

Met: 2 Bijlagen.

Nota over den invloed van
stormvloedbergingskommen.-
Inpolderingen en riviervers-
ruimingen op stormvloedstan-
den in Benedenrivieren
door
J.F.Schönfeld.



C1053

RIJKSWATERSTAAT
DIRECTIE BOVENRIVIEREN

ARNHEM, 14 Juli 1944
Eusebiusbinnensingel 15
Telefoon 20841-20842.

No. 4 3 7 5

AAN den HoogEdelGestrenge Heer
ir. D. A. van Heijst

Voorzitter Stormvloedcommissie
Van Speijkstraat 25

'S-GRAVENHAGE.



Aangezien ik mij met verschillende uitingen in de proeve van een ontwerp-verslag met betrekking op den invloed op S.V.standen van stormvloedbergingskammen, van inpolderingen en van rivierverbeteringen niet kan vereenigen en de terzake gevoerde gedachtenwisseling in de vergadering niet tot een resultaat leidde, bied ik U.H.B.G. hierbij een nota met 2 bijlagen aan, waarin mijn meening ter zake is uiteengezet.

Aan leden en secretaris zend ik copie van de nota met bijlagen.

A.-

HET LID DER COMMISSIE,
(get) J. P. Schönfeld.

No. 4 3 7 5.-

In afschrift toegezonden aan den Secretaris en de leden der S.V.commissie.

A.-

Arnhem, 14 Juli 1944
Het lid,

J. Schönfeld



NOTA OVER DEN INVLOED VAN STORMVLOEDBER-
GINGSKOMMEN . IN POLDERINGEN EN RIVIERVER-
RUIMINGEN OP STORMVLOEDSTANDEN IN BENEDEN-
RIVIEREN.

I. Iets over den aard der verschijnselen.

Een stormvloed op de benedenrivieren heeft -afgezien van den windinvloed op de rivier zelf- het karakter van een rivieropwaarts loopende golf.

Een (storm)vloedbergingskom heeft bij zijn uitmonding op de rivier een met den tijd wisselenden plaatselijken invloed op de rivier. Deze invloed zal zich -naar het voorkomt- rivierop- en -afwaarts ongeveer als een translatiegolf moeten voortplanten.

Een inpoldering heeft met betrekking tot den stormvloedtoestand op de rivier als hoofdzakelijk gevolg het afsluiten van een (storm)vloedbergingskom en derhalve een invloed van gelijken aard als die van een dergelijke kom, doch van tegengesteld effect.

Verruiming van het zeeëinde van een benedenrivier heeft het hoofdzakelijk gevolg, dat de stormvloedgolf wordt versterkt, niet alleen op het verruimde gedeelte, maar ook rivieropwaarts hiervan.

Verruiming van een ander riviervak heeft in hoofdzaak slechts plaatselijken invloed, die echter o.a. voor het plaatselijke effect van kommen en inpolderingen van belang kan zijn.

Een (storm)vloedbergingskom en een inpoldering hebben op het effect van den wind op de rivier zelf in het algemeen geen of slechts een zeer plaatselijken invloed, die -naar het voorkomt- hier wel buiten beschouwing kan worden gelaten.

Een rivierverdieping vermindert de waterstandsverhooging, die de wind op de rivier zelf veroorzaakt; een rivierverbreeding daarentegen vermeerdert eenigermate de invloed van den wind op de rivier zelf, doordat de afscherpende werking van de dijken wordt verminderd.

II. Invloed van een (storm)vloedbergingskom.

Indien ergens aan een benedenrivier een kom is, die bij (storm)vloed uit de rivier gevuld wordt, dan zal deze wateronttrekking de waterstanden in de rivier plaatselijk verlagen. Indien deze plaatselijke waterstandverlaging ook op het tijdstip van H.W. optreedt en groot genoeg is, zal zij zich als een "kuil" in de H.W.lijn vertoonen en dan zal ook de kom tot merkbaar geringere hoogte gevuld worden dan zonder dien invloed het geval zou zijn. Evenals de instrooming plaatselijke verlaging veroorzaakt, heeft de uitstrooming van de kom plaatselijke waterstandverhoging in de rivier ten gevolge.

Beide -verlaging en verhoging- planten zich rivierop- en -afwaarts als een translatiegolf voort. Rivieropwaarts geschiedt de voortplanting met het getij mee en met dezelfde snelheid als het getij; zoodat de invloed hier overal hetzelfde beeld te zien geeft als bij het punt van in- en uitstrooming van de kom. Rivierafwaarts gaat de translatiegolf tegen de getijgolf in, zoodat hier in het algemeen -mits de rivier lang genoeg is- alle verschijnselen van interferentie optreden: verhoging, verlaging, vervroeging en verlaten van H.W. en L.W.

De totale afvoer van de translatiegolf moet uiteraard gelijk zijn aan de hem veroorzakende in- en uitstroomingen. Volgens de

formule $v = \sqrt{gH}$ (1),

waarin g de versnelling van den vrijen val is, wordt de voortplantingsnelheid v beheerscht door de diepte H van de rivier en

volgens de formule $Q = v \times B \times h$ (2)

en uit (1) en (2) : $h = \frac{Q}{B\sqrt{gH}}$ (3),

waarin h de golfhoogte, Q de totale golfafvoer en B de waterbreedte van de rivier is, wordt de golfhoogte beheerscht door den totalen golfafvoer eener- en breedte en diepte van de rivier anderzijds.

Door den vorm van onze benedenrivieren en door den invloed van hunne uitmonding in zee, zal de translatiegolf rivierafwaarts in het algemeen aan vrij sterke damping onderhevig zijn, zoodat de verschijnselen daar kleiner zijn en -meer rivierafwaarts- geheel aan de waarneming kunnen ontsnappen.

Of op een bepaald punt de S.V. topstand wordt verlaagd of verhoogd, hangt af van de omstandigheid of de door de kom veroorzaakte translatiegolf op dat punt op of omstreeks het tijdstip van H.W. beneden dan wel boven zijn middenstand is.

Indien de invloed van een S.V.verlaging -die de resultante van verlagingen en verhogingen kan zijn- op een gedeelte van de rivier groot genoeg is, dan treedt een zichtbare "kuil" in de S.V.lijn op. Evenzoo zou in beginsel een door een kom veroorzaakte "bult" in die lijn kunnen optreden; evenwel liggen de door een kom veroorzaakte S.V.verhogingen in het algemeen zoo ver rivierafwaarts, dat zij veelal of in zee vallen of reeds zoo ver zijn gedempt, dat geen zichtbare "bult" optreedt.

Een stormvloedbergingskom veroorzaakt derhalve S.V.verlagingen en -verhogingen; verlagingen in het algemeen bij zijn uitmonding, rivieropwaarts hiervan en tot op eenigen afstand ook rivierafwaarts; daarbeneden verhogingen, die o.a. door de damping veelal niet merkbaar zullen zijn.

De S.V.verlagingen vormen in de S.V.lijn een -niet altijd merkbare- "kuil", die zich niet over het geheele gebied der benedenrivieren uitstrekt en de S.V.verhoogingen een "bult", die veelal niet merkbaar is.

Het dieptste punt van de "kuil" kan, maar behoeft niet te liggen ter plaatse van de uitmonding van de kom, maar heeft wel grotere kans er nabij te liggen, omdat hier de demping het geringste is.

Verlenging van den duur van een stormvloed zou een "kuil" als bedoeld niet kunnen doen verdwijnen, wel eenigermate doen vervlakken door het verlengen van den duur en het in verband hiermee verminderen van de sterkte van instrooming van de kom.

Vergrooiting van de capaciteit van de toevoergeul zou versterking (versnelling en/of verhooging) van de stormvloedgolf veroorzaken; dit zou nimmer een "kuil" als bedoeld kunnen doen verdwijnen, want de kuil zou als gevolg van versterkte instrooming van de kom juist worden versterkt.

Het komt dus niet juist voor een "kuil", die het gevolg is van de instrooming bij H.W. van een kom, te beschouwen als het gevolg van te geringe capaciteit der toevoerwegen in verband met den betrekkelijk korten duur der stormen.

III. Invloed van inpolderingen.

Ik denk me een benedenrivier, waarnaast -c.q. er in reikend- een inpoldering wordt gemaakt.

In de eerste plaats neemt de inpoldering (storm)vloedbergging weg en in de tweede plaats kan zij -indien in de rivier reikend- den vloedtoevoer en, c.q., den ebafvoer belemmeren, doch deze invloeden noem ik slechts volledigheidshalve; zij zullen maar incidenteel voorkomen en slechts in bijzondere gevallen van beteekenis zijn en worden daarom hier verder buiten beschouwing gelaten.

Het inpolderen of afsluiten van een (storm)vloedbergingskom heeft een translatiegolf in de rivier ten gevolge, die het spiegelbeeld is van de door de vulling en lediging van de kom veroorzaakte translatiegolf, te weten waterstandsverhoogingen en -verlagingen op de plaatsen en tijdstippen van de door de kom veroorzaakte -verlagingen, respectievelijk -verhoogingen. De invloed immers van de afsnijding van de in- en uitstroomingen van de kom is in beginsel gelijk te stellen aan het op de rivier ter plaatse laten inwerken van stroomen, die op elk tijdstip gelijk en tegengesteld zijn aan de afgesneden getijstroomen.

Er wordt dus een translatiegolf gevormd, die haar oorsprong heeft bij de afsluiting en zich in de rivier voortplant, rivieropwaarts gelijk met het getij en afwaarts tegen het getij in met een voortplantingssnelheid, die globaal ongeveer gelijk kan worden gesteld aan die van het getij. Bij het algemeene geval van een zich geleidelijk vullende en ledigende kom van beperkte afmetingen en zonder toevoer van bovenwater zal in den regel de

kentering van vloed- op ebstroom korten tijd na- en de maximale vloedstroom langeren tijd vóór- H.W. vallen.

Veronderstellen we eerst het "ideale" geval, dat ter plaatse van de afsluiting de stroomkenteringen juist zouden vallen op H.W. en L.W.. De waterstandsverhoogingen zouden dan geheel vallen op de stijgende, de -verlagingen op de dalende lijn van het getij. Dit zou dus zijn vervroeging van het getij zonder noemenswaardige verhooging van H.W. (of verlaging van L.W.). Rivieropwaarts zou men -met het getij mee- hetzelfde beeld krijgen, -afwaarts zou de translatiegolf echter tegen het getij in loopen en op eenigen afstand zouden de toppen van beide samen vallen, waar -afgezien van ondergane verzwakkingen en eventuele versterkingen- de plaats van maximale H.W.verhooging zou zijn zonder vervroeging of verlatting. Verder rivierafwaarts zou de H.W.verhooging weer afnemen en het tijdstip van H.W. worden verlaat en -indien de rivier lang genoeg zou zijn- zou men een punt bereiken, waar de H.W.verhooging tot nul zou zijn afgenomen en waarbeneden H.W.verlaging zou optreden (door den voortgeplanten invloed van de afsnijding van de ebstroom uit het in te polderen gebied).

Het bovenbedeelde algemeene geval zou een slechts weinig van het voorgaande afwijkend beeld geven; voor het grootste deel zouden de waterstandsverhoogingen op de stijgende en de -verlagingen op de dalende lijn van het getij vallen. Men krijgt dus in dit algemeene geval bij de inpoldering en rivieropwaarts hiervan vervroeging en eenige -doch niet maximale- verhooging van het H.W.; rivierafwaarts zou men ongeveer hetzelfde beeld krijgen als voor het eerste geval aangegeven, doch de markante punten iets naar de inpoldering toe verschoven.

Men kan veronderstellen, dat in een bepaald geval het tijdstip van maximale vloedstroom juist zou vallen op H.W.. In dit geval zou de maximale H.W.verhooging zonder vervroeging of verlatting bij de afsluiting optreden en rivieropwaarts zou men een gelijk beeld hebben; rivierafwaarts zou men het beeld krijgen dat hierboven voor beneden het punt van maximale H.W.verhooging werd aangeduid. Indien het tijdstip van maximale vloedstroom kort na H.W. zou vallen, zou het geheele beeld ongeveer hetzelfde zijn, doch ter plaatse van de afsluiting reeds een geringe verlatting van H.W.

Ten slotte kan men zich de vraag stellen, of het mogelijk zou zijn, dat ter plaatse van de afsluiting en rivieropwaarts hiervan H.W.verlaging zou optreden. Dit zou alleen mogelijk zijn, indien op het tijdstip van H.W. reeds ebstroom ter plaatse van de afsluiting zou heerschen. Ik kan mij dit -althans voor een eenvoudige inpoldering of afsluiting van een kom of zijtak- zonder toevoer van bovenwater niet goed voorstellen en meen behandeling van dit naar het voorkomt zeer bijzondere geval hier achterwege te kunnen laten.

Globaal is hierboven aangegeven de primaire invloed op waterstanden in de rivier. Er komen nog invloeden bij als de demping door den weerstand, verzwakking en versterking door verruimingen en vernauwingen en terugkaatsingen tegen de bedbegrenzingsen, ook -negatief- tegen de zee. Deze secundaire invloeden zullen -naar het mij wil toeschijnen- het algemeene

beeld wel is waar kunnen verzwakken, zelfs in verhouding tot de oorspronkelijke grootte in betekenende mate, maar het -naar het voorkomt- in het algemeen niet essentieel wijzigen.

Ter verduidelijking moge een voorbeeld dienen. Op een vroeger door den secretaris der S.V. commissie overgelegde teekening zijn o.m. de voor een bepaalden stormvloed berekende verticale en horizontale getijden voor den Hollandschen IJssel bij Krimpen a/d IJssel aangegeven. Enkele gegevens van die teekening -ook betreffende de Nieuwe Maas/Waterweg- zijn op bijlage 1 weergegeven. De kentering van vloed op ebstroom zou in den mond van den Hollandschen IJssel bij dit geval van stormvloed vallen ongeveer 25 minuten na H.W. ter plaatse. Dit tijdsverschil is betrekkelijk klein, zoodat de invloed van een afsluiting bij den mond ter plaatse zou bestaan uit een vervroeging van het getij met een slechts zeer geringe verhoging van den topstand. Het maximum van den af te sluiten vloedstroom ligt op ongeveer 75 minuten vóór H.W. De ~~translatie~~ golf is op de bijlage geschetst, zoodat zij ongeveer zou ontstaan en te Noordgeul en Hoek van Holland zou optreden. De teekening is uitsluitend schetsmatig bedoeld. Slechts om de gedachten te bepalen is de Noordgeul gekozen als punt, waar de toppen van getij en translatiegolf samenvallen. Dit punt zou vermoedelijk dichter bij Krimpen vallen. Men ziet vervroeging van den top te Krimpen, geen verschuiving te Noordgeul en verlatting te Hoek van Holland. Op alle drie punten zou de topstand verhoogden te Noordgeul met een betrekkelijk maximum en op de andere beide punten weinig. Zonder de secundaire invloeden te rekenen, zou de maximale waterstandverhoging bij krimpen van de grootte-orde van 1 dm zijn, de S.V. topverhoging aldaar slechts 3 cm. Het schijnt niet noodzakelijk dat de te Noordgeul gedachte betrekkelijk maximale topverhoging groter zou zijn dan de topverhoging bij de afsluiting; dit hangt af van de omstandigheid, of de rivierafwaarts vergrootende invloed van de phaseverschuiving de verzwakkende secundaire invloeden zou overtreffen. S.V. verlaging zou niet voorkomen, omdat hiervoor de rivier beneden Krimpen niet lang genoeg is.

Een inpoldering heeft -met betrekking tot de S.V. standen op de rivier- hoofdzakelijk het gevolg, dat het effect van het ingepolderde stormvloedbergingsgebied wordt weggenomen.

Een inpoldering neemt dus weg den door het ingepolderde gebied veroorzaakte al- of niet waarneembaren "kuil" en den in den regel niet waarneembaren "bult".

Of een inpoldering in of buiten een "kuilgebied" is gelegen, schijnt geen verschil te maken; wel uiteraard of het in te polderen gebied verwekker van een betekenenden kuil is.

IV. Invloed van rivierverruiming.

Allereerst wordt beschouwd een verruiming van het zee-einde van een benedenrivier, die dus den vloedtoevoer vergemakkelijkt. Verruiming bestaat in het algemeen uit uitdieping en verbreding.

Uitdieping heeft ten gevolge versnelling en -door verminderde weerstand- ook verhooging van de stormvloedgolf. De verhooging wordt tegengewerkt doordat de opwaaiing op de diepere rivier iets kleiner zal zijn dan op de ondiepere, doch deze invloed zal in het algemeen veel kleiner zijn dan de verhooging. Resultaat dus: versnelling met eenige verhooging van de stormvloedgolf.

Verbreeding -zonder dat de diepte verandert- heeft ~~noet~~ op de voortplantingsnelheid, ~~noet~~ op de getijhoogte directen invloed. Evenwel wordt het windeffect op de rivier iets groter, doordat het afscherpende effect van de dijken door de verbreeding wordt vermindert. Resultaat dus: geen versnelling of vertraging, maar eenige verhoging van de stormvloedgolf.

Stel, dat ergens rivieropwaarts de verruiming op-houdt; op dit punt, waar breedte en diepte onveranderd zijn gebleven, zal de voortplantingsnelheid niet worden gewijzigd, zoodat de vergrootte stormvloedtoevoer zich hier zal uiten in verhoging van de golf.

Verruiming van een ander riviervak zal den stormvloedtoevoer niet vergrooten en dus in hoofdzaak slechts plaatselijke gevolgen hebben. Voor den plaatselijken invloed van kommen en inpolderingen kan het echter van bijzonder belang zijn.

Indien het riviervak, waarin een stormvloedbergingskom uitmondt, wordt verbreed en verdiept, dan zal hierdoor de hoogte van de door in- en uitstrooming veroorzaakte translatiegolf sterk beïnvloed worden, namelijk afnemen evenredig met $B \times \sqrt{H}$ (formule 3), m.a.w. de door de kom veroorzaakte "kuil" zal vervlakken evenredig met de breedte en met den wortel uit de diepte.

Verruiming van het zeeëinde van een benederrivier, die dus de capaciteit van den toevoyerweg vergroot en de toetreding van den (stormvloed) vergemakkelijkt, heeft in het algemeen getijversterking ten gevolge die zich in het verruimde gedeelte uit in stormvloedversnelling en -verhoging en rivieropwaarts van het verruimde gedeelte hoofdzakelijk in verhoging.

Zowel stormvloedversnelling als verhoging hebben versterking van de instrooming van een kom en dus versterking van zijn "kuil" tengevolge. Versnelling zou meebrengen vermindering van de vulhoogte van de kom, verhoging, vergroting van die hoogte.

Indien een kom uitmondt rivieropwaarts van een verruiming als hier bedoeld, dan zal zijn "kuil" door de verruiming versterkt worden met eenige vergroting van zijn vulhoogte. Indien een kom uitmondt in het verruimde gedeelte, dan zal zijn "kuil" eenzijdig versterkt worden door de versterkte instrooming van de kom, doch anderzijds verzwakt, doordat de door die instrooming veroorzaakte translatiegolf door de rivierverruiming verlaagd wordt.

Een verruiming van het zeeëinde van een benederrivier kan dus nimmer een door een stormvloedbergingskom veroorzaakte "kuil" doen verdwijnen en wanneer zij hem doet vervlakken, dan is dit een gevolg niet van de gemakkelijker toetreding van den vloed, die op zich zelf den "kuil"

zou versterken, maar van de omstandigheid, dat de door de kom veroorzaakte translatiegolf door de verruiming van de rivier ter plaatse van de uitmonding der kom verlaagd wordt.

V. Bezwaren tegen gedeelten der procefs.

In de toegezonden proeve komen gedeelten -hieronder aangehaald- voor, die mij in verband met het bovenstaande niet geheel kunnen bevredigen.

De 2e en 3e alinea van par.2 (blz.3/4)

luiden:

"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 toevloerwegen en met den betrekkelijk korten duur der stormen niet ten volle, doch tot beperkte hoogte wordt gevuld.

"Evenwel al moge het ophoogen of inpolderen van kleine terreinen in dat gebied de stormvloedhoogte ongunstig beïnvloeden, ernstiger is echter het uitdiepen of verruimen van benedenrivieren. Hierdoor komt meer stormvloedwater in dit "kuilgebied" en bij gelijkblijvend te inunderen oppervlak stijgt het water dus hoger."

1e en 2e alinea van par.5 (blz.8):

"Indien, hetzij in de H.W.hoogten, hetzij in de stormvloedhoogten "kuilen" aanwezig zijn in den zin als in par.2 werd besproken, hebben rivierverbeteringen meestal het gevolg, dat de H.W.standen en de S.V.standen in deze kuilgebieden hoger worden, n.l. doordat de vloed gemakkelijker kan toetreden dan voorheen. Indien geen "kuilen" aanwezig zijn, hebben rivierverbeteringen daarentegen weinig of geen en soms zelfs een verlagenden invloed op de hoogten der H.W. en S.V.standen.

"Inpolderingen in "kuilgebieden" hebben als regel een verhooging van de S.V.standen ten gevolge. Inpolderingen op plaatsen waar geen "kuil" voorkomt, behoeven geen S.V.verhoogingen tot gevolg te hebben en kunnen zelfs verlagening veroorzaken."

In verband met den hierboven uiteengezeten aard der verschijnselen en hun invloed op S.V.standen, komen mij de hier aangehaalde gedeelten principieel niet juist voor. Zij maken den indruk te berusten op een beschouwingwijze van wat bij een stormvloed op de benedenrivieren geschiedt, die mij niet aannemelijk schijnt.

In par.15 (1e alinea van blz.27) komt voor:

"In het algemeen zijn deze bedragen vrij groot, hetgeen geweten moet worden aan de "kuil",

"welke zich thans nog in het gebied der beneden-
"rivieren bevindt en door de genoemde werken zal
"verdwijnen. Is deze "kuil" verdwenen, dan zijn
"er in ons land geen andere meer en kunnen de werken
"welke nog gemaakt zouden kunnen worden slechts be-
"trekkelijk geringe S.V.verhoogingen te weeg brengen

Het is mij niet duidelijk wat hier met de "kuil" be-
doeld is; mocht er de "Biesboschkuil" mee bedoeld zijn,
dan moge ik opmerken, dat aan de verdwijning van deze
kuil, naar het mij wil voorkomen, de afdamming van de
Erielsche Maas, de verbetering van den Waterweg en diens
mond en de uitvoering van het Vijf-eilandenplan niet zul-
len kunnen bijdragen.

Met de uitspraak aan het slot kan ik ook niet ten
volle instemmen. Is de veronderstelling juist, dat alle
door bergingskommen veroorzaakte "kuilen" van eenige be-
teekenis niet door andere factoren verdoezeld of gema-
keerd zouden kunnen zijn, dan is het ook juist, dat als
er geen "kuilen" meer zijn, er ook geen bergingskommen
meer zijn, door wier inpoldering stormvloedden zouden kun-
nen worden verhoogd. Dat echter - omdat er geen "kuilen"
meer zijn- ook andere waterstaatswerken, die niet inpol-
dering van bergingskommen zijn, geen beteekende S.V.
verhoogingen zouden geven, schijnt mij, zonder nader be-
wijs, niet aannemelijk. Voor verruiming van zeeëinden
van benedenrivieren schijnt het mij in beginsel niet
juist.

VI. Verskil in invloed van inpolderingen; Biesbosch.

Zoals onder III is vermeld, zou een afsluiting als
die van den Hollandschen IJssel bij zijn mond slechts
zeer geringe S.V.verhoogingen op de Nieuwe Maas/Water-
weg veroorzaken, n.l. -zonder de secundaire invloeden te
rekenen- tot slechts enkele om's bij de afsluiting en
-tot een betrekkelijk maximum, dat in elk geval beneden
1 dm zou liggen- rivierafwaarts. Toch betreft het hier
een in verhouding tot de capaciteit van de Nieuwe Maas
lang niet onbeduidende kom.

Als oorzaken van dezen geringen invloed kan men
-naar het voorkomt- twee factoren onderscheiden, n.l.
1o. de geringe hoogte van de translatiegolf en
2o. de gunstige phase van deze golf ten opzichte
van die van het getij.

De maximale hoogte van de translatiegolf is hier
-zonder secundaire invloeden te rekenen- globaal becij-
ferd op slechts 8 à 9 cm, terwijl als gevolg van de
phase slechts 1/3 gedeelte hiervan als S.V.topverhoging
bij de afsluiting zou optreden.

Dat de hoogte van de translatiegolf zoo gering uit-
valt, is gereedelijk te verklaren uit de omstandigheid,
dat de Hollandsche IJssel bij een stormvloed zeer ge-
leidelijk en langzaam wordt gevuld. Bij den behandelden
stormvloed duurde de vulling wellicht 6 à 7 uren, waar-
door dus de gemiddelde instrooming -en ook de maximale,

die ongeveer 50% grooter was- betrekkelijk gering bleven. Een dergelijke zeer langzame vulling geeft uiteraard op de rivier wel is waar langdurige, doch slechts zeer geringe waterstandverhoogingen.

De fase van de translatiegolf was bij haar oorsprong ook betrekkelijk gunstig, d.w.z. dat de kentering van vloed- op ebstroom ter plaatse van de afsluiting slechts korten tijd na H.W. ter plaatse viel. Bij een van de rivier af korte kom schijnt deze gunstige fase vanzelfsprekend. De open Hollandse IJssel is echter 24 km lang; dat hier toch bedoelde kentering kort na H.W. valt, is toe te schrijven aan de terugkaatsing van de getijgolf tegen de bedbegrenzingsen. Die terugkaatsing, ofschoon wel varieërend, treedt echter in den regel op, zoodat men een betrekkelijk gunstige fase bij niet al te uitgestrekte en niet al te bijzonder gevormde kommen naar het voorkomt wel als regel mag verwachten.

Het behoeft dan ook in het geheel geen verwondering te wekken, dat berekening heeft uitgewezen, dat ook inpoldering van het Verdronken Land van Saafingen geen of slechts geringe S.V.verhoogingen op de Wester Schelde zou veroorzaken. Ook hier zou het naar het voorkomt een gebied betreffen, dat zeer langzaam en geleidelijk bij stormvloed wordt gevuld. Het hier in te polderen gebied is wel veel grooter dan de Hollandse IJssel, maar ook de Wester Schelde is veel machtiger -in het bijzonder breedor- dan de Nieuwe Maas bij Krimpen. Ook de fase van het bij Saafingen instroomend getij zal door terugkaatsingen wel vrij gunstig zijn.

Ook zouden afsluiting van de Braakman en die van het Sloo bij hunne monden -naar ik verwacht- geen beteekenende S.V.verhoogingen op de Wester Schelde veroorzaken en wel om dezelfde redenen: zich bij stormvloed langzaam vullende kommen, waarin door terugkaatsing bovendien een voldoende gunstige fase voor het instroomend getij te verwachten schijnt.

Naar ik mij herinner, is destijds ook een berekening gemaakt van den invloed, die een afsluiting van de oostelijke kom van de Ooster Schelde (ten O. van ongeveer de lijn Gorishoek-Wemeldinge) zou hebben. De berekening gaf slechts zeer geringe S.V.verhoogingen; ook hier weer ongeveer hetzelfde geval als de boven vermelde.

Indien de vermelde gebieden bij afsluiting slechts geringe S.V.verhoogingen veroorzaken, dan volgt hieruit, dat zij door hun bestaan ook slechts geringe "kuilen" in de S.V lijnen verwekken.

Principieel juist schijnt dus ook de stelling, dat -indien een aan de benedenrivier gelegen gebied geen beteekenende "kuil" in de S.V.lijnen veroorzaakt- dan eventuele inpoldering van dit gebied ook geen beteekenende S.V.verhoogingen ten gevolge zal hebben en -indien het gebied wel een beteekenende "kuil" veroorzaakt- dan de inpoldering wel beteekenende S.V.verhoogingen ten gevolge zou hebben. Hoewel in beginsel juist, schijnt toch bij toepassing in de praktijk een zekere voorzichtigheid geboden, omdat niet *à priori* schijnt vast te staan, dat een eventueel door een gebied veroorzaakte "kuil" niet zoodanigen vorm zou kunnen hebben, dat hij aan de waarneming zou ontsnappen en dat hij ook niet

door andere invloeden zou kunnen zijn verdoezeld of gemaskeerd; het schijnt dus niet a priori uitgesloten, dat de "kuil" en ook het verband tusschen den kuil en zijn verwekker niet altijd duidelijk aan den dag treden. Aan de verwekking van een "kuil" zouden trouwens ook meer dan één factor kunnen meewerken, waardoor elks aandeel in den "kuil" zou kunnen zijn verdoezeld. In dit verband zij verwezen naar den zoogenaamden "Biesboschkuil", die een gevolg schijnt te zijn niet alleen van den Biesbosch, maar ook eenigermate van den geringen bovenwatertoevoer naar den Amer, terwijl ook de stormvloedbergingsgebieden van Donge en Oude Maasje er een rol bij kunnen spelen.

Zeker veroorzaakt de Brabantsche Biesbosch een belangrijk deel van den kuil, dat zal verdwijnen bij indijking van dien Biesbosch, doch dit betekent naar mijne meening nog niet, dat ook elk onderdeel van dit gebied zou bijdragen tot de *kuilvorming*.

In dit verband rijst van zelf de vraag, wat de reden is dat de Biesbosch een zeer beteekenende "kuil" verwekt en de bovengenoemde gebieden (Hollandsche IJssel, enz.) dit niet doen. De oorzaak van de kuilverwekking kan niet anders zijn dan een zeer krachtige stroom, die omstreeks H.W. nog den Biesbosch binnentrekt. Deze kan naar het voorkomt niet veroorzaakt zijn door het ruim 1/30 gedeelte van den Biesbosch, dat uit onbekend land en water bestaat en dat bij stormvloed zeer geleidelijk pleegt te worden gevuld, ook terugkaatsingen biedt en dus op zich zelf -evenals de eerder vermelde gebieden- geen noemenswaardigen kuil zou veroorzaken. Ook de polders, die niet onderloopen, kunnen die zeer krachtige instrooming niet veroorzaken, die dus het gevolg moet zijn van het door het overloopen -ook wel eens doorbreken- van kaden snel inundeeren van een deel der polders.

Het effect van dit inundeeren is tweeledig: de maximale instroomingssterkte is veel grooter dan bij het geleidelijk onderloopen van een onbekend terrein en dit maximum wordt veel dichter bij het tijdstip van H.W. geschoven. Het groote effect van een hooge bekleding moge uit onderstaand voorbeeld blijken.

Een Biesboschpolder -groot ongeveer 150 ha- bleek bij een tamelijk constante overloophoogte van 2 dm in 1 a 1½ uur te worden gevuld; dit wijst op een overstortende kadelengte van ong. 2250m. Het verloop van het inloopen van een dergelijken polder eenigen tijd vóór H.W. is aldus, dat de overloophoogte met het stijgende water toeneemt tot een maximum, dat veelal op 3 dm of iets daarboven ligt. Bij 3 dm overloophoogte is de afvoer van een volkomen overlaat per m' lengte ($Q = 2/3 \mu h \sqrt{2gh}$) ongeveer 26.5 m³/minuut ($\mu = 0.90$). De maximale instrooming van dezen polder wordt dus ongeveer $2250 \times 26.5 = 59500$ m³/minuut

We stellen de S.V. hoogte op 3.20 + H.A.P.
de kadehoogte " 2.80 + " en de
maaielhoogte " 1.20 + "

Ward dit terrein onbekend, dan zou het in bijv. 6 uren vollopen tot 3.10 +, waaruit:

gemiddelde instroomingssterkte $\frac{1.500.000 \times (3.10 - 1.20)}{760} =$

7900 m³/minuut en maximale instroomingssterkte 11850 m³/min, zoodat de verhouding van maximale instrooming bij hooge

bekading tot die bij onbekend zijn, staat als 5 tot 1. Evenwel kan deze verhouding nog grooter zijn; bij den S.V. van 1916 was de hoogste waterstand te Dongemond 3.14 + en het voorafgaand L.W. slechts 1.10 m lager. Bij dit verschil tusschen S.V. en voorafgaand L.W. zou het terrein, indien onbekend, bij het voorafgaand L.W. reeds ondergevoerd zijn tot 0.90 m boven het maaiveld en toch zou de inlooptijd wel ongeveer 6 uren hebben bedragen, gevende:

de gemiddelde instroomingssterkte $\frac{1.500.000 \times (3.10 - 2.10)}{360} = 4170$ m³/minuut en de maximum instroomingssterkte ongeveer 6250 m³/minuut, een verhouding maxima bekend: onbekend van 9.5 op 1.

Het maximum ligt bij onbekend terrein echter zeer beteekenend vóór H.W., zoodat de instrooming op H.W. slechts een fractie van de maximale zou zijn: bij den Hollandschen IJssel was deze fractie ongeveer $\frac{1}{3}$. Zou men dit ook voor een onbekend terrein in den Biesbosch nemen, dan zou de verhouding tusschen de stroomsterkten dicht bij het tijdstip van H.W. bekend: onbekend dus kunnen bedragen van 15 tot dichtbij 30 op 1!

Het komt mij dan ook niet twijfelachtig voor, dat de zoo opvallende zoogenaamde Biesboschkuil, voor zoveel hij door den Biesbosch wordt verwekt, is toe te schrijven aan de aanwezigheid in dat gebied van zeer hoge kaden, die op een voor verwekking van den kuil gunstig tijdstip overloopen.

Is deze zienswijze juist, dan zou -indien men alle kaden van den Biesbosch zou slechten- de kuil, voor zoveel hij het gevolg van den Biesbosch is, vrijwel verdwijnen; de Biesbosch zou dan belangrijk meer stormvloedwater nemen (aangezien alle terreinen zouden onderloopen en de vulling van het gebied tot grootere hoogte zou geschieden) zonder dat de capaciteit der toevoergeulen zou zijn vergroot. Aan te geringe capaciteit der toevoergeulen mag de kuil derhalve -naar het voorkomt- niet worden toegeschreven.

Om de werking van den Biesbosch nog iets nader toe te lichten heb ik bijlage 2 doen vervaardigen. Op deze bijlage zijn de volgende lijnen aangegeven:

1e. ten O. van den Amermond (O) de lijnen in zwart A - F; dit zijn approximatieflijnen van gelijktijdig S.V.H.W. met onderlinge tijdverschillen van $\frac{1}{2}$ uur. Om op S.V.H.W. te Lage Zwaluwe merkbaar te zijn, zou een invloed (bijv. door het inloopen van een polder) in de lijn A moeten ontstaan 1 uur en in de lijn B 2 uur vóór S.V.H.W. ter plaatse. Daarom is bij A - F tusschen haakjes 1 h - 6 h geplaatst;

2e. ten W. van den Amermond (Lage Zwaluwe) de lijnen 1 h - 6 h; dit zijn geen lijnen van gelijktijdig S.V.H.W. Indien op een punt P S.V.H.W. t₁ uren valt vóór S.V.H.W. te Lage Zwaluwe en een invloed van Lage Zwaluwe af zich naar dit punt voortplant in t₂ uren, dan is dus t₁+t₂ uren de tijd, die een van Lage Zwaluwe op S.V.H.W. vertrokken invloed, op bedoeld punt P aankomt ná S.V.H.W. ter plaatse, voor t₁+t₂= 1h, 2h, enz. zijn approximatief de lijnen getrokken.

Op het approximatieve van de getrokken lijnen behoort nauwelijks te worden gewezen; vooral in den Biesbosch is de waarneming van den top dikwijls heel onzeker, terwijl het tijdstip bovendien door nabije inundaties sterk beïnvloed kan zijn. De lijnen komen in den Biesbosch overeen met een voortplantings snelheid van ongeveer 8 à 9 km per uur.

Een invloed, ontstaan op S.V.H.W. der plaatse op een punt van de lijn D(4h) - zou bijv. Schiedam (bij de lijn 3h) pas bereiken 7 uren na S.V.H.W. op deze plaats; om S.V.H.W. bij Schiedam te kunnen beïnvloeden zou een invloed in de lijn D dus moeten zijn ontstaan 7 uur vóór H.W. ter plaatse. Aangezien 7 à 8 of -c.q.- meer uren vóór S.V.H.W. in de betrokken punten van den Biesbosch ebstroom heerscht, hebben de gebieden achter in den Biesbosch (en evenzoo gebieden van Donge en Oude Maasje) principieel een verhoogenden invloed op de S.V.standen op de benedeneinden der noordelijke benedenrivieren. Practisch is dit niet merkbaar en van geen beteekenis, omdat die ebstroom zelf van weinig beteekenis is en de verzwakkende invloeden op den langen te doorloopen weg zeer groot zijn, terwijl ook invloeden van polders in den Zuidhollandschen- en vóórzan in den Brabantschen Biesbosch het effect te niet doen. Ter wille van het principe is het echter even aangestipt.

De in den Brabantschen Biesbosch ontstane invloeden worden op hun weg naar den Amer -in het bijzonder die achter uit den Biesbosch- zeer verzwakt, vooral door de naar den Amer toe sterke verruiming der Killen. De invloeden, die Lage Zwaluwe passeeren, worden daar beneden reeds dadelijk zeer verzwakt door de verdeeling over Nieuwe Merwede, Zuidhollandsche Biesbosch, Dordtsche Kil en Hollandsch Diep. Op hun verderen weg worden ze door den weerstand gedempt en door vertakkingen en profielverruimingen nog verder verzwakt. Het is dus logisch, dat de Brabantsche Biesbosch slechts een geringen invloed op de Zuidhollandsche stroomen heeft. Die invloed is volgens berekening van Dr. Maesuro nog geen dm bij Dordrecht en Willemstad en verder van Lage Zwaluwe af nog minder.

Deze invloed komt practisch niet uit het achtereinde van den Biesbosch. De onbekade terreinen en wateren aldaar hebben geen beteekenend effect, dat op zijn weg door den Biesbosch bovendien nog weer verzwakt wordt, terwijl de bekaade polders aldaar over het algemeen te laat inloopen om nog effect te kunnen hebben op H.W.standen bewaaten Lage Zwaluwe. Het verlagend effect op de H.W.standen ten W. van deze plaats, voor zooveel verwekt door den Brabantschen Biesbosch, wordt dus practisch veroorzaakt door een vrij beperkt Z.W.doel van dit gebied. Evenzoo schijnen de gebieden van Donge en Oude Maasje -ook bekaad- mij toe practisch geen invloed te hebben op de S.V.standen in de Zuidhollandsche stroomen.

De invloed van den Brabantschen Biesbosch, enz. op de waterstanden van Amer, Bergsche Maas, enz. is grooter. Ter verduidelijking van dezen invloed zijn op bijlage 2 in den Brabantschen Biesbosch roode lijnen $\frac{1}{2}h$ tot $2\frac{1}{2}h$ getrokken. Een invloed op S.V.H.W. op deze lijnen ontstaan

bereikt den Amer en met het getij mee- alle daarboven gelegen plaatsen approximatief $\frac{1}{2}$ uur, tot $2\frac{1}{2}$ uren na H.W. op de plaats van aankomst. (Het eilandje lh ten Z. van de Reugt speelt geen rol; bij nauwkeuriger bepaling der lijnen zou het misschien grooter uitvallen of ook wel kunnen verdwijnen).

Ook hier geldt weer, dat invloeden, ontstaan "achter in" den Biesbosch zeer verzwakt zijn voordat zij den Amer bereiken. Het geleidelijk inloopen van onbekade terreinen is weer praktisch van geen beteekenis; ook het eerste overloopen van polderkaden met geringen overloophoogte -bijv. tot 1 dm- is van weinig beteekenis; beteekenend wordt zij pas bij grotere overloophoogten. Om werkelijken invloed te hebben op S.V.H.W. op den Amer en daarboven moeten polders dus nog beteekenend vroeger inloopen dan de roode cijfers aangeven; naar schatting moet dit achter in den Biesbosch wel één uur of meer zijn. Over 't algemeen zijn de kaden hier in verhouding tot de S.V.standen zoo hoog, dat het inloopen hier later begint en er dus geen invloed van op S.V.standen op den Amer en daarboven is te verwachten.

Neeft men den getijafstand van den Dongemond tot de lijn C op 10 minuten en die van Keizersveer tot de lijn D op 25 minuten, dan zal een invloed, die in het Dongegebied op S.V.H.W. ter plaatse ontstaat in de lijnen C, D, E en F, den Dongemond en alle erboven gelegen plaatsen bereiken op respectievelijk 20 min., 1h20, 2h20 en 3h20 na S.V.H.W. ter plaatse; evenzoo zal een invloed, die in het gebied van het Oude Maasje op S.V.H.W. ter plaatse ontstaat in de lijnen D, E en F, Keizersveer en alle erboven gelegen plaatsen bereiken respectievelijk 50 min., 1h50, 2h50 na S.V.H.W. ter plaatse.

Naar ik veronderstel zullen de kaden achter in de gebieden van Donge en Oude Maasje ook wel zoodanige hoogte ten opzichte van de S.V.standen hebben, dat het overloopen daarvan in het algemeen wel te laat zal geschieden om in verband ook met de demping beteekenenden invloed op de S.V.standen op Amer en Bergsche Maas te kunnen uitoefenen. In den tijd toen ik ter plaatse verbleef, waren in het stormvloedseizoen trouwens vele dezer polders in geïnundeerden toestand en hadden bij een bepaalden S.V. dus alleen reeds hierom praktisch geen invloed.

Voor zooveel den Brabantschen Biesbosch betreft, kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

Niet alle deelen hiervan werken praktisch mee aan het verwekken van een beteekenenden "kuil" in de S.V lijnen. De onbekade terreinen en wateren spelen daarbij geen rol van beteekenis, zoodat die verwekking in hoofdzaak moet worden toegeschreven aan het overloopen van kaden.

Vele "achter in" den Biesbosch gelegen polders zijn voor die verwekking ook praktisch van geen beteekenis, omdat zij te laat inloopen.

VII. De motiveering van een Koninklijk Besluit.

Betreffende deze motiveering luidt de laatste zin van par.2 (blz.3):

"Hoewel er uiteraard een krachtigen aandrang "bestaat deze terreinen" (dit zijn alle voor inpoldering in aanmerking gebrachte terreinen) "ter verhooging van de opbrengst in te polderen, was "het noodig dit in den laatsten tijd voor het ge- "ried ten Costen van de lijn Dordrecht-Moerdijk- "brug te beperken (zie Kon.Besluit van 10 Juni "1938, Stbl.566), omdat inpoldering of watervrije "ophooging in het algemeen den stormvloedstand in "het hierboven aangegeven gebied" (bedoeld schijnt het gebied der benedenrivieren) "zou verhoogen".

Mij is niet bekend welke motieven geleid hebben tot de ~~in~~ motiveering van het genoemde Koninklijk Besluit, terzijde gelaten of aanhaling dezer motiveering noodig is, komt het mij voor, dat de vermelding, zooda zij is geschied, ten onrechte den indruk wekt alsof elke of bijna elke inpoldering of watervrije verhooging ten Costen van genoemde lijn het bedoelde effect zou hebben, terwijl mij ook niet juist schijnt, dat gesproken wordt van "den stormvloedstand", waar toch maar een deel der S.V.standen in het bedoelde gebied zou worden verhoogd.

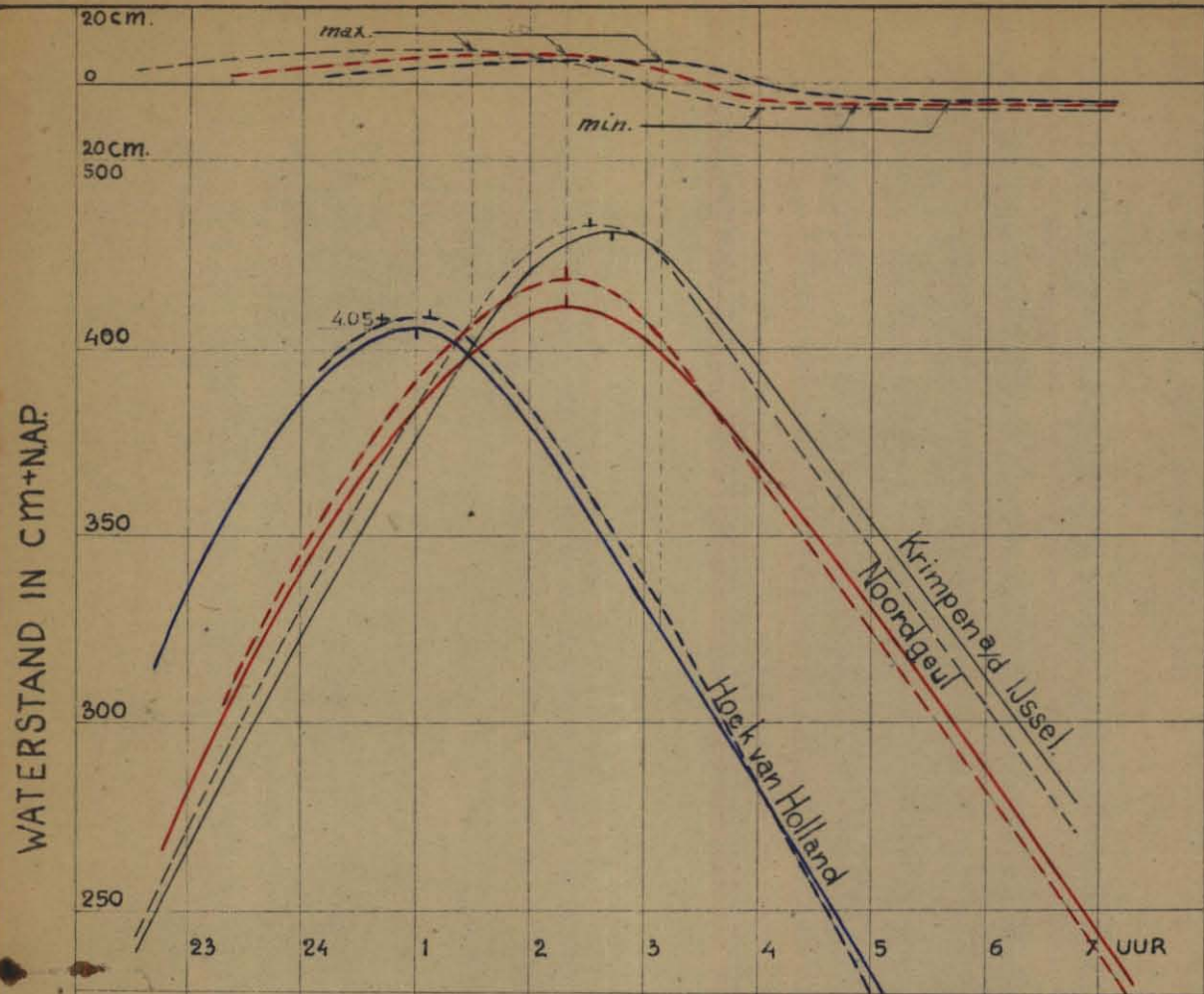
VT.-

ARNHEM 14 Juli 1944

Het Lid de

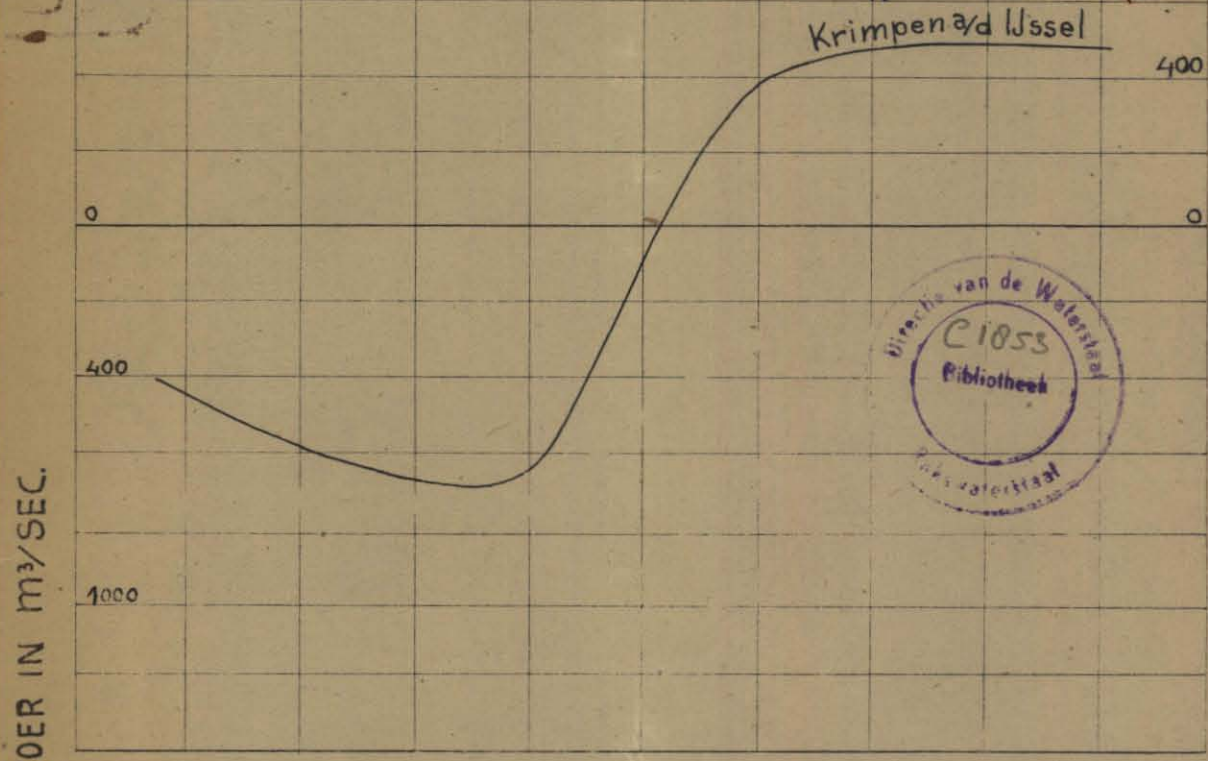
Stormvloed Commissie

(get.) J.P.Schönfeld



TRANSLATIE
GOLF

GETIJ-
LIJNEN



AFVOER-
KROMME
IJSEL



RIJKSWATERSTAAT	dir. Bovenrivieren afd. Studiedienst	0	1944 / 8
S.V. COMMISSIE			
Primaire translatie golf bij afsluit. Holl. IJssel en max. stormvloed			Bijlage 1
Schaal	hor 15 cm = 1 h. vert 1 cm = 20 cm.	Get: <i>S.P.</i> Gez:	Reg N ^o teek. Z 286 T 4

RAND/N-1500/18-NETH