

## Case Study Zandsluiting Noord-Pampus

Luxemburg, Willem

**Publication date**

1983

**Document Version**

Final published version

**Citation (APA)**

Luxemburg, W. (1983). *Case Study Zandsluiting Noord-Pampus*. Delft University of Technology.

**Important note**

To cite this publication, please use the final published version (if applicable).  
Please check the document version above.

**Copyright**

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download, forward or distribute the text or part of it, without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license such as Creative Commons.

**Takedown policy**

Please contact us and provide details if you believe this document breaches copyrights.  
We will remove access to the work immediately and investigate your claim.

case study

ZANDSLUITING NOORD-PAMPUS

W.M.J. Luxemburg

college afsluitingen, f11C,  
oktober 1981

Herdruk oktober 1983

Inhoud

- 1 Situatie
- 2 Theorie
- 3 Voorspelling zandverlies bij sluiting  $N \rightarrow Z$  en  $Z \rightarrow N$   
van Noord-Pampus
  - 3.1 Inputgegevens
  - 3.2 Zandverlies per getij
  - 3.3 Totaal zandverlies
  - 3.4 Zand buiten definitieve dam
- 4 Gewenste zuigerproductie
- 5 Uitgevoerde sluiting
  - 5.1 Ingezette zuigers
  - 5.2 Resultaten lodingen
  - 5.3 Laatste sluitingsfase
- 6 Controleberekening
  - 6.1 Opgetreden zandverlies
  - 6.2 Naberekend zandverlies
- 7 Conclusie

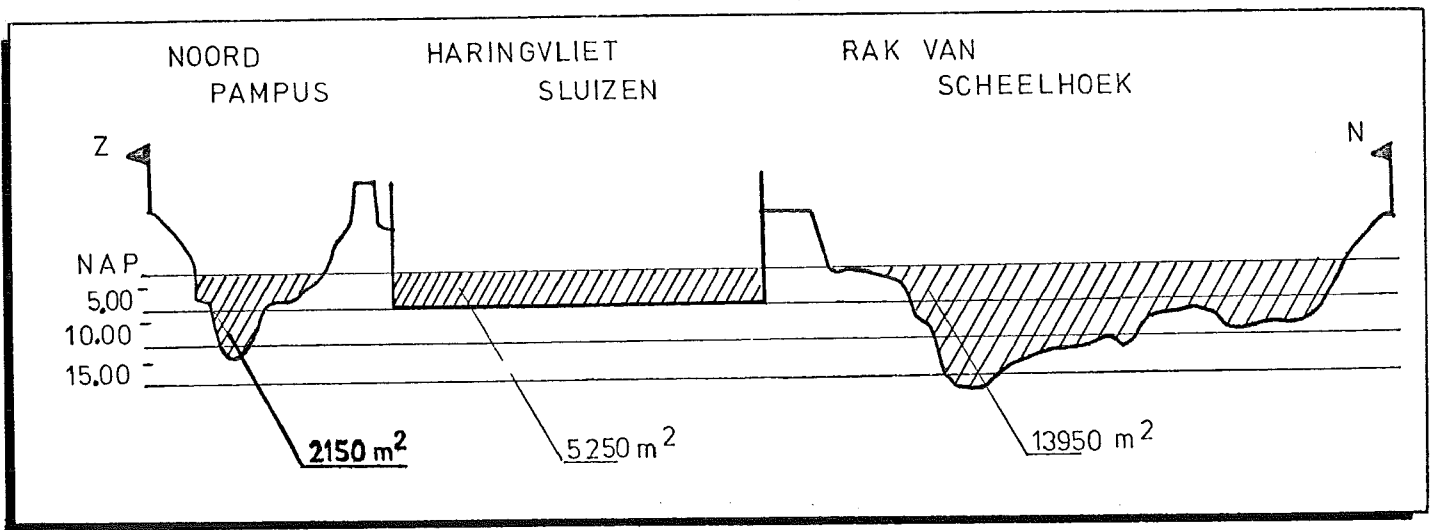
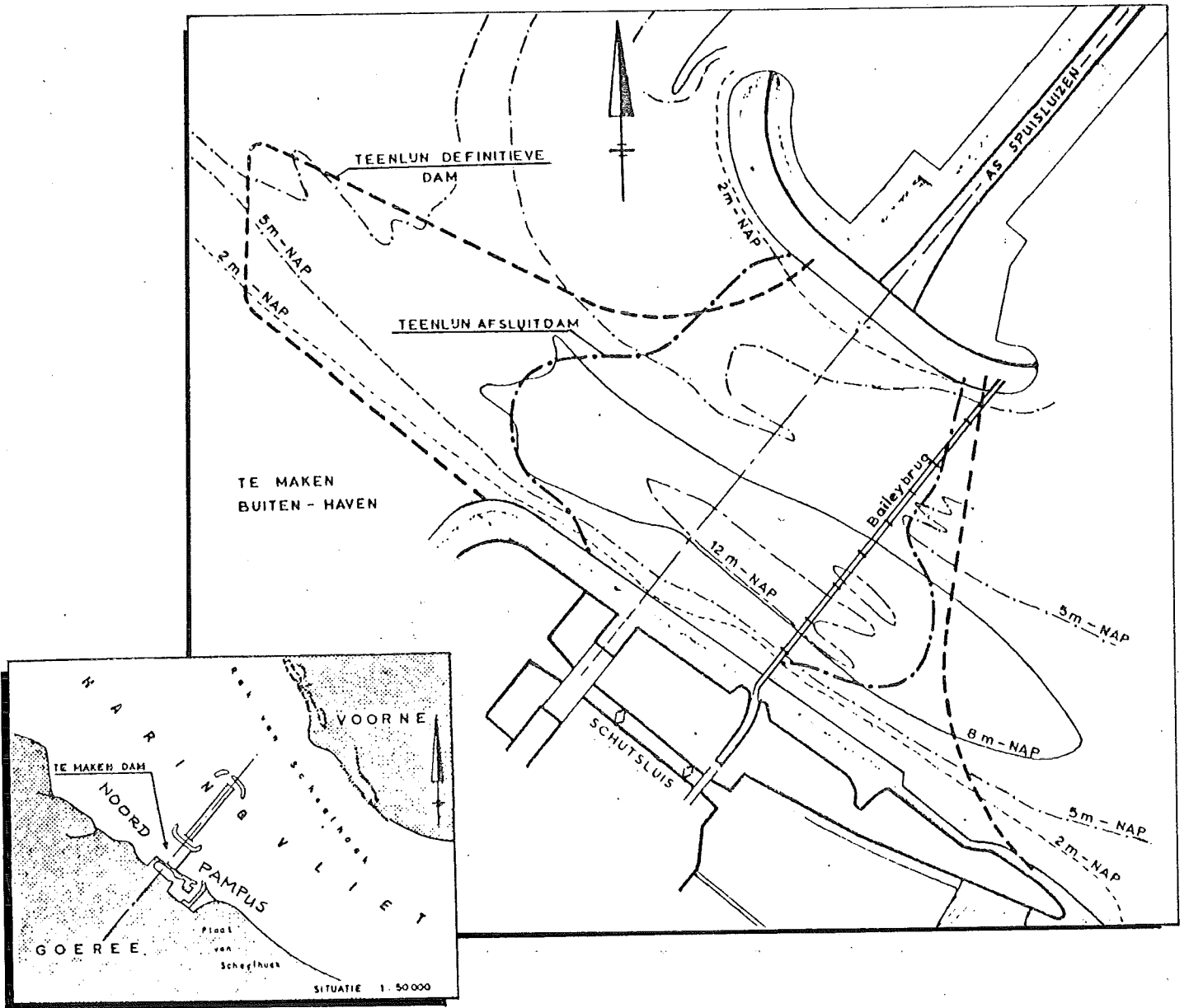


Fig. 1 Situatie-schets

## ZANDSLUITING NOORD-PAMPUS

### 1. Situatie, zie fig. 1

Nadat de spuisluizen in het Haringvliet gereed waren en de ringdijk van de bouwput, voorzover gelegen binnen de dag van de sluis, was opgeruimd, konden op 30 september 1968 de 34 schuiven van dit sluizencomplex worden geheven. Er begon toen een nieuwe fase in de afsluiting van het Haringvliet.

De afsluiting van het Noord-Pampus en het Rak van Scheelhoek vormden hierbij de belangrijkste onderdelen.

Het Noord-Pampus is de geul tussen de spuisluis en de schutsluis. Deze geul heeft een breedte van 400 m en een diepte variërend van NAP - 3 m aan de noordzijde tot NAP - 12 m aan de zuidzijde.

Door het heffen van de schuiven werd het doorstroomprofiel ter plaatse van de afsluitdam met  $5250 \text{ m}^2$  vergroot ten opzichte van de toestand met gesloten schuiven. Het Noord-Pampus heeft een doorstroomprofiel van  $2150 \text{ m}^2$  en zou nog voor het Rak van Scheelhoek worden gesloten. Verwacht werd dat de stroomsnelheden tijdens de sluiting niet al te hoog op zouden lopen waardoor een zandsluiting in aanmerking kwam.

### 2. Theorie

Bij een zandsluiting wordt, meestal vanaf een zijde, zand in het sluitgat gespoten.

Hierdoor ontstaat een zg. sluitdam.

Door de plaats waar wordt gespoten (het stort) actueel aan de kop van de dam te houden wordt de sluitdam vooruitgebouwd en het sluitgat verkleind.

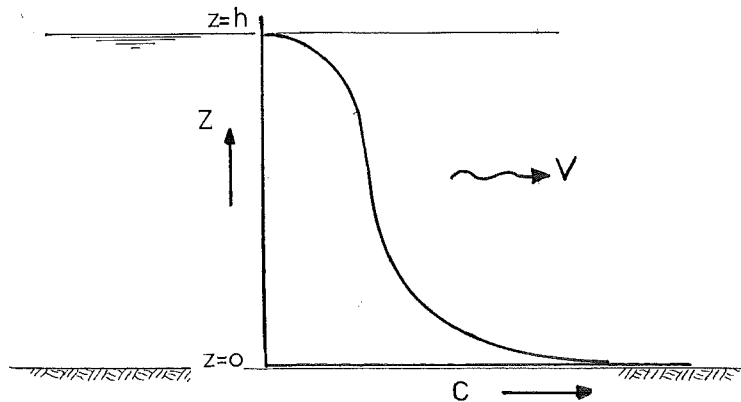
Het profiel van de sluitdam wordt minimaal gehouden om de sluiting snel tot stand te brengen. Anderzijds moet de sluitdam een dusdanig (veilig) profiel hebben dat tijdens de sluiting een doorbraak wordt voorkomen.

Door de invloed van het getij stroomt er water door het sluitgat en over een gedeelte van het stort.

Om een indruk te krijgen van de benodigde zuigerproduktie, het zandverlies en de sluitingsduur wordt een zandverliesberekening opgezet.

Voor een uniforme stationaire stroom over een zandige bodem geldt voor de evenwichtsvertikaal van het zandgehalte

$$c(z) = c(o) \cdot e^{-\frac{w}{\epsilon} z} \quad \text{m}^3/\text{m}^3$$



$z$  = hoogte boven de bodem

$c(z)$  = zandconcentratie op hoogte  $z$  boven de bodem

$c(o)$  = zandconcentratie op de bodem

$w$  = valsnelheid in water van een korrel met bepaalde korreldiameter ( $D_{50}$ )

$\epsilon$  = diffusiecoëfficiënt

Bij benadering geldt voor de diffusiecoëfficiënt van het zwevend materiaal dat deze gelijk is aan de diffusiecoëfficiënt voor schoon water:

$$\epsilon = k \cdot v_* \cdot z (1 - z/h)$$

$k$  = constante van Von Karman = 0,4

$v_*$  = schuifspanningssnelheid nabij de bodem =  $\sqrt{\frac{\tau}{\rho}} = \sqrt{\frac{g}{C}} \cdot \bar{v}$

$C$  = Chezy weerstandscoefficiënt

$h$  = waterdiepte

De theorie waarmee Lane en Kalinske de concentratie  $c(o)$  op de bodem bepaalden gaat uit van een normale verdeling van het optreden van de verticale snelheidscomponent tengevolge van de snelheid op de bodem (lit.: Hydrology - 1941 - Engineering calculations of suspended sediment - E.W. Lane and A.A. Kalinske).

Een deeltje, gekarakteriseerd door de valsnelheid in water, wordt opgenomen van de bodem als de verticale snelheidscomponent groter is dan de valsnelheid  $w$ .

Het aantal deeltjes met een bepaalde valsnelheid  $w$  dat wordt opgenomen

van de bodem is evenredig met het percentage dat aanwezig is en de duur dat de vertikale snelheidscomponent tengevolge van turbulentie groter is dan de valsnelheid.

Kalinske vond voor de concentratie  $c_i(o)$  van zand met een karakteristieke valsnelheid  $w_i$  en percentage  $P_i$ :

$$c_i(o) = \frac{A}{\sqrt{\pi}} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{v_*}{\gamma w_i} \cdot e^{\left[\frac{\gamma w_i}{v_*}\right]^2} - \frac{\sqrt{\pi}}{2} + \int_0^{\frac{\gamma w_i}{v_*}} e^{-\xi^2} \cdot d\xi \cdot P_i$$

A = constante

$\gamma$  = constante

$P_i$  = percentage van het zand met karakteristieke valsnelheid  $w_i$

Zandtransport is het produkt van snelheid en concentratie.

Het zandtransport geïntegreerd over de hoogte per fractie en per eenheid van tijd en breedte levert:

$$M_i = \int_0^h c_i(z) \cdot v(z) \cdot dz \quad m^3/m'/sec.$$

Het totaal transport is  $S = \sum M_i \quad m^3/m'/sec$

Wanneer voor de concentratieverdeling over de hoogte de evenwichtsvertikaal wordt toegepast, die alleen geldt bij stationaire, uniforme stroming wordt de zg. zandtransportcapaciteit berekend.

Morra heeft de vergelijking  $M_i = \dots$  tot een bruikbare formule omgevormd en geeft voor getijwateren (lit. De zandbeweging in het getijgebied door R.H.J. Morra, RWS Studiedienst Directie Benedenrivieren rapport nr. 11-1952).

Het theoretisch logaritmisch snelheidsprofiel vervangt hij door een parabolisch omdat deze het zandtransport nabij de bodem beter weergeeft. Een benadering ontstaat door voor de diffusiecoëfficiënt  $\epsilon$  een gemiddelde waarde in te voeren.

$$\epsilon_{gem} = \frac{1}{15} \cdot v_* \cdot h$$

Met bovenstaande modificaties ontstaat de zandtransportformule van Morra-Kalinske.

Voor de constanten A en  $\gamma$  vond Kirkham (lit. Modification of a theory on the relation of suspended to bed material in rivers. Kirkham, D.

Transact Am. Geoph. Union, 1942)

A = 39

$\gamma = 1,36$

Uit het 'Veldboek voor land en waterdeskundigen, Hfdst. E.21: Suspended load after Kalinske-Morra, zijn twee nomogrammen overgenomen waarin de zandtransportcapaciteit als functie van de waterdiepte, bodemweerstand, gemiddelde snelheid en korreldiameter is af te lezen.

(zie bijlage bij college onderwerp "Zandafsluitingen", f11C)

Het op deze manier berekend zandtransport betreft alleen het suspensie-transport. Bij zand met een  $D_{50} < 300\mu$ , zoals bij de meeste zandsluitingen wordt toegepast, blijkt inderdaad het suspensietransport te overheersen t.o.v. het bodemtransport.

In een sluitgat in een getijgebied zal geen stationaire, uniforme stroom aanwezig zijn.

Wordt met de parameters die op een tijdstip in het sluitgat gelden het theoretisch mogelijke zandtransport (= zandtransportcapaciteit) berekend, dan zal als gevolg van versnelling en vertraging en het feit dat zand in het sluitgat wordt gespoten het werkelijke zandtransport daarvan afwijken.

Uit voorgaande zandsluitingen (Brielse gat, Lauwerszee) zijn factoren afgeleid die de relatie geven tussen de zandtransportcapaciteit berekend met parameters geldig in het sluitgat en het zandverlies.

Het zandverlies is dan al het zand dat buiten het gespoten sluitdamprofiel terecht komt.

Deze factoren zijn:

Op het stort zandverlies = 2 \* zandtransportkap.

Over sluitgatbodem zandverlies = 0,25 zandtransportkap.

Het stort is het front van de sluitdam waar het zand-watermengsel, vanuit een persleiding geperst, zich vermengt met het water van de heersende stroom door het sluitgat. Zie fig. 2.



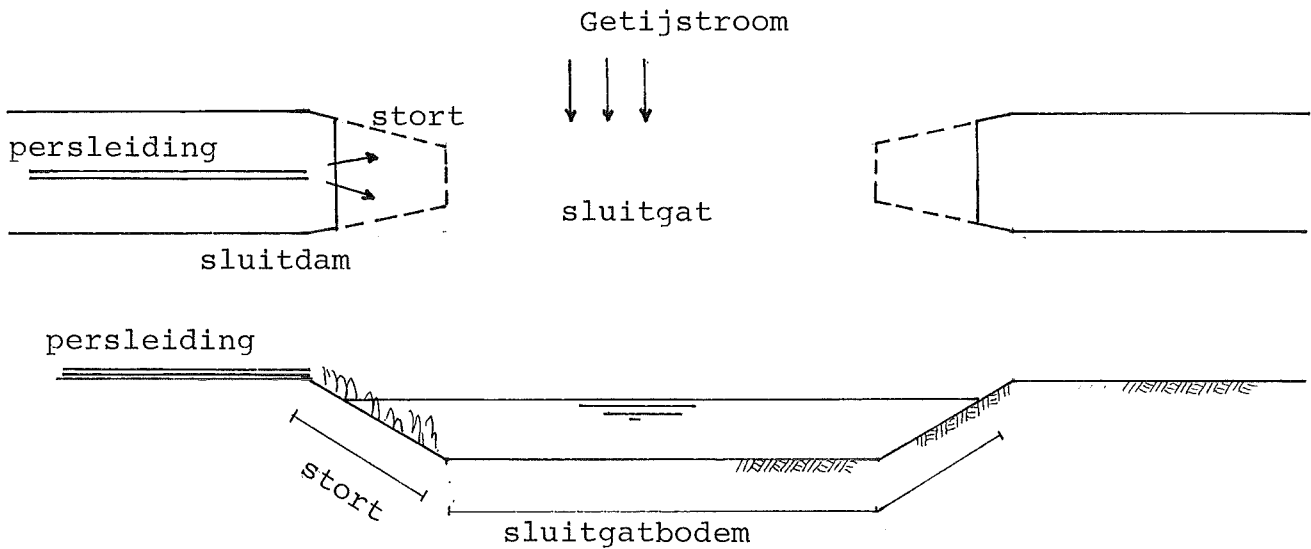


Fig. 2 Sluitgat en stort

### 3. Voorspelling zandverlies bij sluiting N → Z en Z → N van Noord-Pampus

#### 3.1. Inputgegevens

Om te komen tot een voorspelling van het zandverlies zijn inputgegevens noodzakelijk. Dit zijn:

$\bar{v}$  afkomstig uit modelonderzoek M515 (1964).

In principe is een afwijking met het prototype mogelijk omdat het model geijkt is aan de hand van gegevens zonder de sluizen in het Haringvliet.

$h$  afgeleid uit voorspeld astronomisch getij.

$n = 0,024$  is een redelijke aanname voor de Manningcoëfficiënt (noodzakelijk voor schuifspanningssnelheid nabij de bodem).

$D_{50}$  onzeker was de korreldiameter van het te spuiten zand. Er is daarom een berekening uitgevoerd voor  $D_{50} = 125 \mu$  en  $D_{50} = 175 \mu$ . Omdat het wingebied nabij het sluitgat zou komen te liggen is voor het zand op de bodem van het sluitgat een overeenkomstige korreldiameter aangenomen.


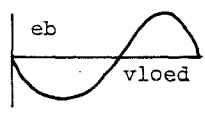

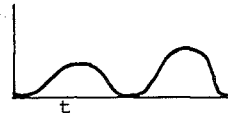
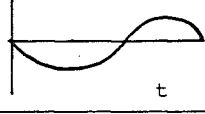

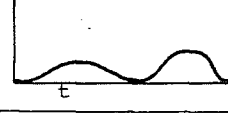
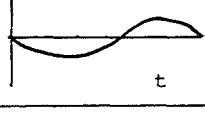
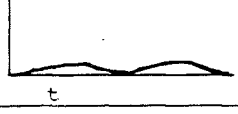
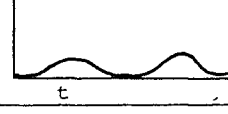
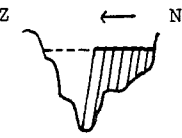
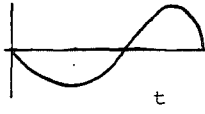
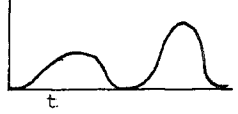
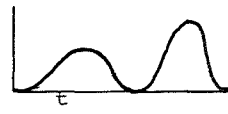
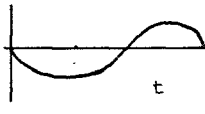

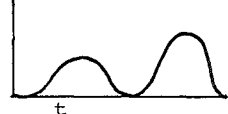
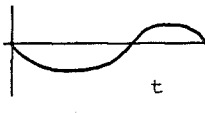
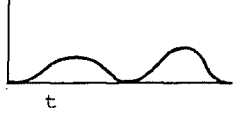
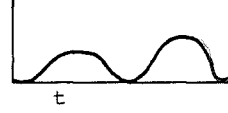
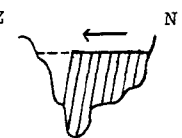
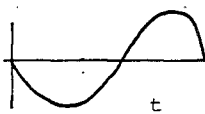
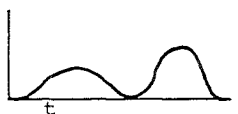
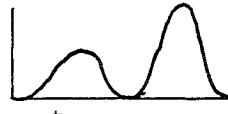
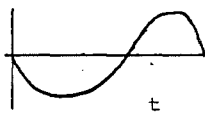

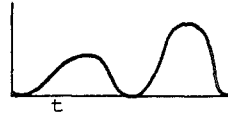
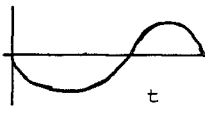

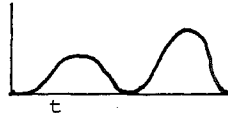
Uit de  $D_{50}$  is direct een valsnelheid voor de betreffende korreldiameter af te leiden.

Storttalud aangenomen 1 : 20.

Fig. 3 Zandverlies m<sup>3</sup>/getij.

Sluiting N→Z.

Korreldiameter 175 μ.

DOORSTROOMPROFIEL	GETIJS COEFF.	HORZ. GETIJ	ZANDVERLIES m <sup>3</sup> /sec		ZANDVERLIES m <sup>3</sup> /getij (sommatie)
			BODEMVERLIES	STORTVERLIES	
OPEN  	Springtij		m <sup>3</sup> /s 	+ m <sup>3</sup> /s 	0.4 m <sup>3</sup> /getij
	Gem. tij		m <sup>3</sup> /s 	+ m <sup>3</sup> /s 	
	Doodtij		m <sup>3</sup> /s 	+ m <sup>3</sup> /s 	0.1 m <sup>3</sup> /getij
½ DICHT  	Springtij		m <sup>3</sup> /s 	+ m <sup>3</sup> /s 	3.2 m <sup>3</sup> /getij
	Gem. tij		m <sup>3</sup> /s 	+ m <sup>3</sup> /s 	2.0 m <sup>3</sup> /getij
	Doodtij		m <sup>3</sup> /s 	+ m <sup>3</sup> /s 	1.2 m <sup>3</sup> /getij
¾ DICHT  	Springtij		m <sup>3</sup> /s 	+ m <sup>3</sup> /s 	
	Gem. tij		m <sup>3</sup> /s 	+ m <sup>3</sup> /s 	
	Doodtij		m <sup>3</sup> /s 	+ m <sup>3</sup> /s 	

	maximum snelheid m/sec	sluitings- richting N → Z	maximum snelheid m/sec	sluitings- richting Z → N
open	vloed 0.95 eb 0.66		vloed 0.95 eb 0.66	
$\frac{1}{2}$ dicht	vloed 1.05 eb 0.75		vloed 1.00 eb 0.75	
$\frac{3}{4}$ dicht	vloed 1.30 eb 1.00		vloed 1.10 eb 0.85	

Fig. 4 Stroomsnelheden bij tegengestelde sluitingsrichting

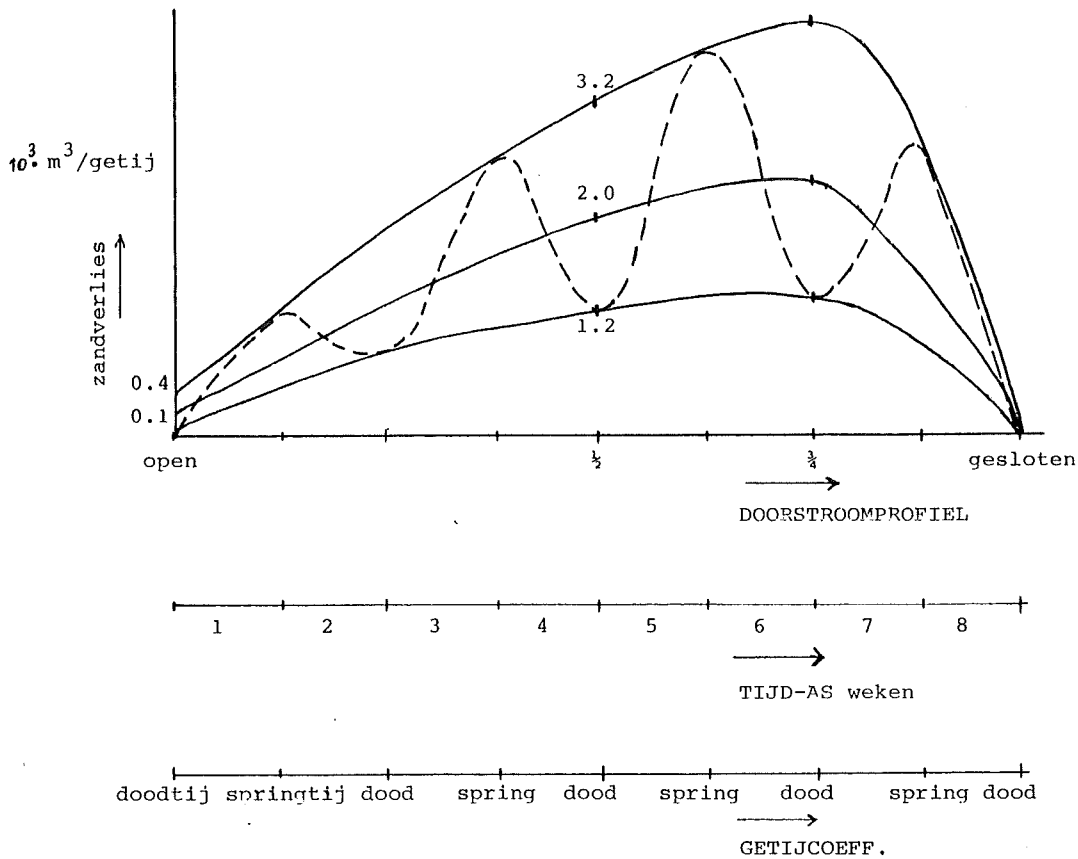


Fig.5 Zandverlies tijdens sluiting (N → Z) D50=175 $\mu$

### 3.2. Zandverlies per getij

In fig. 3 is de procedure weergegeven om voor een drietal doorstroomprofielen met per geval onderscheid in doodtij, gem. tij en springtij te komen tot het zandverlies per getij voor een sluiting van  $N \rightarrow Z$ .

Korrel diameter  $175 \mu$ .

De verhouding van het zandverlies over het hele stort en de hele sluitgatbodem (rechter krommen) voor de verschillende doorstroomprofielen wordt hoofdzakelijk beïnvloed door twee factoren, te weten de snelheid in het sluitgat en de lengte van het stort resp. de sluitgatbodem. Voor een sluiting van  $Z \rightarrow N$  kan dezelfde procedure worden toegepast.

Uit een vergelijking van de max. snelheden bij gem. tij (volgens M515) voor sluiting  $N \rightarrow Z$  en  $Z \rightarrow N$  blijkt dat bij overeenkomstige oppervlakten van de doorstroomprofielen de snelheden bij sluiting  $N \rightarrow Z$  groter zijn. Zie fig. 4. Bovendien blijkt wanneer de doorstroomprofielen vergeleken worden dat bij sluiting  $N \rightarrow Z$  de stortlengte groter is bij juist grotere stroomsnelheden.

In vergelijkbare situaties (overeenkomstig oppervlak doorstroomprofiel, getijcoëfficiënt en korrel diameter) zal dan ook het zandverlies bij sluiting  $N \rightarrow Z$  groter zijn.

### 3.3. Totaal zandverlies

Bij de voorspelling is gesteld dat de sluiting na 8 weken voltooid moest zijn.

De resultaten (zandverlies  $m^3$ /getij) van de procedure zoals in fig. 3 geschetst kunnen in een andere figuur worden samengevat met op de horizontale as het oppervlak van het doorstroomprofiel en op de verticale as het zandverlies. Zie fig. 5.

Door middel van extrapolatie zijn dan drie lijnen te trekken die weergeven het zandverlies bij doodtij, gemiddeld tij en springtij.

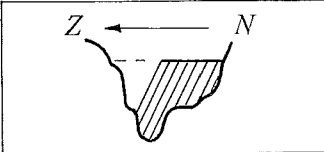
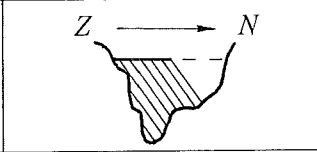
Het totale zandverlies kan worden berekend door de (sluitings-)tijd hierbij te betrekken.

Op de horizontale as wordt daartoe in fig. 5 een tijdas getekend. Tegelijkertijd kan nu het optreden van de getijcoëfficiënten worden verdisconteerd. In het algemeen zal men een doodtijperiode kiezen bij maximum zandverlies.

Door het voorkomen van doodtij, gem. tij en springtij (cyclustijd 2 weken)

ontstaat voor het verloop van het zandverlies de gestippelde lijn. Het totaal verlies is de oppervlakte onder de gestippelde kromme indien op de horizontale as het aantal getijden worden aangehouden. Op bovenstaande wijze is een sluiting van  $N \rightarrow Z$  en  $Z \rightarrow N$  met korrel-diameter  $D_{50} = 175 \mu$  en  $125 \mu$  voor een sluitingsduur van 8 weken doorgerekend.

De resultaten zijn gegeven in tabel 1.

		
$175 \mu$	190.000 m <sup>3</sup>	100.000 m <sup>3</sup>
$125 \mu$	500.000 m <sup>3</sup>	200.000 m <sup>3</sup>

tabel 1

Opmerking: De horizontale tijdas is lineair gekozen. Dit hoeft in werkelijkheid niet het geval te zijn. Dat hangt onder andere af van de zuigerproduktie en de mate van zandverlies. Aannemelijk is bv. dat, bij constante zuigerproduktie, in aanvang de profielverkleining sneller verloopt dan in een later stadium van de sluiting.

Zolang de zuigerproduktie niet bij de zandverliesberekening betrokken wordt blijft bovenstaande methode een benadering.

Ter vergelijking van alternatieve sluitingsmethoden of ter indicatie van de grootte van het zandverlies is de methode wel bruikbaar. Een meer exacte methode is om bij gegeven zuigerproduktie en sluitdamonhoud als functie van het doorstroomprofiel over tijdstappen (van bv. 2 getijden) het zandverlies en de sluitgatverkleining te berekenen. Dit net zolang totdat het sluitgat dicht is.

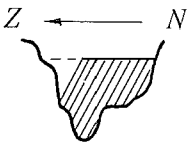
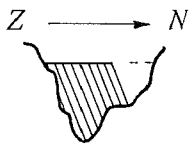
### 3.4. Zand buiten definitieve dam

Het nu berekende zandverlies is al het zand dat buiten de sluitdam terecht komt.

Het sluitdamprofiel valt binnen het profiel van de definitieve dam, zie fig. 1. Een gedeelte van het als verlies aangemerkte zand komt dan nog binnen het definitieve damprofiel tot bezinken. Uit planologische overwegingen is het profiel van de definitieve dam aan de zuidzijde zeer breed ontworpen.

Daarom is ook bekeken en afgeschat voor beide sluitingsalternatieven wat het zandverlies is als dit gedefinieerd wordt als zand buiten de definitieve dam. Zie tabel 2.

tabel 2  
zie ook fig. 18

		
175 $\mu$ Buiten sluitdam	190.000 m <sup>3</sup>	100.000 m <sup>3</sup>
Buiten def. dam	80.000 m <sup>3</sup>	60.000 m <sup>3</sup>
125 $\mu$ Buiten sluitdam	500.000 m <sup>3</sup>	200.000 m <sup>3</sup>
Buiten def. dam	225.000 m <sup>3</sup>	150.000 m <sup>3</sup>

Hieruit blijkt alsnog dat een sluiting van Z  $\rightarrow$  N gunstiger is.

#### 4. Gewenste zuigerproduktie

De gewenste zuigerproduktie voor aanleg van de sluitdam over de gehele sluitingsperiode (8 weken) is, wanneer alleen zand en geen slib wordt gespoten, de som van het zandverlies en de inhoud van de sluitdam.

$$\begin{aligned} \text{Verlies ca.} & \quad 200.000 \text{ m}^3 \quad (D_{50} = 125\mu) \\ \text{Sluitdaminhoud ca.} & \quad \frac{100.000 \text{ m}^3}{+} \\ \text{Zuigerproduktie} & \quad 1.200.000 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

De inhoud van de sluitdam is berekend aan de hand van het ontwerp-profiel (zie fig. 12) en de bodemligging in het sluitgat.

Uit grondboringen in het wingebied bleek, als functie van de diepte, een percentage slib aanwezig te zijn, zie fig. 6.

De slibfractie op het stort gespoten zou grotendeels buiten het sluitdamprofiel terecht komen en zou de naburige haveningang kunnen bedreigen. Daarom is besloten het wingebied niet dieper dan NAP - 7 à - 9 m te ontgraven.

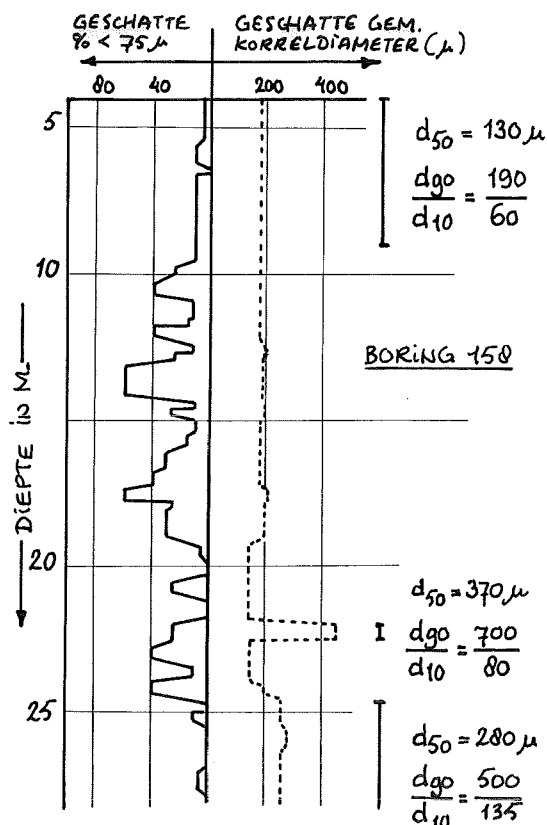


Fig. 6  
Gemiddelde korreldiameter  
en slibpercentage van  
boring in wingebied

Bovendien zouden eventuele sliblagen de stabiliteit van de definitieve dam kunnen bedreigen.

Uitgaande van een gemiddeld slibpercentage van 15% moest de zuigerproduktie over 8 weken minimaal 1.400.000 m<sup>3</sup> bedragen.

Stilzwijgend is hier uitgegaan van een bekend wingebied. Uiteraard spelen een aantal criteria een rol bij de keuze van een wingebied.

Te noemen:

- omvang (m<sup>3</sup> zand)
- korrelsamenstelling
- diepte locatie zandlagen
- transportafstand naar stort
- werkbaarheid

## 5. Uitgevoerde sluiting

### 5.1. Ingezette zuigers

Voor de sluiting zijn twee cutterzuigers ingezet, de 'Nassau Bay' en 'Ammerstol' met een zuigerproduktie van 1500 m<sup>3</sup>/u resp. 600 m<sup>3</sup>/u. Gedurende de eerste 4 weken werd de geperste hoeveelheid zand aangevuld met een hoeveelheid die werd gewonnen uit de verdieping tot

NAP - 10 m van de toeleidingsgeulen van de sluizen. Dit zand werd geklapt in het diepste gedeelte van het Noord-Pampus. In de derde week werd de cutterzuiger 'Linge' ingezet die 200.000 m<sup>3</sup> zand wegzoog uit een depot in de nabijgelegen haven. Voor situering zuigers en wingebied zie fig. 7.

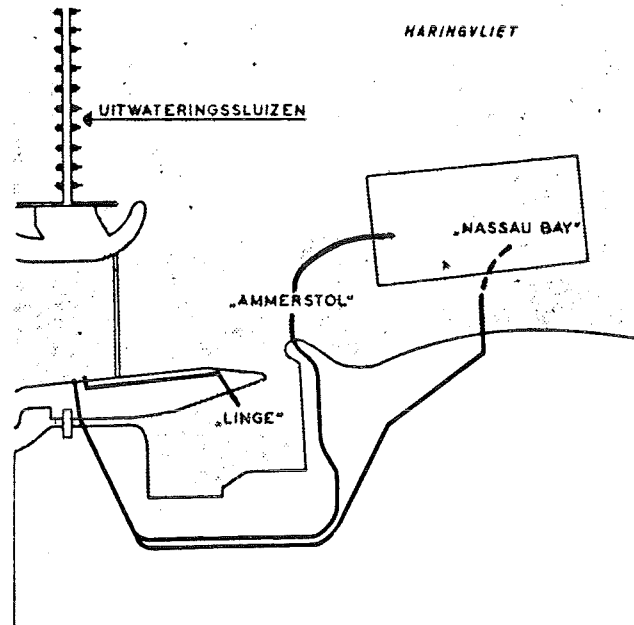


Fig. 7 Winplaats met plaats zuigers

De totale zandproduktie gedurende de sluiting is gegeven in fig. 14.

## 5.2. Resultaten lodingen

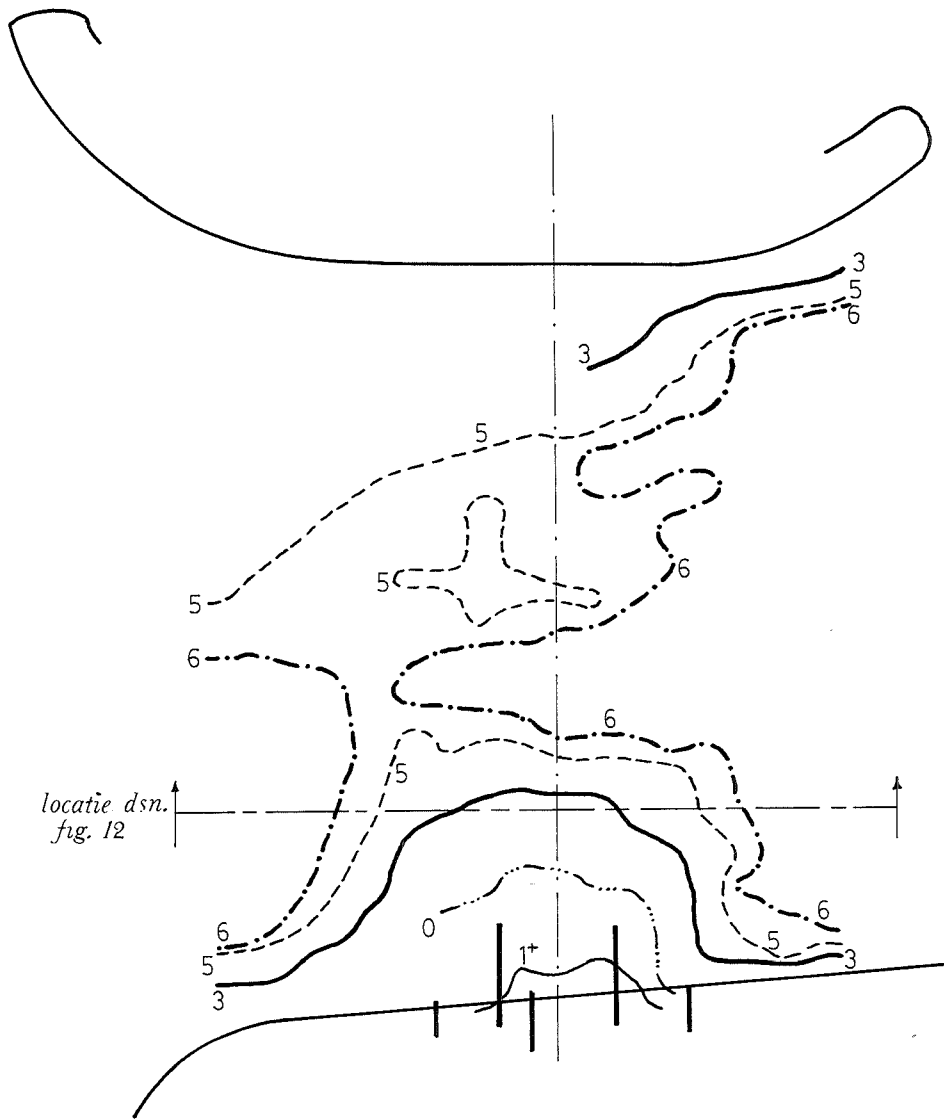
In de figuren 8 t/m 11 zijn resultaten gegeven van lodingen in het sluitgat tijdens de sluiting voor vier verschillende data. Tevens zijn daarop persleidingen en perskaden getekend.

Tot 25 oktober is er behalve gesproten ook zand geklapt (zie fig. 14). Duidelijk waarneembaar is de vooruitbouw van de persleidingen, met splitsingen, en de vordering van de perskaden.

Opmerkelijk is dat de perskaden in de latere stadia van de sluiting niet actueel tot aan het stort zijn vooruitgebouwd.

Normaliter worden bij zandsluitingen perskaden gebruikt om de zandwaterstroom uit de persleiding (die ver boven de waterlijn ligt) tot aan de waterlijn te geleiden. Deze methode heeft als voordeel dat zo-







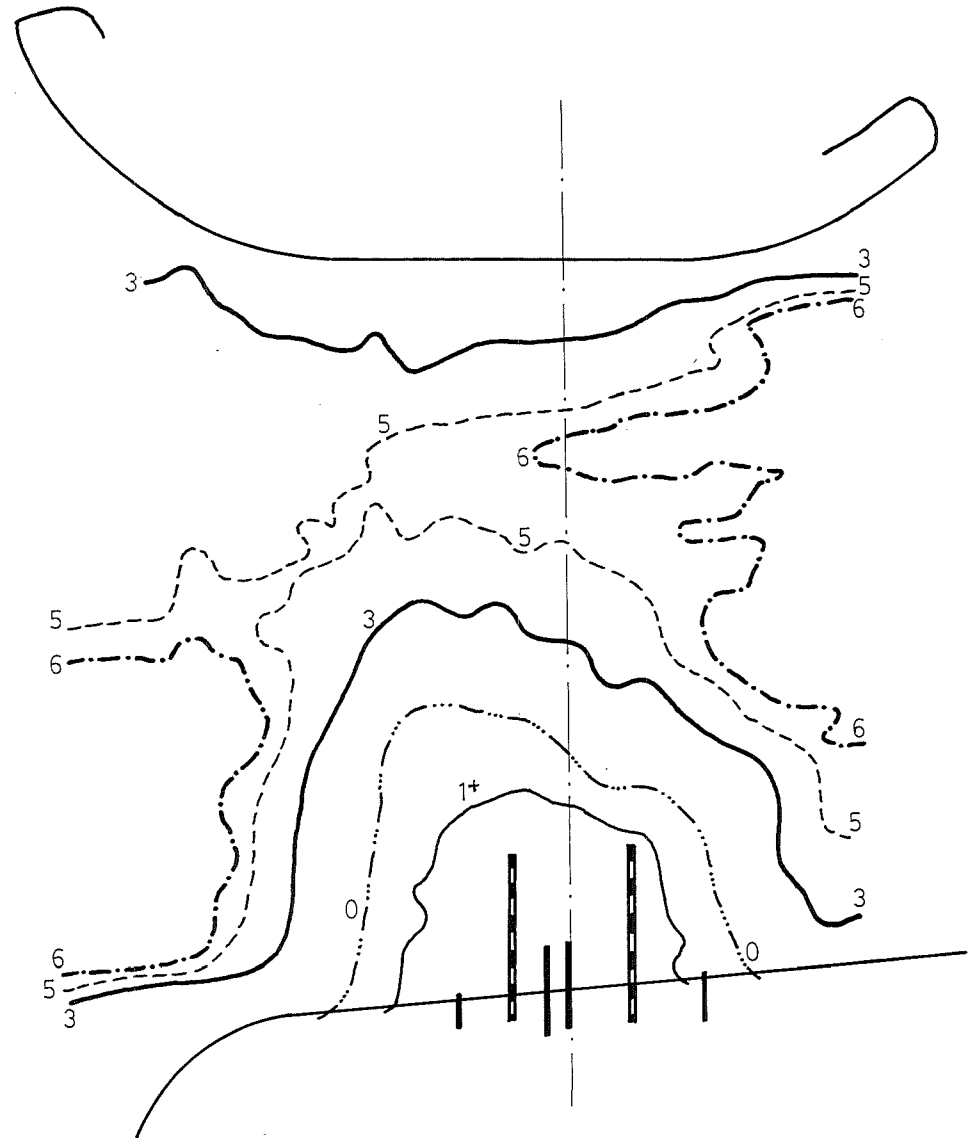
Datum 16-10-1968  
 Schaal 0 20 40 60 80 100 m  
 Persleiding   
 Perskade 



Fig. 8





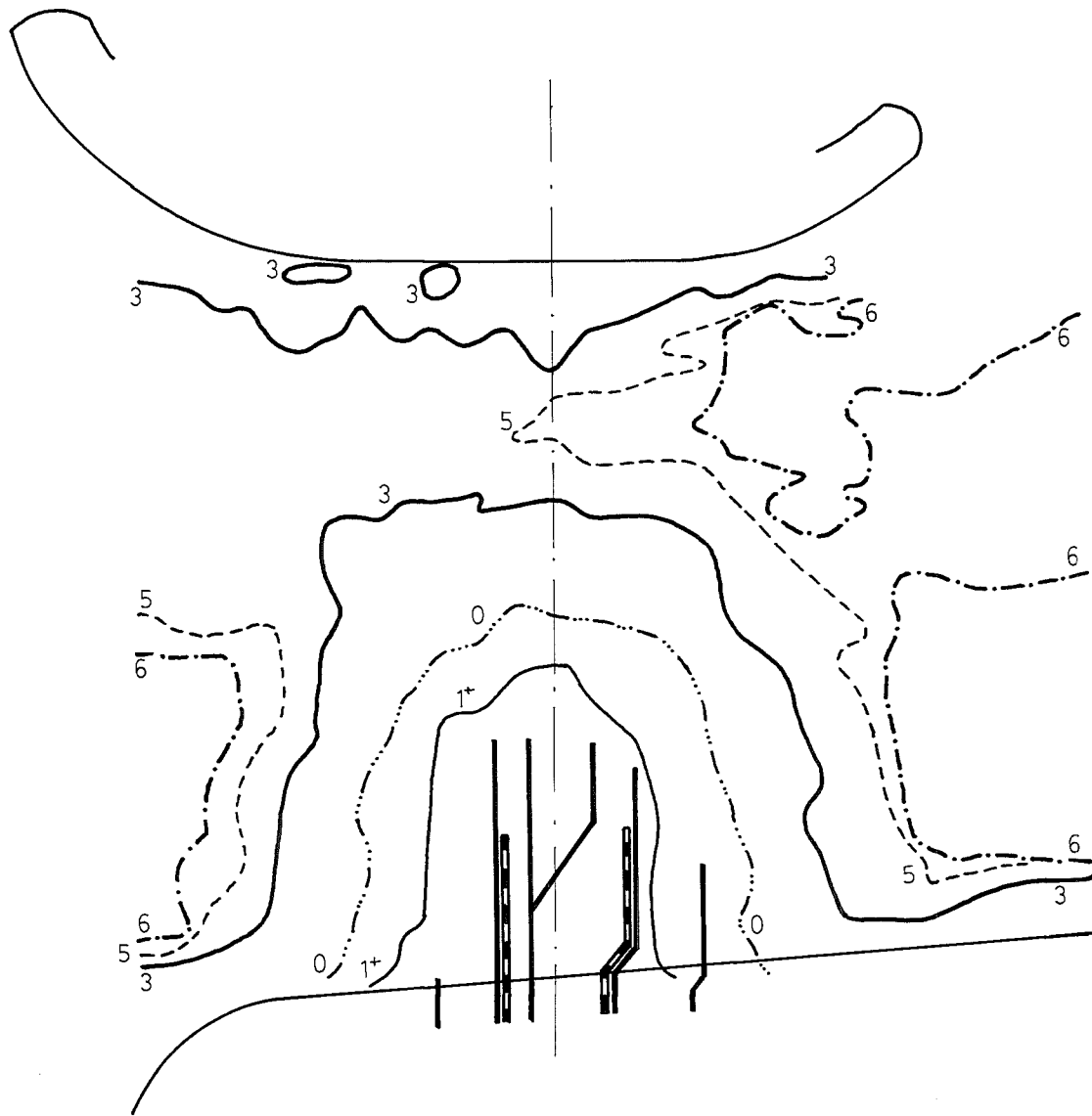
Datum 25-10-1968  
 Schaal 0 20 40 60 80 100 m  
 Persleiding   
 Perskade 

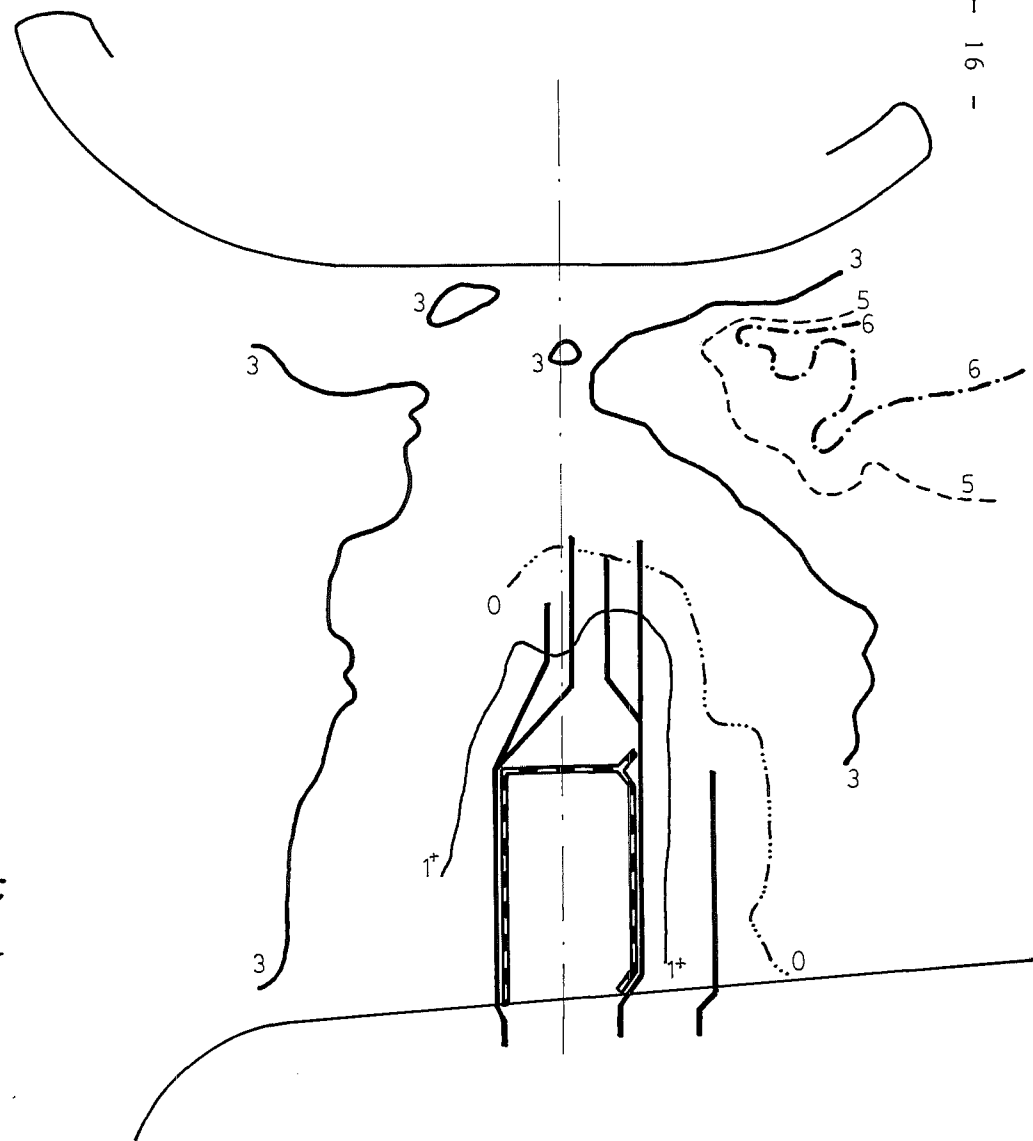


Fig. 9



Datum 4-11-1968  
 Schaal 0 20 40 60 80 100 m  
 Persleiding ———  
 Perskade - - - - -

Fig. 10



Datum 7-11-1968  
 Schaal 0 20 40 60 80 100 m  
 Persleiding ———  
 Perskade - - - - -

Fig. 11

veel mogelijk zand binnen een krap sluitdamprofiel wordt gehouden. Uit de hoogteligging van de persleidingen valt af te leiden dat in dit geval het zand-watermengsel min of meer direkt door de leiding tot nabij de waterlijn werd gebracht.

Bovendien zou het sluitdamprofiel en een gedeelte van het verlies alsnog binnen het profiel van de definitieve dam vallen wegens het brede ontwerpprofiel van de definitieve dam (fig. 1).

In fig. 12 is de vordering van het sluitdamprofiel in dwarsdoorsnede op 100 m uit de zuidelijke oever gegeven.

Fig. 13 geeft de verkleining van het doorstroomprofiel over de lengte van het sluitgat.

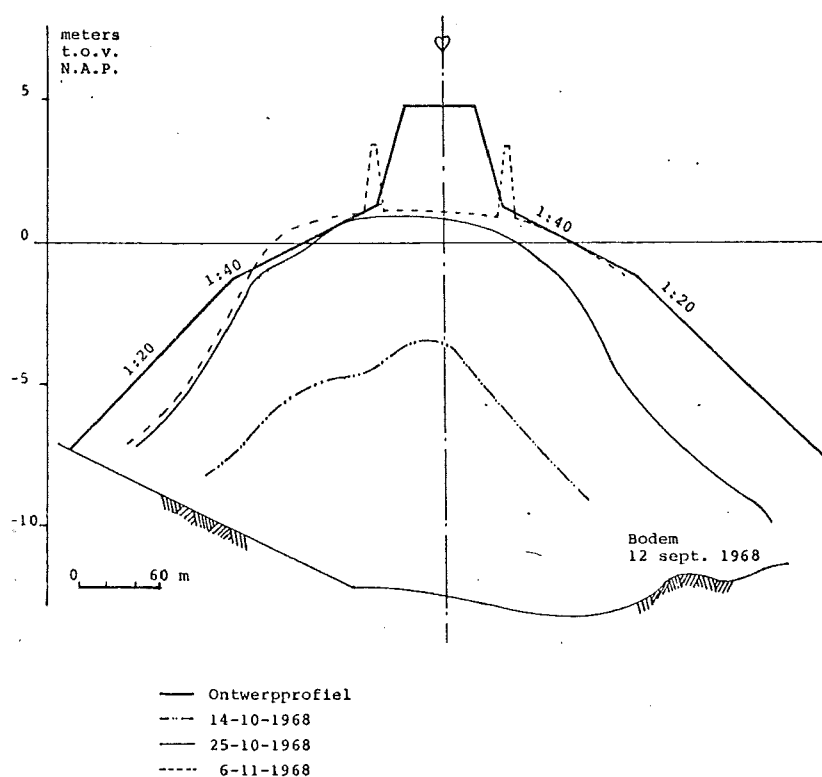
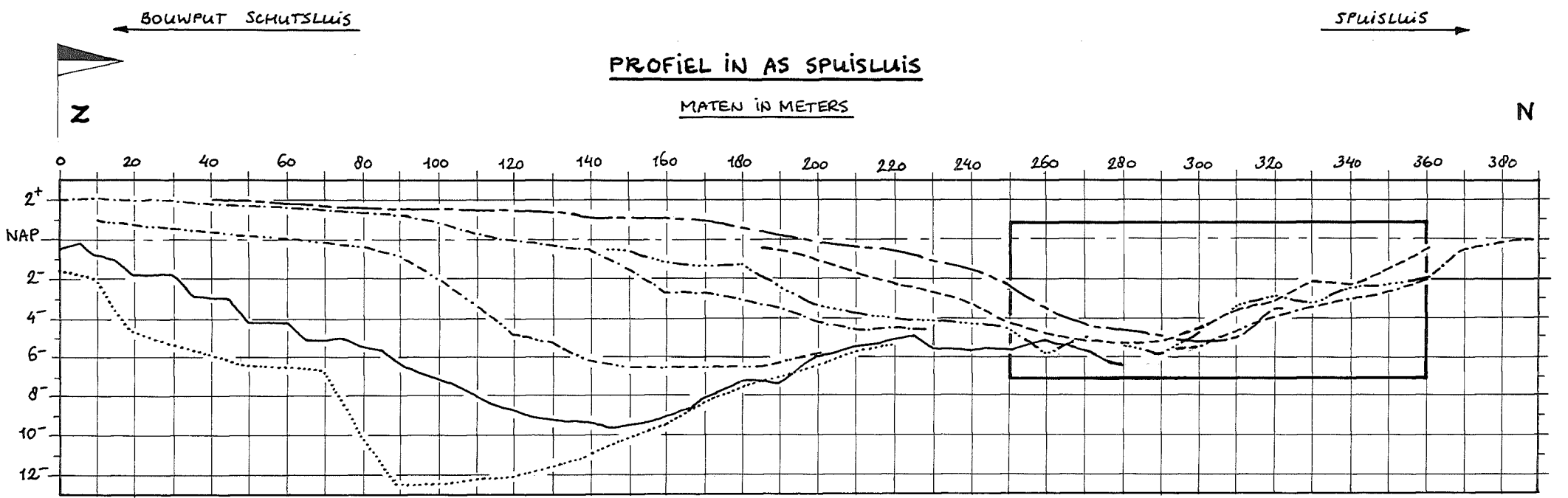


fig. 12 Dwarsdoorsnede sluitdamprofiel  
(100 m uit zuidelijke oever, zie fig. 8)

### 5.3. Laatste sluitingsfase, zie foto 1

Toen bleek dat het sluiten sneller ging dan was verwacht, besloot men het tempo nog enigszins te forceren. Men zag een kans om voor het volgende springtij klaar te komen. Vanaf 28 oktober bleef de 'Nassau Bay' ononderbroken doorpersen; zonodig zou de 'Ammerstol' in de daaropvolgende weekends assistentie blijven geven. Dit bleek al niet meer nodig, want op vrijdag 8 november tegen het ochtend laag-

Fig. 13 Doorstroomprofiel op verschillende data tijdens sluiting



0 is 133,05 m. uit AS SCHUTSLUIS

- ..... 11-9-'60
- 8-10
- - - - - 25-10
- - - - - 26-10
- ..... 29-10
- - - - - 30-10
- - - - - 1-11
- 4-11

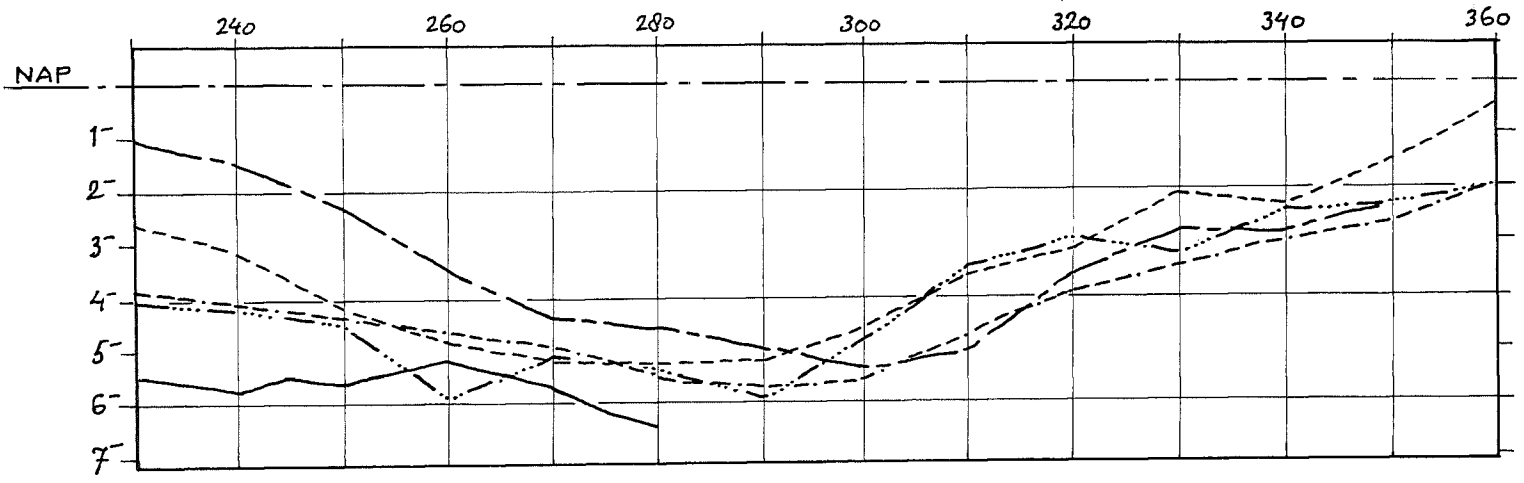




Foto 1

water kon het Noord-Pampus worden afgesloten. Het was omstreeks 11.30 uur. 's Morgens was het gat door het persen zoveel opgevuld dat een bulldozer met een gereedliggende hoop zand en mijnsteen de resterende opening dicht kon schuiven. Het snel opkomende water van die vrijdagmiddag trok nog over de mijnsteendam, hetgeen zich de volgende dag op een klein gedeelte van de dam herhaalde. Vrijdagmiddag werd de mijnsteendam boven hoogwater, NAP + 3,50 m, uitgereden terwijl vanaf de zanddam een perskade op dezelfde hoogte in de richting van de mijnsteendam werd aangebracht. Zaterdag 9 november werd deze dam vóór het middag-hoogwater voltooid, waardoor de sluiting een feit was.

## 6. Contrôleberekening

Tijdens de sluiting zijn er vele metingen verricht met het doel de berekeningsmethode nader te verifiëren.

Met behulp van nauwkeuriger gegevens dan bij de voorspellende berekening van het zandverlies wordt het zandverlies naberekend en vergeleken met het gemeten (opgetreden) zandverlies.

### 6.1. Opgetreden zandverlies

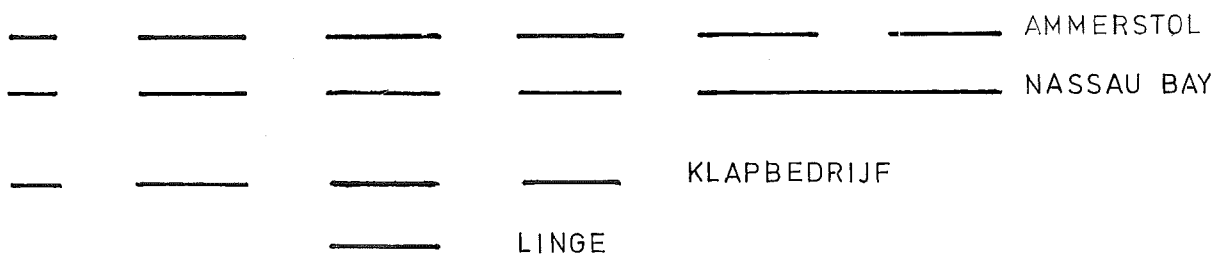
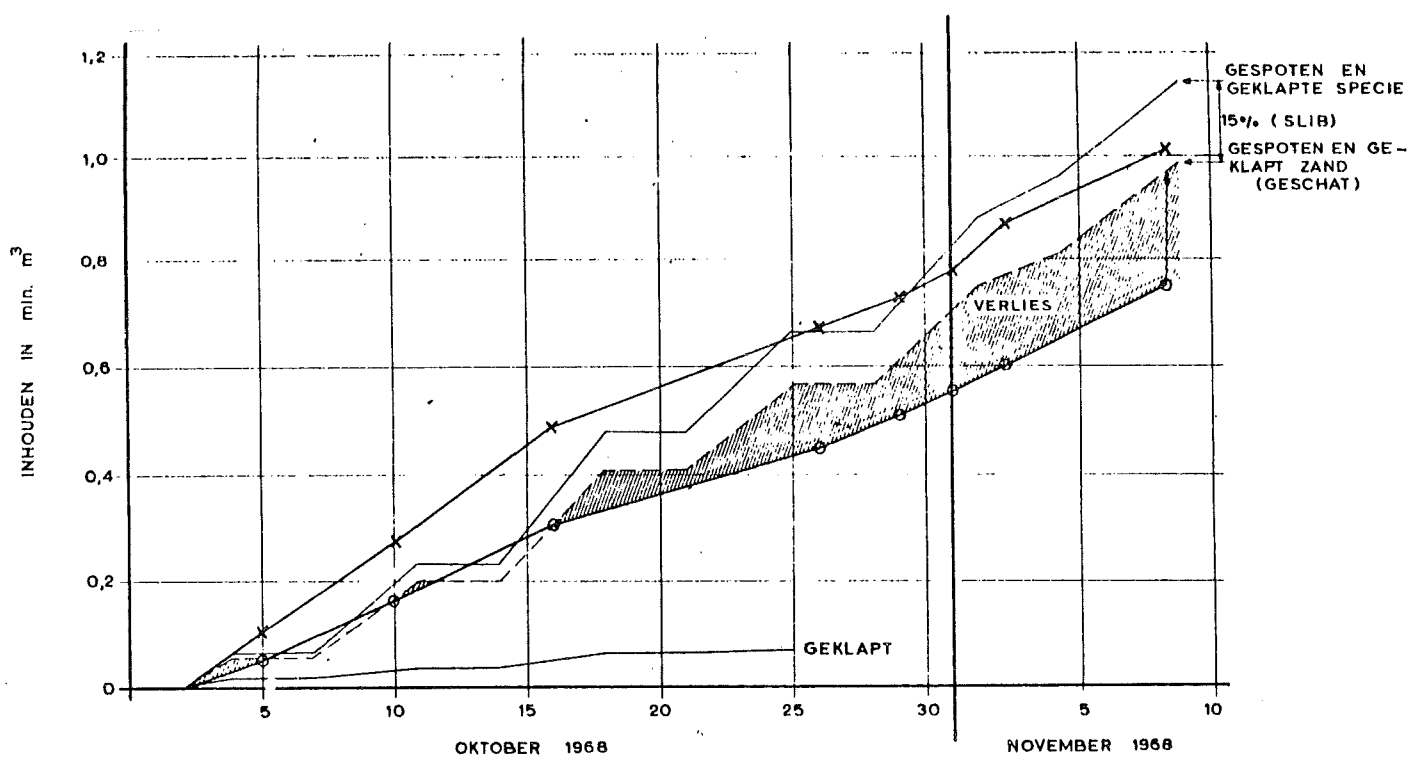
Het opgetreden zandverlies wordt bepaald uit het verschil tussen de zuigerproduktie en de inhoud van de sluitdam.

De zuigerproduktie is bepaald uit kubering van de wingebieden, de inhoud van de sluitdam uit lodingen.

De sommatiekromme van sluitdaminhoud en zuigerproduktie is gegeven in fig. 14.

Er is rekening gehouden met het feit dat naar schatting 15% van de zuigerproduktie slib is dat niet binnen het sluitdamprofiel wordt afgezet.

Op de dag van de sluiting bedraagt het op deze manier gemeten zandverlies  $0,22 \times 10^6 \text{ m}^3$ .



TOELICHTING:

- INHOUD VAN DE AFSLUITDAM
- x INHOUDS VERANDERING BINNEN DE TEENLUN VAN DE DEFINITIEVE DAM

Fig. 14 Sommaticromme sluitdaminhoud en zuigerproduktie

## 6.2. Naberekend zandverlies

Voor de berekening zijn opnieuw de inputgegevens bepaald.

### Stroomsnelheid

De max. stroomsnelheden voor data waarop is gemeten zijn gegeven in fig. 15.

### Waterstand

De getijlijn te Hellevoetsluis waarvan de waterstand voor Noord-Pampus is afgeleid is gegeven in fig. 16.

### Manningcoëfficiënt

Is niet gemeten, aangenomen  $n = 0,024$

### Korrel diameter

Uit nauwkeuriger boringen in het wingebied bleek  $D_{50} = 135\mu$  en het slibgehalte 15%

### Storttalud

De onderwatertaluds van het zand varieerden tussen 1 : 14 en 1 : 7 terwijl in de getijzône taluds van 1 : 100 voorkwamen.

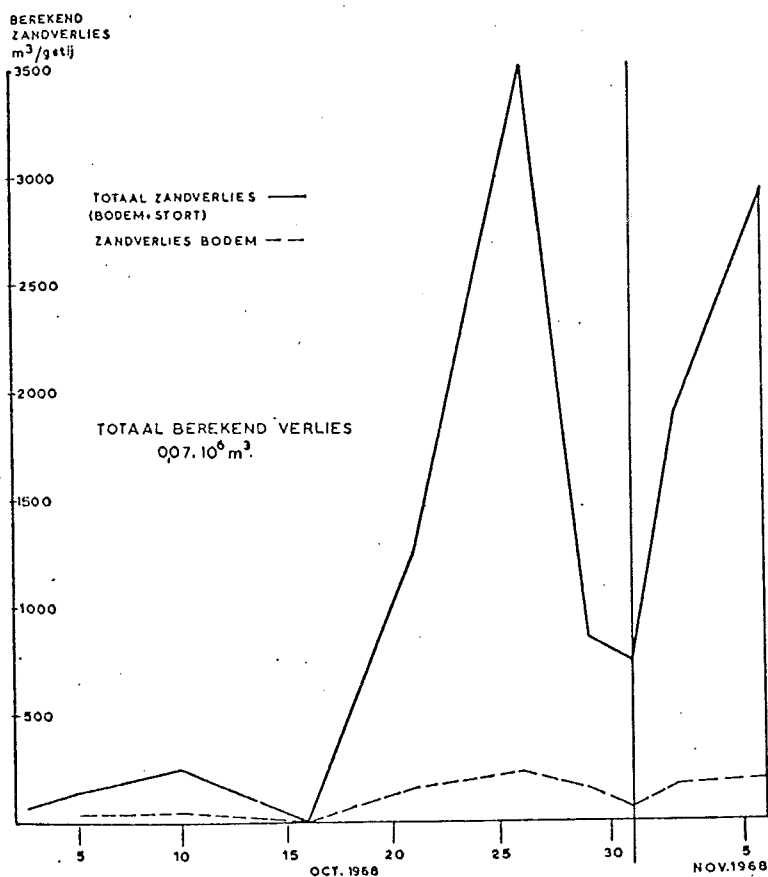


Fig. 17 Naberekend zandverlies  $m^3/gstij$  als functie van de datum



Aan de hand van deze gegevens is het mogelijk fig. 17 samen te stellen die in principe gelijk is aan fig. 5 met dit verschil dat nu de tijdas overeenstemt met de werkelijkheid. Immers nu is het oppervlak van het doorstroomprofiel bekend op een bepaalde datum en dus ook de relatie getijcoëfficiënt, doorstroomprofiel.

Sommatie van het zandverlies over de tijd levert het totaal naberekend zandverlies =  $0,07 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

## 7. Conclusie

Uit een vergelijking van het gemeten en naberekend zandverlies blijkt in dit geval van de sluiting Noord-Pampus de berekeningsmethode tekort te schieten.

Worden sluitingen bekeken waar de coëfficiënten die de relatie zandverlies/zandtransportcapaciteit geeft wel voldoen (Brielse gat, Lauwerszee  $f = 2$  op stort en  $f = 0,25$  over sluitgatbodem) dan valt op dat daar sprake was van ondiepere sluitgaten en een geringere zuigerproduktie, zie tabel 3. Bovendien is in het geval van Noord-Pampus geen krap sluitdamprofiel aangehouden, waar tussen perskaden tot aan de waterlijn gespoten is.

Men kan stellen dat de berekeningsmethode ter bepaling van het zandverlies te grof tework gaat en voor verbetering vatbaar is.

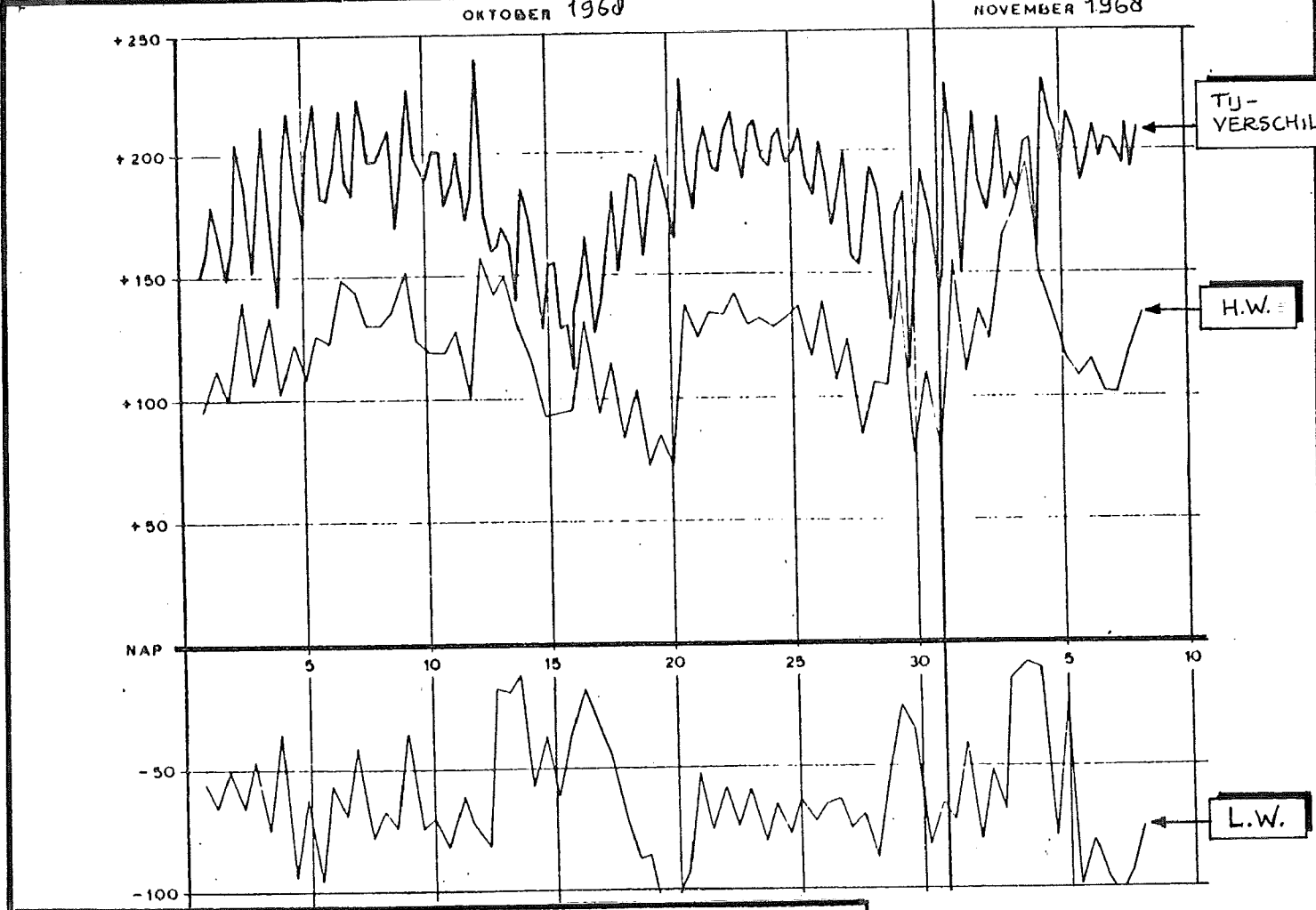
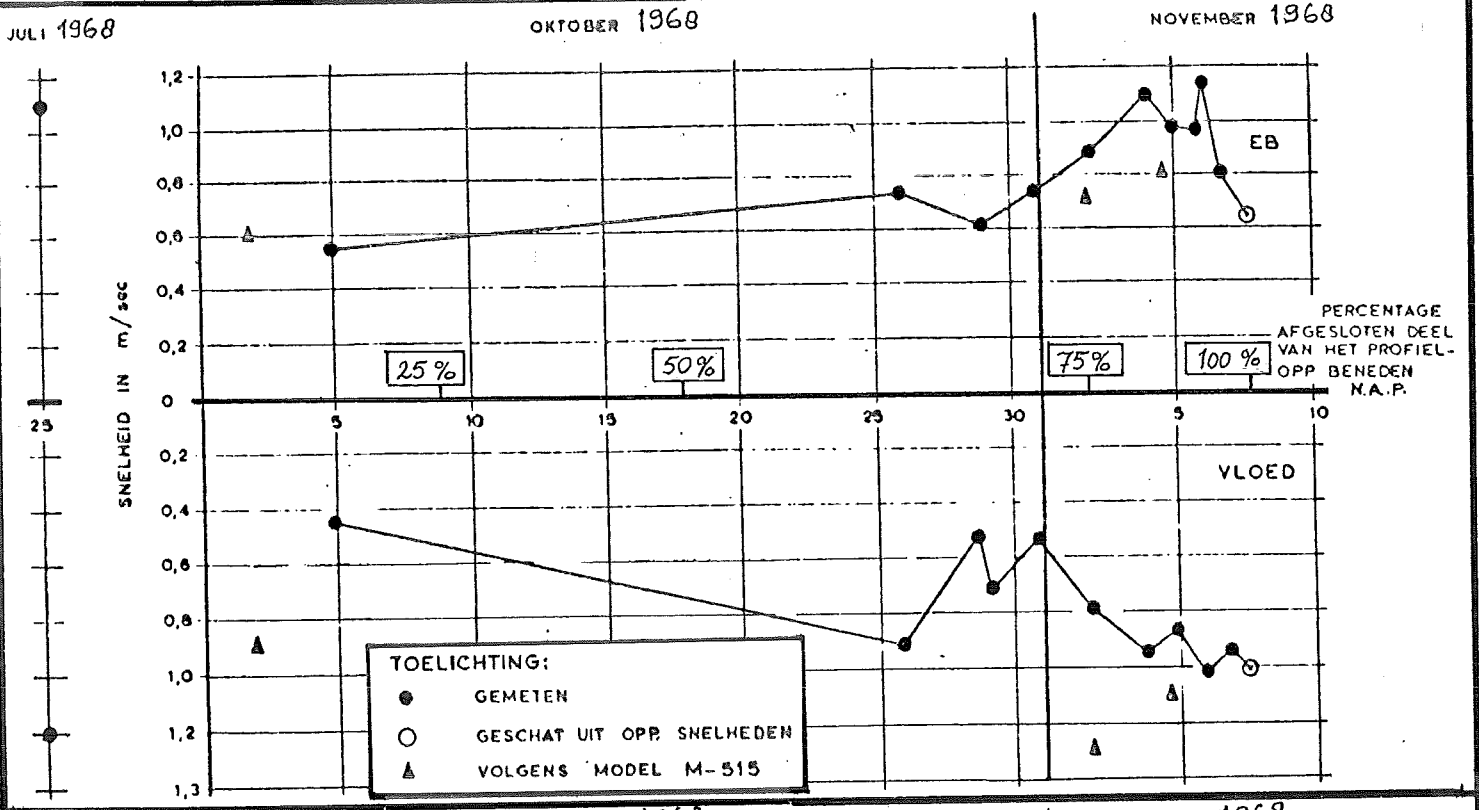
Desondanks heeft de methode in het verleden zijn dienst bewezen: Sluitingsalternatieven konden worden vergeleken en een indicatie van de omvang van het zandverlies kon worden verkregen.

SLUITING NOORD - PAMPUS  
GEMETEN MAXIMALE SNELHEID IN DE AS  
VAN DE DAM (GEMIDDELD OVER DE DIEPTE)

Fig. 15

RUKSWATERSTAAT  
DELTADIENST  
Waterloopkundige Afdeling

get	gec	gez.
<i>W</i>		



SLUITING NOORD - PAMPUS  
H.W.; L.W. EN TJ-VERSCHIL  
TE HELLEVOETSLUIS

Fig. 16

RUKSWATERSTAAT  
DELTADIENST  
Waterloopkundige Afdeling

get	gec	gez.
<i>W</i>		

		Brielse Gat Hoofd-dam	Brielse Gat Sec. dam	Lauwerszee	N.Pampus	Springersdiep	Geul
Gem. tijverschil	m	2.2	2.2	2.6	1.85	2.60	3.1
Lengte sluitgat	m	1820	1720	3551	400	1000	1850
Max. diepte sluitgat t.o.v. NAP	m	- 2	- 1	- 3	- 12	- 6	- 9
Opp. doorstr.profiel	m <sup>2</sup>	1120	390	4280	2430	4280	7200
Inhoud sluitdam	m <sup>3</sup> .10 <sup>6</sup>	1.19	0.22	1.04	0.75	1.62	3.29
Totale zuigerproductie tijdens sluiting	m <sup>3</sup> .10 <sup>6</sup>	1.72	0.27	1.56	0.97	1.87	3.90
Sluitingsduur	dagen	63	36	70	37	66	25
Max. productie per getij	m <sup>3</sup> .10 <sup>3</sup>	20	10.5	16	25	25	43
Aantal storten		2	1	2	1	1	1
Gemiddelde korreldiamtr gespoten zand	μ	160	160	120 150	135	200	150

tabel 3 Vergelijking gegevens uitgevoerde zandsluitingen

Fig. 18  
Vergelijking werkrich-  
ting sluiting Noord-Pampus

	Percentage oppvl. geopend doorstroom-profiel	Max. stroomsnelheid gemiddeld getij		Totaal bruto zandverlies	
		vloed m/s	eb m/s	125 $\mu$ m <sup>3</sup>	175 $\mu$ m <sup>3</sup>
<p>werkrich- ting</p> <p>Z NAP 0 10 15 100 200 300 m</p>	100%	0.95	0.66	0.2*10 <sup>6</sup>	0.1*10 <sup>6</sup>
	50%	1.00	0.70		
	25%	1.10	0.85		
<p>werkrich- ting</p> <p>Z NAP 0 10 15 100 200 300 m</p>	100%	0.95	0.66	0.5*10 <sup>6</sup>	0.19*10 <sup>6</sup>
	50%	1.05	0.75		
	25%	1.30	1.00		

Fig. 18  
Vergelijking werkrich-  
sluiting Noord-Pampus

	Percentage oppvl. geopend doorstroom- profiel	Max. stroomsnelheid gemiddeld getij		Totaal bruto zandverlies	
		yloed m/s	eb m/s	125 $\mu$ m <sup>3</sup>	175 $\mu$ m <sup>3</sup>
		0.95	0.66	0.2*10 <sup>6</sup>	0.1*10 <sup>6</sup>
		1.00	0.70		
		1.10	0.85		
		0.95	0.66	0.5*10 <sup>6</sup>	0.19*10 <sup>6</sup>
		1.05	0.75		
		1.30	1.00		