

INTERN

directie Benedenrivieren

DDWT-BEN-1953.5

DE INVLOED VAN DE AFDAMMING  
VAN DE HOLLANDSE USSEL IN DE BENEDENMOND  
OP DE GEMIDDELDE GETUBEWEGING  
EN DE MAX. SUPERSTORMVLOEDSTAND

door H.J. Stroband

RIJKSWATERSTAAT

DIRECTIE BENEDENRIVIEREN

Afa Studiedienst, Rapport N<sup>o</sup> 5-1955

R 69.

DE INVLOED VAN DE AFDAMMING VAN DE  
HOLLANDSE IJSSEL IN DE BENEDENMOND  
OP DE GEMIDDELDE GETIJBEWEGING EN  
DE MAX. SUPERSTORMVLOEDSTAND.

H.J. Stroband.

Studiedienst der Directie Benedenrivieren.

## I N H O U D.

- Par. 1 Inleiding.
- Par. 2 De veranderingen in de gemiddelde HW- en LW-standen.
- Par. 3 De veranderingen in de getijvermogens.
- Par. 4 De veranderingen in de opperwaterverdeling.
- Par. 5 De veranderingen in de eb- en vloedstromen.
- Par. 6 De veranderingen in de max. eb- en vloedstromen.
- Par. 7 De veranderingen in de max. superstormvloedhoogten ten gevolge van de afdamming der Hollandse IJssel.
- Par. 8 Onderlinge vergelijking tussen de uitkomsten van modelproeven, betreffende de stormvloedstanden na afsluiting der Hollandse IJssel en de uitkomsten der berekeningen vermeld in par. 7.
- Par. 9 De sluiting van de "stormstuw" in de beneden mond van de Hollandse IJssel.
- Par. 10 Conclusies.

De invloed van de afdamming van de Hollandse IJssel in de benedenmond op de gemiddelde getijbeweging en de max. superstormvloedstand.

Par. 1.

Inleiding.

De veranderingen in de waterbeweging tengevolge van de afdamming van de Hollandse IJssel in de benedenmond werden o.a. berekend voor de gemiddelde getijbeweging.

De getijberekeningen werden uitgevoerd met de z.g. harmonische methode. Berekend werden het  $M_2$  en  $M_4$  getij, de verdeling van de gemiddelde bovenafvoeren van Lek, Waal en Maas over het benedenrivierenstelsel met de bijbehorende middenstanden.

De invloed van de afdamming Hollandse IJssel op de getijbeweging werd afgeleid door vergelijking van o.a. de berekende gemiddelde getijbeweging na afdamming Botlek met die na afdamming Botlek + Hollandse IJssel.

Teneinde de juiste veranderingen te kunnen vaststellen tengevolge van genoemde afdammingen werd een z.g. basistoestand berekend. Deze basistoestand heeft betrekking op de toestand der benedenrivieren vóór de afdamming Botlek.

De resultaten, welke met deze berekening werden verkregen zijn vrijwel in overeenstemming met de gegevens van de Algemene Dienst van de Rijkswaterstaat, vermeld in het Tienjarig Overzicht 1931-1940 en met de gegevens vermeld in het verslag Afvoermetingen in de Benedenrivieren 1930-1934, samengesteld door de Studiedienst der Directie Benedenrivieren.

Na het gereed komen van de berekening der getijbeweging voor de basistoestand werden achtereenvolgens de nieuwe toestanden berekend nl. na afdamming Botlek en na afdamming Botlek + Hollandse IJssel.

Daar in deze nota alleen invloed van de afdamming der Hollandse IJssel behandeld zal worden; wordt de waterstaatkundige toestand na afdamming Botlek - Brielse Maas nu als basistoestand beschouwd.

In deze nota zal de nieuwe basistoestand (oude basistoestand + afgedamde Botlek) aangeduid worden met A en de toestand A + afgedamde Hollandse IJssel met B.

Het gebied, waarvoor de gemiddelde getijbeweging bij A werd berekend strekt zich uit over het benedenrivierenstelsel met aansluitende bovenrivieren met als getijrandvoorwaarden Hoek van Holland, benedenmond Spui en Willemstad. Als bovenafvoeren van Lek, Waal en Maas werden resp. genomen:

Lek: 450 m<sup>3</sup>/sec.  
Waal: 1660 m<sup>3</sup>/sec.  
Maas: 330 m<sup>3</sup>/sec.

De rivierafmetingen, noodzakelijk voor het berekenen van de oude basistoestand, de nieuwe basistoestand (A) en toestand B zijn afkomstig van de peil- en rivierkaarten uit de jaren 1938-1940. De veranderingen in de bodem- en rivierfiguratie zijn gedurende de laatste jaren zo klein geweest, dat niet verwacht mag worden, dat ze de berekende veranderingen tengevolge van de afdamming

Hollandse IJssel waarneembaar zullen beïnvloeden.

De invloed van de afdamming Hollandse IJssel kan ook uit een verschilberekening bepaald worden. De veranderingen in de waterbeweging zullen tengevolge van de afsluiting der Hollandse IJssel klein zijn. Uitgaande van deze onderstelling kan voor iedere harmonische ( $M_2$  en  $M_4$ ) en voor de opperwaterverdeling een vrij eenvoudige veranderingberekening opgesteld worden, welke onmiddellijk de veranderingen aangeven tengevolge van de afsluiting Hollandse IJssel.

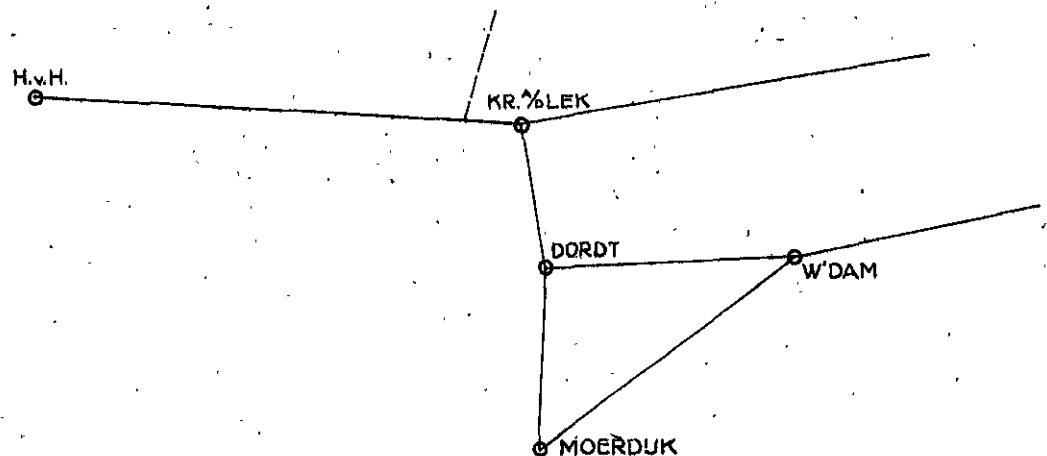
Het voordeel van deze laatste methode is, dat mogelijke onnauwkeurigheden bij het berekenen van de waterbeweging voor de toestanden A en B geëlimineerd worden.

Hoewel beide in het voorafgaande genoemde methoden toegepast zijn, zullen in deze nota alleen de uitkomsten verkregen met een verschilberekening, worden opgegeven.

Opgemerkt wordt echter, dat beide methoden vrijwel gelijke uitkomsten gaven.

Ten behoeve van de voormalige Stormvloedcommissie werd destijds een superstormvloed berekening uitgevoerd ten behoeve van het z.g. "Viereilandenplan".

Het benedenrivierenstelsel waarvoor deze berekening werd uitgevoerd is aangegeven in onderstaande figuur.



De berekeningen werden opgesteld voor een rivierenstelsel, waarbij de Oude Maas, Hollandse IJssel, Spui en Botlek zijn afgesloten en de Biesbosch is ingepolderd, een en ander volgens het "Viereilandenplan" en het jaar "2000".

Uitgegaan werd van S.V.standen, waarvan verwacht mag worden, dat zij omstreeks het jaar "2000" een gemiddelde jaaroverschrijdingswaarde van 0,00356 (geldend voor de wintermaanden) bezitten. Verwacht werd, dat omstreeks die tijd (2000) alle bestaande plannen voor verbetering van de waterstaatkundige toestand verwezenlijkt zouden zijn.

Deze standen waren voor resp:

Hoek van Holland: 4,00 m + N.A.P.  
Willemsdorp-Moerdijk: 4,80 m + N.A.P.

Aangenomen werd, dat de vorm van de S.V.krommen van bovengenoemde reg.peilschaalstations ongeveer overeenkwam met die van de stormvloed van 26 November 1928.

Bovengenoemde superstormvloedberekening werd uitgevoerd volgens twee methoden nl.:

1. exacte methode
2. harmonische methode.

Beide methoden gaven ten naaste bij de zelfde max. superstormvloedstanden. Het eenvoudigst is nu deze berekening voor het "Viereilandenplan" als basistoestand te beschouwen voor het bepalen van de invloed van de afdamming der Hollandse IJssel op de max. superstormvloedstanden in de omgeving van de Hollandse IJssel. Een verschil-berekening werd uitgevoerd met de harmonische methode voor de toestand "Viereilandenplan" + open Hollandse IJssel.

Op verzoek van de Delta-Commissie werd op 21 Februari 1953 aan het Waterloopkundig Laboratorium opdracht gegeven te onderzoeken of afsluiten van de Hollandse IJssel een verhoging van stormvloedstanden zou veroorzaken op de rivieren in de omgeving van de mond.

Het onderzoek in het Laboratorium had plaats voor een volledige afsluiting van de IJssel en voor de situatie waarin een ruime opening in de mond alleen wordt gesloten ("stormstuw") als de waterstand een bepaald peil (2 m + N.A.P. of 2,5 m + N.A.P.) overschrijdt.

De resultaten van het onderzoek worden door prof J.Th. Thijsse in een brief van 9 Maart aan de Voorzitter van de Delta-Commissie ir A.G. Maris medegedeeld.

Indien de "stormstuw" gesloten zal moeten worden bij snel opkomend water moet rekening gehouden worden met een aanzienlijke translatiegolf, indien deze te vlug wordt gesloten. Gemeerde- en vooranker gegane schepen zullen bij een te snelle sluiting moeilijkheden onder vinden. Nagegaan wordt in welke tijd de sluiting moet geschieden, opdat de scheepvaart zo weinig mogelijk hinder zal ondervinden.

Voor de indeling van deze nota wordt verwezen naar de inhoudsopgave, terwijl de bijlagen in de tekst vermeld, tevens te vinden zijn in de bijlagelijst aan het slot van deze nota.

## Par. 2. De veranderingen in de gemiddelde HW.- en LW.-standen.

Op bijlage 1 zijn voor de toestanden A en B de gemiddelde verticale getijkrommen getekend voor de plaatsen Hoek van Holland (randvoorwaarden), Westgeul (splittingspunt Nieuwe Maas - Oude Maas - Scheur), splittingspunt Hollandse IJssel, Krimpen a/d Lek en Dordrecht.

In tabel I zijn de veranderingen in de gemiddelde HW's en LW's en de wijzigingen in de tijdstippen van HW en LW tengevolge van de afd. Hollandse IJssel opgegeven.

Uit de uitkomsten der berekeningen blijkt, dat de afdamming der Hollandse IJssel de gemiddelde HW's verhoogt en de LW's verlaagt. De tijdstippen van HW. en LW. vallen tengevolge van de afdamming der Hollandse IJssel vroeger.

Tabel I.

Peilschaalstation.	De veranderingen zijn bepaald uit B-A.			
	Veranderingen in de HW's en LW's.		Veranderingen in de tijden van HW. en LW.	
	$\Delta$ HW.	$\Delta$ LW	$\Delta^T_{HW}$	$\Delta^T_{LW}$
Hoek van Holland (randvoorwaarden)	0	0	0	0
Westgeul	+ 2 cm	- 1,5 cm	nihil	nihil
Spl.punt Hollandse IJssel	+ 2,5 cm	- 2,0 cm	- 10 min.	- 10 min.
Krimpen a/d Lek	+ 2,5 cm	- 2,0 cm	- 8 à 10 min.	- 8 à 10 min.
Dordrecht	+ 2,0 cm	- 1,0 cm	nihil	nihil

A = basistoestand

B = basistoestand + afgedamde Hollandse IJssel.

Par. 3. De veranderingen in de getijvermogens.

Als getijvermogen  $Q_T$  wordt gedefinieerd de totale hoeveelheid water welke per getij (44700 sec) door een dwarsprofiel stroomt.

Op bijlage 2 zijn een aantal geschematiseerde kaartjes voor het benedenrivierenstelsel getekend, waarop de getijvermogens  $Q_T$  voor de toestanden A en B zijn aangegeven. (Bijlage 2, fig. a-b).

De veranderingen in de getijvermogens tengevolge van de afdamming Hollandse IJssel zijn opgegeven in tabel 2.

Tabel 2.

Plaats	Verandering in $Q_T$ (B-A)	
Spl. punt Westgeul	Hoek van Holland	- 3,1.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
	Scheur	- 4,2.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
	Nieuwe Maas	- 5,1.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
	Oude Maas	+ 0,8.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Spl. punt Holl. IJssel	Hollandse IJssel	- 9,2.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
	N.Maas - Ben.H.IJssel	- 6,0.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
	N.Maas - Boven H.IJssel	+ 3,0.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Spl. punt Noord-Lek	N.Maas	+ 2,4.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
	Lek	+ 0,7.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
	Noord	+ 1,1.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Noord (bovenmond)	- 0,4.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	



Uit de gegevens van tabel 2 blijkt, dat tengevolge van de afdamming der Hollandse IJssel het vermogen van de Nieuwe Maas juist beneden de Hollandse IJssel met  $6.10^6 \text{ m}^3$  is afgenomen en het vermogen juist boven de Hollandse IJssel met  $3.10^6 \text{ m}^3$  is toegenomen. De totale verandering van bovengenoemde vermogens op het splitsingspunt Hollandse IJssel - Nieuwe Maas is derhalve  $9.10^6 \text{ m}^3$ , wat nagenoeg correspondeert met het oorspronkelijke vermogen van de Hollandse IJssel nl.  $9,2.10^6 \text{ m}^3$  in de benedenmond.

De vermindering van de vermogens van de Nieuwe Maas in de richting Hoek van Holland zet zich in afnemende mate voort en wel zodanig, dat het vermogen van het Scheur juist beneden de Westgeul met  $4,2.10^6 \text{ m}^3$  afneemt en bij Hoek van Holland met  $3,1.10^6 \text{ m}^3$ .

Ook de vermogens op het splitsingspunt Nieuwe Maas - Noord - Lek ondergaan kleine veranderingen. Het vermogen van de Nieuwe Maas neemt hier toe met  $2,4.10^6 \text{ m}^3$  en het vermogen van de Lek met  $0,7.10^6 \text{ m}^3$ . Het vermogen in de benedenmond van de Noord neemt toe met  $1,1.10^6 \text{ m}^3$  en het vermogen in de bovenmond van de Noord neemt af met  $0,4.10^6 \text{ m}^3$ . Zoals uit de volgende paragraaf zal blijken, is deze afname te danken aan de verminderde opperwaterafvoer van  $10 \text{ m}^3/\text{sec}$ . langs de Noord.

Par. 4. De veranderingen in de opperwaterverdeling.

De opperwaterhoeveelheden, welke door een rivier per getij naar zee worden afgevoerd, worden aangeduid door de letter P.

Op bijlage 2 zijn deze hoeveelheden voor de toestanden A en B aangegeven in de figuren c-d. Achter deze hoeveelheden zijn tussen haakjes vermeld de gemiddelde opperwaterafvoeren per seconde.

Nu is de opperwaterafvoer van de Hollandse IJssel gelijk aan nul te stellen. Dit wil echter nog niet zeggen, dat dan ook de opperwaterafvoer langs de Nieuwe Maas, Noord enz. dezelfde blijft.

De opperwaterafvoer van een getijrivier wordt mede bepaald door de grootte van de getijstromen en mede door het fase verschil van horizontaal- en verticaal getij. Zo zal bij een zeearm waar de opperwaterafvoer nul is toch de middenstanden naar binnen toe oplopen. Worden derhalve op de Nieuwe Maas - Noord enz. de getijstromen veranderd, dan zal ook de opperwaterverdeling een lichte verandering kunnen ondergaan.

In tabel 3 zijn de veranderingen in opperwaterafvoeren tengevolge van de afdamming Hollandse IJssel opgegeven.

Tabel 3.

Rivier	Veranderingen in P. (B-A)	Veranderingen in $\text{m}^3/\text{sec}$ . (B-A)
Nieuwe Maas	- $0,45.10^6 \text{ m}^3$	- $10 \text{ m}^3/\text{sec}$ .
Scheur	- $0,6 .10^6 \text{ m}^3$	- $13 \text{ m}^3/\text{sec}$ .
Noord	- $0,45.10^6 \text{ m}^3$	- $10 \text{ m}^3/\text{sec}$ .
Oude Maas (Westgeul)	- $0,13.10^6 \text{ m}^3$	- $3 \text{ m}^3/\text{sec}$ .
Kil	+ $0,40.10^6 \text{ m}^3$	+ $9 \text{ m}^3/\text{sec}$ .
Ben. Merwede	- $0,23.10^6 \text{ m}^3$	- $3 \text{ m}^3/\text{sec}$ .

Vergelijkt men de in tabel 3 opgegeven veranderingen in P met de P's aangegeven in de fig. c-d, dan blijken deze veranderingen van geen praktische betekenis te zijn hetgeen uit de aard der zaak ook niet anders was te verwachten.

Par. 5. De veranderingen in de eb- en vloedvermogens.

De eb- en vloedvermogens worden als volgt gevonden:

$$Q_e + Q_v = Q_t'$$

$$Q_e - Q_v = P$$

Hieruit volgt dat:

$$Q_e = \frac{Q_t + P}{2} \quad (Q_e = \text{ebvermogen per getij})$$

$$Q_v = \frac{Q_t - P}{2} \quad (Q_v = \text{vloedvermogen per getij}).$$

Het ebvermogen  $Q_e$  is de totale hoeveelheid ebwater, dat per getij door een dwarsprofiel stroomt in zee-waartse richting en  $Q_v$  is de totale hoeveelheid vloedwater, dat per getij landinwaarts door het dwarsprofiel stroomt.

Bovendien gelden de betrekkingen:

$$\Delta Q_e = \frac{\Delta Q_t + \Delta P}{2} \quad (\text{de delta's duiden veranderingen aan}).$$

$$\Delta Q_v = \frac{\Delta Q_t - \Delta P}{2}$$

In tabel 4 zijn de waarden van  $\Delta Q_e$  en  $\Delta Q_v$  opgegeven.

<u>Tabel 4. Veranderingen in eb- en vloedvermogen (B-A).</u>		
<u>Plaats</u>	<u><math>\Delta Q_e</math></u>	<u><math>\Delta Q_v</math></u>
Hoek van Holl.	- 1,85.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	- 1,25.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Scheur	- 2,4 .10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	- 1,80.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Nieuwe Maas	- 2,77.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	- 2,32.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Oude Maas	+ 0,33.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	+ 0,47.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Holl. IJssel	- 4,6 .10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	- 4,6 .10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Nieuwe Maas-Ben.H. IJssel.	- 3,22.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	- 2,77.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Nieuwe Maas-Boven H. IJssel	+ 1,27.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	+ 1,73.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Nieuwe Maas	+ 0,97.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	+ 1,43.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Lek	+ 0,35.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	+ 0,35.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Noord	+ 0,32.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	+ 0,78.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Noord (bovenmond)	- 0,50.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	0

Uit tabel 4 blijkt, dat op het traject Hoek van Holland-Hollandse IJssel de eb-vermogens tengevolge van de afsluiting der Hollandse IJssel iets meer afnemen dan de vloedvermogens.

Dit betekent dat op dit traject de totale afgelegde ebweg per getij iets meer zal afnemen dan de totaal afgelegde vloedweg. Waarschijnlijk sluit dit in, dat de afdamming van de Hollandse IJssel de chloorgrens (300 mg Cl/l) op de Nieuwe Maas een weinig ongunstig zal beïnvloeden. Deze veranderingen zijn echter zo gering, dat ze in de praktijk niet waarneembaar zullen zijn.

Par. 6. De veranderingen in de max. eb- en vloedstromen.

De stroomkrommen werden voor de toestanden A en B op de biilagen 3, 4 en 5 getekend en wel op biilage 3 de stroomkromme te Hoek van Holland en de stroomkromme op het splitsingspunt Westgeul; op biilage 4 de stroomkromme op het splitsingspunt Hollandse IJssel en op biilage 5 de stroomkromme op het splitsingspunt Nieuwe Maas - Noord en in de bovenmond van de Noord.

In tabel 5 zijn de max. eb- en vloedstromen op bovengenoemde plaatsen voor de toestanden A en B opgegeven. In deze tabel zijn tevens de veranderingen opgegeven en de veranderingen in procenten t.o.v. toestand A.

Uit tabel 5 blijkt, dat de max. eb- en vloedstromen op de Nieuwe Maas - Scheur - Waterweg beneden de Hollandse IJssel tengevolge van de afdamming der Hollandse IJssel de neiging hebben iets te willen afnemen. Boven de Hollandse IJssel daarentegen nemen de max. eb- en vloedstromen iets toe. Over het algemeen zijn de veranderingen in de maximale stromen zo gering, dat men praktisch niet van veranderingen kan spreken. Hoogstens van de hierboven aangegeven tendenzen.

Tabel 5.

Plaats	Max. ebstroom in m <sup>3</sup> /sec	Max. eb-stroom in m <sup>3</sup> /sec	Max. vl. stroom in m <sup>3</sup> /sec	Max. vl. str. in m <sup>3</sup> /sec	△	△	△	△
					EB Max in m <sup>3</sup> /sec	VL Max in m <sup>3</sup> /sec	EB Max in %	VL Max in %
	A	B	A	B	B-A	B-A		
Hoek v. Holl.	+ 6125	6125	-5875	-5750	0	0	0	0
Scheur	+ 5375	+5350	-4975	-4820	-25	+155	-0.5	+3.1
Nieuwe Maas	+ 4000	+3850	-3750	-3550	-150	+200	-3.7	+5.3
Oude Maas	+ 1450	+1525	-1275	-1300	-75	-25	-5.2	-2
Holl. IJssel	+ 380	0	- 460	0	-380	+460	-100	+100
Nieuwe Maas (ben. H. IJssel)	+ 2400	+2180	-1690	-1400	-220	+290	-9.2	+17.1
Nieuwe Maas (boven H. IJssel)	+ 2040	+2180	-1230	-1400	+140	-170	+6.8	-7.8
Nieuwe Maas	+ 1800	+1915	- 910	-1060	+115	-150	+6.4	-16.5
Lek	+ 1180	+1220	- 710	- 760	+ 40	-50	+3.4	-7
Noord	+ 750	+ 780	- 320	- 400	+30	-80	+4	-25
Bovenmond Noord.	+ 500	+ 510	+ 70	0	+10	-70	+2	-100

OPM.: EB positief; vloed-negatief.

Par. 7. De veranderingen in de max. superstormvloedhoogten  
tengevolge van de afdamming der Hollandse IJssel.

Teneinde de veranderingen in de max. superstormvloedhoogten te kunnen nagaan, werd uitgegaan van een in 1943 uitgevoerde berekening voor het "Viereilandenplan" ten behoeve van de destijds werkzame stormvloedcommissie.

Deze berekening werd uitgevoerd met behulp van twee berekeningsmethoden nl.:

- a. de exacte methode
- b. de harmonische methode.

Bij beide methoden werd uitgegaan van dezelfde noodzakelijke randvoorwaarden nl.:

1. de superstormvloedkromme te Hoek van Holland;  
S.S.VLH 4,00 m+
2. de superstormvloedkromme te Moerdijk;  
S.S.VLH 4,80 m+
3. een Lek afvoer van 450 m<sup>3</sup>/sec.
4. een Waal afvoer van 1500 m<sup>3</sup>/sec.

Ook de rivierschematisatie en de hiermede verkregen hydraulische grootheden waren voor beide berekeningsmethoden dezelfde.

Bij beide methoden werd de opwaaiing op de Rotterdamse Waterweg gesteld op 18 cm.

In onderstaande tabel 6 zijn de uitkomsten van beide berekeningen voor enkele belangrijke peilschaalstations in het benedenrivierengebied gememoreerd.

Tabel 6.

<u>Peilschaalstation</u>	<u>Exacte methode</u>	<u>Harm. methode.</u>
Hoek v. Holland	4,00 m + N.A.P.	4,00 m + N.A.P.
Rotterdam	4,37 m + "	4,36 m + "
Holl. IJssel	4,39 m + "	4,40 m + "
Krimpen a/d Lek	4,45 m + "	4,48 m + "
Dordrecht	4,62 m + "	4,60 m + "
Moerdijk	4,80 m + "	4,80 m + "
Werkendam	4,80 m + "	4,75 m + "

Uit bovenstaande tabel blijkt, dat de uitkomsten met beide methoden verkregen, zeer bevredigend met elkaar in overeenstemming waren.

Uitgaande van de wetenschap dat de harmonische methode goede uitkomsten gaf, werd een overeenkomstige berekening uitgevoerd als voor het "Viereilandenplan", maar nu met geopende Hollandse IJssel. Teneinde tot snelle en betrouwbare resultaten te komen werd een veranderingberekening uitgevoerd. De uitkomsten zijn in tabel 7 opgegeven.

Tabel 7.

Berekende veranderingen in de max. superstormvloed-  
hoogten.

<u>Peilschaalstation</u>	<u><math>\Delta</math> S.S.VLH</u>	<u><math>\Delta t</math></u>
Hoek v. Holland	0	0
Rotterdam	-1 cm	-4 min
Hollandse IJssel	-1,8 cm	-8 min
Krimpen a/d Lek	-1,5 cm	-6 min
Dordrecht	-1,0 cm	-2 min
Moerdijk	0	0
Werkendam	0	0

Uit tabel 7 blijkt dus, dat tengevolge van de af-  
damming der Hollandse IJssel een neiging tot geringe  
daling van de max. stormvloedhoogte is te bespeuren.

Par. 8. Onderlinge vergelijking tussen de uitkomsten van model-  
proeven, betreffende de stormvloedstanden na afsluiting  
der Hollandse IJssel en de uitkomsten der berekeningen  
vermeld in par. 7.

In de vergadering van de Delta-Commissie op 21 Fe-  
bruari 1953 werd aan het Waterloopkundig Laboratorium  
het verzoek gericht, te onderzoeken of afsluiten van  
de Hollandse IJssel een verhoging van stormvloedstanden  
zou veroorzaken op de rivieren in de omgeving van de  
mond.

In een brief van 9 Maart 1953 schrijft de Directeur  
van het Waterloopkundig Laboratorium prof J.Th. Thijsse  
aan de Voorzitter van de Delta-Commissie ir A.G. Maris  
het onderstaande:

"Bij het onderzoek zijn in het model van de beneden-  
rivieren waterstanden gemeten op de plaatsen: Vlaardin-  
gen, Rotterdam, Krimpen a/d Lek, Streefkerk, Schoonhoven,  
Alblasserdam en Dordrecht. Daar-bij is gebleken, dat  
de stormvloedtoppen niet hoger worden. Er is eerder een  
neiging tot verlaging, maar deze is zo klein, dat hij  
niet met zekerheid kan worden bepaald. Er is wel een  
duidelijke invloed op het tijdstip waarop de hoogste  
stand voorkomt; dit is vervroegd.

De conclusie geldt zowel voor een volledige afslui-  
ting van de IJssel als voor de situatie waarin een  
ruime spuiopening in de mond alleen wordt gesloten, als  
de waterstand een bepaald peil (2 m + N.A.P. of 2,5 m  
+ N.A.P.) overschrijdt."

Bovenstaande conclusie van prof Thijsse is in over-  
eenstemming met de resultaten van de berekeningen ver-  
meld in par. 7.

Par. 9. De sluiting van de "stormstuw" in de benedenmond van  
de Hollandse IJssel.

Zoals reeds in de inleiding werd opgemerkt zal bij  
een snelle sluiting van de ontworpen stormstuw op enige  
afstand stroomopwaarts van de benedenmond der Hollandse  
IJssel bij snel wassend water een aanzienlijke trans-  
latiegolf opgewekt worden.

Vooral voor schepen, welke gemeerd of vooranker gegaan zijn beneden- en bovenstrooms van de stormstuw zullen hiervan aanzienlijke hinder ondervinden. Niet alleen, dat tengevolge van de opgewekte translatiegolf de schepen over een korte tijd een snelle veranderlijke verticale beweging zullen ondervinden, maar ook zal de stroomrichting over een korte tijd herhaaldelijk van richting veranderen, met alle gevolgen van dien.

Voor het vaststellen van de orde van grootte van de opgewekte translatiegolf bij variërende sluitingstijden van de stuw werd gebruik gemaakt van de methode der karakteristieken volgens Dr ir J.C. Schönfeld.

Voor het bepalen van de orde van grootte van de opgewekte translatiegolf tengevolge van de sluiting der stormstuw moet o.a. de stromingstoestand op de Hollandse IJssel op het tijdstip, dat de sluiting begint, gegeven zijn. Hiervoor zijn tal van mogelijkheden aanwezig. Loopt bv. het water nagenoeg niet meer weg na het HW. voorafgaande aan de stormvloedstop (voorbeeld stormvloed van 1 Februari 1953) dan zal men de stuw zeker sluiten ten tijde van de bijbehorende kentering van eb → vloed. Van een translatiegolf van enige betekenis zal dan geen sprake zijn. Anders wordt het echter indien de stuw gesloten moet worden bij snelwassend water. Voor het moment van sluiting zou men als stelregel kunnen nemen, dat de stormstuw gesloten moet zijn als het grenspeil bereikt is. Onder grenspeil wordt verstaan een waterstand met een gemiddelde jaaroverschrijdingswaarde van 0,5. of m.a.w. 1 x in de twee jaar wordt het overschreden.

Als voorbeeld voor het vaststellen van de translatiegolf, werd gebruik gemaakt van een door dr J.J. Dronkers uitgevoerde stormvloedsberekening voor de stormvloed van 25/26 November 1928. Het verloop van de waterstanden en stromen op de Hollandse IJssel gedurende deze storm zijn grafisch voorgesteld op bilage 6. Aangenomen wordt dat de sluiting van de stuw begint om 0 uur. De waterstand is dan  $\pm 1,90$  m + N.A.P. en het bijbehorende debiet  $530 \text{ m}^3/\text{sec}$ . (vloedstroom) terwijl op het moment van sluiting het water wast met een snelheid van 40 cm per uur.

Voor het vaststellen van de orde van grootte der translatiegolf in het riviervak mond Hollandse IJssel - stormstuw werden volgende onderstellingen gemaakt:

- 1e. De weerstand is verwaarloosbaar.
- 2e. Het verloop van de waterstand in de benedenmond van de Hollandse IJssel wordt als randvoorwaarde aangenomen. Deze aanname impliceert, dat de translatiegolf aan de benedenmond in zijn geheel gereflecteerd wordt en nu als een negatieve golf de IJssel optrekt.
- 3e. De stroomsnelheid van het water en de verandering in de diepte tengevolge van de translatiegolf worden verwaarloosd.
- 4e. De stuw wordt zodanig gesloten, dat het debiet ter plaatse van de stuw gedurende de sluitingstijd lineair tot nul afneemt.

Tengevolge van de onder ten 4e gemaakte onderstelling, kan het verloop van de translatiegolf nagegaan worden zonder de golfbeweging bovenstrooms van de stuw te beschouwen.

De lengte van de riviersectie mond Hollandse IJssel-stuw bedraagt  $\pm$  1450 m. De gemiddelde diepte in dit riviervak bedraagt 5,35 m - N.A.P. De stroombreedte en de kombergingsbreedte kunnen resp. gesteld worden op 120 m en 160 m.

De golfsnelheid waarmede de translatiegolf zich zal voortplanten bedraagt dan  $\pm$  7,5 m/sec. en de looptijd van de golf van de stuw tot aan de mond  $\pm$  200 sec. Geconstrueerd werden translatiegolven bij sluitings-tijden welke veelvoudig zijn van deze 200 sec., nl. 200 sec., 400 sec ... t/m 1600 sec. Voor sluitingstijden van 200 sec. en 1000 sec. zijn de constructies volgens de methode der karakteristieken uitgevoerd op de bijlagen 7 en 8.

Zet men bij variërende sluitingstijden de maximale waterstandsverschillen der translatiegolf ter plaatse van de stormstuw uit, dan verkrijgt men de grafiek van bijlage 9.

Rekening houdende met de gemaakte onderstellingen blijkt dus, dat het maximale waterstandsverschil snel afneemt met het verlengen van de sluitingsduur.

De sluiting van de stormstuw bij snel wassend water moet derhalve langzaam verlopen. Als maatstaf ware hiervoor bv. tenminste 15 minuten aan te houden, hoewel het moeilijk is hiervoor een algemene regel aan te geven. De stromingstoestand ter plaatse van de stuw op het tijdstip van het begin der sluiting zal immers voor iedere stormvloed weer anders zijn.

#### Par. 10. Conclusies.

Uit de berekeningen en modelproeven volgen onderstaande conclusies:

##### 1e. Max. stormvloedstanden.

De max. stormvloedhoogten worden tengevolge van een volledige afdamming of van een tijdelijke afsluiting door een stormstuw niet verhoogd in de omgeving der Hollandse IJssel. Eerder is er een neiging tot geringe daling te constateren. Deze neiging tot geringe daling volgt zowel uit een stormvloedsberekening als uit modelproeven in het Waterloopkundig Laboratorium.

De resultaten van de modelproeven werden door prof Thijsse aan de Voorzitter van de Delta-Commissie medegedeeld in zijn brief van 9 Maart 1953 (zie par. 7 en par. 8).

##### 2e. Gem. HW's en LW's.

Uit getijberekeningen blijkt, dat bij normale omstandigheden van getij en bovenafvoeren de HW's na volledige afdamming der Hollandse IJssel enkele cm's verhoogd en de LW's enkele cm's verlaagd worden. Uit de aard der zaak vinden de grootste veranderingen plaats op de Nieuwe Maas op het splitsingspunt Hollandse IJssel. In de richting van Hoek van Holland en Dordrecht nemen de veranderingen af. In de omgeving van de Hollandse IJssel worden de tijdstippen van HW. en LW.  $\pm$  10 min. vervroegd (zie par. 2).

3e. Veranderingen in de vermogens.

Tengevolge van de afdamming der Hollandse IJssel worden de vermogens op de Nieuwe Maas beneden de Hollandse IJssel verminderd en boven de Hollandse IJssel vermeerderd. De vermindering der vermogens zet zich in de richting van Hoek van Holland zodanig voort, dat het vermogen van de Waterweg te Hoek van Holland nog met  $3 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup>/getij afneemt. De vergroting der vermogens bovenstrooms van de Hollandse IJssel zet zich voort tot op de Lek en op de Noord tot nabij Dordrecht. (zie par. 3).

4e. Veranderingen in de opperwaterafvoeren.

De opperwaterafvoeren langs het benedenrivierenstelsel ondergaan tengevolge van de afdamming der Hollandse IJssel nagenoeg geen veranderingen. (zie par. 4).

5e. Max. eb- en vloedstromen.

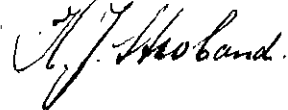
De max. eb- en vloedstromen ondergaan kleine veranderingen. Langs de Nieuwe Maas in de richting van Hoek van Holland nemen de max. eb- en vloedstromen iets af. Bovenstrooms van de Hollandse IJssel in de richting van Krimpen a/d Lek daarentegen nemen de max. eb- en vloedstromen toe (zie par. 6, tabel 5).

6e. Sluiting stuw.

De sluiting van de stormstuw moet met veel beleid gebeuren. Als maatstaf ware hiervoor ten minste 15 minuten aan te houden, hoewel het moeilijk is hiervoor een algemene regel aan te geven. Voor het moment van sluiting zou men als stelregel kunnen aannemen, dat de stormstuw beslist gesloten moet zijn als het grenspeil bereikt is. Het grenspeil voor de benedenmond der Hollandse IJssel bedraagt 2,55 m + N.A.P. In verband met de bediening der stormstuw is een registrerende peilschaal aan de buitenzijde der stormstuw noodzakelijk. (zie par. 9).

's-Gravenhage, 1 Juni 1953.

De Technisch Hoofdopzichter,



(H.J. Stroband)

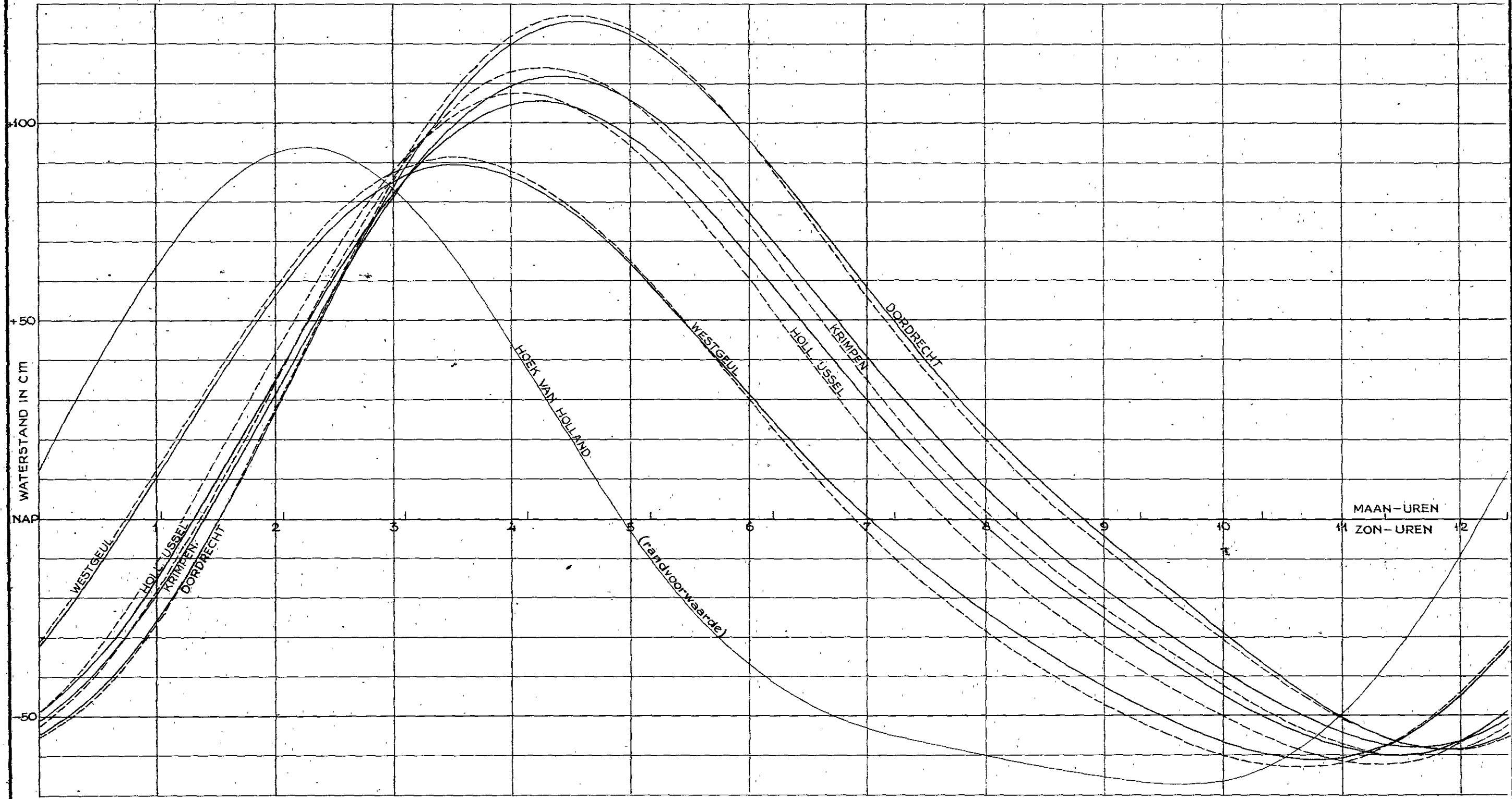


Bijlagelijst.

Reg. no.

- |              |           |  |
|--------------|-----------|--|
| A 2 - 53.699 | Bijlage 1 | Verticaal getij op de Rotterdamse Waterweg en Noord voor en na afdamming der Hollandse IJssel.   |
| A 4 - 53.114 | Bijlage 2 | Getijvermogens voor en na afdamming Hollandse IJssel.  |
| A 2 - 53.700 | Bijlage 3 | Stroomkrommen op het splitsingspunt Westgeul, voor en na afdamming Hollandse IJssel.   |
| A 2v- 53.701 | Bijlage 4 | Stroomkrommen op het splitsingspunt Hollandse IJssel-Nieuwe Maas voor en na afdamming Hollandse IJssel.  |
| A 2 - 53.702 | Bijlage 5 | Stroomkrommen op het splitsingspunt Nieuwe Maas-Lek-Noord voor en na afdamming Hollandse IJssel.   |
| A 1 - 53.703 | Bijlage 6 | Stormvloed 25/26 November 1928. Stroomkrommen en stormvloedskrommen op de Hollandse IJssel volgens berekening Dr J.J. Dronkers.                  |
| A 2 - 53.704 | Bijlage 7 | Verloop translatiegolf op de Hollandse IJssel beneden de stormstuw bij een sluitingstijd van 200 sec.  |
| A 2 - 53.705 | Bijlage 8 | Verloop translatiegolf op de Hollandse IJssel beneden de stormstuw bij een sluitingstijd van 1000 sec.   |
| A 1 - 53.706 | Bijlage 9 | Verloop max. waterstandsverschillen tengevolge van de opgewekte translatiegolf bij sluiting van de stormstuw als functie van de sluitingstijden. |
-

VERTICAAL GETU



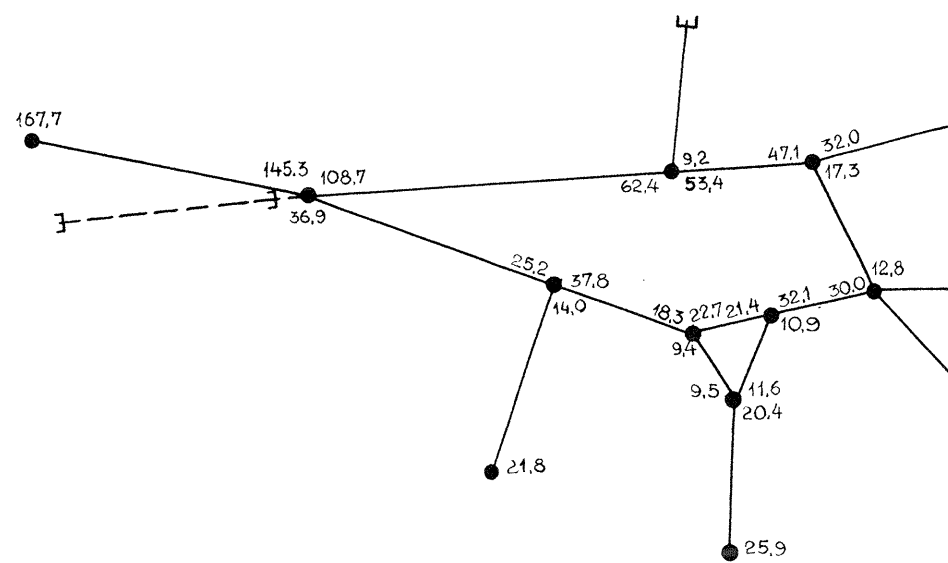
——— TOESTAND A (voor de afdamming)  
 - - - TOESTAND B (na de afdamming)

**VERTICAAL GETU SPLITSINGSPUNT  
 NIEUWE MAAS-LEK-NOORD VOOR EN  
 NA AFDAMMING HOLLANDSE USSEL**  
 RUKSWATERSTAAT  
 DIRECTIE BENEDENRIVIEREN  
 afdeling Studiedienst

gecalq gezien  
 8-7-'53  
 WP *Ham*

**BULAGE 1**  
**A2 Nr. 53.699**

totaalvermogen in mill.m<sup>3</sup>/getij



basis toestand A

fig. a

opperwaterafvoer in 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/getij  
(tussen haakjes in m<sup>3</sup>/sec)

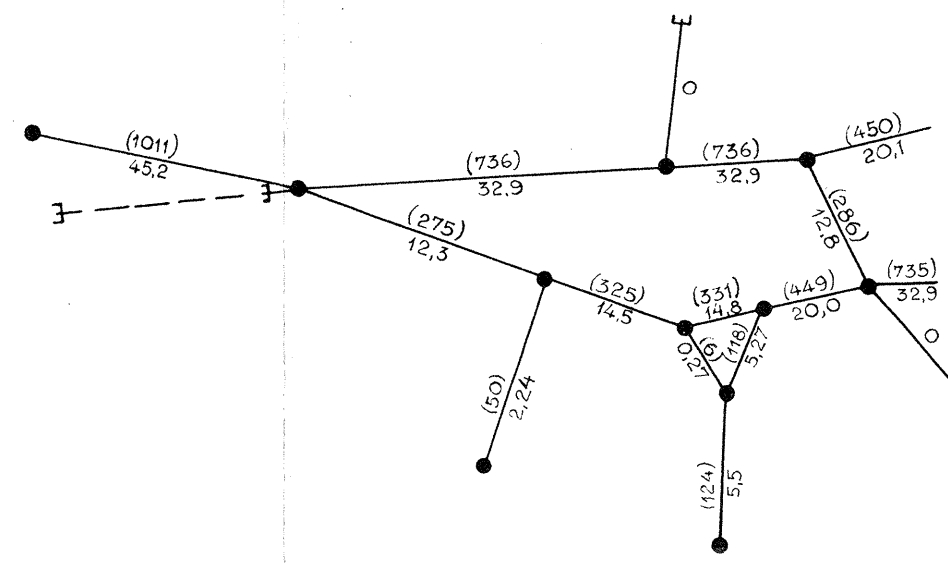


fig. c

ebvermogen in mill.m<sup>3</sup>/getij

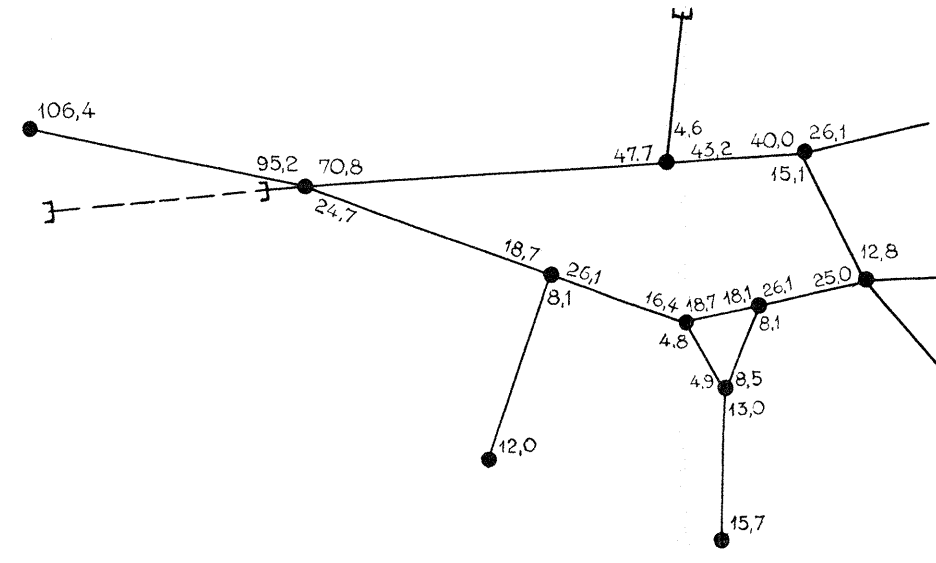


fig. e

vloedvermogen in mill.m<sup>3</sup>/getij

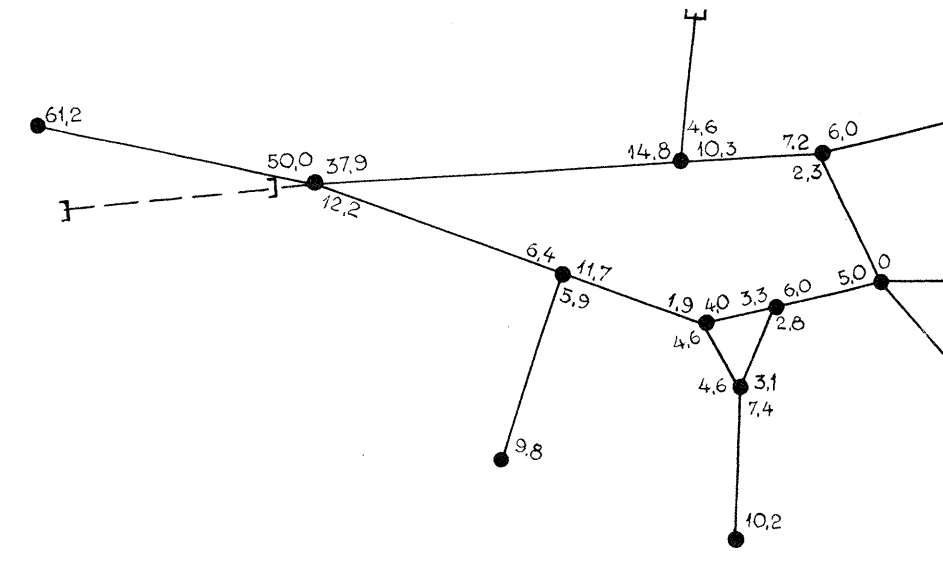
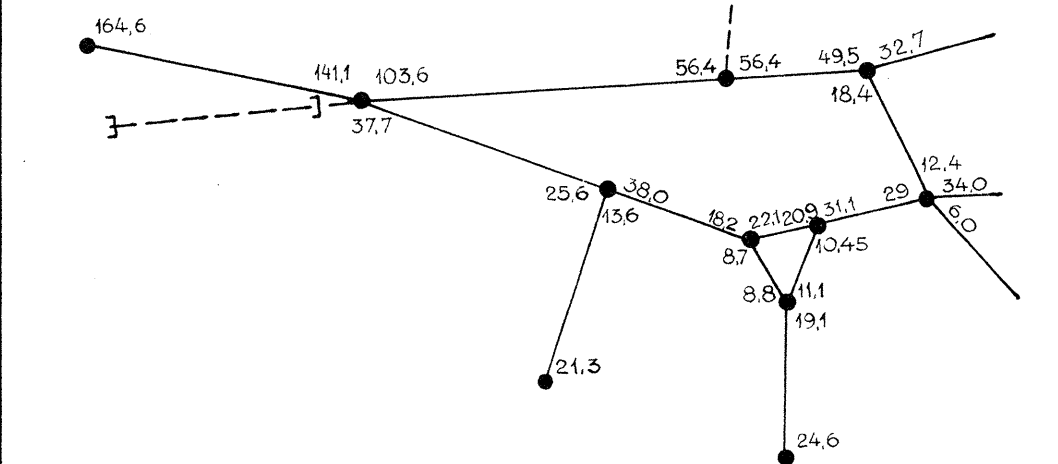
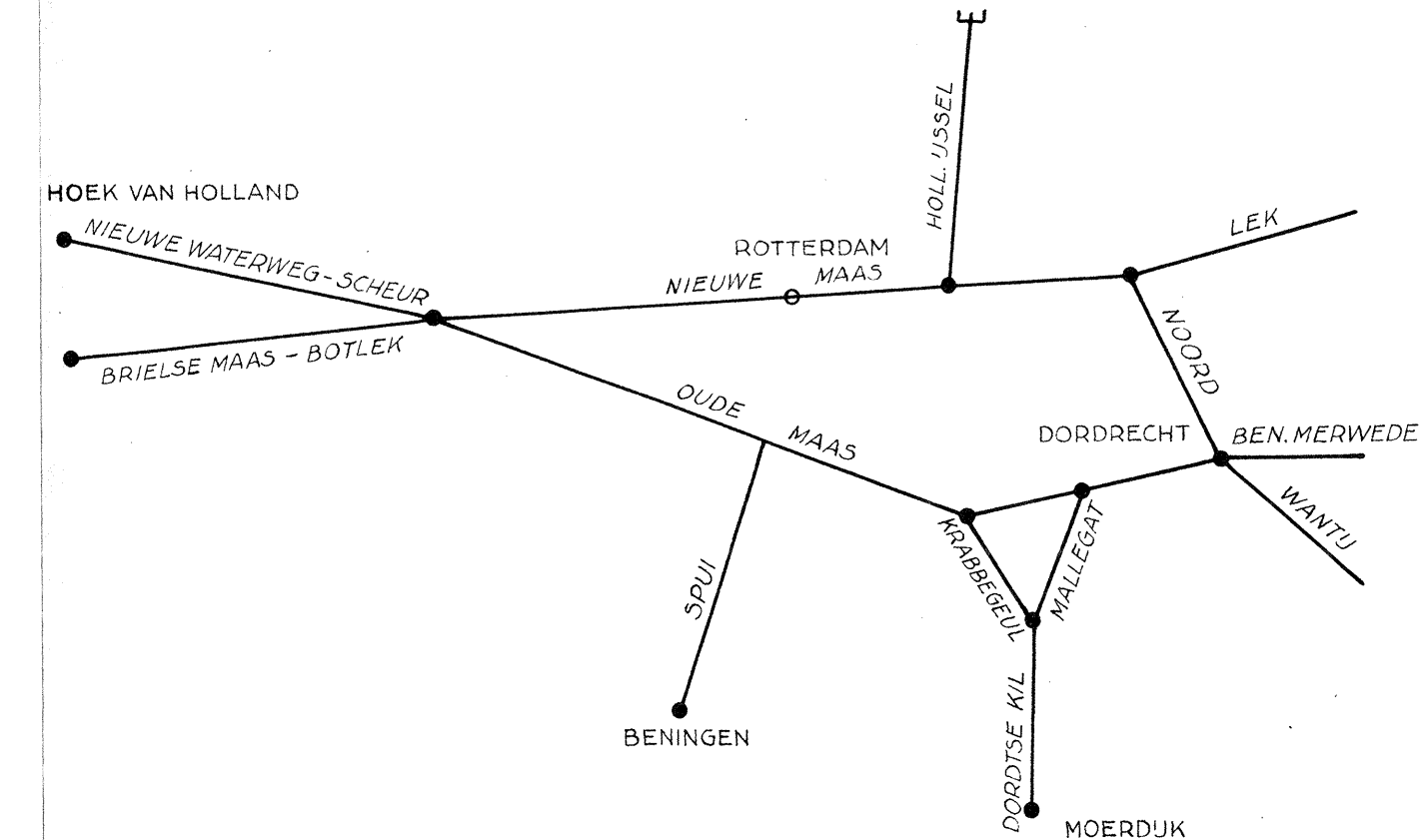


fig. g



toestand B (toestand A + afd. Holl. IJssel) fig. b

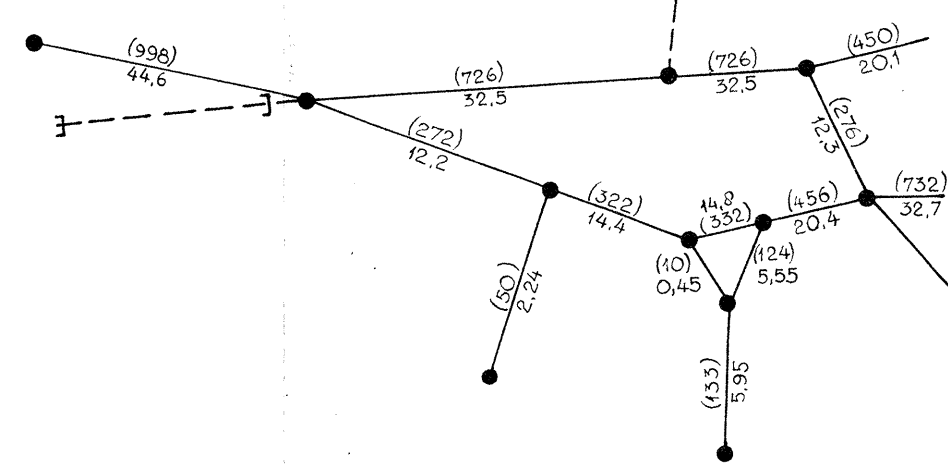


fig. d

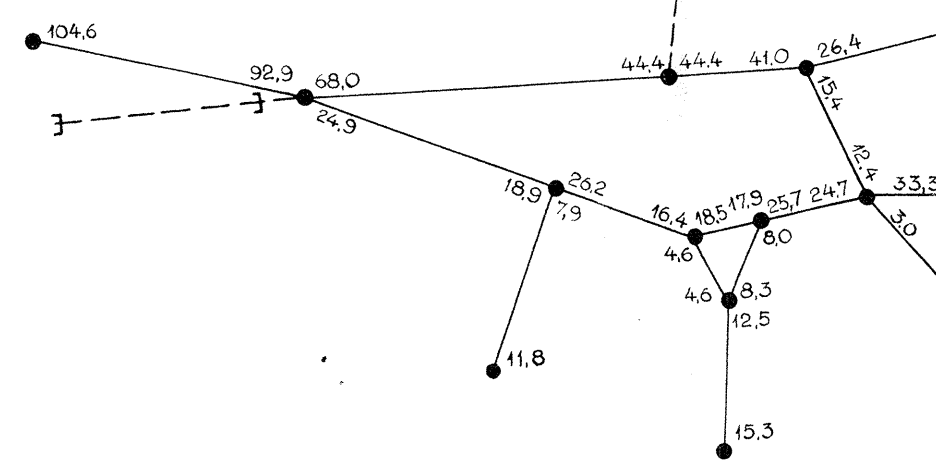


fig. f

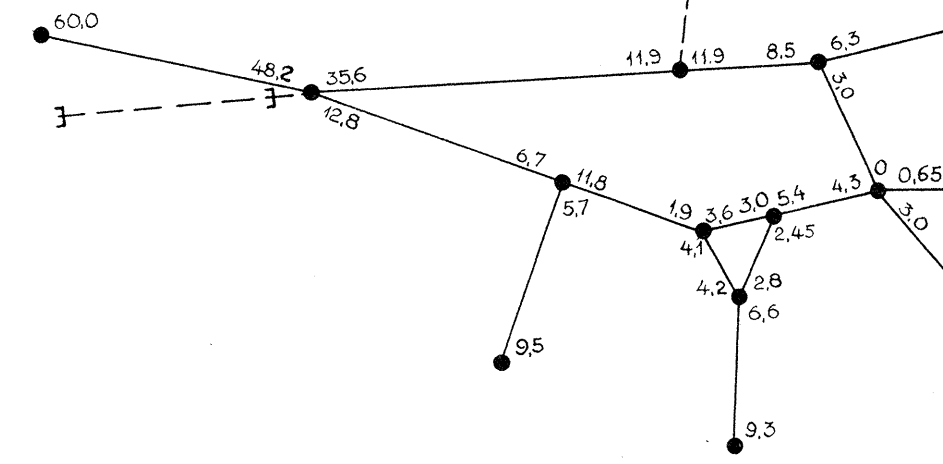
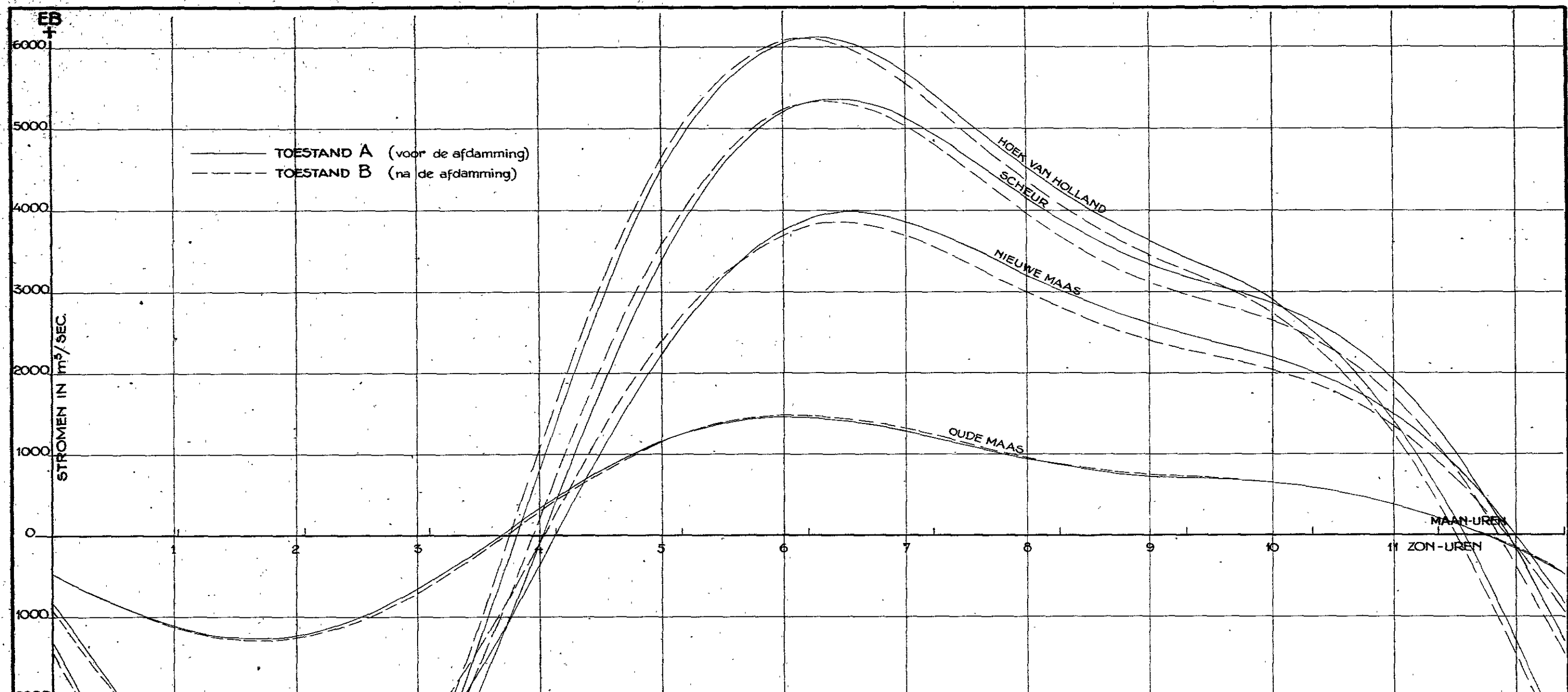


fig. h

VERMOGENS EN OPPERWATERVERDELING BIJ GEMIDDELTE GETIJBEWEGING EN GEMIDDELTE BOVENAFVOEREN VOOR EN NA AFDAMMING HOLLANDSE IJSEL		gecalculeerd 11-4-55	gezien Am
RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE BENEDENRIVIEREN Afdeling Studiedienst		Nr. 5	A4 Nr. 53.114



	VERMOGENS IN MILL. m <sup>3</sup> /GETU								OPPERWATER IN m <sup>3</sup> /SEC.		
	HOEK VAN HOLLAND		SCHEUR		NIEUWE MAAS		OUDE MAAS		SCHEUR	NIEUWE MAAS	OUDE MAAS
	AFD. BOTLEK	AFD. BOTLEK+ HOLL. USSEL DIFF. BER.	AFD. BOTLEK	AFD. BOTLEK+ HOLL. USSEL DIFF. BER.	AFD. BOTLEK	AFD. BOTLEK+ HOLL. USSEL DIFF. BER.	AFD. BOTLEK	AFD. BOTLEK+ HOLL. USSEL DIFF. BER.			
EB	106,5	104,6	95,2	92,9	70,8	68,0	24,7	24,9	1011	998	
VLOED	61,3	60,0	50,0	48,3	37,9	35,6	12,2	12,8	736	726	
TOTAAL	167,7	164,6	145,3	141,2	108,7	103,6	36,9	37,7	275	272	

**STROOMKROMMEN SPLITSINGSPUNT WESTGEUL VOOR EN NA AFDAMMING HOLLANDSE USSEL**

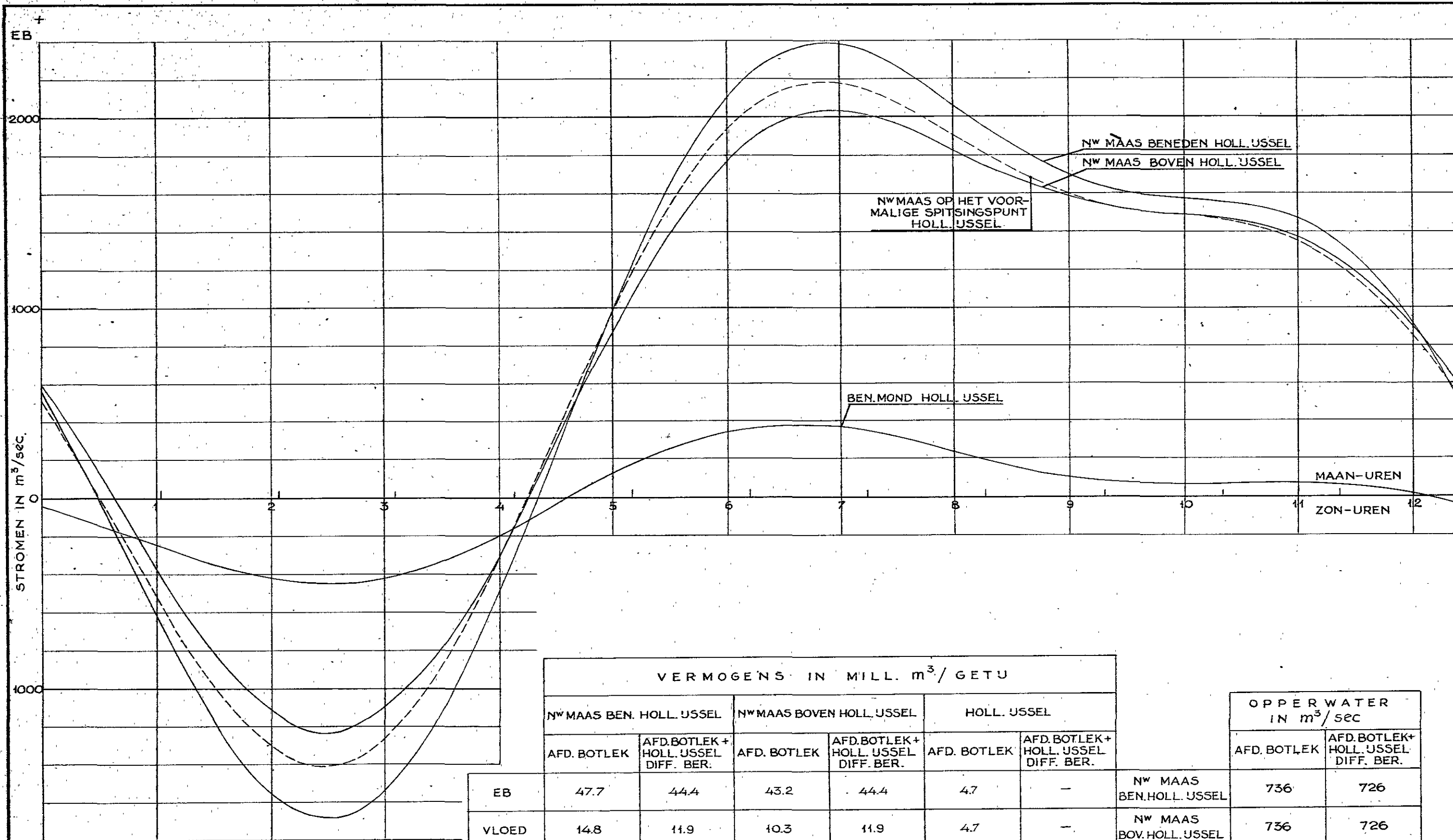
RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE BENEDENRIVIEREN Afdeling Studiedienst

CALQUE GEZIEN 9-7-53 *[Signature]*

**BJLAGE 3**

**A2 Nr 53.700**

VLOED



	VERMOGENS IN MILL. m <sup>3</sup> /GETU						OPPERWATER IN m <sup>3</sup> /sec		
	NW MAAS BEN. HOLL. USSEL		NW MAAS BOVEN HOLL. USSEL		HOLL. USSEL		AFD. BOTLEK	AFD. BOTLEK + HOLL. USSEL + DIFF. BER.	
	AFD. BOTLEK	AFD. BOTLEK + HOLL. USSEL + DIFF. BER.	AFD. BOTLEK	AFD. BOTLEK + HOLL. USSEL + DIFF. BER.	AFD. BOTLEK	AFD. BOTLEK + HOLL. USSEL + DIFF. BER.			
EB	47.7	44.4	43.2	44.4	4.7	—	NW MAAS BEN. HOLL. USSEL	736	726
VLOED	14.8	11.9	10.3	11.9	4.7	—	NW MAAS BOV. HOLL. USSEL	736	726
TOTAAL	62.4	56.3	53.4	56.3	9.4	—	HOLL. USSEL	—	—

— TOESTAND A (voor de afdamming)  
 - - - TOESTAND B (na de afdamming)

**STROOMKROMMEN NIEUWE MAAS  
 VOOR EN NA AFDAMMING  
 HOLLANDSE USSEL**

**BIJLAGE 4**

RUKS WATERSTAAT  
 DIRECTIE BENEDENRIVIEREN  
 afdeling Studiedienst

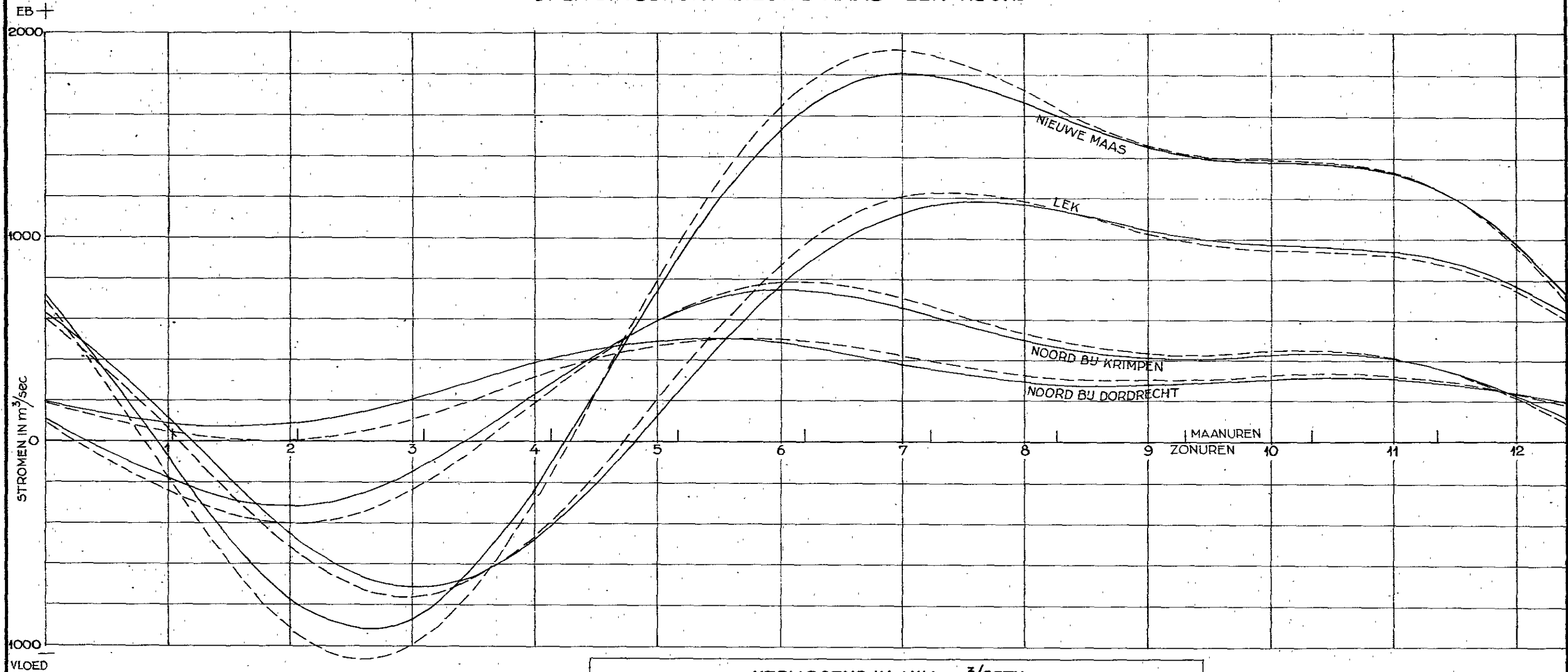
gecalq  
 8-7-'53  
 WP

gezien  
R.M.

A2

Nr. 53. 701

# SPLITSINGSPUNT NIEUWE MAAS - LEK - NOORD



— TOESTAND A (voor de afdamming)  
 - - - TOESTAND B (na de afdamming)

	VERMOGENS IN MILL. m <sup>3</sup> /GETUJ						OPPERWATER IN m <sup>3</sup> /sec		
	LEK		NOORD		NIEUWE MAAS		LEK	NOORD	NIEUWE MAAS
	AFD. BOTLEK	AFD. BOTLEK + HOLL. USSEL DIFF. BER.	AFD. BOTLEK	AFD. BOTLEK + HOLL. USSEL DIFF. BER.	AFD. BOTLEK	AFD. BOTLEK + HOLL. USSEL DIFF. BER.			
EB	26.1	26.4	15.0	15.4	40.0	41.0	450	450	
VLOED	6.0	6.3	2.3	3.1	7.1	8.5	286	276	
TOTAAL	32.0	32.7	17.3	18.5	47.1	49.5	736	726	

**STROOMKROMMEN SPLITSINGSPUNT  
N. MAAS - LEK - NOORD VOOR EN NA  
AFDAMMING HOLLANDSE USSEL**

RUKSWATERSTAAT  
DIRECTIE BENEDENRIVIEREN  
Afd. Studiedienst

gecalq. gezien  
11-7-55  
5<sup>en</sup> *Rm*

BIJLAGE 5

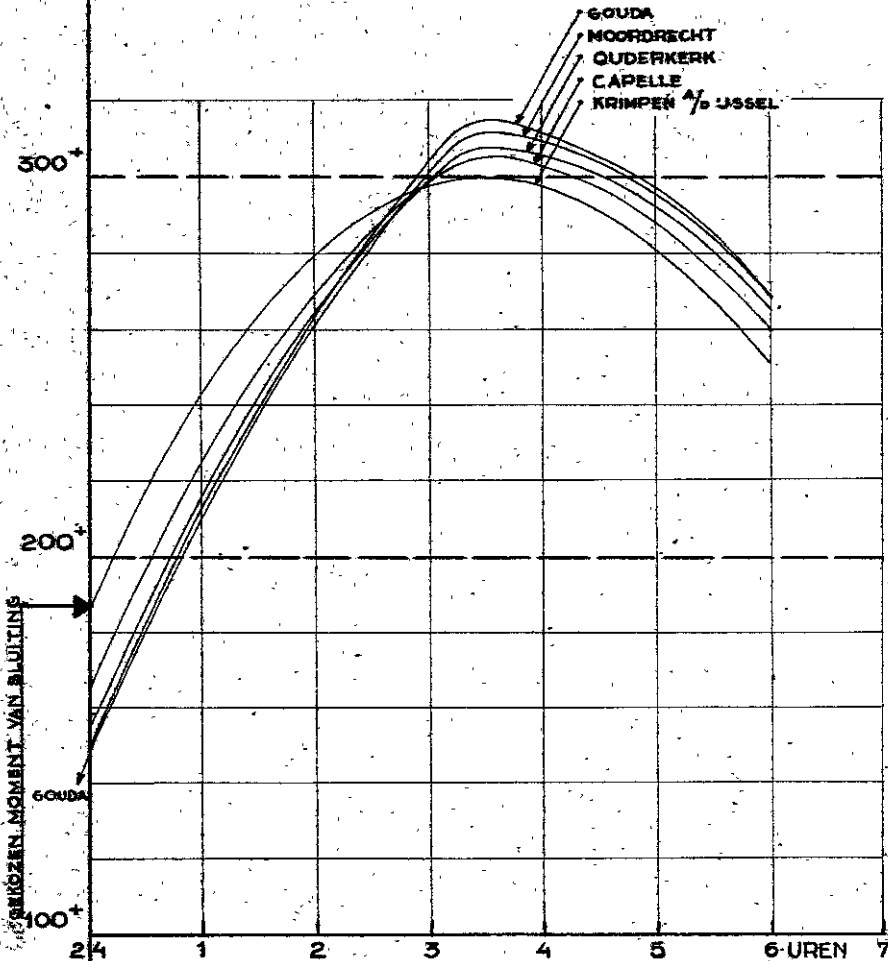
A2 Nr. 53. 702

STORMVLOED 25/26 NOV. 1928

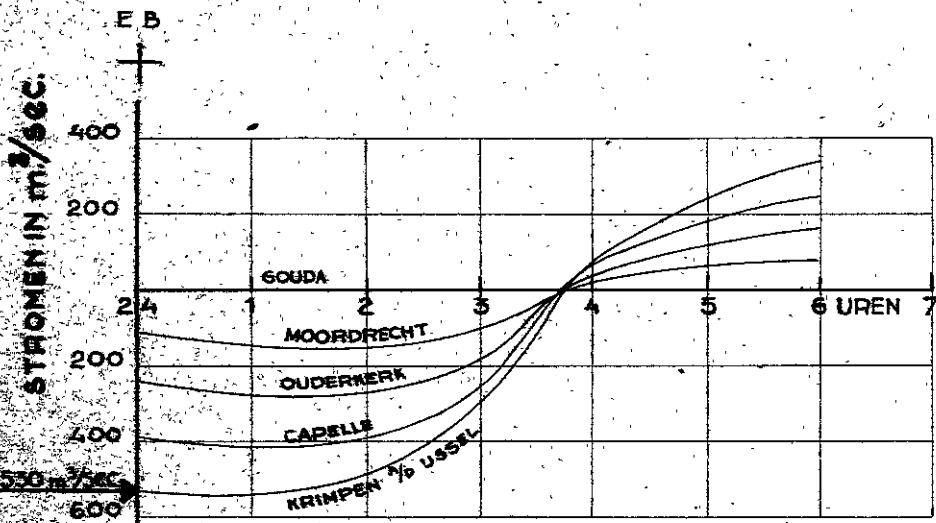
# HOLL. USSEL

(BEREKENING DE J. J. DRONKERS)

WATERSTANDEN IN CM. LOV. NAP.



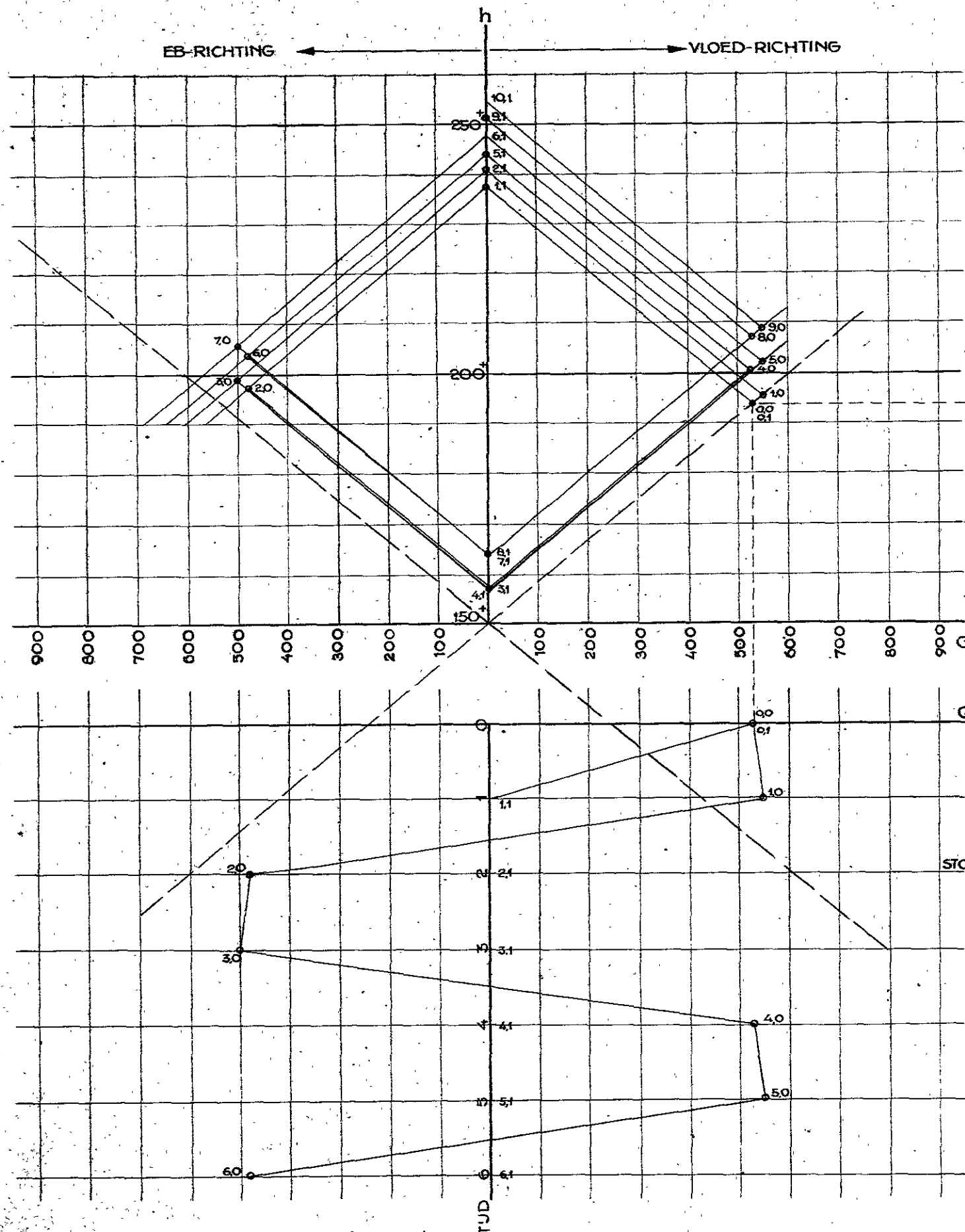
STROMEN IN m<sup>3</sup>/SEC.



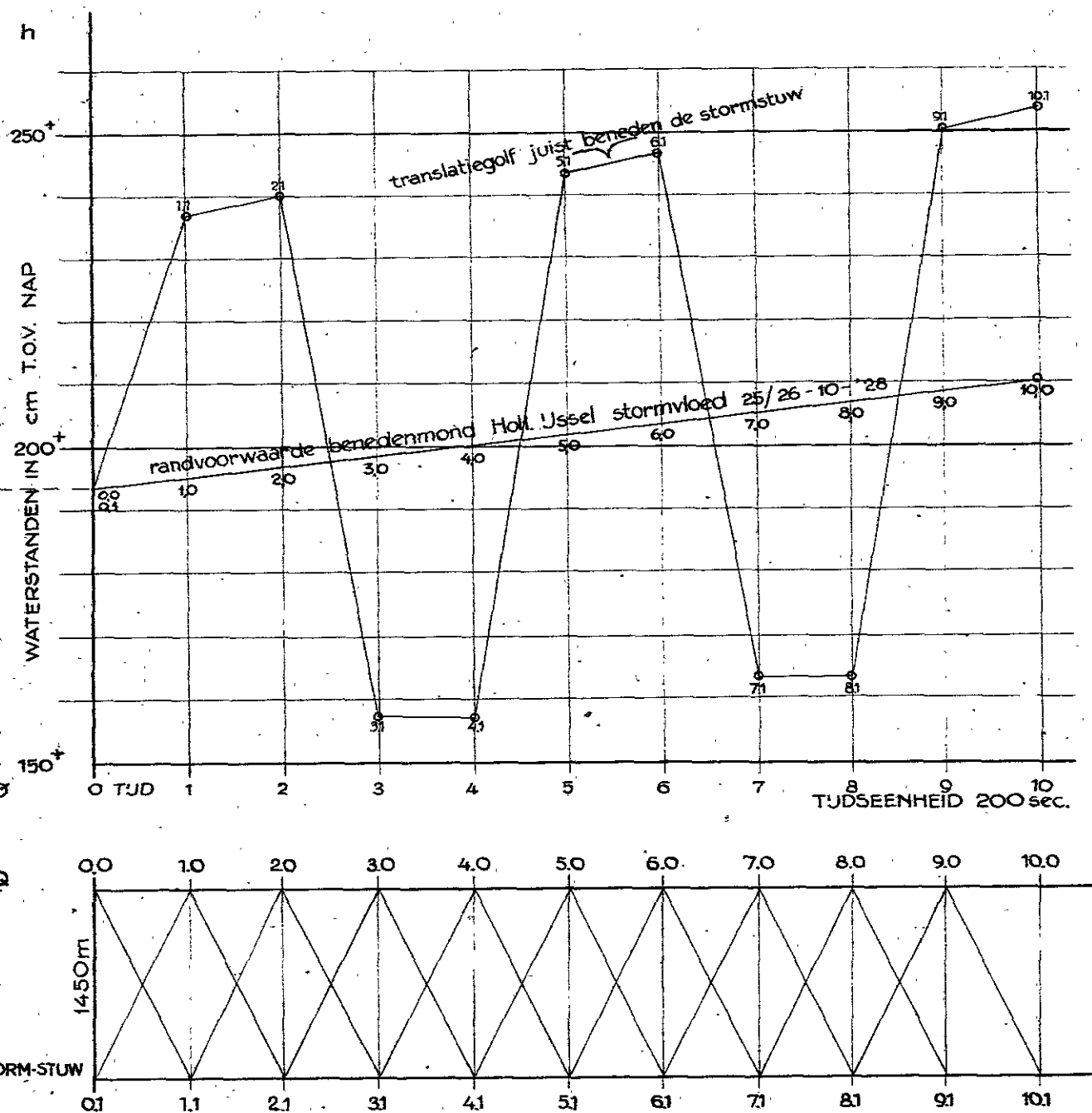
VLOED

GETEK.	GECALQ.	GEZIEN
	<i>J. Dr.</i>	<i>P. Dr.</i>
	9 Jul 28 '28	

A1 53.703



VERLOOP STROMEN IN DE BENEDENMOND HOLL. IJSEL TEN GEVOLGE VAN DE SLUITING DER STORMSTUW IN 200 sec.



BEREKENING ZONDER WEERSTAND.

SLUITING STORMSTUW ZODANIG, DAT Q IN 200 SEC. LINEAR TOT 0 AFNEEMT.

STORMVLOED 25/26 NOV. 1928.

STROOM 26 NOV. 0<sup>h</sup> 530 m<sup>3</sup>/SEC.

L = 1450 m

a = 5,35 m tov. NAP

b = 160 m

b<sub>s</sub> = 120 m

T =  $\frac{1450}{7,5} = 200$  sec.

$$c^{\pm} = \frac{1}{Vmb} = \frac{1}{\sqrt{\frac{b}{gA}}} = \frac{\sqrt{gA}}{b} = \pm 7,50$$

$$z^{\pm} = \sqrt{\frac{m}{b}} = \sqrt{\frac{1}{gA160}} = \pm \frac{1}{1200}$$

$$y^{\pm} = \pm 1200$$

TRANSLATIEGOLF BIJ SLUITINGSTUW  
VAN 200 SEC. STORMSTUW HOLL. IJSEL

BULAGE 7

RUKSWATERSTAAT  
DIRECTIE BENEDENRIVIEREN  
Afd. Studiedienst

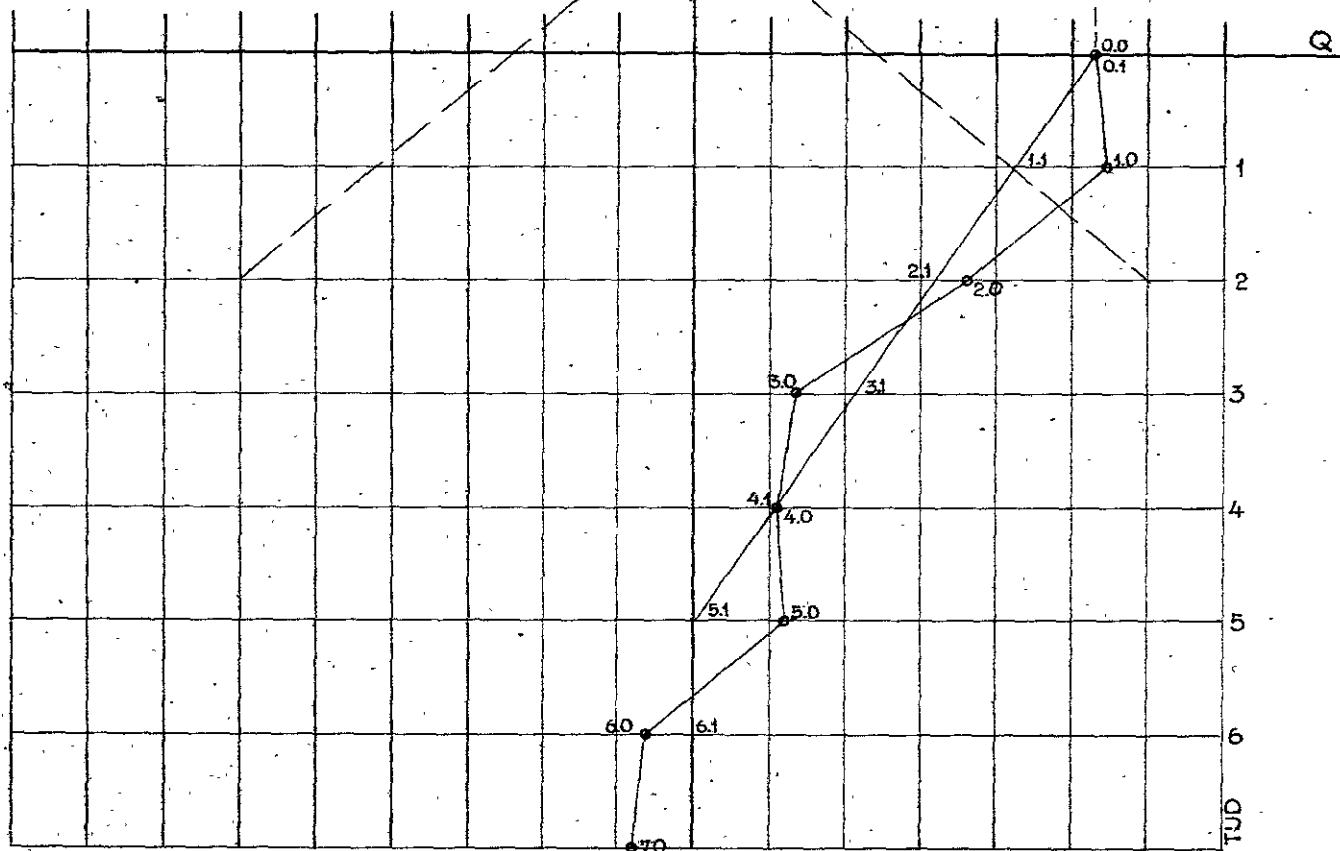
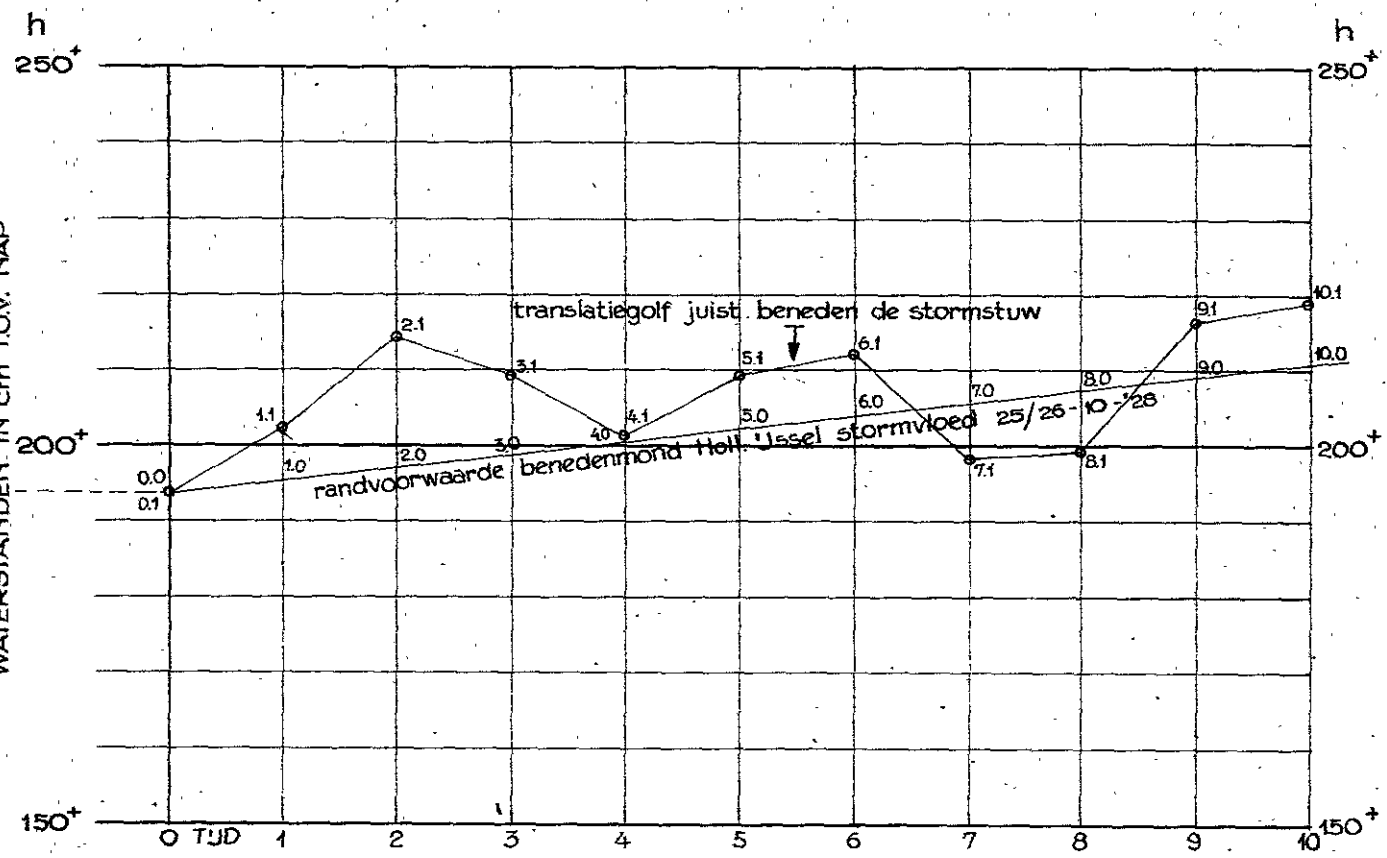
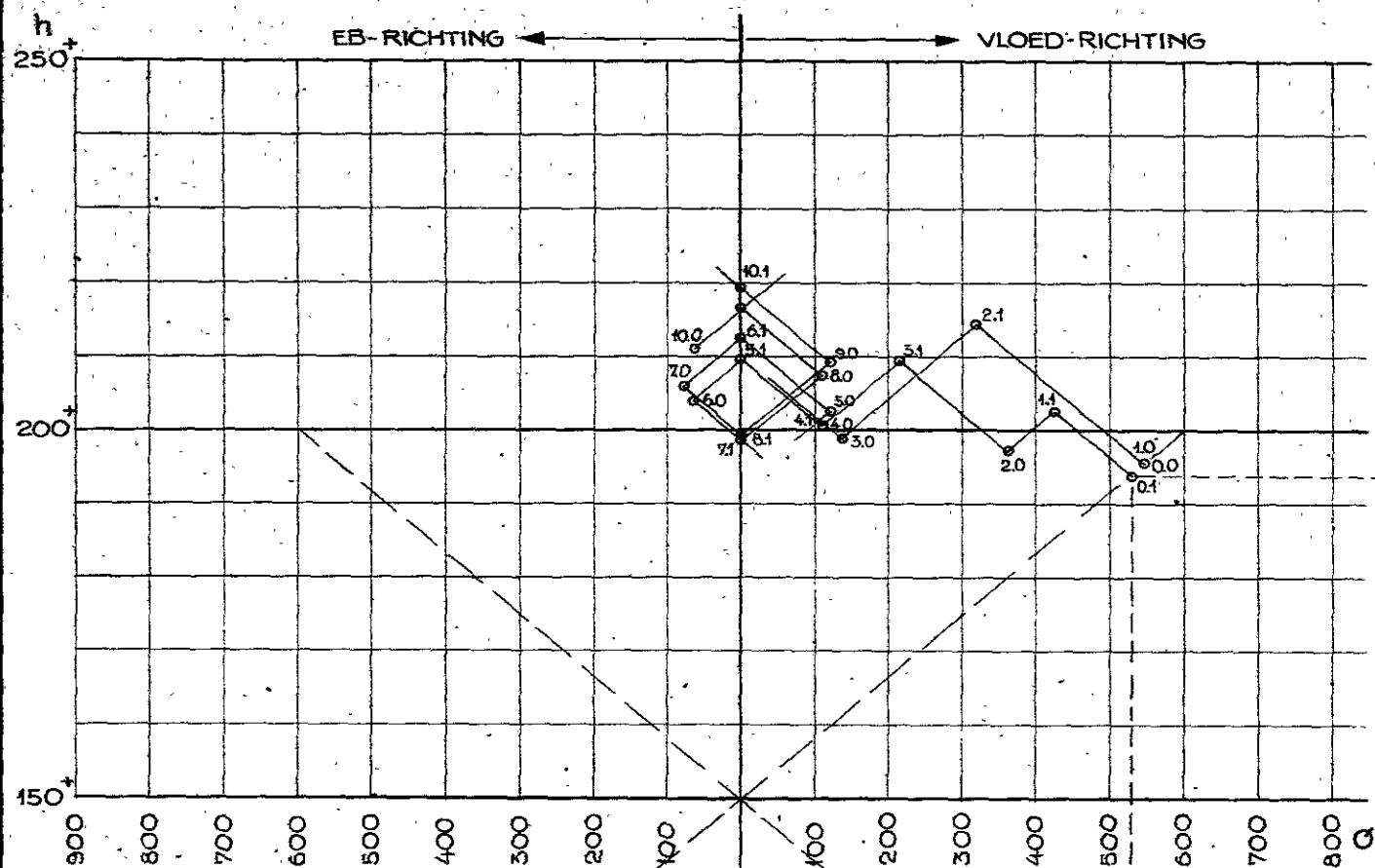
gecalc. gezien

10-7-53

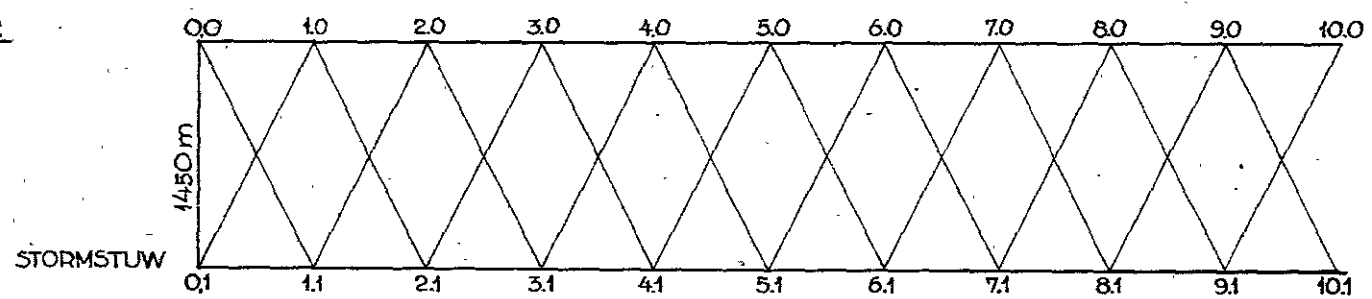
*[Signature]*

A2 Nr. 53. 704





VERLOOP STROMEN IN DE BENEDENMOND HOLL. IJSEL TEN GEVOLGE VAN DE SLUITING DER STORMSTUW IN 1000 sec.



BEREKENING ZONDER WEERSTAND.  
SLUITING STORMSTUW ZODANIG, DAT Q IN 1000 sec. LINEAIR TOT 0 AFNEEMT.  
STORMVLOED 25/26 NOV. 1928

$L = 1450 \text{ m}$   
 $a = 535 \text{ m t.o.v. NAP}$   
 $b = 160 \text{ m}$   
 $b_s = 120 \text{ m}$   
 $T = \frac{1450}{7.3} = 200 \text{ sec.}$

$$c^{\pm} = \frac{1}{\sqrt{mb}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{b}{gA}}} = \sqrt{\frac{gA}{b}} = \pm 7.50$$

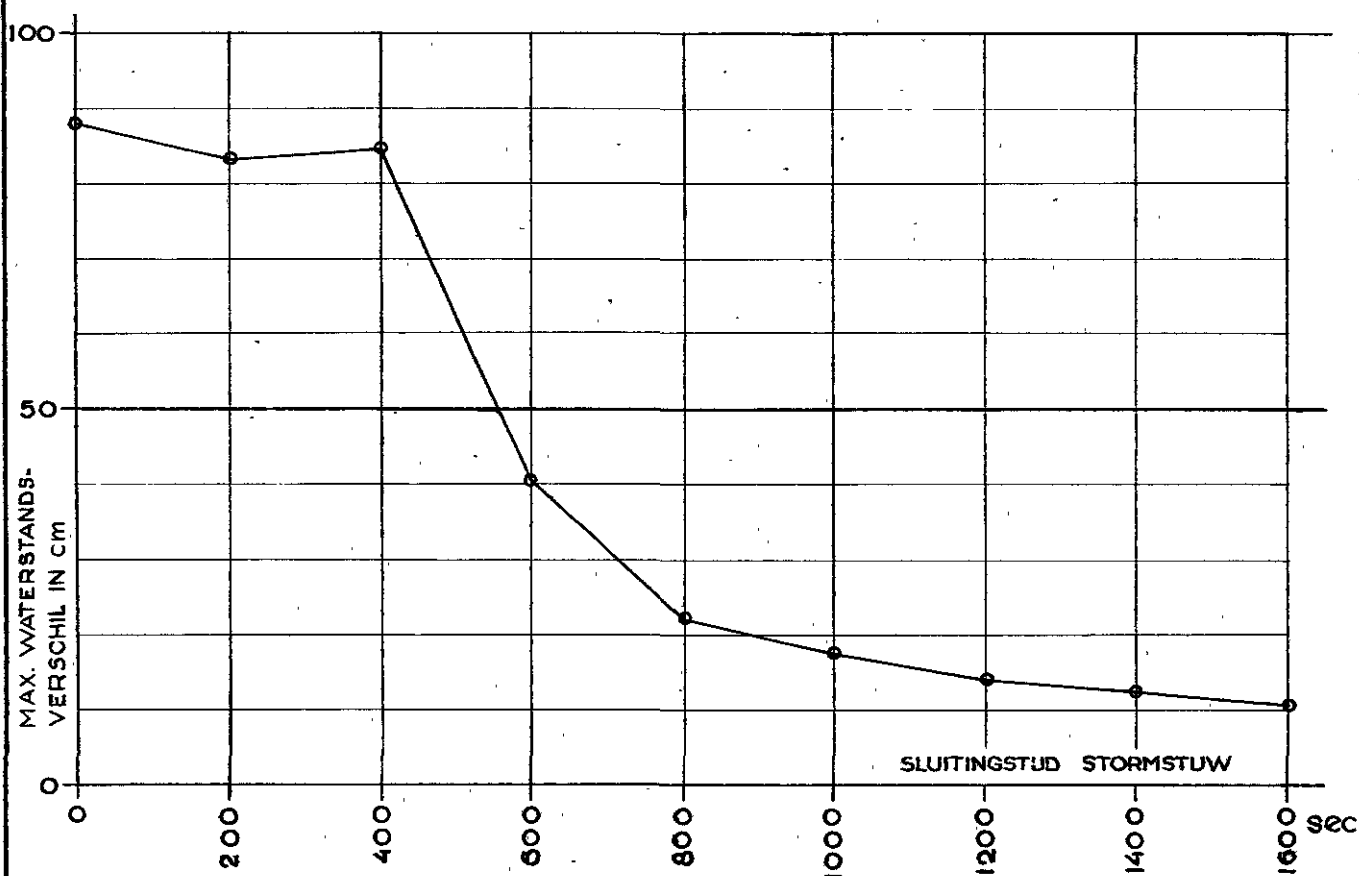
$$z^{\pm} = \sqrt{\frac{m}{b}} = \sqrt{\frac{1}{gA160}} = \pm \frac{1}{1200}$$

$$y^{\pm} = \pm 1200$$

<b>TRANSLATIEGOLF BIJ SLUITINGSTUW</b>		<b>BIJLAGE 8</b>	
<b>VAN 1000SEC. STORMSTUW HOLL. IJSEL</b>			
RUKSWATERSTAAT DIRECTIE BENEDENRIVIEREN Afd. Studiedienst		gecalq. gezien 10-7-53 <i>S. Wm</i>	<b>A2 Nr. 53. 705</b>

# STORMSTUW HOLL. USSEL

MAX. HOOGTE TRANSLATIEGOLF JUIST BENEDEN DE STORMSTUW  
ALS FUNCTIE VAN DE SLUITINGSDUUR DER STORMSTUW



getek.	gecalc.	gez.
	8.7.53	
<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	

A1 Nr 53.706