

RW-HWB- 1633  
Heyst - 1940



M<sub>1</sub>

VOORLOOPIG RAPPORT  
VAN DE  
COMMISSIE INZAKE STORMVLOEDEN  
OP DE BENEDENRIVIEREN

VOORLOOPIG      RAPPORT  
VAN              DE  
COMMISSIE   INZAKE   DE   STORMVLOEDEN  
OP DE   BENEDENRIVIEREN .

=0=0=0=0=

-

.



## I N H O U D.

### Hoofdstuk I. INLEIDING.

Par. 1. Opdracht en samenstelling der Commissie.

Par. 2. Algemeene grondslagen.

### Hoofdstuk II. DE FACTOREN, DIE DE HOOGTE VAN EEN STORMVLOED BEPALEN.

Par. 3. Overzicht der factoren.

Par. 4. De astronomische hoogwaterstanden.

Par. 5. De maximale opwaaiingshoogten.

Par. 6. De invloed van het opperwater.

Par. 7. De gemiddelde zeospiegelrijzing.

Par. 8. De invloed van waterstaatswerken.

### Hoofdstuk III. BEPALING MINIMUM EN MAXIMUM HOOGTEN VAN TOEKOMSTIGE STORMVLOEDEN.

Par. 9. Vergelijking van de stormvloeden van 1894, 1916 en 1928.

Par. 10. Tot het jaar 2000 herleide voorgekomen stormvloeds-  
hoogten (minimum stormvloedshoogten).

Par. 11. Bepaling maximum stormvloedshoogten.

### Hoofdstuk IV. BEPALING VAN DE STORMVLOEDSHOOGTEN, WAAROP GEREKEND DIENT TE WORDEN.

Par. 12. De conclusies van de Staatscommissie van 1916.

Par. 13. De uit de empirische kanskrommen af te leiden  
stormvloedshoogten en hun frequenties.

Par. 14. Nadere bepaling der S.V.hoogten.

Par. 15. Voorloopige einduitkomsten.

Par. 16. Exacte berekening stormvloedsstanden op de Bergsche  
Maas-Amer.

### Hoofdstuk V. BEANTWOORDING DER GESTELDE VRAGEN.

Par. 17. De stormvloedsstanden, waarop moet worden gerekend.

Par. 18. De invloed van natuurlijke factoren op S.V.standen.

Par. 19. De invloed van inpolderings- en baggerwerken op de  
S.V.standen.

Par. 20. Met het oog op de veiligheid ongewenschte toestanden.

Par. 21. Voorgestelde veiligheidsmaatregelen.

Par. 22. Slotopmerking.



B I J L A G E N .

=====

- Bijlage 1. Bedijkbare buitengronden.
- Bijlage 2. Hoogst voorgekomen stormvloedstanden sedert 1800.
- Bijlage 3. Hooge vloedten langs onze kust.
- Bijlage 4. De zeespiegelrijzing bij verschillende stations.
- Bijlage 5. De S.V.-lijnen op Haringvliet-Hollandsch Diep-Bergsche Maas.
- Bijlage 6. Gemiddelde overschrijdingswaarden geteekend op halflogarithmisch papier.
- Bijlage 7. Frequentiekrommen voor oew-maxima in 1888 en 1935.
- Bijlage 8. Lengteprofielen dijken langs noordelijkontak
- Bijlage 9. " " " middontak
- Bijlage 10. " " " zuidelijken tak
- Bijlage 11. " " " Spui, Nieuwe Morwede en  
Afgedamde Maas.
- Bijlage 12. Lengteprofielen dijken langs Hollandsche IJssel,  
Noord en Kil.



VOORLOOPIG RAPPORT VAN DE  
COMMISSIE INZAKE STORMVLOEDEN OP DE  
BENEDENRIVIEREN.

=O=O=

HOOFDSTUK I.    Inleiding.

Par. 1    Opdracht en samenstelling van de Commissie.

Bij beschikking van den Minister van Waterstaat van 28 April 1939, no. 426<sup>I</sup>, Directie van den Waterstaat, werd een commissie ingesteld, aan welke werd opgedragen van voorlichting te dienen inzake de volgende vragen:

- a. op welke stormvloedstanden in het gebied der benedenrivieren thans moet worden gerekend;
- b. in hoeverre op toekomstige wijziging in die stormvloedstanden moet worden gerekend, indien in den waterstaatstoestand niet langs kunstmatigen weg verandering wordt gebracht;
- c. in hoeverre inpolderings- en baggerwerken op de stormvloedstanden van invloed kunnen zijn;
- d. in hoeverre onder de tegenwoordige omstandigheden in het gebied der benedenrivieren gesproken kan worden van met het oog op de veiligheid ongewenschte toestanden;
- e. of en zoo ja, welke veiligheidsmaatregelen in verband met punt d. noodig zijn.

Als leden der commissie werden aangewezen:

ir. D.A. van Heyst, Hoofdingenieur-Directeur van den Rijkswaterstaat in de directie Zuid-Holland te 's-Gravenhage, Voorzitter  
ir. A. E. Kempees, Hoofdingenieur-Directeur van den Rijkswaterstaat in de directie Noord-Brabant te 's-Hertogenbosch,  
ir. J.W. Rulkens, Ingenieur van den Provincialen Waterstaat van Noord-Brabant te 's-Hertogenbosch,  
ir. F. L. Schlingemann, Hoofdingenieur-Directeur van den Rijkswaterstaat in de directie Benedenrivieren te 's-Gravenhage,  
ir. J.F. Schönfeld, Hoofdingenieur-Directeur van den Rijkswaterstaat in de directie Bovenrivieren te Arnhem,



ir. H. Versteeg, Directeur van Gemeentewerken der Gemeente Dordrecht te Dordrecht,

ir. L.T. van der Wal, Hoofdingenieur van den Provincialen Waterstaat van Zuid-Holland te 's-Gravenhage,  
tot secretaris:

dr. ir. J. van Veen, Hoofdingenieur van den Rijkswaterstaat in de directie Benedenrivieren te 's-Gravenhage.

De beantwoording van de vragen zou, naar het zich reeds terstond liet aanzien, veel tijd vergen, omdat vele en ingewikkelde berekeningen noodig zijn om een resultaat te geven, dat naar wetenschappelijken maatstaf een voldoende graad van nauwkeurigheid zou bezitten.

Het doel, waartoe die vragen gesteld waren, vereischte evenwel een antwoord op niet langen termijn, weshalve de Commissie zich voornam een voorloopig rapport uit te brengen, waarvan de cijfers van de conclusie weliswaar naar schatting een of twee decimeters zouden kunnen verschillen van de cijfers, welke bij een nauwkeurige berekening zouden worden gevonden, doch welk resultaat toch voldoende betrouwbaar is, om te dienen als grondslag voor plannen, waarbij met die cijfers moet worden rekening gehouden. Daarbij komt, dat men later, voor zooveel noodig, bij plannen, welke nog niet tot uitvoering zijn gekomen, met de meer nauwkeurige cijfers kan rekening houden. Het ligt derhalve in de bedoeling de reeds aangevangen wiskundige berekeningen voort te zetten en te zijner tijd daarover nader verslag uit te brengen.

Intusschen is door de mobilisatie van personeel, dat op dit speciale gebied deskundig was, vertraging ontstaan, terwijl ook de latere gebeurtenissen vertraging hebben gewerkt.

De aan de Commissie voorgedragde vragen bewegen zich voor een belangrijk deel op hetzelfde terrein, dat is onderzocht door de bij K.B. dd. 20 Maart 1916 ingestelde Staatscommissie inzake de buitengewoon hoge waterstanden tijdens den stormvloed van 13/14 Januari



1916 voorgekomen op de in Zuid-Holland gelegen benedenrivieren, meer bepaaldelijk op den Rotterdamschen Waterweg, waarvan het rapport op 30 April 1920 is verschenen.

Deels zijn de vragen echter van verdere strekking, terwijl ook het gebied, waarop zij betrekking hebben, uitgebreider is. De Commissie heeft dan ook voortgebouwd op hetgeen die Staatscommissie naar voren heeft gebracht.

Voorts heeft zij gebruik gemaakt van de beschouwingen, welke voorkwamen in een rapport, dat de hoofdingenieur van den Rijkswaterstaat, dr. ir. J. van Veen, dd. 12 Juli 1938 heeft opgesteld, houdende een onderzoek omtrent het watervrijmaken van Dordrecht en waarbij o.m. de oorzaken werden nagegaan, welke zouden kunnen leiden tot hogere standen dan die, welke bij den stormvloed van 1916 waren bereikt.

De Staatscommissie 1916 heeft op dat gebied werk verricht dat in dien omvang nog niet was geschied; thans moest het onderzoek verder worden uitgestrekt en zijn nog andere factoren in de beschouwingen van de Commissie betrokken. Ook meende zij, dat de Staatscommissie zich destijds, wat betreft de mate van veiligheid, waarnaar moest worden gestreefd, meer dan gewenscht is, beperkt heeft.

In het navolgende worden de resultaten van het onderzoek gegeven. De conclusie - zij het een voorloopige - waartoe de Commissie is gekomen, is door alle leden aanvaard. Die conclusie betreft de hoofdlijnen, welke bij het uitwerken van de maatregelen zullen zijn te volgen.

De Commissie heeft er zich dan ook van onthouden om voor elken dijk aan te geven welke verhooging deze moet ondergaan. Hierbij zal de mate van veiligheid, die in elk bijzonder geval noodig is een belangrijke rol moeten spelen en zal rekening gehouden moeten worden met plaatselijke toestanden.

De beantwoording van de vraag welke onder e van de ministerieele beschikking<sup>is</sup> gesteld, heeft zij daarom slechts globaal aangegeven.



Par.2 Algemeene grondslagen, welke de Commissie tot leidraad hebben gediend.

De Commissie inzake de hooge vlooden op den Rotterdamschen Waterweg, ingesteld bij K.B. van 20 Maart 1916, heeft op het gebied van stormvlooden op de benedenrivieren veel wetenswaardigs aan het licht gebracht, waarop met vrucht kan worden voortgebouwd.

Het onderzoek van voornoemde Commissie had voornamelijk ten doel na te gaan of de verbetering van den Rotterdamschen Waterweg hoogere stormvlooden op de meer binnenwaartsche gedeelten van de benedenrivieren zou kunnen veroorzaken dan tevoren waren voorgekomen.

Het onderzoek gaat thans verder en daartoe dient een meer algemeen standpunt te worden ingenomen. De opdracht heeft niet alleen betrekking op den invloed van baggerwerken in den Waterweg, doch op dien van baggerwerken in het geheele gebied van de benedenrivieren en bovendien op dien van inpolderingen. In afwijking van de opdracht aan de Commissie van 1916, waarin gesproken wordt van het binnenwaartsche deel van den Rotterdamschen Waterweg, heeft de opdracht van onze Commissie betrekking op het geheele gebied langs de benedenrivieren. Gevraagd wordt welke veiligheidsmaatregelen eventueel noodig zijn.

Een gedeelte der benedenrivieren is sedert 1916 belangrijk verbeterd. Niet alleen de Rotterdamsche Waterweg, doch ook de Noord (ongeveer in 1928), de Oude Maas (ongeveer in 1930) en de Merweden (in 1920-1937) werden sterk verruimd. Het Spui, de Kil en het Hollandsch Diep - Haringvliet behielden echter hun oude profielen, terwijl die der Brielsche Maas afnamen wegens aanzanding.

De inpolderingen waren sinds 1916 niet omvangrijk. In 1928 werden aan de zuidoostzijde van het eiland van Dordrecht rond 1000 ha stormvloedvrij ingedijkt en voorts werden de kaden van een aantal polders in den Brabantschen Biesbosch verhoogd. Langs Oude Maas, Noord, Waterweg en Nieuwe Maas werden voorts vele buitengronden met baggerspecie opgehoogd, terwijl ook langs deze rivieren hier en daar kleine inpolderingen tot stand kwamen.

De mogelijkheden om langs de benedenrivieren op uitgebreide schaal land in te polderen, zijn echter nog groot. In den Bies-



bosch alleen liggen, zie bijlage 1, 10.910 ha land buiten de eigenlijke bedijking, in Noord-Brabant liggen bezuiden de Bergsche Maas - Amer nog 8300 ha en langs de overige benedenrivieren liggen 12.420 ha, tezamen dus 31.630 ha. Deze gronden zijn rijp voor inpoldering en gedeeltelijk bekaad. Zelfs zijn vele kaden in den Biesbosch zoo hoog, dat zij feitelijk dijken genoemd zouden kunnen worden; telt men de daarbinnen liggende gronden niet mee, zoo blijven toch nog ongeveer 27.000 ha niet stormvloedvrij liggende terreinen over(bijl.).

Hoewel er uiteraard een krachtige aandrang bestaat deze terreinen, ter verhooging van de opbrengst, in te polderen, wordt dit in den laatsten tijd voor het gebied ten oosten van de lijn Dordrecht-Moerdijkbrug aan sterke beperking onderworpen (Zie K.B. van 10 Juni 1938, Stsbl.566), omdat inpoldering of watervrije op-  
hooging in het algemeen er toe meewerkt den stormvloedsstand in het hierboven aangegeven gebied van de benedenrivieren te verhoogen.

Bij stormen vormen namelijk de niet-stormvloedvrij liggende terreinen van den Biesbosch en die langs het Oude Maasje en de Donge een uitgestrekte vloedkom, welke in verband met de in verhouding kleine capaciteit der toevoerwegen en met den betrekkelijk korten duur der stormen tot slechts beperkte hoogte gevuld wordt. De stormvloedstanden blijven hier lager dan verder naar zee, zoodat als het ware een kuil in de waterstanden aanwezig is.

Tor verduidelijking worden op bijlage 2 de hoogst bekende stormvloedstanden in Nederland aangegeven, terwijl daartusschen de lijnen van gelijke stormvloedshoogte werden geschotst. Er blijkt uit, dat in Nederland en België een drietal van dergelijke kuilgebieden aanwezig zijn, of voor kort aanwezig waren, één in de voormalige Zuiderzee, één in den Biesbosch en één bezuiden Antwerpen. Ook ten oosten van Leer in Oostfriesland komt nog een dergelijk kuilgebied voor. Al deze "kuilen" danken hun bestaan aan de omstandigheid, dat de stormen kort van duur zijn, of de toegangen uit zee nauw vergeleken met de grootte van de komberging.

Wordt de tegenwoordige houding van de Overheid ten aanzien van de inpolderingen in den Biesbosch hierdoor dus verklaard, de ontwikkeling van dit gebied wordt hierdoor tegengehouden. Overigens is het moeilijk een grens te trekken tussechen hetgeen wel en hetgeen



niet toelaatbaar is en rijst de vraag of een kleine ophooging in een kuilgebied, b.v. voor de een of andere industrie het gevaar zoodanig zou vergrooten, dat het redelijk moet worden geacht deze te verbieden. Inderdaad zal in het kuilgebied een inpoldering of een watervrije ophooging van een enkele hectare stormvloodsverhooging ten gevolge hebben, doch dit is dan <sup>misschien</sup> niet meer dan een fractie van een millimeter, dus een nadeel van voornamelijk theoretische betekenis, terwijl de voordeelen, welke de vestiging van een industrie biedt aan de streck worden onthouden.

Aanzienlijk ernstiger dan het ophoogen van kleine terreinen in het kuilgebied, b.v. voor industrieën en dergelijke, is echter het uitdiepen of verruimen van de benedenrivieren. Hierdoor komt meer stormvloedwater in het kuilgebied en bij gelijkblijvend inundeerend oppervlak stijgt het water dus hooger.

Er zit een tegenstrijdigheid in, dat het Rijk de inpolderingswerken in den Biesbosch verbiedt ter voorkoming van verhooging der stormvloodsstanden, terwijl het voortgaat de toegangswegen uit zee naar dit gebied te verbeteren.

Het komt de Commissie voor, dat hier een toestand is ontstaan, welke dringend verbetering behoeft. Indien inderdaad de dijken op vele plaatsen langs de benedenrivieren zoo laag zijn dat een stormvloed van enkele centimeters hooger dan vroeger is voorgekomen een ramp zou kunnen veroorzaken, dan is het duidelijk, dat of iets zal moeten gebeuren, waardoor de stormvlooden worden verlaagd, of dat de dijken zoodanig moeten worden opgehoogd, dat weder voldoende veiligheidsmarge aanwezig is. Het ontbreken van deze veiligheidsmarge heeft thans reeds geloid tot het toegaan van inpoldering en ophooging in den Biesbosch en zou, wilde men consequent blijven, zich moeten uitbreiden tot het beperken van baggeren in den Rotterdamschen Waterweg, in de Oude Maas, in de Noord, in de Merwedon en in het Hollandsch Diep. Dit laatste strijdt zoodanig met de algemeene en scheepvaartbelangen, dat hieraan niet te denken is.

Een van de laagste gedeelten der bedijking langs de benedenrivieren bevindt zich te Dordrecht, alwaar de waterkeering



3.25 + N.A.P. ligt, doch met behulp van planken in de deursponningen van de op den dijk gebouwde huizen tot 3.60 m + N.A.P. kan worden opgezet. In 1916 waren deze planken nog niet aanwezig en kwam te Dordrecht reeds een stand van 3.43 m + N.A.P. voor, terwijl deze hoger zou zijn geweest, als niet ten tijde van den hoogsten stand in de omgeving eenige doorbraken hadden plaats gehad. De doorgebroken dijken zijn nadien hersteld en verhoogd. Mocht een storm als die van 1916 zich dus herhalen, dan zou te Dordrecht een hogere stand dan 3.43 m + zijn te verwachten. Indien men voorts bedenkt, dat genoemde vloed van 1916 bij doodtij voorkwam en dat, wanneer hij zich één week eerder had voorgedaan een ongeveer 50 cm hogere stand bereikt zou zijn, dan blijkt wel afdoende, dat de hoogte van dit dijkvak geheel onbevredigend is. Ook op vele andere plaatsen langs de benedenrivieren komen te lage dijkvakken voor.

Zoowel deze onbevredigende toestand der bedijkingen als de noodgedwongen belemmering, welke de ontwikkeling van een belangrijk deel van het gebied der benedenrivieren thans moet ondervinden is voor de Commissie aanleiding geweest met het uitbrengen van haar rapport niet te wachten tot haar studie voltooid was. Het kan zijn, dat eenige thans niet tot de vereischte nauwkeurigheid berekende grootheden bij nadere uitwerking door betere vervangen kunnen worden, doch aan den anderen kant mag niet worden vergeten, dat een groote nauwkeurigheid in de berekening slechts beperkte praktische betekenis heeft. Elk der factoren immers, die de hoogte van een stormvloed bepalen, is moeilijk voor juiste berekening vatbaar, terwijl de voorspelling van het al dan niet samenvallen dezer factoren niet anders dan onzeker kan zijn. Van meer belang dan een diepgaande theoretische beschouwing lijkt de Commissie daarom eensnolle oplossing van het onderhavige vraagstuk, dat van buitengewoon groot belang is voor het geheele gebied van de benedenrivieren. De theorie mocht hier de veiligheid en de vrije ontwikkeling van een zoo belangrijk gebied niet ter wille van wellicht een of twee decimeter meer of minder dijkhogte ophouden.

De onnauwkeurigheid bij de bepaling van de overhoogte voor golfoploop en van de veiligheidsmarge is trouwens van grootere orde dan de in de vorige alinea genoemde.

Een bijkomende reden om spoedig een, zij het voorloopig,



rapport in te dienen is gelegen in de abnormale tijdsomstandigheden. Deze eischen, dat spoedig zoo veel mogelijk land in cultuur wordt gebracht, terwijl de eventueele dijksverhoogingen, evenals de bij de overige inpoldering van den Biesbosch en van de in Noord-Brabant of langs de benedenrivieren voorkomende werken, bij uitstek geschikt zijn als objecten voor werkverruiming.

Hierbij dient echter bedacht te worden, dat tot inpoldering op eenigszins groote schaal niet mag worden overgegaan, dan gepaard gaande met de vereischte dijksverhoogingen.

De Commissie is bij haar onderzoek en bij het opstellen van haar rapport als volgt te werk gegaan.

Eerst werd nagegaan, welke de verschillende factoren zijn, die de hoogte van een stormvloed bepalen en welke grootte daaraan moet worden toegekend. Daarna werden een aantal voorgekomen stormvloeden bestudeerd, terwijl vervolgens een kansberekening werd opgezet ter bepaling van de hoogte van de met verschillende frequenties te verwachten hooge stormvloeden.

Ook werd een z.g. exacte getijberekening opgezet, waarmede, uitgaande van aangenomen standen in zee en een tamelijk hoogen opperwaterstand, de standen in de benedenrivieren, zooals die in het jaar 2000 ongeveer zullen kunnen voorkomen, kunnen worden becijferd. Deze berekening kwam echter bij het uitbrengen van dit voorloopig rapport nog niet gereed. Aan het slot worden de conclusies geformuleerd en de gestelde vragen beantwoord.



## Hoofdstuk II. De factoren, die de hoogte van een stormvloed . bepalen.

### Par. 3 Overzicht van de factoren.

Bij het onderzoek zijn vijf verschillende factoren onderscheiden, welke voor de hoogte der stormvlooden op de benedenrivieren van belang zijn. Het zijn de z.g. astronomische getijhoogten, de opwaaiing, de verhooging door hoog opperwater, de zeespiegelrijzing (of bodemdaling) en de verhoogingen, welke door de uitvoering van waterstaatswerken kunnen ontstaan. De laatste twee factoren hebben niet het tijdelijke en incidenteele karakter der eerste drie.

#### 1. De "astronomische" stand.

Onder "astronomische" stand wordt hierbij verstaan de voorspelling van de waterstandshoogte op een bepaalde tijd en plaats. De Algemeene Dienst van den Rijkswaterstaats berekent deze voorspellingen voor wat betreft de hoogwater- en laagwaterstanden met de benaderingsmethode "de Bruyn". Deze voorspellingen zijn bij het onderhavig onderzoek herhaaldelijk gebruikt.

De hoogst bekende "astronomische" hoogwaterstand, berekend met de methode "de Bruyn" bedraagt voor Hoek van Holland 1,34 m + N.A.P.

#### 2. De opwaaiing.

Onder opwaaiing wordt verstaan het verschil in hoogte tusschen de in een bepaalde periode en op een bepaalde plaats werkelijk voorgekomen waterstanden en de voor die periode en plaats uit empirische gegevens te berekenen "astronomische" standen. Het kan volgens deze definitie dus voorkomen, dat "opwaaiing" bij windstil weer voorkomt, b.v. ten gevolge van lage barometerstanden, orgens in den Atlantischen Oceaan verwekte en naar hier voortgeplante <sup>hooge</sup> middenstanden <sup>1)</sup>, of te voren plaats gehad hebbenden atmosferische storingen.

---

<sup>1)</sup> Onder middenstand wordt verstaan de stand, die de waterspiegel zonder getijbeweging zou innemen, dus de hoogte van de zwaartelijn van de geregistreerde getijkromme boven N.A.P.



In het begrip "opwaaiing" zijn ook begrepen de fouten die de "astronomische" standen aankleven, hetzij ten gevolge van minder juiste partieele getijden, hetzij ten gevolge van minder juiste kappagetallen (tijden, voortplantingstijden).

De definitie houdt voorts in, dat gerekend wordt met een "opwaaiingsgolf" en met de daarop gesuperponeerde gewone "astronomische" getijbeweging.

Voor de bepaling der opwaaiing is de methode de Bruyn niet nauwkeurig genoeg. Daarvoor wordt thans uitgegaan van de volgende door den Algemeenen Dienst van den Rijkswaterstaat uit de waarnemingen becijferde partieele getijden:

O, K, Q, P,  $M_2$ ,  $S_2$ , N, 2MS, L,  $K_2$ , V,  $\lambda$ ,  $M_4$ , MS en  $M_6$ .

De grootste tot nog toe bekende opwaaiing te Hoek van Holland kwam voor tijdens den storm van 13/14 Januari 1916 en bedroeg 2,82 m.

### 3. De invloed van het opperwater.

Deze is blijkens ingesteld onderzoek te Hoek van Holland niet, doch voor plaatsen als Willemstad, Dordrecht, Rotterdam reeds duidelijk merkbaar. Het kan voorkomen, dat een riviervloed gedurende meer dan 14 dagen op de benedenrivieren merkbaar is, zoodat dus twee springtijden kunnen samenvallen met deze riviervloed. Daar voorts zoowel de riviervloeden als de stormen het veelvuldigst in de wintermaanden voorkomen is de kans op het samenvallen van storm hoog opperwater en springtij tamelijk groot.

### 4. De zeespiegelrijzing (of bodemdaling).

In afwijking van de zienswijze o.a. door de Commissie van 1916 inzake bestudeering van hoge stormvloeden op den Waterweg, en die van 1918 inzake de bestudeering der stormen in de Zuiderzee voorgestaan, wordt door onze Commissie gemeend, dat met een zeespiegelrijzing rekening moet worden gehouden.

### 5. De invloed van Waterstaatswerken.

Hierbij bestaat onderscheid tusschen rivierverbeteringen en inpolderingen. Indien, hetzij in de waterhoogten, hetzij in de stormvloedshoogten "kuilen" aanwezig zijn in den zin als in par.2 werd besproken, hebben rivierverbeteringen meestal het gevolg dat de hoogwaterstanden of de stormvloedsstanden in deze kuilgebieden hooger worden, n.l. doordat de vloed gewoonlijk gemakkelijker kan



toetreden dan voorheen. Indien geen kuilen aanwezig zijn, hebben riviervverbeteringen daarentegen, zooals uit een studie is gebleken weinig of geen en soms ook een verlagenden invloed op de hoogten der hoogwater- en stormvloedsstanden.

Inpolderingen in kuilgebieden hebben een verhooging van stormvloedsstanden ten gevolge. Inpolderingen, op plaatsen waar geen "kuil" voorkomt, behoeven niet steeds stormvloedsverhoogingen ten gevolge hebben, doch kunnen ook verlaging ten gevolge hebben.

Als gevolg van de onder 4o en 5o genoemde factoren, welker invloed met den tijd toeneemt is ook de voor de bepaalde veiligheid noodige dijkshoogte afhankelijk van het tijdstip, waarop men die veiligheid wenscht.

Voor genoemd tijdstip werd aangenomen het jaar 2000, terwijl voorts zal worden verondersteld, dat de op bijlage 1 aangegeven terreinen, groot 31.630 ha, voor dat jaar stormvloedvrij zullen zijn ingedijkt. Deze laatste veronderstelling is wellicht iets te voorbarig, doch door met deze inpolderingen volledig rekening te houden wordt een veilige weg bewandeld. In elk geval zal toch op inpoldering van den Biesbosch en de Brabantse landen bezuiden Amer en Bergsche Maas gerekend moeten worden. Zijn deze laatste complexen eenmaal ingepolderd, dan verdwijnt daardoor de "kuil", naar vermoed wordt, geheel en hebben de inpolderingen langs de benedenrivieren Oude Maas, Noord, enz. weinig of geen invloed meer op de hoogte der te verwachten stormvloedsstanden.

Behalve op inpolderingen moet voorts nog gerekend worden op verruiming van eenige benedenrivieren, als b.v. den Rotterdam-schen Waterweg.

De in deze par. genoemde factoren zullen thans elk afzonderlijk nader worden nagegaan.

#### Par.4 De astronomische hoogwaterstanden.

De hoogwaterstanden planten zich langs onze kust van de Belgische grens tot Delfzijl voort in den tijd van ongeveer 11 uren, d.i. bijna de tijd van een volledig getijcyclus, die 12 u.25 min. bedraagt. Vandaar, dat de kans zeer groot is, dat op eenig punt aan onze kust de tijd van het astronomisch hoogwater samenvalt met den tijd van maximum opwaaiing. Voor die plaats



wordt dus de stormvloedshoogte bepaald door eenvoudige optelling van het astronomisch hoogwater en de "opwaaiing".

Voor het gebied der benedenrivieren kwam deze coïncidentie voor, of bijna voor, bij de stormen van 1906, 1928 en 1936. In het algemeen geeft het astr. H.W. het punt van den top van den stormvloed weer. Er zijn echter uitzonderingen.

Daar het astronomische hoogwater dus meestal grooten invloed heeft op de hoogte van een stormvloed is het van belang of de storm optreedt bij springtij of bij doortij. De Commissie meent dat bij de bepaling van den maatgevonden stormvloedstand, in verband met de geringe frequentie daarvan, niet met de uiterste springtijhoogten behoeft te worden gerekend, doch met een getij, dat daar iets beneden ligt.

Nagegaan werden de frequenties van de astronomische H.W. -standen te Hoek van Holland en Willemstad, zooals zij met de methode de Bruyn werden berekend en sinds 1900 zijn voorgekomen. Het astronomisch getij, dat in 10%, dus in 30 gevallen per 5 stormmaanden werd overschreden, bedroeg:

voor Hoek van Holland 1,12 m + N.A.P. ')

voor Willemstad 1,48 m +

Het astronomisch hoogwater, dat in 5% der gevallen dus 15 malen per winter van 5 maanden werd overschreden, bedroeg:

voor Hoek van Holland 1,18 m +

voor Willemstad 1,53 m +

De uiterste standen van het astronomisch hoogwater zijn voor beide stations resp. 1,34 m + en 1,68 m +.

#### Par.5 De maximale opwaaiingshoogten.

Vergelijking van de geregistreerde getijkrommen te Hoek van Holland, IJmuiden en Willemstad met de zoo exact mogelijk berekende "astronomische" krommen toonden voor de drie zwaarste, tamelijk goed bekende stormen, welke na 1880 zijn voorgekomen, n.l. die van 1894, 1916 en 1928, de volgende maximale opwaaiingshoogten

---

') In het vervolg zullen voor de standen t.o.v. N.A.P. deze letters worden weggelaten.



aan.

| Plaats              | in 1894       | in 1916       | in 1928 |
|---------------------|---------------|---------------|---------|
| te Hoek van Holland | 2,81 m        | <u>2,82 m</u> | 2,20 m  |
| te IJmuiden         | <u>2,97 m</u> | 2,85 m        | 2,42 m  |
| te Willemstad       | 2,58 m        | <u>3,30 m</u> | 2,57 m  |

Bij de bepaling van deze cijfers werd rekening gehouden met de in par. 3 genoemde vijftien partieele getijsinusoiden, met de voorgekomen veranderingen in den middenstand, en met de jaarlijksche middenstandsschommeling.

Uit bovenstaand staatje volgt, dat de hoogste opwaaiingen voor de drie genoemde stations en de drie stormen zijn:

voor Hoek van Holland 2,82 m

voor IJmuiden 2,97 m

voor Willemstad 3,30 m

Die te Willemstad is dus hooger geweest dan die te Hoek van Holland. Dit is wel verklaarbaar, daar Willemstad achter een uitgebreid ondiep geulennet ligt, waar de opwaaiing grootere waarden kan aannemen. Bij het beschouwen van bovenstaande maximum-cijfers moet worden bedacht, dat een betrekkelijk kort tijdsverloop als van 1880 tot heden dus ongeveer 60 jaren, feitelijk te kort is om de uiterst mogelijke maximale opwaaiingen te leeren kennen. Het zijn slechts incidenteele waarden.

De grootste opwaaiingen waren slechts betrekkelijk kort van duur, meestal niet langer dan een uur. Deze toppen zijn min of meer grillige, buiten het algemeen verloop der opwaaiingskrommen uitstekende excossen. Trekt men een gemiddelde, vloeiend verloopende kromme, dan kan men besluiten tot de volgende opwaaiingen gedurende een tijdsbestek van ongeveer 2 uur:



| Plaats           | 1894       | 1916       | 1928 |
|------------------|------------|------------|------|
| Hoek van Holland | <u>268</u> | 262        | 213  |
| IJmuiden         | <u>263</u> | 257        | 200  |
| Willemstad       | 252        | <u>316</u> | 246  |

De vorm der opwaaiingskrommen wijst er niet op, dat deze opwaaiingen als uitersten zijn te beschouwen. Men moet dus aannemen, dat het mogelijk is, dat in de toekomst hogere opwaaiingen kunnen voorkomen.

Met behulp van theoretische formules is het niet mogelijk de grootst mogelijke opwaaiing te berekenen. Er bestaat een empirische formule, afgeleid uit waarnemingen in de Zuiderzee, doch deze is niet geschikt om de juiste maximaal-mogelijke opwaaiing aan onze Noordzeekust te berekenen. Men zou de duur en de kracht van de wind over het geheele Noordzeebekken moeten aannemen, daarbij nog de mogelijkheid van de opzetting der middenstanden door voorafgaanden winden of door lage barometerstanden in rekening brengen en bovendien de z.g. strijklengte en nog de gemiddelde diepte van de zee moeten bepalen, om deze maximale opwaaiing langs theoretischen weg te kunnen berekenen. Eindelijk zou men nog met den hoek van den wind met de kust rekening moeten houden en met de mogelijkheid of het opgestuwde water in landwaartsche richting in riviormonden en zeegaten kan ontwijken. Het is dus duidelijk, dat men langs zuiver theoretischen weg de maximale opwaaiing niet kan bepalen.

De eenige methode, waarmede iets valt te bereiken, is deze, dat gebruik gemaakt wordt van de algemeene eigenschap van frequentiekrommen van een natuurlijk verschijnsel als het onderhavige, namelijk, dat de frequentie als functie van de intensiteit van het verschijnsel op een logaritmischen schaal uitgezet, een rechte lijn vertoont. Ook voor de bepaling van klink, <sup>x.2</sup> regenval, rivieraafvoeren e.d. geldt deze eigenschap. Door extrapolatie kan men dan de gemiddelde frequentie van hooge, doch zeldzaam voorkomende opwaaiingen of waterstanden nagaan.



Par.6 De invloed van het opperwater.

De hoogst bekende opperwatervloed, n.l. die van Januari 1926, stand te Keulen 9,69 m + nulpunt, veroorzaakte hoogwaterstanden op de benedenrivieren, die als volgt met die van Hoek van Holland verschilden:

|                  |      |   |         |
|------------------|------|---|---------|
| Hoek van Holland | 0    | m | ( 0 )   |
| Maassluis        | 0,20 | " | (-0,05) |
| Rotterdam        | 0,40 | " | (-0,10) |
| Krimpen a/d Lek  | 0,74 | " | (-0,10) |
| Dordrecht        | 0,92 | " | (-0,15) |
| Willemstad       | 0,51 | " | (-0,35) |
| Moerdijk         | 0,72 | " | (-0,25) |

Een vergelijking van de hoogwaterstanden te Hoek van Holland met IJmuiden toonde aan, dat het H . W . te Hoek van Holland onafhankelijk is van grooten opperwaterafvoer.

Uit empirische gegevens volgde verder, dat bij zeer hoge middenstanden de bovenstaande tusschen ( ) geplaatste correctie moet worden toegepast, zulks vanwege de groote profielen, die bij stormvloed in de rivieren aanwezig zijn.

De eeuwfrequentie van een opperwatervloed als die van 1926 of hoger is 80%, zoodat die gemiddeld eens in de ongeveer 125 jaren zou voorkomen.

De eeuwfrequentie van de maximumstanden van Keulen, berekend uit de 8-uurs-waarnemingen aldaar voor telkens 5 wintermaanden der periode 1854-1937 zijn de volgende:

Kans op overschrijding door een of meer standen:

|     |   |                                   |
|-----|---|-----------------------------------|
| 10% | : | 10,70 m + nulpunt Keulen of hoger |
| 50% | : | 10,10 " + " " " "                 |
| 70% | : | 9,85 " + " " " "                  |
| 80% | : | 9,70 " + " " " "                  |
| 90% | : | 9,50 " + " " " "                  |

Volgens het bovenstaande zou de stand te Keulen van 10,70 m + nulpunt of hoger dus gemiddeld eens in de duizend jaren voorkomen, die van 10,10 m + nulpunt of hoger dus gemiddeld eens in de 200 jaren.



Par.7 De gemiddelde zeespiegelrijzing.

Deze kan, voor wat de Nederlandsche kust betreft, uit geregistreeerde of wel door directe waarneming verkregen peilschaalgegevens worden afgeleid. De aflezingen aan meer naar binnen gelegen peilschalen worden niet gebruikt, daar deze te veel onder invloed van rivierverbeteringen hebben gestaan. Van de kuststations werden de meest betrouwbare uitgezocht. Zij leidden tot de volgende door den Algemeenen Dienst van den Rijkswaterstaat becijferde gemiddelde verandering (zie ook bijlage 4):

|                  |             |              |
|------------------|-------------|--------------|
| Breskens         | (1863-1939) | 24,6 cm/eeuw |
| Vlissingen       | (1888-1939) | 23,2 "       |
| Zierikzee        | (1873-1939) | 20,9 "       |
| Brouwershaven    | (1873-1939) | 10,4 "       |
| Hollovoetsluis   | (1862-1939) | 14,1 "       |
| Hoek van Holland | (1865-1939) | 28,0 "       |
| Scheveningen     | (1897-1928) | 19,4 "       |
| Katwijk          | (1864-1939) | 20,3 "       |
| IJmuiden         | (1865-1939) | 20,0 "       |
| Den Helder       | (1833-1939) | 12,2 "       |
| Harlingen        | (1873-1939) | 16,4 "       |
| Zoutkamp         | (1867-1939) | 16,9 "       |
| Delfzijl         | (1865-1939) | 14,7 "       |

Het gemiddelde dezer cijfers bedraagt 18,5 cm/eeuw. Neemt men alleen die, welke voor het gebied der benedenrivieren van belang zijn, t.w. die van Hoek van Holland, Hellovoetsluis en Scheveningen, dan komt men tot een bedrag van 20 cm/eeuw. Dit getal heeft de Commissie gemeend te moeten aanhouden.

Par.8 De invloed van waterstaatswerken.

Ter bepaling van den invloed van de in de rivieren uitgevoerde verbeterings- en baggerwerken, die sedert 1870 werden uitgevoerd, werden in de eerste plaats vergeloken de gemiddelde hoogwaterstanden voor de decennia tusschen 1870 en thans. Deze H. W. -standen bleken in het algemeen een stijging te vertoonen die in de benedenrivieren weinig hooger was dan het bedrag, dat in



par.7 bepaald is voor de zeespiegelrijzing. Hieruit blijkt, dus in het algemeen niet dat rivierwerken op het H. W. een grooten invloed hebben gehad, althans wanneer men uitgaat van de veronderstelling dat, zoo van bodemdaling sprake is en niet van zeespiegelrijzing, deze bodemdaling niet tot den zeekant is beperkt, doch zich ook over het geheele gebied der benedenrivieren uitstrekt. Voelal was in de benedenrivieren het verschil tusschen de aangenomen zeespiegelrijzing en de waargenomen verhooging der H. W. -standen tusschen 1870 en 1930 niet grooter dan de marge, welke men voor onnauwkeurigheid van de peilschaalgegevens moet aannemen, nl. ongeveer 5 cm.

Eén uitzondering moet echter worden gemaakt, en wel voor de rivier de Nieuwe Maas, alwaar voor de stations Krimpen a/d Lek en Rotterdam in ongeveer 75 jaren een extra-stijging in het H. W. valt waar te nemen van resp. 51 en 13 cm.

Toen, d.w.z. vóór 75 jaar, was hier in het H.W. een "kuil", blijkbaar doordat de dagelijksche zeevloedden dit gebied niet tot "normale" hoogte konden vullen. Thans is dit niet meer het geval, zoodat men mag verwachten, dat verdere baggeringen geen extra HW verhoogingen in dit gebied meer ten gevolge zullen hebben.

Als gevolg van den voor de waterbeweging betrekkelijk ongunstigen vorm van den mond van den Rotterdamschen Waterweg is te Hoek van Holland aan de peilschaal in normale omstandigheden een verlaging van het H. W. ten opzichte van het H. W. in zee merkbaar van ongeveer 20 cm. Gemeend wordt, dat wanneer deze mond door baggerwerken verruimd en door geleidingswerken de intrede van den vloedstroom vergemakkelijkt wordt, de verlaging gedeeltelijk zal verdwijnen en wel tot een bedrag van 10 cm. Dit houdt in dat in de toekomst (vóór het jaar 2000 naar verondersteld wordt) de HW standen op de noordelijke benedenrivieren met ongeveer 10 cm verhoogd zullen worden. De "kuil", die thans nog op het riviergedeelte Vlaardingen-Hoek van Holland in het hoogwater merkbaar is, zal daardoor tevens verdwijnen. Men zie hiervoor de grafieken van bijlage 2 en bijlage 3, waarop voor de Nederlandsche kust de hooge standen zijn uitgezet, welke sinds



1870 zijn voorgekomen. Er is <sup>ook</sup> bij stormvloed een kuil in den mond van den Waterweg merkbaar, welke zooals gezegd, gedeeltelijk aan den voor het binnentreden van vloedwater minder gunstigen vorm van den mond bij Hoek van Holland kan worden toegeschreven.

Om een globaal beeld van de "kuildiepten" van de S.V.-lijn op den Amer en de Bergsche Maas te verkrijgen, werd bijlage 5 samengesteld, waarop zijn aangegeven het verloop der waterstanden bij verschillende stormen en hetzelfde verloop zooals het zou zijn geweest indien de in de toekomst voorgenomen inpolderingen reeds hadden plaats gehad. Duidelijk blijkt uit deze figuur dat de S.V.-standen te Willemstad belangrijk hooger zijn dan die te Keizersveer, Drongelen enz. De S.V.-lijnen loopen van Hellevoetsluis rivierwaarts op tot omstreeks Willemstad, waarna een min of meer horizontaal gedeelte en vervolgens <sup>ongeveer</sup> bij Moerdijk de daling begint.

Op een regelmatige rivier loopen de S.V.-lijnen landwaarts regelmatig op, ongeveer den vorm vertoonend van een stuwkromme. Met behulp van de z.g. exacte berekeningsmethode is nagegaan, welke helling de S.V.-lijnen op het Hollandsch Diep, Amer en Bergsche Maas zouden hebben aangenomen indien alle daarvoor in aanmerking komende terreinen hier ingepolderd waren geweest. Volgens deze helling zijn op bijlage 5 lijnen getrokken die raken aan de werkelijk voorgekomen S-V-krommen. Slechts voor den vloed van 1894 was geen raaklijn mogelijk, hetgeen verklaarbaar is, daar bij dezen vloed zeer vele landen waren overstroomd. Feitelijk had bij Willemstad de SV lijn voor 1894 hooger moeten zijn dan die voor 1928, omdat Hellevoetsluis een hooger stand had.

Meet men de grootste verticale afstanden tusschen de werkelijk voorgekomen S.V.-lijnen en de voor de toekomst berekende, dan vindt men achtereenvolgens:

|                           |     |    |
|---------------------------|-----|----|
| voor den vloed van 1906 : | 125 | cm |
| " " " " 1916 :            | 85  | "  |
| " " " " 1928 :            | 135 | "  |
| " " " " 1936 :            | 125 | "  |



Hierbij is dus uitgegaan van de veronderstelling, dat de SV-standen te Willemstad weinig of niets door de inpolderingen in den Biesbosch zullen veranderen. Dit is aannemelijk, omdat beneden Willemstad de wateren zeer ruim worden. Een eenigszins betrouwbare berekening van de S.V.-verhooging te Willemstad, waarbij de waarschijnlijke fout minder dan een decimeter zou bedragen, kan in verband met de onregelmatige profielen op Haringvliet, Krammer, Grevelingen enz. niet worden verricht, doch met zekerheid mag worden aangenomen dat deze verhooging minder dan een decimeter zal bedragen.

Voor een zoodanige berekening zouden een tiental registree-rende peilschalen geplaatst moeten worden. Daarbij zou kunnen blijken dat de S.V.-lijn aan het noordeinde van den Hellegatsdam hooger oploopt dan te Willemstad, zoodat de raaklijn iets hooger zou uitvallen dan op bijlage 5 is geteekend en dat dus de S.V. verhooging te Willemstad ook iets meer zou bedragen. Het plaatsen van genoemde registree-rende peilschalen is in voorbereiding. In het algemeen beeld zou zulks echter nauwelijks verandering brengen.

### HOOFDSTUK III.

#### Bepaling min. en max. hoogten van toekomstige stormvloeden.

##### Par.9 Vergelijking van de stormvloeden van 1894, 1916 en 1928.

De wetten der kansberekening wijzen uit, dat in vroeger eeuwen zeer zware stormen moeten zijn voorgekomen, maar de gegevens daarvan zijn niet genoteerd of wel verloren gegaan. Ook sedert met de opteekening der stormvloeden werd begonnen, was de nauwkeurigheid dezer opteekeningen aanvankelijk vaak niet voldoende om thans te kunnen worden gebruikt bij het bepalen van de factoren, die een toekomstigen stormvloed kunnen bepalen.

De oudste tamelijk goed bekende stormvloed is die van 1894. De storm kwam voor tijdens springtij en veroorzaakte in zee een hoogen stand, die nadien nog niet weer werd bereikt.

De daarop in belangrijkheid volgende storm was die van 1916. De opwaaiing in zee was hierbij even groot als in 1894, de astronomische stand echter lager, zoodat de stand te Hoek van Holland 0,28 m lager bleef dan in laatstgenoemd jaar. Wat bij dezen storm



de waterstanden zoo hoog deed zijn was, naast den langen duur, de betrekkelijk groote opperwaterafvoer, waardoor op meer binnenwaarts gelegen plaatsen als b.v. Dordrecht en Krimpen, de hoogst bekende standen voorkwamen.

Als de minst belangrijke der drie is te beschouwen de stormvloed van 1928. De opwaaiing was toen niet groot, het was echter uitzonderlijk hoog springtij. Deze storm onderscheidde zich verder nog doordat twee opwaaiingstoppen voorkwamen, de een op 30 November en de ander op 2 December.

Hieronder volgen in tabelvorm eenige van de voornaamste gegevens van deze stormen voor twee der belangrijkste stations.

|                                        | Hoek van Holland |              |              | Willemstad |              |              |
|----------------------------------------|------------------|--------------|--------------|------------|--------------|--------------|
|                                        | 1894             | 1916         | 1928         | 1894       | 1916         | 1928         |
| Max. stormvloeds-hoogte                | <u>3.28+</u>     | 3.00+        | 2.96+        | 3.62+      | 3.62+        | <u>3.66+</u> |
| Max. opwaaiings-hoogte                 | 2.81             | <u>2.82</u>  | 2.20         | 2.58       | <u>3.30</u>  | 2.57         |
| Aard getij                             | 48%              | 27%          | <u>95%</u>   | 48%        | 27%          | <u>95%</u>   |
| Opwaaiing ten tijde van S.V.           | <u>2.78</u>      | 2.30         | 2.00         | 2.56       | <u>2.65</u>  | 2.37         |
| Astronomische stand ten tijde van S.V. | 0.50+            | 0.70+        | <u>0.96+</u> | 1.06+      | 0.97+        | <u>1.29+</u> |
| Stand Keulen boven 0                   | 2.01+            | <u>4.10+</u> | 2.62+        | 2.01+      | <u>4.10+</u> | 2.62+        |

Opm.1. De voor elk station geldende maxima zijn onderstreept.

2. De gemiddelde stand te Keulen was achtereenvolgens voor:

1891/1900 : 2.52 m + boven nulpunt

1901/1910 : 2.56 " + " "

1911/1920 : 2.33 " + " "

1921/1930 : 2.30 " + " "

De hoogst bekende stand te Keulen bedroeg 9.69 m + nulpunt. De laagst bekende stand te Keulen bedroeg ongeveer 0 m.

3. Onder 50% getij wordt verstaan een getij van gemiddelde H. W.- hoogte, onder 0% getij wordt verstaan een getij van de laagst mogelijke H.W. hoogte (dus uitzonderlijk doottij). Onder



100% getij wordt verstaan een getij van de hoogst mogelijke H. W. -hoogte (dus uitzonderlijk springtij). De storm van 1928 kwam dus voor bij een zeer hoog springtij.

Tijdens de stormen van 1894 en 1916 liepen sommige dijken over, andere braken door. Vandaar, dat verschillende stormvloedsstanden aan langs de benedenrivieren gelegen stations anders hoger hadden moeten zijn. Bij den storm van 1928 zijn bij het Vuile Gat-Hollandsch Diep dijken overgelopen.

Het is van belang op te merken, dat elk der drie beschouwde stormen ergens in het gebied der benedenrivieren standen verwekt heeft, zooals voor zoover bekend, nog nimmer te voren waren waargenomen. Gedeeltelijk moet dit worden toegeschreven aan de steeds hechter en hoger wordende dijken, waardoor het stormvloedswater tijdens het hoogste deel van den vloed niet meer zijdelings kon afvloeien, gedeeltelijk ook aan de zeespiegelrijzing en mogelijk ook gedeeltelijk aan inpolderingen en rivierwerken. Daarnaast moet worden genoemd het feit, dat volgens de waarschijnlijkheidsrekening naarmate de tijd voortschrijdt en dus de periode van waarnemingen toeneemt, de mogelijkheid van ongunstige combinaties van storm, hoog opperwater en springtij eveneens toeneemt.

Dat de mogelijkheden van het bereiken van hoogere standen dan zijn voorgekomen nog zeer groot zijn is oogenblikkelijk te zien uit de cijfers van het voorgaande hoofdstuk en uit die van de onderhavige paragraaf. Men bedenke b.v. dat de hoogst voorgekomen stand te Keulen tijdens den storm van 1916 4,10 m + nul was, of slechts 1,77 m boven den gemiddelden stand; dit is immers laag in verhouding tot den stand van 9,69 m + nul, welke te Keulen is voorgekomen. Het astron. H.W. te Hoek van Holland was ook bij dien vloed slechts 0.70 m +, terwijl het hoogste astron. H.W. ter plaatse 1,34 m + is.

Onafhankelijk van de zeespiegelrijzing of den invloed van waterstaatswerken moet als vaststaande worden aangenomen, dat het in den aard van het verschijnsel ligt, dat in de toekomst steeds hoogere topstanden zullen voorkomen, echter met gemiddeld langere tusschenpoozen.



Hetzelfde kan worden gezegd van het verleden. De storm van 1825 is waarschijnlijk zwaarder geweest dan een der hierboven besproken stormen. Voor Katwijk wordt voor dien storm b.v. vermeld een stand van 3,69 m + (N.A.P.) terwijl hier in 1894 een stand van 3,43 m + (N.A.P.) is voorgekomen. Het is te betreuren dat ons van 1825 geen geheel betrouwbare waarnemingen bekend zijn. Uit bepaalde feiten, b.v. uit den zeer langen duur van den storm (48 uren tegen 16 uren in 1916), den zeer hoogen astronomischen stand en uit het groote aantal doorbraken tijdens dezen storm volgt echter vrij duidelijk, dat de storm van 1825 zwaarder moet zijn geweest dan die van 1894.

Par.10 Tot het jaar 2000 herleide voorgekomen stormvloedshoogten.  
(Minimum stormvloedshoogten)

Indien de storm van 1894 zich onder gelijke meteorologische omstandigheden in het jaar 2000 zou herhalen, zou men in de eerste plaats voor de zeespiegelrijzing een bedrag groot  $\frac{106}{100} \times 0,20 = 0,21$  m bij den werkelijk voorgekomen stand moeten tellen. In plaats van 3,28 m + zou men te Hoek van Holland dus een stand van 3,49 m + moeten verwachten. Voorts zou men, ingevolge de veronderstelling van par. 8, en aannemende, dat de "opwaaling" zelf niet verandert, hetgeen in verband met de voorgenomen afdamming van de Brielsche Maas twijfelachtig is, voor den invloed van rivierwerken aan den mond van den Waterweg nog 0,10 m moeten rekenen, zoodat een stand van 3,59 m + in het jaar 2000 als gelijkwaardig moet worden beschouwd met den voorgekomen stand van 1894. Waarschijnlijk zal men door de afdamming van den mond der Brielsche Maas echter wel eenige meerdere opwaaling langs onze kust bij Hoek van Holland moeten verwachten. Rekent men hiervoor op 0,05 m, dan zou de "gelijkwaardige" stand bedragen 3,64 m +.

Voor Willemstad vindt men, uitgaande van het voorgekomen maximum (in 1928) van 3,66 m +, dat voor zeespiegelrijzing tot het jaar 2000 bijgeteld moet worden  $\frac{72}{100} \times 0,20$  m = 0,14 m. Telt men tevens 0,05 m bij voor het overloopen der dijken, dat in 1928 heeft plaats gehad en voor het jaar 2000 niet verondersteld zal mogen worden, en voorts nog 0,10 m voor het inpolderen van den



Biesbosch, samen naar schatting dus 0,15 m, dan vindt men een stormvloedshoogte van  $3,66 + 0,14 + 0,15 = 3,95$  m + N.A.P. als gelijkwaardig met de in 1928 voorgekomen stormvloedshoogte.

Voor Krimpen a/d Lek is de maximum stand voorgekomen in 1916, nl. 3,35 m +. Sindsdien is er het dagelijksch H.W. met ongeveer 0,15 m verhoogd, zoodat, aannemende dat de stormvloed eenzelfde verhooging ondergaat, thans (1940) onder gelijke omstandigheden van wind en opperwater een stand van 3,50 m + bereikt zou zijn. Voor het jaar 2000 moet voorts nog gerekend worden op een zeespiegelrijzing van  $\frac{84}{100} \times 0,20 = 0,17$  m en, daar in 1916 sommige dijken langs den Hollandschen IJssel en de Nieuwe Maas eenigszins zijn overgelopen, voor het in de toekomst niet meer kunnen overlopen dezer dijken op 0,10 m. Tezamen komt men derhalve voor Krimpen a/d Lek op:  $3,35 + 0,15 + 0,17 + 0,10 = 3,77$  m +.

Voor Dordrecht ten slotte is in 1916 de stand van 3,43 + geregistreerd, terwijl bekend is, dat het water daarbij over de dijken stroomde en eenige polders in de buurt van Dordrecht omstreeks H.W. zijn ingelopen. Vandaar dat een bedrag van weder omstreeks 0,10 m gerekend zal mogen worden, indien men uitgaat van de veronderstelling, dat dit overlopen en inlopen in de toekomst niet meer mogelijk zal zijn. Voor zeespiegelrijzing is te rekenen op  $\frac{84}{100} \times 0,20 = 0,17$  m, zoodat het cijfer van  $3,43 + 0,10 + 0,17 = 3,70$  m + in het jaar 2000 als gelijkwaardig mag worden beschouwd met den aldaar waargenomen hoogsten stand.

De hierboven afgeleide cijfers zijn als minimum hoogten te beschouwen, die in de toekomst zeker, en vóór het jaar 2000 waarschijnlijk zullen worden overschreden, omdat nog geen rekening gehouden is met een combinatie van de factoren storm - opperwater - springvloed, welke ongunstiger kan zijn dan is voorgekomen en welke na verloop van tijd zonder twijfel ook kan worden verwacht.

De minimum-stormvloedshoogten werden ook voor eenige andere stations op voorgaande wijze becijferd; zij zijn tezamen met de reeds becijferde hieronder in staatvorm verzameld:



| Plaats           | Hoogst bekende stand | voor zeespiegelrijzing. | voor waterstaatswerken | voor andere oomb. wind, tij en opp. water | gelijkw. S.V. stand in 2000 |
|------------------|----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------|
| Hoek van Holland | 3,28 +               | 0,21                    | 0,15                   | } nihil                                   | 3,64 +                      |
| Willemstad       | 3,66 +               | 0,14                    | 0,15                   |                                           | 3,95 +                      |
| Rotterdam        | 3,31 +               | 0,17                    | 0,20 <sup>1)</sup>     |                                           | 3,68 +                      |
| Krimpen a/d Lek  | 3,35 +               | 0,17                    | 0,25                   |                                           | 3,77 +                      |
| Dordrecht        | 3,43 +               | 0,17                    | 0,10                   |                                           | 3,70 +                      |
| Moerdijk         | 3,71 +               | 0,14                    | 0,40 <sup>2)</sup>     |                                           | 4,20 +                      |

Opm: Het met <sup>1)</sup> aangegeven bedrag is verkregen door interpolatie tusschen de cijfers voor Hoek van Holland en Krimpen.

Het met <sup>2)</sup> aangegeven bedrag is verkregen door bij het bedrag voor Willemstad (0,20) nog 0,25 m te tellen voor de extra stormvloedshooging tengevolge van de meerdere nabijheid van den in te polderen Biesbosch.

#### Par.11 Bepaling maximum stormvloedshoogten.

Telt men alle maximum waarden, welke de factoren bij de verschillende stations kunnen aannemen bij elkaar op, dan ontstaan de denkbare maximale stormvloedshoogten.

Daar alles weer herleid zal worden tot het jaar 2000 moet voor de factoren zeespiegelrijzing en invloed waterstaatswerken een begindatum vastgesteld worden. Hiervoor kan men nemen het midden der periode 1860-1940, dus het jaar 1900. Immers al onze cijfers berusten op waarnemingen uit deze periode.

Voor Hoek van Holland vindt men de volgende maximale waarden. Als uiterste astronomische stand is bekend 1,34 m + N.A.P. De hoogste tot nog toe voorgekomen opwaaiing bedraagt 2,82m. Als hoogste bedrag is daarvoor 3,00 m genomen. Waarschijnlijk is dit nog niet hoog genoeg, doch men dient hierbij in acht te nemen, dat de frequentie van zeer hoge opwaaiingen uiterst gering is. Voor den invloed van het opperwater is te rekenen 0 cm. Voor de zeespiegelrijzing is te rekenen 0,20 m en voor den invloed van waterstaatswerken 15 cm; tezamen  $3,00 + 1,34 + 0 + 0,20 + 0,15 =$   
4,69 m +.



Voor Willemstad vindt men achtereenvolgens:

|                                                                              |        |
|------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Maximum astron. H.W.                                                         | 1,68 + |
| Maximum opwaaiing: bekend 3,30 m, bijzonder<br>groote waarde aangenomen 3,60 |        |
| invloed hoog opperwater bij storm                                            | -0,23  |
| invloed dijksverhooging )                                                    | 0,05   |
| invloed waterstaatswerken ) zie par. 10                                      | 0,10   |
| zoespiegelrijzing                                                            | 0,20   |

Theoretische max. stand 5,40 m +

Voor Dordrecht:

|                                              |        |
|----------------------------------------------|--------|
| maximum astron. H.W. ongev.                  | 1,75 + |
| max. opwaaiing, aangenomen op                | 3,25   |
| invloed hoog opperwater bij storm (zie p. 6) | 0,37   |
| invloed waterstaatswerken (zie par. 10)      | 0,10   |
| zoespiegelrijzing                            | 0,20   |

5,67 m +

Uitgaande van deze zeer hooge standen kan men de lijn van maximum standen in de benedenrivieren berekenen. Zij sluit aan bij de hoogste denkbare verhanglijn der bovenrivieren en loopt op den Waterweg bij Hoek van Holland bijna (niet geheel) horizontaal.

Het behoeft geen betoog, dat geen der bestaande dijken hoog genoeg is om een dergelijken stormvloed te keeren. Vele der dijken zouden met een hoogte van 1 à 2 m overstroomen.

Vergelijkt men de hier afgeleide waarden met die van de vorige par. dan blijkt voor Hoek van Holland het verschil tusschen de bepaalde minimum en de maximum standen te bedragen 1,05 m, voor Willemstad 1,45 en voor Dordrecht 1,97 m. De uiteindelijk te kiezen stormvloedshoogte voor het bepalen van de noodig te achten dijks hoogte moet tusschen deze minimum- en maximumstanden liggen.



HOOFDSTUK IV. Bepaling van de stormvloedshoogten, waarop  
gerekend dient te worden.

Par.12 De conclusies van de Staatscommissie 1916.

Op blz. 126 van het Verslag der Staatscommissie 1916 wordt tot de gevolgtrekking gekomen, dat voor Hoek van Holland rekening dient te worden gehouden met de mogelijkheid van een stand van 3,40 m +. De kans, dat deze stand te Hoek van Holland in een willekeurig jaar wordt overschreden, wordt in dit verslag berekend op  $\frac{1}{68} = 1,49\%$ .

Daar de Staatscommissie van 1916 geen rekening heeft gehouden met de factoren der zeospiegelrijzing en invloed waterstaatswerken, moet deze naar het inzicht van onze Commissie alsnog in rekening worden gebracht.

In het jaar 1894 kwam te Hoek van Holland de stand van 3,28 m+voor. Rekening houdend met de zeospiegelrijzing, welke in par. 7 aangenomen is op 0,20 cm/eeuw, zou een stand van 3,28 m +  $\frac{22}{100} \times 0,20 \text{ m} = 3,32 \text{ m} +$  in 1916 gelijkwaardig zijn met den stand van 3,28 m + in 1894. Dit bedrag 3,32 m + is slechts 8 cm lager dan de door de Staatscommissie 1916 bepaalde stand, een verschil, dat weinig meer is dan de nauwkeurigheidsmarge, waarmede men aan de peilschaal te Hoek van Holland waarnemingen kan verrichten. Uitgaande van het cijfer van 1894 komt men met bijtelling van de zeospiegelrijzing in het jaar 2000 tot 3,49 m +.

Uitgaande van een vermoedelijk cijfer van 1825, zou men te Hoek van Holland voor het jaar 2000 zelfs tot 3,89 m + komen.

Daar stormen als die van 1825 en 1894 zich kunnen herhalen, meent onze Commissie, dat de door de Staatscommissie van 1916 genoemde hoogte van 3,40 m + niet als maatgevend voor het jaar 2000 kan worden aangenomen.

De opmerking kan voorts worden gemaakt, dat het berekenen van kansen voor één jaar, zooals door de Staatscommissie is geschied, tot lage stormvloedshoogten moet leiden. Gesteld, dat men voor het maken van een werk een tijdelijke kistdam zou moeten maken, die slechts één jaar het water zou behoeven te keeren, dan zou men voor dat een jaar met de overschrijdingskans  $1/68$  genoo-



gen kunnen nemen.

Inderdaad blijkt uit de thans gevonden jaarsfrequentie-kromme voor Hoek van Holland, dat de stand van 3,40 m + een frequentie van ong.  $1/68$  heeft. Uit de kans van optreden van een stormvloed van  $1/68$  per jaar mag echter niet worden afgeleid, dat deze stormvloed slechts gemiddeld eens in de 68 jaren voorkomt. Men zou, wanneer men 68 jaar als limiet had willen stellen, met een 68-jarig maximum gerekend moeten hebben.

Daar de bandijken geen tijdelijke werken zijn en dijksverhoogingen plaats vinden met het oog op een veiligheid, strekkende tot in een betrekkelijk verre toekomst, moet naar het oordeel der Commissie tenminste op eeuw-maxima worden gerekend.

Par.13 De uit de empirische kanskrommen af te leiden stormvloeds-  
hoogten en hun frequenties.

Gebruik makend van de reeds in par. 5 vermelde algemeene eigenschap van ~~op bepaalde verschijnselen betrekking hebbende~~ frequentiekrommen, welke voor bepaalde verschijnselen bestaat, b.v. voor klink, regenval, zandkorrelgrootte, maar zich ook voordoet t.a.v. waterstanden als den stand te Keulen of den hoogwaterstand te Hoek van Holland, dat deze, op logaritmische schaal geteekend, vrijwel rechtlijnig worden (zie bijlage 6), kan men de gemiddelde waarden der verschijnselen met kleine frequentie ~~bestudeeren~~ en tot op zekere hoogte voorspellen <sup>1)</sup>. Dit wil niet zeggen, dat de uit de extrapolatie volgende waarde regelmatig zal optreden met de voorspelde frequentie doch dat het waarschijnlijk is, dat deze waarde gemiddeld met de voorspelde frequentie zal optreden. Het is zeker, dat een stormvloed met frequentie 0,01 niet regelmatig eens in de 100 jaren voorkomt; rekent men echter met 1000 jaren, dan zou de frequentie ten naaste bij 10 geweest moeten zijn. Van deze 10 hoge stormvloeden kunnen er echter twee of zelfs meer nog in den eerstvolgenden winter voorkomen.

Bij een statistisch onderzoek van de hoogwaterstanden te Hoek van Holland blijkt, dat wanneer men alle standen met het oog op zeespiegelrijzing en invloed waterstaatswerken herleidt tot één tijdstip, waarvoor is gekozen het jaar 1888, aldaar een kans bestaat van 10% per jaar, dat de stand van 1,94 m + niet wordt overschreden.

<sup>1)</sup> Men zie hiervoor o.a. ir.P.J.Wemelsfelder: Wetmatigheden in het optreden van stormvloeden "De Ingenieur" van 3 Maart 1939.



een kans van 90% per jaar, dat een stand van 2,83 + niet wordt overschreden. Wilde men dus te Hoek van Holland in het jaar 1888 voor een denkbeeldig werk een kistdam maken, waarbij men de eisch zou stellen, dat deze gedurende één jaar met een kans van 90% niet mocht overloopen, dan zou men deze kistdam, afgezien van golfoploop en veiligheidsmarge, met de kruin op 2,83 m + gelogd moeten hebben (zie bijlage 7).

Gesteld dat men in het jaar 1888 den eisch had gesteld, dat de bandijk bij Hoek van Holland gedurende één eeuw met een kans van 90% niet mocht overloopen, dan had men deze dijk op 3,95 m + N.A.P. moeten leggen. Had men daarnevens nog rekening willen houden met 20 cm zeespiegelrijzing gedurende deze eeuw en met 15 cm hoogwaterverhooging door waterstaatswerken, dan had men de dijkskruin moeten leggen op 4,30 m +. Alsdan zou men een gemiddelde kans van 10% hebben, dat het water in de periode 1888-1988 over den dijk zou stroomen. Deze overstrooming had reeds in het eerste jaar, doch ook nimmer in de geheele eeuw plaats kunnen hebben.

Bij het bovenstaande werden de stormvloedshoogten dus niet gesplitst in opwaaiing en astronomische stand. Dit bloek in de eerste plaats niet noodig te zijn, terwijl het voorts groote bezwaren zou hebben opgelevd, indien men een kanskromme van de opwaaiingshoogten alleen had willen maken. Hiervoor had men zeer vele opwaaiingen moeten berekenen met behulp van de in par. 3 genoemde 15 partioele gotijsinusoiden en, daar de verandering dozer partioele gotijden bij storm feitelijk niet verwaarloosd mag worden, blijft in het begrip "opwaaiing" steeds zoodanige onnauwkeurigheid, dat bij extrapolatie der gegevens een vrij groote fout gemaakt zou worden. De thans gevolgde methode, waarbij van de zeer vele hoogwaterstanden zelf wordt uitgegaan, moet zonder twijfel als nauwkeuriger gekenschetst worden, dan die, waarbij van een splitsing in twee factoren, opwaaiing en astronomische stand, zou worden uitgegaan.

Deze splitsing was echter noodig voor de analyse der standen en voor de in par. 14 te geven toetsing der met de kansberekening verkregen waarden aan de werkelijkheid.

De grafieken van bijlage 6 zijn zuiver empirisch. Voor alle plaatsen zijn dus niet alleen de factoren opwaaiing en astronomische stand in acht genomen, doch tevens den invloed van het



opperwater.

De resultaten van het kansonderzoek geldend voor het jaar 1935 zijn als volgt (bijlage 7);

| =====                             |        |        |        |        |        |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Veiligheid voor het jaar 1935 van |        |        |        |        |        |
| Plaats                            | 90%    | 80%    | 70%    | 50%    | 10%    |
| Hoek van Holland                  | 4.00 + | 3.80 + | 3.70 + | 3.50 + | 3.20 + |
| Rotterdam                         | 4.10 + | 3.90 + | 3.80 + | 3.65 + | 3.33 + |
| Krimpen                           | 4.04 + | 3.85 + | 3.75 + | 3.60 + | 3.33 + |
| Dordrecht                         | 4.30 + | 4.10 + | 3.97 + | 3.80 + | 3.50 + |
| Hellevoetsluis                    | 4.38 + | 4.15 + | 4.03 + | 3.85 + | 3.50 + |
| Willemstad                        | 5.05 + | 4.80 + | 4.65 + | 4.45 + | 4.05 + |
| Moerdijk                          | 5.05 + | 4.80 + | 4.65 + | 4.43 + | 4.03 + |

Dit beteekent dus dat in 1935 bv. te Hoek van Holland 90% kans per eeuw aanwezig is, dat de stand van 4.00 m + niet en 10% kans dat deze stand wel wordt overschreden. Voorts dat er de stand van 3.80 m + met een kans van 20% (80% veiligheid) per eeuw zal voorkomen.

Bovenstaanden staat herleidend tot het jaar 2000, dienen ongeveer de volgende bedragen te worden bijgeteld:

| =====            |                        |                                            |                   |
|------------------|------------------------|--------------------------------------------|-------------------|
| Plaats           | zeespiegel-<br>rijzing | invloed waterstaats-<br>werken 1935 - 2000 | te<br>za-<br>men. |
| Hoek van Holland | 13 cm                  | 15 cm                                      | 28 cm             |
| Rotterdam        | 13                     | 20                                         | 33                |
| Krimpen          | 13                     | 25                                         | 38                |
| Dordrecht        | 13                     | 25                                         | 38                |
| Hellevoetsluis   | 13                     | 0                                          | 13                |
| Willemstad       | 13                     | 10                                         | 23                |
| Moerdijk         | 13                     | 35                                         | 48                |

Zoodat uiteindelijk voor het jaar 2000 de volgende tabel is op te stellen:

| =====                              |       |       |       |       |       |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Veiligheid/eeuw voor het jaar 2000 |       |       |       |       |       |
| Plaats                             | 90%   | 80%   | 70%   | 50%   | 10%   |
| Hoek van Holland                   | 4.28+ | 4.08+ | 3.98+ | 3.78+ | 3.48+ |
| Rotterdam                          | 4.43+ | 4.23+ | 4.13+ | 3.98+ | 3.66+ |
| Krimpen                            | 4.42+ | 4.23+ | 4.13+ | 3.98+ | 3.71+ |
| Dordrecht                          | 4.68+ | 4.48+ | 4.35+ | 4.18+ | 3.88+ |
| Hellevoetsluis                     | 4.51+ | 4.28+ | 4.16+ | 3.98+ | 3.63+ |
| Willemstad                         | 5.28+ | 5.03+ | 4.88+ | 4.68+ | 4.28+ |
| Moerdijk                           | 5.53+ | 5.28+ | 5.13+ | 4.91+ | 4.51+ |



Par.14      Nadere bepaling der S.V.-hoogten.

Ter bepaling van de keuze uit de hiervoren genoemde kansen kunnen nog de volgende beschouwingen worden gehouden.

Bij de bepaling der z.g. "minimum SV hoogten" werd uitgegaan van gegevens van stormen, voorgekomen in 1894 en daarna. Wanneer men echter uitgaat van de waterstanden, welke vermoedelijk zijn voorgekomen bij den storm van 1825 dan komt men hoger. Deze storm, waarvan bekend is, dat hij bijzonder zwaar was, veroorzaakte te Katwijk vermoedelijk een stand van 3,69 m +, een hoogte die 0,26 m hoger is dan den aldaar voorgekomen S.V.stand van 1894. Men zie hiervoor het verslag van den stormvloed van 1916, waarin de standen van de vroegere stormvloeden mede werden gepubliceerd.

Rekent men dat ditzelfde bedrag ook voor Hoek van Holland geldt dan zou men aldaar, gesteld dat de waterstaatkundige toestand in 1825 zoo was als in 1894, in 1825 een stand van ongeveer 3,28 m + 0,26 = 3,54 m gehad moeten hebben, overeenkomende met een stand van  $3,54 + \frac{175}{100} \times 0,20 = 3,89$  m + in het jaar 2000. Telt men daar dan nog 0,15 m bij voor den invloed van de verbetering van den mond en voor de afdamming van de Brielse Maas, dan komt men tot een minimum SV hoogte voor Hoek van Holland van 4,00 à 4,10 m + stel 4,05 m +. Deze stand zal ter bepaling der gedachte voorloopig worden aangehouden.

De storm van 1825 veroorzaakte op de benedenrivieren geen bijzonder hoge standen, daar deze hier natuurlijk niet veel hoger konden worden dan de dijken zelf. Het is bv. bekend, dat op sommige plaatsen de dijken ter hoogte van 30 à 35 cm overstroomden. Men moet dus voor de oudere stormen wel onderscheid maken tusschen de standen in zee (bv. te Scheveningen, Katwijk of Hoek van Holland) en die op de benedenrivieren. Naarmate de dijken beter worden, komen op de benedenrivieren hogere standen voor, doch men kan voor het onderhavige gebied nog steeds niet zeggen, dat de zeestanden de hoogte beheerscht hebben van de hoogste S.V.standen; het waren de dijkshoogten, die deze bepaalden. Dit blijkt nog uit de volgende staten, gevende de verschillen van voorgekomen SV standen aan stations langs de benedenrivieren met de voorgekomen zeestanden te Hoek van Holland:



## S.V. verschillen t.o.v. Hoek van Holland

| Plaats         | 1894     | 1906    | 1916   | 1928    |
|----------------|----------|---------|--------|---------|
| Scheveningen   | + 0,25 m | +0,18 m | +0,20m | +0,19 m |
| Hellevoetsluis | + 0,18   | +0,28   | +0,23  | +0,34   |
| Willemstad     | + 0,34   | +0,60   | +0,62  | +0,70   |
| Rotterdam      | - 0,11   | +0,01   | +0,31  | +0,03   |
| Krimpen        | - 0,27   | +0,18   | +0,35  | +0,09   |
| Dordrecht      | - 0,07   | +0,30   | +0,43  | +0,31   |
| Moerdijk       | + 0,25   | +0,40   | +0,60  | +0,75   |
| Keizersveer    | - 0,53   | +0,03   | +0,14  | -0,01   |

Uit deze cijfers blijkt voor alle langs de benedenrivieren gelogen stations een verhooging, welke niet uitsluitend aan den stand te Keulen kan worden toegeschreven daar deze bij den storm van 1906 het hoogst geweest is.

De (onderstreepte) recordstanden t.o.v. de zoestanden werden op de benedenrivieren bereikt in 1916 en 1928, dat zijn de laatste stormen van eenige betekenis, die evenwel in zee geen bijzonder hoge standen veroorzaakten. De stijging der SV-standen voor alle stations langs de benedenrivieren t.o.v. die in zee is sinds den stormvloed van 1894 dus onmiskenbaar en de vraag rijst of deze stijging thans tot stilstand is gekomen<sup>1)</sup>. Daar voorts in 1916 en 1928 wederom dijken zijn overgelopen en doorgebroken, welke dijken nadien zijn ver hoogd, mag men de onderstreepte cijfers naar het oordeel der Commissie nog niet als maxima voor de toekomst aannemen, doch moet men verwachten, dat nog grootere verschillen t.o.v. de SV standen in zee zullen kunnen voorkomen.

Uitgaande van den hierboven gevonden stand van 4,05 m + voor Hoek van Holland (in het jaar 2000) komt men, wanneer men de onderstreepte maxima van de laatste tabel hierbij optelt en tevens de waarden voor den invloed van waterstaatswerken meetelt tot ten

minste: Hoek van Holland 4,05 m +  
 Hellevoetsluis 4,39 m +  
 Willemstad 4,75 m + 0.10 ") = 4.85 m +  
 Rotterdam 4,36 m + 0.05 ") = 4.41 m +  
 Krimpen 4.40 m + 0,10 ") = 4.50 m +  
 Dordrecht 4.48 m + 0.20 ") = 4.68 m +  
 Moerdijk 4.80 m + 0.35 ") = 5.15 m +

<sup>1)</sup> In 1916 en 1928 was de stand te Keulen slechts resp. 4.10 en 3.66 m + nulpunt, dat is dus geenszins hoog



De met ") aangegeven getallen hebben betrekking op verhooging door waterstaatswerken, welke tot het jaar 2000 nog kunnen worden uitgevoerd. Dat deze verhoogingen iets anders zijn dan die genoemd in de tabel op blz. 23 komt doordat thans uitgegaan werd van een stand te Hoek van Holland, waarbij de verbetering van den mond van den Waterweg reeds als plaats gehad hebbende beschouwd is.

Uitgaande van in 1825 vermoedelijk voorgekomen zeestanden en van recente verschillen in SV hoogte t.o.v. de zeestanden komt men dus tot bedragen, die bv. te Dordrecht reeds ruim 1 m hoger zijn dan de bovenkanten der schutplanken in de daurposten langs de Voorstraat.

Gaat men van de stormen van 1894, 1916 en 1928 uit, dan kan men daaruit de volgende beschouwing afleiden.

Te Hoek van Holland is in 1894 de stand van 3,28 m + waargenomen. Volgens de jaargrafieken (bijlage 6) had deze stand in 1888 een frequentie van 0,015 d.w.z. van gemiddeld eens per 67 jaren. De stand, die in 1825 vermoedelijk zou zijn voorgekomen bedroeg 3,54 m + (= 3,66 + in 1888). Dit peil heeft een frequentie van 0.0033, d.w.z. van gemiddeld eens per drie eeuwen).

Gesteld dat de storm van 1894 niet bij doodtij, doch bij een 90% springtij was voorgekomen (in deze buurt liggen een groot deel der tijdens storm voorgekomen astron. standen, 0.4. die van 1906, 1928 en 1936), dan zou de S.V.stand volgens de empirische frequentiekrommen 35 cm hoger geweest zijn. Voor het jaar 2000 vindt men, hiervan uitgaande den gelijkwaardigen stand:

|                                |        |
|--------------------------------|--------|
| max. stand te Hoek van Holland | 3,28 + |
| zeespiegelrijzing 1894-2000    | 0.21   |
| verdwijning kuil in zee        | 0,15   |
| verschil doodtij-springtij     | 0.35   |

3.99 + (aangenomen 4.05+)

Gesteld, dat in 1894 de max. opwaaiing tezamen met het 90% HW voorgekomen zou zijn, dan zou toen een stand van 2.81m + 1.10 = 3.91 m + zijn bereikt. Men krijgt dan de volgende optelling:

|                   |        |
|-------------------|--------|
| max. stand        | 3.91 + |
| zeespiegelrijzing | 0.21   |
| verdwijning kuil  | 0.15   |

stand in 2000 4.27 + (aangen. 4.05+)



Gesteld, dat in 1916 de max. stand van het astr. getij van 90% samengevallen was met de toen voorgekomen max. opwaaiing dan zou de stand van  $2.82 + 1.10 = 3,92 +$  bereikt zijn. De stand in 2000 wordt dan:

|                   |                        |
|-------------------|------------------------|
| max. stand        | 3.92 +                 |
| zeespiegelrijzing | 0.17                   |
| verdwijning kuil  | 0.15                   |
|                   | <hr/>                  |
|                   | 4.24 + (aangen. 4.05+) |

Gesteld, dat in 1928 de max. stand van het 90% getij eveneens samengevallen was met het toen voorgekomen max. cijfer voor de opwaaiing, dan was de stand te Hoek van Holland geweest  $1.10 + 2.20 = 3.30 +$ .

Voor het jaar 2000 wordt dan gevonden:

|                   |                        |
|-------------------|------------------------|
| max. stand        | 3.30 +                 |
| zeespiegelrijzing | 0.12                   |
| verdwijning kuil  | 0.15                   |
|                   | <hr/>                  |
|                   | 3.57 + (aangen. 4.05+) |

Wegens de lage opwaaiing bleef de stormvloed van 1928 te Hoek van Holland dus onbelangrijk voor de bepaling der toekomstige SV hoogte.

Voor Willemstad kan allereerst worden opgemerkt, dat volgens de frequentiegrafieken (bijlage 6) de volgende gemiddelde verschillen in SV-hoogte t.o.v. Hoek van Holland (op basis van het jaar 1888) voorkomen:

|                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| voor frequentie 0.1 | : $3.50 - 2.75 = 0.75$ m |
| 0.01                | : $4.38 - 3.35 = 1.03$ m |
| 0.005               | : $4.62 - 3.53 = 1.09$ m |

Voor de zeer hoge vloed moet men dus rekenen op een verschil van ruim 1 m. Verdwijnt de kuil in zee bij Hoek van Holland dan wordt dit verschil ongeveer 0.90 m. Uitgaande van den stand van 4.05 m + te Hoek van Holland zal men te Willemstad dus een stand van ongeveer 5m + moeten aannemen.

Uitgaande van den in 1894 bereikten stand van 3.62 m + en aannemende een 90% getij en een stand te Keulen van 5 m + nul (bij de stormen van 1906 en 1916 behooren standen van resp. 4.71 + nul en 4.10 + nul) vindt men voor het jaar 2000 :



|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| stand 1894 te Willemstad       | 3.62+ |
| zeespiegelrijzing tot 2000     | 0.21  |
| voor inpoldering Biesbosch     | 0.10  |
| voor dijksverhooging sinds '94 | 0.25  |
| voor hoogen stand te Keulen    |       |
| voor springtij van 90%         | 0.35  |

---

4.53 m + (aangen. 5 m+)

Gesteld dat in 1916 de max. opwaaiing (3.30 m) tezamen met het 90% getij was voorgekomen bij een stand van 5 m + nul te Keulen, dan had men voor het jaar 2000 gevonden:

|                                                |        |
|------------------------------------------------|--------|
| astr. H.W.                                     | 1.45 + |
| max. opwaaiing                                 | 3.30   |
| zeespiegelrijzing                              | 0.17   |
| inpoldering Biesbosch                          | 0.10   |
| voor dijksverhooging en hoogen stand te Keulen | 0.13   |

---

5.15 m + (aangen. 5m+)

Voor Dordrecht vindt men op dezelfde wijze:

|                                                     |        |
|-----------------------------------------------------|--------|
| stand 1894 te Dordrecht                             | 3.21 + |
| zeespiegelrijzing                                   | 0.21   |
| voor dijksverhooging en voor hoogen stand te Keulen | 0.70   |
| voor springtij van 90%                              | 0.35   |

---

voor 't jaar 2000 4.47 + (aangen. 4.68+)

Gesteld dat bij den storm van 1916 een stand te Keulen van 5 m + nul was voorgekomen en dat de max. opwaaiing te Dordrecht onder invloed van Willemstad een bedrag van 3.00 m had aangenomen, dan vindt men voor het jaar 2000:

|                             |        |
|-----------------------------|--------|
| astr. stand                 | 1.40 + |
| max. opwaaiing              | 3.00   |
| zeespiegelrijzing           | 0.17   |
| inpolderingen, enz.         | 0.20   |
| voor hoogen stand te Keulen | 0.08   |

---

4.85 + (aangen. 4.68+)

De conclusie van de empirische beschouwingen van deze paragraaf kan dus als volgt luiden.

Een aannemelijk cijfer voor het jaar 2000 voor Hoek van Holland is 4.05 m +. Dit als basis nemend kan men aan de hand van de cijfers voor de waargenomen SV-verschillen met Hoek van Holland nemen: voor Willemstad het bedrag van rond 5.00 m + en voor Dordrecht rond 4.70 m +.

Deze cijfers zijn ook aannemelijk indien men uitgaat van



de voorgekomen opwaaiingen en astron. standen. Zij liggen als volgt tusschen de in de par. 10 en 11 voor het jaar 2000 bepaalde minimum en maximum waarden

|                  | minimum  | maximum  | aangenomen |
|------------------|----------|----------|------------|
| Hoek van Holland | 3.64 m + | 4.69 m + | 4.05 m +   |
| Willemstad       | 3.95 m + | 5.79 m + | 5.00 m +   |
| Dordrecht        | 3.70 m + | 6.07 m + | 4.70 m +   |

Par. 15 Voorloopige einduitkomsten.

Vergelijkt men de getallen van par. 14 (blz. 31) met die van de 80% kans van den staat genoemd aan het slot van par. 13, dan vindt men de volgende verschillen. Beide staten gelden voor het jaar 2000:

|                  |            | uitgaande van kanskromme<br>voor 80% veiligheid/eeuw |
|------------------|------------|------------------------------------------------------|
| Hoek van Holland | 4.05 +     | 4.08 +                                               |
| Rotterdam        | 4.40 +     | 4.28 +                                               |
| Krimpen          | 4.50 +     | 4.33 +                                               |
| Dordrecht        | 4.70 + (1) | 4.48 + (2)                                           |
| Hellevoetsluis   | 4.40 +     | 4.28 +                                               |
| Willemstad       | 5.00 +     | 5.03 +                                               |
| Moerdijk         | 5.25 +     | 5.28 +                                               |

Deze verschillen zijn voor wat betreft de stations Hoek van Holland en Willemstad dus niet zeer groot. Voor Dordrecht vindt men echter volgens staat (1) een cijfer dat rond 20 cm hoger is dan volgens staat (2). Dit is verklaarbaar, daar staat (2) gemiddelde cijfers geeft en het cijfer van staat (1) gebaseerd is op maximale verschillen t.o.v. Hoek van Holland.

De waarden 4.05 m + voor Hoek van Holland en 5.00 m + voor Willemstad aanhoudend en tevens de maximale verschillen in de SV standen met Hoek van Holland in aanmerking nemend komt men voor de meer binnenwaarts gelegen stations iets hoger dan de kansberekening, die met gemiddelden werkt, aangeeft.

Als voorloopige uitkomsten meent de commissie daarom te moeten aanhouden de volgende in (1) genoemde SV standen:

|                  |          |
|------------------|----------|
| Hoek van Holland | 4.05 m + |
| Rotterdam        | 4.40 m + |
| Krimpen          | 4.50 m + |
| Dordrecht        | 4.70 m + |
| Hellevoetsluis   | 4.40 m + |
| Willemstad       | 5.00 m + |
| Moerdijk         | 5.25 m + |



Men heeft dan wat betreft de eigenlijke benedenrivieren tot het jaar 2000 een veiligheid van ongeveer 80% per eeuw, d.w.z. dat de kans dat de laatstgenoemde waterstanden eenmaal per eeuw bereikt of overschreden zullen worden  $1/5$  is, terwijl een stormvloed als die van 1825, zooals die voorgekomen schijnt te zijn, met inachtneming van de sedert noodige verhooging, nog juist gekeerd zou kunnen worden.

Par.16    Exacte berekening stormvloeden op de Bergsche Maas-Amer.

Met behulp van de theorie der getijbeweging werden verhanglijnen bepaald voor 4 verschillende afvoerhoeveelheden van de Maas, nl.

|                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| 3200 m <sup>3</sup> /sec, | 2000 m <sup>3</sup> /sec. |
| 2400 m <sup>3</sup> /sec. | 1050 m <sup>3</sup> /sec. |

Daarbij werd uitgegaan van een bepaalde stormvloedskromme te Moerdijk, waarbij als max. stand het peil van 5,25 m + werd genomen. Voor de stroomprofielen werden die van 1937 genomen. De Biesbosch en de gronden aan de zuidzijde van de Bergsche Maas-Amer werden geheel watervrij ingepolderd gedacht. Als constante van Eytelwein werd  $c = 50$  aangehouden. Aldus kwam men tot de volgende hoogten:

|           | Afvoeren van: |       |       |                           |
|-----------|---------------|-------|-------|---------------------------|
|           | 3200          | 2400  | 2000  | 1050 m <sup>3</sup> /sec. |
| Moerdijk  | 5.25+         | 5.25+ | 5.25+ | 5.25 +                    |
| Dongemond | 5.58+         | 5.47+ | 5.39+ | 5.29 +                    |
| Heusden   | 6.17+         | 6.00+ | 5.75+ | 5.42 +                    |

HOOFDSTUK V.    Beantwoording der gestelde vragen.

Par.17.    De stormvloedsstanden waarop moet worden gerekend.

In het voorgaande werden de standen benaderd, waarop in het jaar 2000 zou moeten worden gerekend, indien men wil uitgaan van standen, zooals met een kans van ongeveer 20% per eeuw zullen voorkomen of overschreden zullen worden.

|                 |                  |          |
|-----------------|------------------|----------|
| Deze zijn: voor | Hoek van Holland | 4.05 m + |
|                 | Rotterdam        | 4.40 m + |
|                 | Krimpen          | 4.50 m + |
|                 | Dordrecht        | 4.70 m + |
|                 | Hellevoetsluis   | 4.40 m + |
|                 | Willemstad       | 5.00 m + |
|                 | Moerdijk         | 5.25 m + |



Dit zijn standen, die waarschijnlijk ongeveer gelijkwaardig zijn met standen tijdens een storm waarbij een tamelijk hoog astron. getij en een tamelijk groote opwaaiing samenvalt, zooals er in 1825 vermoedelijk een is geweest.

De standen, waarop in 1940 moet worden gerekend, kunnen uit de voorgaande worden becijferd door de zeespiegelrijzing over 60 jaren (12 cm) en de invloed van de waterstaatswerken daarvan af te trekken.

|                     |                  |          |
|---------------------|------------------|----------|
| Men vindt dan voor: | Hoek van Holland | 3.78 m + |
|                     | Rotterdam        | 4.08 m + |
|                     | Krimpen          | 4.13 m + |
|                     | Dordrecht        | 4.32 m + |
|                     | Hellevoetsluis   | 4.28 m + |
|                     | Willemstad       | 4.78 m + |
|                     | Moerdijk         | 4.78 m + |

Par. 18 De invloed van natuurlijke factoren op toekomstige SV standen.

Als natuurlijke factor, die invloed uitoefent op den SV-stand moet in de eerste plaats de zeespiegelrijzing of bodemdaling worden genoemd. Voorts zijn er de natuurlijke wijzigingen in den waterstaatkundigen toestand. Als zoodanig zouden genoemd kunnen worden de aanslibbingen en verdiepingen.

Op de eigenlijke benedenrivieren komen deze beide laatste wel voor, doch niet in die mate, dat ermee rekening kon worden gehouden. De aanzandingen worden ten behoeve van zandwinning weggebaggerd en het is ondenkbaar, dat binnen afzienbaren tijd aanslibbingen het net der benedenrivieren belangrijk zouden veranderen. De natuurlijke aanslibbingen in den Biesbosch hebben voorts op de SV hoogten aldaar slechts een geringen invloed, daar de komberging bij SV er weinig door wordt verkleind. Het zou voorts denkbaar zijn, dat het Haringvliet of het Krammer zoodanig zouden verzanden, dat minder water bij storm naar den Biesbosch kan trekken. In dit geval zouden de SV standen iets verlaagd worden. Echter is een dergelijke aanzanding in het Haringvliet of op het Krammer, indien zij al plaats heeft, zeer langzaam en haar invloed aldaar is derhalve te gering om daarmee rekening te houden.

De beantwoording van deze vraag moet dus luiden, dat met de bodemdaling zeker rekening moet worden gehouden, doch dat de invloed van andere natuurlijke veranderingen in het gebied der benedenrivieren op de SV standen zoo gering is, dat hij van geen practisch



belang wordt geacht.

Par.19 De invloed van inpolderings- en baggerwerken op de S.V.standen.

Deze invloed heeft, wanneer de Biesbosch en de landen ten zuiden van de Bergsche Maas- Amer worden ingepolderd en voorts nog eenige rivierverbeteringen worden tot stand gebracht, o.a. op den Waterweg, alsmede wanneer de Brielsche Maas wordt afgedamd, naar schatting bij gemiddelde stormen de volgende verhoogingen ten gevolge:

|                      |        |
|----------------------|--------|
| bij Hoek van Holland | 0,15 m |
| Rotterdam            | 0,20   |
| Krimpen              | 0,25   |
| Dordrecht            | 0,25   |
| Hellevoetsluis       | 0      |
| Willemstad           | 0,10   |
| Moerdijk             | 0,35   |
| Keizersveer          | 1,25   |

Hierbij is de invloed van de dijksverhoogingen sinds de laatste hooge stormen (1894,1916,1928) in rekening gebracht.

Par.20 Met het oog op de veiligheid ongewenschte toestanden.

Deze komen naar het oordeel der Commissie op practisch alle plaatsen voor beneden Streefkerk-Gorinchem-Heusden. De langs de benedenrivieren voorkomende dijken zijn niet hoog genoeg tot het keeren van de SV standen, die met een redelijke kans kunnen worden verwacht. (Men zie hiervoor de op bijlage 1,8,9,10,11 en 12 aangegeven gemiddelde dijkshoogten).

Par.21 Voorgestelde veiligheidsmaatregelen.

Boven de in den eersten staat van par.17 genoemde, voor het jaar 2000 geldende S.V.hoogten, dient men naar het oordeel der Commissie voor den golfoploop te nemen een bedrag, dat afhangt van de plaatselijke omstandigheden, bv. of de dijk ligt op de stormstreek, dan wel daarvan afgekeerd, of voorland van voldoende hoogte en breedte aanwezig is, of een buitenborm wordt gemaakt, en of de "strijklengte" van den bij den max. stand voorkomenden wind lang of kort is. In de betrekkelijk smalle, noordelijke benedenrivieren zal men voor op de stormstreek liggende dijken zonder



voorland en zonder buitenberm op een bedrag van ongeveer 0.80 à 1.00 m moeten rekenen. Voor dijken langs het Haringvliet en het Hollandsch Diep op sommige plaatsen belangrijk meer.

De kruinshoogten zullen dus naar het oordeel der Commissie op vele plaatsen met meer dan een meter verhoogd moeten worden en naar ruwe schatting zullen in verband met de vaak onvoldoende dijksprofielen ongeveer 40 à 50 miljoen m<sup>3</sup> grond verwerkt moeten worden. Dit kan moeilijk anders dan dat zand uit de rivieren Hollandsch Diep, Amer en Nieuwe Merwede voor de kern der dijken gebruikt wordt.

Te Dordrecht, Sliedrecht, Zwijndrecht, Puttershoek, Alblusserdam, Vlaardingen, Schiedam en nog op eenige andere plaatsen is wegens bebouwing van den dijk een verhooging bezwaarlijk, zoodat daar andere oplossingen zullen moeten worden gekozen.

Overwogen zou kunnen worden de Hollandsche IJssel in haar benedenmond af te sluiten, aangezien daarmede de verhooging van ong. 40 km grootendeels bebouwde dijk met zeer slechten ondergrond vermeden kan worden. Voorts ook, of het aanbeveling verdient het Spui af te sluiten.

Te Rotterdam zal bij den wederopbouw van die stad terstond met de noodige dijksverhooging rekening gehouden kunnen worden.

Inpoldering van de niet watervrij liggende terreinen ter weerszijden van de Bergsche Maas-Amer zal de waterstanden op de benedenrivieren verhoogen. De waterervrijmaking van deze gebieden zal derhalve naar het oordeel der commissie gepaard moeten gaan met de - ook in verband met andere factoren noodige verhooging van de dijken langs de benedenrivieren landwaarts van de lijn Willemstad-Dordrecht. Het zou immers oneconomisch zijn eerst de voor bedoelde inpoldering noodige verhooging aan te brengen en daarna de definitieve ophooging uit te voeren.

De Commissie geeft in overweging reeds thans opdracht te verstrekken tot het uitwerken van gedetailleerde plannen en begrotingen daar voorzien wordt, dat plannen als bv. de waterervrijmaking van Dordrecht veel voorbereidenden arbeid zullen vorderen.



Aldus vastgesteld in de vergadering van 1 Augustus 1940.

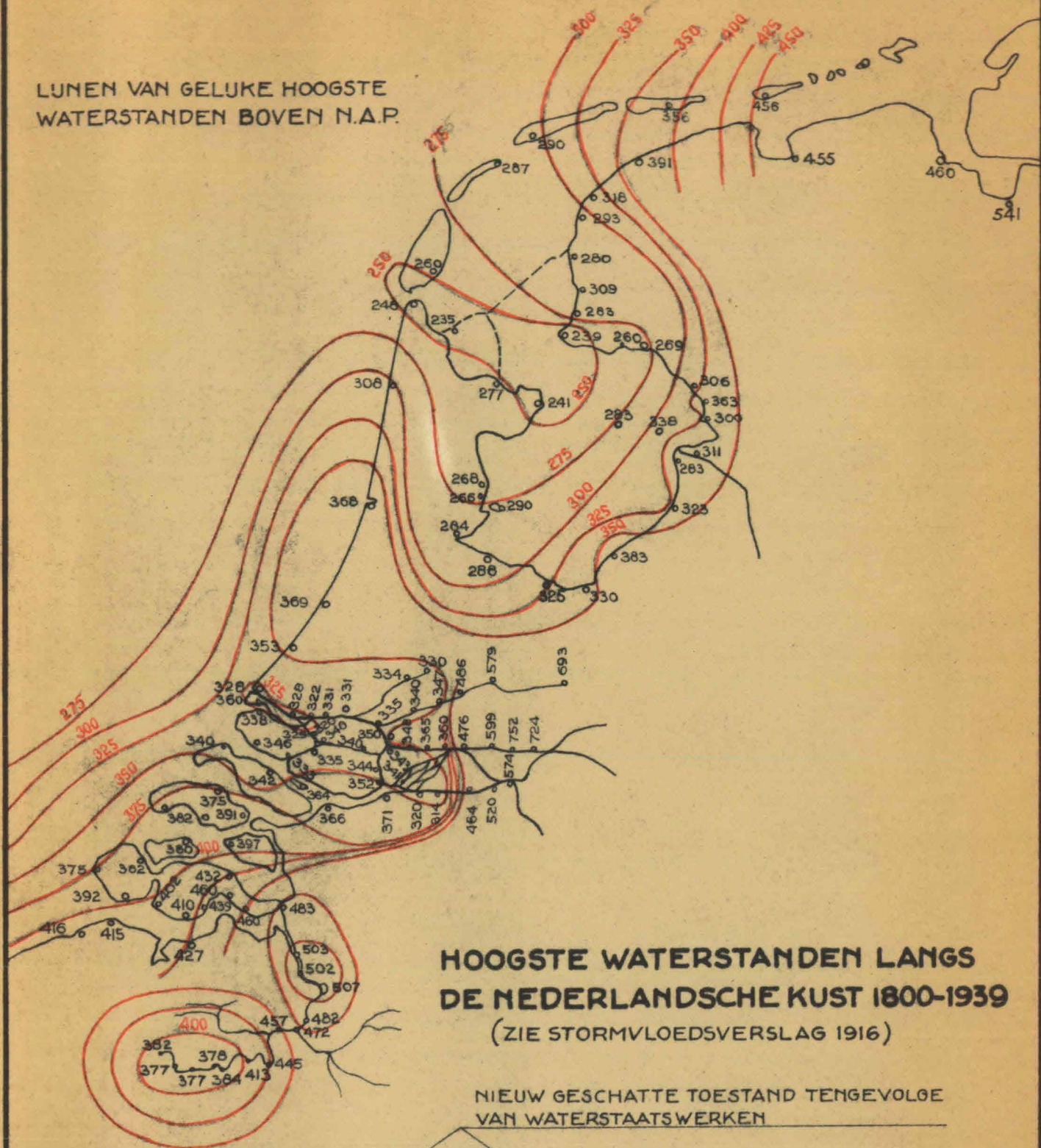
|        |                       |             |
|--------|-----------------------|-------------|
| (w.g.) | ir. D.A. van Heyst    | Voorzitter. |
| (w.g.) | ir. A.E. Kempees      |             |
| (w.g.) | ir. J.W. Rulkens      |             |
| (w.g.) | ir. F.L. Schlingemann |             |
| (w.g.) | ir. J.F.Schönfeld     |             |
| (w.g.) | ir. H. Versteeg       |             |
| (w.g.) | ir. L.T. van der Wal  |             |
| (w.g.) | dr. ir. J. van Veen   | Secretaris. |





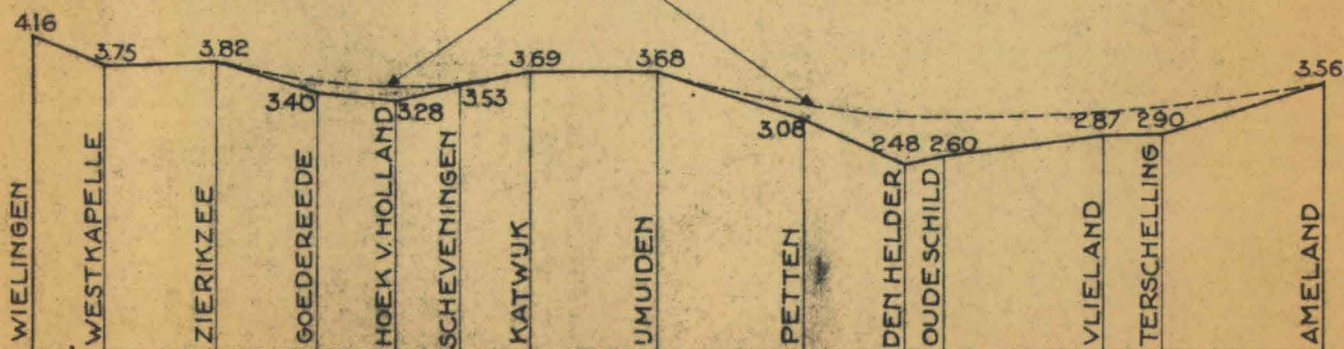


LUNEN VAN GEIJKE HOOGSTE  
WATERSTANDEN BOVEN N.A.P.



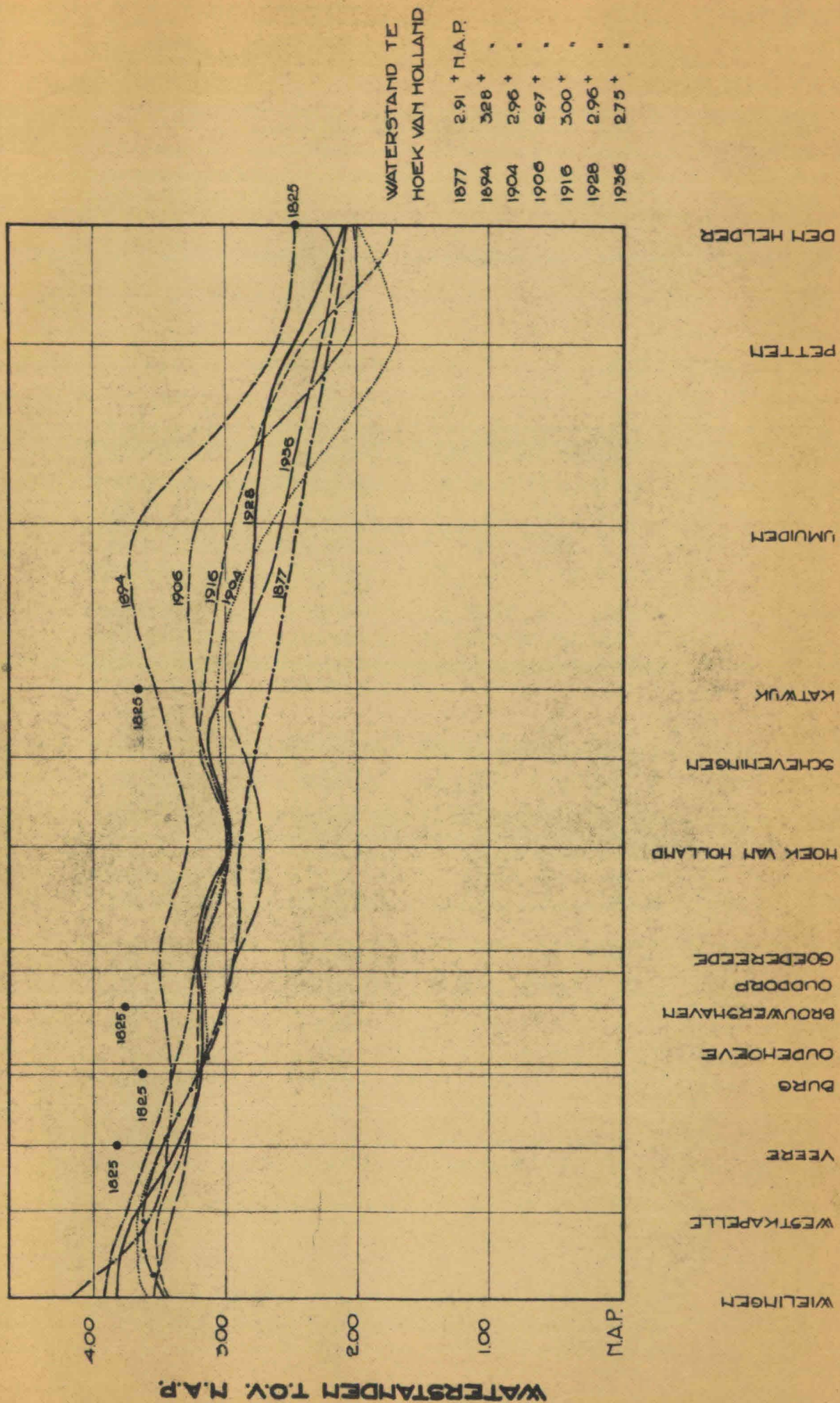
# HOOGSTE WATERSTANDEN LANGS DE NEDERLANDSCHE KUST 1800-1939 (ZIE STORMVLOEDSVERSLAG 1916)

NIEUW GESCHATTE TOESTAND TENGEVOLGE  
VAN WATERSTAATSWERKEN



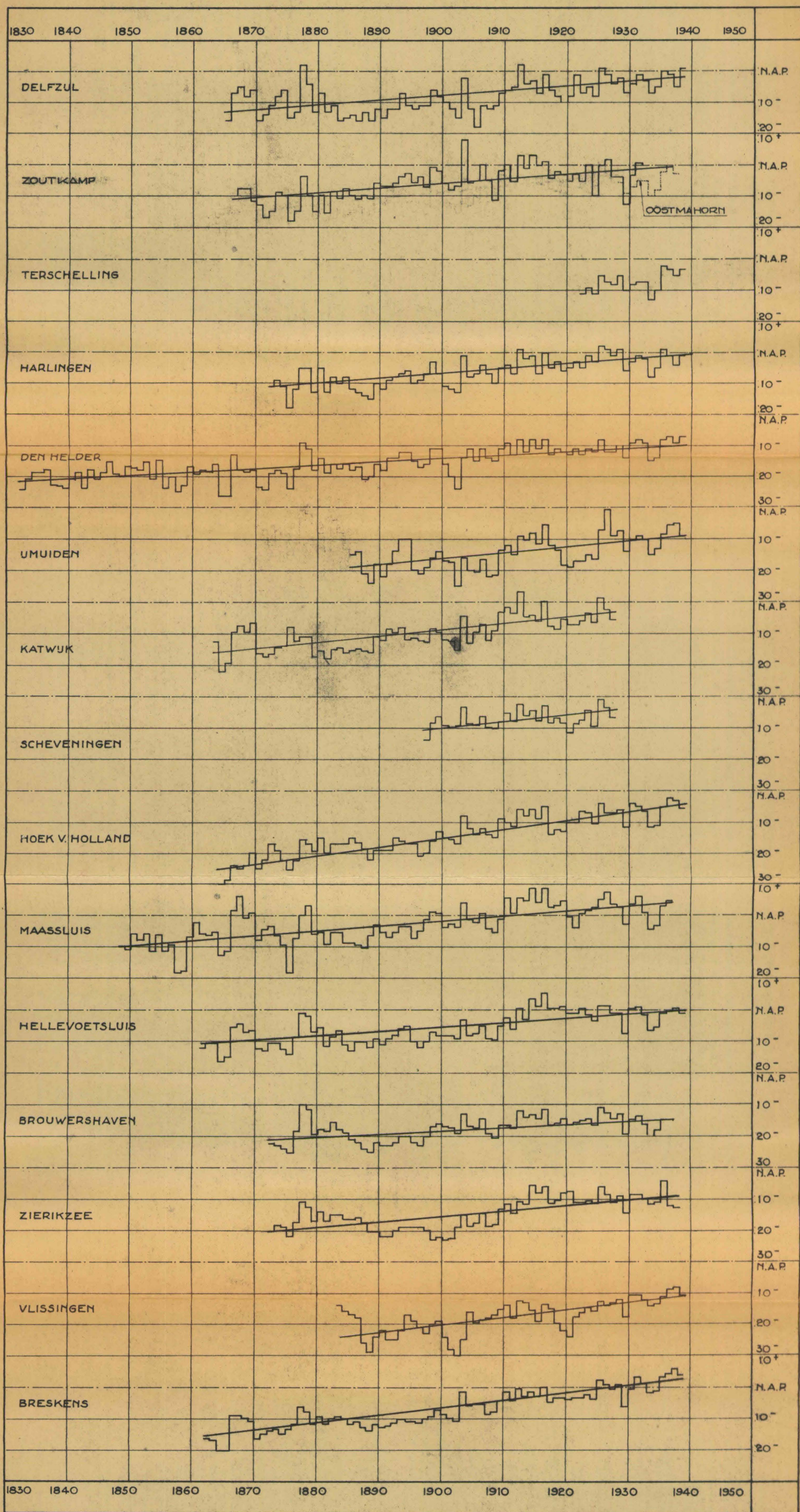


VERLOOP VAN HET H.W. LANGS DE KUST  
VOOR VERSCHILLENDE STORMVLOEDEN





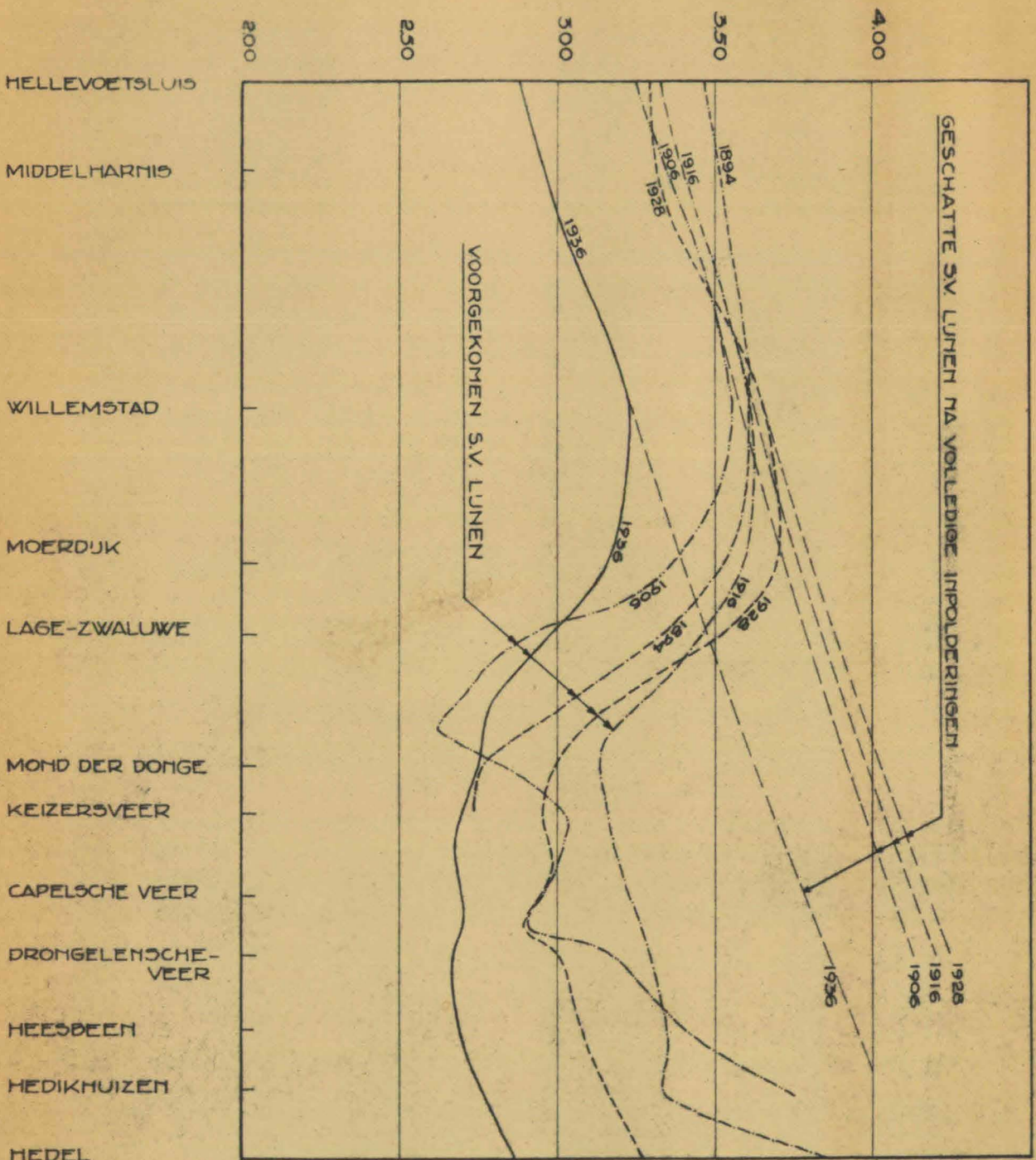
# JAARLUKSCH GEMIDDELDE ZEESTANDEN





# VERLOOP DER HOOGWATERSTANDEN BIJ VERSCHILLENDE STORMEN

WATERSTANDEN IN M TOV. N.A.P.



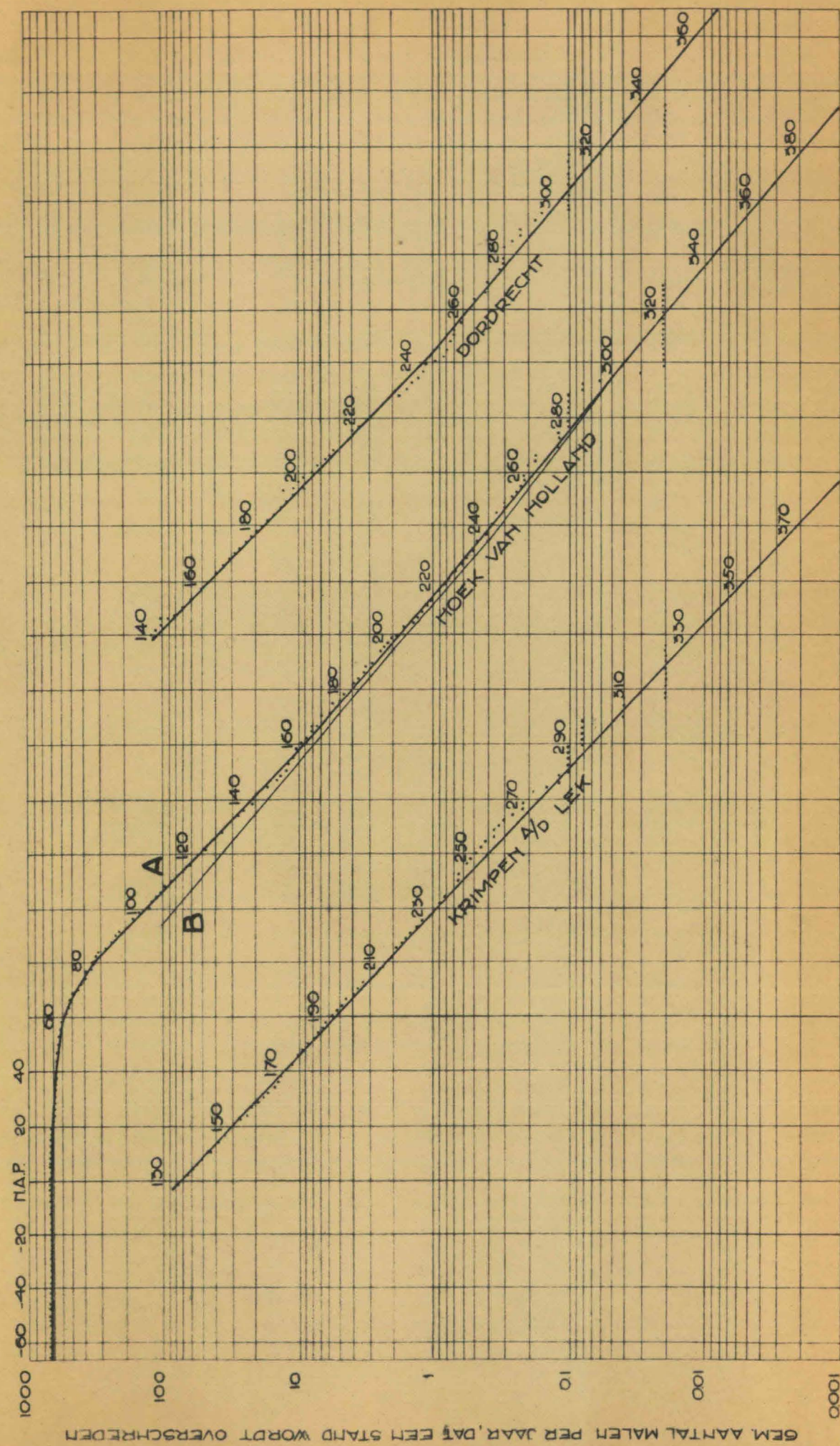
KULDIEPTE IN CM.

|       |     |
|-------|-----|
| 1906: | 125 |
| 1916: | 85  |
| 1928: | 135 |
| 1936: | 125 |

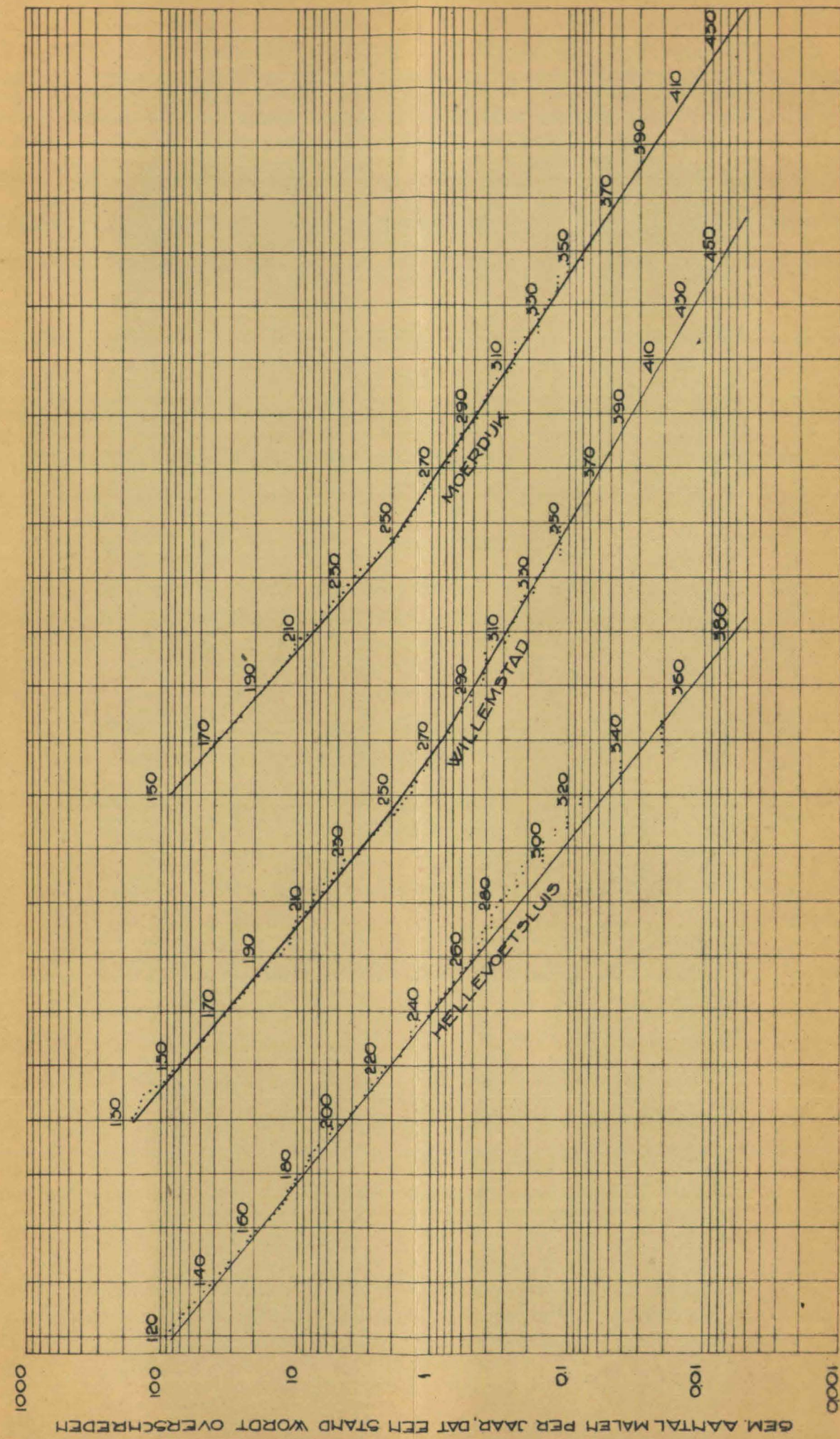
OPMERKING:  
OPENTING NIEUWE MAASMOND IN 1904



# GEM. OVERSCHRUIJINGSWAARDEN GEREDUCEERD TOT 1888



M.W. IN CM TOV. NAP.

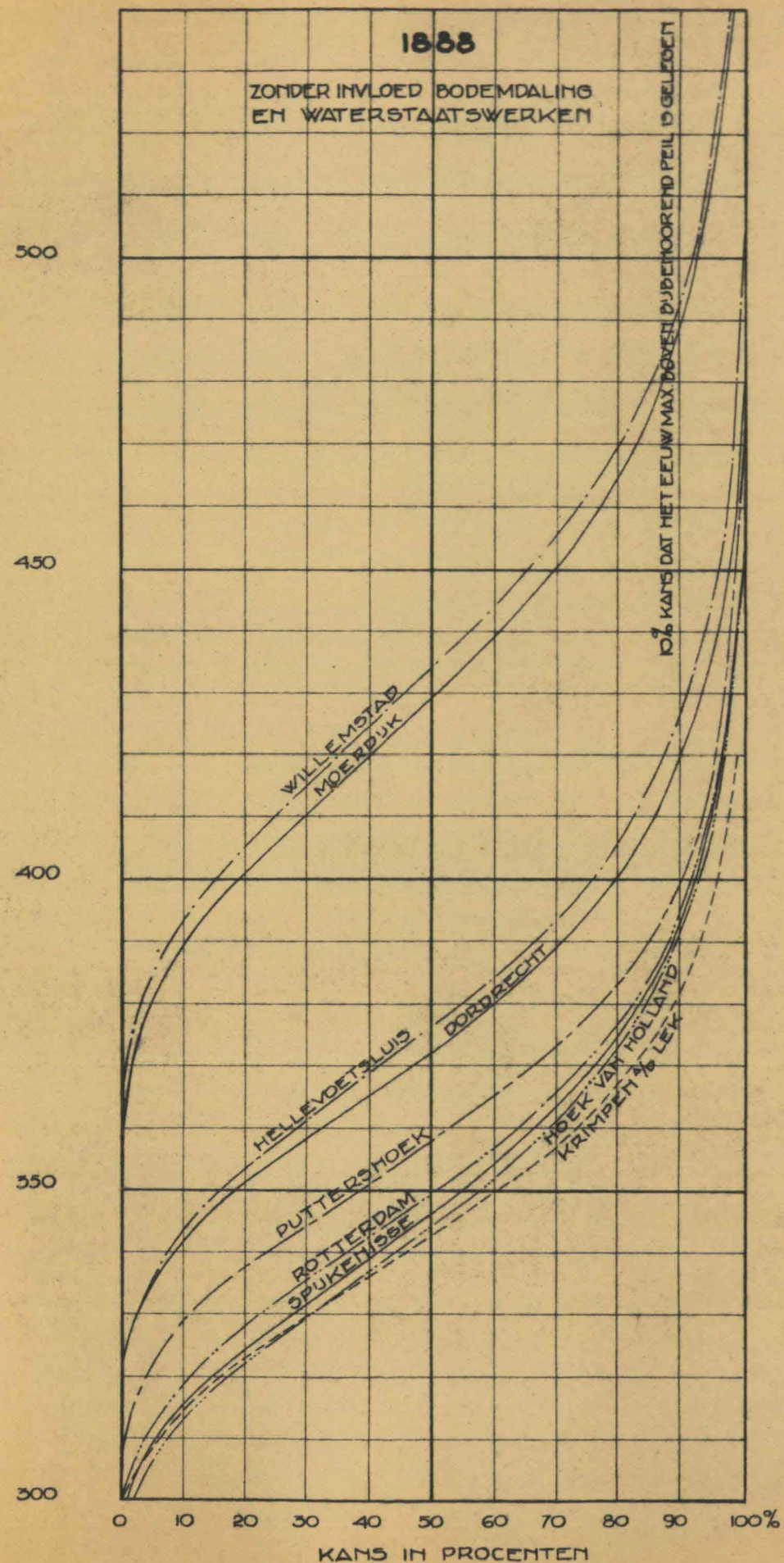


M.W. IN CM TOV. NAP.

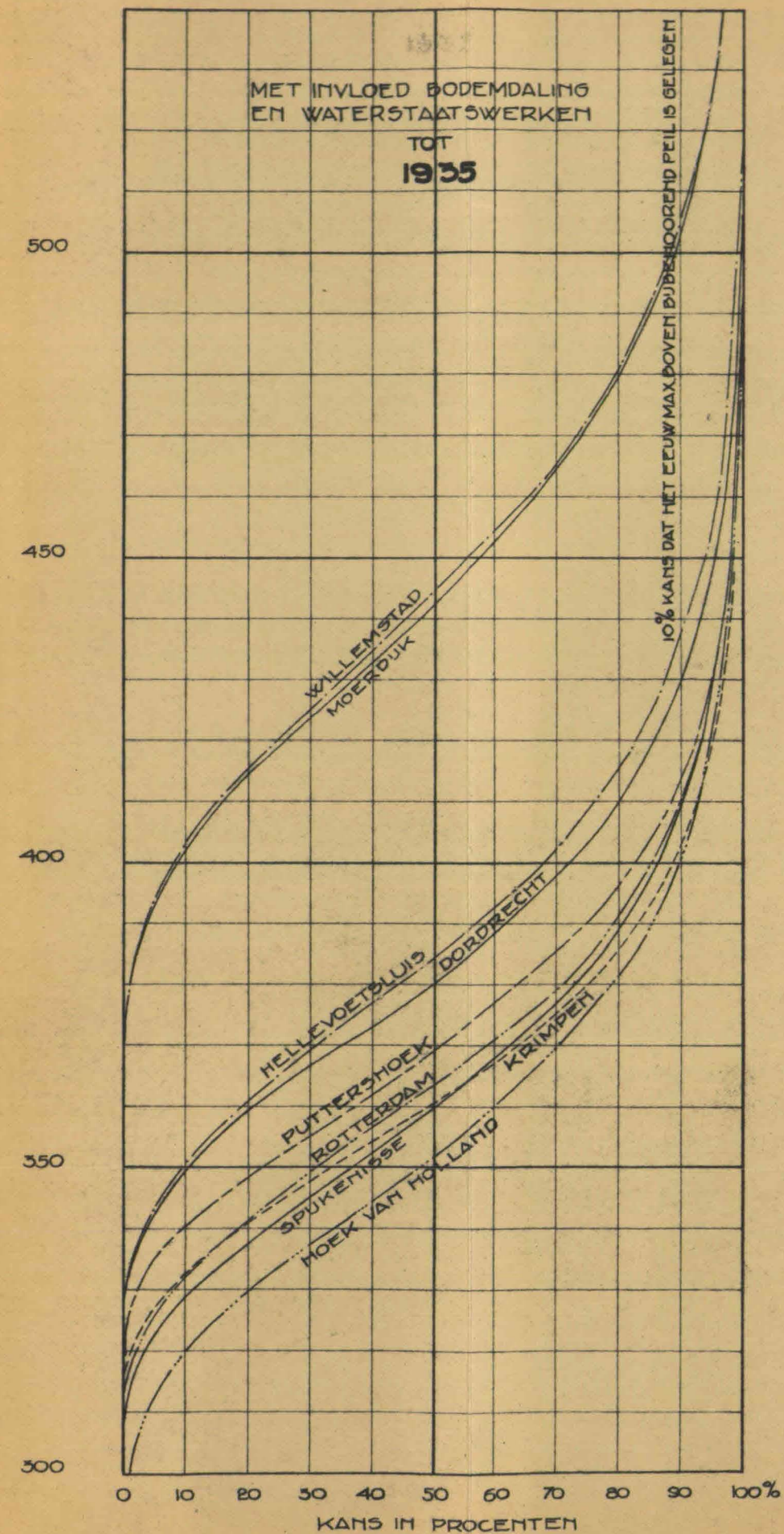


# FREQUENTIEKROMMEN VOOR DE MAXIMA IN EEN EEUW KANS IN % DAT EEN PEIL $h$ HET HOOGSTE ZAL ZIJN IN 100 JAAR VOOR DE JAREN 1888 EN 1935

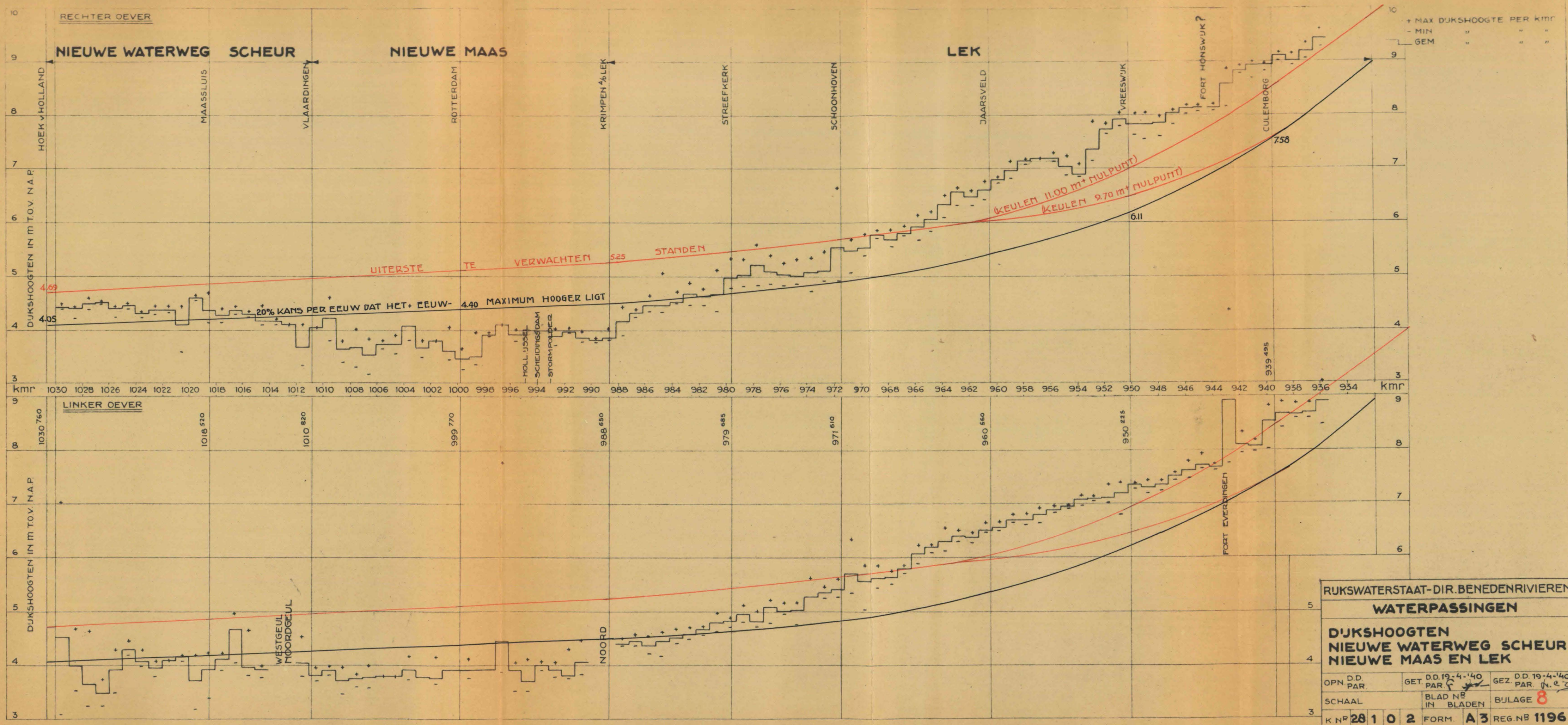
WATERSTAND IN CM TOV N.A.P.



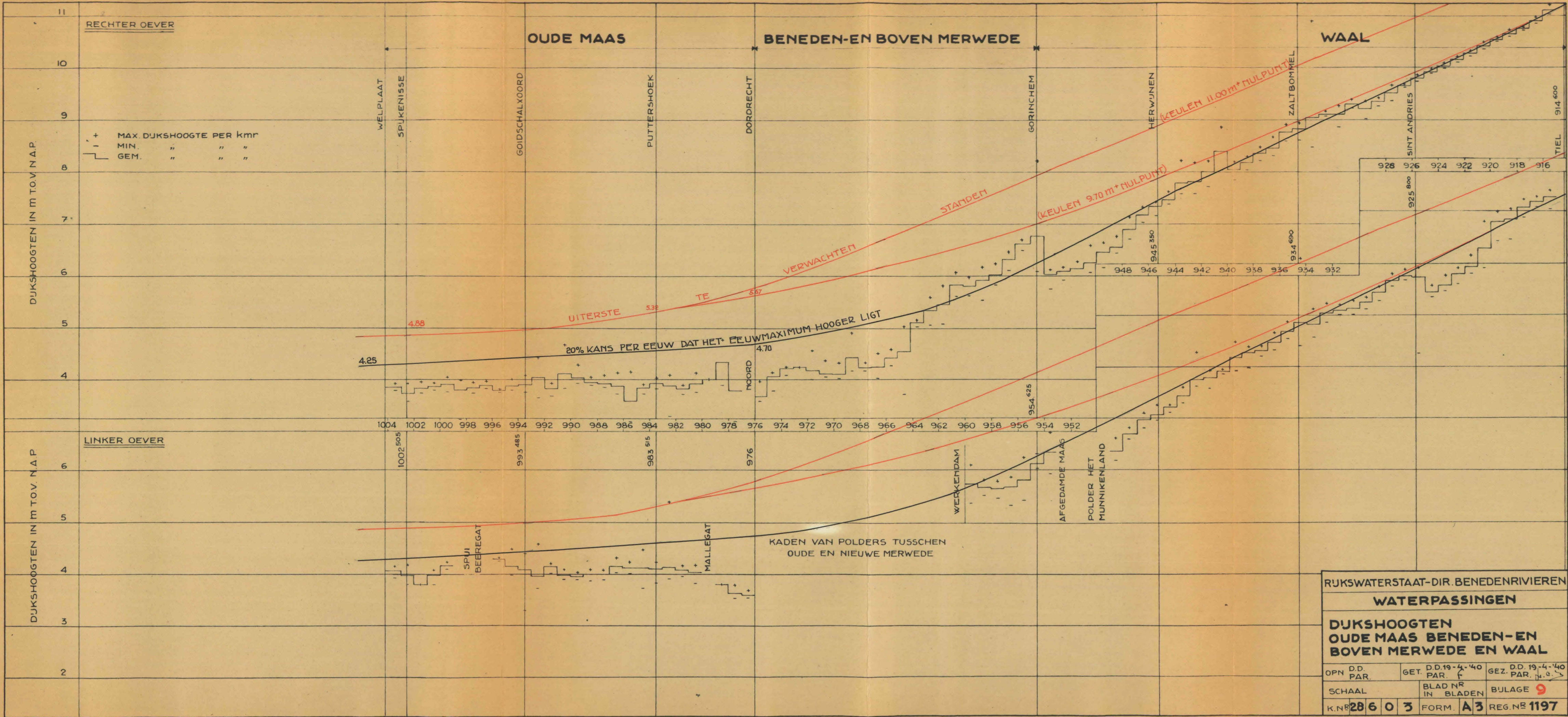
WATERSTAND IN CM TOV N.A.P.



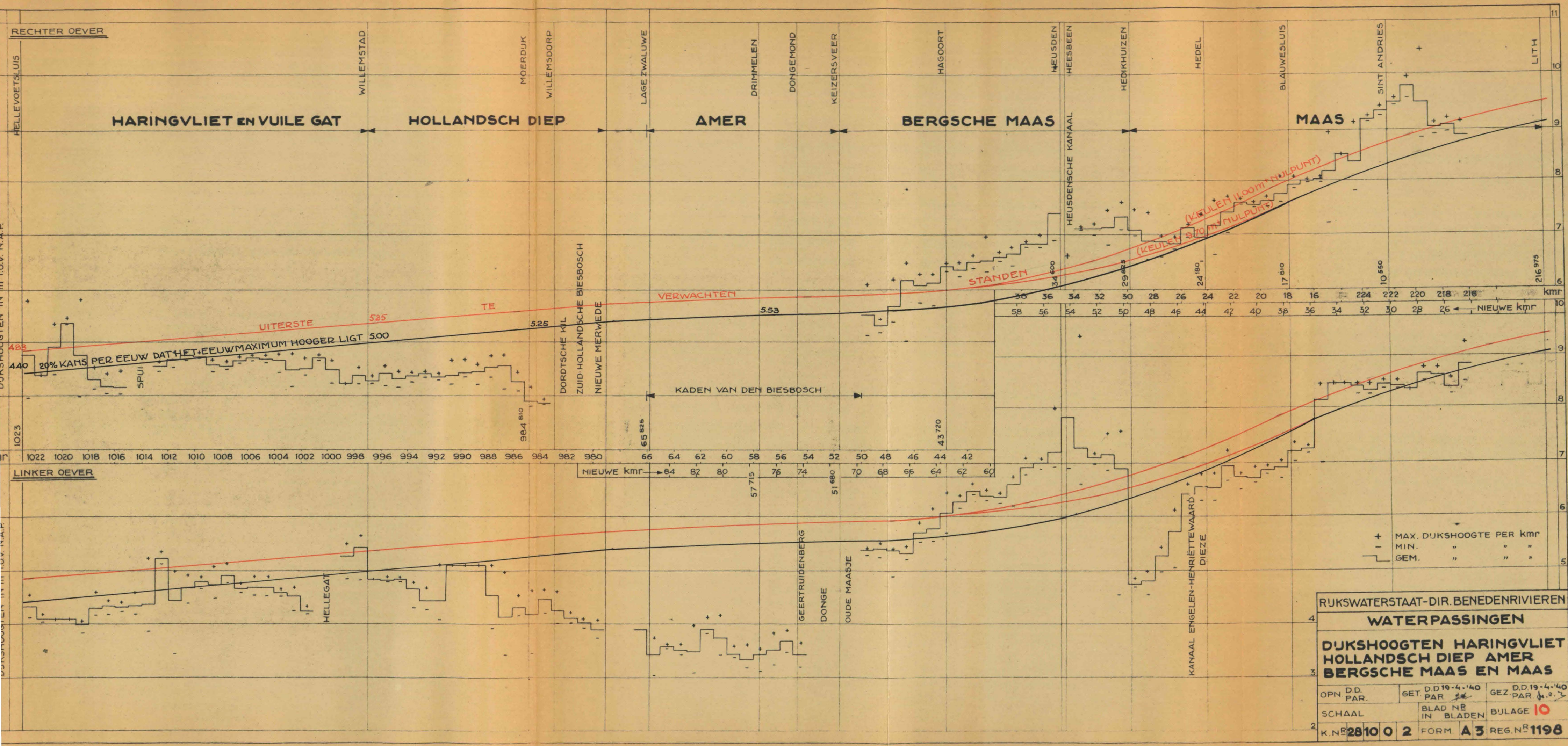














RECHTER OEVER

# SPUI

DUKSHOOGTEN IN M TOV. NAP.

6  
5  
4  
3  
2  
1

BEEREPOLDER  
EN BEEREGAT

955  
956  
955

ZUIDHOLLANDSCHE  
BIESBOSCH

UITERSTE TE VERWACHTEN STANDEN

20% KANS PER EEUW DAT HET EEUWMAXIMUM HOOGER LIGT

KADEN VAN POLDERS TUSSEN  
OUDE EN NIEUWE MERWEDE

965  
965

970  
970

955  
955

LIJNKE OEVER

DUKSHOOGTEN IN M TOV. NAP.

6  
5  
4  
3  
2  
1

SCHEIDINGS  
DAM AMER

# NIEUWE MERWEDE

# AFGEDAMDE MAAS

DUKSHOOGTEN IN M TOV. NAP.

8  
7  
6  
5  
4  
3  
2

8.10  
6.40  
6.00  
49 200

LOEVESTEIN EN POLDER  
HET MUNNIKENLAND

SCHUTSLUIS

BERGSCH  
MAAS

8  
7  
6  
5  
4  
3  
2

kmr

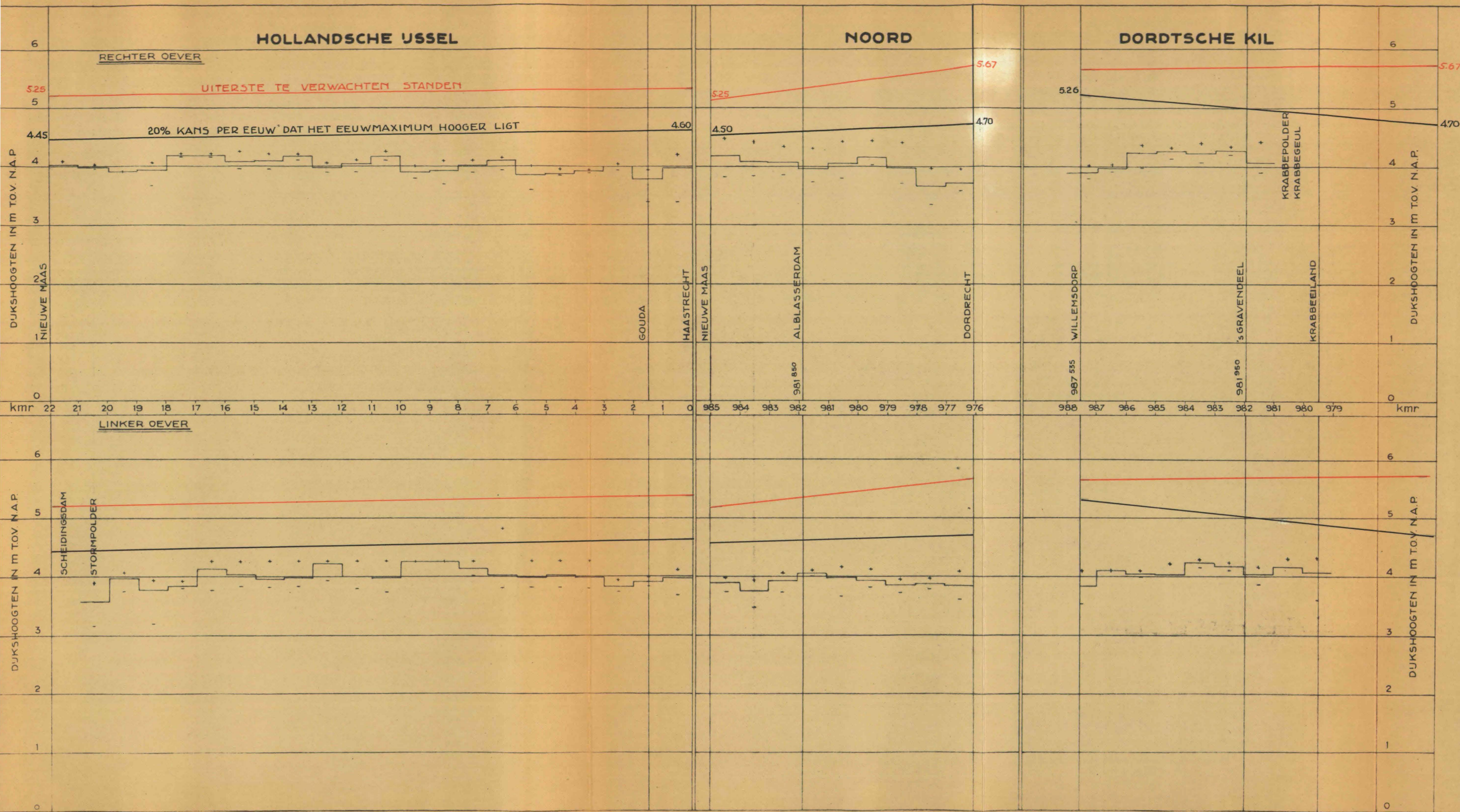
RIJKSWATERSTAAT-DIR. BENEDENRIVIEREN

WATERPASSINGEN

DUKSHOOGTEN  
SPUI NIEUWE MERWEDE  
EN AFGEDAMDE MAAS

|              |                           |                           |
|--------------|---------------------------|---------------------------|
| OPM. DD PAR. | GET. DD 19-4-140 PAR. 4.0 | GEZ. DD 19-4-140 PAR. 4.0 |
| SCHAAL       | BLAD NR 11                | BULAGE                    |
| KNR 28 7 0 3 | FORM A 2                  | REG NR 1200               |





+ MAX. DIJKSHOOGTE PER kmr  
- MIN. " " "  
GEM. " " "

|                                                            |                        |                        |
|------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|
| RIJKSWATERSTAAT-DIR. BENEDENRIVIEREN                       |                        |                        |
| WATERPASSINGEN                                             |                        |                        |
| DIJKSHOOGTEN<br>HOLLANDSCHE IJSEL<br>NOORD EN DORDTSCH KIL |                        |                        |
| OPN. D.D. PAR.                                             | GET. D.D. 19-4-40 PAR. | GEZ. D.D. 19-4-40 PAR. |
| SCHAAL                                                     | BLAD NR. IN BLADEN     | BULAGE 12              |
| K.NR. 20302                                                | FORM. A3               | REG. NR. 1199          |