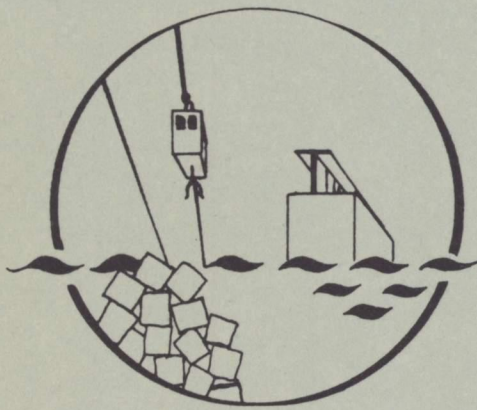


DI: 205475

INTERIM - NOTA

SLUITINGSMIDDELEN

PHILIPS - EN OESTERDAM



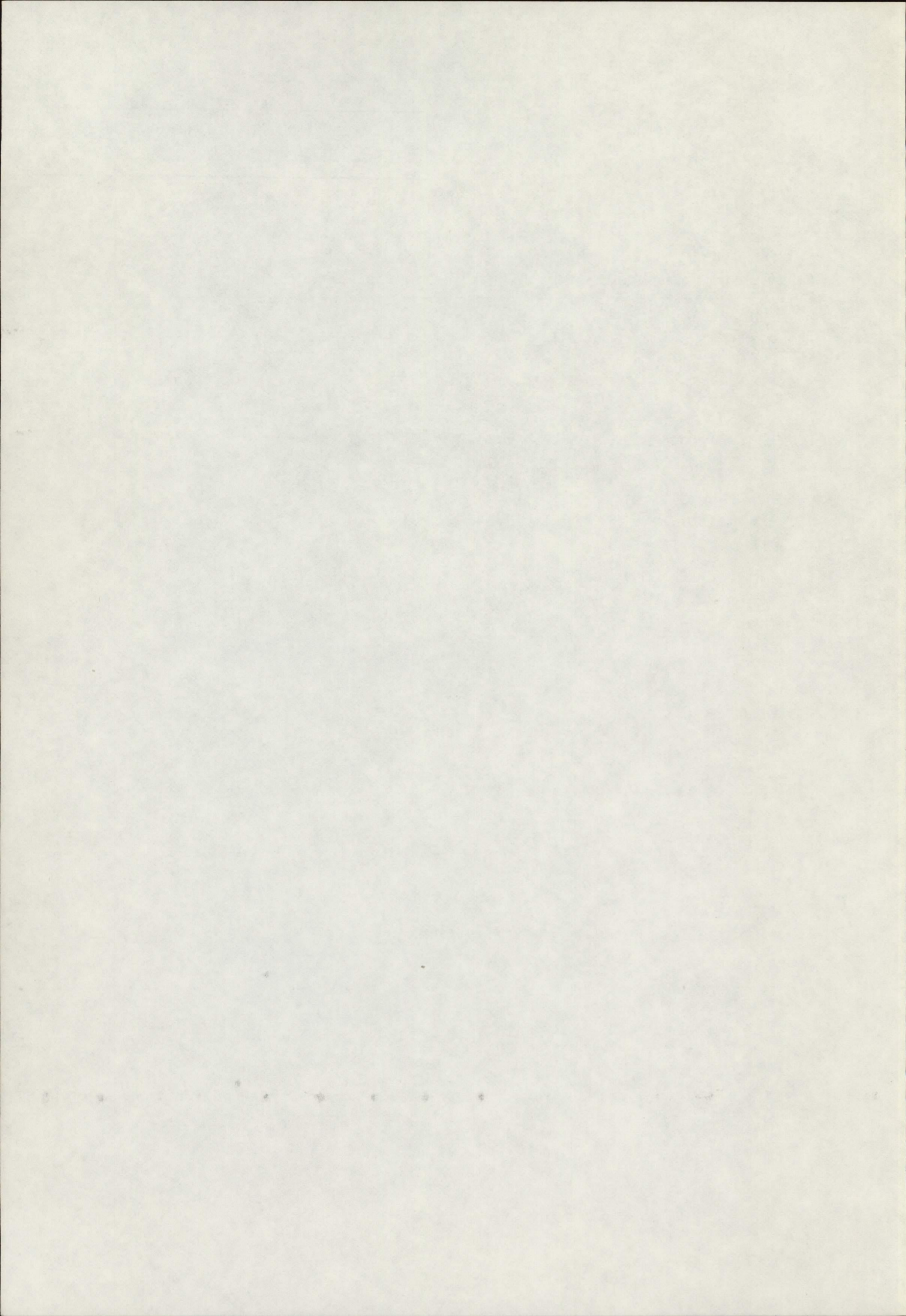
werkgroep sluitingsmiddelen

BIBLIOTHEEK BOUWDIENST RIJKSWATERSTAAT
NR. C2567

Interim-nota

Sluitingsmiddelen Philips- en Oesterdam bij sluitingen bij het volle getij.

Werkgroep Sluitingsmiddelen
Bergen op Zoom, juni 1978.



Interim-nota

Sluitingsmiddelen Philips- en Oesterdam bij sluitingen bij het volle getij.

<u>Inhoud</u>	<u>Blz.</u>
1. <u>Inleiding</u>	3
2. <u>Beschrijving alternatieven</u>	5
2.1. Randvoorwaarden en uitgangspunten	5
2.2. Geleidelijke sluitingen Philips- en Oesterdam	10
2.3. Caissonsluitingen Philips- en Oesterdam	16
3. <u>Vergelijking alternatieven</u>	18
3.1. Waterloopkundig en grondmechanisch	18
3.2. Milieu en Visserij	21
3.3. Uitvoering	23
3.4. Planning	24
3.5. Kosten	27
4. <u>Samenvatting</u>	29

Literatuurverwijzing

Bijlage 1. Tijdschema procedure vaststelling sluitingsmethode
Philips- en Oesterdam.

Hoofdstuk 1. INLEIDING.

In de interim-nota "Fasering sluiting compartimenteringsdammen t.o.v. stormvloedkering Oosterschelde" (lit. 1) wordt een sluiting van de Philips- en Oesterdam (C-dammen) bij het vrijwel volledige getij vergeleken met een zandsluiting van deze dammen bij een sterk gedempt getij nadat de stormvloedkering (S.V.K.) operationeel is.

Uit genoemde faseringsnota volgt dat, indien de C-dammen bij het vrijwel volledige getij worden gesloten, een sluiting van de C-dammen (welke eind augustus 1985) voltooid is, de voorkeur verdient boven een sluiting in maart/april 1985.

Het plaatsen van de dorpels in de S.V.K. is eind augustus 1985 zover gevorderd dat het doorstroomprofiel ca. 20.000 m² bedraagt.

In de faseringsnota is voor de sluitingen bij het vrijwel volledige getij uitgegaan van geleidelijke sluitingen m.b.v. kabelbanen. In voorliggende nota zijn de kabelbaan sluitingen nader vergeleken met andere sluitingsmiddelen van de C-dammen, uitgaande van een sluiting bij het vrijwel volledige getij op de Oosterschelde, welke eind augustus 1985 voltooid is.

Als alternatieven voor de sluitingsmiddelen van de Philips- en Oesterdam komen in aanmerking:

- een geleidelijke sluiting d.m.v. betonblokken of stortsteen
- een caissonsluiting d.m.v. doorlaatcaissons.

Het doel van deze nota is een keuze voor te bereiden tussen een blokken- en een caissonsluiting waarbij voor een blokkensluiting verschillende uitvoeringsmethoden (kabelbanen, hulpbruggen en helikopters) in beschouwing zullen worden genomen.

In 1978 zal worden aangevangen met de vastlegging van de bodem in het sluiगत Krammer (zie onder 2.1.).

Het tracé van deze bodembeschermingen is bij een caissonsluiting echter anders dan bij een geleidelijke sluiting. Om deze reden dient in het voorjaar van 1978 bekend te zijn of de sluiting van de Philipsdam als

geleidelijke of als caissonsluiting zal worden uitgevoerd. De bodem vast legging van het Krammer is ook nodig, indien de Philipsdam met zand zou worden gesloten. Daar de sluiting van de Philips- en Oesterdam sterk op elkaar afgestemd moeten worden, worden de sluitingsmethoden van beide dammen in deze nota behandeld.

Deze nota is voor wat betreft de waterloopkundige, technische en financiële aspecten het resultaat van de studies van de ontwerpgroep sluitingsmiddelen Philips- en Oesterdam, welke bestaat uit:

Ir. J.C. Huis in 't Veld (voorz.)	}	Deltadienst, Afdeling Waterbouwkundige Werken Oost
Ing. R.C. Boeije (sekr.)		
Ing. J. van Baalen	}	Deltadienst, Hoofdafdeling Waterloopkunde
Ir. K.W. Pilarczyk		
Ir. J. Hendriks	}	Direktie Sluizen en Stuwen
Ing. H. Westerhout		
Ing. D. Kranenburg	}	Direktie Bruggen
Ing. F.A. Bik		
Ing. J. Knauf		
Ing. N. Bracelly		

Voor wat betreft de zout/zoet uitwisseling en de milieuaspekten is gebruik gemaakt van de studies in het kader van de projectgroep Faseringen (lit. 1).

Nadat de nota binnen de projectorganisaties van de compartimenteringswerken en de stormvloedkering is besproken zal deze door het hoofd van de Deltadienst tesamen met de nota van de projectgroep faseringen aan de Directeur-Generaal van de Rijkswaterstaat worden aangeboden.

Het ligt in de bedoeling om eind 1978 een nota op te stellen waarin de meest favoriete sluitingsmethode bij het vrijwel volledige getij wordt vergeleken met een zandsluiting bij een sterk gedempt getij. Hierbij zullen de reacties van de milieudeskundigen ook van buiten Rijkswaterstaat op de interim-nota van de projectgroep faseringen worden betrokken.

De procedure zal globaal volgens het schema op bijlage 1 verlopen.

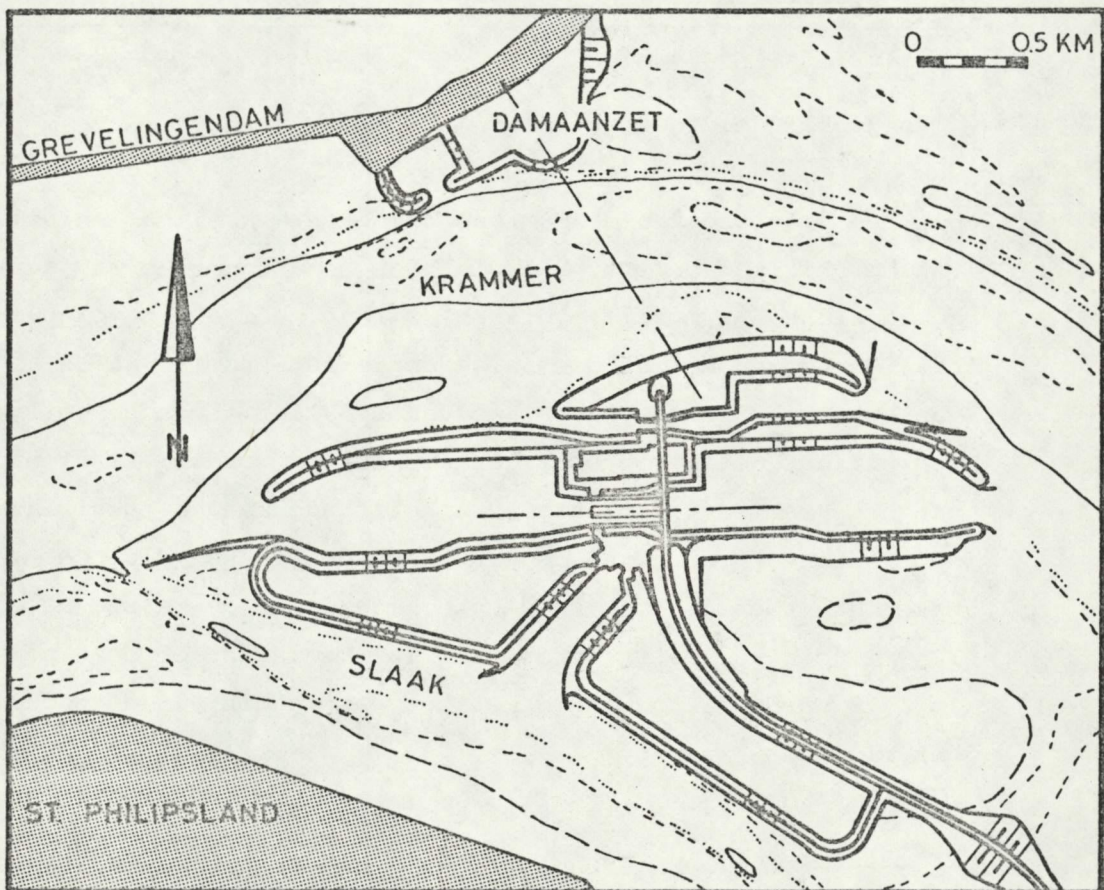
Hoofdstuk 2. BESCHRIJVING ALTERNATIEVEN.

2.1. Randvoorwaarden en uitgangspunten.

Philipsdam.

Voor het tracé van de Philipsdam wordt uitgegaan van het door de Raad van de Waterstaat voorgestelde tracé 4-oost. Bij dit tracé kan het Slaak met zand in ca. 3 weken worden afgesloten, zolang het Krammer nog open is (lit. 3). Het Krammer dient met betonblokken of caissons gesloten te worden. De begrenzing van het sluitgat Krammer wordt aan de zuidzijde gevormd door het inmiddels aangelegde werkeiland op de Plaat van de Vliet en aan de noordzijde door de in 1978/79 aan te leggen damaanzet Grevelingendam (zie fig. 1).

Afhankelijk van de sluitingsmethode zal aan de werkeilandzijde van het sluitgat in een later stadium eveneens nog een damaanzet worden aangebracht.



Figuur 1.

De belangrijkste kenmerken van het Krammer in de huidige situatie (na aanleg werkeiland) en vlak voor de sluitingsfase (begin 1985, na afsluiting Slaak met een 2 m dikke bestorting op de bodembescherming in het Krammer) zijn samengevat in tabel 1. Deze zijn gebaseerd op onderzoek in het getijmodel (lit. 4).

Tabel 1.

	Krammer	
	huidige situatie	begin 1985
Breedte op N.A.P.	ca. 900 m	ca. 900 m
Max. diepte t.o.v. N.A.P.	- 19 m	- 17 m
Doorstroomprofiel op N.A.P.	ca. 12.000 m ²	ca. 10.000 m ²
Max. vloeddebiet x)	12.500 m ³ /s	13.500 m ³ /s
Max. ebdebiet x)	11.000 m ³ /s	13.500 m ³ /s
Max. vloedsnelheid x)	1,1 m/s	1,8 m/s
Max. ebsnelheid x)	1,2 m/s	2,0 m/s

x) bij gemiddeld getij.

Uit een prognose van de morfologische ontwikkeling- en bij de aanleg van de Philipsdam (lit. 2) volgt dat het Krammer zich jaarlijks gemiddeld ca. 2 m zal verdiepen. Dit is mede een gevolg van de met ca. 20% toegenomen stroomsnelheden in het Krammer na de aanleg van het werkeiland op de Plaat van de Vliet. Recente peilingen wijzen uit dat deze prognoses gehaald zullen worden. Verdieping van het Krammer ter plaatse van het tracé van de sluiting zal een kostenverhoging van de werkzaamheden in het sluitgat veroorzaken die toeneemt met de diepte, maar voor de eerste meters ca. f.5 miljoen per meter verdieping zal bedragen. Om deze reden zal in 1978 worden aangevangen met het vastleggen van de bodem van het sluitgat Krammer.

Oesterdam.

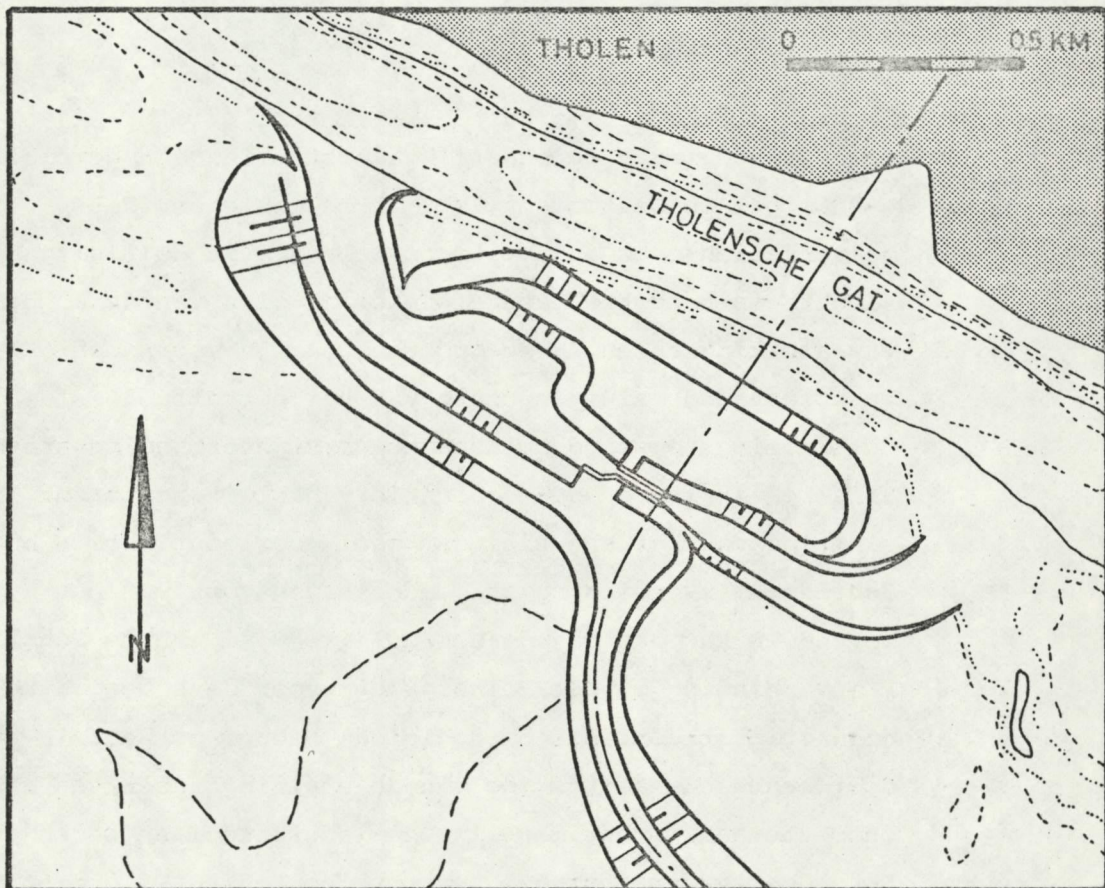
Voor het tracé van de Oesterdam bestaan nog een tweetal alternatieven (lit. 5). In deze nota wordt uitgegaan van het oostelijk tracé I van de Oesterdam met een omkading van het Markiezaat van Bergen op Zoom en een oostelijke aansluiting T1 op Tholen (zie bijlage 3).

Bij dit tracé wordt, na de omkading van het Markiezaat, eerst het Marollegat met zand gesloten en als laatste het Tholensche Gat met betonblokken of caissons. Een eventuele keuze voor de westelijke aansluiting T2 op Tholen heeft geen invloed op de analyse in deze nota. Bij een eventuele keuze voor het tracé II van de Oesterdam met omkading van het Markiezaat wordt eerst het Tholensche Gat met zand gesloten en vervolgens het Marolle Gat met stortsteen (lit. 5).

Indien bij tracé II het Markiezaat niet vroegtijdig wordt omkaad, dient eerst het Tholensche Gat met stortsteen te worden gesloten en vervolgens het Marolle Gat (lit. 5).

De vergelijking van de sluitingsmiddelen voor de Oesterdam in deze nota betreft dus de sluiting van het Tholensche Gat bij tracé I van de Oesterdam.

De begrenzing van het sluitgat wordt aan de zuidzijde gevormd door het in 1978/1979 aan te leggen werkeiland en aan de noordzijde door de oever van de Schakerloopolder op Tholen (zie fig. 2).



Figuur 2.

De belangrijkste kenmerken van het Tholensche Gat ter plaatse van de aansluiting T1 op Tholen in de huidige situatie (zonder werkeiland) en in een wintersluitgatfase (na omkadung Markiezaat en sluiting Marollegat, maar nog zonder drempels), zijn samengevat in tabel 2. Deze zijn gebaseerd op onderzoek in het getijmodel (lit. 7).

Tabel 2.

	Tholensche Gat T1	
	huidige situatie	begin 1985
Breedte op N.A.P.	ca. 600 m	ca. 600 m
Max. diepte t.o.v. N.A.P.	- 20 m	- 20 m
Doorstroomprofiel onder N.A.P.	ca. 5.300 m ²	ca. 5.300 m ²
Max. vloeddebiet x)	ca. 4.000 m ³ /s	ca. 4.000 m ³ /s
Max. ebdebiet x)	ca. 3.500 m ³ /s	ca. 4.000 m ³ /s
Max. vloedsnelheid x)	0,9 m/s	1,1 m/s
Max. ebsnelheid x)	0,8 m/s	1,0 m/s

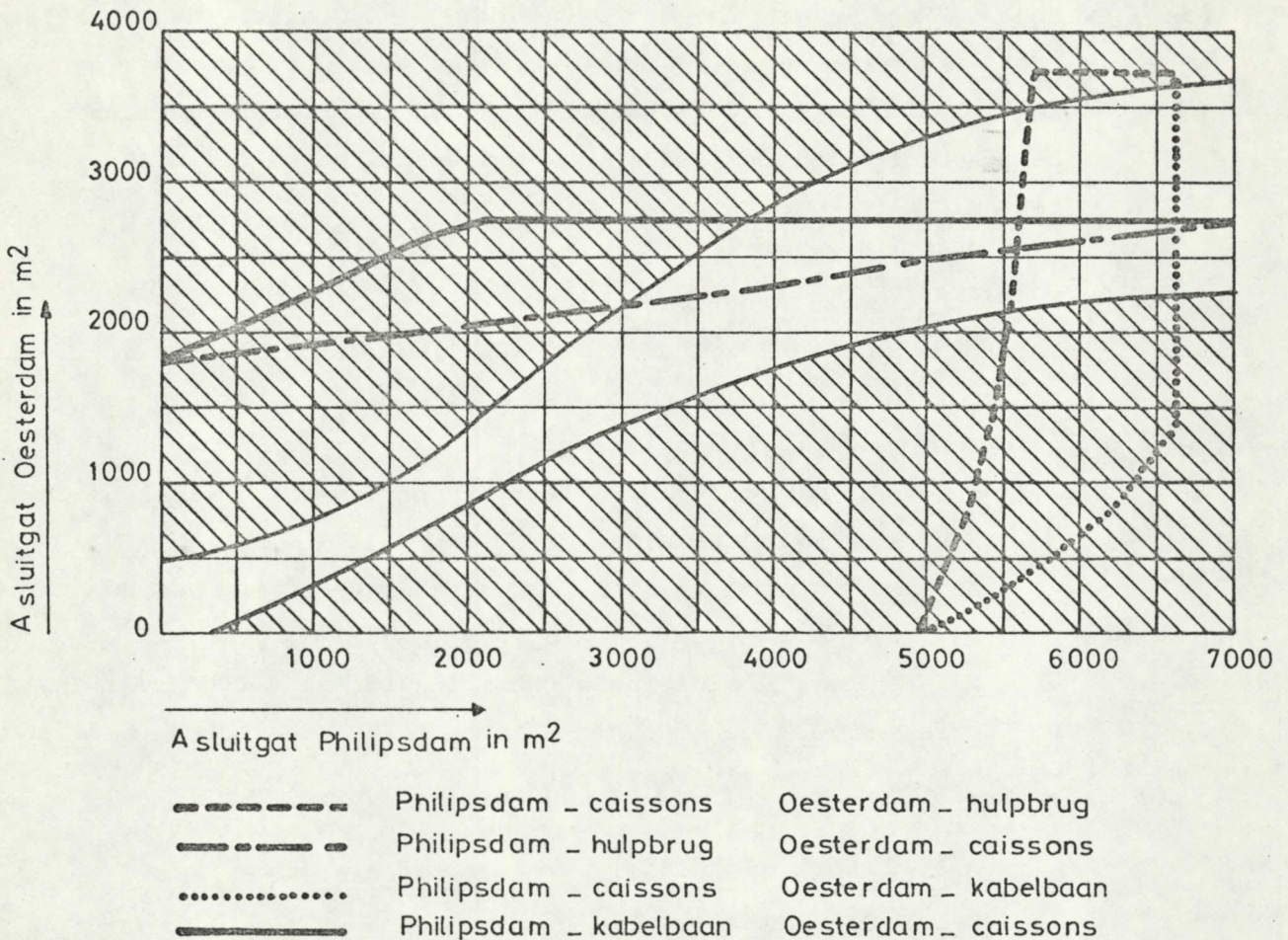
x) bij gemiddeld getij.

Afstemming sluitingen Philips- en Oesterdam.

Uit een onderzoek naar de onderlinge afstemming van de sluitingsfasen van de Philips- en Oesterdam (lit. 7) is gebleken, dat:

- de vervallen over en de stroomsnelheden in de sluitgaten slechts in beperkte mate afhankelijk zijn van de combinaties van sluitingsfasen. Deze grootheden zijn voornamelijk een functie van de sluitingsfase van het betreffende sluitgat;
- de stromingstoestand op de Schelde-Rijnverbinding sterk afhankelijk is van de combinatie van sluitingsfasen. Indien de sluiting van het ene sluitgat veel voorloopt, komen op de Schelde-Rijnverbinding stroomsnelheden voor van ca. 2,0 m/s. Bovendien kan dan bij de noordelijke mond van de Schelde-Rijnverbinding in het Volkerak een voor de scheepvaart sterk ongunstig stroombeeld om de leidam heen ontstaan;
- door een goede afstemming van de sluitingsfasen van de Philips- en Oesterdam is het mogelijk de langsstroomsnelheden op de Schelde-Rijnverbinding beperkt te houden tot 1,0 m/s.

In figuur 3 zijn (niet gearceerd) de kombinatiemogelijkheden van de sluitingsfasen van de Philips- en Oesterdam aangegeven, waarbij de stroomsnelheden op de Schelde-Rijnverbinding de 1,0 m/s niet zullen overschrijden.



Figuur 3.

Uit figuur 3 volgt dat de sluiting van de Oesterdam iets mag voorlopen op die van de Philipsdam, echter niet in te sterke mate. Deze afstemming van de sluitingen op elkaar blijkt alleen te realiseren, indien voor beide sluitgaten dezelfde sluitingsmiddelen worden toegepast. Een combinatie van een geleidelijke afsluiting van het Tholensche Gat en een caissonsluiting van het Kramer of omgekeerd blijkt niet te voldoen.

Behalve de scheepvaart op de Schelde-Rijnverbinding is een belangrijk criterium voor de afstemming van de sluitingen van de Philips- en Oesterdam het voorkomen van een stroming vis de Schelde-Rijnverbinding

naar het zuiden. Dit criterium is gesteld omdat de randvoorwaarde voor het zoutgehalte in de kom van de Oosterschelde hoger zijn (15,5 g Cl⁻/l) dan in de Krabbenkreek (13,5 g Cl⁻/l). Indien tijdens een of meer sluitingen een reststroming van Volkerakwater via de Schelde-Rijnverbinding naar de kom van de Oosterschelde zou ontstaan, bestaat een groot risico dat hier de milieurangvoorwaarde voor het zoutgehalte wordt onderschreden. Ook aan dit criterium kan het beste voldaan worden indien voor beide sluitgaten dezelfde sluitingsmiddelen worden toegepast.

Te beschouwen alternatieven.

Op grond van de inleiding (hoofdstuk 1) en de hiervoor vermelde randvoorwaarden en uitgangspunten worden in deze nota de volgende alternatieven nader geanalyseerd.

- A. geleidelijke sluiting van het Krammer en het Tholensche Gat.
Deze kunnen worden uitgevoerd als:
 - A1. kabelbaansluitingen (evt. gekombineerd met varend bedrijf)
 - A2. sluitingen met hulpbruggen
 - A3. helikoptersluitingen gekombineerd met varend bedrijf.
- B. caissonsluitingen van het Krammer en het Tholensche Gat met behulp van doorlaatcaissons;

2.2. Geleidelijke sluitingen Philips- en Oesterdam.

A1 - Kabelbaansluitingen.

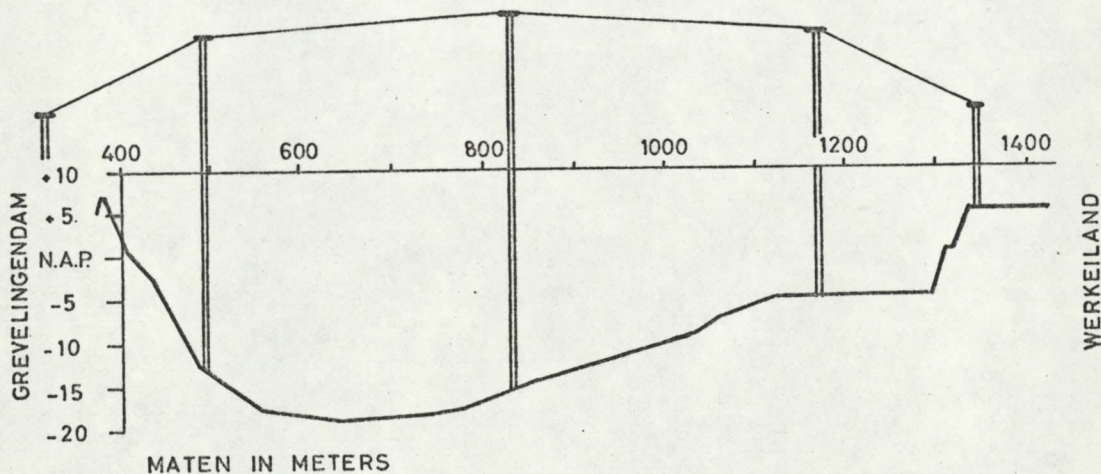
De ontwerpen van de kabelbanen voor het Krammer en het Tholensche Gat zijn voornamelijk gebaseerd op beschikbare onderdelen van de sluitingen van de Brouwersdam en de Haringvlietdam. Hieronder vallen de 15 gondels van de afsluiting van het Brouwershavensche Gat en een gedeelte van de eindstations van het Brouwershavensche Gat (t.b.v. het Krammer) en het Haringvliet (t.b.v. het Tholensche Gat).

Deze gondels zijn ontworpen op het transport van 6 blokken van 2,5 ton (1 x 1 x 1 m³). Omdat deze blokken van 2,5 ton voldoen aan de randvoorwaarden voor de sluitingen van het Krammer en het Tholensche Gat, is voor kabelbaansluitingen verder uitgegaan van blokken van 2,5 ton.

De kruin van de blokkendam is ontworpen op N.A.P. + 3 m. Behalve bovengenoemde onderdelen waren voor de oorspronkelijke kabelbaansluiting van de Oosterschelde reeds funderingspalen, pylonen en torenkoppen gefabriceerd. Een gedeelte van de funderingspalen heeft inmiddels andere bestemmingen gekregen (o.a. als pijlers voor de hulpbrug naar Neeltje Jans); de pylonen, torenkoppen en een gedeelte van de funderingspalen zijn wel beschikbaar.

Voor het sluitgat Krammer zijn totaal 3 torens nodig op een onderlinge afstand van ca. 350 m (zie fig. 4). Gedacht is de kabelbaansluiting uit te voeren als zgn. circuitbedrijf, waarbij aan beide zijden van het sluitgat de zichzelf voortbewegende gondels worden geladen. Totaal zijn bij deze methode voor het Krammer ca. 125.000 betonblokken van 2,5 ton nodig, waarvan de ene helft moet worden opgeslagen op het werkeiland op de Plaat van de Vliet en de andere helft op de damaanzet aan de Grevelingendam.

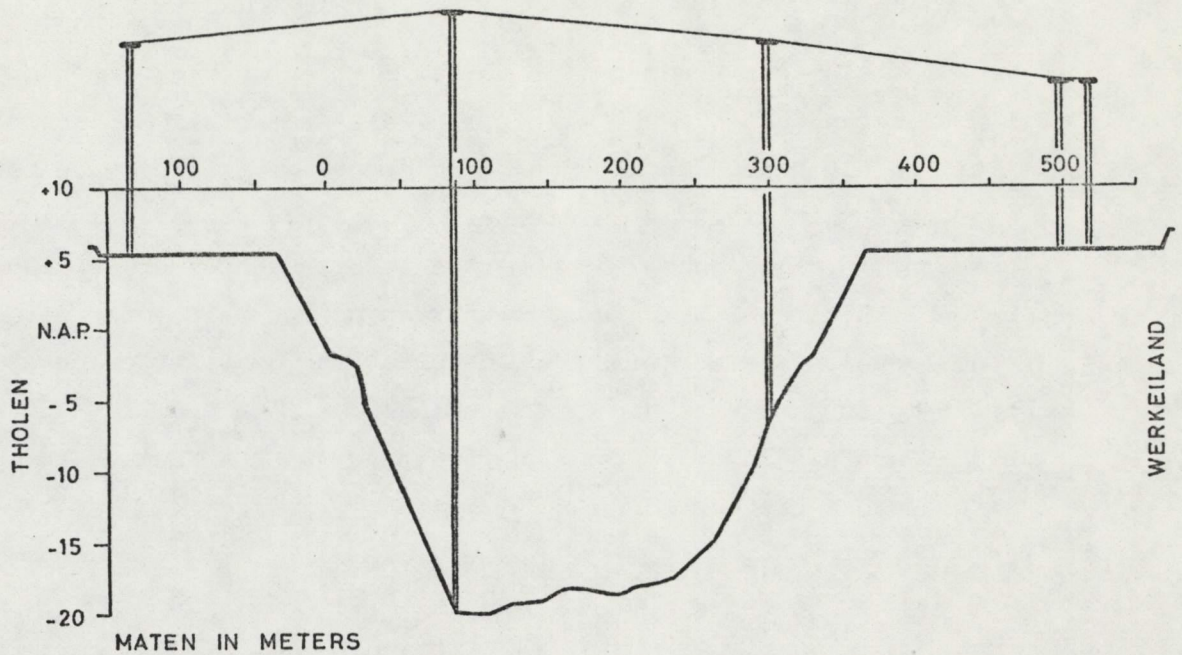
Bij 10 gondels in bedrijf kan de sluiting van het Krammer in ca. 6 weken worden uitgevoerd.



Figuur 4.

Voor het sluitgat Tholensche Gat zijn totaal 2 torens nodig op een onderlinge afstand van ca. 200 m (zie fig. 5). Daar de sluiting vrijwel even lang moet duren als die van het Krammer kan bij dit

kleinere sluitgat volstaan worden met een pendelbedrijf, waarbij alle 63.000 blokken geladen worden op het werkeiland. Hierbij zijn dus geen blokkenopslagterreinen op Tholen nodig. Bij 4 gondels in bedrijf kan bij deze sluitingswijze het Tholensche Gat in ca. 5 weken worden afgesloten.



Figuur 5.

A2 - Sluiting met hulpbruggen.

Bij dit alternatief worden de hulpbruggen, welke thans worden gebouwd naar het bouwdok Neeltje Jans ten behoeve van de bouw van de pijlers van de stormvloedkering, toegepast voor het opbouwen van de sluitkades in het Krammer en het Tholensche Gat.

Volgens de huidige planning van de stormvloedkering zijn de hulpbruggen naar de bouwdokken tot mei 1985 in bedrijf ten behoeve van de stormvloedkering. Daarna zijn nog 2 maanden nodig om de brugdelen bedrijfsklaar op van te voren te plaatsen pijlers in de sluitgaten op te stellen, zodat de hulpbruggen kunnen worden hergebruikt voor de sluiting van de Philips- en Oesterdam.

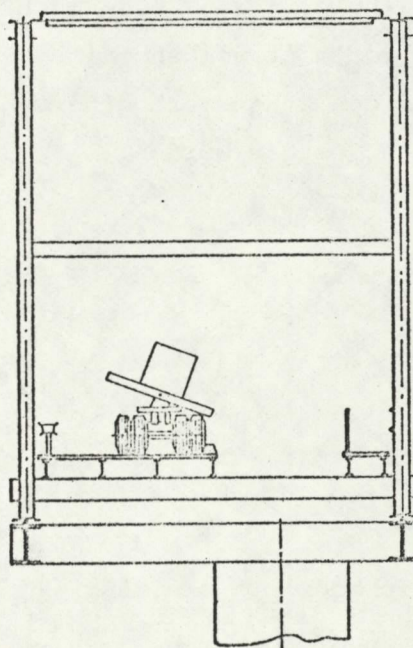
Door een doorgaande sleuf in het houten dek te maken van ca. 3 m kunnen betonblokken of stortsteen door de gaten tussen de dwarsdragers door gestort worden.

Hiervoor dient een nieuw windverband onder de brug aangebracht te worden, hetgeen kan gebeuren als deze in bedrijf is ten behoeve van de stormvloedkering.

De betonblokken of stortsteen wordt vanaf vrachtauto's, voorzien van kantelbare frames, door de sleuf in het dek gestort (zie fig. 6).

De optimale afmetingen van het stortmateriaal dienen nog nader onderzocht te worden. Voorlopig is - evenals bij de kabelbanen - uitgegaan van betonblokken van 2,5 ton, waarbij dan door iedere vrachtauto per keer 6 blokken worden gestort.

DWARSPROFIEL BRUG



Figuur 6.

Voor het sluitgat Krammer zouden 11 brugdelen van elk ca. 101 m gebruikt kunnen worden en voor het Tholensche Gat 6 stuks. De brug naar het bouwdok Neeltje Jans bestaat totaal uit 20 van dergelijke brugdelen.

De brugpijlers (10 voor het Krammer en 5 voor het Tholensche Gat) en de oplegframes dienen voor de brugdelen beschikbaar komen in de sluitgaten geplaatst te worden, zodat hiervoor niet de pijlers van de hulpbrug naar Neeltje Jans gebruikt kunnen worden.

Er wordt van uitgegaan dat de brugdelen op pontons de schutsluis Noordland kunnen passeren, welke sluis hiervoor een minimale breedte van 12 m moet hebben.

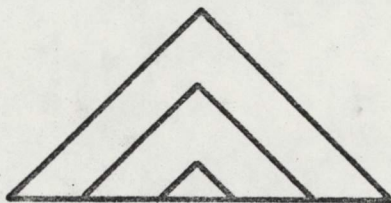
De bruggen zijn te smal om twee rijbanen en een stort sleuf te bevatten, zodat een circuitbedrijf niet mogelijk is.

Bij gebruik van één rijbaan en het laden aan twee zijden kan er bij het sluitgat Krammer afwisselend van de damaanzet Grevelingendam met een aantal auto's gereden worden en als deze rij de brug verlaten heeft met een aantal auto's vanaf het werkeiland. Uit capaciteitsberekeningen volgt dat hierbij de laadtijd maatgevend is.

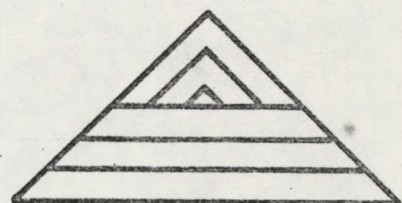
Het storten van 120.000 betonblokken in het sluitgat Krammer zou bij gebruik van 10 auto's per richting in ca. 2 weken kunnen gebeuren. Het sluitgat Tholensche Gat (57.000 blokken) zou op dezelfde wijze met 5 auto's per richting in ca. 2 weken gesloten kunnen worden.

Uit een nadere studie zou de optimale inzet van materieel tegenover de sluitingstijd moeten volgen.

Doordat bij hulpbruggen, evenals bij kabelbanen, de opbouw van de sluitkades verloopt volgens fig. 7a, moeten in de eindfase van de sluiting om een kruinsverhoging van de kade te bereiken relatief veel blokken gestort worden.



Figuur 7a.
Opbouw sluitkades bij sluiting
met kabelbaan of hulpbrug



Figuur 7b.
Opbouw sluitkade bij varend
bedrijf + helikopters of kabel-
banen

A3 - Helikoptersluitingen gekombineerd met varend bedrijf.

Bij dit alternatief wordt de sluitkade tot een diepte van ca. N.A.P. - 5 m opgebouwd met steenstorters en onderlossers.

Tot deze diepte kan met dit materieel gedurende het gehele getij gewerkt worden. De maximale hoogte van de sluitkade die met varend bedrijf gehaald kan worden, bedraagt ca. N.A.P. - 2 m. Zo gauw echter niet meer bij alle getijfasen gestort kan worden, loopt de capaciteit van het varend bedrijf sterk terug. Om deze reden is aangehouden dat vanaf een diepte van N.A.P. - 5 m de sluitkade met helikopters wordt aangebracht.

De opbouw van de sluitkade verloopt hierbij schematisch zoals is weergegeven in figuur 7b.

Voor de vergelijking is ook bij dit alternatief uitgegaan van betonblokken van 2,5 ton als stortmateriaal, hoewel zeker voor het varend bedrijf, stortsteen 1000/3000 kg tevens te overwegen valt. Voor het sluitgat Krammer zou op deze wijze met varend bedrijf ca. 90.000 betonblokken van 2,5 ton kunnen worden aangebracht en met helikopters ca. 35.000.

Voor het sluitgat Tholensche Gat bedragen deze aantallen respectievelijk ca. 48.000 en ca. 15.000.

Voor het sluitgat Krammer zal het varend bedrijf met een inzet van 8 steenstorters en/of onderlossers, ca. 5 weken duren en het helikopterbedrijf met 3 helikopters ca. 1 week.

Voor het sluitgat Tholensche Gat worden dezelfde sluitingstijden gehaald bij een inzet van 4 steenstorters en/of onderlossers en 2 helikopters.

De capaciteit van het helikopterbedrijf is gebaseerd op proeven welke in 1971 ten behoeve van de keuze van de sluitingsmiddelen voor de afsluiting van de Oosterschelde zijn gedaan (lit. 8).

2.3. Caissonsluitingen Philips- en Oesterdam (alt. B).

Een plotselinge sluiting met doorlaatcaissons wordt gekenmerkt door het handhaven van een zo ruim mogelijk doorstroomprofiel om vervolgens door het neerlaten van de schuiven rond de kentering de sluiting te voltrekken.

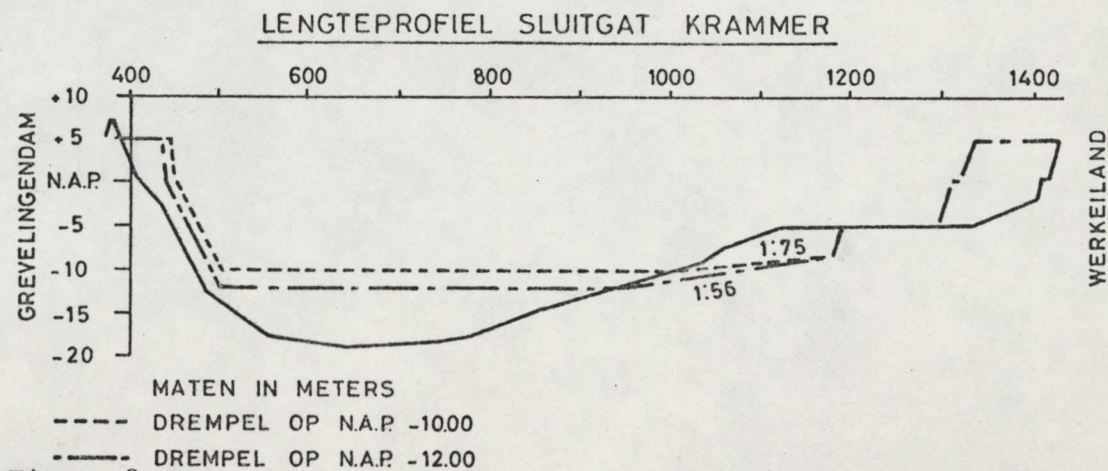
Door het doorstroomprofiel zo ruim mogelijk te houden, kan de toename van de stroomsnelheden beperkt worden gehouden.

Voor de plaatsing van de caissons en de ontgrondingen is een diepgelegen drempel dan ook gunstig. De afmetingen en de kosten van de caissons nemen echter sterk toe bij een diepere drempelliging. Een optimalisatie van de afmetingen van de caissons en de diepte van de drempels dient nog uitgevoerd te worden na een eventuele keuze voor dit alternatief.

Op basis van een verkennend onderzoek zijn voor het Krammer en het Tholensche Gat drempeldieptes van N.A.P. - 10 m en N.A.P. - 12 m nader geanalyseerd.

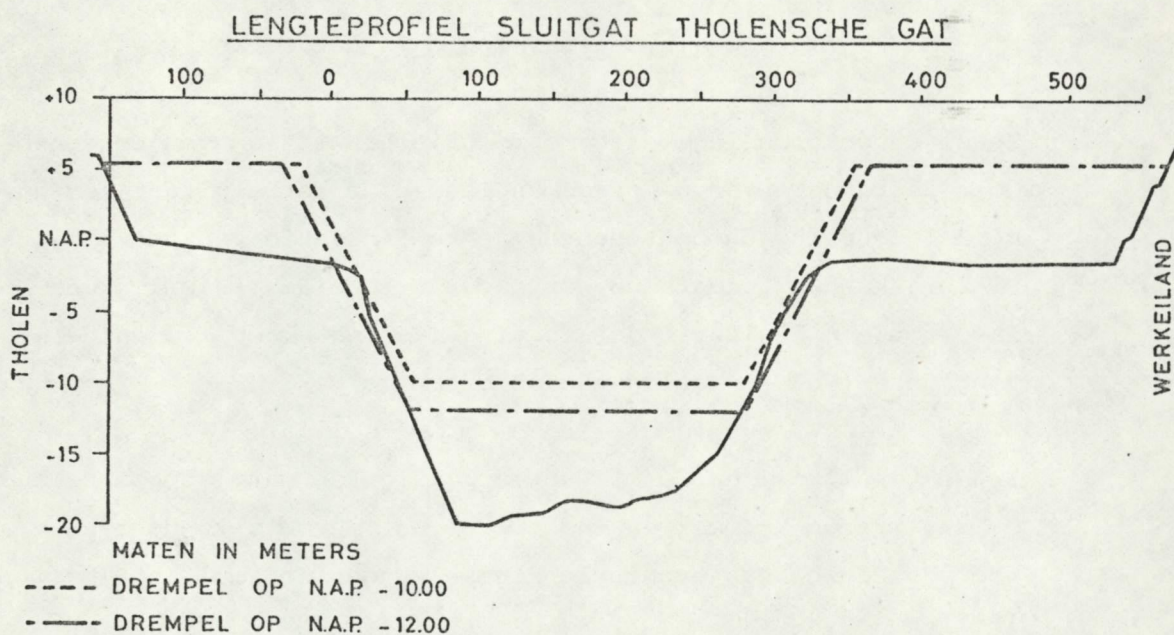
Uit voorlopige berekeningen volgt dat bij een drempeldiepte van N.A.P. - 10 m en een doorstroomprofiel van de S.V.K. van ca. 30.000 m² bij gem. doortijd de kenteringstijd nog net voldoende is voor de plaatsing van de laatste caissons in het Krammer. Een drempel op N.A.P. - 12 m geeft wat dit betreft enige speling (lit. 13).

Voor het sluitgat Krammer zijn 9 doorlaatcaissons nodig van 75 m lang en 1 landhoofdcaisson aan de zijde van de damaanzet Grevelingendam. De caissons moeten i.v.m. de stabiliteit bij een drempel op N.A.P. - 12 m ca. 18 m breed zijn en bij een drempel op N.A.P. - 10 m ca. 16 m. Aan de werkeilandzijde worden 3 doorlaatcaissons op een flauw hellende drempel gezet teneinde de inbaggeringen te beperken. Deze caissons sluiten aan op een damaanzet welke is opgebouwd uit eenheidscaissons. Het lengteprofiel van het sluitgat bij de beide drempeldieptes is weergegeven in fig. 8.



Voor het sluitgat Tholensche Gat zijn 3 doorlaatcaissons nodig van 75 m lang en 2 landhoofdcaissons. De caissons hebben dezelfde afmetingen als die voor het Krammer.

Het lengteprofiel van het sluitgat bij de beide drempeldieptes is weergegeven in figuur 9.



Figuur 9.

Als bouwdok voor zowel de caissons voor het Krammer als die voor het Tholensche Gat is uitgegaan van een gedeelte van het hoge bufferbekken van de Philipsdamsluizen. Het aanleggen en vlakbaggeren van de drempel in het Krammer duurt ca. 22 weken en van de drempel in het Tholensche Gat ca. 10 weken. Het plaatsen van de landhoofdcaissons duurt ca. 1 week en van alle (9 + 3) doorlaatcaissons ca. 2 weken.

Hoofdstuk 3. VERGELIJKING ALTERNATIEVEN.

3.1. Waterloopkundig en grondmechanisch.

De waterloopkundige en grondmechanische effecten van een geleidelijke of een plotselinge sluiting hebben vooral betrekking op:

- a. de grootte van de ontgrondingen aan weerszijden van het sluitgat, direkt achter de bodembeschermingen;
- b. de wijzigingen in de morfologie in het gebied van ca. 2 km aan weerszijden van het sluitgat.

Zowel de ontgrondingen als morfologische wijzigingen worden bepaald door de toename van de stroomsnelheden in het sluitgat, de duur dat bepaalde snelheden optreden en de configuratie van het sluitgat.

Hierbij kunnen twee fasen worden onderscheiden, namelijk de bouw-fase tot het begin van de sluiting (aanleg drempels) en de sluitingsfase (met de aanleg van de drempels).

In de tabellen 1 en 2 (blz. 6 en 7) zijn de max. stroomsnelheden in de sluitgaten Krammer en Tholensche Gat vermeld in de fase vlak voor de aanleg van eventuele drempels voor de sluiting (begin 1985).

Deze fase is voor alle sluitingsalternatieven vrijwel hetzelfde, zodat ook geen duidelijke verschillen in ontgrondingen en/of morfologische wijzigingen zijn te verwachten.

Uit berekeningen (lit. 9) volgt dat deze fase ontgrondingskuilen met een diepte van gemiddeld ca. 3 m achter de bodembeschermingen in het Krammer zal veroorzaken. In het Tholensche Gat zullen de ontgrondingen minder zijn door de lagere stroomsnelheden in deze fase. Voor de vergelijking is het sluitgat Krammer dan ook maatgevend.

Bij een geleidelijke sluiting nemen tijdens het opstorten van de blokkenkade de stroomsnelheden geleidelijk toe tot een volkomen overlaat wordt bereikt. De maximale snelheden in het sluitgat bedragen dan 4,0 à 4,5 m/s (lit. 10). Deze treden op als een volkomen overlaat situatie is bereikt. Bij een horizontale vernauwing kunnen deze snelheden oplopen tot max. ca. 6 m/s. De ontgrondingen tijdens de sluitingsfasen worden vooral bepaald door de snelheid waarmee de blokkenkade wordt opgeworpen.

Bij een kabelbaansluiting (alt. A1) met een sluitingsduur van ca. 6 weken (welke gebaseerd is op het beschikbare aantal gondels) bedragen de berekende ontgrondingen voor het Krammer gemiddeld ca. 4,5 m. Hierbij is er van uitgegaan dat tijdens de sluiting de profielvernaauwing volgens de oorspronkelijke geulvorm wordt opgebouwd. Grondmechanisch bezien geven deze ontgrondingskuilen bij de ontworpen bodembescherming van 150 m uit de as geen stabiliteitsproblemen voor de sluitkade bij een eventuele zettingsvloeiing. Bij de geleidelijke sluitingen met hulpbruggen (alt. A2) of varend bedrijf en helikopters (alt. A3) duren de kritieke sluitingsfasen korter, zodat de ontgrondingen ca. 1 m minder zullen zijn.

Voor de morfologische gevolgen in het Krammer is het belangrijkste criterium de aantasting van de Plaat van Oude Tonge en de Krammerse Slikken tijdens de sluitingsperiode.

Deze zijn gevoelig voor de sluitingswijze omdat deze langs de buitenbocht van het Krammer aan weerszijden van het sluitgat liggen.

Bij een geleidelijke sluiting kan door een aangepast stortprogramma de stroomaanval op de oevers verminderd worden. Uit onderzoek (lit. 11) is gebleken dat hierbij opgepast moet worden voor een versterkte stroomaanval op de havendammen van het sluizencomplex. Met behulp van een onderzoek in een detailmodel zal het juiste stortprogramma bepaald moeten worden. Er dient rekening mee te worden gehouden dat een stortprogramma waarbij de stroomaanval op de oevers beperkt wordt, grotere ontgrondingen in het midden van het sluitgat achter de bodembeschermingen veroorzaakt.

Bij een caissonssluiting blijven de stroomsnelheden na aanleg van een drempel tot N.A.P. - 12 m beperkt tot 2,0 m/s bij max. eb en 1,8 m/s bij max. vloed. Bij een drempel tot N.A.P. - 10 m zullen deze snelheden ca. 0,1 m/s hoger zijn.

Een drempel tot N.A.P. - 12 m zal gedurende de aanlegfase van ca. 5 maanden ontgrondingen van gemiddeld ca. 4 m aan weerszijden van de bodembeschermingen veroorzaken. Bij een drempel tot N.A.P. - 10 m zullen de ontgrondingskuilen 1 à 2 m dieper worden.

Bij deze berekende ontgrondingen moeten nog de effecten van wervelstraten door de landhoofden opgeteld worden. Uit stroombeeldonderzoek is gebleken dat met name het landhoofd aan de zijde van het werkeiland op de Plaat van de Vliet met de vloedstroom een wervelstraat veroorzaakt.

Deze kan een sterk effect hebben op de ontgrondingen aan de oostzijde van het sluitgat in het midden van de geul. Uit een detailonderzoek zou de optimale vormgeving van dit landhoofd mede in relatie tot de plaatsingsvolgorde van de caissons moeten volgen. De eigenlijke plaatsing van de caissons geeft naar verwachting nauwelijks enige toename van genoemde ontgrondingen.

Voor de morfologische effecten van een caissonsluiting speelt een rol dat door de horizontale drempel de stroom enigszins op de oevers langs de buitenbocht van het Krammer gericht wordt. Het effect hiervan wordt echter verminderd doordat de dam aanzetten met landhoofden de stroom juist wat in het midden van de geul concentreren.

Uit onderzoek (lit. 12) is gebleken dat genoemde effecten samen geen stroomsnelheidstoename langs de Plaat van Oude Tonge geven, terwijl langs de Krammerse Slikken een toename van de stroomsnelheden met 5 à 10% is te verwachten.

Verwacht wordt dat door een geringe verdraaiing van het tracé van de caissondrempel deze snelheidstoename langs de Krammerse Slikken nog kan worden vermeden.

3.2. Milieu en Visserij.

De effecten van de verschillende sluitingsmethoden van de C-dammen op het milieu en de visserij worden vooral bepaald door de zoutgehalten welke tijdens de sluitingsfasen in het Oosterscheldewater kunnen optreden. Onder 2.1. is reeds gewezen op het belang van een zodanige afstemming van de sluiting van de Philips- en Oesterdam dat voorkomen wordt dat een reststroming van Volkerakwater via de Schelde-Rijnverbinding naar de Oosterschelde ontstaat. Deze onderlinge afstemming is zowel bij geleidelijke- als bij caisson-sluitingen goed mogelijk, mits de beide sluitgaten op dezelfde wijze gesloten worden.

Voor de geleidelijke sluiting is in de faseringsnota (lit. 1) een globale prognose gemaakt voor de zoutgehalten tijdens de sluitingsfasen.

Hieruit volgde dat een blokkensluiting een verlaging van het zoutgehalte in delen van het Oosterscheldebekken tot gevolg kan hebben. Deze daling in zoutgehalten wordt veroorzaakt door de relatief nog belangrijke uitwisseling tussen Zoommeer en Oosterschelde in de periode van ca. 2 maanden dat het getij op het Zoommeer al sterk gereduceerd is totdat de blokkendam volledig waterdicht is.

Bij een sluiting met hulpbruggen of helikopters zal deze periode 1 à 2 weken korter duren dan bij een kabelbaansluiting.

De verlaging in het zoutgehalte wordt in de Krabbenkreek geschat op 1,5 à 2,5 g Cl⁻/l ten opzichte van de huidige situatie. Afhankelijk van de zoetwatertoevoer op het Volkerak en het zoutgehalte op zee voor de Oosterscheldemonding bestaat er enig risico dat het zoutgehalte in de Krabbenkreek kan dalen beneden de milieu-normen van 13,5 g Cl⁻/l. Ofschoon deze daling aan het eind van het groei-seizoen valt, zouden enkele gevoelige soorten verloren kunnen gaan. De milieu- en visserijnormen voor het zoutgehalte in de rest van de Oosterschelde (15,5 g Cl⁻/l) zullen naar verwachting niet worden onderschreden.

Bij caissonsluitingen zijn tot en met de plaatsing van de laatste doorlaatcaisson dezelfde zoutgehalten in het Oosterscheldebekken te verwachten als in de huidige situatie. Nadat de schuiven van de

caissons zijn gesloten kan de ontzilting van het Zoommeer aanvagen vrijwel zonder dat dit invloed zal hebben op de zoutgehalten op de Oosterschelde. De zoutgehalten in de Oosterschelde zullen hierbij tijdens de sluitingen niet ongunstiger worden dan in de eindfase. Bij een dimensionering van de caissons op vervallen van 2 m (zie onder 3.5.) is het gewenst, dat - na het sluiten van de schuiven op een laagwaterkentering - het Zoommeer gevuld wordt tot N.A.P. met zoutwater over de caissonschuiven. Indien de peilverhoging op het Zoommeer van N.A.P. - 1,40 m tot N.A.P. namelijk via de Volkerakinlaatsluis met zoetwater wordt bereikt, verloopt de beginfase van de ontzilting te snel. Een snelle beginfase van de ontzilting kan een snelle afsterving van organismen, gepaard gaande met zuurstofloosheid, veroorzaken.

3.3. Uitvoering.

Bij vorige afsluitingen in het deltagebied zijn driemaal geleidelijke sluitingen (noordelijk sluitgat Grevelingendam, Haringvlietdam en Brouwershavensche Gat) en driemaal doorlaatcaissons (Veerse Gat, Volkerak en Kous) toegepast. Het getijvermogen van het sluitgat Krammer bedraagt ca. 200 milj. m³, hetgeen betekent dat de omvang vergelijkbaar is met die van het sluitgat Kous in de Brouwersdam.

Het getijvermogen van het sluitgat Tholensche Gat bedraagt - na de omkading van het Markiezaat - ca. 35 milj. m³. Gesteld kan worden dat de sluitingen van de Philips- en Oesterdam uitgevoerd als geleidelijke of caissonsluiting liggen binnen het huidige ervaringsgebied. Geen van de alternatieven hebben dan ook zulke uitvoeringsrisiko's dat een aanmerkelijke verlenging van de sluitingsduren kan ontstaan. Wat dit betreft zijn de alternatieven onderling gelijkwaardig.

Een bijzonder aspect voor de uitvoering betreft de sterke afhankelijkheid tussen de ca. 20 km uit elkaar gelegen sluitgaten. Door de aanwezigheid van een hoofdscheepvaartroute tussen beide sluitgaten dienen de sluitingen nauwkeurig simultaan te worden uitgevoerd (zie onder 2.1.).

Deze onderlinge afstemming is goed mogelijk indien zowel het Krammer als het Tholensche Gat met dezelfde sluitingsmiddelen worden gesloten. Voor de operationele begeleiding wordt bij een caissonsluiting de grote vaarafstand van 3 doorlaatcaissons en 2 landhoofdcaissons vanaf het bouwdok Philipsdam naar het sluitgat Tholensche Gat als minder gunstig beoordeeld.

Vanuit het oogpunt van bedrijfsvoering wordt een sluiting met hulpbruggen (A2) als meest eenvoudige sluitingsmethode beoordeeld en vervolgens een sluiting met varend bedrijf gekombineerd met helikopters (A3). Een sluiting met kabelbanen (A1) en een caissonsluiting (B) worden wat dit betreft onderling gelijkwaardig beoordeeld. Een kabelbaansluiting vereist een specifieke oefening van de gondeliers, welke voor de sluiting speciaal opgeleid moeten worden. Een caissonsluiting doet voor de operationele begeleiding een groot beroep op de meetdiensten in het Deltagebied, welke in dezelfde periode de plaatsing van de dorpels in de stormvloedkering moeten begeleiden.

3.4. Planning.

De tijdschema's voor de alternatieve sluitingsmethoden zijn weer-gegeven in figuur 10.

Hieruit blijkt dat de overallplanning van de Philips- en Oesterdam bij kabelbaansluitingen (A1) het meest kritisch is.

In tabel 3 zijn voor de alternatieven de spelingen (in maanden) weergegeven in de overallplanningen van de Philips- en Oesterdam, gerefereerd aan het moment waarop de sluizen in gebruik moeten worden genomen.

Tabel 3.

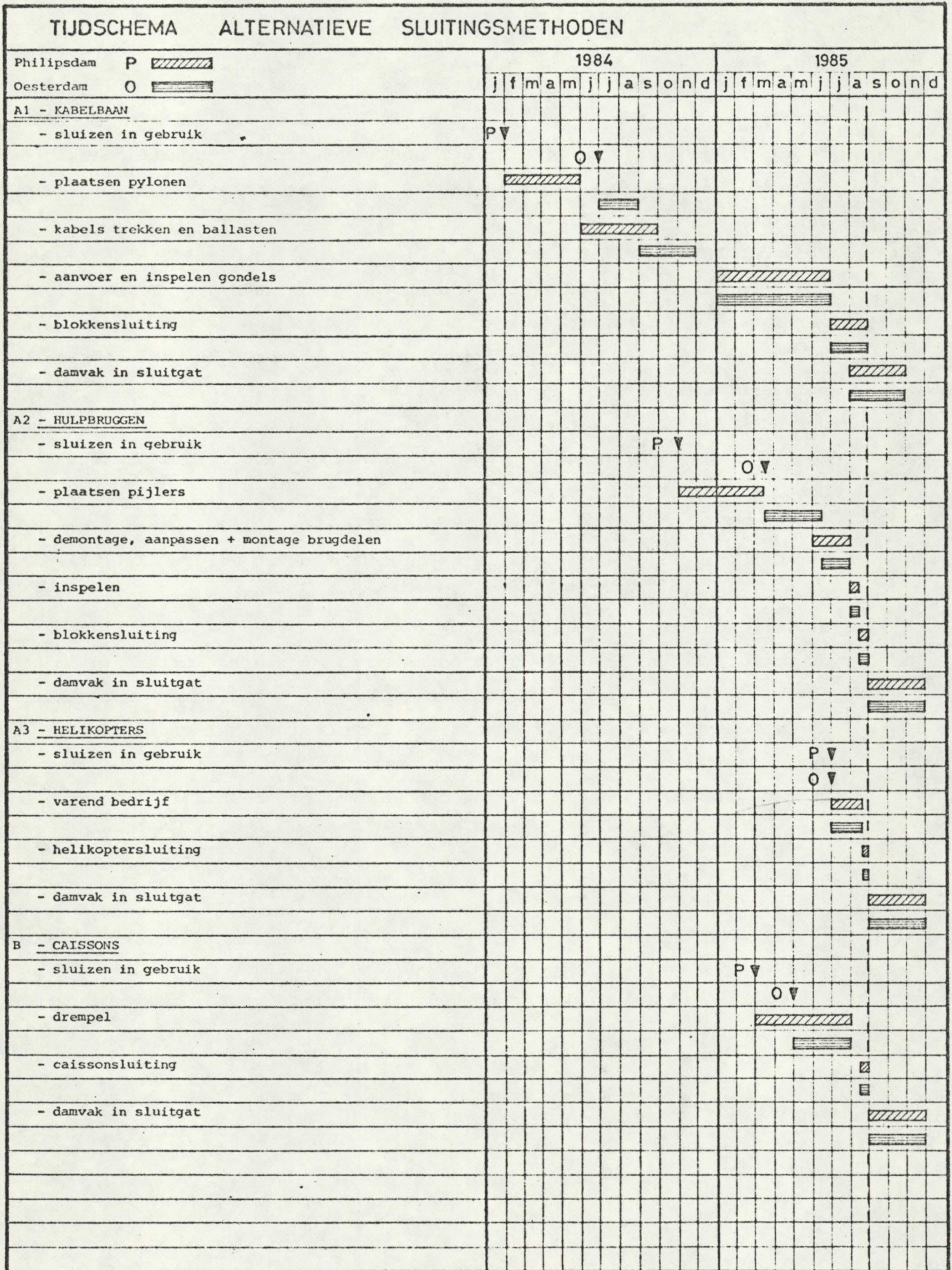
	Philipsdam	Oesterdam
A1 - kabelbaan	0	0
A2 - hulpbruggen	9	8,5
A3 - helikopters	17	12
B - caissons	13	10

Opgemerkt wordt dat de huidige overallplanningen van de Philips- en Oesterdam, welke gebaseerd zijn op kabelbaansluitingen, bijzonder krap zijn.

Zo zijn er in de huidige planningen een aantal activiteiten bijzonder kritisch, hetgeen tevens financiële consequenties kan hebben, zoals b.v.

- de toelevering uit het onderzoek van randvoorwaarden voor het ontwerp van de besturing en de instrumentatie van de sluizen;
- de uitvoeringstijd van het betonwerk van het totale sluizencomplex;
- het heien van remmingwerken terwijl de natte aannemer de voorhavens nog niet geheel afgewerkt heeft.

Tevens wordt opgemerkt dat bij alternatief A1 de sluizen in de Philipsdam reeds 1,5 jaar in gebruik zijn, terwijl de verbetering van het Kanaal door Zuid-Beveland met een open monding bij Wemeldinge nog niet voltooid is. Bij dit alternatief zal de doorgaande scheepvaart dan ook het langste een extra sluispassage tussen Westerschelde en Volkerak krijgen. Wat dit betreft is een helikoptersluiting het gunstigste en vervolgens een caissonsluiting en een sluiting met hulpbruggen.



Figuur 10

Voor de tijdschema's van de alternatieven is verder de afhankelijkheid van de planning van de S.V.K. van belang. Behalve de facetten genoemd in de faseringsnota (lit. 1) zijn uitvoeringstechnisch een kabelbaansluiting (A1) en een helikoptersluiting (A3) onafhankelijk van de stormvloedkering.

Bij een sluiting met hulpbruggen (A2) ontstaat een directe afhankelijkheid van de voortgang bij de uitvoering van de S.V.K. Zo kan een vertraging bij de fabricage van de dorpelbalken van de S.V.K. tot gevolg hebben dat of de hulpbruggen later beschikbaar komen of tijdelijk een bootverbinding naar het bouwdok Neeltje Jans moet worden ingezet, hetgeen per week ca. f.25.000,- extra zal kosten. Het aantal mensen dat overgezet moet worden, is afhankelijk van de beslissing of de dorpels in het bouwdok Neeltje Jans worden gebouwd of elders.

Indien de gehele S.V.K. later gereed zou komen, zullen waarschijnlijk ook de Philips- en Oesterdam later gesloten moeten worden (lit. 1). Een caissonsluiting (B) is bij een drempeldiepte van N.A.P. - 12 m uitvoeringstechnisch onafhankelijk van de bouw van de S.V.K. Bij een drempeldiepte van N.A.P. - 10 m ontstaat wel een afhankelijkheid omdat i.v.m. de kenteringstijd de laatste caisson in het Krammer as geplaatst kan worden als het doorstroomprofiel in de Oosterscheldemonding is verminderd tot maximaal 30.000 m² of minder.

Voor de planning van een sluiting met helikopters bestaat thans nog geen zekerheid of deze op het juiste moment beschikbaar zullen zijn. Dit zal ervan afhangen of de helikopters geleverd kunnen worden of gekocht en daarna verkocht moeten worden.

In 1971/'72 was een van de overwegingen om bij de geprojecteerde Oosterscheldeafsluiting geen gebruik van helikopters te maken omdat er geen zekerheid kon worden gegeven dat ze op het juiste moment beschikbaar zouden zijn.

3.5. Kosten.

In tabel 4 is een overzicht van de totale kosten (in milj. gulden) van de alternatieven voor de sluiting van de Philips- en Oesterdam (prijsbasis 1977) weergegeven.

Tabel 4.

	Philipsdam	Oesterdam	Totaal
A1 - kabelbaan	80	42	122
A2 - hulpbrug	66	32	98
A3 - helikopters	?	?	?
B caissons - 12	108	44	152
caissons - 10	97	42	139

Bij deze kostenramingen wordt opgemerkt, dat:

- bij de geleidelijke sluitingen (A1, A2 en A3) uitgegaan is van betonblokken van 2,5 ton als sluitingsmiddelen. Bij de alternatieven A1 en A2 lijkt nog een potentiële besparing van ca. f.10 miljoen mogelijk, indien de sluiting geheel of gedeeltelijk met zware stortsteen (1000/3000 kg) wordt uitgevoerd;
- bij de ramingen van de hulpbruggen (A2) ervan is uitgegaan dat de aanschaf van de brugdelen en het transport in de ramingen van de S.V.K. zijn opgenomen;
- de ramingen van een helikoptersluiting nog een zeer voorlopig karakter dragen. Deze zijn sterk afhankelijk van de beschikbaarheid en of de helikopters gehuurd kunnen worden of eerst gekocht en daarna verkocht moeten worden;
- de caissons op een drempel N.A.P. - 10 m gedimensioneerd zijn op vervallen van 2 m. Deze kunnen bereikt worden door de schuiven in twee fasen te sluiten, namelijk op een laagwaterkentering schuiven met een kerende hoogte tot N.A.P. neer te laten. Nadat het peil op het Zoommeer N.A.P. is geworden (via de Volkerakinlaatsluis en met hoogwater over de schuiven in 2 à 3 dagen), wordt het bovenste deel van de schuiven van N.A.P. tot N.A.P. + 2,0 m) geplaatst;
- de doorstroombreedte van de caissons op een drempel van N.A.P. - 10 m is aangehouden op 5 m, zodat de houden drijfschotten van de caissons van het sluitgat Kous kunnen worden hergebruikt;

- de doorstroombreedte van de caissons op een drempel van N.A.P. - 12 m is aangehouden op 10 m. Omdat bij deze drempeldiepte de bestaande houten drijfschotten niet kunnen worden gebruikt, zullen nieuwe (stalen) drijfschotten moeten worden gemaakt. Voorlopig is hiervoor uitgegaan van een breedte van 10 m, omdat dan de afvoercoëfficiënt van de caissons gunstiger is dan bij 5 m;
- bij alle alternatieven slechts de bouwkosten zijn opgenomen zonder dat deze zijn gediskonteerd. Bij kabelbaan- en caissonsluitingen zullen een deel van de kosten (opbouw kabelbaan en bouw caissons) echter één of meer jaren vroeger vallen dan bij een sluiting met hulpbruggen of helikopters, waarbij besparingen door een minder geforceerd tempo voor de bouw van de sluizen in de dammen, of zelfs een temporisering daarvan nog niet in deze beschouwingen zijn meegenomen.

Hoofdstuk 4. SAMENVATTING.

Uit een onderzoek naar de onderlinge afstemming van de sluitingen van de Philips- en Oesterdam blijkt dat zowel qua scheepvaart als milieu alleen aan de normen kan worden voldaan, indien beide sluitgaten met dezelfde sluitingsmiddelen gesloten worden.

In tabel 5 is globaal een samenvatting van de vergelijking van de alternatieven weergegeven.

Tabel 5.

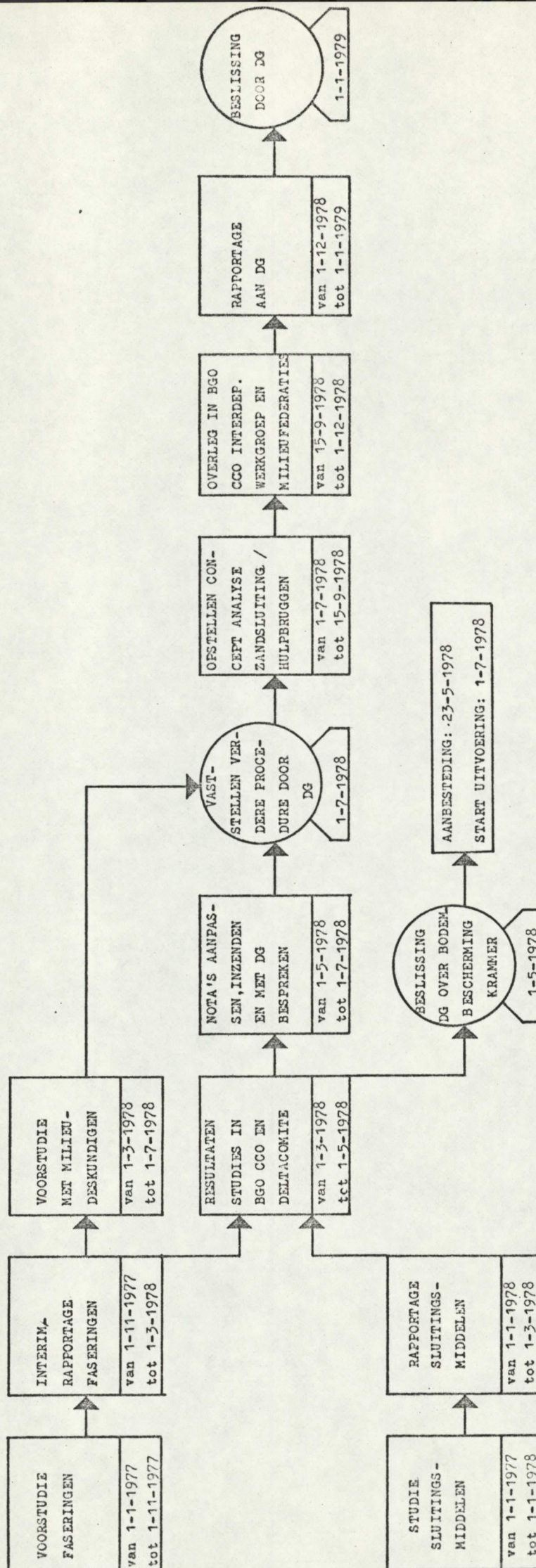
	A1	A2	A3	B	
	kabelbaan	hulpbrug	helikopters	caissons -12	-10
<u>Waterloopkundig en grondmechanisch</u>					
- ontgrondingen	o	o	o	o	o/-
- morfologie	o	o	o	o	o
<u>Milieu en visserij</u>					
zoutgeh. t.o.v. normen					
- Krabbenkreek	o/-	o/-	o/-	+	+
- Oosterschelde	o	o	o	+	+
<u>Uitvoering</u>					
- bedrijfsvoering	o	+	+/o	o	o
<u>Planning</u>					
- spelingen maanden t.o.v. A1					
. Philipsdam	0	9	17	13	13
. Oesterdam	0	8,5	12	10	10
- afhank. voortgang uitv. S.V.K.	niet	wel	niet	niet	wel
<u>Kosten</u>					
- Philipsdam	80	66	?	108	97
- Oesterdam	42	32	?	44	42
Totaal	122	98	?	152	139

+ gunstig
o indifferent
- ongunstig

} in onderlinge vergelijking.

Literatuurverwijzing.

1. Nota "Fasering sluiting compartimenteringsdammen", projectgroep Faseringen, april 1977.
2. "Morfologische ontwikkeling tijdens aanleg Philipsdam". Rijkswaterstaat - Deltadienst, Hoofdafdeling Waterloopkunde, nota DDWT - 77.093, juni 1977.
3. "Berekening zandsluiting van het sluitgat Slaak in de Philipsdam", Rijkswaterstaat - Deltadienst, Hoofdafdeling Waterloopkunde, nota W-75.077.
4. "Onderzoek bouwfasen Philipsdam", Waterloopkundig Laboratorium M 1437-5, juni 1977.
5. "Tracé Oesterdam en omkading van het Markiezaat van Bergen op Zoom", C.C.O. december 1977.
7. "Onderzoek naar de fasering bij de aanleg van de Philipsdam en de Oesterdam bij volledig getij", Waterloopkundig Laboratorium, M 1437-7, september 1977.
8. "Verslag van de helikopterproef in de Oosterschelde", november/december 1971, Rijkswaterstaat - Deltadienst, Afdeling Afsluitingswerken, januari 1972.
9. "Oriënterende berekeningen naar de ontgrondingen bij de afsluiting van het Krammer", Waterloopkundig Laboratorium, M 1437-10, februari 1978.
10. "Verloop van de waterstanden gedurende de sluiting van de compartimenteringsdammen", Rijkswaterstaat - Deltadienst, Hoofdafdeling Waterloopkunde, nota DDWT - 77.224, oktober 1977.
11. "Onderzoek Philipsdam, geleidelijke sluiting Krammer", Waterloopkundig Laboratorium, M 1000, januari 1976.
12. "Onderzoek caissonsluiting Philips- en Oesterdam", Waterloopkundig Laboratorium, M 1437-11, maart 1978.
13. Notitie hydraulische randvoorwaarden t.b.v. caissonsluiting Philips- en Oesterdam, Rijkswaterstaat-Deltadienst, Hoofdafdeling Waterloopkunde, notitie DD WT - 78.239.



PROCEDURE KEUZE FASERING EN MIDDELEN SLUITING
COMPARTIMENTERINGSDAMMEN