

K 504



STROOMMETINGEN EN SUGGESTIES  
TEN BEHOEVE VAN  
EEN INPOLDERING VAN  
DE BRAKMAN.

*u* N° 50.8



## I N H O U D

---

- § 1 Inleiding.
  - § 2 De meting en de daarbij toegepaste reducties.
  - § 3 Bergingsberekeningen.
  - § 4 De overeenstemming tussen meting en bergingsberekening.
  - § 5 Enkele belangrijke conclusies voor de sluitingsmethode.
  - § 6 Bovenwaartse partiële vóór-afsluitingen.
- 

## B I J L A G E N

---

- no. 1. Situatie meetraai en afsluitdijk.
  - no. 2. Situatie Brakman met peilschalen en vakindeling.
  - no. 3. Getijlijnen voor Vlissingen, Terneuzen en de Brakman op 30 Augustus 1949.
  - no. 4. Het verloop der gemiddelde stroomsnelheden naar de tijd.
  - no. 5. De verdeling der snelheden over de hoofdgeul en de kleine geul.
  - no. 6. Afvoerkrommen Brakman ter hoogte van de meetraai van bijlage 1.
  - no. 7. Bergingsgrafieken van de Brakman.
  - no. 8. Vermogensgrafieken van de Brakman.
-





no. 50.8.

Stroommetingen en suggesties ten  
behoeve van een inpoldering van  
de Brakman.

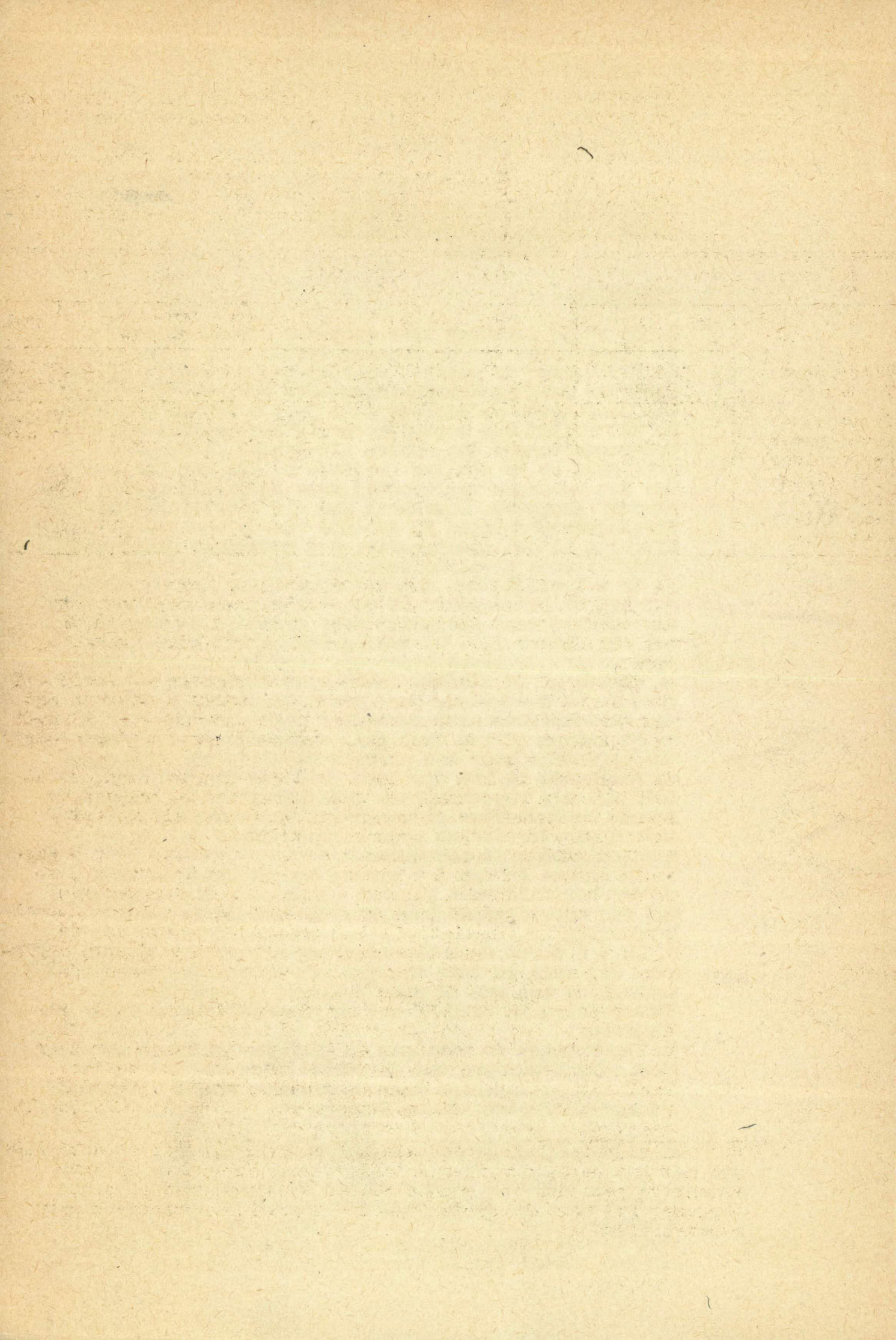
§ 1. INLEIDING.

1. De op 30 Augustus 1949 gehouden stroommetingen aan de benedenmond van de Brakman worden in § 2 besproken. In § 3 worden de gemeten waarden gecontroleerd aan de hand van bergingsberekeningen voor een viertal vakken als aangegeven op bijlage 2. en in § 4 daarmede vergeleken.
2. Het blijkt dan mogelijk om bij beschouwing van het bergingsvermogen der vakken als geheel, vermogensgrafieken op te stellen (bijlage 8) die het verloop van het vermogen van doodtij naar springtij rechtstreeks aangeven. Daarnaast kan uit gedetailleerde bergingsberekeningen de grootte van de momentele afvoeren in het sluitprofiel bij gemiddeld getij voor verschillende gevallen becijferd worden (bijlage 6).
3. In § 5 blijkt dan dat bij afsluiting van de Brakman aan de benedenmond de spreiding in de vermogens van doodtij naar springtij zeer groot is en toeneemt met een factor 1,7. Er treden danook bij springtij waarschijnlijk hoge ontgrondingsnelheden op. Door bovenwaarts vooraf vakken af te sluiten dalen niet alleen de vermogens en de snelheden, doch neemt de sterke spreiding van de vermogens naar springtij niet onbelangrijk af.
4. In alinea 12 van deze par. wordt een stelsel curven opgesteld voor een globale bepaling van vermogens en snelheden in het sluitgat (bij een profiel van 1000 m<sup>2</sup>) bij verschillende getijkaracters en voorafgaande bovenwaartse afdammingen. Tussenstadia bij andere sluitprofielen zijn hieruit langs de weg van evenredigheden te berekenen.
5. In alinea 14 van § 5 worden aan de hand van deze curven verschillende plannen behandeld, die aangeven dat een voorafgaande bovenwaartse afdamming aanbevelenswaardig is.
6. In § 6 wordt deze bovenwaartse afsluiting besproken. Zij ware in twee trappen uit te voeren, onder aanlegging van een separatie-dammetje langs een waterscheiding in verband met de plaatselijke omstandigheden.
7. Mogen naast de metingen de globale ramingen van deze nota bijdragen tot de verkrijging van een economisch afsluitingsplan voor de Brakman waarbij bepaalde risico's vermeden kunnen worden.

§ 2. DE METING EN DE DAARBIJ TOEGEPASTE REDUCTIES.

1. Op 30 Augustus 1949 werd het vermogen nabij de benedenmond van de Brakman gemeten in de op bijlage 1 aangegeven raai. Bij de uitwerking van de meting werd het verticaal/ gebruikt dat opgemeten werd aan een peilschaal aan de Lovenpolder (zie bijlage 1).

getij



Tevens werd het verticaal getij opgemeten aan de hoek van de Koudepolder en aan het eind der havendammen van Filippine en Bouchoute (zie bijlage 2).

2. Afgezien van de invloed van de dagelijkse ongelijkheid en een middenstandsverhoging door voorgaande getijden kwamen de omstandigheden ongeveer overeen met die van gemiddeld getij, zoals uit onderstaande recapitulatietabel moge blijken.

p l a a t s	doodtij 1931-1940			gem. getij 1931 - 1940			springtij 1931 - 1940			30 Aug. 1949				
	HW	LW	Ampl.	HW	LW	Ampl.	HW	LW	Ampl.	morgen- HW	avond- HW	gem. - HW	LW	Ampl.
Vlissingen	1.41+	1.55-	2.06	1.88+	1.86-	3.74	2.25+	2.11-	4.36	2.05+	2.10+	2.07+	1.69-	3.76
Terneuzen	1.58+	1.71-	3.29	2.04+	2.04-	4.08	2.39+	2.29-	4.68	2.14+	2.20+	2.17+	1.86-	4.03
Verschil	0.17	0.16	0.33	0.16	0.18	0.34	0.14	0.18	0.32	0.09	0.10	0.10	0.17	0.27
Lovenpolder										2.15+	2.20+	2.17+	1.89-	4.06
Koudepolder										2.25+	2.36+	2.30+	0.47+	
Filippine										2.33+	2.39+	2.36+	0.49+	
Bouchoute												2.33+	0.48+	
Gem. Filipp. + Bouch.												2.33+	0.48+	

Al deze getijlijnen zijn getekend op bijlage 3.

3. Op de dag van meting trad een geringe windkracht op. Het hoogwater te Terneuzen lag slechts 10 cm boven dat van Vlissingen, tegenover 17 cm bij gemiddelde omstandigheden.

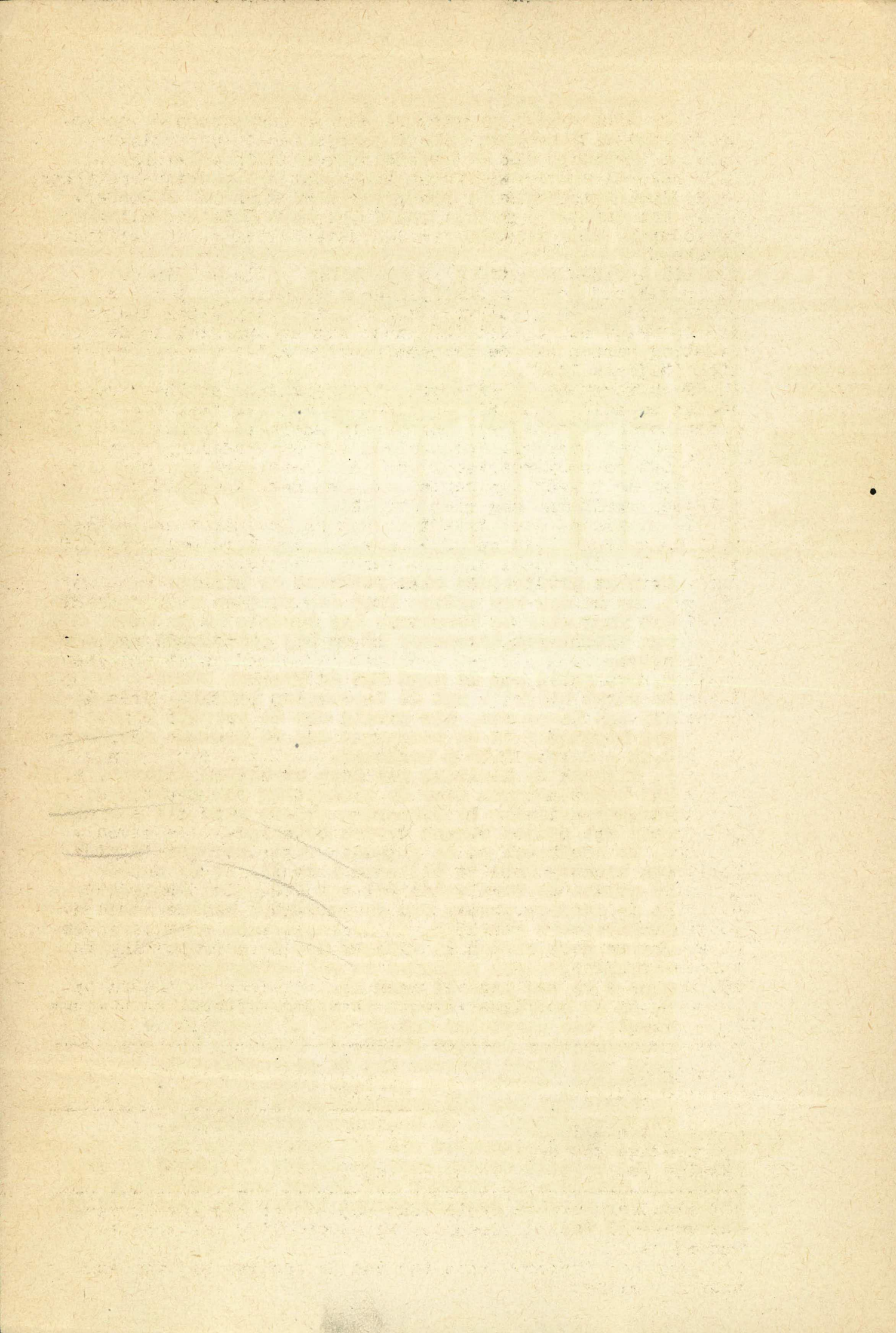
4. Het getij aan de mond van de Brakman stemt - zoals uit de staat blijkt - wat de topstanden betreft, overeen met dat van Terneuzen. Als gevolg van de levende kracht wordt het hoogwater in de bovenmond van de Brakman met gemiddeld  $2,33 - 2,17 = 0,16$  m verhoogd.

5. Tijdens de sluiting zal deze verhoging afnemen, zodat bij beschouwingen over de afsluiting van de Brakman de hoogwaterstanden te Terneuzen grosso modo als maatstaf voor dit gebied kunnen worden gebezigd.

6. De hoofdgeul en de zijgeul zijn in resp. 7 en 5 punten bemeten (zie de bijlagen 1 en 5). In de punten 3 en 10 werden de verticalen met een Ott-molen doorgemeten. In de overige punten van de hoofdgeul werden lange koppelsstokdrijvers gebezigd. In de resterende punten van de kleine geul werden in verband met de geringe diepte oppervlaktedrijvingen gehouden en wel verspringend van punt 9 naar 8 en van punt 11 naar 12.

7. In de hoofdgeul treden de stroomverticalen in de gedaante van parabolen van de 10<sup>e</sup> of hogere orde op. De volheidsgraad is zeer groot, de bodem is blijkbaar zeer glad. Dit stemt overeen met de geconstateerde geringe snelheden, waarbij een geringe bodemruwheid optreedt<sup>x)</sup>. Op basis van een 10<sup>e</sup> graadsparabool werden de individuele drijvermetingen in de hoofdgeul gereduceerd.

x) Bij een rijp bergingsgebied als het onderhavige zal de doorsnede van het bed bepaald worden door de weinig frequente en zeer krachtige getijden in verband met de dan onevenredige grote berging. Bij normale omstandigheden treden dan practisch geen bodemribbels op.





8. In de kleine geul bedroeg de verhouding tussen de gemiddelde snelheid in de verticaal en die aan de oppervlakte 0,91, overeenstemmend met eveneens een 10<sup>e</sup> graadsparabool. Deze reductiefactor werd daar toegepast op de drijfvermetingen.
9. Bijlage 4 geeft het verloop der snelheden der afzonderlijke meetpunten naar de tijd. In bijlage 5 is hieruit voor perioden van 20 minuten de snelheidsverdeling in de profielen getekend.
10. Bij gemiddeld getij wordt blijkens bijlage 5 in de hoofdgeul bij e b nauwelijks een snelheid van  $\frac{1}{2}$  m/sec. overschreden. De grootste snelheden in dit profiel treden dan op tegen het oevertalud, daar het meetprofiel in de eb-richting gezien aan de stroomafwaartse zijde van een bocht ligt (bijlage 1).
11. Toch wordt de profielvorm niet naar deze snelheidsverdeling bepaald, daar bij de vloed op het oevertalud de snelheden hoger zijn, bij een nog hogere snelheid in het diepste punt van het profiel. Het maximum van de verdeling ligt dan lang niet zo assymmetrisch. Voor de vloed ligt nl. het profiel aan de ingang van een bocht. Een max. snelheid van 1 m/sec. wordt dan nog niet bereikt.
12. In de kleine geul treedt direct na hoogwater een relatief hoge ebsnelheid op (0,40 m/sec.) Het hoge deel van het slik en het lage deel van het schor ontwateren dan zeer snel door dit geultje. Daarna treedt een gestage afvloeiing bij een snelheid van  $\frac{1}{4}$  à  $\frac{1}{3}$  m/sec. op. Tijdens vloed wordt in dit geultje een snelheid van  $\frac{1}{2}$  m/sec. niet bereikt.
13. In de kleine geul treden als gevolg van de vulling en lediging van hoog gelegen gebieden bij vloed en eb maximum snelheden van dezelfde orde van grootte op. In de hoofdgeul bedragen de snelheden bij eb twee derde à de helft van die gedurende vloed. Bij een sluiting van de hoofdgeul op een diepe drempel zal aan deze verhouding der snelheden weinig veranderen. Ook het karakter van de ebcurve zal dan niet belangrijk wijzigen.
14. Op bijlage 6 zijn de uit de metingen berekende afvoerkrommen voor de hoofdgeul en de kleine geul in gespiegelde positie met een getrokken lijn aangegeven. De som dezer afvoeren is in de normale stand (eb boven, vloed beneden) eveneens door een getrokken lijn aangegeven. De kenteringspunten vallen ongeveer 15 minuten na HW. Bij LW is de levende kracht te gering om nog enige kenteringsverschuiving te kunnen opwekken.
15. De volgende gemeten vermogens in miljoen m<sup>3</sup> treden op:

geul	eb	vloed
hoofdgeul	14,43	15,02
kleine geul	1,37	1,13
t o t a a l	15,80	16,15
percentage van de kleine geul	8,7%	7,0%

Het vloedvermogen is groter dan dat bij eb als gevolg van het verschil tussen vloedrijzing en ebdaling ter grootte van +5 cm.

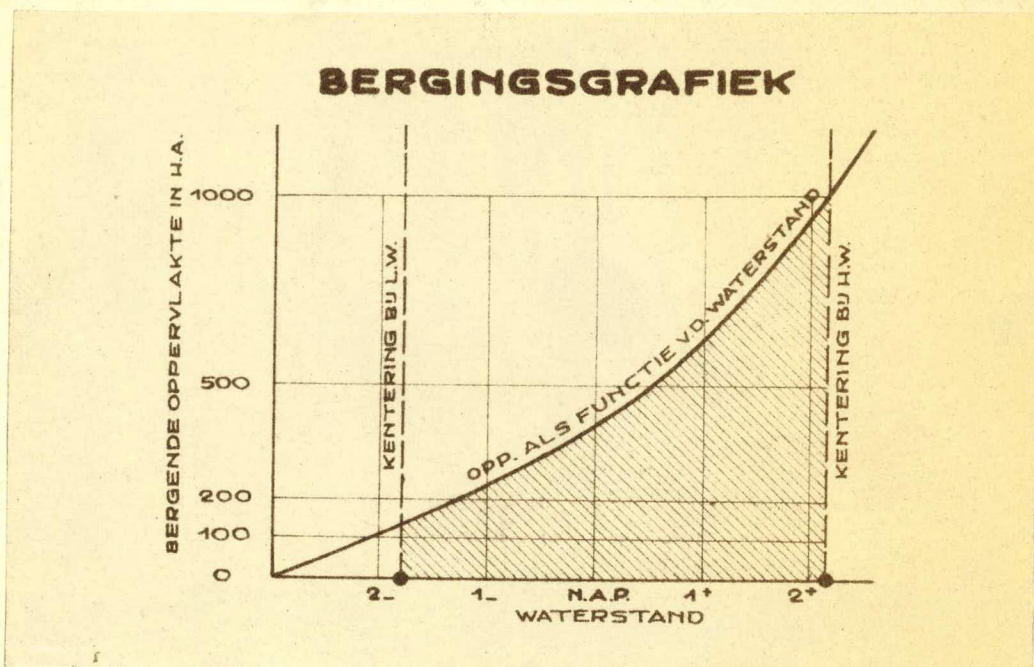
16. Voor het typische karakter van de ebcurve zij verwezen naar § 4 alinea 5.

1111 1111 1111 1111

### § 3. BERGINGSBEREKENINGEN.

#### A. Het vermogen als geheel

1. Indien men het verloop van de waterbergende oppervlakte van een gebied als functie van de waterstand kent, geeft het grafische oppervlak dat ingesloten wordt tussen de lijnen, die op de waterstanden getrokken worden waarbij resp. de laagwater- en hoogwaterkentering optreedt, de juiste grootte van het eb- of vloedvermogen aan. (zie het gearceerde gedeelte van de bergingsgrafiek in onderstaande schets)



De gearceerde oppervlakte stelt dus op eenvoudige wijze de inhoud van de waterschijf van het bergingsgebied tussen bepaalde, te kiezen kentervlakken voor.

2. Wil men het totale vermogen kennen aan de mond van een bergingsgebied, dat in verschillende vakken verdeeld wordt, dan volgt dit totale vermogen uit de sommatie van de diverse oppervlakten die gemeten worden tussen de waterstandlijnen der afzonderlijke vakken behorend bij de tijdstippen van de kenteringen  $a$   $a$   $n$   $d$   $e$   $b$   $e$   $n$   $e$   $d$   $e$   $n$   $m$   $o$   $n$   $d$ . In bijlage 3 worden dan dus voor de verschillende vakken de waterstanden afgelezen die optreden om resp. 6h50, 13 h00 en 19 h05 en overeenkomen met het tijdstip van resp. kentering-HW, kentering-LW en kentering-HW. Voor elk vak dient men daarbij het verloop van de gemiddelde getijlijn te schatten.

3. Door de oppervlakten tussen de <sup>te trekken</sup> hoogtelijnen van de bijlagen 1 en 2 te planimetreren werden nu voor de vier op laatstgenoemde bijlage aangegeven vakken van de Brakman de in bijlage 7 getekende bergingsgrafieken bepaald. Tevens is de bergingskromme voor de Brakman als geheel getekend. De oppervlakte tussen de dijken bedraagt in totaal 1560 ha.

4. Uit de bijlagen 3 en 7 volgen op de wijze van alinea 2 de volgende cijfers.<sup>x)</sup>

x) in bijlage 7 stelt 1 cm<sup>2</sup> voor  $100 \cdot 10^4 \cdot 0,5 = 0,5 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup>.



vak	e b			v l o e d		
	gem. LW-kentering	gem. HW-kentering	vermogen in miljoen m <sup>3</sup>	gem. LW-kentering	gem. HW-kentering	vermogen in miljoen m <sup>3</sup>
I	1,70-	2,14+	9,0	1,70-	2,22+	9,5
II	1,25-	2,20+	4,5	1,25-	2,28+	4,7
III + IV	0,48+	2,24+	3,6	0,48+	2,31+	3,9
I t/m IV	totaal		17,1	totaal		18,1
I t/m IV	(volgens $\frac{dh}{dt}$ -berekening)		16,8	"		17,6
I t/m IV	(volgens meting: zie § 2-15)		15,8	"		16,15

5. Het is duidelijk dat men op exacte wijze een voorstelling van het (bergend) vermogen als functie van verschillende HW-kentervlakken bij een gekozen vast LW-vlak kan verkrijgen, door bij een gefixeerde LW-lijn van de schets van alinea 1 het gearceerde oppervlak bij verschuivende HW-lijnen te planimetreren. Uit de bergingsgrafieken van bijlage 7 volgen op deze wijze de vermogensgrafieken van bijlage 8. Deze bijlage geeft in één oogopslag de in te polderen vermogens bij verschillende HW-standen. Van doortij naar springtij neemt dan het totale vermogen van de vier vakken toe van 11,75 miljoen tot 20,2 miljoen.<sup>x)</sup> Tevens zijn de vermogensgrafieken getekend voor de vakken (III + IV), (II + III + IV) en I (zie ook § 5).

6. De vermogenscijfers van alinea 4 kunnen nu dus ook rechtstreeks afgelezen worden uit bijlage 8.

B. Het verloop van het vermogen van moment tot moment (afvoerkrommen)

7. In een riviervakje wordt per sec. een hoeveelheid water geborgen, overeenkomende met het product van de stijging van de waterspiegel per sec. ( $\frac{dh}{dt}$ ) en van het wateroppervlak dat bij de momentele waterstand behoort. Het resultaat is de bergingsstroom in een vak op een bepaald gekozen moment in m<sup>3</sup>/sec.

8. Voor elk riviervak kunnen zo naar aanleiding van bijlage 3 gemiddelde getijlijnen geschetst worden en kan op elk gevraagd moment  $\frac{dh}{dt}$  als raaklijn aan deze curven bepaald worden.

De bij die waterstanden behorende bergende oppervlakte vindt men in de grafieken van bijlage 7. Door sommatie van de bergingsstroom op een bepaald tijdstip over de vier vakken, ontstaat de totale momentele afvoer aan de mond van de Brakman. Dit proces kan op verschillende tijdstippen herhaald worden. De grafische afbeelding naar de tijd is dan de afvoerkromme.

9. Deze over de vakken I t/m IV gesommeerde afvoerkromme - die in bijlage 6 zwart gestreept is aangeduid - dient dus overeen te stemmen met de getrokken afvoerkromme die uit de meting bepaald is, terwijl haar totaal vermogen weer dient overeen te stemmen met het totale vermogen van

x) Tijdens de afsluiting zal bij benadering het gemiddelde HW-kentervlak van de Brakman liggen op de hoogte van de hoogwaterstand te Terneuzen. Met deze vuistregel wordt dus het vermogen bij benadering bepaald als functie van de ontwikkeling van het getij te Terneuzen.



alinea 4 (resp. 17,1 en 18,1 millioen m<sup>3</sup>).

10. Tevens zijn op bijlage 6 door een gestreept lijntype de uit de berging bepaalde afvoerkrommen voor de vakken I en (II + III + IV) aangegeven.

Voor vloed is bovendien op deze bijlage in rood het verloop van de afvoerkromme voor de vakken (I +  $\frac{1}{2}$  x II) en ( $\frac{1}{2}$  x II + III + IV) afgebeeld.

§ 4. DE OVEREENSTEMMING TUSSEN METING EN BERGINGSBEREKENING.

1. Volgens de staat van § 5-4 stemmen de vermogens van de bergingsberekening voor het vermogen als geheel voor eb en vloed (resp. 17,1.10<sup>6</sup> en 18,6.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>) praktisch overeen met die volgens de gedetailleerde bergingsberekening volgens de  $\frac{dh}{dt}$ -methode (resp. aangevende 16,8.10<sup>6</sup> en 17,6 m<sup>3</sup>).

2. Uit de meting volgen echter in deze staat voor eb en vloed vermogens van resp. 15,8 en 16,15.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>.

De waarden van de meting zijn 9 à 10% te klein t.o.v. de bergingsberekening.

3. Ter verklaring van dit verschil wordt vermoed dat:

a) voor de hoofdgeul een 3 à 4% te lage uitkomst is verkregen door de toepassing van een 10<sup>e</sup>-graadsparabool terwijl hogere volheidsgraden voorkwamen,

b) voornamelijk bij de hogere standen (max. eb en vloed) nog 6 à 7% water is afgevoerd over het brede zeer hoge en vlakke gedeelte tussen de beide geulen. Dit gebied was nl. niet te bemeten.

4. Hoewel de nauwkeurige bepaling van de bergende oppervlakte ook moeilijkheden oplevert geef ik - en zeker uit overwegingen van veiligheid - de voorkeur aan de afvoerkromme volgens de bergingsbepaling.

5. Het gedetailleerde beeld van de beide afvoerkrommen van bijlage 6 voor de totale afvoer door het meetprofiel stemt bevredigend overeen. De ebcurve vertoont een tweede maximum, zoals dat ook in het Zuid-Sloe optrad. Het tweede maximum ontstaat doordat na 9 uur bij een waterstand van 1 m + NAP de factor  $\frac{dh}{dt}$  sneller toeneemt (getij-

lijn verloopt steiler) dan de bergende oppervlakte bij het dalen van de waterstand afneemt. Het product der factoren - in casu de afvoer - neemt dan tijdelijk weer toe.

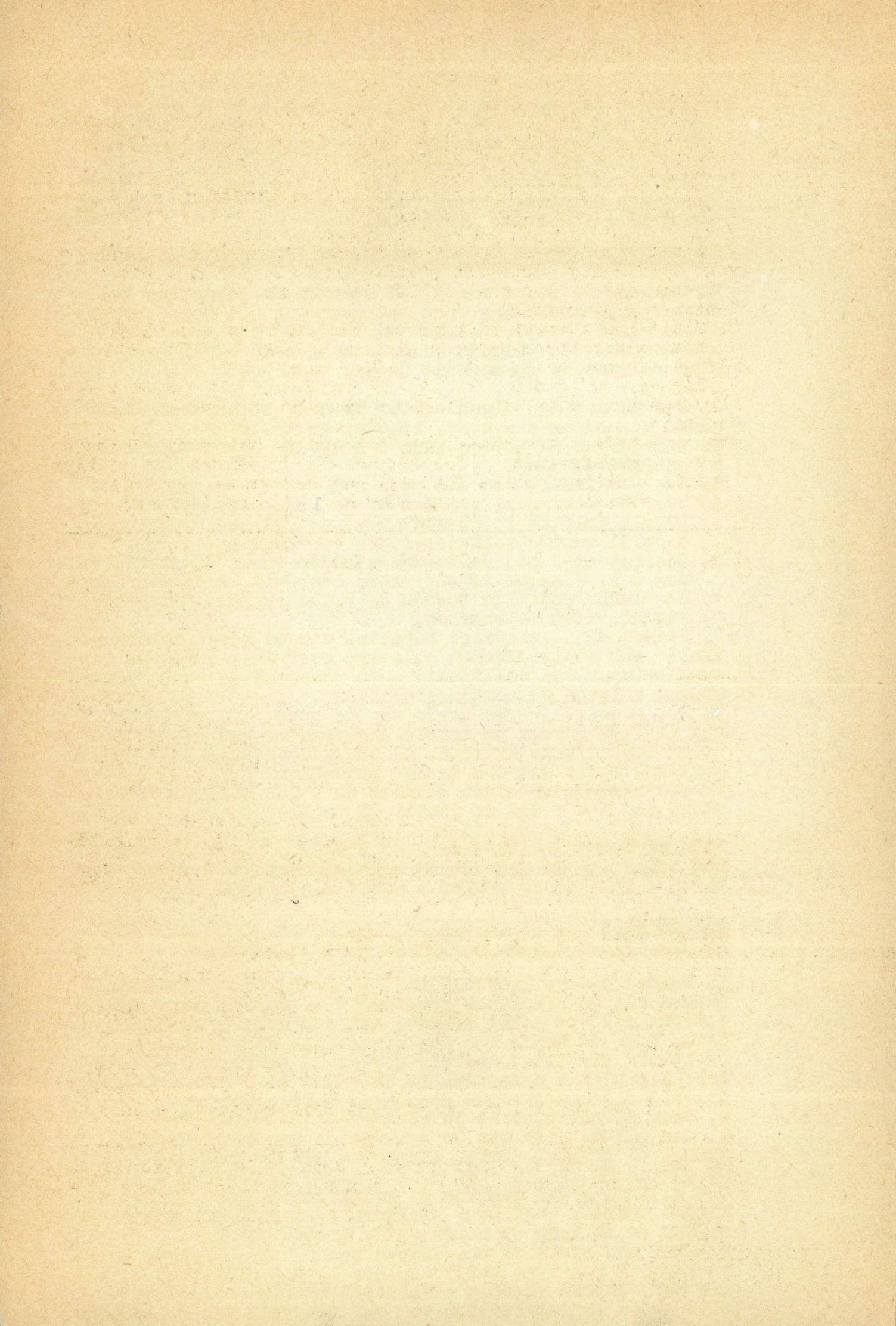
§ 5. ENKELE BELANGRIJKE (GLOBALE) CONCLUSIES UIT DE CIJFERS VAN DE BIJLAGEN 6 EN 8 VOOR DE SLUITINGSMETHODE.

1. Zonder nadere hydraulische berekeningen uit te voeren kunnen uit de berekende grootheden de onderstaande kwalitatieve cijfers geput worden, die een aanwijzing kunnen geven voor de basis van een economisch sluitingsplan (getrapte sluiting) waarbij tevens de springtijrisico's krachtig worden besnoeid. De HW-stand te Terneuzen wordt daarbij als maatgevende grootheid beschouwd.

2. Voor de sluiting is de vloodsnelheid maatgevend.

3. Men zal de dijk van de Brakman op een diepe drempel dienen te sluiten. Grote elementen als de caissons BX 204 en BX 205 (l = 62 m, b = 13,40 m, h = 12,20 m, d = 4,35 m) geven daartoe de gelegenheid, terwijl bij een hogere drempel veel duur zinkwerk toegepast zou moeten worden en de kans op ontgronding groter is.

4. Stel men sluit op een diepte van 6,5 m - NAP bv. door toepassing van twee caissons, dan is het sluitingsprofiel bij max. stroom (1,60 m + NAP): 2 x 62 (6,5 + 1,6) = 1000 m<sup>2</sup> en in het stadium van het plaatsen van de laatste





caisson 500 m<sup>2</sup>.

5. Bij gemiddeld getij bedraagt de max. vloedstroom aan de mond volgens bijlage 6 2600 m<sup>3</sup>/sec., zodat dan V-gemiddeld resp. 2,60 en 5,20 m/sec. bedraagt.

6. Sluit men echter tevoren reeds de vakken II, III en IV af (zie bijlage 2) dan resteert voor de sluiting in het dijksgat slechts de stroom van vak I met S max. = ~~20~~1200 m<sup>3</sup>/sec. (zie bijlage 6) en V-max. = 1,20 m/sec.

7. Sluit men tevoren de vakken III en IV en de helft van vak II af dan resteert de afvoer van  $(I + \frac{1}{2} \times II)$ , die volgens de tekening maximaal ~~20~~1500 m<sup>3</sup>/sec. bedraagt met V-max. = 1,50 m<sup>3</sup>/sec.

8. Sluit men tevoren slechts vak III en IV af dan blijkt de max. sluitstroom volgens bijlage 6 2600 - 800 = 1800 m<sup>3</sup>/sec. te bedragen, met V = 1,80 m/sec.

9. Bij gemiddeld tij te Terneuzen (HW = 2,04 m + NAP) bedragen de af te sluiten vermogens volgens bijlage 8 dan bij:

geval	voorafgaande sluiting van de vakken	resterende afsluiting aan de mond van de vakken	vermogen ter plaatse van de bedijking in miljoen m <sup>3</sup>
a	-	I + II + III + IV	15,7
b	III + IV	I + II	12,8
c	III + IV + $\frac{1}{2} \times II$	$I + \frac{1}{2} \times II$ x)	10,7
d	III + IV + II	I	8,7

10. Door een vóór-afsluiting van het bovendeel van de Brakman neemt echter bovendien de spreiding in de vermogens aan de benedenmond van doodtij naar springtij - die blijkens bijlage 8 bij een totale sluiting in eens (geval a)  $\frac{29,2 \cdot 10^6}{11,8 \cdot 10^6} = 1,7$  bedraagt - zeer belangrijk af.

11. Stel dat men gedurende een maand een sluitgat op een drempel van bv. 6,5 m - NAP moet handhaven bij een geleidelijk afnemende breedte tot de waarde van 2 x 62 = 122 m, dan blijkt uit een frequentieonderzoek over de periode 1931-1940 dat het peil van springtij te Terneuzen van (2,39 m + NAP) in de maanden

gedurende resp. Mei, Juni, Juli, Aug. en Sept. 10,5 8,5 13<sup>xx</sup>) 15<sup>xx</sup>) en 18<sup>xx</sup>) getijden van de 59 getijden per maand wordt overschreden. Een peil van 2,75 m + NAP wordt practisch niet bereikt.

Het is dus aanbevelenswaardig om het ontgrondingsrisico van de springtijden te drukken, door een vermindering in de genoemde spreiding der vermogens, die bereikt wordt door een verlaging der af te sluiten vermogens. Bij de lagere snelheden voor gemiddeld tij zal dan tevens op de bezinking bespaard kunnen worden.

12. In onderstaande schets zijn de vermogens der resterende sluitingen aan de benedenmond voor dood-(1,58+), gemiddeld-(2,04+) en springtij(2,39+) - als aangegeven op bijlage 8 - telkens uitgedrukt in dat van een totale afsluiting in eens bij gemiddeld tij (15,7 miljoen m<sup>3</sup>).

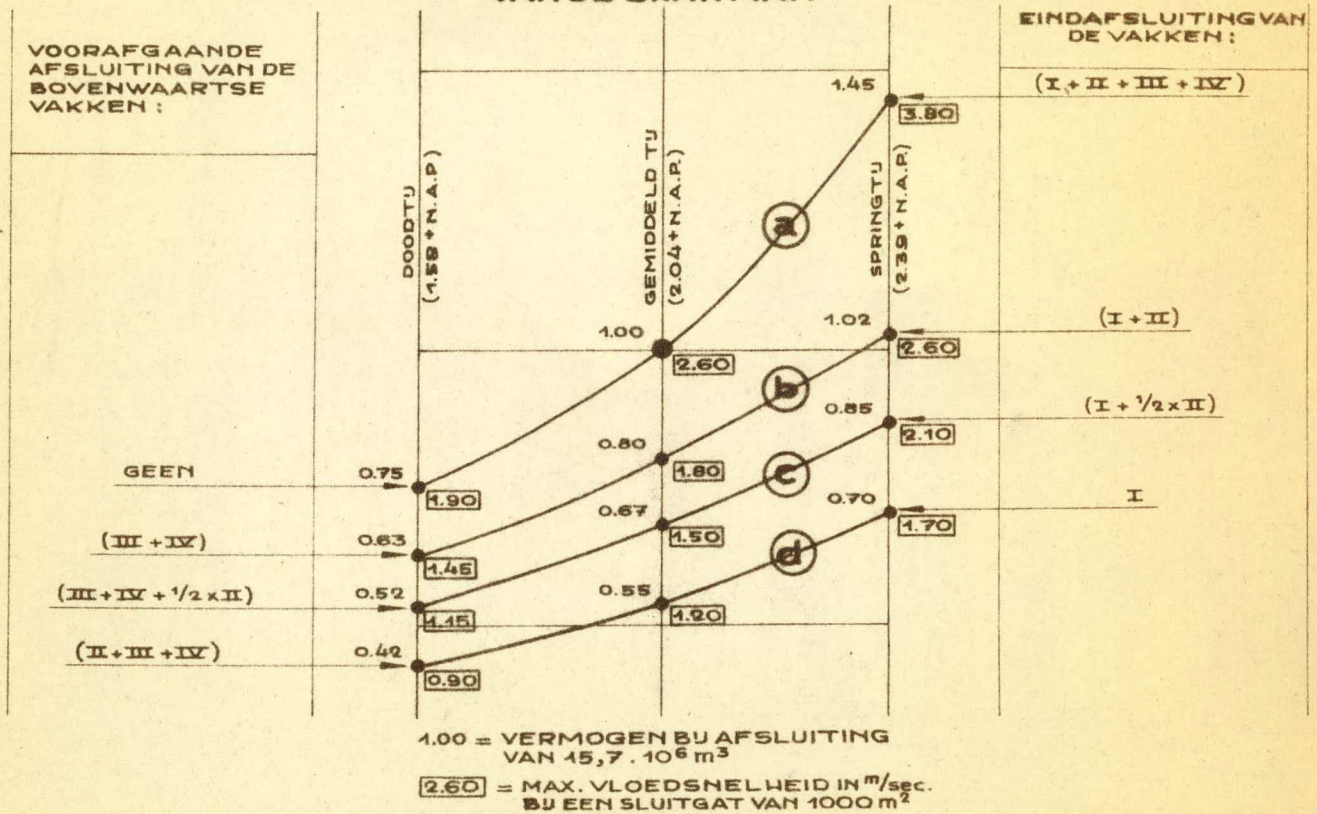
x) geïnterpoleerd.

xx) invloed Westenwind.



Tevens zijn de door mij geschatte snelheden (max. vloedstroom) bij de verschillende programma's voor de eindsluiting in omhokte cijfers aangegeven en wel telkenmale voor een sluitgat van 1000 m<sup>2</sup> bij de waterstand van de max. vloedstroom. Voor gemiddeld getij berusten deze snelheids-cijfers op de gegevens van alinea 5 t/m 8. Voor doodtij en springtij zijn zij bepaald naar aanleiding van verschillende schattingen en gevoelsoverwegingen. x)

### VERMOGENS EN SNELHEDEN BIJ DE EINDAFSLUITING VAN DE BRAKMAN



Uit deze staat blijkt voldoende de grote reducerende invloed van de voorafgaande bovenwaartse afdammingen (geval b, c en d) op de max. snelheden en de vermogens in een sluitgat in de afsluitdijk.

13. Daar de drempel redelijk diep zal liggen kan men - behalve voor het niet aanbevelenswaardige geval van springtij met  $V = 3,80$  m/sec. - tevens de snelheden voor elke gewenste doorsnede t.o.v. de stand van max. stroom in een bepaald tussenstadium volgens evenredigheid ramen bij de verschillende getijkarakters en vóór afsluitingen.

14. Naast de eindtoestand zijn dan bv. tussentoestanden als de volgende te overzien:

1e. Men wenst rondom doodtij een drempel op te storten tot 5 m - NAP zonder tussentijdse afdekking en bij

x) Bij een voorafgaande sluiting bovenwaarts dalen de max. snelheden sterker dan de vermogens, doordat in de opwaarts gelegen vakken de getijlijn zeer steil staat, dus het verschijnsel zich versterkt concentreert ten gunste van de max. stromen.



een gering zandverlies. Dit gaat indien de max. vloedsnelheid nog kleiner is dan  $1 \text{ m/sec.}^x$ )

Stel men beschikt op dat moment over een profiel van  $2000 \text{ m}^2$  (bij max. stroom). Bij voorafgaande sluiting der bovenwaartse vakken III en IV (geval b van de grafiek) bedraagt dan de max. snelheid  $\frac{1000}{2000} \times 1,45 = \frac{3}{4} \text{ m/sec.}$

Moet die opstorting bij gemiddeld tij afgedekt worden dan bedraagt de max. snelheid  $\frac{1}{2} \times 1,80 = 0,90 \text{ m/sec.}$

In geval a zal de opstorting dus niet gemakkelijk slagen.

2e. Men kort deze drempel door een uitbouw van betonnen elementen in tot  $120 \text{ m}$  en moet daarbij het springtij overliggen.

Het profiel bedraagt dan  $(5 + 1,6)120 = 800 \text{ m}^2$ . In geval b bedraagt de snelheid bij springtij dan  $\frac{1}{0,8} \times 2,60 =$

$3,10 \text{ m/sec.}$  Geval c (voorafgaande afsluiting van de vakken  $\frac{1}{2} \times \text{II} + \text{III} + \text{IV}$ ) is dan aanbevelenswaardiger met  $V_{\text{max.}} = \frac{1}{0,8} \times 2,1 = 2,50 \text{ m/sec.}$

3e. Men wenst bij deze drempel de dam over het slik met zand uit te bouwen tot een profiel van  $180 \text{ m}$  breedte (om daarna betonnen elementen bij te plaatsen). De snelheden aan de kop van het stort moeten dan bv. in de eindtoestand niet meer dan  $1 \text{ m/sec.}$  bedragen. Bij een oppervlakte van  $180 \times 6,6 = 1170 \text{ m}^2$  bedraagt de snelheid dan  $1 \text{ m/sec.}$ : voor het geval van doortij indien afsluiting c wordt gekozen, en voor het geval van gemiddeld tij indien afsluiting d wordt gekozen ( $\frac{1000}{1170} \times 1,20 = 1,0 \text{ m/sec.}$ ).

In dit laatste geval zijn de vakken II, III en IV reeds afgesloten.

15. Resumerend blijkt dat mogelijke vóórafsluitingen (geval b, c of d) het mogelijk maken om:

1e. een zanddrempel te storten tot een gewenst peil en deze te voorzien van een zeer beperkte afzinking tegen uitschuring bij springtij of een onverwachte zomer-springvloed.

Een voorafgaande bodembezinking is dan overbodig. De drempel zal dan niet tot de teen behoeven afgezonken te worden; de kleine geul kan voor de hoofdgeul worden afgesloten.

2e. bij het bezigen van één caisson als sluitmiddel, de drempel bv. met betonelementen systematisch in te korten tot  $62 \text{ m}$  zonder dat zelfs bij springtij vermijdbare ontgrondingssnelheden optreden. De daaraan voorafgaande normale uitbouw kan dan over een grote lengte plaats hebben;

3e. te voorkomen dat met name bij vloed en bij springtij de dijkshoek van de Lovenpolder ontgrond wordt. Uit deze overweging dient het sluitgat dat in de bocht voor deze polder ligt (bijlage 1) zo westwaarts mogelijk getraceerd te worden. Voor geval a verwacht ik bij springtij ontoelaatbare ontgrondingen van deze dijkshoek. De situatie van het sluitgat op  $300 \text{ m}$  uit de dijkshoek is in dit opzicht niet gunstig. Een meer afwaartse tracering zou veiliger zijn. De ebstroom speelt in dit opzicht geen belangrijke rol.

x) Ervaring opgedaan bij bodemtransportmetingen bij de sluiting van het Zuid-Sloe.



§ 6. BOVENWAARTSE PARTIELE VOORAFSLUITINGEN.

1. Het bovenstaande leidt tot de overweging na te doen gaan tot welke grens bovenwaarts met beperkte voorzieningen afsluitingen tot stand te brengen zijn. Als rendabel minimum mag gelden afsluiting van de vakken III en IV en als maximum dat van de vakken III, IV en II.
  2. Deze afsluitingen ~~zouden plaats moeten~~ hebben in de maandelijks meest dode getijden, die voor 1951 veelal een HW-stand van 1.60 m<sup>+</sup> aangeven.
  3. Blijkens bijlage 8 is bij afsluiting van de vakken II, III en IV tijdens doottij een vermogen van 4,9 miljoen m<sup>3</sup> af te sluiten. Een dergelijke afsluiting op de benedengrenslijn van vak II (zie bijlage 2) zal niet op economische wijze gelukken, hoewel de krekten ter plaatse bij laag water praktisch droog vallen. Heeft men nl. de meest oostelijke krekten bij A gesloten dan stroomt praktisch nog via de kreek C de volle 4,9 miljoen m<sup>3</sup> binnen en trekt gedeeltelijk over de laagte B in de richting van Filippine. Volgens bijlage 6 bedraagt de max. vloedstroom bij gemiddeld getij dan 1500 m<sup>3</sup> en bij doottij mogelijk 1100 m<sup>3</sup>/sec.
  4. De rondstroming via B dient belet te worden door een separatiedammetje D-E-F over de waterscheiding. Dit dammetje wordt tijdens de bouw niet aangestroomd. Het zal een zeer beperkte doorsnede dienen te hebben bij een kruin op 2,50 m à 2,75 m + NAP<sup>xxx</sup> en uit klei moeten bestaan. Het traject D-E is daarbij zeer goedkoop door een bulldozer of dragline op te werpen.
  5. De eerste afsluitdam D-G zal het vermogen van vak III + IV en een vierde gedeelte van het vermogen van vak II bij doottij hebben af te sluiten ad  $\frac{1}{2} \times 1,9 + \frac{1}{4}(4,9 - 1,9) = 1,70$  miljoen m<sup>3</sup>. Bij een eenvoudige smalle bodembezinking op een beperkte opstorting tot bv. 1 $\frac{1}{4}$  m - NAP, waarop een zinkpakwerk van 1 m dikte is in te varen, zal dit vermogen gemakkelijk beteugeld kunnen worden.
  6. Voor het resterende deel van vak II blijft nu een vermogen van 4,9 - 1,7 - 0,4 = 2,8 miljoen m<sup>3</sup> af te sluiten, indien het tracee H-K gevolgd wordt. Of dit gemakkelijk bereikbaar is zal nader onderzocht dienen te worden.
  7. Een minder moeilijke <sup>(xxx)</sup>stap voor de afsluiting van vak II is het tracee L-M. Volgens raming is dan af te sluiten 4,9 - 1,7 - 1,1 = 2,1 miljoen m<sup>3</sup>. Dit vermogen zal op dezelfde wijze af te sluiten zijn als traject D-G.
- In totaal is dan buitengesloten op basis van doottij: 1,7 + 2,1 = 3,8 miljoen m<sup>3</sup>, zijnde 0,4 miljoen meer dan de waarde van de vóórafsluiting bij doottij volgens het schema C van alinea 12 van § 5.<sup>x)</sup>
8. Opgemerkt zij nog dat daarbij het tracee L-E-D-G waarschijnlijk niet duurder is dan het tracee L-N, doch efficiënter. De afsluitingen ad alinea 5 en 7 zullen voorzien moeten worden van lozingsduikertjes.

x) Zoals uit bijlage 8 volgt:

nl. vermogen vak (III + IV +  $\frac{1}{2}$  x II) = 1,9 +  $\frac{1}{2}$  (4,9 - 1,9) = 3,4 miljoen m<sup>3</sup>

xx) indien tussen de onderlinge afsluiting der beide geulen een springtij valt.

xxx) Het op bijlage 2 aangegeven tracee M-L dient 100 m meer zuidwaarts te liggen





9. De combinatie van de afsluitingen ad alinea 5 en 7 van deze paragraaf ware danook zeker te overwegen. Bij eventuele uitvoering van dit plan zou dan in een sluitgat van 1000 m<sup>2</sup> aan de benedenmond van de Brakman geval c met de volgende hoofdcijfers zeker optreden:

	doodtij	gem. tij	springtij
max. vloedsnelheid in m/sec.	1,15	1,50	2,10
af te sluiten vermogen in 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	3,4	4,9	6,8

VLISSINGEN, Juni 1950.

De Ingenieur,

*J. W. Ruyter*

