEGINGSSYSTEEM

2.1.1. Afsluitmiddel

De introductie en aanvaarding in de caisson- uitvoeringen van de zogenaamde brievenbusoplossing als doorlaatprofiel heeft tot gevolg gehad dat de keuze van afsluitmiddel is gevallen op een stalen hefschuif.

Ook na de overgang van de caissonoplossing met een dagmaat van circa 20 m naar de pijleroplossing met een dagmaat van circa 35 m, kon deze keuze worden gehandhaafd.

In beide oplossingen is uitgegaan van een doorstroomopening van 11.500 m^2 (netto) + 1.300 m^2 (voor reparatie en onderhoud) terwijl tevens in beschouwing is genomen een doorstroomopening van 20.000 m^2 (netto, zonder een vergroting voor reparatie en onderhoud). Zowel bij de caissonoplossing als bij de pijleroplossing zijn bij beide doorstroomopeningen (11.500 m^2 netto en 20.000 m^2 netto) konstruktief en uitvoeringstechnisch geen bijzondere problemen te verwachten.

2.1.2. Bewegingssysteem

In de beginperiode van de studie waarin de zogenaamde spleetoplossing met relatief diep gelegen drempels aktueel was, kwam als bewegingssysteem alleen het zogenaamde spudpaalsysteem, zoals dit bij hefeilanden wordt toegepast, in aanmerking.

Dit systeem kan met grote slaglengten worden vervaardigd; het heeft echter een aantal nadelen waardoor de toepassing minder gewenst is.

Door gebrek aan alternatieven binnen het financiële raam was echter geen andere keuze mogelijk. Nadien werd

de zogenaamde brievenbusoplossing in de caisson-uitvoeringen geïntroduceerd. Deze caissonuitvoering kenmerkte zich door relatief hooggelegen dorpels. De daarmee gepaard gaande lagere schuifhoogten en kortere slaglengten, waren aanleiding om over te gaan op een aandrijving met hydrocilinders met lange slag. De kosten van dit systeem zijn hoger, maar daar staat tegenover dat de bedrijfszekerheid groter is dan bij het spudpaalsysteem.

Een latere overgang naar de zogenaamde pijleroplossing met grotere dagmaten gaf ten aanzien van de gedane keus geen bijzondere problemen.

Mochten zich echter in de naaste toekomst veranderingen voordoen in het doorlaatoppervlak of zijn er andere redenen waardoor het in principe gekozen bewegingssysteem niet meer toepasbaar zou blijken te zijn, dan dient beschikt te kunnen worden over een bruikbaar alternatief.

Hiertoe is een variant in ontwikkeling waarvan de bruikbaarheid wordt onderzocht.

De werking hiervan berust in principe op het eerdergenoemde spudpaalsysteem maar nu met een intermitterend bewegingswerk, waarbij de pallen ingrijpen op sparingen in de schuifwand, (pallensysteem, zie ook hoofdstuk 9).

2.2. DIEPTE SLUITGAT

Een vergroting van het als uitgangspunt gekozen doorstroomprofiel van 11.500 m^2 netto heeft een grotere diepte van het sluitgat tot gevolg.

Dit zal dan weer resulteren in een vergroting van de slaglengte van de hydrocilinders, alsmede een vergroting van de cilinderdiameters.

Twee randvoorwaarden bepalen de realiseerbaarheid van hydrocilinders met lange slag, namelijk:

- de maximale slaglengte en
- de maximale cilinderdiameter.

Redenen waarom de keuze op een ander bewegingssysteem

dan het gekozene zou kunnen vallen zijn:

- fabrikagetechnische problemen en
- toepassingsgebied.

2.3. OVERIGE FAKTOREN

Naast de aspecten genoemd onder 2.2. zijn nog een aantal andere aspecten te noemen welke de keuze van het bewegingswerk kunnen beïnvloeden, zoals;

- bedrijfszekerheid;
- kosten;
- montage;
- onderhoud.

Aan elk van deze aspecten is een bepaalde prioriteit toe te kennen.

De twee (waarschijnlijk) mogelijke bewegingswerkvarianten kunnen met in achtname van het gestelde in 2.2. aan deze aspecten worden getoetst.

2.3.1. Bedrijfszekerheid

Wanneer de uitvoerbaarheid van de beide bewegingsmechanismen onderzocht is kan worden gesteld, dat het aspect bedrijfszekerheid als eerst volgend overwegingspunt in aanmerking komt.

Dit is in direkte relatie te brengen met de storingsgevoeligheid van het totale bewegingsmechanisme en daarmee de veiligheid.

2.3.2. Kosten

Indien één van de beide systemen duurder blijkt te zijn dan is toegestaan, maar dit systeem biedt vele voordelen boven het andere, verdient het aanbeveling het kostenaspect flexibel te hanteren. Het goedkoper zijn van het andere bewegingssysteem behoeft dan geen dwingende reden te zijn tot veran-

dering van keuze zolang hieraan ook geen andere voordelen verbonden zijn.

2.3.3. Montage

Het is zeer goed mogelijk en zelfs waarschijnlijk dat dit aspect al in een vroeg stadium van het ontwerp een beslissende rol gaat spelen in de keuze van een bewegingssysteem. Dit mede in verband met de ten behoeve van de montage beschikbare tijd in de planning.

Indien uit de planning blijkt dat de montage een in de tijd kritische handeling is, kan dit een reden zijn om reeds in een vroeg stadium een keus uit de beide in beschouwing genomen systemen te maken.

2.3.4. Onderhoud

Bij de beschouwing van dit aspect spelen een aantal factoren een rol welke bij de keuze van het type bewegingswerk van invloed kunnen zijn, namelijk:

- eenvoud van de konstruktie;
- montage en demontage procedure;
- ervaring met een dergelijk systeem;
- zettingsgevoeligheid;
- corrosiegevoeligheid;
- bedrijfszekerheid.

3. HYDRAULISCHE RANDVOORWAARDEN

3.1. SLUITEN MET VERVAL

3.1.1. Op LW kentering

Deze situatie is niet maatgevend voor het bepalen van de krachten op de bewegingswerken waarbij wordt uitgegaan van begin sluiten bij een extreme LW stand van NAP - 1,70 m (storm 7 april 1943).

Het verval dat opgebouwd wordt bij sluiten op LW-kentering kan het verval op stroom niet overtreffen. Eerstgenoemde situatie speelt zich af onder in de getijkromme (zie figuur 3.1.) waar de rijzing of daling van het getij gedurende de sluitingsduur van de schuif, geringer is dan in andere punten van de kromme.

3.1.2. Op stroom

Deze situatie is maatgevend voor het bepalen van de krachten op de bewegingswerken.

3.1.2.1. Verval

Ook hierbij is uitgegaan van de stormvloedstand van 7 april 1943 als criterium.

Bij een netto doorstroomprofiel $\mu A = 11.500 \text{ m}^2$, een sluitingstijd van maximaal 1 uur en een buitenwaterstand van NAP + 2 m bij begin sluiten, zal op het moment van afsluiten het water aan de Noordzeezijde door rijzing en opstuwing een hoogte hebben bereikt van NAP + 3,5 m. De waterstand aan de Oosterschelde-zijde

zal op het moment van afsluiten door de weerstand van de kering en door de translatie golf ongeveer gelijk zijn aan NAP. Het totale verval op het moment van afsluiten bedraagt dan circa 3,5 m (nota W 75013 van de Deltadienst).

3.1.2.2. Golven

Wat betreft de golfbelasting tijdens bewegen is uitgegaan van de volgende gegevens:

$$H_s = 3,5 \text{ m}$$

$$H_{\text{max.}} = 1,5 H_s = 5,25 \text{ m}$$

$$T_o = 8 \text{ sec}$$

$$\lambda = 0,8 \text{ (reflektiecoëfficiënt)}$$

Het effect van het samenvoegen van verval + golven op het moment van sluiten is weergegeven in figuur 3.2. en veroorzaakt een gemiddelde belasting op de schuif van 70 kN/m^2 .

3.1.2.3. Golfklappen

Indien door golfklappen de maximale beweegkracht van het bewegingsmechanisme wordt overschreden, houdt de installatie tijdelijk op te bewegen.

Verwacht wordt dat dit gebeuren nauwelijks invloed zal hebben op de totale bewegingstijd.

Derhalve zijn deze, zeer tijdelijke extra belastingen op het machinewerk, niet gerekend.

3.2. SLUITEN MET OMGEKEERD VERVAL

Hieraan zijn in principe geen eisen gesteld. Gezien echter de konstruktieve opzet van het bewegingssysteem zijn de mogelijkheden identiek aan die genoemd onder 3.1.

3.3. OPENEN MET VERVAL

Hieraan zijn geen eisen gesteld. De mogelijkheden zijn overeenkomstig 3.4. alleen is in het geval van 3.4. (openen met omgekeerd verval) de golfhoogte geringer dan bij openen met verval.

3.4. OPENEN MET OMGEKEERD VERVAL

In principe is gesteld dat de kering na de stormvloed zo snel mogelijk geopend dient te kunnen worden.

Uitgegaan is van de mogelijkheid van openen indien de belasting op de hefschuiven circa 3 m waterkolom is (zijnde combinatie verval + golf).

3.5. KEREN MET VERVAL

3.5.1. Verval (zie figuur 3.3.)

Het maximale verval tegen de schuiven zal optreden wanneer gesloten wordt op de LW kentering voorafgaande aan de bepalende stormvloedstand.

Als extreme LW stand wordt de stand van 7 april 1943 aangenomen namelijk NAP - 1,70 m en als de daarop volgende stormvloedstand het basispeil van NAP + 5,30 m.

Het maximale verval bedraagt dan 7 m.

3.5.2. Golven (zie figuur 3.3.)

Ten aanzien van de belasting door golven is gerekend met:

Hs	= 4,5 m
H max.	= 2 Hs = 9 m
To	= 10 sec
λ	= 0,8 (reflektiecoëfficiënt)

Uit het vorenstaande en het onder 3.5.1. genoemde volgt dat de gemiddelde quasi-statische belasting op de schuif, exclusief golfklappen, 140 kN/m^2 draagt.

3.5.3. Golfklappen

De grootte van de golfklappen is mede afhankelijk van de konstruktie.

Proeven hebben uitgewezen dat de dynamische golfbelasting op een deel van de schuif een waarde kan bereiken in de orde van grootte van $150 \cdot 10^4 \text{ N}$ /per meter schuiflengte, indien een voorwand (zie figuur 9.3.) wordt toegepast.

De hierbij kritische waterstand buiten is echter aanzienlijk lager dan het basispeil van NAP + 5,30 m, namelijk NAP + 1 m.

De hoogte van het gebied dat de golfklap bestrijkt is afhankelijk van de waterstand.

De golfklappen zullen niet over de hele breedte van de schuif gelijktijdig optreden en zijn op te vatten als drukstoten.

De grootte van de golfklap is niet gekorreleerd aan de golfhoogte; dat wil zeggen dat de kans op gelijktijdig optreden van zowel een maximale statische golfbelasting als een maximale dynamische belasting, nauwelijks aanwezig is.

3.6. KEREN MET OMGEKEERD VERVAL

Het maximum verval waarmee moet worden gerekend treedt op bij een waterstand op de Oosterschelde van NAP + 3,50 m en op de Noordzee van NAP - 1,50 m.

Dit veroorzaakt 5 m verval.

De golfhoogte zal hierbij relatief klein zijn, derhalve is te stellen dat de som van verval en golven kleiner is dan onder 3.5. is genoemd en dus niet maatgevend.

3.7. IJSBELASTING

Op de schuiven is in principe geen ijsbelasting gerekend aangezien de schuiven zich in geheven stand boven de waterlijn bevinden.

Voor specialistische informatie wordt verwezen naar deelnota II (algemeen hydraulische aspecten), waaruit onderstaande tabel ten aanzien van de maximale ijsdikte op de westelijke Oosterschelde is ontleend.

Deze kan per jaar geschat worden op:

0,15 m met een kans van circa 5	%	bij een geheel open Oosterschelde.
0,30 m met een kans van circa 0,1	%	
<hr/>		
0,15-0,20 m met een kans van circa 5	%	bij een gedeeltelijk open Oosterschelde.
0,30-0,35 m met een kans van circa 0,1	%	

3.8. DUUR VAN OPENEN EN SLUITEN

De benodigde tijd om de kering te sluiten wanneer deze door verval en/of golven wordt belast is gesteld op circa 60 minuten.

De benodigde tijd om de kering te openen is gesteld op circa 120 minuten.

3.9. WRIJVINGSCOEFFICIENT

Ter bepaling van de wrijvingskracht tijdens bewegen is uitgegaan van een wrijvingscoëfficiënt van 0,5. Gesteld kan worden dat dit een "veilige" waarde is.

3.10. GELEIDINGEN

De gedachte gaat uit naar een slijtvast, aangroei-ongevoelig materiaal, bijvoorbeeld inoxyda, gemonteerd op een fundatie in de schuifspanning met als materiaal op de schuiven bijvoorbeeld kunststof

of een (non-ferro) materiaal.

Op zo kort mogelijke termijn dienen in vergelijkbare omstandigheden, proeven te worden gedaan teneinde de aspecten ten aanzien van aangroei, wrijvingscoëfficiënt en slijtage van de in aanmerking komende materialen te bepalen.

3.11. ZUIGKRACHTEN

Gezien het ontbreken van volledige informatie over de grootte van de zuigkracht, is bij de bepaling van de krachten voor het bewegingsmechanisme, het meewerkend effect van deze kracht, die bij het sluiten van de schuif altijd in neerwaartse zin op de schuif aangrijpt, niet in rekening gebracht voor het bepalen van de sluitkracht.

Bij het openen van de schuif oefent deze kracht een negatieve invloed uit op de bewegingskracht en is dan wel in rekening gebracht.

De waarde is aangenomen op 0,2 maal de horizontale belasting op de schuifkonstruktie.

De werkelijke waarde zal waarschijnlijk kleiner zijn. De grootte van de zuigkracht is mede afhankelijk van de vorm van de onderzijde van de schuifkonstruktie en zal aan de hand van modelonderzoek nader moeten worden bepaald.

3.12. TOELAATBARE SPANNINGEN

3.12.1. Bewegingswerken

De bewegingswerken worden berekend volgens de VOBB met toelaatbare spanningen van circa $0,47 \times \bar{\sigma}_{0,2}$.

3.12.2. Schuiven

De schuiven worden berekend volgens de VOSB met toelaatbare spanningen van $0,67 \times \bar{\sigma}_{0,2}$ bij normaal op-

tredende belastingen.

Voor zeer ongunstige maar zelden optredende belastingen wordt deze toelaatbare spanning met een faktor 1,25 vermenigvuldigd en wordt dan $0,85 \times \bar{\sigma}_{0,2}$.

3.13. DEFORMATIE EISEN

De schuiven worden als een "torsie slappe" konstruktie uitgevoerd, teneinde het klem raken van een schuif door een verschil in deformatie van de pijlers aan weerszijden van de schuif, te vermijden.

Als ongunstige relatieve vervorming ten gevolge van rotatie van de pijlerkonstruktie wordt uitgegaan van een torderingshoek $\varphi = 0,01$ rad. bij een lengte van de schuif van circa 36 m.

De relatieve translatie van de pijlerkonstruktie heeft vrijwel geen invloed op de schuif gezien de grote lengte van de schuif.

Voorbeeld: Stel dat de relatieve translatie a meter is, bij een schuiflengte $l = 36$ m.

De afstandstoename van de verticale oplegvlakken voor de schuif bedraagt dan:

$$\Delta l = \sqrt{l^2 + a^2} - l$$

$$l + \Delta l = \sqrt{l^2 + a^2}$$

$$l^2 + 2l\Delta l + (\Delta l)^2 = l^2 + a^2$$

$$\Delta l = \frac{a^2}{2l} \text{ of } a^2 = 2 \Delta l \cdot l$$

Stel $\Delta l = 0,1$ meter dan mag $a = \sqrt{2 \times 36 \times 0,1} = 2,68$ m bedragen.

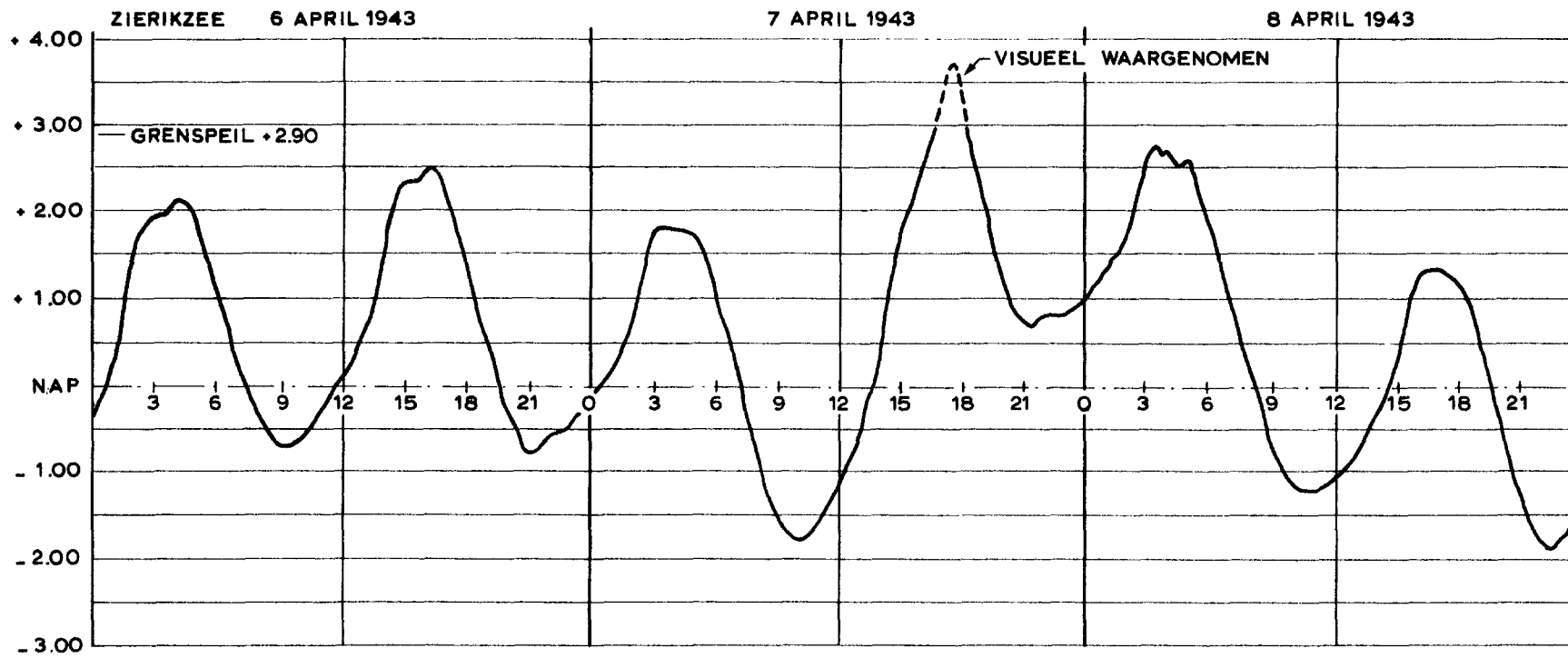
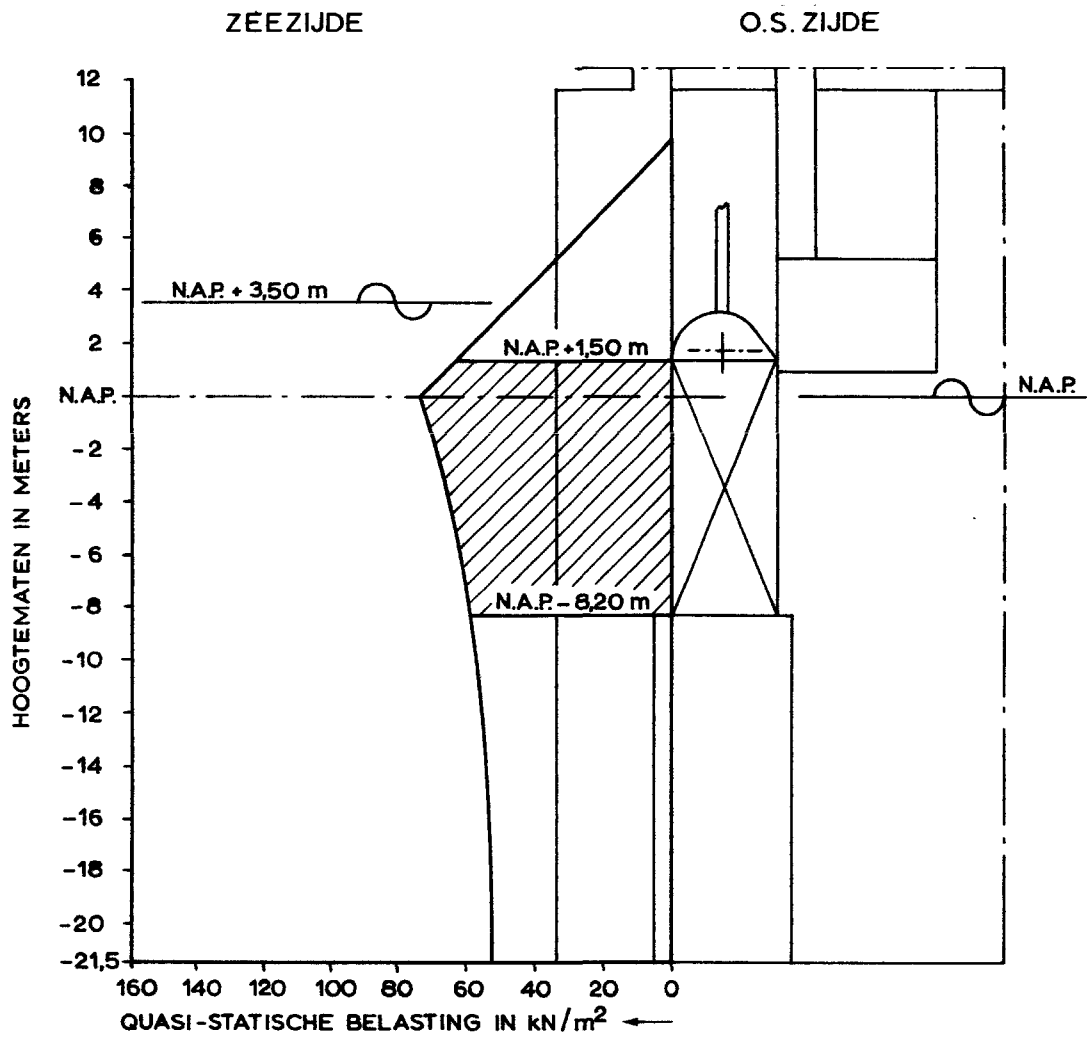


FIG. 31

STORMVLOEDKROMME 6 - 8 APRIL 1943.



WATERSTAND ZEEZIJDE = N.A.P. + 3,50 m

WATERSTAND O.S. ZIJDE = N.A.P.

GOLVEN: $H_{max} = 1,5 H_S = 5,25$ m

$T_0 = 8$ sec

$\lambda = 0,8$ (REFLEKTIEKOËFFICIËNT)

GEMIDDELDE QUASI-STATISCHE BELASTING OP DE SCHUIF = 70 kN/m^2

QUASI-STATISCHE BELASTING OP DE SCHUIVEN TIJDENS BEWEGEN.

FIG. 3.2

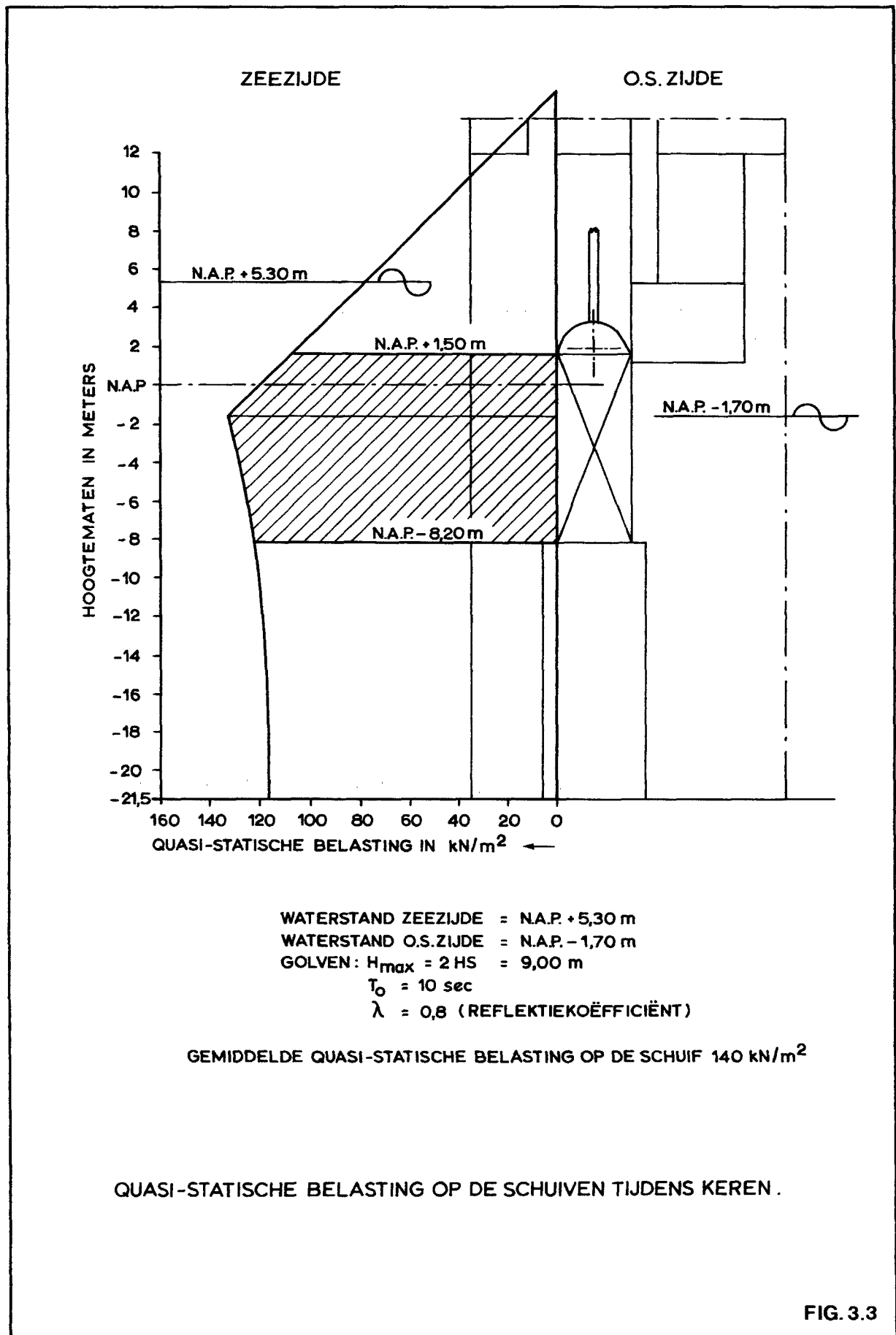


FIG. 3.3

4. AFSLUITMIDDELEN EN BEWEGINGSMECHANISMEN

In eerste instantie komen in de caissonoplossing de volgende schuiftypen en bewegingsmechanismen voor nadere bestudering in aanmerking:

- roosterschuif aangedreven door hydrocilinder met korte slag;
- hefschuif aangedreven door:
 1. Spudpaal;
 2. Lierwerk;
 3. Hydrocilinder met lange slag;
 4. Intermitterend pallensysteem.
- tolklep aangedreven door hydrocilinder met korte slag;
- draaikleppen aangedreven door hydrocilinder met lange slag;
- segmentschuiven aangedreven door hydrocilinder;
- in algemene zin: Pontonschuif, Dobberdeur, Rolluikoplossing, Heveloplossing, Roldeur draaiend om de as.

4.1. ROOSTERSCHUIF (figuur 4.1.)

Dit schuiftype kwam als eerste mogelijkheid voor nader onderzoek in aanmerking.

De schuif als geheel bestaat uit een vast gedeelte en een beweegbaar gedeelte.

Elk gedeelte is in verticale zin, opgebouwd uit een aantal horizontale balken.

In geopende stand liggen de balken in dwarsrichting in elkaars verlengde.

In gesloten stand sluiten de beweegbare balken de openingen tussen de vaste balken af.

Dit systeem heeft de volgende voordelen:

1. Te gebruiken als drijfschot bij de plaatsing van de caissons, hetgeen kosten besparend is;
2. De minste kosten per m^2 doorstroomprofiel;
3. Een gunstige hydraulische vormgeving;
4. Het laat elke opening toe tussen de roosterbalken van geheel open tot geheel gesloten;
5. Een reducerend effect op de doorlaat waardoor een extra reductor aan de voorzijde van de caissons overbodig is;
6. Door de kleine af te sluiten openingen in verticale zin een goedkoop bewegingswerk vanwege de korte slaglengte;
7. De uit twee helften bestaande roosterschuiф be- hoeft geen tweede kering omdat bij een mogelijke weigering tijdens het sluiten de doorlaat toch gereduceerd is en hierdoor geen ontoelaatbare ont- grondingen worden verwacht.

Het systeem heeft de volgende nadelen:

1. Doordat de schuiven zich konstant in het zeewater bevinden valt aangroei te verwachten. Hierdoor zouden de openingen dermate beperkt kunnen worden, respek- tievelijk de stromingweerstand zodanig kunnen toenemen dat het doorlaatooppervlak niet meer toe- reikend is.

Het voorkomen dan wel beperken van de aangroei ver- dient de nodige aandacht te krijgen.

2. Als gevolg van de eigen reductie van de rooster- schuiф (circa 0,5 à 0,6) moeten de caissons bij het plaatsen een grotere doorlaatopening hebben dan in de eindsituatie nodig is.

Een doorlaatopening na plaatsing van de caissons van circa $30.000 m^2$ wordt na het inhangen van de schuiven gereduceerd tot circa $18.000 m^2$.

In het latere ontwerp van de brievenbus-caissons met een relatief hoge ligging van de dorpel was

met dit type schuif geen groter effectief doorlaatoppervlak mogelijk dan circa 10.000 m².

Hiermee verviel dit schuiftype als mogelijkheid.

3. Afvoer van drijvend vuil en ijs wordt door de aanwezigheid van een rooster beperkt. Om beschadigingen aan de roosterschuif te voorkomen moet een extra ijsrooster worden toegepast.

Het type bewegingswerk dat voor dit systeem in aanmerking komt is een hydrocilinder met korte slag; slaglengte circa 650 mm, bij een dagmaat van de caissonopening van 10 meter.

Dit systeem geeft technisch geen probleem.

Gezien de weinige informatie welke over dit type roosterschuif bekend was is een uitgebreid WL onderzoek opgezet.

In nota W2-NB-75033A worden de aspecten van de roosterschuiven uitvoerig behandeld.

4.2. HEFSCHUIF (zie figuur 4.2. t/m 4.5.)

De hefschuif is een alternatief afsluitmiddel waarbij men echter niet als eis kan stellen dat de grootte van de doorstroomopening regelbaar is zoals bij de roosterschuif.

Over dit type afsluitmiddel was in eerste instantie voldoende informatie aanwezig zodat het hydraulisch onderzoek pas dan zou plaatsvinden wanneer tot keuze van dit afsluitmiddel zou worden besloten.

Voordelen van de hefschuif zijn:

1. Vrij eenvoudig van konstruktie;
2. Bij een open kering zijn de schuiven boven water en is derhalve geen of weinig aangroei te verwachten.

Nadelen van de hefschuif zijn:

1. Bij toepassing van een enkele kering is bij de spleetoplossing met relatief diep gelegen drempel toepassing van een reductor noodzakelijk (figuur 4.2. en figuur 4.3.) om bij het weigeren van de schuif ontoelaatbare ontgrondingen te voorkomen.

In plaats van een enkele schuif of een enkel stel schuiven en een reductor kunnen ook twee schuiven of twee stel schuiven worden toegepast (figuur 4.4. en figuur 4.5.) waardoor bij weigering van de eerste schuif de tweede schuif voor de noodzakelijke afsluiting beschikbaar is.

2. In de diepste gaten van de spleetoplossing is het om konstruktieve en esthetische redenen noodzakelijk de hoogten te verdelen over 2 schuiven (zie figuur 4.2. t/m 4.4.) waarmee de storingskansen ten aanzien van de machinewerken worden verdubbeld.

Het hefschuifprincipe is pas aantrekkelijk bij toepassing van de brievenbusoplossing waarbij in geval van een enkele kering geen ekstra reductor wordt verlangd. Ten behoeve van het onderzoek naar de technische uitvoerbaarheid en de financiële haalbaarheid kwamen de volgende bewegingssystemen voor nadere bestudering in aanmerking:

- het "spudpaalsysteem" zoals dat ook in gebruik is bij hefeilanden;
- lierwerk;
- hydrocilinders met lange slag;
- intermitterend pallensysteem.

4.2.1. Spudpaalsysteem (zie figuur 4.2. en 4.3.)

Dit bewegingssysteem wordt ten opzichte van andere systemen tot grote slaglengten fabriceerbaar geacht. Het werkingsprincipe berust op het ingrijpen van twee blokkensystemen, waarvan het ene bestaat uit een tandbaan met rechthoekige tanden welke als een heugel op een schuif bevestigd is en waarmee de schuif op- en neer bewogen kan worden doordat het andere op en neerwaartse krachten op de tandbaan uitoefent.

Ten opzichte van andere bewegingssytemen is dit systeem door zijn aantal noodzakelijke eindschakelaars meer storingsgevoelig, terwijl de hoge opbouw om esthetische

redenen bezwaarlijk geacht moet worden.

Financieël echter leek het spudpaalsysteem realiseerbaar te zijn.

4.2.2. Lierwerk

Een bewegingswerk dat in principe elke slaglengte kan volgen is een lier.

Een nadeel van een lierwerk is echter, dat wanneer, zoals in de Oosterschelde-situatie is vereist, de schuif onder toenemend verval moet kunnen sluiten andere aspecten een rol mee gaan spelen.

De schuif zal dan in neerwaartse zin een kracht moeten kunnen ontwikkelen groot genoeg om de wrijvingsweerstand te overwinnen.

Aangezien een kabel niet met druk belast kan worden dient de schuif door overwicht deze kracht te kunnen leveren. Dit ekstra gewicht vergt echter bij het heffen van de schuif een ekstra trekkracht waardoor een zwaarder bewegingswerk nodig is.

Toepassing van loopwielen aan de schuiven (figuur 4.4.) als middel om de wrijving te verminderen is onaantrekkelijk door de hoge investering.

Een bijkomstig financieël nadeel van loopwielen is dat deze een diepe inkassing behoeven waardoor het effectief doorstroomprofiel wordt verkleind of de schuiven groter en daardoor duurder worden.

4.2.3. Hydrocilinder met lange slag (zie figuur 4.5.)

Een en ander alternatief voor het heffen van schuiven is het systeem hydrocilinder met lange slag.

Dit systeem biedt bij "redelijke" slaglengten goede mogelijkheden terwijl de bedrijfszekerheid groot is. Het systeem heeft ook financieël aantrekkelijke aspecten.

Het nadeel is dat de slaglengte uit een oogpunt van fabrikage-techniek duidelijk beperkt is.

4.2.4. Intermitterend pallensysteem met aandrijving in de schuifwand (zie figuur 4.6.)

Dit systeem is in wezen een variant op de spudpaaloplossing. De aangrijpplaatsen van de pallen bevinden zich bij dit systeem echter in de schuif. De bewegingsinrichting is als bij het spudpaalsysteem, echter niet met blokken maar met pennen. De realiseerbaarheid van dit systeem is niet geheel zeker ten aanzien van aspecten als kostprijs en bedrijfszekerheid.

4.3. TOLKLEPPEN (zie figuur 4.7.)

Indien het gewenst is dat de grootte van de doorstroombopening te regelen is en de roosterschuif niet realiseerbaar zou zijn is, afgezien van financiële consequenties, de tolklep een goed alternatief.

Het principe berust op verticale kleppen draaiend om een centrale as, waarvan er per opening meerdere naast elkaar en onafhankelijk van de diepte een of meerdere boven elkaar geïnstalleerd zijn.

De tolkleppen blokkeren ook in geopende stand een gedeelte van de doorlaatopening waardoor slechts circa 0,7 à 0,8 gedeelte van de doorlaatopening effectief benut wordt.

Als bewegingsmechanisme is gedacht om elk stel kleppen dat op een centrale as is geïnstalleerd door middel van een hefboom aan deze as te bewegen en de hefboom aan te drijven door een hydrocilinder.

Uit het onderzoek is gebleken dat het oplossen van de technische problemen van de tolkleppen te grote financiële consequenties tot gevolg zou hebben waardoor deze konstruktie als oplossing onaanvaardbaar werd.

4.4. DRAAIKLEPPEN (zie figuur 4.8.)

Het principe berust op een klep draaiend om een horizontale as.

Om tijdens het sluiten zo min mogelijk invloed te hebben van stroming en de belasting hiervan op de schuif is deze voorzien van tolkleppen.

De aandrijving vindt plaats door middel van een hydraulisch bewegingswerk met twee cilinders.

De konstruktie bleek een zeer dure oplossing te zijn, waarom deze reeds na de eerste kostenramingen is verlaten.

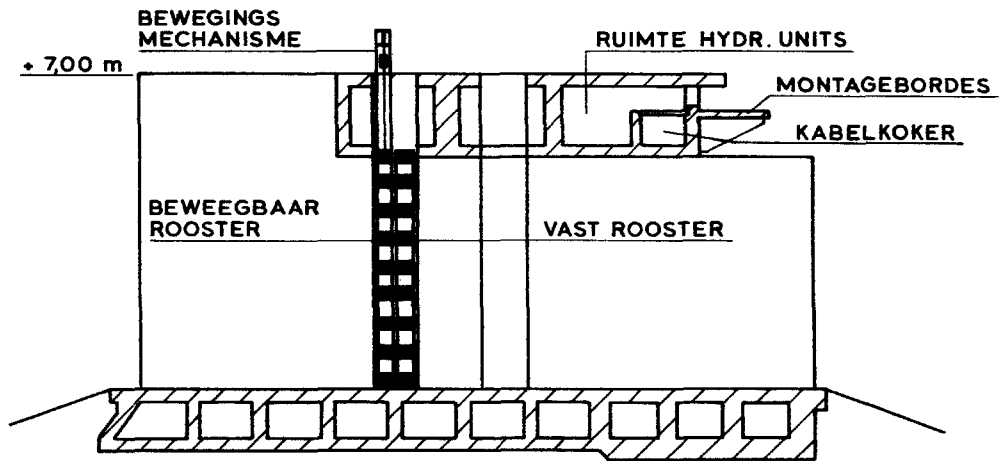
4.5. SEGMENTSCHUIVEN (zie figuur 4.9.)

Dit systeem is gebaseerd op het principe "Haringvliet". Het bewegingsmechanisme wordt door middel van een hefboomdriehoek aangedreven door twee zware spudpalen. Door de relatief dure staalkonstruktie en de zeer gekompliceerde montage is deze oplossing eveneens vrij kostbaar. Ook deze konstruktie is na de eerste kostenramingen verlaten.

4.6. OVERIGE AFSLUITMIDDELEN

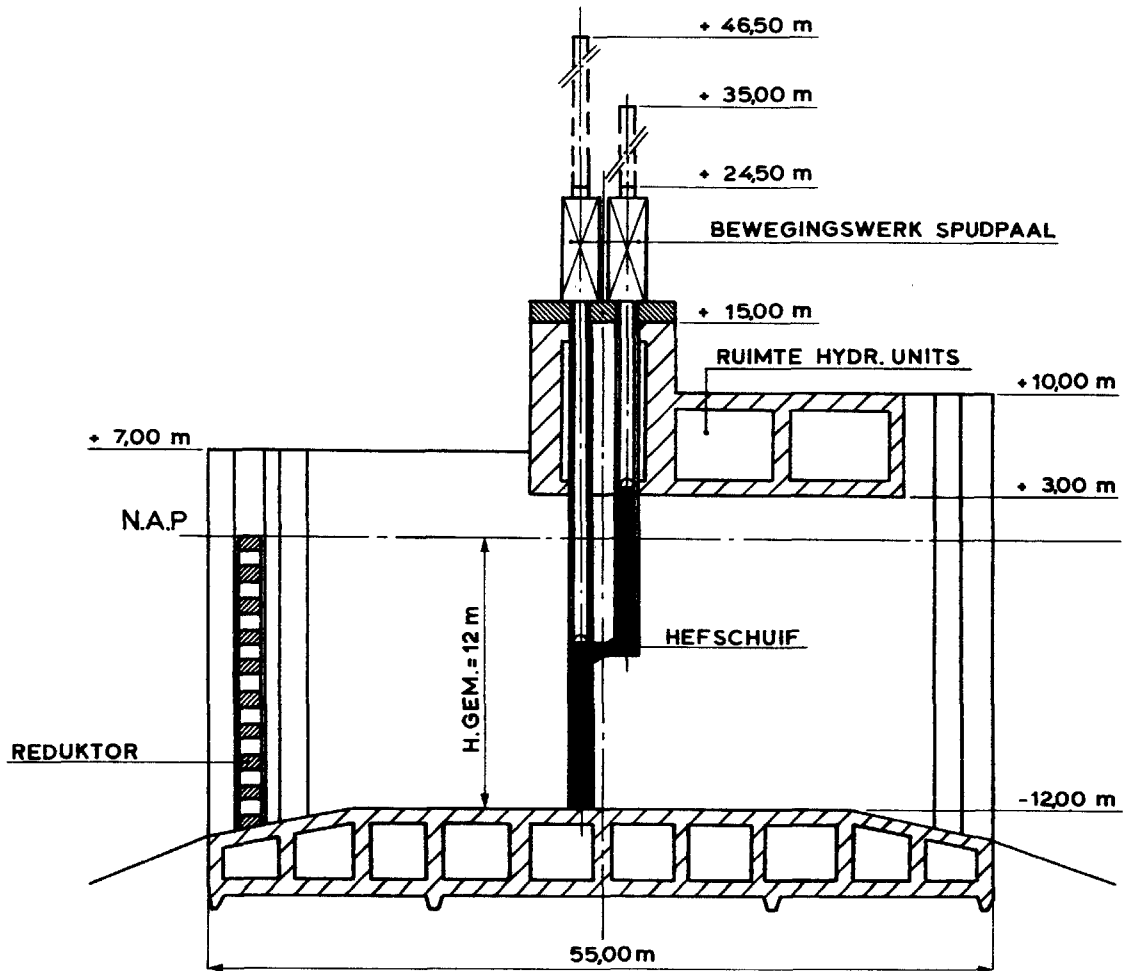
Tijdens de voortgang van de studie zijn uit diverse richtingen nog een aantal systemen van afsluiting gelanceerd welke allen, in hoofdzaak op basis van financiële aspecten, als irreëel waren aan te merken, te weten:

- Pontonschuif (zie figuur 4.10.);
- Dobberdeur (2 oplossingen zie figuur 4.11. en 4.12.);
- Rolluik aangedreven door hydrocilinder (zie figuur 4.13.);
- Hevel (zie figuur 4.14.);
- Roldeur draaiend om vertikale as aangedreven door hydrocilinder (zie figuur 4.15.).



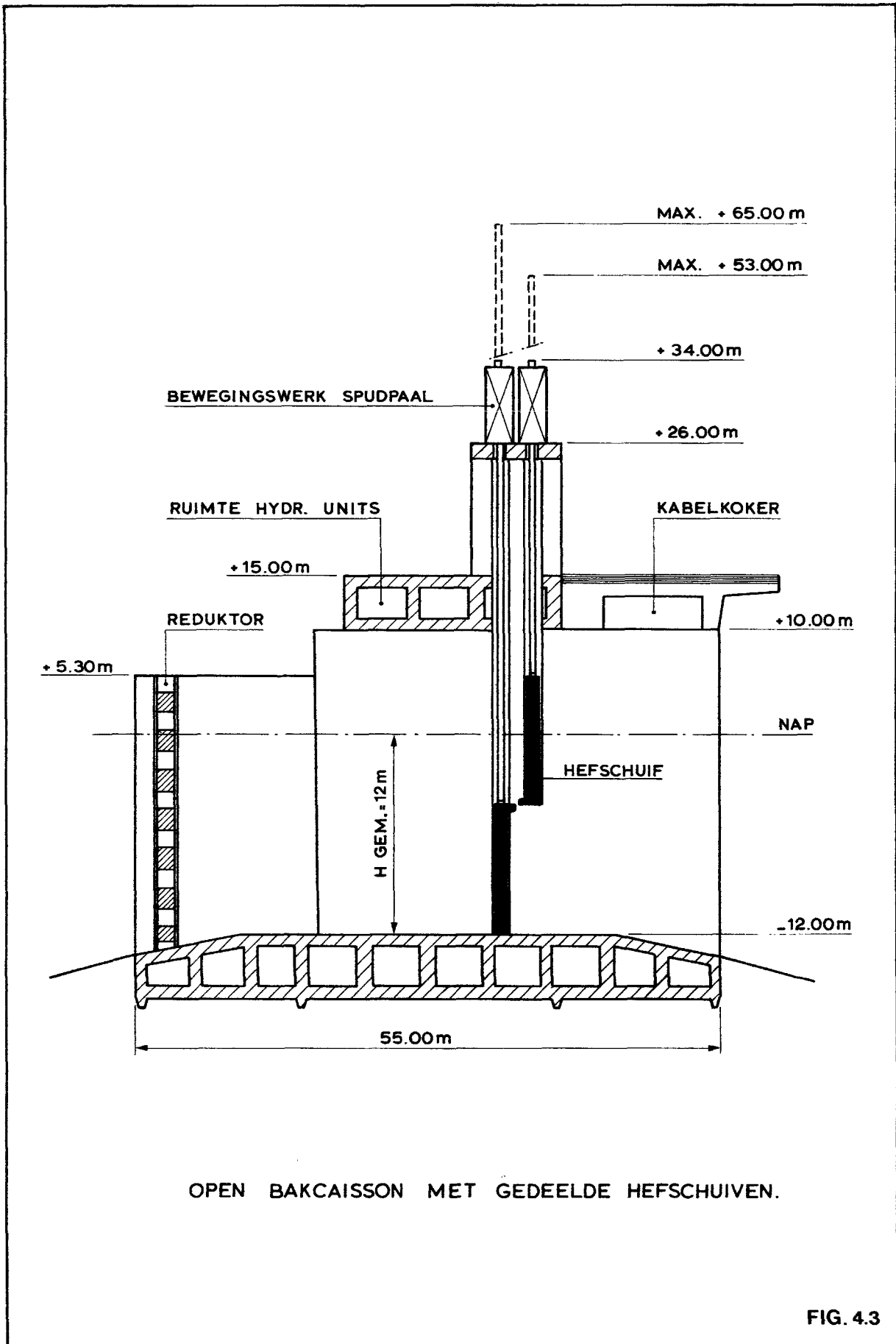
HALVE BAKCAISSON MET ROOSTERSCHUIF

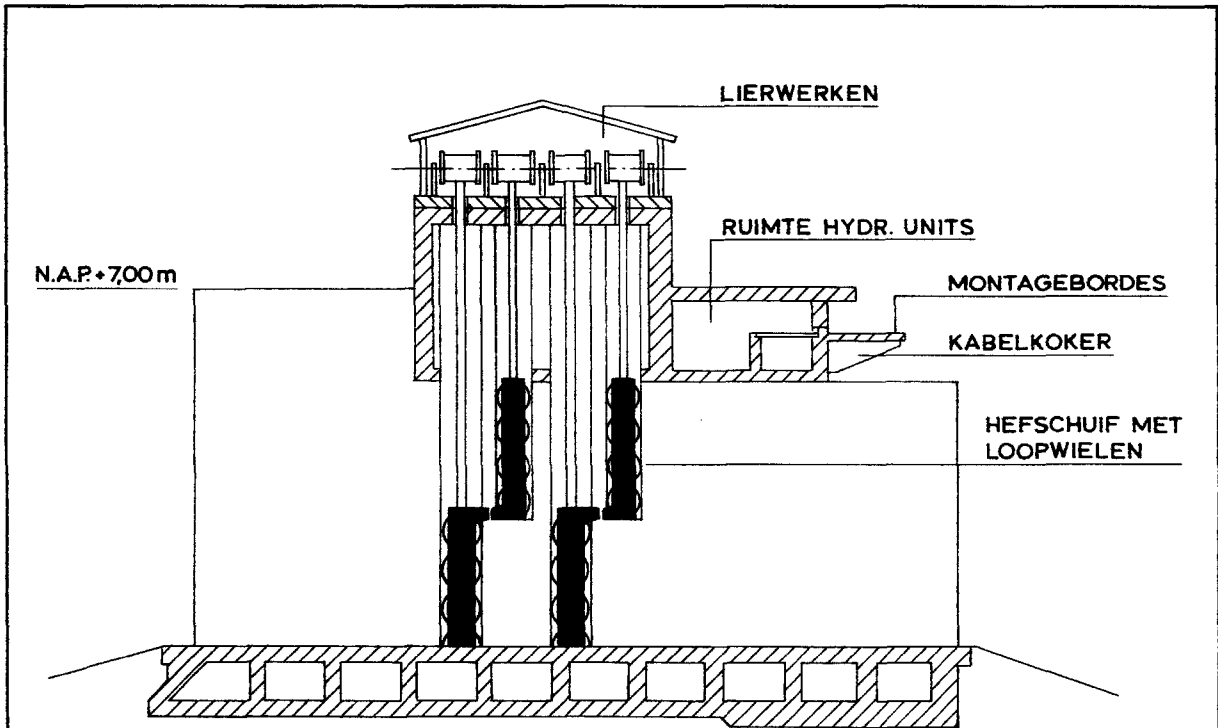
FIG. 4.1



HALVE BAKCAISSON MET GEDEELDE HEFSCHUIVEN

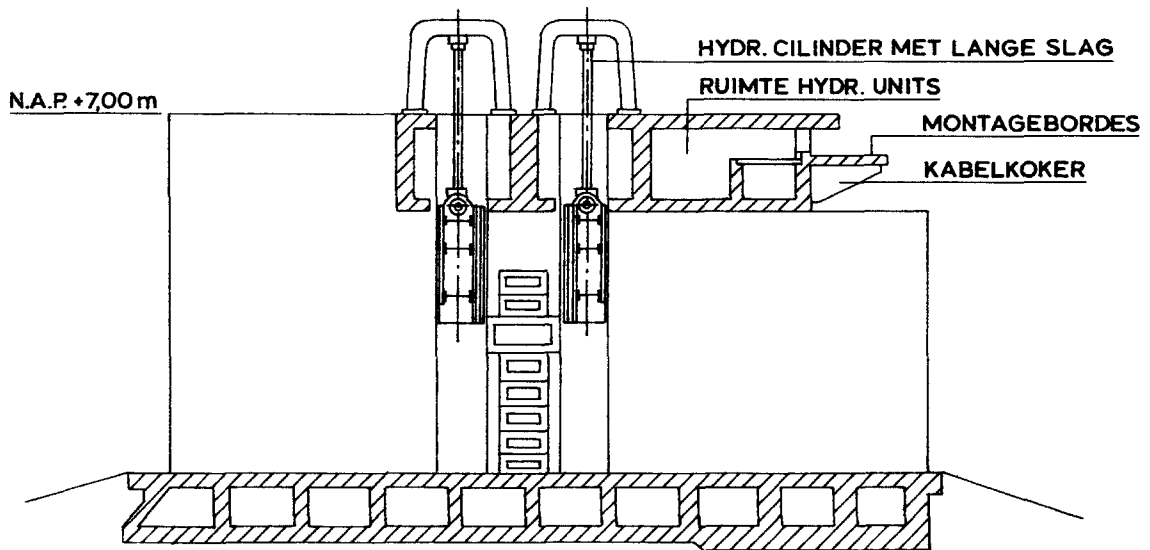
FIG. 4.2





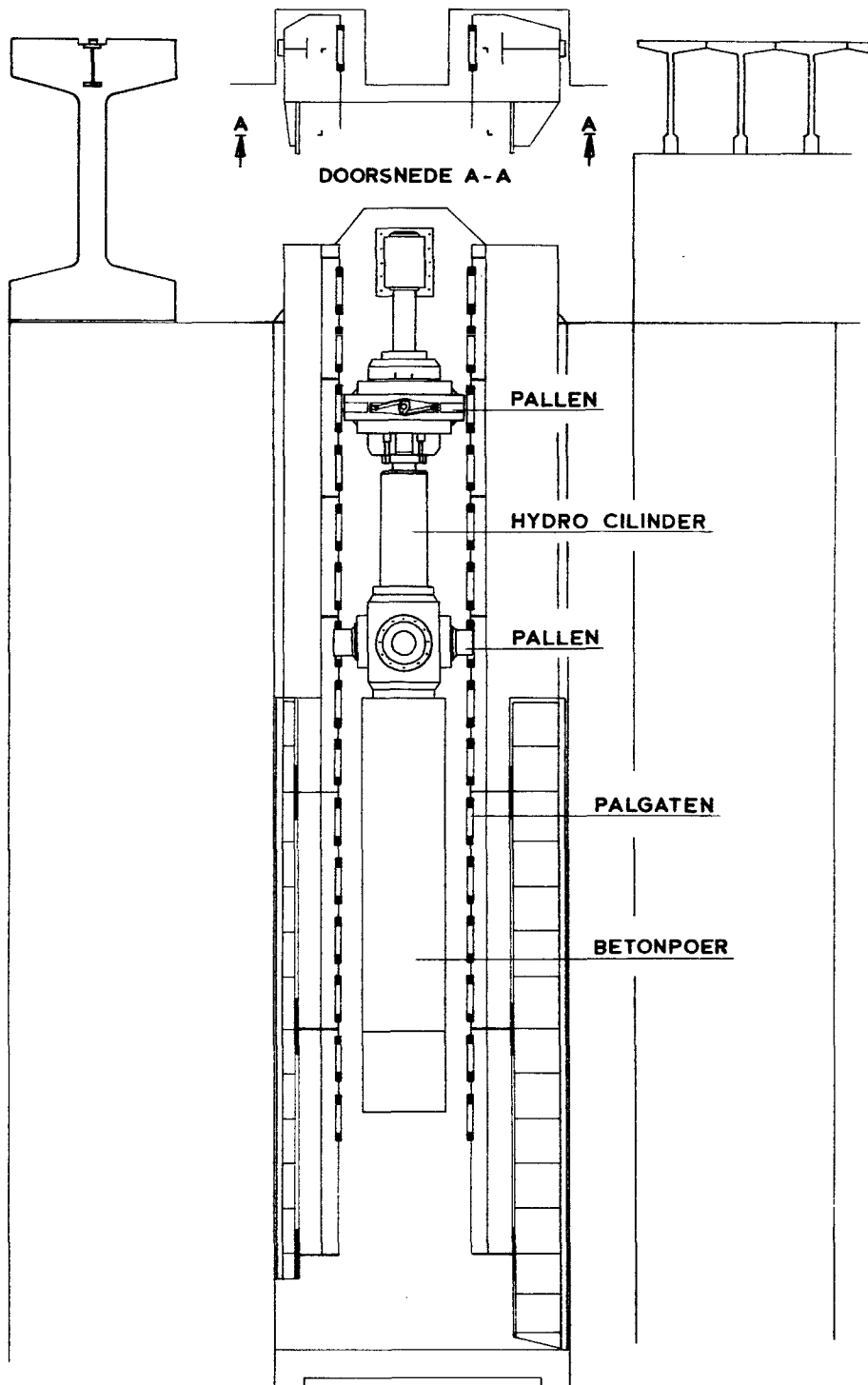
HALVE BAKCAISSON MET HEFSCHUIF MET LOOPWIELEN EN AFDRUKINRICHTING.

FIG. 4.4



HALVE BAKCAISSON MET HEFSCHUIVEN. BRIEVENBUSOPLOSSING

FIG. 4.5



INTERMITTEREND PALLEN SYSTEEM

FIG. 4.6

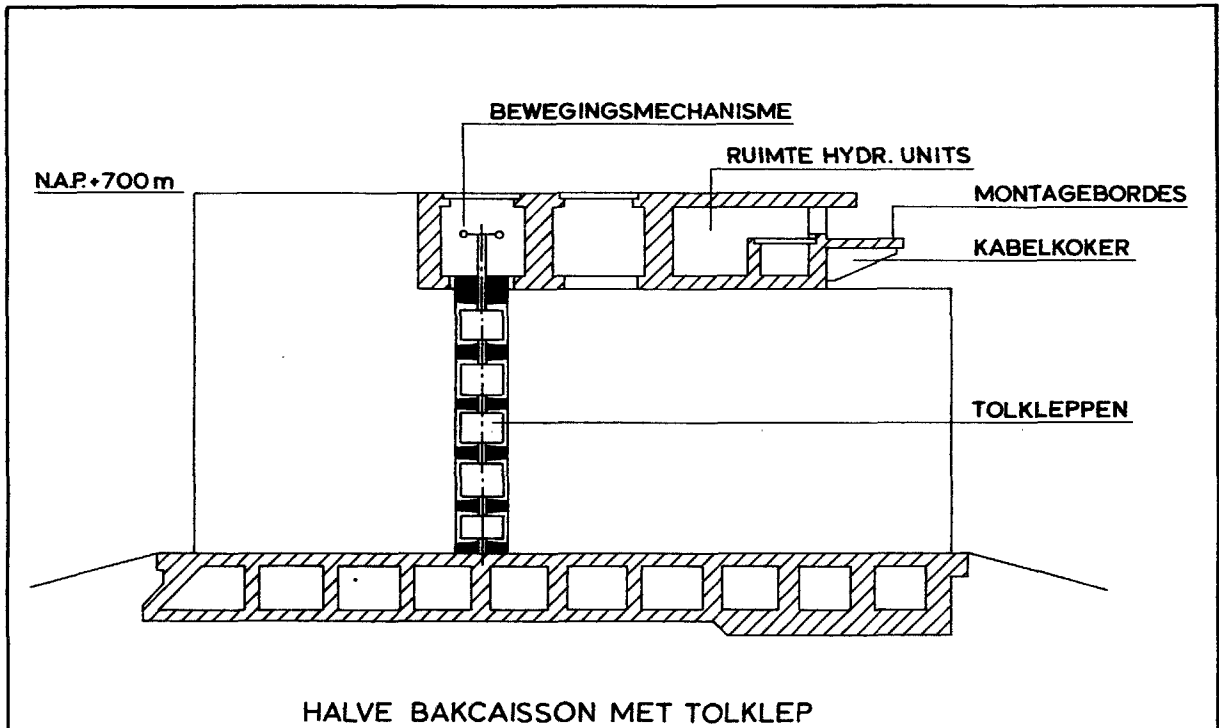


FIG. 4.7

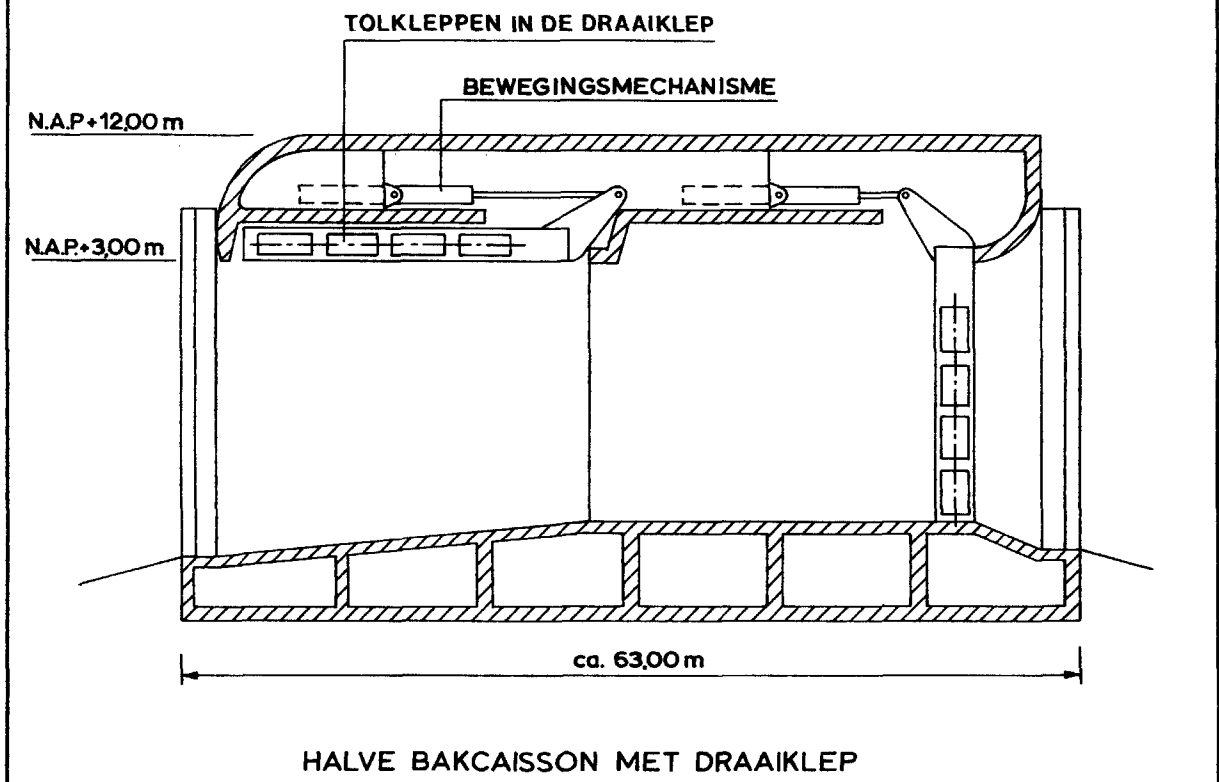


FIG. 4.8

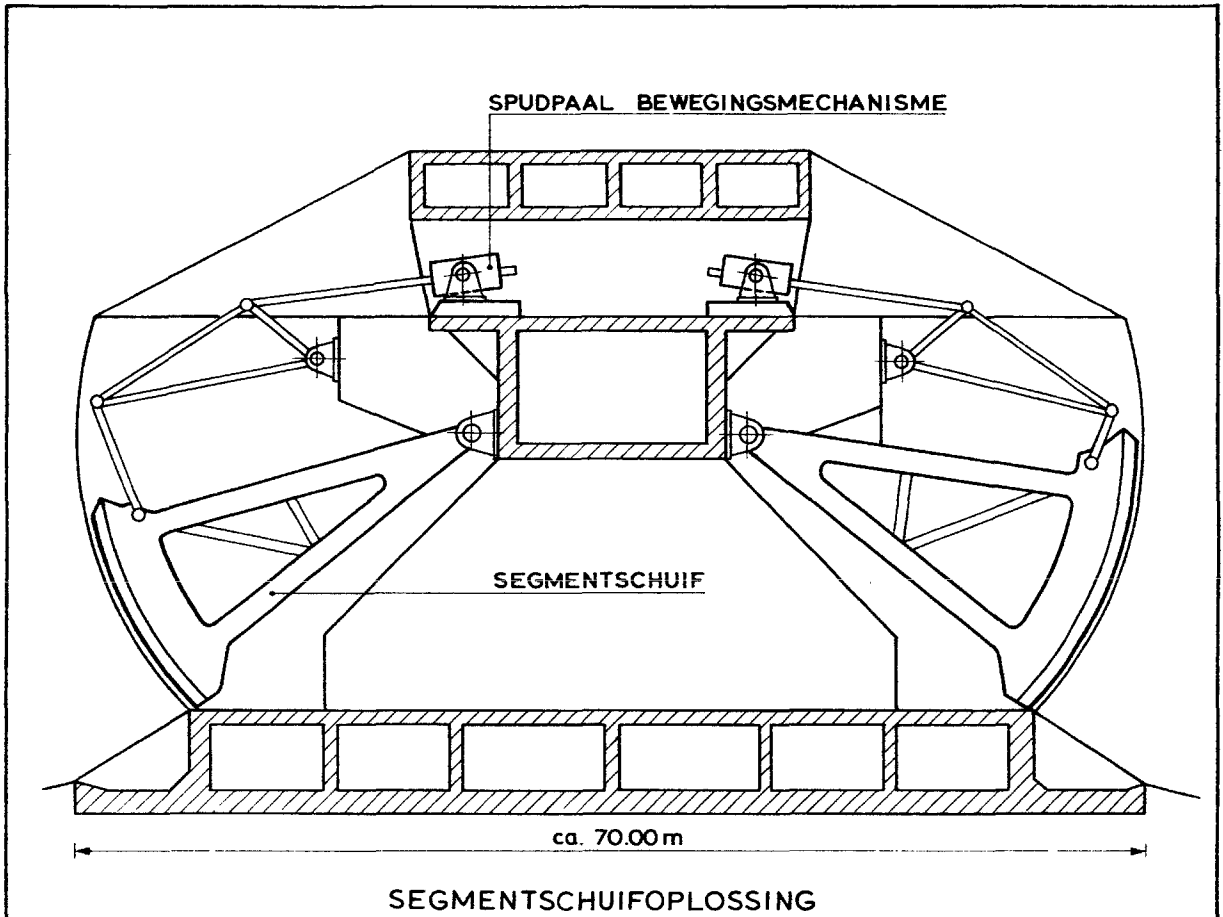


FIG. 4.9

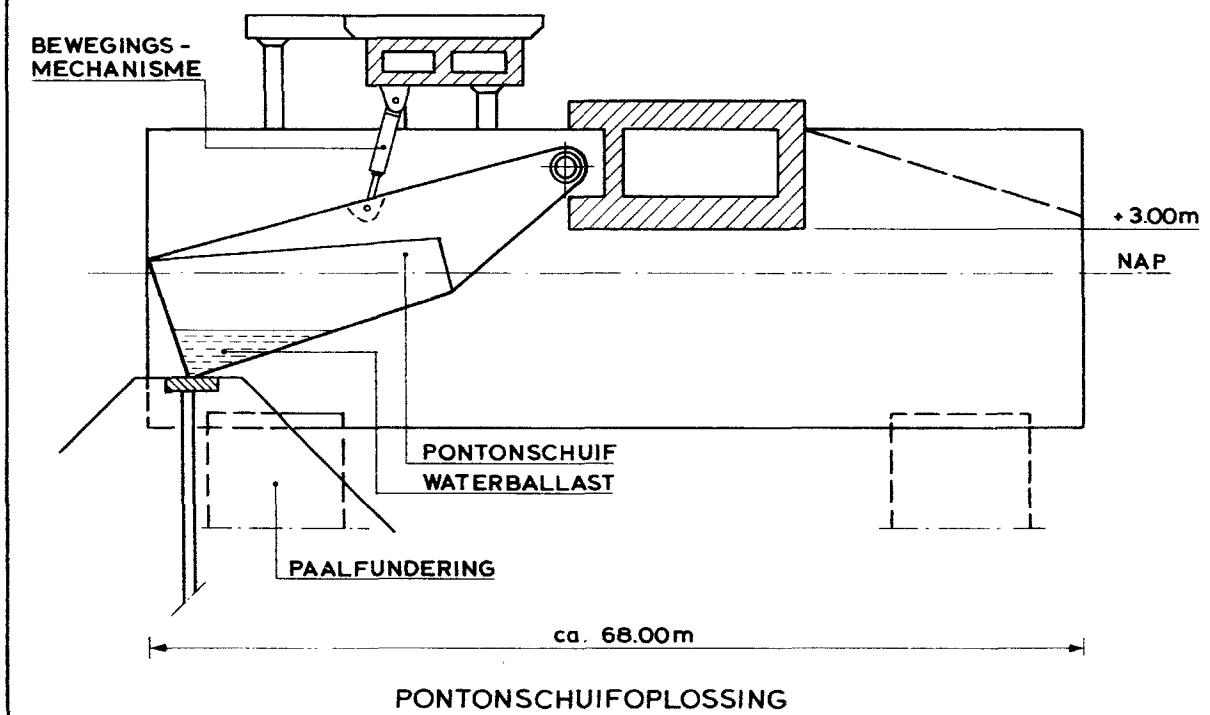
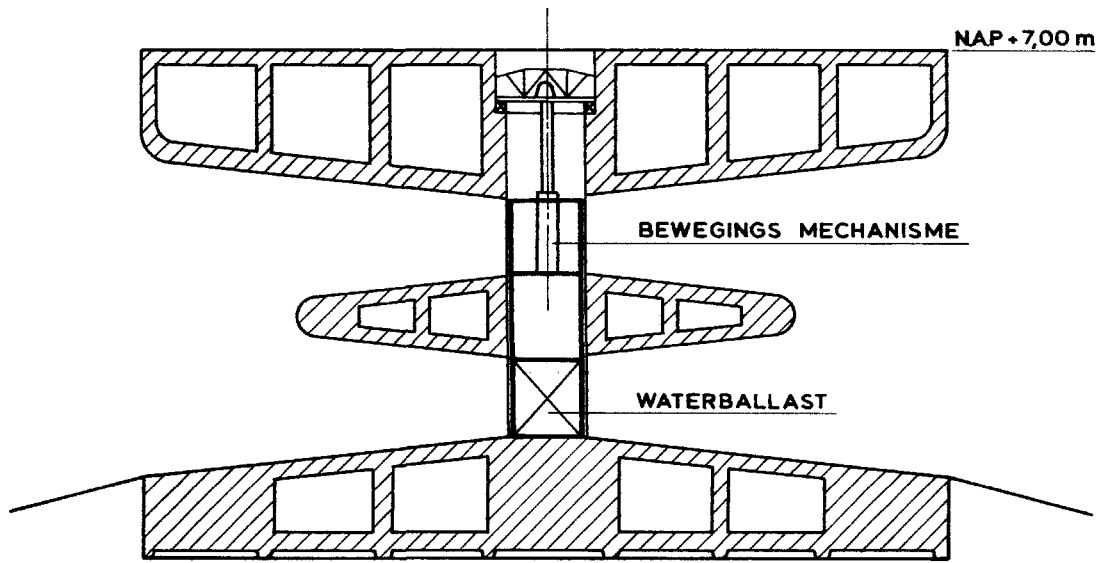
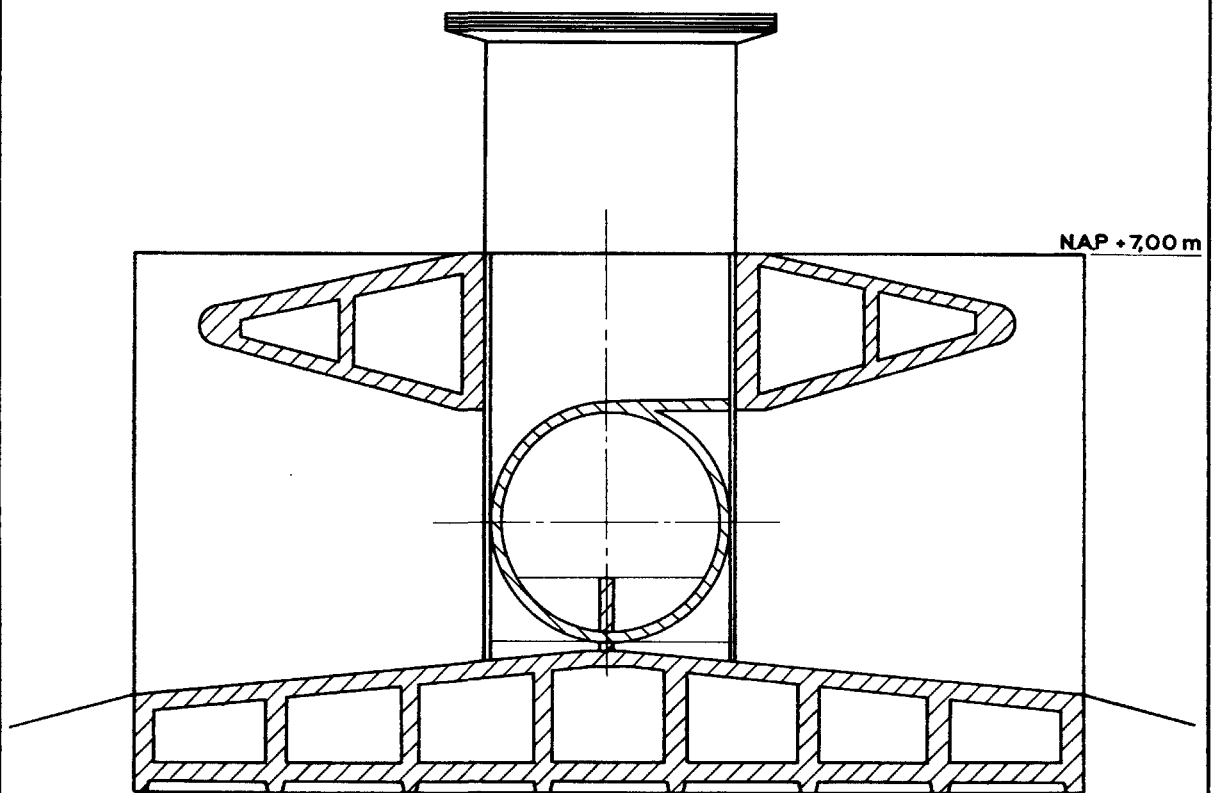


FIG. 4.10



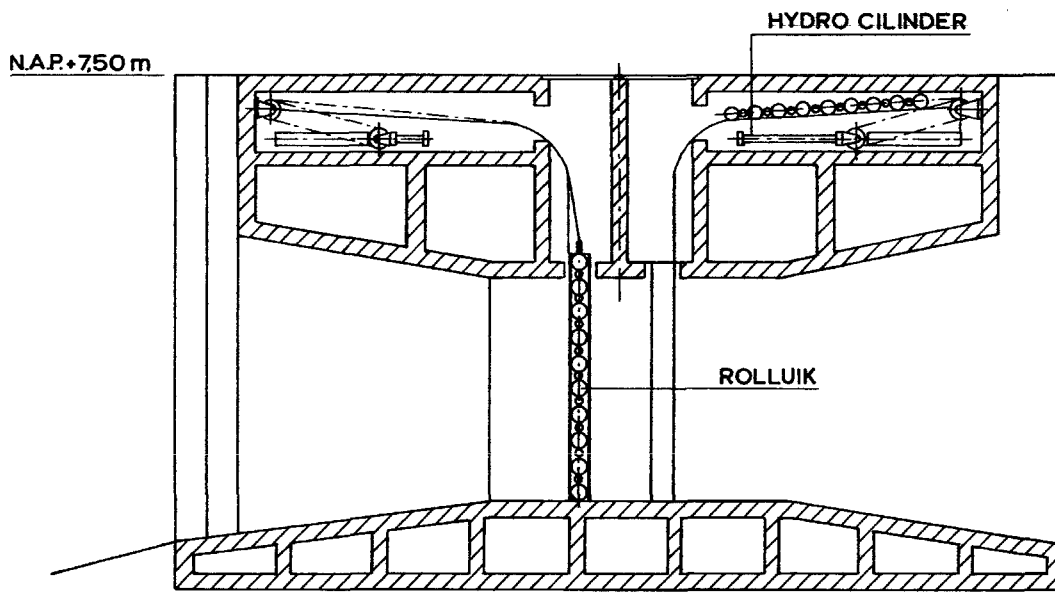
VENTURI CAISSON MET DOBBERDEUR

FIG. 4.11



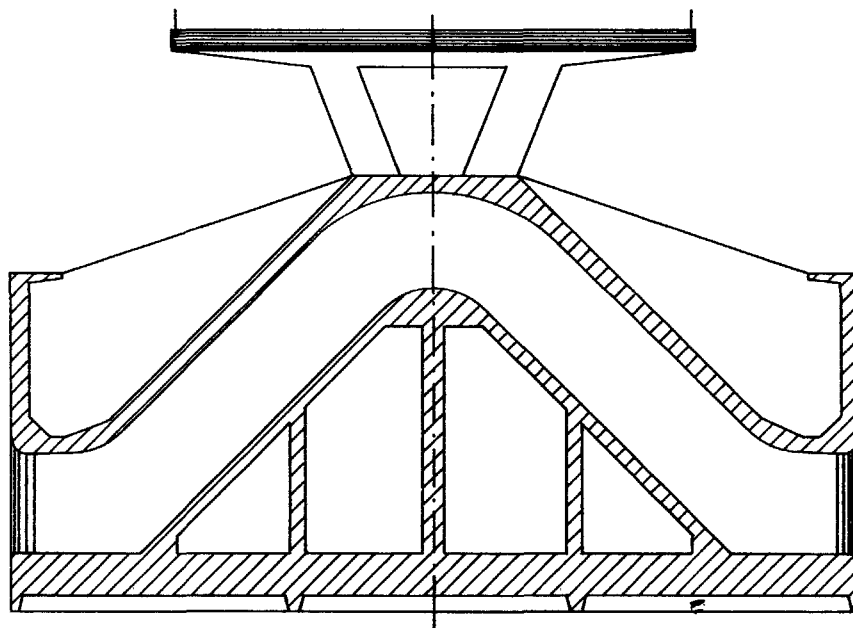
VENTURI CAISSON MET DOBBERDEUR

FIG. 4.12



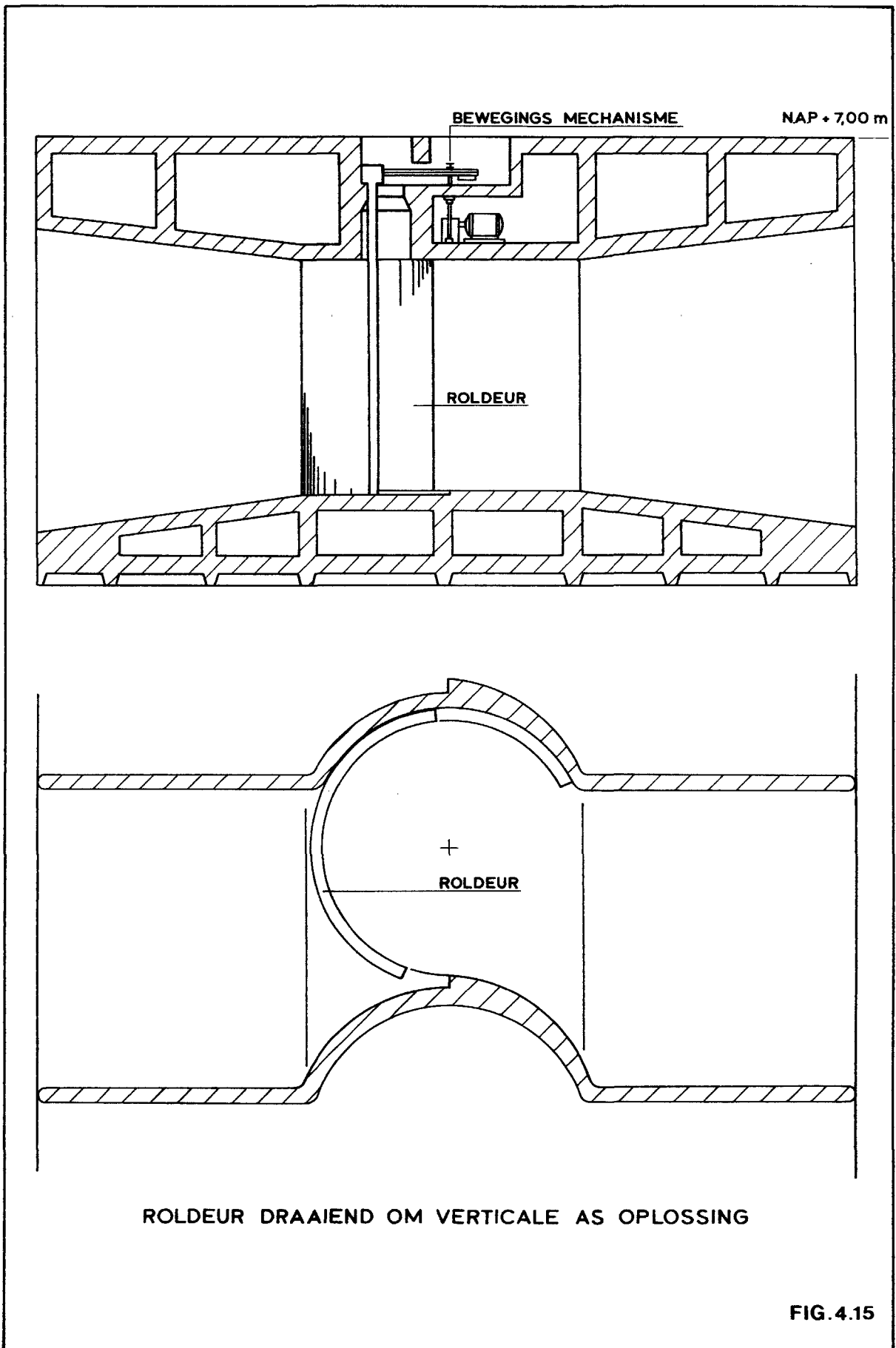
VENTURI CAISSON MET ROLLUIK

FIG. 4.13



HEVEL OPLOSSING

FIG. 4.14



ROLDEUR DRAAIEND OM VERTICALE AS OPLOSSING

FIG. 4.15

5. EERSTE SELEKTIE NAAR KOSTEN

De grootte van het bedrag dat beschikbaar was ten behoeve van de schuiven en het bewegingsmechanisme was gesteld op circa f 350 miljoen exclusief BTW, op basis van het prijspeil 1974.

Als middel om tot een eerste selectie van afsluitmiddelen met bewegingsmechanisme te komen zijn de van het totaal bedrag afgeleide toegestane kosten per m^2 doorlaatoppervlak bepaald.

Er van uitgaande dat de eerste ramingen zeer grof zouden zijn werden bovengenoemde kosten per m^2 met 25% verhoogd om te voorkomen dat in een te vroeg stadium technisch aantrekkelijke oplossingen zouden afvallen.

Bij een netto doorstroomopening van $11.500 m^2$ werden de kosten per m^2 gesteld op f 38.000,--.

Elke oplossing diende tevens in nauwe relatie met de betonconstructie te worden beschouwd. Immers een goedkoop bewegingssysteem in combinatie met een dure betonconstructie is niet zinvol, zoals later bij de venturie-caisson ook gebleken is.

Beschouwd zijn in diverse combinaties, de volgende afsluitmiddelen met bewegingswerken zowel in enkele als in dubbele kering:

- roosterschuif;
- roosterschuif met hefschuifoverlaat;
- hefschuiven;
- tolkleppen;
- hefschuiven met loopwielen en kabellieren;
- draaikleppen;
- segmentschuiven.

Op basis van het gestelde criterium van kosten, namelijk maximaal f 38.000,- per m^2 , bij een netto doorstroomopening van $11.500 m^2$ bleken de volgende oplos-

singen relevant.

<u>Roosterschuiven. (aangedreven door hydrocilinder)</u>	<u>Prijs per m² exclusief B.T.W.</u>
a) Enkele kering in halve bakcaisson	f 31.530,--
b) Enkele kering in open bakcaisson	f 34.000,--
c) Enkele kering in tunnelcaisson	f 25.470,--
d) Enkele kering in tunnelcaisson met doorlaatbare bodem en bovenbak op NAP + 3 m	f 33.110,--
e) Enkele kering in tunnelcaisson met doorlaatbare bodem en (hoog gelegen) bovenbak op NAP + 10 m	f 35.060,--
f) Dubbele kering met verdikte tussenschuif in tunnelcaisson	f 37.580,--

Roosterschuiven met hefschuifoverlaat.

a) Enkele kering in halve bakcaisson met 1 hefschuifoverlaat (aangedreven met hydrocilinder)	f 31.100,--
b) Enkele kering in open bakcaisson met 1 hefschuifoverlaat (spudpaalsysteem)	f 38.090,--
c) Enkele kering in tunnelcaisson (bovenbak op NAP + 3 m) met 1 hefschuifoverlaat (hydrocilinder)	f 29.200,--
d) Enkele kering in tunnelcaisson (bovenbak op NAP + 10 m) met 1 hefschuifoverlaat (spudpaalsysteem)	f 34.500,--
e) Enkele kering in tunnelcaisson (bovenbak op NAP + 3 m) met 2 hefschuifoverlaten (hydrocilinder)	f 38.250,--

Hefschuiven (aangedreven door spudpaal-
systeem) Prijs per m²
exklusief B.T.W.

- | | |
|--|-------------|
| a) Enkele kering met eendelige hefschuif
in venturicaisson met reductor | f 31.560,-- |
| b) Enkele kering met tweedelige hef-
schuif in tunnelcaisson | f 35.590,-- |
| c) Dubbele kering met tweedelige hef-
schuiven in tunnelcaisson | f 33.820,-- |
| d) Dubbele kering in venturicaisson | f 29.600,-- |

Tolkleppen (aangedreven door hydrocilinder)

- | | |
|---|-------------|
| a) Enkele kering in halve bakcaisson | f 36.200,-- |
| b) Enkele kering in tunnelcaisson | f 29.180,-- |
| c) Enkele kering in tunnelcaisson
met doorlaatbare bodem en bovenbak op
NAP + 3 m | f 37.950,-- |

Meer gedetailleerde informatie betreffende kostenramin-
gen wordt gegeven in de nota W2-NB-75074.

6. NADER ONDERZOEK

Uit de in hoofdstuk 5 genoemde systemen werden voor een nader onderzoek de volgende afsluitmiddelen geselecteerd:

- 1) Roosterschuiif, aangedreven door hydrocilinders met korte slag (figuur 4.1.).
 - 2) Roosterschuiif met hefschuiifoverlaat, beide aangedreven door hydrocilinders.
 - 3) Hefschuiif met als bewegingswerk het spudpaalsysteem in de spleetoplossing (figuur 4.2.).
 - 4) Tolkleppen aangedreven door een hydrocilinder (figuur 4.7.).
- ad 3: Later werd in de brievenbusoplossing dit systeem vervangen door een hydrocilinder met lange slag terwijl bij de pijleroplossing als alternatief het intermitterend pallensysteem werd geïntroduceerd.
- ad 4: Spoedig bleek dat de kosten hiervan hoger opliepen dan aanvankelijk was geraamd en daarmee verviel de keuze mogelijkheid.

7. TOEPASSING IN CAISSONOPLOSSINGEN

7.1. INLEIDING

Bij de aanvang van de studie werden de volgende caisson-typen in beschouwing genomen:

- 1) Halve bakcaisson met de onderkant van de bovenbak in de nabijheid van de waterspiegel (zie figuur 7.1., 7.3., 7.7. en 7.11.).
- 2) Open bakcaisson met hooggelegen bovenbak (zie figuur 4.3.).
- 3) Venturicaisson met de doorstroomopening geheel onder water (zie figuur 7.5. en 7.6.)

De situering van deze caisson-typen is gedacht in de spleetoplossing dat wil zeggen een relatief smalle opening in de sluitgaten met relatief diep gelegen drempels, waardoor grote schuifhoogten ontstaan van maximaal circa 20 meter.

De gehanteerde dagmaatbreedte hierbij is circa 10 meter. De stormvloedkering dient een kerende hoogte te hebben van NAP + 5,30 m.

In de open bakcaisson met hooggelegen bovenbak, dat wil zeggen de onderkant van de bovenbak hoger dan NAP + 5,30 m, moeten schuiven worden toegepast waarvan de bovenzijden zich op tenminste NAP + 5,30 m bevinden. Dit in tegenstelling tot de halve bakcaisson, met de onderkant van de bovenbak in de nabijheid van de waterspiegel waarbij een deel van de kerende functie door de caisson wordt overgenomen, hetgeen kostenbesparend werkt.

Wat de keuzemogelijkheid betreft van de geselecteerde afsluitmiddelen kan worden gesteld dat in de halve bak- en open bakcaisson de volgende schuiftypen toepasbaar zijn bij een spleetoplossing:

- 1) Roosterschuiif tot circa 20.000 m² effectief doorstroomprofiel.
- 2) Hefschuiif tot circa 30.000 m² effectief doorstroomprofiel.
- 3) Tolklep tot circa 24.000 m² effectief doorstroomprofiel.

In de venturicaisson zijn ten gevolge van de sterk geknepen venturidoorlaat, uitsluitend hefschuiven toepasbaar daar andere afsluitmiddelen de venturwerking verstoren.

Gezien het grote aantal varianten dat na een eerste selectie overbleef om hydraulisch beoordeeld te worden (zie hoofdstuk 5), is door het waterloopkundig laboratorium een werkplan opgesteld waarbij de meeste prioriteit werd gegeven aan die varianten, welke het minst overeenkwamen met in het verleden onderzochte schuiftypen.

In een later stadium werden ook andere varianten in de studie betrokken zoals de hefschuiven waarmee in het verleden reeds grote ervaring was opgedaan.

In het onderzoek is steeds het bewegingswerk gezien in samenhang met het gehele doorstroomprofiel waarin het bewegingswerk was geplaatst. De resultaten konden zowel voor het schuif- als voor het betonontwerp consequenties hebben.

Het ontwerp van de schuiven hangt dan ook nauw samen met:

- het ontwerp van de overige konstruktie;
- de omstandigheden die zich kunnen voordoen;
- de eisen waaraan moet worden voldaan.

Omgekeerd heeft het schuifontwerp invloed op het gehele ontwerp van het doorstroomprofiel en in zekere zin ook op de omstandigheden. Gedacht kan worden aan golven en waterstanden, weigeren van schuiven, enkele of dubbele kering, grootte van het doorstroomprofiel enzovoort.

Er kunnen eisen worden gesteld met betrekking tot aspecten van beheer, konstruktie, ecologie, onderhoud enzovoort, waaraan moet worden voldaan.

De konstruktie van het doorstroomprofiel is van belang voor het gedrag van golven en stroom en daardoor voor de belastingen op de schuif; bovendien kan het trilgedrag van de schuif erdoor beïnvloed worden.

Ten aanzien van het totale onderzoek moet onderscheid worden gemaakt tussen golfbelasting, stromingskrachten en trillingen.

Bij het golfbelastingsonderzoek is vooral gekeken naar de belastingen bij gesloten schuiven, hetgeen onder andere bepalend is voor de belasting op de fundaties. Naast de roosterschuif zijn de tolklep, de hefschuif en slechts summier de pontonschuif in de modelstudies betrokken. De tolklepoplossing lijkt zowel wat betreft de toepassing als het benodigd onderzoek, veel op de roosterschuif.

Evenals bij de roosterschuif blijven bij de tolkleppen de sluitingsmiddelen onder water en wordt een gedeelte van de doorstroomopening, ook bij de kleppen in geopende stand, door de konstruktie geblokkeerd.

Van de hefschuif geldt dat deze beter aansluit bij de bestaande ervaring. Het gedrag van de schuif wordt echter ook beïnvloed door de overige konstruktie zoals bijvoorbeeld de boven- en onderaanslag van de schuif. Doordat tijdens de studieperiode de hoofdafmetingen van het ontwerp en het ontwerp zelf voortdurend werden gewijzigd, dienen de resultaten van het onderzoek te worden beschouwd als van meer algemene aard. Ze zijn nuttig om inzicht te krijgen in de verschijnselen die optreden bij het beschouwde ontwerp, zonder dat alle resultaten kunnen worden vertaald van en naar hetzelfde ontwerp in een andere betonkonfiguratie.

7.2. ROOSTERSCHUIF (zie figuur 4.1.)

Ten gevolge van de eigen reductie van een roosterschuiф is het maximale netto doorlaatoppervlak van de schuiф aan beperkingen gebonden.

Een brutto doorlaatopening in de caissons van circa 30.000 m² wordt door de konstruktie - de oppervlakten die door de roosterbalken worden ingenomen - tot circa 20.000 m² gereduceerd. De roosterschuiф is als eerste variant in onderzoek genomen omdat dit schuiфtype door het WL nog nooit eerder was onderzocht en om het feit dat de Reynoldseffekten bij de vormgeving een belangrijke rol spelen.

De stroomlijnform van het roosterprofiel doet een Reynoldsinvloed (viscositeit) verwachten, waardoor de resultaten van kleine modellen in water niet zonder meer naar de werkelijkheid vertaald mogen worden.

Het Reynoldsgetal in het prototype kan maximaal circa $4 \cdot 10^6$ bedragen bij een snelheid van aanstroming van 8 m/s en een balkhoogte van 0,65 m, zodat in het prototype een transkritisch Reynoldsgetal wordt bereikt. In een model op kleine schaal wordt alleen het subkritische gebied bereikt.

Het zogebied met wervelstralen achter de profielen zal in het algemeen in een model naar verhouding dikker zijn dan in het prototype, met als gevolg een hogere weerstand en lagere aanstootfrequenties van de drukpulsaties die het gevolg zijn van alternerend loslaten van wervels.

Voor uitgebreide informatie ten aanzien van de uitgevoerde proeven wordt verwezen naar de verschenen nota's van het waterloopkundig laboratorium.

Een overzicht van het onderzoek programma is als volgt:
M 1327 : Onderzoek in een goot van het WL met een mootje van de roosterschuiф; schaal 1 : 5.

Doel: kwalitatief vergelijken van verschillende profielen op basis van weerstandscoefficiënten.

- Onderzoek in een watertunnel van het WL met een mootje van de roosterschuif; schaal 1 : 2,75.

Doel: bepaling weerstanden van een drukverdeling (statisch en dynamisch) over de profielen bij zo hoog mogelijke Reynoldsgetallen ($Re = 5 \cdot 10^5$).

- Onderzoek in een watertunnel van het WL met een mootje van de roosterschuif (5 balken); schaal 1 : 6,875.

Doel: vaststellen van drukverdelingen en weerstanden bij diverse schuifstanden.

- Onderzoek in hoge snelheidstunnel van het Nationaal lucht- en ruimtevaartlaboratorium (luchttunnel) met een mootje van de roosterschuif; schaal 1 : 1,875.

Doel: bepaling drukverdelingen (statisch en dynamisch) over de profielen ($Re = 3,8 \cdot 10^6$).

- M 1338 : Onderzoek van een klein elastisch model van de gehele roosterschuif, geplaatst in een goot van het WL; schaal 1 : 22,8.

Doel: controle van het schuifontwerp dat op basis van voorafgaand onderzoek is gemaakt. Het onderzoek betreft responsiemetingen en de mate van trilling bij zowel stromingsexcitatie als een combinatie van stromings- en regelmatige golfexcitatie.

- * R 1068 : Onderzoek van een groot elastisch model van de gehele roosterschuif, geplaatst in een goot van de schutsluis te Lith; schaal 1 : 3.

Doel: controle van het schuifontwerp, dat op basis van voorafgaand onderzoek is gemaakt, door middel van responsiemetingen en trillingsonderzoek zowel van de schuif als geheel als van de onderdelen.

Het model is een volledig replica van het prototype. Het Reynoldsgetal is in de orde van 10^6 .

In dit model werd ook de lokale beplatingsstijfheid elastisch gereproduceerd, hetgeen een belangrijke kontrolemogelijkheid voor het ontwerp geeft.

Betrokken instituten en firma's: Rijkswaterstaat, Waterloopkundig laboratorium, Nationaal lucht- en ruimtevaartlaboratorium, Fokker en Nederhorst.

* M 1327 : Kavitatie onderzoek in een tunnel van het Waterloopkundig Laboratorium en een aanvullend schadeonderzoek in het Nederlandsch Scheepsbouwkundig Proefstation.

Doel: onderzoeken van het kavitatiegedrag en het vaststellen van mogelijke daardoor ontstane schade.

- Onderzoek van de overlevingskansen van vis-
sen bij het passeren van de roosterschuiif.

Betrokken instituten: Rijkswaterstaat, Waterloopkundig laboratorium en TNO.

De met * aangeduide onderzoeken werden tot op zekere hoogte voorbereid doch niet uitgevoerd omdat door de overgang in het ontwerp van de spleetcaissons, naar de brievenbuscaissons, de roosterschuiifoplossing niet meer aan de eis van 20.000 m^2 effectief doorstroomprofiel in de eindsituatie kon voldoen.

Uit het verrichte onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Er is geen Reynoldsinvloed aanwezig in de weerstand, de drukverdeling en de loslaatfrequentie van wervels. Bij meerdere balken verdwijnt dit effect, vermoedelijk als gevolg van de invloed van naburige roosterbalken.

Het spektrum van de drukkrachtfluctuaties vertoont bij het prototype echter een veel duidelijker piek, hetgeen een van de kenmerken is van het transkritische Reynoldsgebied.

- De profielkeuze is ten aanzien van de weerstand niet optimaal. Een met het oog op dit aspect betere profielkeuze veroorzaakt echter hogere aanstootfrequenties en is minder stijf.
- Bij een zeker verval worden balken in de eigenfrequentie aangestoten en worden de bewegingen zo groot dat een terugkoppelmechanisme in werking treedt, waardoor zeer gevaarlijke trillingen op gaan treden. Dit kan mogelijk worden tegengegaan door de balken in het midden in verticale richting te koppelen.
- Kavitasie zal in extreme situaties (een groot verval en alle schuiven op één na gesloten) vermoedelijk in onderdelen kunnen optreden.

7.3. TOLKLEP (zie figuur 4.7.)

Evenals bij de roosterschuiven is het Reynoldsgetal ook van belang bij het toepassen van tolkleppen. In de literatuur zijn weinig gegevens te vinden over de eigenschappen van tolkleppen, hoewel het aantal toepassingen vrij talrijk is.

Het onderzoek naar dit afsluitmiddel is pas later gestart.

In tegenstelling met de roosterschuif is geen volledig programma van onderzoek opgesteld, doch slechts de aanzet daarvan.

Voor uitgebreide informatie ten aanzien van uitgevoerde proeven wordt verwezen naar de verschenen nota's van het Waterloopkundig laboratorium.

Een overzicht van het onderzoekprogramma is als volgt:

M 1354 : Literatuuronderzoek tolkleppen, uitgevoerd door het WL.

- Onderzoek aan één klep, geplaatst in een watertunnel (in een verbouwde goot) van het WL.

Doel: kwalitatief onderzoek van diverse klepvormen, zoals die op basis van het literatuuronderzoek ontworpen zijn.

- Een theoretische studie naar mogelijke Reynoldseffekten bij de in het WL onderzochte klepvormen en de modifikaties die daaruit volgden, uitgevoerd door het Nationaal lucht- en ruimtevaartlaboratorium.

- * M 1373 : Een onderzoek aan een viertal naast elkaar staande kleppen die met een zekere rotatiestijfheid in een watertunnel gemonteerd waren.

Doel: het nagaan van weerstanden, krachten, momenten en trillingsgedrag bij een maximaal haalbaar Reynoldsgetal ($Re = 6 \cdot 10^5$).

- Een theoretische studie naar het fluttergedrag van de kleppen in geopende stand en de onderlinge beïnvloeding, uitgevoerd door het Nationaal lucht- en ruimtevaartlaboratorium.

Van het met * aangeduide onderzoek is wel het model ontworpen maar is het onderzoek niet uitgevoerd.

Uit het verrichte onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

- bij sommige klepvormen moet rekening worden gehouden met Reynoldseffekten;
- ten aanzien van de grootte van de momenten is een goede profielkeuze mogelijk, doch de vormgeving van de klep wordt wel ingewikkeld;
- fluttereffekten door onderlinge beïnvloeding zullen niet optreden;
- de draaimomenten zijn groter dan oorspronkelijk was voorzien.

7.4. HEFSCHUIF

7.4.1. Hefschuiven bij caissons in de spleetoplossing (zie figuur 7.1. t/m figuur 7.6.).

In de loop van de studie verviel wat betreft de twee caissontypen met bovenbak, het open bakcaisson zodat verder alleen de halve bakcaisson in beschouwing werd genomen. Daarnaast bleef ook het idee om hefschuiven toe te passen in venturicaissons aktueel omdat verondersteld werd dat het bewegingsyssteem met een hefschuif in de keel van de venturi goedkoper zou uitvallen dan in de halve bakoplossing.

De ramingen van de hefschuiven in de verschillende caissontypen zijn opgenomen in de nota W2-WB-75166.

Als bewegingsmechanisme van de hefschuiven in de halve bak- en venturicaissons werd gedacht aan het spudpaalsysteem zoals dat is beschreven in hoofdstuk 4.2.1.

Uit de ramingen bleek dat de bewegingswerken in de venturicaissons inderdaad belangrijk goedkoper waren dan in de halve bakcaissons, maar dat daar tegenover het betongedeelte belangrijk duurder was en daardoor ook de totaalkosten.

Dientengevolge bleef de halve bakcaisson met hefschuiven over als één van de alternatieven in de spleetoplossing.

Ten gevolge van de diepe ligging van de caissons is het noodzakelijk de hefschuiven in hoogterichting in 2 delen te vervaardigen.

Omdat de totaalontwerpen van de spleet- en brievenbus oplossing een geringe voorkeur aangaven voor de laatst genoemde werd besloten met deze oplossing verder onderzoek uit te voeren.

7.4.2. Hefschuiven bij caissons in de brievenbusoplossing
(zie figuur 7.7. t/m figuur 7.12.).

De overgang van "hoge" schuiven in de spleetoplossing bij de halve bakcaissons naar "lage" schuiven in de brievenbusoplossing had ook konsekwenties ten aanzien van het bewegingssysteem. De toepassing van een hydraulisch lange slagsysteem ging tot de mogelijkheden behoren.

Teneinde de konstruktie wat het kostenaspect betreft te optimaliseren zijn kostenramingen opgesteld bij verschillende dagmaatbreedten van de caissons in de brievenbusoplossing.

Deze kostenramingen zijn opgenomen in nota W2-NB-75141 voor wat betreft caissons met dagmaten van respectievelijk 14,275 m en 19,90 m, in nota W2-NB-76002 voor caissons met een dagmaat van 13,4 m en in nota W2-NB-76003 voor caissons met een dagmaat van 16,4 m.

In beide eerstgenoemde nota's betreft het caissons op staal (zie figuur 7.7. t/m figuur 7.10) en in de laatstgenoemde nota caissons op putten (zie figuur 7.11. t/m figuur 7.12.).

Bij het ontwerp van de hefschuif zijn de volgende twee varianten in materiaalkeuze in beschouwing genomen:

- uitvoering in staal;
- uitvoering in beton.

Kostenvergelijkingen hebben uitgewezen dat een betonnen schuif met het bijbehorende bewegingswerk duurder is dan een stalen schuif, waar nog bij komt dat een betonnen schuif relatief torsie stijf is en daarmee ekstra kritisch ten aanzien van ruimte in de sponning en zettingsverschillen.

In het ontwerp van de stalen schuif is van een dubbele beplating uitgegaan welke als doel heeft de kerende funktie van de schuif te scheiden van de golfopvangfunctie.

Voor beide typen geldt dat de boven- en onderaan-
slag alsmede de schuifrandvormgeving van belang zijn
voor het trillingsgedrag en dat de vorm van de be-
tonnen bovenkonstruktie speciaal van belang is in
verband met golfbelastingen.

Het onderzoek (schaal 1 : 50) heeft plaatsgevonden
in een goot van het WL, waarin een brievenbuscaisson
was ingebouwd en de schuif gemonteerd werd in een
speciaal frame, waarmee de positie van de schuif in-
gesteld kon worden en waarin de schuif tot een verti-
kaal of horizontaal bewegend massaveersysteem werd
teruggebracht.

Het onderzoek is steeds met één schuif uitgevoerd,
gemonteerd aan de zeezijde.

De beide typen (stalen en betonnen schuif) zijn bij
een overspanning van 19,90 m en hoogten van respek-
tiefelijk 8,50 m en 5,50 m onderzocht op krachten
en trillingen die optreden bij stromen, terwijl
bij het stalen schuifontwerp ook enige tijd met
regelmatige golven is gewerkt.

Bij beide schuiven zijn trillingen gekonstateerd
in zowel de eigen-frekwentie als daarbuiten.

Bij het caisson met tussenvloer trad bij hoge
vervallen een slingerverschijnsel boven- en bene-
denstrooms van de schuif op.

Dit verschijnsel werd geïnitieerd door een door
de schuifbeweging opgewekte translatiegolf, die
echter aan de bovenstroomse kant niet snel genoeg
weg kon lopen als gevolg van de hoge aanstroomsnel-
heden, waardoor zich water voor de schuif ophoopte.
Daardoor trad tijdelijk een groter debiet op waar-
mee de ekstra watermassa werd afgevoerd.

Voor de schuif zelf was het verschijnsel niet ern-
stig.

Het is echter mogelijk dat ook een koppeling gaat
optreden met naburige schuiven doch de gevolgen
daarvan zijn niet onderzocht. De gevonden trillin-

gen in de eigen-frekwentie kunnen door demping in de oplegging (wrijving) vermoedelijk worden onderdrukt.

Na verwijdering van de tussenvloer werd het hiervoor genoemde verschijnsel niet teruggevonden.

Daarvoor in de plaats werd in bepaalde omstandigheden een ernstige trilling van de schuif in een lage frekwentie waargenomen, die samenhangt met loslaatverschijnselen die bij de bovenstroomse bovenbouw optreden.

Deze trillingen werden niet voldoende onderdrukt door demping bij de opleggingen.

Een remedie kan gevonden worden in het verwijderen of eventueel wijzigen van de bovenbouw.

Trillingen in het eigen-frekwentie gebied werden met behulp van wat demping in het algemeen goed onderdrukt.

In het algemeen geldt ook dat, door het sterk fluktueren (woeling en golven) van de waterspiegel benedenstrooms van de schuiven, flinke krachten op de bovenbouw kunnen ontstaan. Dit is waargenomen zonder dat echter metingen zijn verricht.

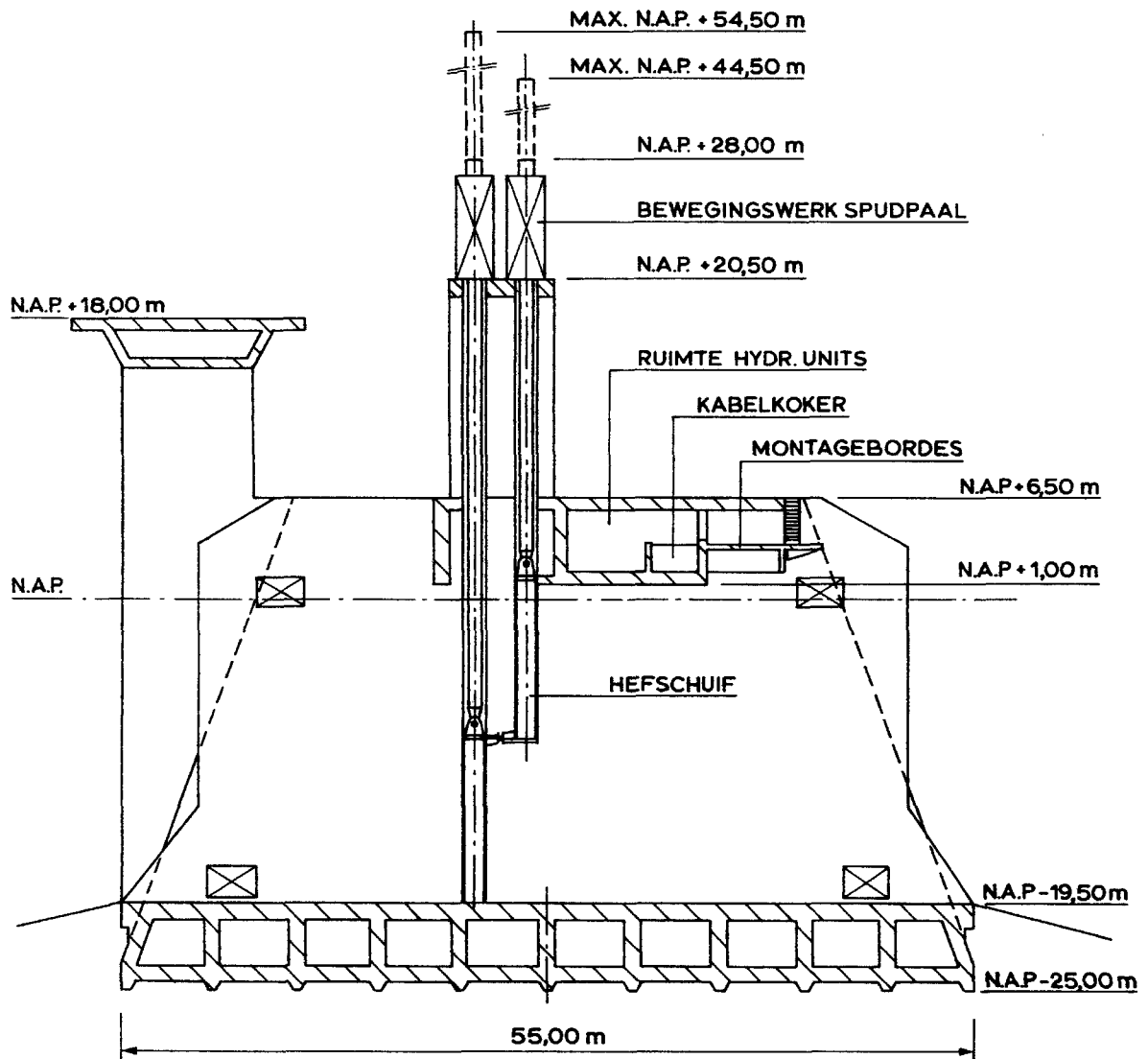
Golven werken reducerend op de trillingen die door stroming ontstaan omdat voor het ontstaan ervan gedurende een aantal perioden dezelfde kondities gehandhaafd moeten worden.

Wel ontstaat er een fluktuerende waterspiegel in de stalen schuif waardoor horizontale liggers geraakt kunnen worden.

Bovendien lijkt de kerende beplating aan de Oosterschelde-zijde in sommige gevallen horizontaal te worden belast door waterstralen, die bij golfaanval langs de onderkant en de bovenkant van de beplating aan de zeezijde doorschieten.

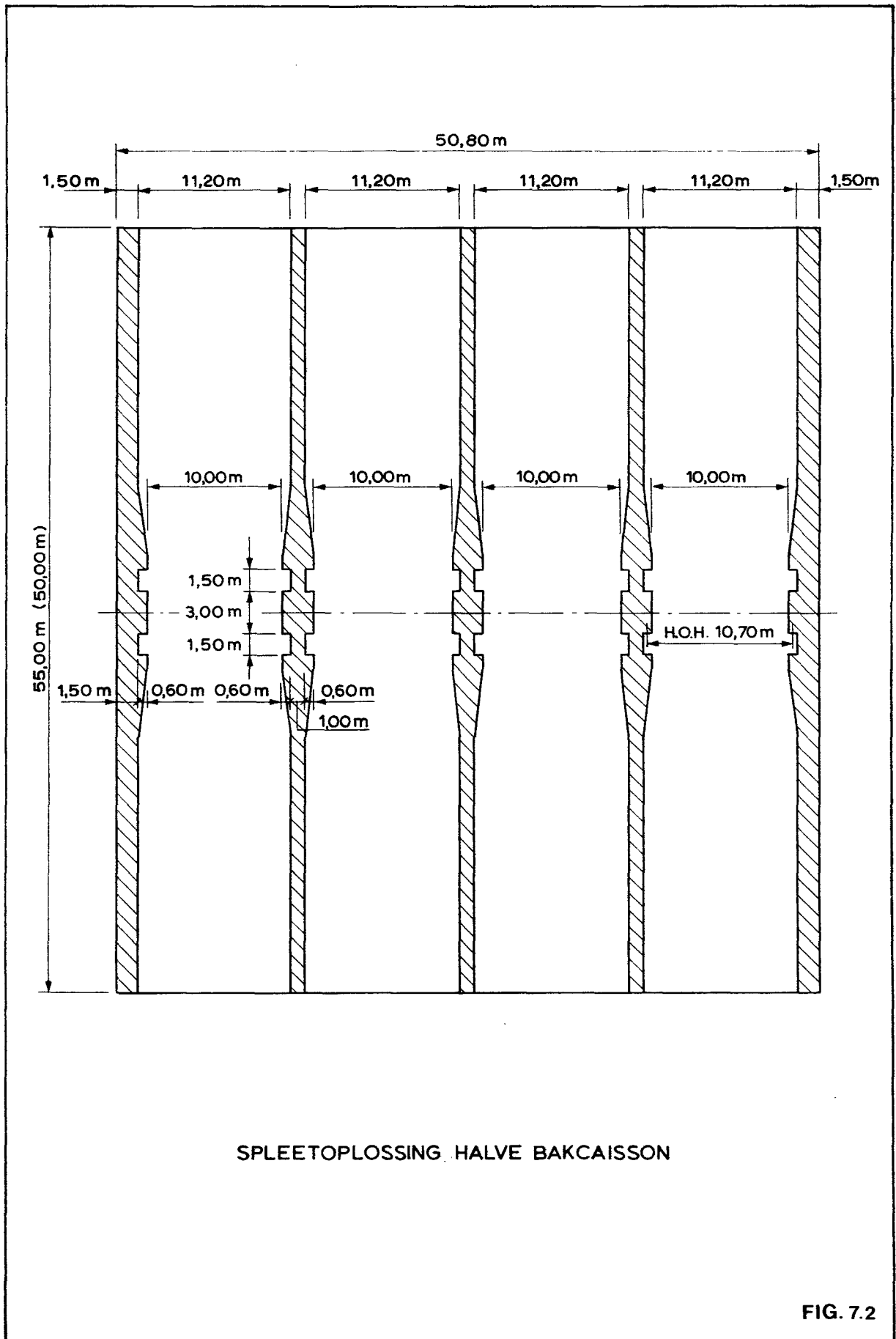
In het onderzoek van het definitieve ontwerp moet nagegaan worden hoe de hierdoor ontstane klappen gereduceerd kunnen worden.

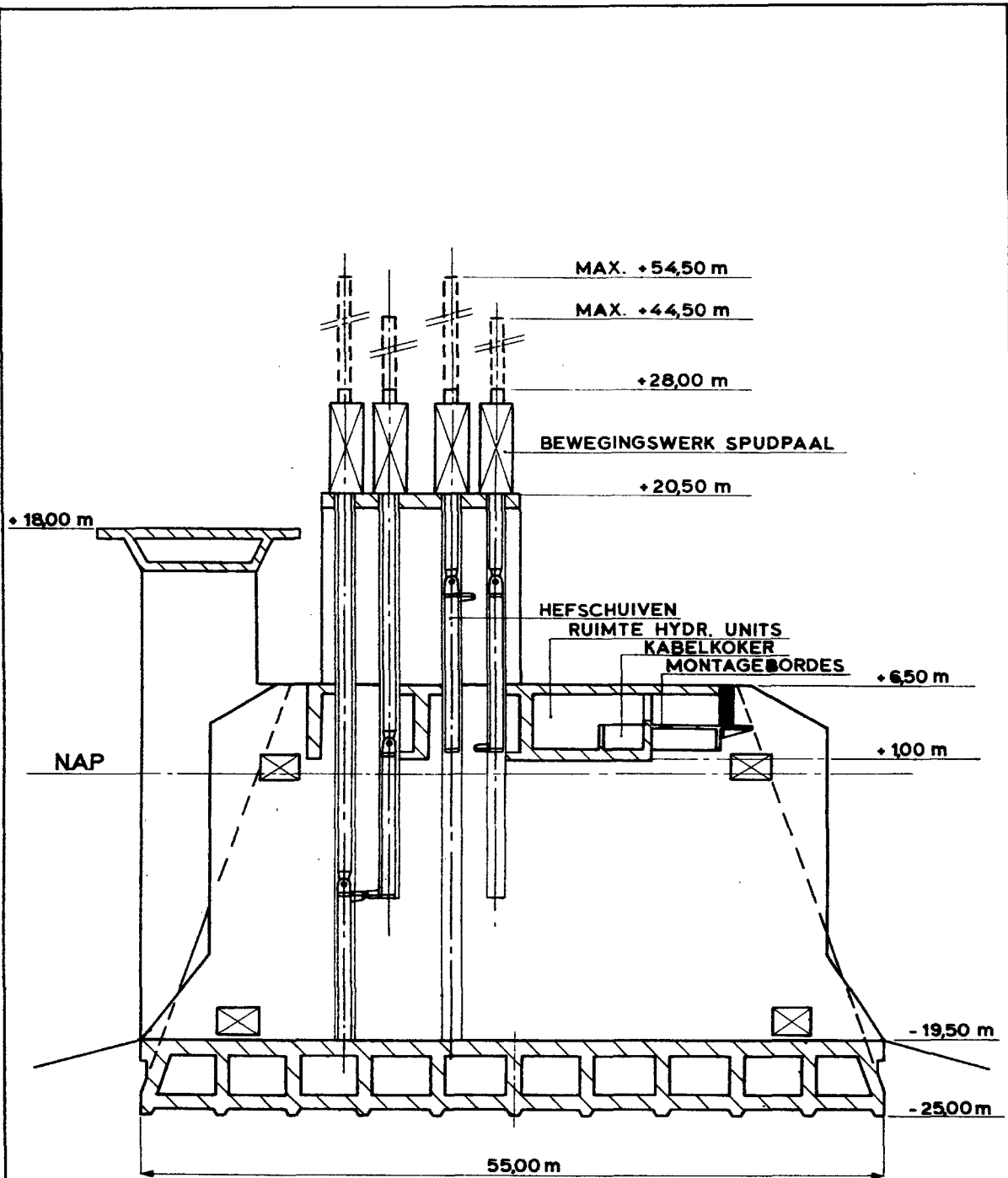
In het algemeen kan worden gesteld dat het onderzoek heeft uitgewezen dat de hefschuif een algemeen toepasbaar afsluitmiddel vormt in alle stormvloedkeringsvarianten die gedurende de studieperiode als reële mogelijkheid zijn onderzocht.



SPLEETOPLOSSING HALVE BAKCAISSON
MET ENKELE HEFSCHUIFKERING

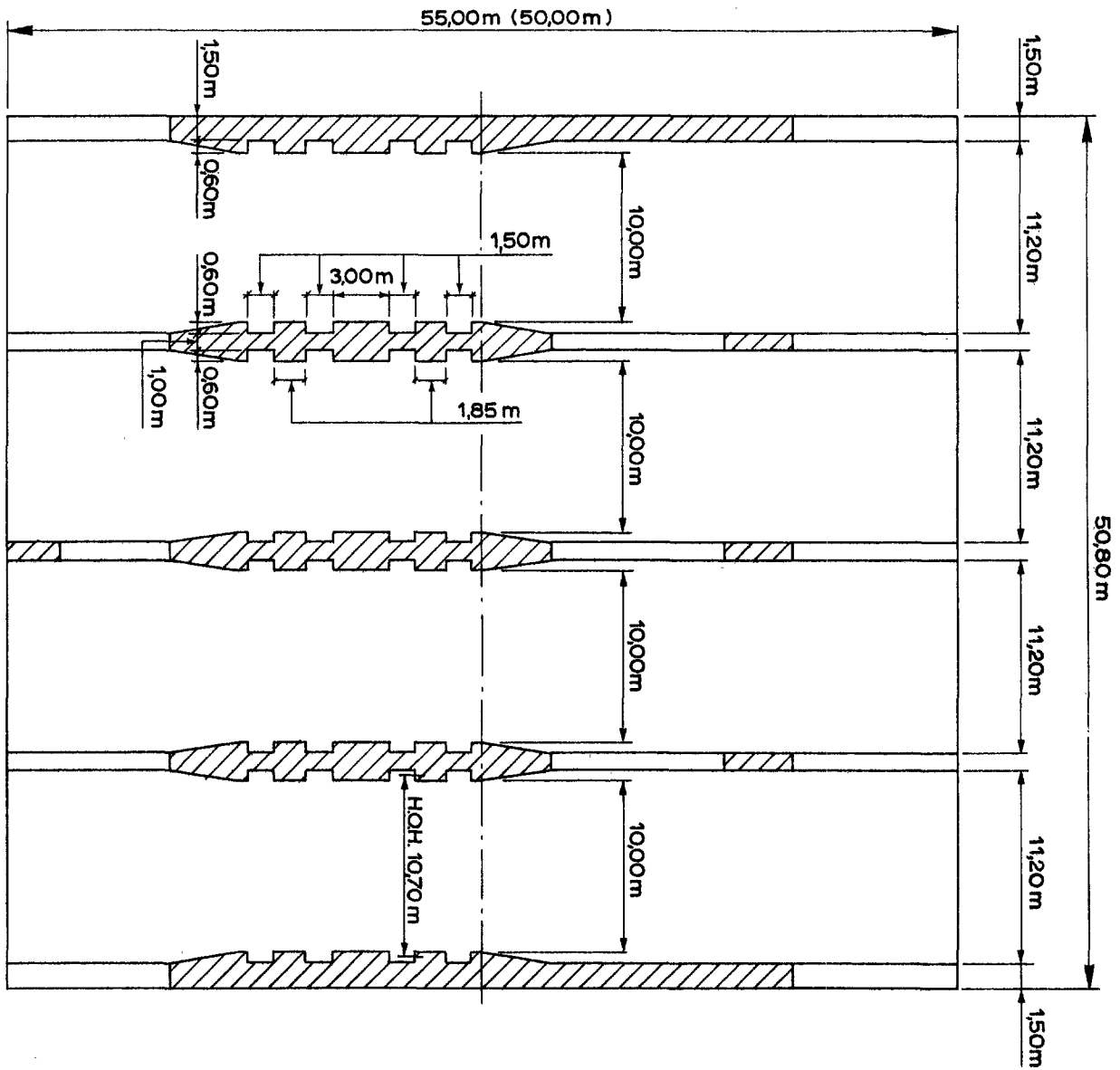
FIG. 7.1





SPLEETOPLOSSING HALVE BAKCAISSON
MET DUBBELE HEFSCHUIFKERING

FIG. 7.3



SPLEETOPLOSSING VENTURI CAISSON

FIG. 7.4

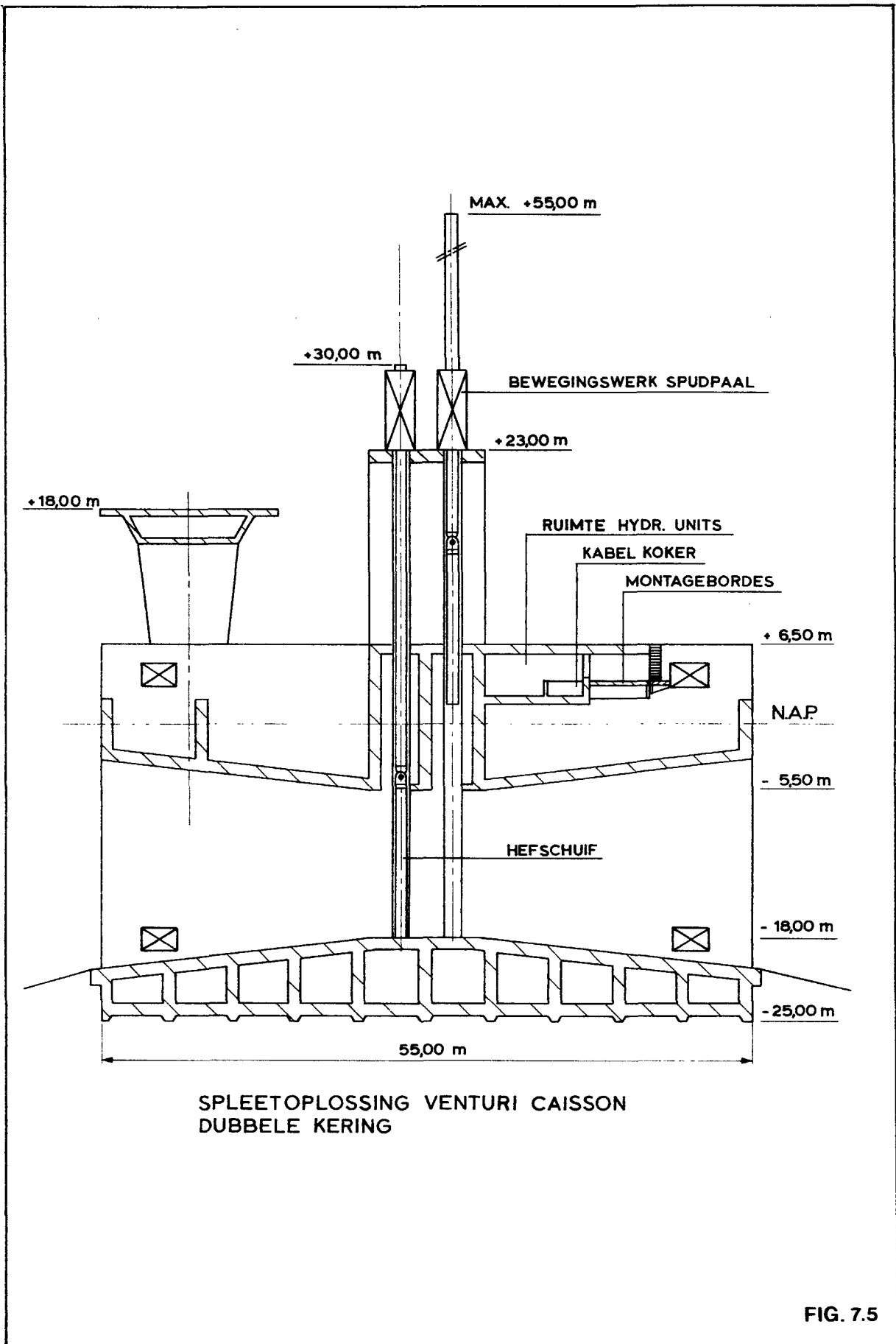


FIG. 7.5

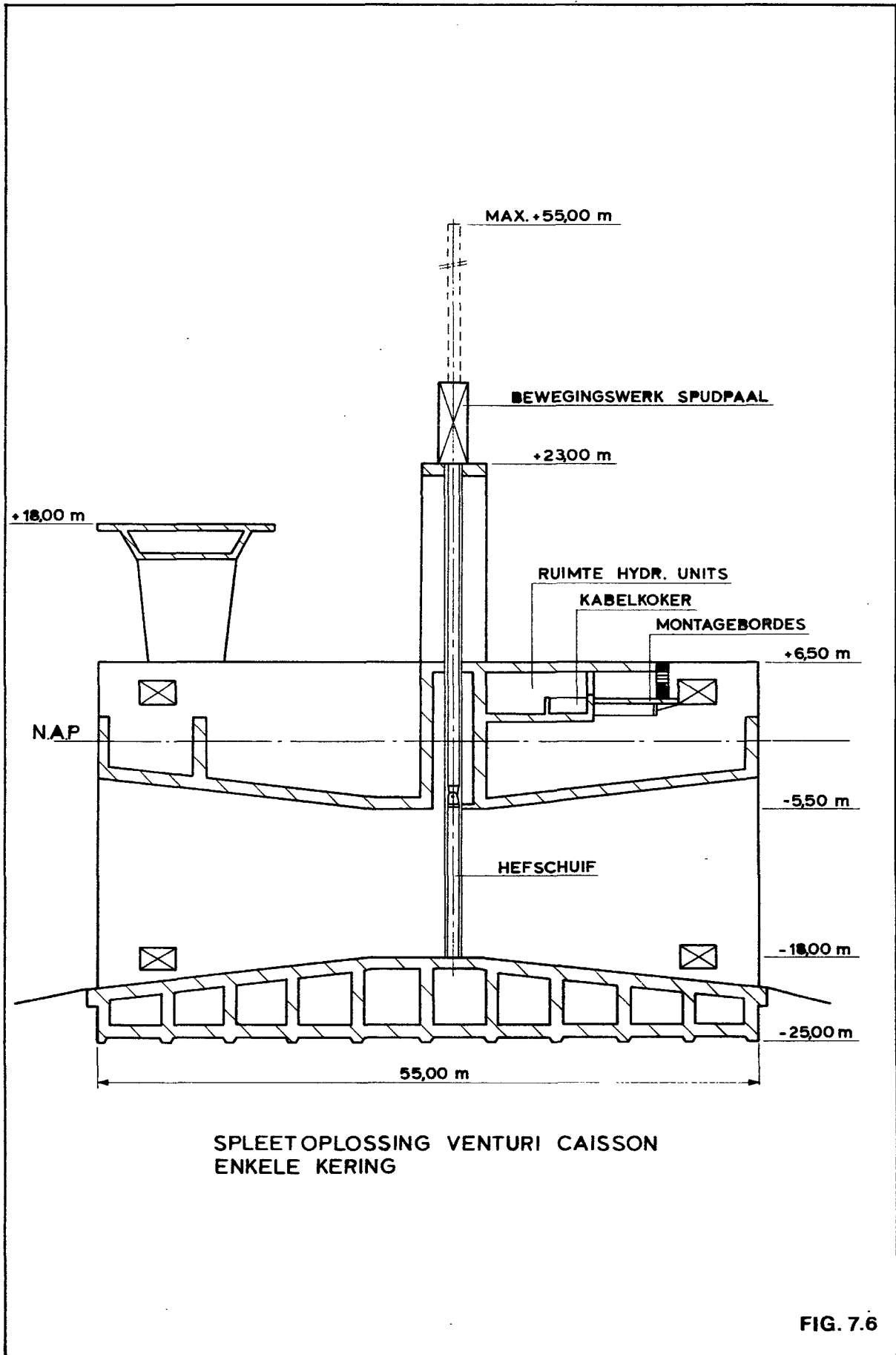


FIG. 7.6

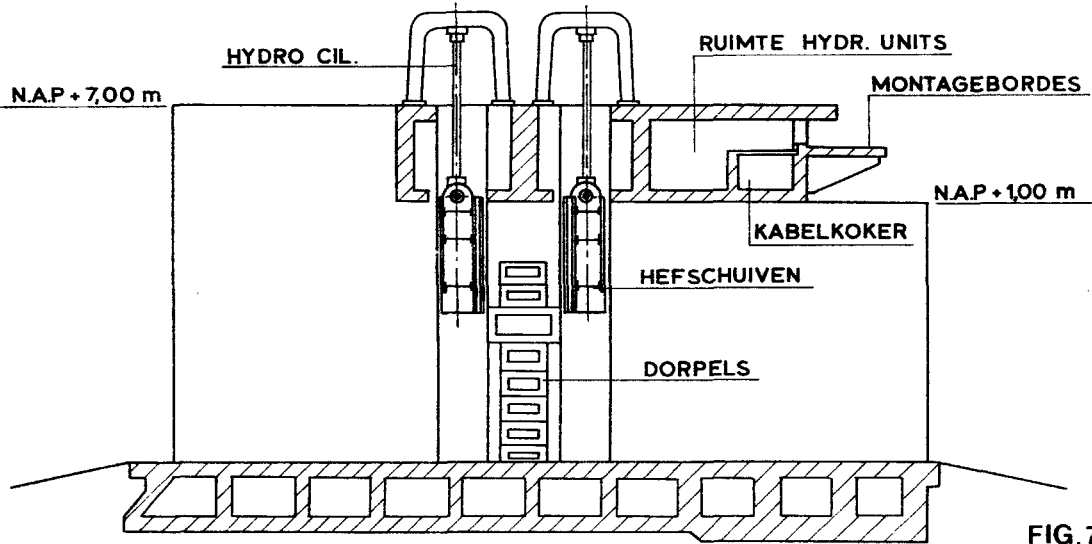
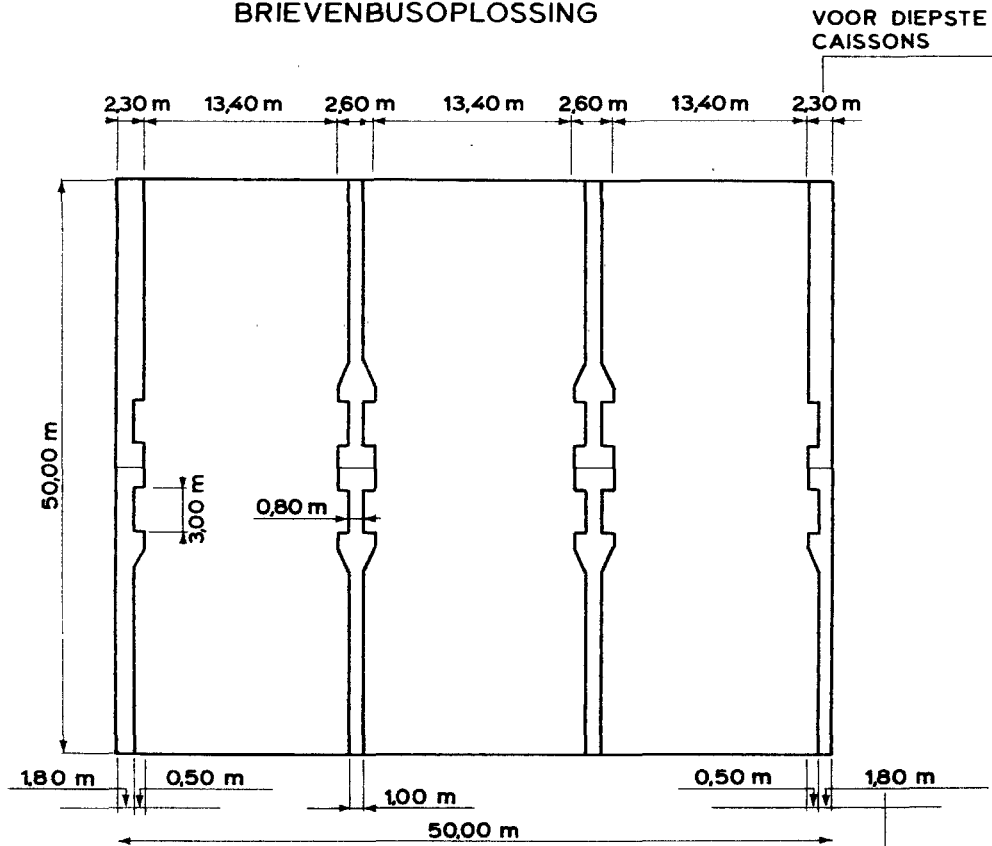


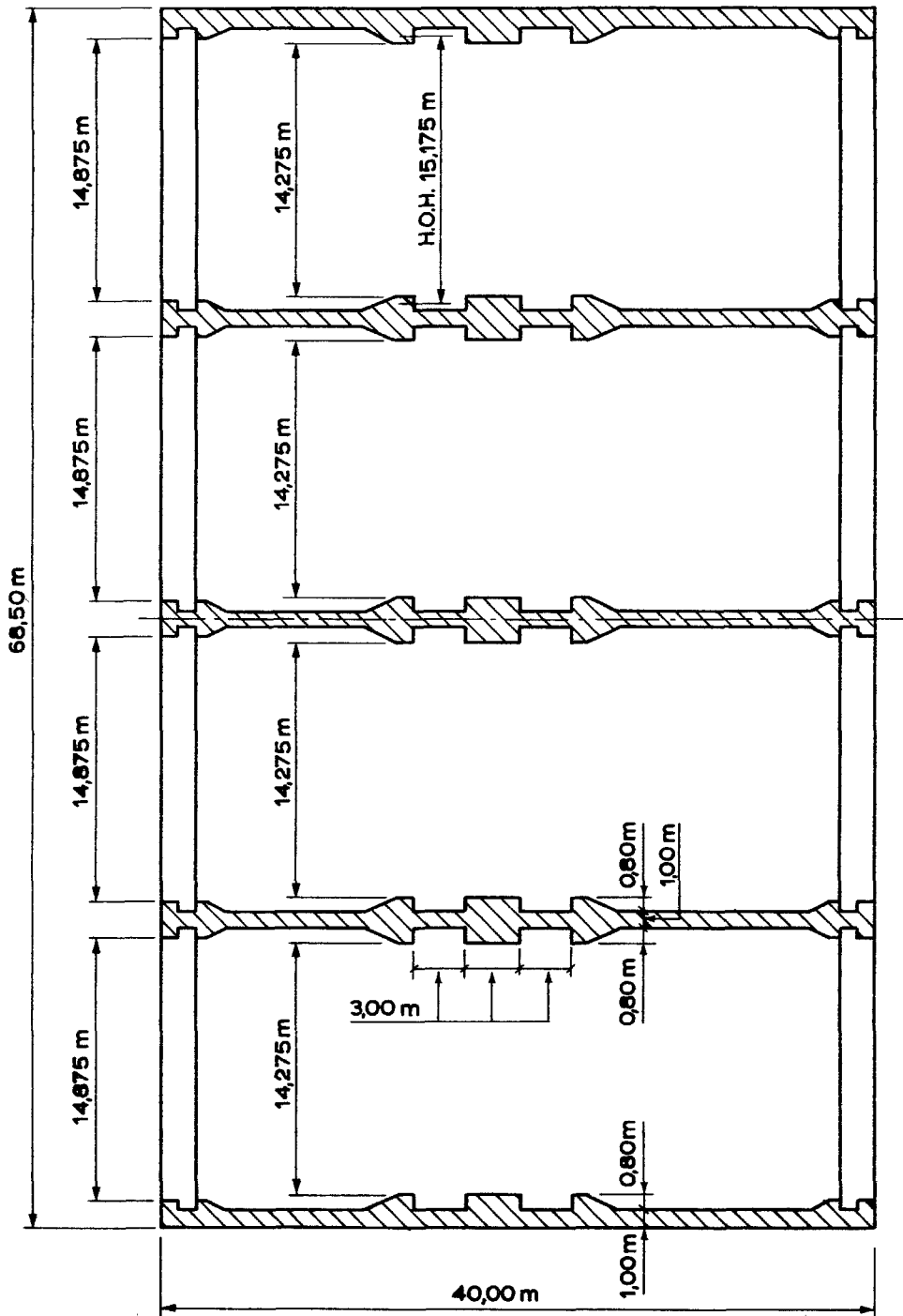
FIG. 7.7

HALVE BAKCAISSON OP STAAL
BRIEVENBUSOPLOSSING



BRIEVENBUS - CAISSON OP STAAL
DAGMAAT SCHUIVEN 13,40

FIG. 7.8



BRIEVENBUS CAISSON OP STAAL DAGMAAT 14,275 m

FIG. 7.9

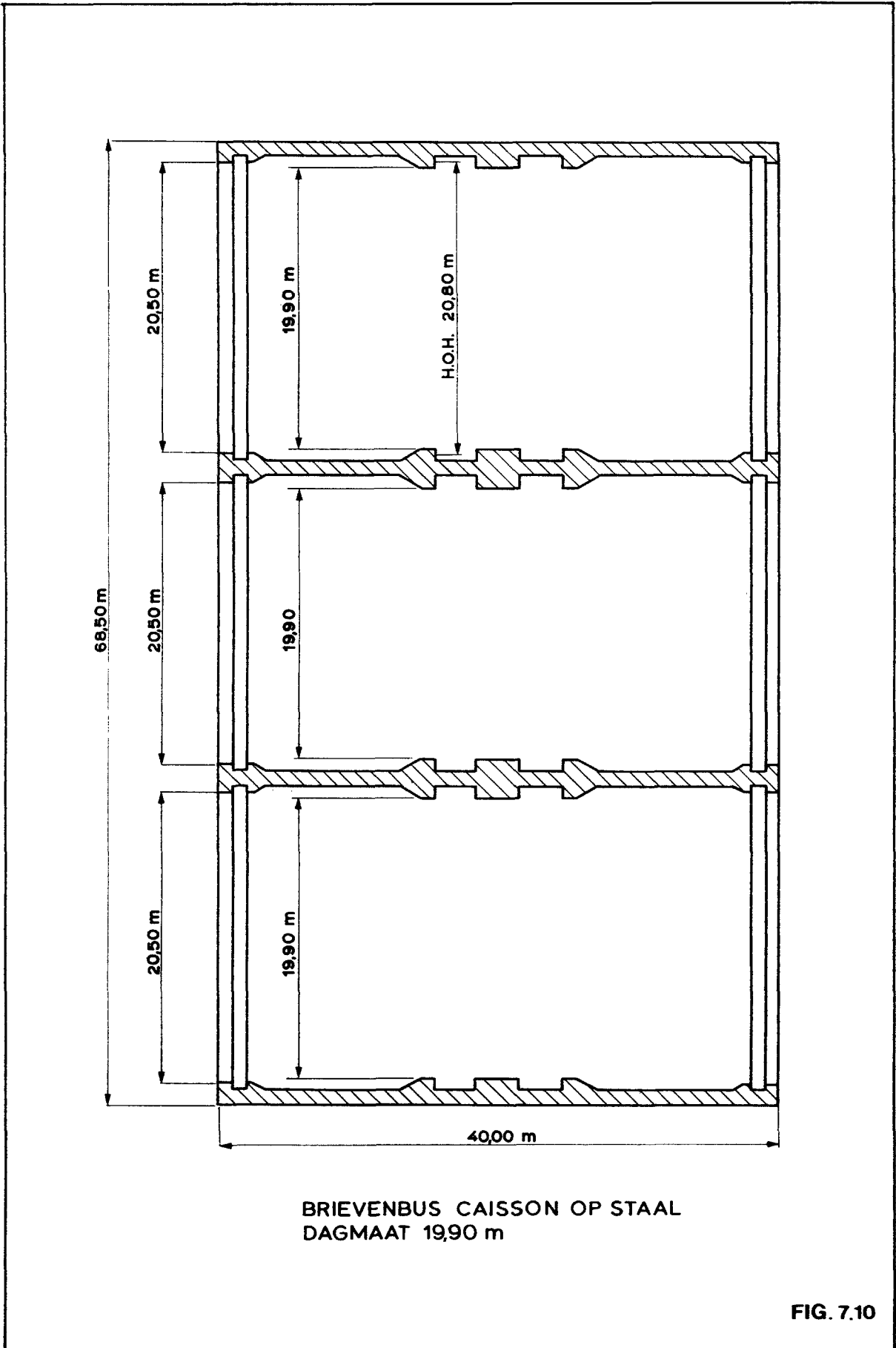
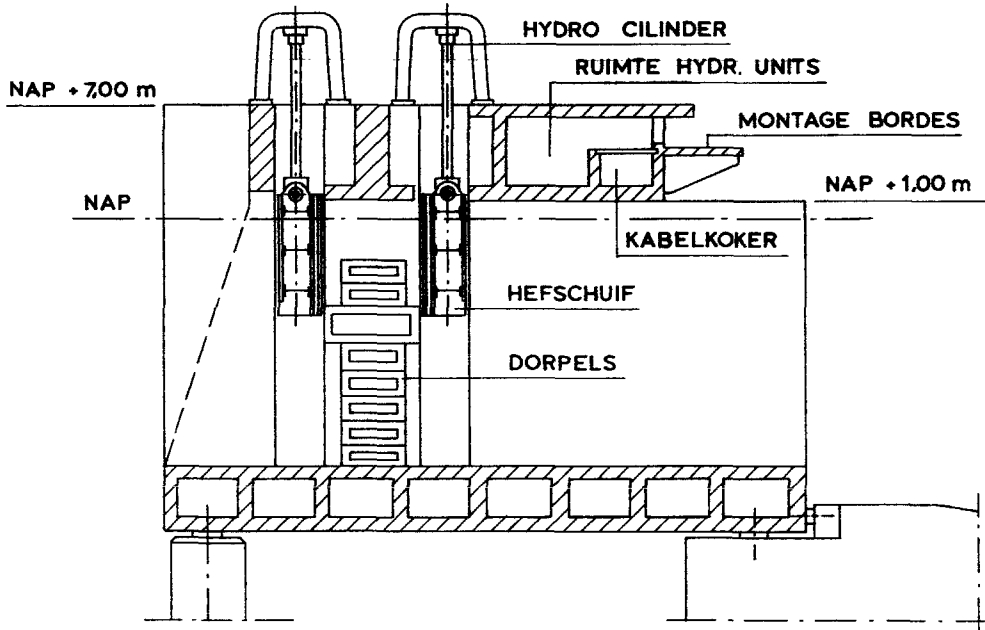
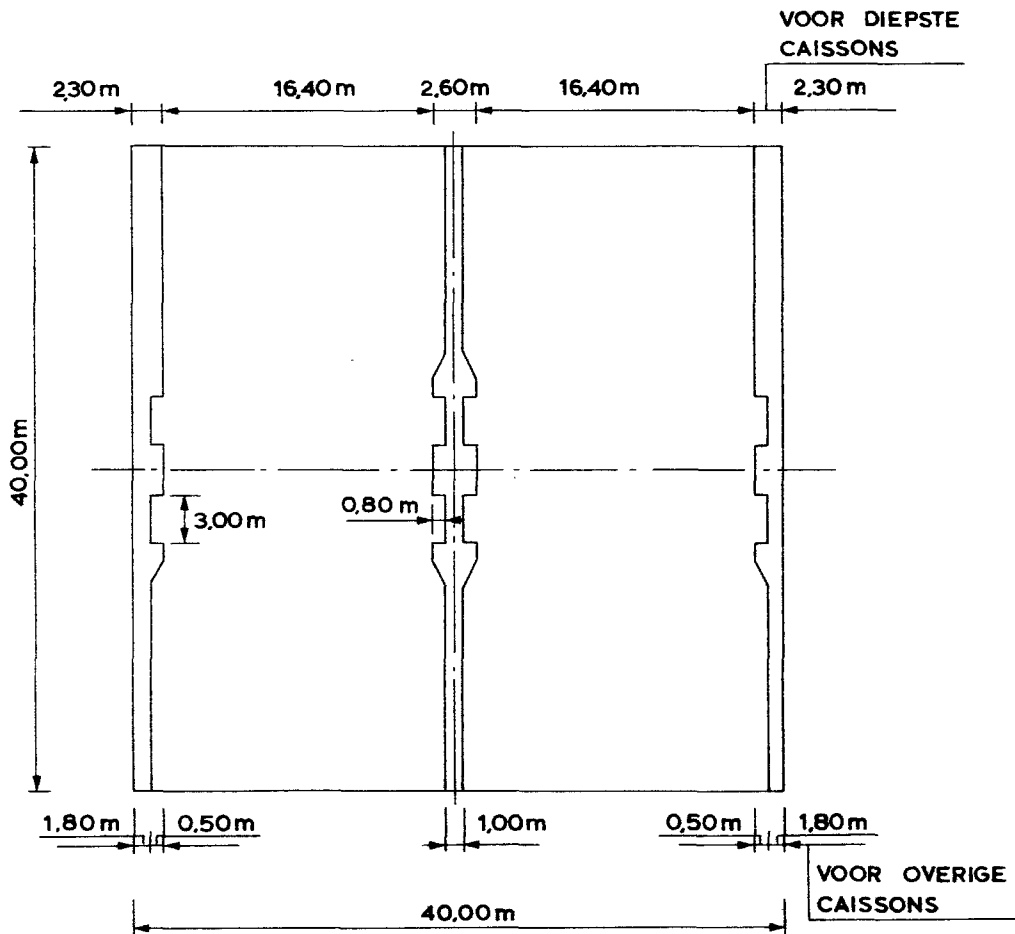


FIG. 7.10



HALVE BAKCAISSON OP PUTTEN
BRIEVENBUSOPLOSSING

FIG. 7.11



HALVE BAKCAISSON OP PUTTEN
DAGMAAT 16,40 m

FIG. 7.12

8.

OVERGANG VAN CAISSON- NAAR PIJLEROPLOSSING

De overgang van de caissonoplossing naar de pijleroplossing (zie figuur 8.1.) had consequenties zowel voor de schuiven als voor de bewegingswerken.

Voor de schuiven had deze verandering in het ontwerp een vergroting van de dagmaat tot gevolg.

In eerste instantie van 19,90 m bij de caissonoplossing naar circa 25 m bij de pijleroplossing.

Later is deze dagmaat zelfs vergroot naar circa 35 m vanwege de afmetingen van het hefschip.

Na de studieperiode is deze maat verder geoptimaliseerd met als resultaat dat nu een dagmaat van 39,50 m in het ontwerp wordt gebezigd.

Bij de grotere overspanningen van de pijleroplossing en het dientengevolge mindere aantal schuiven (80 stuks bij een dagmaat van 35 m in plaats van 144 stuks bij een dagmaat van 19,90 m) is het gewenst over goede schuifgeleidingen te beschikken - b.v. de onder 3.10. genoemde geleidingen - omdat hiermee een kleinere te overwinnen wrijvingskracht, met als gevolg lichtere cilinders, te bereiken is.

Wat de bewegingswerken betreft is bij een dagmaat van 25 m de slaglengte nauwelijks groter dan bij een dagmaat van 19,90 m; wel groter zijn de cilinder- en stangdiameters.

Bij een dagmaat van circa 35 m worden deze afmetingen nog groter hetgeen kostenverhogend werkt (zie nota W2 - N.B. - 76004).

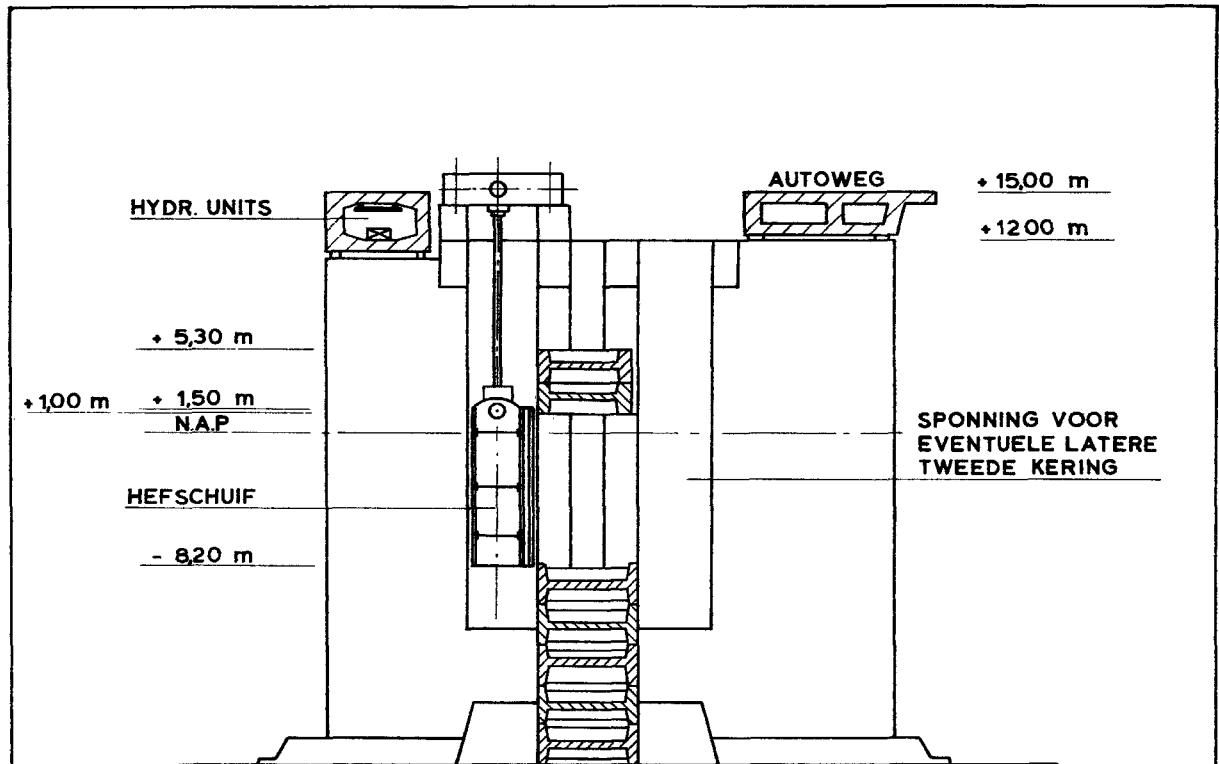
In het laatste stadium van de studieperiode werd de bovenzijde van de drempel verlaagd en meer aangepast aan de natuurlijke bodemconfiguratie waardoor de schuifhoogten toenamen (zie nota W 2 - N.B. 76061).

Wat de hydraulische aspecten betreft is er geen onderzoek verricht naar de schuiven in de pijleroplossing maar is een indikatief gebruik gemaakt van het verrichte onderzoek naar de schuiven in de caissonoplossing.

Een grote overspanning tendeert naar eigen-frekwenties die in een ongunstiger verhouding komen tot aanstoot-frekwenties terwijl vooral bij lage schuiven meer sprake is van een schotbalkvormgeving, waarbij het gebied van turbulente aanstootmechanismen in verhouding tot de schuifinhoud in ongunstige zin toeneemt.

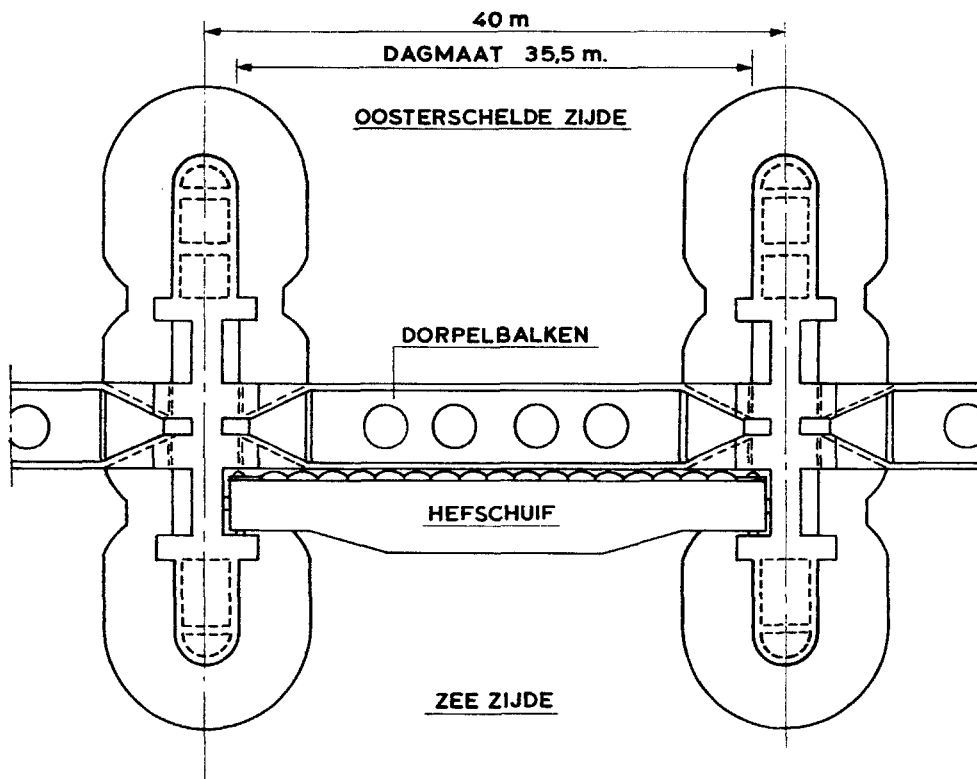
De lagere eigen-frekwenties zijn anderzijds gunstig voor het opvangen van de golfbelasting.

Een en ander leidt tot de konklusie dat dankzij het onderzoek een voorontwerp voor de schuiven voor de pijleroplossing kon worden gemaakt, waarin een aantal kritieke punten ondervangen zijn, doch dat dit ontwerp nog wel in een systematisch onderzoek moet worden getoetst en waar nodig verbeterd.



PIJLERS OP PUTTEN
VOLGENS EINDNOTA

FIG. 8.1



PIJLERS OP PUTTEN

FIG. 8.2

9. ONTWERP IN PIJLERS OP PUTTEN

9.1. BEWEGINGSMECHANISME

Hoewel in eerste instantie was besloten om alleen de oplossing te presenteren met een netto doorstroomopening van 11.500 m^2 is in een later stadium beslist dat ook de oplossing met een netto doorstroomopening van 20.000 m^2 in de ramingen diende te worden opgenomen.

Hierbij is er vanuit gegaan, dat het bewegingsmechanisme bestaande uit een hydrocilinder met lange slag dat voor de schuiven in de oplossing van 11.500 m^2 was ontwikkeld ook in een oplossing van 20.000 m^2 toepasbaar zou zijn of indien dit niet het geval zou zijn, een alternatieve oplossing de kosten van het lange slagsysteem niet zou overtreffen.

De uitvoering alsmede de werking van het lange slagsysteem, is als van elke andere hydrocilinder.

Naar gelang de behoefte wordt de olie onder druk toegevoerd aan de stangzijde of aan de zuigerzijde. Om de kniklengte te beperken en daarmee de stangafmetingen, is een cardanscharnier gedacht aan de bovenzijde van de cilinder, daar waar de zuigerstang uit de cilinder naar buiten komt.

Het cardanhuis is op de schuif bevestigd.

De cilinders zelf bevinden zich in de schuifkonstruktie.

De olie toe- en afvoer vindt plaats door de zuigerstang.

9.2. ENKELE OF DUBBELE KERING

Zoals bekend werd er uitgegaan van een enkele kering, met een sponning in de betonkonstruktie voor een mogelijke tweede kering.

Tabel 9.1. geeft weer, welke maximale slaglengten en cilinderdiameters bij enkele of dubbele kering en doorstroomopeningen van respectievelijk 11.500 m^2 en 20.000 m^2 verlangd worden.

De maximaal aan te wenden oliedruk in de hydraulische cilinder is voor het lange slagsysteem aangehouden op 15 N/mm^2 .

Gezien de onzekerheid die nog bestaat over de grootte van de zuigkracht en daarmee over de invloed hiervan op het kostenaspect is er van uitgegaan dat, waar de zuigkracht met de bewegingsrichting meewerkt (sluiten) deze niet meegerekend wordt; in omgekeerde zin (openen) wel.

Na het verkrijgen van nadere gedetailleerde gegevens omtrent de juiste grootte van de zuigkracht kan een nauwkeuriger dimensionering plaatsvinden.

Dit heeft tot gevolg, dat gezien de grote overspanning, het grote eigengewicht van de schuif en de wrijvingskracht, de trekkracht bij openen maatgevend is.

Voorbeeld: onderkant schuif gelegen op NAP - 8.20 m; oplossing met 11.500 m^2 doorstroomopening.

Sluiten schuif

- Eigen gewicht	$4410 \cdot 10^3 \text{ N} \downarrow$
- Zuigkracht niet gerekend	-
- Wrijvingskracht tengevolge van 7 meter waterkolom	$12700 \cdot 10^3 \text{ N} \uparrow$
<hr/>	
- Blijft drukken van de schuif met tenminste	$8290 \cdot 10^3 \text{ N} \downarrow$

Openen schuif

- Eigen gewicht	$4410 \cdot 10^3 \text{ N} \downarrow$
- Zuigkracht 0,2 x belaste schuifoppervlak	$2181 \cdot 10^3 \text{ N} \downarrow$
- Wrijvingskracht tengevolge van 3 meter waterkolom	$5450 \cdot 10^3 \text{ N} \downarrow$
<hr/>	
- Blijft trekken van de schuif met tenminste	$12050 \cdot 10^3 \text{ N} \uparrow$

Tabel 9.1.

11.500 m ² netto doorstroom- profiel	max. slaglengthe in m	max. cilinder/stang diameter in mm	max. olie- druk in N/mm ²
Enkele kering (schuif tot NAP + 1,50 m)	9,7	790/400	ca. 15
Tweede kering (schuif tot NAP + 5,30 m)	9,7	880/400	ca. 15
20.000 m ² netto doorstroom- profiel			
Enkele kering (schuif tot NAP + 1,50 m)	13,8	900/400	ca. 15
Tweede kering (schuif tot NAP + 5,30 m)	13,8	1020/500	ca. 15

De grootste kracht is dus nodig aan de stangzijde welke, uitgaande van een bepaalde oliedruk, maatgevend is voor de cilinderdiameter samen met de stang/cilinder verhouding.

Verlaging van de (aangenomen) randvoorwaarde van 3 meter waterkolom bij openen werkt gunstig op de cilinder-afmetingen.

Technisch gezien kan worden gesteld dat dit lange slagsysteem in de netto doorstroomopening van 11.500 m² uitvoerbaar is (zie figuur 9.1.).

Bijzondere zorg ten aanzien van de keuze van de bescherming van de zuigerstang en controle tijdens fabricage is dringend gewenst.

Uitgebreide informatie betreffende kostenaspecten en technische overwegingen is te vinden in nota W2 - N.B. - 76061.

Indien uiteindelijk aan een netto doorstroomopening van 20.000 m² de voorkeur zou worden gegeven dient er zekerheid te bestaan dat ook hiervoor een geschikt bewegingssysteem beschikbaar is.

Zeker bij een dubbele kering wordt het hydraulisch lange slagsysteem dan door 2 factoren ongunstig beïnvloed, te weten:

- de lange slag (maximaal 13,8 m);
- de grote cilinderdiameter (maximaal 1020 mm).

Door deze factoren alsmede de in hoofdstuk 2 vermelde factoren kan een ander bewegingssysteem gewenst zijn.

Hiertoe is een alternatief systeem in ontwikkeling (zie figuur 9.2.) waarvan in dit stadium nog niet voldoende gegevens ten aanzien van de kosten de bedrijfszekerheid en de uitvoerbaarheid voorhanden zijn.

Ten aanzien van de kosten wordt verwacht dat dit systeem even duur of misschien zelfs goedkoper zal uitvallen dan het hydraulisch lange slagsysteem.

Technisch gezien kan door toepassing van pallen met bijbehorende nauwkeurige schakeltijden dit systeem

gevoelig zijn en daarmee de bedrijfszekerheid ongunstig beïnvloeden.

Wat de fabrikage betreft valt dit systeem door de korte slagcilinders, ruim binnen de mogelijkheden.

9.3. SCHUIFONTWERP

9.3.1. Lange slagsysteem

De konstruktieve opbouw van de hefschuif is van een gebruikelijk type (zie figuur 9.3. en figuur 9.4.). De belasting op de kerende schaal-beplating, welke zich aan Oosterscheldezijde bevindt, wordt afgevoerd naar horizontale liggers. Het aantal van deze liggers is afhankelijk van de hoogte van de betreffende schuif. De horizontale liggers geven de belasting af aan de vertikale eindstijlen, welke op hun beurt via de geleiding, de belasting afvoeren naar de betonkonstruktie van de pijlers.

Aan de zeezijde van de schuif bevindt zich een damwandkonstruktie welke tot doel heeft de golfaanvallen op de betrokken schuif te breken en daarmee golfklappen op de horizontale liggers te voorkomen c.q. te beperken. In de horizontale liggers bevinden zich grote gaten welke dienen om water en vuil te kunnen afvoeren.

De buitenste gaten in de horizontale liggers zijn aan de bovenzijde voorzien van een bevestigingskonstruktie ten behoeve van de kardanhuizen van de schuifkonstruktie. De kerende hoogte van de schuiven is met een enkele kering in principe tot NAP + 1 m, het overige deel tot NAP + 5,30 m wordt opgenomen door de betonkonstruktie. De schuifhoogte van een eventuele tweede kering is gedacht tot NAP 5,30 m.

De hoogte van de schuiven is afgestemd op het sluitgatprofiel.

9.3.2. Pallensysteem

De konstruktieve opbouw is in hoofdlijnen gelijk aan hetgeen beschreven is onder 9.3.1.

De zijstijlen zijn echter anders uitgevoerd.

Het pallensysteem vraagt namelijk over de totale slaghoogte gaten aan beide zijden van de schuifwandkonstruktie, waarmee de schuif door middel van het bewegingssysteem bewogen kan worden.

Deze versterkte gaten dienen nauwkeurig op gelijke afstanden van elkaar in de schuifwandkonstruktie te worden aangebracht.

Verwacht wordt dat de kosten van fabrikage van dit schuiftype hoger zullen zijn dan van het onder 9.3.1. genoemde schuiftype. Daarentegen worden de kosten van het bewegingssysteem gelijk of goedkoper verondersteld.

9.4. ENERGIE VOORZIENING

9.4.1. Elektrisch

Om ten alle tijde verzekerd te zijn van elektrische energie voor het bewegen van de hefschuiven is er van uitgegaan dat elk bewegingssysteem van een schuif gevoed wordt door een aparte generator, welke aangedreven wordt door een dieselmotor.

De bediening van de dieselgeneratoren zal centraal geschieden vanuit een bedieningsgebouw.

Om bij het onklaar raken van een generator-installatie toch verzekerd te zijn van elektrische energie is het mogelijk, energie van een naast liggende installatie af te takken waardoor de betrokken schuif toch kan bewegen.

De installatie kan in de zogenaamde verkeerskoker worden geïnstalleerd. Hiertoe zullen de nodige voor-

zienen dienen te worden aangebracht zoals luchttoevoer en- afvoer, dagtanks, enz.

Onder andere ten behoeve van de voor het complex noodzakelijke verlichting, zoals in het bedieningsgebouw en in de verkeerskokers, wordt gedacht aan twee generator-diesel aggregaten.

Deze kunnen worden opgesteld in of bij het centraal bedieningsgebouw.

9.4.2. Hydraulisch

Gedacht wordt aan een hydraulisch aandrijfsysteem, welke de bewegingsinrichtingen aan beide zijden van de schuif voedt.

Dit systeem bestaat uit een olietank waarop een axiaal plunjerpomp wordt opgesteld, aangedreven door een elektromotor.

Voorts zal de noodzakelijke hydraulische apparatuur worden aangebracht, teneinde het geheel goed te kunnen laten functioneren.

Elk hydraulisch systeem zal kunnen worden gekoppeld met een naastliggend systeem zodat, samen met de onder 9.4.1. genoemde elektrische koppelbaarheid, de kans op een storing in de energie-voorziening tot een minimum beperkt blijft.

Men kan nog overwegen om het hydraulisch aandrijfsysteem in twee delen te splitsen met elk een kleinere capaciteit, waarmee de kans dat door een defect aan de hydraulische aandrijfbron, de schuiven niet kunnen bewegen erg klein wordt.

9.5. MONTAGE EN DEMONTAGE

Een-definitieve uitspraak ten aanzien van hoe en waar de diverse onderdelen zullen worden aangevoerd

was in het stadium van het onderzoek niet goed mogelijk. Wel is van een bepaalde gedachte over aanvoer en opslag uitgegaan om tot een kostenraming te kunnen komen (zie nota W2 - NB - 75061). Maar de in deze nota voorgestelde wijze van aanvoer werd reeds kort daarna weer verlaten.

Later is de gedachte ontwikkeld om de komplette schuiven met pontons aan te voeren. De aanvoer zou kunnen geschieden naar twee plaatsen in de dam tussen de pijlers in.

De dagmaat tussen enkele pijlers is vergroot om deze handeling mogelijk te maken.

De zich op de stormvloedkering bevindende loopkranen hijsen de schuiven van de pontons, waarna deze worden opgeslagen of worden getransporteerd naar de plaats van bestemming. De uiteindelijke wijze van monteren van alle onderdelen wordt bepaald door de tijd welke voor de montage van de schuiven en bewegingssystemen beschikbaar is.

Deze kan pas in een definitiever stadium exakter worden vastgesteld. De montage van grote onderdelen zal met behulp van portaalkranen plaatsvinden. De hiervoor noodzakelijke lengte aan railbanen is aanwezig.

In de verkeerskoker is een doorlopende gang gedacht waarin een voertuig bijvoorbeeld een auto zich verplaatsen kan, waarmee elk onderdeel, indien nodig, snel bereikt en verwisseld kan worden.

9.6.

ONDERHOUDSASPEKTEN

Bij het opstellen van deze aspecten is uitgegaan van de cyklostijden bij andere grote werken, zoals de Spuisluis in het Haringvliet, en van de cyklostijden die door ter zake kundigen op dit gebied werden aangeraden.

De beschouwde aspecten zijn uitgebreid weergegeven in nota W2 - NB - 75061.

De situering van de verkeerskoker is zodanig dat deze ook onder stormvloed omstandigheden bereikbaar blijft. De verkeerskoker is aan de Oosterschelde-zijde van de stormvloedkering gedacht.

De onderhoudsgebouwen zijn op het damvak tussen de Schaar van Roggenplaat en de Roompot gesitueerd. Vanaf de onderhoudsgebouwen leiden wegen in noordelijke en zuidelijke richting naar de verkeerskoker waardoor een snelle bereikbaarheid van de bewegingswerken met het nodige onderhoudsmaterieel en materiaal gewaarborgd is.

9.7. OORZAKEN EN KANS VAN WEIGEREN

9.7.1. Oorzaken van weigeren

De oorzaak van weigeren kan een gevolg zijn van:

- storing in het bewegend deel;
- storing in het voedend deel.

9.7.1.1. Storing in het bewegend deel

Dit aspect is weer onder te verdelen in:

- storing in de bewegingsvrijheid van de schuif in de sponning, onder andere als een gevolg van te grote zetting van de pijlerkonstruktie, een aanvaring of aangroei;
- storing in de bewegingsvrijheid van het bewegingsstelsel, onder andere als gevolg van het lekragen van een pakking waardoor de opbouw van de oliedruk niet meer in voldoende mate mogelijk is.

9.7.1.2. Storing in het voedend deel

Dit aspect is onder te verdelen in:

- storing in het geven van het startkommando aan een of meer generator-dieselininstallaties;

- storing in een of meer generator-dieselininstallaties zelf;
- storing in de spanningsoverdracht naar de hydraulische units;
- storing in het hydraulische systeem welke de cilinders van olie en druk voorzien.

9.7.2. Kans op weigeren

Van het bewegend deel kan worden gesteld dat bij goed preventief onderhoud en intensieve periodieke controle de kans op weigeren uiterst klein is.

Het voedend deel is kritischer door het grote aantal storinggevoelige onderdelen. Maar door de mogelijkheid om generator-dieselininstallaties en hydraulische units onderling te koppelen is ook hierbij de kans op weigeren zeer gering.

De bedrijfszekerheid van elektrische schakelingen kan door het dubbel uitvoeren van deze schakelingen aanzienlijk worden vergroot.

Voorts is een zo eenvoudig mogelijke uitvoering van het gehele systeem, alsmede het zorgdragen dat alle onderdelen tijdig worden vervangen, van groot belang voor het functioneren van het geheel.

Een uitgebreide uiteenzetting hieromtrent is te vinden in de nota "Risicoanalyse".

9.8. STANDMELDING EN SCHEEFSTAND SIGNALERING

Teneinde in het centraal bedieningsgebouw voortdurend een beeld te hebben van de stand van elke schuif ten opzichte van het NAP is een standmeldingsinstallatie aanwezig bij elke schuif.

Wanneer de schuif tijdens het bewegen door welke oorzaak dan ook scheef gaat wordt dit na het overschrijden van een toegestaan maximum, automatisch gekorrigeerd.

9.9. BEDIENINGSASPEKTEN

Alle belangrijke handelingen dienen vanuit het centraal bedieningsgebouw te kunnen worden uitgevoerd.

In de perioden dat de stormvloedkering niet als zodanig in gebruik is dient periodiek, een of meerdere keren per maand, elke schuif bewogen te worden om op deze wijze voortdurend verzekerd te zijn van een optimaal funktionerend systeem. Het grote aantal schuiven laat toe dat tijdens het sluiten van het geheel de hoogtestand van elke schuif afzonderlijk kan worden beïnvloed en daarmee de vorm van het totaal afsluitend profiel in deze fase.

Hierdoor is het sluiten met een van tevoren geprogrammeerde vorm van de gehele doorstroomopening mogelijk.

De toekomstige beheerder dient volkomen op de hoogte te worden gesteld van de mogelijkheden van het systeem alsmede van de criteria voor het sluiten en openen van de schuiven.

9.10. RELATIE DORPEL EN SCHUIF

Ten aanzien van de volgorde van de montagehandelingen is het belangrijk waar de dorpels worden gesitueerd ofwel onder ofwel naast de schuiven. De voorkeur gaat uit om de schuiven naast de dorpels te situeren omdat hierdoor het tijdstip van montage van de dorpels losgekoppeld wordt van het tijdstip van montage van de schuiven. In dat geval is een langere montagetijd voor de schuiven beschikbaar.

Een gevolg van deze werkwijze is dat de schuif dan voor de dorpel komt te hangen waardoor een spleet tussen de schuif en de dorpel ontstaat.

Hydraulisch zal worden gezien of dit problemen geeft en hoe deze opgelost kunnen worden. Bij voldoende kraankapaciteit is er minder reden om de tijdstippen van montage van de dorpels en de schuiven los te koppelen en zouden de dorpels ook onder de schuiven kunnen worden aangebracht. In dit geval is er een vrij dichte aansluiting tussen dorpel en schuif te realiseren. Bij toepassing van het intermitterend pallen-systeem als bewegingswerk kan het noodzakelijk zijn dat door de langere montage- en installatietijden van dit systeem de bewegingswerken reeds vóór het aanbrengen van de schuiven moeten worden aangebracht.

9.11. GEVOLGEN VERGROTING DOORSTROOMPROFIEL

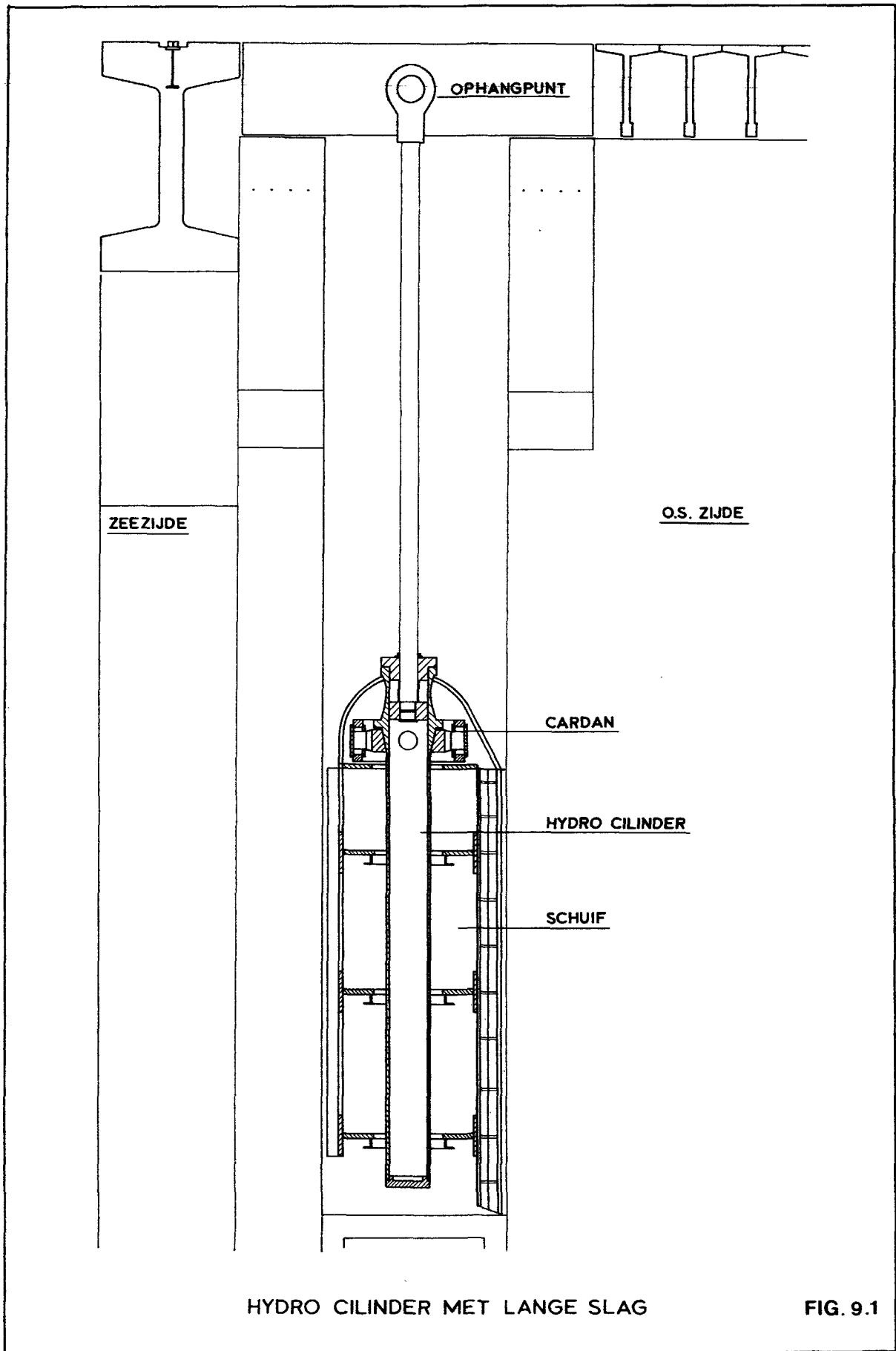
Onder een vergroting van het doorstroomprofiel wordt verstaan elke wijziging in de diepteligging van de onderdorpel bij een gelijkblijven van de breedte van het doorstroomprofiel.

Het doorstroomprofiel kan hiermee tussen 11.500 m^2 en 20.000 m^2 worden gevarieerd.

Een vergroting van diepteligging van de onderdorpels heeft als gevolg voor het afsluitmiddel en het bewegingssysteem:

- een vergroting van het schuifoppervlak;
- een vergroting van de slaglengte.

Een vergroting van het schuifoppervlak resulteert in grotere belastingen op de schuif tijdens het bewegen en als gevolg daarvan grotere cilinderdiameters (zie hoofdstuk 2.2.).



HYDRO CILINDER MET LANGE SLAG

FIG. 9.1

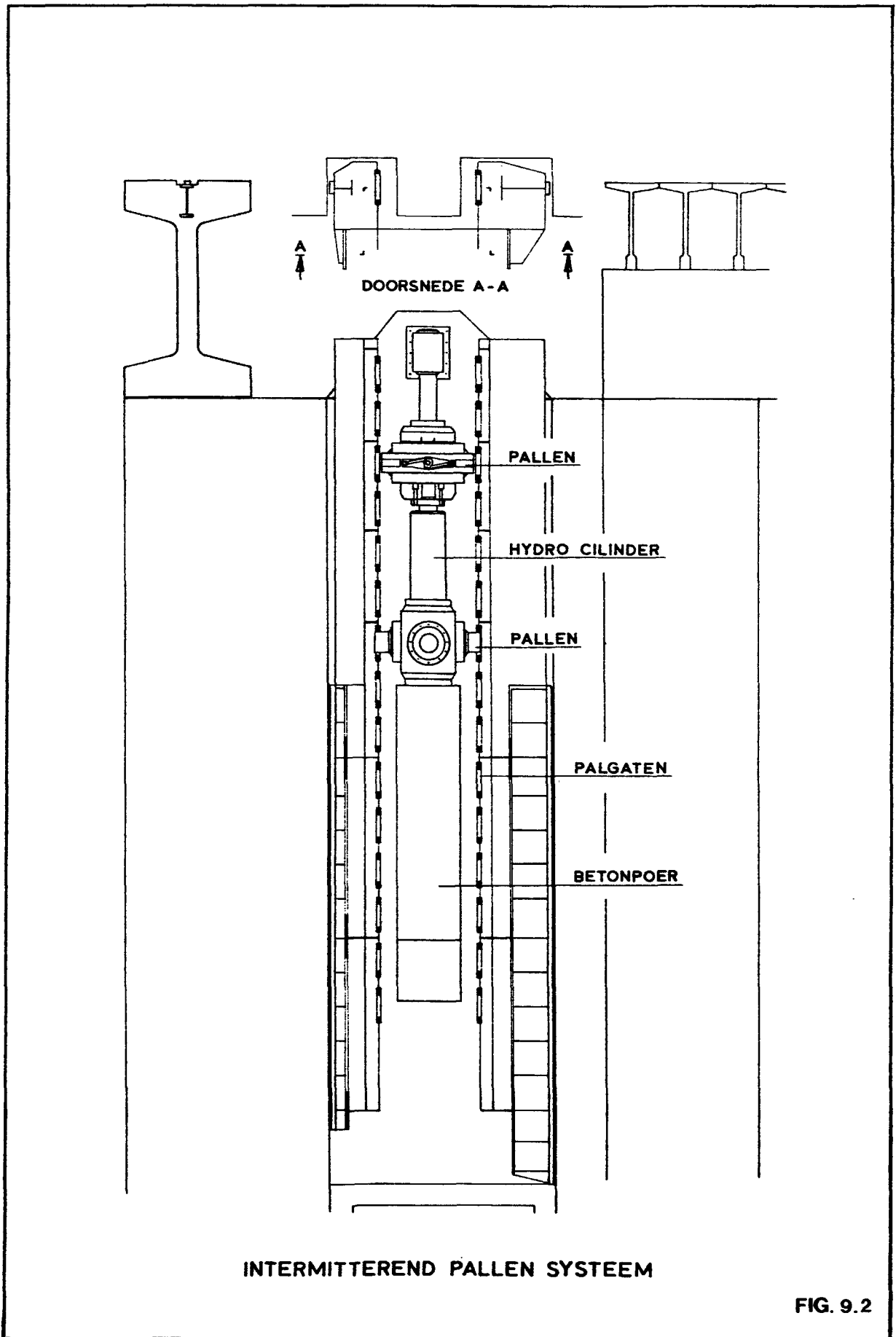
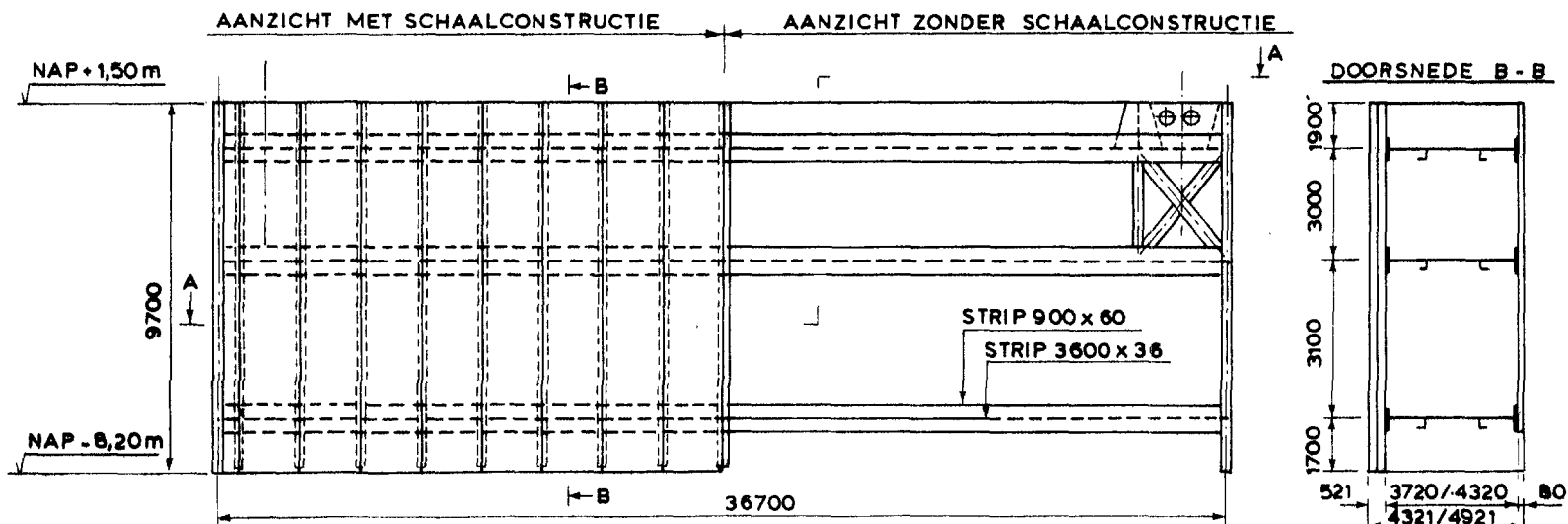
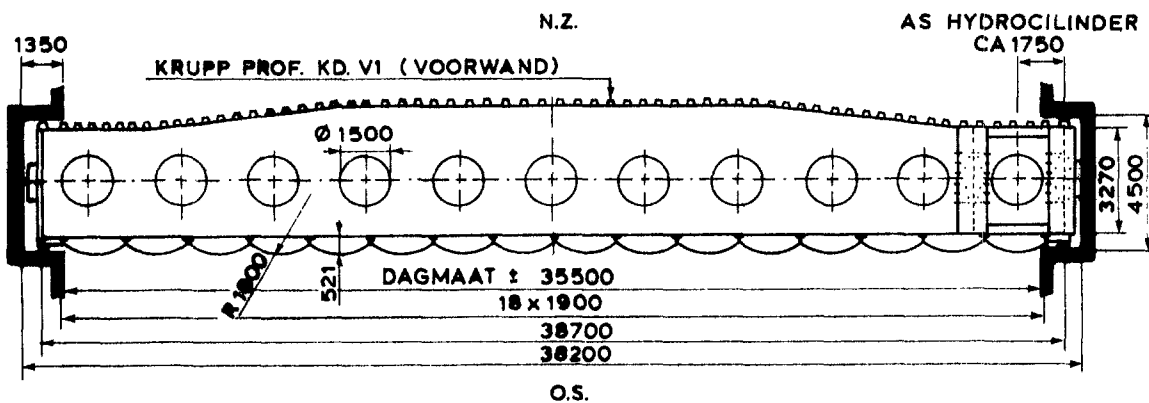


FIG. 9.2

VOORAANZICHT (SCHAAL 1:200)



DOORSNEDE A - A

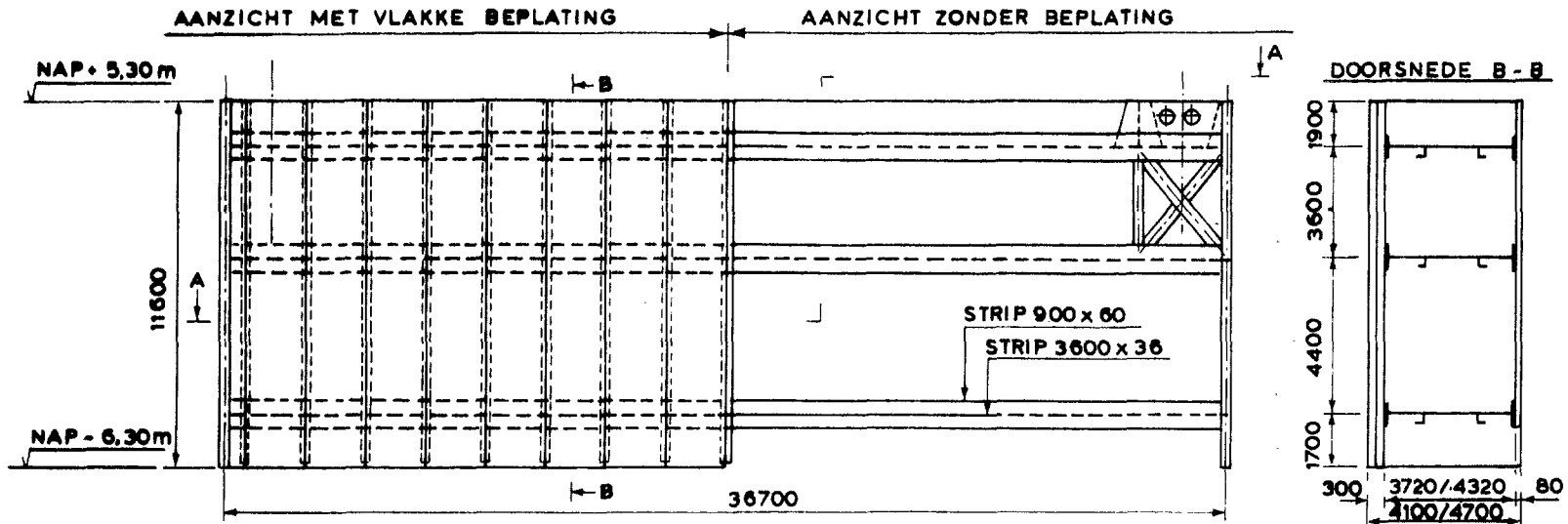


PRINCIPE GESLOTEN
BEPLATING O.S. ZIJDE

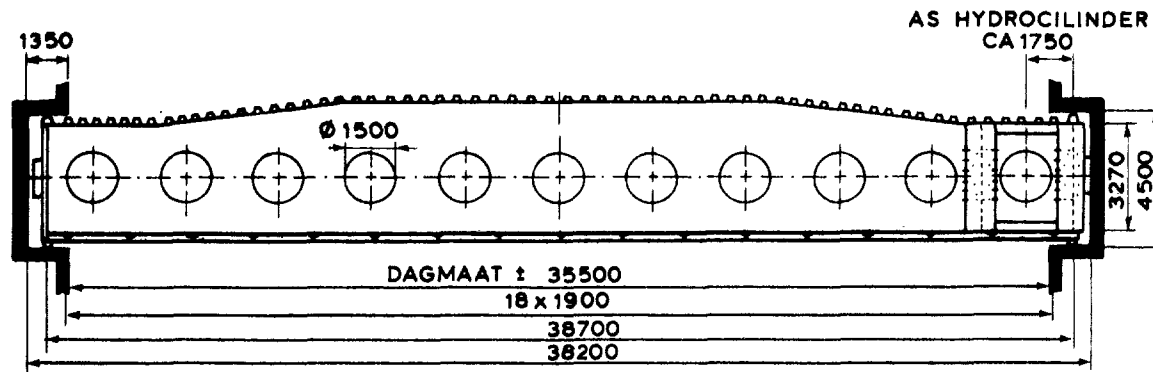
HEFSCHUIF (LAGE SCHUIF)

FIG. 9.3

VOORAANZICHT (SCHAAL 1:200)



DOORSNEDE A - A



PRINCIPE GESLOTEN
BEPLATING O.S. ZIJDE

HEFSCHUIF (HOGE SCHUIF)

FIG. 9.4

10.

ONTWIKKELINGEN NA AFSLUITING STUDIEPERIODE

Nader onderzoek dient te worden gepleegd naar mogelijke kostenbesparingen in de konstruktie om met het beschikbare budget een maximaal doorstroomprofiel te verkrijgen.

Hiertoe dient nader onderzoek plaats te vinden naar:

- de invloed van weersinvloeden op het trillingsgedrag van de schuif;
- de geometrie van de schuif o.a. wat betreft de plaats van de kerende beplating en de vorm van de onderzijde;
- een schade-onderzoek in de 20.000 m² oplossing.

11.

LITERATUUR

De volgende nota's en rapporten zijn verschenen:

a) Van het Waterloopkundig Laboratorium:

- betreffende het roosterschuiwonderzoek de rapporten nr's M 1327, M 1338 en R 1068;
- betreffende het tolklewonderzoek de rapporten nr's M 1354 en M 1373;
- betreffende het hefschuiwonderzoek rapport nr. M 1377.

b) Van de directie Bruggen:

- Nota nr. W2 - NB - 75033 A.
Overzicht stand van zaken maart 1975 + conclusies;
- Nota nr. W2 - NB - 75074 (deel I en deel II).
Kostenraming 2^e periode, diverse bewegingswerken en afsluitmiddelen in de oplossing caissons gefundeerd op staal (dagmaat ca. 10 m);
- Nota nr. W2 - NB - 75141.
Kostenraming 3^e periode, hefschuiven in brievenbusoplossing in:
 - a) dagmaat 14.275 m in halve bak oplossing;
 - b) dagmaat 19.90 m in halve bak oplossing.Caissons gefundeerd op staal.
- Nota nr. W2 - NB - 75166.
Kostenraming 3^e periode, hefschuiven in spleetoplossing dagmaat 10 m in halve bak en venturicaisson gefundeerd op staal.
- Nota nr. W2 - NB - 76002.
Kostenraming 4^e periode, hefschuiven in caissons gefundeerd op staal.
- Nota nr. W2 - NB - 76003.
Kostenraming 4^e periode, hefschuiven in caissons gefundeerd op samengestelde palen.

- Nota nr. W2 - NB - 76004.
Kostenraming 4^e periode, hefschuiven in pijlers
gefundeerd op putten.
- Nota nr. W2 - NB - 76061.
Kostenraming 5^e periode, hefschuiven in pijlers
gefundeerd op putten.
- Nota Risico analyse.