

DE INVLOED VAN EEN NIET-STORMVLOEDVRIJE
RINGDIJK OM DE BIESBOSCH OP DE
STORMVLOEDSTANDEN IN DE OMGEVING

door
Ir J.P.Mazure
1938

~~STUDIEDIENST~~
~~DIRECTIE BENEDENRIVIEREN~~
~~RIJKSWATERSTAAT~~



C1605

D. No. 3509 van 9 Juni 1938

Verbetering waterstaatkundigen
toestand N.W. Noord-Brabant.

Bijlagen: 1

's-GRAVENHAGE, 8 Juni 1938.

Ten vervolge op mijn brief van 1 October 1937 en in aansluiting aan het besprokene op de vergadering van 5 November 1936 heb ik de eer U.H.E.G. hierbij in tweevoud te doen toekomen de nota van den Waterloopkundigen dienst der Zuiderzeewerken van de hand van Dr. J.P. Mazure van Maart/ 2 Juni 1938.

Overeenkomstig het slot van het schrijven van 17/15 Februari 1938, No. ⁹⁷⁵/₆₁₀ van U en Uwen ambtgenoot ^{de} ~~van~~ Bovenrivieren moge ik U verzoeken mij thans een definitief ontwerp met raming van kosten te doen toekomen voor de werken, welke in Uwen dienst zullen moeten worden uitgevoerd voor en in verband met de stormvloedvrije afsluiting van Donge en Oude Maasje en de volledige omkading van den Biesbosch bezuiden de Merweden met overlaat en behoud van de polderkaden op hunne tegenwoordige hoogte voor de twee gevallen:

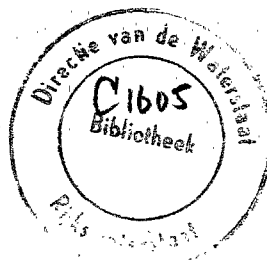
- a. bij opheffing van de stormvloedberging in het gebied van het Gat van den Ham, en
- b. bij handhaving van deze berging.

Ik moge U beleefd verzoeken deze ontwerpen op te maken in overleg met den Hoofdingenieur van den Provincialen waterstaat in Noord-Brabant.

AAN

den Heer Hoofdingenieur-Directeur
van den Rijkswaterstaat
in de directie Noord-Brabant
te

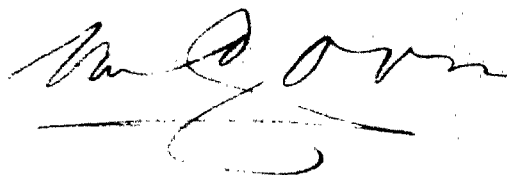
's-HERTOGENBOSCH.



- Mocht -

Mocht de kennisneming van de Nota van Dr. Mazure U
aanleiding geven tot opmerkingen, dan houd ik mij voor de
mededeeling daarvan aanbevolen.

De Inspecteur-Generaal van den
Rijkswaterstaat b.d.



3509

Breda

lehoud

9 Juni 1938



Rel D/3509 van 1938

DE INVLOED VAN EEN NIET-STORMVLOEDVRIJEN RINGDIJK OM DEN BIESBOSCH OP DE STORMVLOEDSTANDEN IN DE OMGEVING.

Inleiding.

In het onderstaande zijn enkele waterloopkundige berekeningen beschreven, welke een uitbreiding vormen van die, behandeld in het in Augustus 1936 door mij uitgebrachte rapport "De invloed van het watervrij maken van Bergsche Veld, Donge en Oude Maasje op de stormvloedstanden in de omgeving". In genoemde (in het vervolg als "rapport 1936" aan te duiden) studie werd berekend, welke stormvloedverhoogingen zouden optreden, indien de aangegeven gebieden door stormvloedvrije afsluitdijken van den Amer zouden worden gescheiden. De sterke vermindering van de vloedkom en het verdwijnen van de tegen het hoogtepunt van den stormvloed optredende wateraftapping door het inloopen van polders zouden in dat geval een aanzienlijke verhoging van de stormvloedstanden meebrengen, waarvan ernstige bezwaren worden gevreesd.

Ter vermindering van deze bezwaren met behoud van de belangrijkste voordeelen van het genoemde plan is sindsdien een nieuw denkbeeld naar voren gekomen. Hierbij wordt de stormvloedvrije afsluiting van Donge en Oude Maasje gehandhaafd, doch de ringdijken om het Bergsche Veld en om het gebied van het Gat van den Ham bezuiden den Amer worden met de kruin zoo laag gelegd, dat zij bij zware stormvloeden als overlaten gaan werken. De in dat geval optredende aftapping van water uit den Amer zal plaats vinden tegen het hoogtepunt van den stormvloed, waardoor de verlagende invloed ervan groot is. Daar bij het begin van

overloopen de waterstanden achter de dijken nog ^{vrij} laag zullen zijn, zal het overstortende water in hoofdzaak in en op de geulen, platen en grienden worden geborgen en zal inundatie van omkade polders slechts in beperkte mate optreden.

Door ir. J. Mulder zijn enkele becijferingen betreffende dit plan verricht, welke wijzen op de juistheid van den waterloopkundigen opzet ervan. Deze becijferingen berusten echter op een zeer sterk geschematiseerd beeld van de werkelijkheid (o.a. wordt de geheele overlaat in één punt geconcentreerd gedacht), terwijl met den invloed van het niet-stationnaire karakter der waterbeweging slechts schattenderwijs wordt rekening gehouden. Ten behoeve van onderhandelingen met derden en voor een definitief plan is een uitvoeriger berekening volgens een meer gedetailleerd schema gewenscht. Deze wordt in dit rapport beschreven. Hierbij is uiteraard uitsluitend de waterloopkundige zijde van het nieuwe plan beschouwd, terwijl ter zijde wordt gelaten de vraag of dit op economische en sociaal-geografische gronden voor uitvoering kan worden aanbevolen.

Aangehouden plan.

Het bij de berekening aangehouden project berust op de beschrijving ervan, gegeven door ir. J. Mulder. Intusschen mocht het mij niet gelukken, plaats te vinden voor de door hem genoemde overlaatlengte van 6800 m, doch was 6600 m het maximum, waartoe ik kon geraken.¹⁾ Deze lengte heb ik als volgt verdeeld ge-

1). Volgens het schrijven van de arrondissements-ingenieurs ir. N. van Spanje en ir. A.F. Spruyt van 3 Februari 1938, nos. 212/377 zou de beschikbare lengte inderdaad kleiner zijn.

gedacht:

benoorden den Amer:

a).	tusschen Hoogen Hof en Vischplaat	1050 m
b).	" Vischplaat en Elft	350 "
c).	" Annapolder en Moken Holleke	200 "
d).	" Rietgijster en Fortuin	3800 "
e).	" Allards- en Snijderspolder	100 "
f).	" Snijderspolder en Volharding	50 "
g).	" Volharding en Polder van den Steen	50 "
		<hr/> 5600 m

bezuiden den Amer:

h).	tusschen Harmonie en Volharding	100 m
i).	" Volharding en Bal	300 "
j).	" Koekoek en Drimmelen	600 "
		<hr/> 1000 m

Totaal dus 6600 m.

Voor de kruin van de overlaatdijken is, eveneens in overeenstemming met ir. Mulder, aangehouden het peil van + 2,75 m. Bij hogere ligging zou al spoedig de aftapping te gering worden; bij lagere ligging zouden bij zware stormen de binnengelegen gebieden te hoog worden gevuld, waardoor gevaar voor de polderkaden zou ontstaan.

Toegepaste rekenmethode.

Een belangrijk onderscheid tusschen het thans voorliggende probleem en de berekening van de beide toestanden, welke in het rapport 1936 als toestand I en II worden aangeduid (resp. zonder - en met volkomen afsluiting van het Bergsche Veld c.a.)

wordt gevormd door het feit, dat in dit, als toestand III aan te duiden geval bij het overschrijden van het peil van + 2,75 m, de waterbeweging een uitgesproken discontinuïteit vertoont. Bij toestand I treden weliswaar ook discontinuïteiten op bij het doorbreken of overloopen van polderkaden, doch wegens de groote verscheidenheid in de hoogteligging van deze kaden heeft de totale invloed van de polders toch een vloeiend verloop.

De uit den overlaat voortvloeiende discontinuïteit is oorzaak, dat de in het rapport 1936 toegepaste methode, waarbij waterhoogten en stroomen werden weergegeven door exponentiële functies met complexe exponent, nu niet goed bruikbaar is, daarende deze vloeiende functies het gebroken karakter van de thans optredende waterstandskrommen niet voldoende nauwkeurig weergeven. Voor den Amer moest daarom van een gesloten integratie van de bewegingsvergelijkingen worden afgezien. Het is dan noodzakelijk, teneinde het verloop van de verschijnselen weer te geven, den tijd in perioden te verdeelen, waarbij men of de toestanden op de grenstijdstippen der perioden of den gemiddelden toestand in elke periode kan berekenen. De laatste weg is hier gekozen.

Bij de vervorming van den werkelijken toestand tot een voor berekening geschikt schema diende de hoofdaandacht te worden besteed aan de, den toestand beheerschende aftapping over de overlaten. De onregelmatige verdeeling ervan leidde ertoe om deze niet gelijkmatig verdeeld aan te nemen, doch geconcentreerd te denken in enkele punten. Om aansluiting te verkrijgen bij de in bijlage 1 van het rapport 1936 uitgevoerde berekening zijn voor deze punten gekozen: Anna Jacomina; de verbindingslijn Elft, Bol, Drimmelen en Dongezond. De hierboven onder a), h) en i) genoemde dijkvakken, totaal 1450 m, zijn gedacht te Anna Jaco-

mina; terwijl b) en c), totaal 550 m, te Elft, Bol zijn ondersteld. Te Drimmelen zijn gerekend 2800 m van het vak d, benevens vak j, totaal 3100 m, terwijl de rest (1200 m) het aandeel van Dongemond vormt.

De wateraftapping over de overlaten heeft een veel belangrijker invloed op de stroomverdeeling dan de waterberging in de rivier en nu eerstgenoemde onttrekking in enkele punten geconcentreerd is ondersteld, heeft het weinig zin, de berging als regelmatig langs elk vak verdeeld te denken. Daarom is de waterberging van elk vak in de beide uiteinden geconcentreerd gedacht, waardoor de stroom in elk vak over de lengte constant blijft. Dit is een vereenvoudiging van de berekening, welke, mits de vakken voldoende klein zijn, aan de nauwkeurigheid weinig afbreuk doet.

Is aldus de berekening van den Amer door een verdeling in perioden en vrij kleine vakken aangewezen, zoo rijst daarna de vraag, op welke wijze de overige, van belang zijnde gebieden, welke in het rapport 1936 zijn onderscheiden als Bergsche Maas, zijtakken en zeearmen, zijn aan te pakken. Verdient het de voorkeur, hiervoor aan te sluiten bij de voor den Amer toegepaste rekenwijze, dan wel is dezelfde weg als in het rapport 1936 werd bewandeld hiervoor aangewezen.

Voor zijtakken en zeearmen, met hun vele vertakkingspunten zou de numerieke integratie tot onoverkomelijk veel werk leiden. Hiervoor is daarom op dezelfde wijze gehandeld als in het rapport 1936. De waterstand te Anna Jacomina voor toestand III is eerst aangenomen; daaruit is de stroom op den Amer berekend en, na stylering van de verhooging t.o.v. den voorgekomen toestand I,

ook de verandering van den stroom op de zijtakken. Daaruit was af te leiden de stroom in het Hollandsch Diep bij toestand III. De berekening van de zeearmen met deze stroom (gestyleerd) als randvoorwaarde leidt tot een gestyleerde waterstandskromme in Anna Jacomina, welke in de maatgevende uren voldoende moet aansluiten bij de uitgangsaanname. Zoo noodig wordt de berekening herhaald met een gewijzigde waterstandskromme als uitgangspunt.

Anders staat het t. a. v. de Bergsche Maas. Deze vormt in hoofdzaak een eenvoudige verlenging van den Amer en het is eenvoudiger, de periodenrekening hierover door te zetten dan te Keizersveer voor een goede aansluiting tusschen twee berekeningen van verschillend karakter te zorgen. Te eer is dit het geval, daar details in den toestand van de rivier boven Keizersveer slechts geringen invloed uitoefenen op de waterstanden te Anna Jacomina en benedenwaarts, welke voor dit probleem in hoofdzaak van belang zijn. Daarom kan boven Keizersveer met groote vaklengten worden gewerkt, terwijl het niet noodzakelijk is, de riviertakken boven Heesbeen als zoodanig in de berekening in te voeren. Uit de voor dit gebied uitgevoerde berekeningen (bijlagen 2 en 5 van het rapport 1936) is af te leiden, dat met goede benadering de volgende regel geldt:

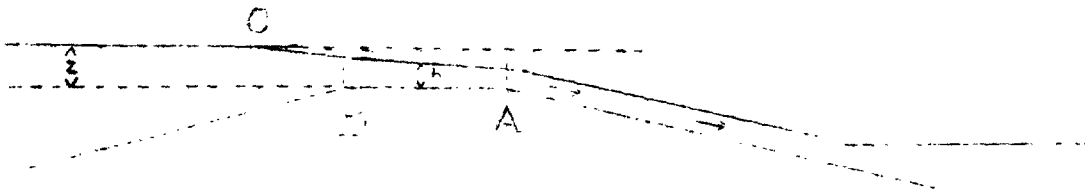
stroom te Heesbeen (beneden het Heusdensch kanaal) in $m^3 = 860 - 30 \times$ de rijzing van den waterstand te Heesbeen gedurende het voorafgaande uur in cm.

Daar bij het thans onderzochte geval de verschijnselen te Heesbeen inliggen tusschen die volgens de bijlagen 2 en 5 van het rapport 1936 zal deze regel ook thans een goede benadering vormen. Het aanvaarden van den regel als exact beteekent een belangrijke vereenvoudiging van de berekening, waardoor afwijkin-

gen van de werkelijkheid kunnen ontstaan, welke te Heesbeen reeds klein zijn, doch die op de verschijnselen in den Amer zonder eenigen practischen invloed zijn.

Strooming over de overlaten.

De dijken zullen steeds werken als volkomen overlaten, zoodat de afvoer per m' dijk uitsluitend een functie is van den waterstand in den Amer. Stijgt deze z cm boven de dijkskruin, dan zal ten gevolge van de wrijving op de kruin en het buitentalud ter plaatse A de hoogte van de energielijn bedragen z - w, waar-



bij dus w het wrijvingsverlies voorstelt.

In A treedt maximumafvoer op, dus $q = \frac{2}{3} \sqrt{2/3g} \times (z - w)^{3/2}$
 of: $z - w = 0,70 q^{2/3}$.

Het wrijvingsverlies w bedraagt op de kruin: $\int_0^b \frac{q^2}{C^2 h^3} db$,
 terwijl ook op het buitentalud nog eenig verlies zal optreden. Het wrijvingsverlies heeft het karakter van een vrij kleine correctie op de overlaatformule, zoodat de becijfering ervan globaal kan geschieden.

Gerekend is, dat, indien h constant wordt aangenomen en wel gelijk aan de bij A optredende waarde, de wrijving in rekening moet worden gebracht over een lengte, gelijk aan $1\frac{1}{2}$ x de kruinsbreedte, dus b.v. 3 m. Voor C is, volgens Manning, de waarde $\frac{6}{38\sqrt{h}}$ gebruikt. Men komt dan tot:

$$w = \frac{q^2 \times 3}{1440 \times (2/3 \times 0,70 q^{2/3})^{10/3}} \quad \text{of:}$$

$$z = 0,70 q^{2/3} + \frac{q^2}{480 \times (2/3 \times 0,70 q^{2/3})^{10/3}} \cdot$$

Hieruit is af te leiden, dat voor:

$z = 0,19 \text{ m}$	$q = 0,10 \text{ m}^3/\text{m}^1$
$z = 0,47 \text{ m}$	$q = 0,50 \text{ m}^3/\text{m}^1$
$z = 0,73 \text{ m}$	$q = 1,00 \text{ m}^3/\text{m}^1$
$z = 0,92 \text{ m}$	$q = 1,50 \text{ m}^3/\text{m}^1$
$z = 1,11 \text{ m}$	$q = 2,00 \text{ m}^3/\text{m}^1$

Gang der berekening voor Amer - Bergsche Maas.

Deze rivier tusschen Anna Jacomina en Heesbeen, juist bewesten het Heusdensch kanaal, is verdeeld in zes vakken, waarvan de scheidingen liggen in de verbindingslijn Elft, Bol, te Drimmelen, Dongemond, Keizersveer en halverwege Keizersveer en Heesbeen (aangeduid als Ha oort). Elk vak is geschematiseerd tot een prismatisch kanaal van rechthoekige of samengesteld rechthoekige doorsnede, waarvan de afmetingen zijn te vinden in tabel 1. Deze afmetingen zijn zoodanig op te vatten, dat het verhang in elk vak kan worden berekend met de onderstelling, dat de afmetingen over de geheele vaklengte dezelfde zijn en overeenkomen met die, behoorende bij een waterstand, gelijk aan het gemiddelde der waterstanden aan de beide uiteinden van het vak. Een strenge berekening van het verval ten gevolge van den weerstand en de traagheid is voor de samengestelde profielen noodeloos ingewikkeld, doordat de verdeling van den afvoer over de beide, naast elkaar gelegen geulen met de verhouding van weerstands- en traagheidsverval wisselt. Daarom is de stroomverdeling aangehouden zooals deze bij

een permanenten stroom van dezelfde grootte zou optreden. Op dezen grondslag is de berekening van het weerstandsverval voor de hand liggend. Het traagheidsverval echter is hiermede niet te bepalen zonder op tegenstrijdigheden te stuiten. Dit is geen ernstig bezwaar, daar deze tegenstrijdigheden niet van groot belang zijn en het traagheidsverval ondergeschikt is t.o.v. het weerstandsverval. De beste wijze van doen is, te onderstellen, dat de stroomverandering zich op dezelfde wijze over de beide geulen verdeelt als de stroom zelve en den in dat geval in de hoofdgeul optredenden traagheidsinvloed aan te houden.

Op grafiek 1 is voor de zes vakken aangegeven het weerstandsverval bij een stroom van 1000 m³/sec en het traagheidsverval bij een stroomverandering met 1000 m³/sec per uur, beide als functie van den gemiddelden waterstand in het vak. Ter illustratie van de samenstelling van deze grafiek volgen hieronder twee van de er voor uitgevoerde berekeningen, n.l. voor de vakken Elft, Bol - Drimmelen en Keizersveer - Hagoort, beide bij een gemiddelden waterstand van + 3,00 m.

a). Elft, Bol - Drimmelen.

$$\text{hoofdgeul: } s_1 = 38 \text{ bh}^{5/3} \sqrt{j} = 38 \times 390 \times 7,25^{5/3} \sqrt{j} = 401 \text{ 000} \sqrt{j},$$

$$\text{nevengeul: } s_2 = 38 \times 360 \times 2,50^{5/3} \sqrt{j} = 62 \text{ 000} \sqrt{j},$$

$$\text{totale stroom } S = 463 \text{ 000} \sqrt{j}.$$

$$\text{Voor } S = 1000 \text{ m}^3/\text{sec} \text{ wordt } j = \frac{1}{463^2} \text{ en het weerstandsverval } z_w = \frac{3700}{463^2} \text{ m} = 1,73 \text{ cm.}$$

$$\text{Bij een stroomverandering van } 1000 \text{ m}^3/\text{sec} \text{ per uur is de verandering in de hoofdgeul } \frac{401}{463} \times 1000 = 865 \text{ m}^3/\text{sec} \text{ per uur en de snelheidsverandering: } \frac{865}{390 \times 7,25} \text{ m/sec per uur of } \frac{1}{11 \text{ 750}} \text{ m/sec}^2.$$

Het traagheidsverval bedraagt dus:

$$z_t = \frac{1}{9,81} \times \frac{1}{11\ 750} \times 3700 \text{ m} = 3,25 \text{ cm.}$$

b). Keizersveer - Hagoort.

Voor de berekening van den stroom over de uiterwaarden moge worden verwezen naar rapport 1936, bijlage 2, blz 9 - 10, waaruit volgt, dat voor een waterstand van + 3,00 m de stroom over de uiterwaarden als volgt samenhangt met het weerstandsverval:

$$\begin{aligned} s_2 &= 234\sqrt{V_j} \times 17\ 100. \\ &= 30\ 500 \sqrt{V_j}. \end{aligned}$$

Voor den stroom in den hoofdgeul geldt:

$$s_1 = 38 \times 215 \times 5,70^{5/3} \sqrt{V_j} = 148\ 500 \sqrt{V_j}.$$

Totale stroom $S = 179\ 000 \sqrt{V_j}$.

Voor $S = 1000$ wordt het weerstandsverval z_w :

$$z_w = \left(\frac{1000}{179\ 000}\right)^2 \times 8550 \times 100 \text{ cm} = 26,6 \text{ cm.}$$

Bij een stroomverandering van 1000 m³/sec per uur is de verandering in de hoofdgeul $\frac{148\ 500}{179\ 000} \times 1000 = 830$ m³/sec per uur. De snelheidsverandering bedraagt:

$\frac{830}{215 \times 5,70} = 0,68$ m/sec per uur = $\frac{1}{5310}$ cm/sec², en het traagheidsverval:

$$z_t = \frac{1}{9,81} \times \frac{1}{5310} \times 8550 \text{ m} = 16,4 \text{ cm.}$$

Tusschen Anna Jacomina en Keizersveer valt bovendien met den windinvloed te rekenen, zocals is aangegeven in het rapport 1936, blz 20 en bijlage 1, blz 12 - 14.

De berekening schrijdt van uur tot uur voort. Gegeven is de toestand aan het begin van het uur, de waterstand te Anna Jacomina aan het eind van het uur en de gemiddelde windkracht over het uur. Begonnen moet worden met aan te nemen den stroom in het

eerste vak aan het einde van het uur. Dan is de gemiddelde stroom en de gemiddelde stroomverandering in dit vak over het beschouwde uur bekend en kan het gemiddelde verval worden berekend. Uit den gemiddelden stand te Anna Jacomina volgt daarmee de gemiddelde stand te Elft, Bol en, daar de beginstand bekend is, ook de eindstand aldaar (in de onderstelling van een gelijkmatige niveauverandering). De gemiddelde berging en aftapping ten gevolge van de, te Elft, Bol geconcentreerd gedachte bergende oppervlakte en overlaatlengte zijn nu te berekenen en leiden van den stroom in het eerste vak tot dien in het tweede. Zoo gaat men door. Men vindt tenslotte de waterhoogte en stroom te Heesbeen aan het einde van het uur (tenzij reeds eerder de onjuistheid van den aangenomen stroom blijkt) en controleert of aan de hierboven genoemde betrekking is voldaan. Is dit niet het geval, dan herhaalt men de berekening met een andere waarde voor den stroom in het eerste vak, totdat de randvoorwaarde te Heesbeen klopt.

De voornaamste uitkomst: de te Anna Jacomina den Amer in-trekkende stroom, kan men uit den stroom in het eerste vak afleiden door rekening te houden met de te Anna Jacomina geconcentreerd gedachte bergende oppervlakte en overlaatlengte.

Uitvoering en toetsing van de berekening.

Om de bovenbeschreven rekenmethode, welke in het rapport 1936 niet is toegepast, te vergelijken met de aldaar beschreven rekenwijzen is een berekening als boven is omschreven ook uitgevoerd voor den toestand met stormvloedvrije afsluiting van den Biesbosch (toestand II).

De daarbij voor Anna Jacomina aangehouden waterstandskromme

is dezelfde als die, voorgesteld in fig 12 van het rapport 1936; zij is nogmaals afgebeeld op grafiek 2. Voor de in het rapport 1936 uitgevoerde berekening is deze kromme gestyleerd, welke styleering eveneens op grafiek 2 is weergegeven.

De thans uitgevoerde berekening voor dezen toestand is te vinden in tabel 2; het resultaat, de stroom te Anna Jacomina, is in grafiek 2 opgenomen, naast het resultaat van de in bijlage 5 van het rapport 1936 opgenomen berekening \sphericalangle waartbij een ingeslopen fout is hersteld. Op blz 7 van deze bijlage is de waarde van $Bn/r_1 r_2 (e^{r_2 l} - e^{r_1 l})$ onjuist vermeld; dit moet zijn: $- 4,25 + 24,88i$. Daarmee wordt het resultaat voor dit vak:

$$G_A = (10,92 - 5,84i)A - (10,89 - 6,87i)K$$

$$G_K = (10,56 - 6,65i)A - (11,27 - 6,07i)K$$

en het samenvatten der vakken levert:

$$K = (0,925 - 0,147i)A$$

$$G_A = (1,86 + 2,13i)A.$$

In de tabel op blz 9 moet dientengevolge worden gelezen:

	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2
	uur									
K	2,25	2,53	2,88	3,26	3,62	3,89	3,99	3,84	3,36	2,51
G_A	890	1570	2090	2310	2070	1210	-320	-2540	-5290	-

terwijl de daaruit voortvloeiende wijzigingen in de waterstanden te Heesbeen en Hedel geheel zonder beteekenis zijn.

Als gevolg daarvan komen ook in bijlage 7 eenige veranderingen, zoo wordt voor den totalen stroom te Anna Jacomina (blz 1) thans gevonden:

te	17	18	19	20	21	22	23	24	1	uur
	-1000	1350	3970	6370	7310	6100	2700	-3420	-9540	

welk verloop het best wordt benaderd door:

$$0,3 + (1,6 + 6,6i)e^{1,245it}$$

Met deze randvoorwaarde levert de berekening van de zee-
armen voor den waterstand te Anna Jacomina:

$$2,755 + (0,733 + 0,712i)e^{1,245it},$$

terwijl bijlage 7 vermeldt:

$$2,755 + (0,730 + 0,738i)e^{1,245it}.$$

Waar eerstgenoemde functie zich even goed bij het aange-
nomen verloop van den waterstand aansluit als laatstgenoemde,
kan de in fig 12 weergegeven kromme worden gehandhaafd en be-
houdt de berekening van het rapport 1936 geldigheid, echter
met dien verstande, dat, waar de vroegere uitkomst aanleiding
gaf denaangenomen waterstand iets naar boven af te ronden,
thans het omgekeerde het geval is. Een hierbij passende ver-
andering van de eerste alinea op blz 49 van het rapport 1936
leidt tot een stormvloedstand te Anna Jacomina van + 3,79 m
en een stormvloedverhoging van 27 cm. Dit leidt voor Willems-
dorp en Gorinchem tot een verhoging van 21 en 11 cm, inplaats
van de op blz 54 vermelde waarden van 22 en 12 cm.

Voor Drimmelen en hoger worden echter de stormvloedver-
hogingen iets grooter gevonden, zoodat op blz 54 moet worden
gelezen:

Drimmelen:	70	-	320	-	390
Dongemond	81	-	314	-	395
Keizersveer:	85	-	314	-	399
Hagcort	80	-	327	-	407
Heesbeen:	76	+			
Hedel:	40				

7

De afwijkingen tusschen deze beide, voor toestand II gevonden stroomkrommen zijn geheel zooals valt te verwachten op grond van de afwijkingen tusschen de aangenomen bepalende grootheden; n.l. den waterstand te Anna Jacomina en den wind (voor welken bij de berekening van bijlage 5 van het rapport 1936 een constante waarde is aangehouden, terwijl thans de waargenomen schommelingen in rekening zijn gebracht). Geconcludeerd kan worden, dat de bij de thans uitgevoerde berekening ingevoerde vereenvoudigingen niet tot een onjuist beeld leiden en dat het resultaat ervan voor den toestand met overlaten met vertrouwen kan worden aanvaard.

Even vóór 19 uur overschrijdt de waterstand in den Amer de kruin van de overlaten. Tot 19 uur moeten dus de resultaten van de berekening met stormvloedvrije afsluiting ook gelden voor den toestand met overlaten. De (na enkele proefberekeningen) aangenomen waterstand te Anna Jacomina voor laatstgenoemden toestand is in grafiek 5 weergegeven; de berekening na 19 uur met deze kromme als uitgangspunt vindt men in tabel 3; de stroomkromme te Anna Jacomina eveneens in grafiek 3.

3

De stroom naar de zijtakken.

In het rapport 1936 is aldus te werk gegaan, dat ongemerkt werd het verschil tusschen de (voorloopig aangenomen) waterstandskromme te Anna Jacomina voor toestand II en die voor toestand I. Voor deze verhooging te Anna Jacomina werd berekend, welke verandering zij zou verorzaken in den naar de zijtakken (Nieuwe Merwede en Dordtsche Kil) trekkenden stroom. In bijlage 6 is de verhooging allereerst gestyleerd tot een exponentieel-harmonische functie. Het resultaat van styleering en berekening

vertoont het volgende beeld:

tijd	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2
verhoging Anna Jacomina (cm)	0	0,5	6,5	13	20	25	26,5	23,5	14	-2	-23
Meerdere stroom naar de zijtak- ken (m ³ /sec)-	-50	160	420	690	920	1040	990	710	180	-590	-1530

Een dergelijke berekening zou ook gemaakt moeten worden voor het verschil in waterstand te Anna Jacomina tusschen de toestanden III en I, ware het niet dat het onregelmatige verloop van deze verhoging de styleering tot een functie van den gewenschten vorm met een belangrijke onnauwkeurigheid behept doet zijn.

Dit leidde tot de volgende overwegingen. Bij een gegeven verloop van de stroomverandering σ heeft de verhoging η tot taak, het voor deze stroomverandering benodigde verval te verschaffen. Op een bepaald uur t wordt dit verval η_t bepaald door den invloed van de stroomverandering over het geheele gebied; en deze hangt af van de stroomverandering te Anna Jacomina op het moment t (σ_t) en die op vroegere tijdstippen (σ_{t-1} enz). De invloed van deze laatste stroomen zal echter afnemen naarmate zij meer in tijd terug zijn gelegen.

Daar de stroomveranderingen worden gesuperponeerd op reeds in toestand I aanwezige stroomen, zal het verband tusschen stroomverandering en verhoging bij benadering lineair zijn. Men wordt dan geleid tot een betrekking van den vorm:

$$\eta_t = \alpha \sigma_t + \beta \sigma_{t-1} + \gamma \sigma_{t-2} + \dots \dots \dots \quad (1),$$

waarbij $\alpha > \beta > \gamma > \dots \dots \dots$ en t in uren is uitgedrukt.

De hydraulische berekening van de coëfficiënten α , β enz. zou zeer ingewikkeld zijn. Daar toestand III tusschen de toestanden II en I in ligt, dus de berekening van toestand III als een interpolatie kan worden opgevat, zal een zeer grove benadering van

de coëfficiënten, mits gezorgd wordt, dat daarmee toestand II goed wordt weergegeven, ook voor toestand III een bevredigend resultaat geven.

Aangenomen is, dat in formule (1) 4 termen σ een rol spelen en dat elke coëfficiënt een zelfde bedrag kleiner was dan de voorafgaande. Volgens de methode der kleinste vierkanten vindt men dan als goede benadering:

$$\eta_t = 0,0127\sigma_t + 0,087\sigma_{t-1} + 0,0047\sigma_{t-2} + 0,007\sigma_{t-3}$$

Voor het bovenvermelde stroomverloop vindt men daarmee de waarden van η_t van 19 - 2 uur als volgt:

tijd	19	20	21	22	23	24	1	2
$0,0127\sigma_t$	8,8	11,7	13,2	12,6	9,0	2,3	-7,5	-19,4
$0,0087\sigma_{t-1}$	3,7	6,0	8,0	9,0	8,6	6,2	1,6	-5,1
$0,0047\sigma_{t-2}$	0,7	2,0	3,2	4,3	4,9	4,6	3,3	0,4
$0,0007\sigma_{t-3}$	0	0,1	0,3	0,5	0,6	0,7	0,7	0,5
η_t	13,2	19,8	24,7	26,4	23,1	13,8	-1,9	-23,6
idem volgens hydraulische berekening.	13	20	25	26,5	23,5	14	-2	-23

De overeenstemming is zeer goed.

De verhooging voor toestand III is af te leiden uit grafiek II. Daar voor den Amer gewerkt is met gemiddelden over elk uur is dit hier ook geschied. Het resultaat is:

tijd	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1
gemiddelde verhooging η_t	0	3	10	15	13	8	4	2	0	0
gemiddelde stroomverandering σ_t	0	250	600	700	300	150	80	0	0	0
Contrôle: $0,0127\sigma_t$	0	3,2	7,6	8,9	3,8	1,9	1,0	0	0	0
$0,0087\sigma_{t-1}$	0	0	2,2	5,2	6,1	2,6	1,3	0,7	0	0
$0,0047\sigma_{t-2}$	0	0	0	1,2	2,8	3,3	1,4	0,7	0,4	0
$0,0007\sigma_{t-3}$	0	0	0	0	0,2	0,4	0,5	0,2	0,1	0
η_t	0	3,2	9,8	15,3	12,9	8,2	4,2	1,6	0,5	0

De berekening van de zeearmen.

In het rapport 1936 zijn in de bijlagen 4 en 7 twee berekeningen van dit gebied weergegeven. Thans dient een derde berekening te worden gemaakt, waarbij de randvoorwaarden aan de zee-waartsche einden van het gebied dezelfde zijn als bij de beide vorigen, doch de stroom te Anna Jacomina er tusschen in ligt.

Totale stroom te Anna Jacomina:

gemiddeld in het uur	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1
stroom op den Amer (zie hiervoor)	-1000	400	2000	2700	3550	5200	5600	4200	2400	
oude stroom op Dordtsche Kil (zie rap- port 1936)	- 950	-600	-100	1000	1350	1500	1200	800	0	
oude stroom op Nieuwe Merwede	-1000	-750	0	1350	2500	2600	2100	-700	-2750	
verandering op Nieuwe Merwede en Dordtsche Kil (zie hiervoor)	0	250	600	700	300	150	50	0	0	
totaal toe- stand III	-3800	-700	2500	5750	7700	9450	8950	4300	- 350	
totaal toe- stand I	-3250	700	4800	8850	10800	10950	10000	5900	0	
totaal toe- stand II	-1800	1350	3970	6370	7310	6100	2700	-3420		

De stroomkrommen voor de toestanden I en II zijn gesty-
leerd tot sinusoides met een periode van 14 uur, welke zijn
weer te geven door de formules:

$$\text{toestand I: } 2,5 + 8,5\cos(nt - 289^\circ)$$

$$\text{toestand II: } 0,3 + 6,3\cos(nt - 284^\circ),$$

waarbij als stroomeenheid 1000 m³/sec is gebezigd en 14 Januari 0 uur als nulpunt van tijdtelling is gebezigd.

De voor toestand III gevonden stroomkromme kan (zie grafiek 3) op dezelfde wijze worden uitgedrukt door:

$$\text{toestand III: } 1,6 + 7,9\cos(nt - 298^\circ).$$

De berekening van de zeearmen heeft als eindresultaat de uitdrukking van de waterhoogte A te Anna Jacomina in den stroom q te Anna Jacomina en de overige randvoorwaarden; dus in een vorm:

$$A = R + \alpha q.$$

De waarden van R en α zijn daarbij geen constanten, doch wegens het feit, dat de weerstand niet lineair is, hangen zij af van de waarden van q, ook indien de andere randvoorwaarden constant blijven. Bij de in de bijlagen 4 en 7 vermelde berekeningen is resp. gevonden:

toestand I:

$$\text{permanente componente: } A = 2,775 - 0,062q,$$

$$\text{harmonische componente: } A = (0,7245 + 1,051i) - (0,055 + 0,014i)q;$$

toestand II:

$$\text{permanente componente: } A = 2,77 - 0,056q,$$

$$\text{harmonische componente: } A = (0,711 + 1,069i) - (0,0503 + 0,0154i)q.$$

Bij de thans te onderzoeken toestand III ligt de waarde van q in tusschen de bij de toestanden I en II voorkomende, doch dicht bij toestand I. Ook de waarden van R en α zullen daarom tusschen de voor de toestanden I en II gevonden waarden in liggen. Daar de verschillen hiertusschen klein zijn, kunnen de voor toestand III geldende waarden zonder bezwaar worden geschat. Men komt dan tot:

toestand III:

permanente componente: $A = 2,773 - 0,06q$,

harmonische componente: $A = (0,72 + 1,06i) - (0,053 + 0,014i)q$.

Men komt dan voor A tot:

permanente componente: $2,773 - 0,06 \times 1,6 = 2,675$ m,

harmonische componente:

$(0,72 + 1,06i) - (0,053 + 0,014i)(3,71 + 6,97i) = 0,625 + 0,635i$,

m.a.w. $A = 2,675 + 0,89 \cos(nt - 315^\circ)$.

In grafiek 3 is deze kromme, benevens het aanvankelijk voor A aangenomen verloop afgebeeld. De overeenstemming is goed, zoodat de aangenomen kromme kan worden aangehouden.

Contrôle van de overgestorte hoeveelheden.

Het bovengevonden resultaat kan alleen als geldig worden beschouwd indien de onderstelling, dat de lage dijken als volkomen overlaat hebben gewerkt, gedurende de van belang zijnde periode juist is. Ter controleering hiervan is in tabel 4 een overzicht gegeven van de gedurende elk uur overgestorte hoeveelheden, welke waarden door vermenigvuldiging met 3600 zijn afgeleid uit de in tabel 3 vermelde cijfers.

Indien de waterstanden achter de dijken tot 23 uur zoo laag blijven, dat deze als volkomen overlaten werken, zal de hiervoor gegeven berekening van den maximumstand op den Amer en elders van kracht blijven. Dit nu is zonder twijfel het geval. Volgens tabel V bedraagt de tot 23 uur overgestorte hoeveelheid 50 miljoen m³, terwijl volgens de berekening van ir. J. Mulder een hoeveelheid van 69 miljoen m³ den gemiddelden waterstand achter de dijken tot slechts ongeveer 2,50 m + N.A.P. doet stijgen, en op dit oogenblik de binnenstand eerst bij een waarde van

ongeveer 3,25 m + N.A.P. invloed op den afvoer gaat uitoefenen.

Resultaten.

De hoogste waterstand bij den storm van 13 - 14 Januari 1916 te Anna Jacomina, welke voor den bestaanden toestand kan worden gesteld op 3,52 m + N.A.P., ondergaat door stormvloedvrije dijken langs den Amer een verhooging van 27 cm (rapport 1936). Daarbij worden alle polders in de gebieden van Oude Maasje, Donge, Bergsche Veld en Gat van den Ham watervrij gemaakt. De stormvloedverhooging op enkele belangrijke punten wordt in dit geval:

Dordrecht: 9 cm

Werkendam: 16 "

Willemstad: 8 "

Keizersveer: 85 "

Heesbeen: 74 "

Hedel: 39 "

Voor den thans onderzochten toestand bij een 6600 m langen overlaat met de kruin op 2,75 m + N.A.P. is gevonden een stormvloedverhooging te Anna Jacomina van 4 cm, aangroeiende tot ongeveer 28 cm te Keizersveer (zie tabel 3). De weerstanden in het gebied zijn in hooge mate afhankelijk van de stroomen in toestand I en dientengevolge zijn de verhoogingen bij benadering lineair evenredig met de stroomveranderingen. De verhoogingen, welke bij toestand III optreden, kunnen daarom met voldoende zekerheid evenredig worden gesteld met de voor toestand II gevonden. Dit beteekent een stormvloedverhooging voor:

Dordrecht: 1 à 2 cm

Werkendam: 2 à 3 cm

Willemstad: 1 à 2 cm

Heesbeen: 24 cm

Hedel: 12 cm

De stormvloedverhoging wordt dus onbetekenend in alle gebieden, waar ernstige bezwaren ervan worden geducht.

Ten aanzien van het met dit plan verkregen voordeel kan in de eerste plaats genoemd worden, dat de gebieden van Donge en Oude Maasje geheel watervrij worden.

Ten aanzien van de gevolgen voor Bergsche Veld en Gat van den Ham kan aan de hand van de in tabel 4 gegeven cijfers het volgende worden opgemerkt.

In het Bergsche Veld worden geborgen 78×10^6 m³. De waterstand zal daardoor in het complex van geulen en grienden tot een oppervlakte van rond 3500 ha stijgen tot nog boven de kruin van den overlaat, gemiddeld b.v. tot + 2,80 m. Waar gerekend moet worden, dat vóór het begin van overstroomen de waterstand in dit gebied + 1,50 m bedroeg. is de geborgen hoeveelheid 46×10^6 m³.

Alle polders met kruinshoogte van minder dan ongeveer 2,60 m + N.A.P. zullen diep worden geïnundeerd. Deze omvatten een oppervlakte van rond 2000 ha. Hierin moet nog $78 - 46 = 32 \times 10^6$ m³ water worden geborgen, wat dus een gemiddelde stijging beteekent van 1,60 m of bij een gemiddelde maaiVELds-
ligging van + 0,70 m een inundatiepeil van gemiddeld + 2,30 m. Dit is een plausibele waarde, wat er op wijst, dat de ingestroomde hoeveelheid van 78×10^6 m³ inderdaad tot de beschreven gevolgen zal leiden.

Men mag er dus op rekenen, dat bij den ongunstigsten stormvloed de op de bij dit rapport gevoegde kaart in geel aangegeven Biesboschpolders watervrij zullen blijven, terwijl de blauw gekleurde zullen worden geïnundeerd.¹⁾

Voor het gebied van het Gat van den Ham, met een oppervlakte van ongeveer 700 ha, beteekent de hoeveelheid van ruim $14,1 \times 10^6$ m³ water, welke over de overlaten in dit gebied is gestroomd, dat alle hierin gelegen polders zullen worden geïnundeerd tot vrij groote diepte en dat de waterstand in dit gebied ook tot omstreeks de kruin van de overlaten zal stijgen.

Varianten.

Op het boven onderzochte plan zijn vele varianten mogelijk, waarvan enkele met hun gevolgen hieronder kort mogen worden aangeduid.

In de eerste plaats zij behandeld de vraag, wat zou gebeuren, indien alle binner den ringdijk gelegen Biesboschpolders hun kaden zoover ophoogden, dat zij watervrij bleven. Al het over den ringdijk stroomende water zou dan worden geborgen in het complex van geulen en grienden; de waterstand zou hier sneller stijgen en het moment, dat deze waterstand invloed gaat uitoefenen op de strooming over de overlaten komt vroeger te liggen.

Aan de hand van de in tabel IV gegeven cijfers komt men voor het gebied benoorden den Amer tot het volgende overzicht.

- 1). Deze kaart is vervaardigd op grond van de waterpassingen ten behoeve van de nieuwe rivierkaarten, doch mag niet als tot in details betrouwbaar worden beschouwd; zij is alleen bedoeld om een indruk te geven van den over het geheel te verwachten toestand.

	overgestorte hoeveelheid	gem. rijz. v/h gebied binnen den ringdijk	gem. waterst. v/h gebied binnen den ringdijk	gem. stand in den Amer
19			+1,50	+2,79
	2,8	0,08		
20			+1,58	+3,20
	9,0	0,26		
21			+1,84	+3,25
	13,3	0,38		
22			+2,22	+3,40
	17,0	0,49		
23			+2,71	+3,45
	16,6	0,46		
24			+3,17	+3,37
	enz.			

Daar de binnenstand invloed gaat uitoefenen op de overstortende hoeveelheid zodra deze t.o.v. de kruin van den overlaat (+2,75 m) stijgt tot meer dan $\frac{2}{3}$ van de hoogte van het buitenwater, is te 23 uur vrijwel zeker nog geen invloed aanwezig, doch te 24 uur wel. Daar de binnenstand nabij de overlaten hooger zal liggen dan den gemiddelden binnenstand zal de invloed waarschijnlijk omstreeks 23.15 inzetten. Uit fig. 2 en 3 blijkt, dat de hoogste waterstand te Anna Jacomina optreedt te 22 uur. Te Dordrecht valt de hoogste waterstand iets vóór 23 uur. De voortplanting van een invloed, welke te 23.15 uur op den Amer ontstaat (en aanvankelijk gering is), zal de plaatsen west- en noordwaarts van Anna Jacomina eerst bereiken, als de waterstand aldaar reeds duidelijk aan het dalen is. Het ophoogen van de bedoelde polderkaden zal dus op de zijtakken en zeearmen de daling van de waterstanden verlangzamen, doch geen aanleiding geven tot hoogere maximumstanden.

Wel zullen door dezen maatregel, de maximumstanden te Dongemond en verder op de Bergsche Maas enigszins hooger worden, terwijl tenslotte de standen binnen den ringdijk een

aanzienlijke verhooging ondergaan. Indien b.v. alle op bijlage I in blauw aangegeven polders hun kaden stormvloedvrij maakten, zouden dientengevolge een aantal "gele" polders aan inundatiegevaar worden blootgesteld en zich genoodzaakt zien, op hun beurt tot verhooging over te gaan. Om over de geheele linie watervrij te worden, zouden alle kaden tot gemiddeld + 3,30 m (voor de zuidelijke polders wat hoger, voor de noordelijke wat lager) moeten worden verhoogd.

De tweede onderzochte variant betreft de water vrije afsluiting van het gebied van het Gat van den Ham. De overlaat lengte vermindert daardoor met 1000 m. Het verschil tusschen de toestanden I en II wordt veroorzaakt door een overlaat lengte van 6600 m en de invloed hiervan kan voor een globaal onderzoek evenredig met de overlaat lengte worden beschouwd. Dit brengt mee, dat deze variant een extra stormvloedverhoging zal meebrengen (boven die volgens toestand III), welke bedraagt:

te Anna Jacomina: $\frac{1000}{6600} \times (27 - 4) = 3\frac{1}{2}$ cm,

te Dordrecht: $\frac{1000}{6600} \times (9 - 1\frac{1}{2}) = 1$ cm.

De vraag, of deze extra verhoging door andere maatregelen (b.v. een andere kruinshoogte van de overlaten benoorden den Amer) kan worden te niet gedaan zal ontkennend moeten worden beantwoord, indien men de bovenbehandelde mogelijkheid van kadeverhoging binnen den ringdijk wil openlaten. Zoals boven is gebleken, is men daar bij een kruinshoogte van + 2,75 m reeds dicht aan de grens ten aanzien van de stormvloedverhogende werking van de kadeverzwaring. Bij een lagere kruinshoogte loopt het gebied sneller vol, waardoor de verhogende invloed eerder begint en ook de maximumstanden te Anna Jacomina en Dordrecht zal verhoogen.

Een waarschijnlijk wel te bereiken, doch in ieder geval geringe verlaging der stormvloedstanden door verlaging van de kruin van den ringdijk (bij den tegenwoordigen toestand van de kaden) zou door de kadeverhooging weer grootendeels komen te vervallen, zoodat in dat geval met de gegeven verhooging door de stormvloedvrije afsluiting van het gebied van het Gat van den Ham volledig moet worden rekening gehouden.

Samengesteld op den Waterloopkundigen Dienst
der Zuiderzeewerken.

Maart 1938.

J. P. Masure

DE INGENIEUR,

J. P. Masure

VAKAFMETINGEN VAN AMER - BERGSCHÉ MAAS.

TABEL 1.

	H O O F D G E U L		N E V E N G E U L		BODEM- LIGGING	BERGENDE OPP. HA.	CONC. 1/D. EINDP.
	LENGTE M	BREEDTE	BODEMLIGGING T.O.V. N.A.P.	BREEDTE			
ANNA JACOMINA - ELFT, BOL	5000	500	-6,00			910	455
ELFT, BOL - DRIMMELEN	3700	390 ¹⁾	-4,25	360 ¹⁾	+0,50	370	640
DRIMMELEN - DONGEMOND	3000 ¹⁾	340	-3,70	100	+0,20	200	285
DONGEMOND - KEIZERSVEER	3000	310	-4,10			150	175
KEIZERSVEER - HAGOORT	8550	215	-2,70	300	+0,80 ²⁾	428	289
HAGOORT - HEESBEEN	8550	185	-2,70	300	+0,80 ²⁾	428	428
							214

1). DEZE GETALLEN ZIJN OP BLZ 11 BIJLAGE 1 VAN HET RAPPORT 1936 FOUTIEF VERMELD.

2). MET ENKELE DWARSKADEN MET DE KRUIN OP +2,20 M. VERGL. BIJLAGE 2 RAPPORT 1936, BLZ 9 EN 10.

OVERGESTORTE HOEVEELHEDEN IN 10⁶ M³.

TABEL 4.

OVERLAATPUNT	ANNA JACOMINA	ELFT, BOL	DRIMMELEN	DONGE- MOND	TOTAAL
19 - 20 UUR	0,7	0,3	1,7	0,6	3,3
20 - 21 "	3,0	1,0	4,9	1,8	10,7
21 - 22 "	5,0	1,5	7,1	2,4	16,0
22 - 23 "	6,1	2,0	9,0	3,2	20,3
23 - 24 "	5,0	1,8	9,3	3,5	19,6
24 - 1 "	2,6	1,2	7,7	3,1	14,6
1 - 2 " (GESCHAT)	0,5	0,4	3,5	1,5	5,9
2 - 3 " (")			1,0	0,5	1,5
19 - 23 UUR	14,8	4,8	22,7	8,0	50,3
19 - 3 UUR					
{ TOTAAL	22,9	3,2	44,2	16,6	91,9
{ BEZUIDEN DEN AMER	6,3		7,8		14,1
{ BENOORDEN DEN AMER	16,7	8,2	36,4	16,6	77,8

BEREKENING WATERBEWEGING AMER ENZ., TOESTAND III

TABEL 3.

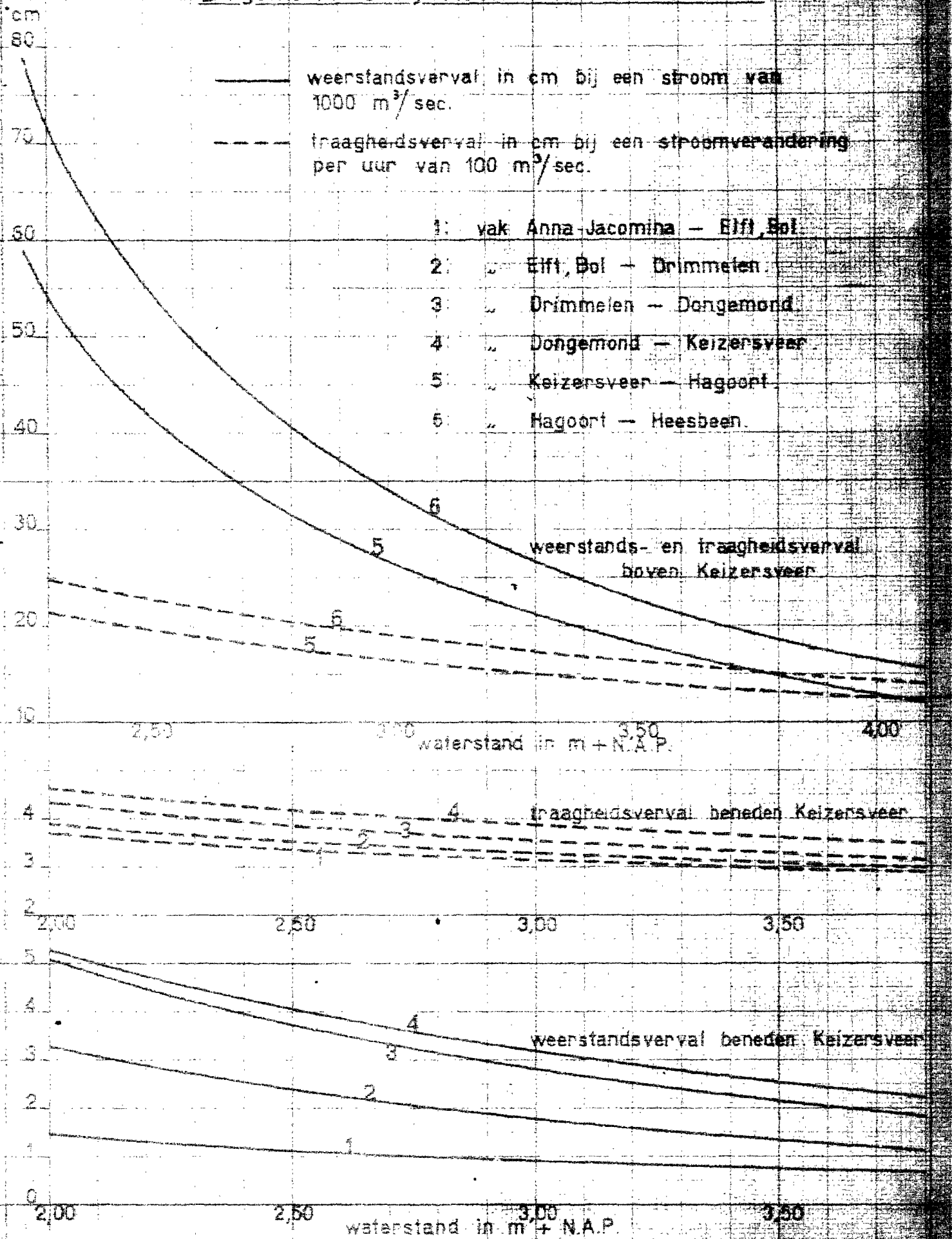
LAAR	19	20	21	22	23	24	1
ANNA JAC.	277	296	315	326,0	337	346,5	305
WINDFACTOR		8,8		6,5		7,3	
S 1 ^o VAK	-1940	-2007	-2074	-2458	-2842	-3536	-1178
WEERSTAND		-3,75		-5,1		-9,95	
TRAAGHEID		-0,4		-2,4		-4,15	
WIND		4,9		3,5		3,9	
VERVAL		0,75		-4,0		-10,2	
ELFT, BOL	277,2	296,75	316,3	322,0	327,7	336,3	319,2
BERGING		695		203		306	
OVERSTORT.		77		275		3	
(550 M)						110	
ONTTREKKING		772		478		724	
S 2 ^o VAK	-988	-1235	-1482	-1980	-2478	-2812	-1382
WEERSTAND		-2,7		-6,05		-11,5	
TRAAGHEID		-1,65		-3,15		-2,1	
WIND		4,5		3,25		3,6	
VERVAL		0,15		-5,95		-10,0	
DRIMMELEN	280,7	296,9	313,1	316,05	319,0	326,3	322,5
BERGING		256		46		115	
OVERSTORT.		478		1375		958	
(3400 M)						22	
ONTTREKKING		734		1421		2073	
S 3 ^o VAK	-452	-501	-550	-559	-568	-739	324
WEERSTAND		-0,75		-0,8		-1,3	
TRAAGHEID		-0,3		-0,05		-1,15	
WIND		2,0		1,4		1,6	
VERVAL		0,95		0,55		-0,83	
DONGEMOND	279,7	297,85	316,0	316,6	317,2	325,45	328,4
BERGING		196		6		30	
OVERSTORT.		181		496		672	
(1200 M)						21	
ONTTREKKING		357		502		752	
S 4 ^o VAK	-74	-144	-214	-57	100	13	1012
WEERSTAND		-0,05		0		0	
TRAAGHEID		-0,55		1,2		-0,65	
WIND		1,9		1,35		1,5	
VERVAL		1,3		2,55		0,85	
KEIZERSVEER	278,2	299,15	320,1	319,15	318,2	326,3	338,1
BERGING		335		15		130	
S 5 ^o VAK	510	191	-128	-72	-16	143	850
WEERSTAND		1,0		-0,1		0,4	
TRAAGHEID		-10,6		1,75		4,8	
VERVAL		-9,6		1,65		5,2	
HAGOORT	271,0	289,55	308,1	320,8	333,5	331,55	345,4
BERGING		441		302		47	
S 6 ^o VAK	798	632	466	230	-6	96	738
WEERSTAND		14,4		1,6		0,25	
TRAAGHEID		-6,4		-8,5		3,5	
VERVAL		8,0		-6,9		3,75	
HEESBEEN	292,6	297,55	302,5	313,9	325,3	335,3	366,3
BERGING		59		136		119	
S HEESBEEN	820	691	562	366	170	215	712
BERGING A.J.		479		277		239	
OVERST. A.J.		190		828		1400	
S A.J.		-2676		-3563		-5175	

BEREKENING WATERBEWEGING AMER ENZ., TOESTAND 11

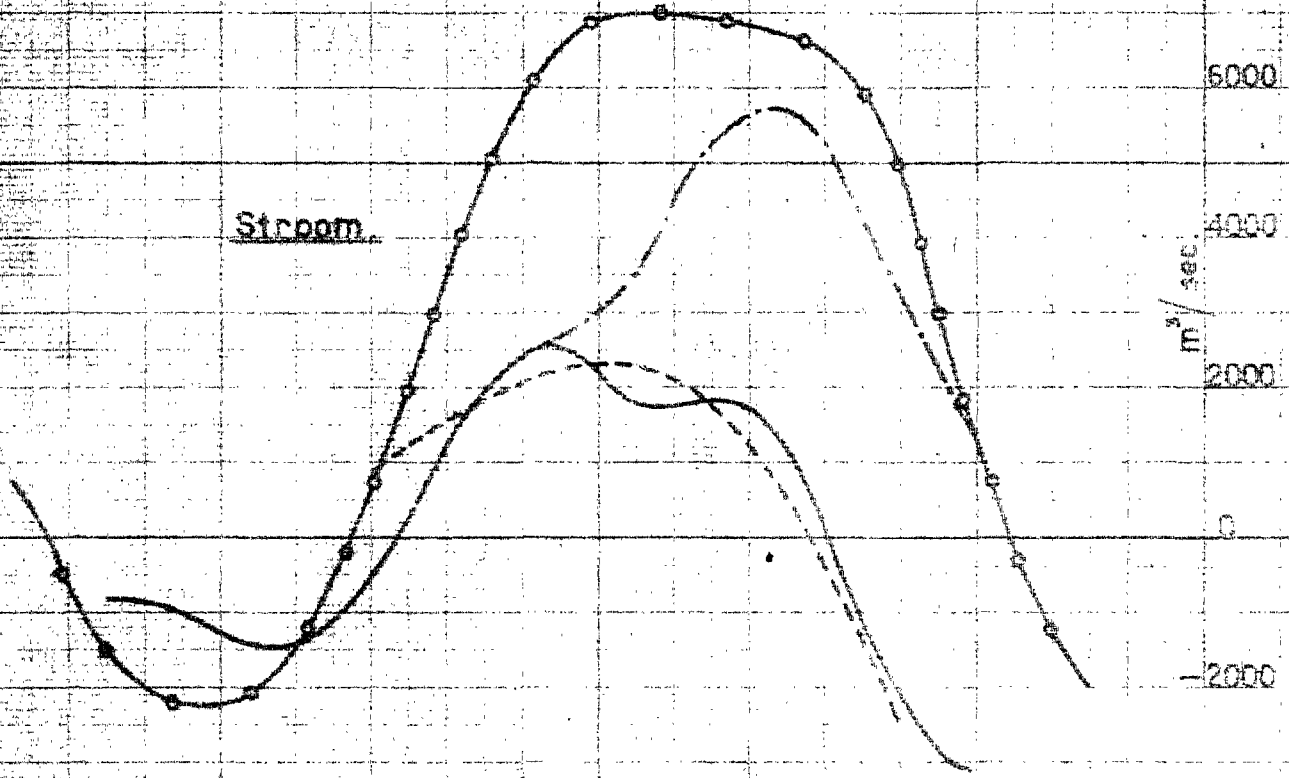
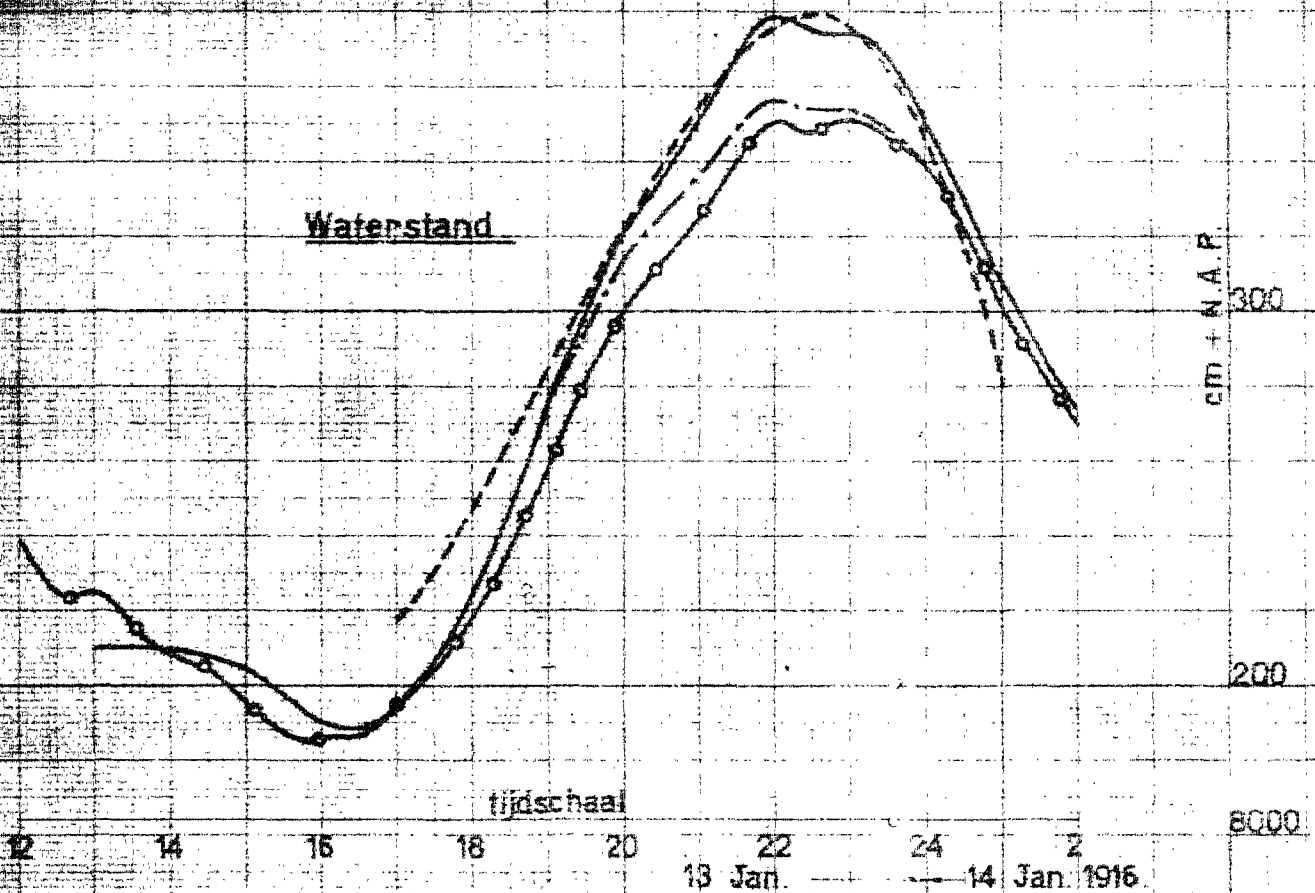
TABEL 2.

WATER	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1											
ANNA JAB.	210	207,5	205	197,5	190	192,5	195	210	225	251	277	298,5	320	335	350	364	378	375	372	358,5	345	326	307
BENEFICATOR		5,6		6,4		9,6		9,6		11,4		8,8		6,5		7,3		5,7		7,3		7,3	
S 1 ^o VAK	860	955	1050	1256	1462	1081	700	- 2	- 704	-1322	-1940	-1799	-1658	-1358	-1058	-1467	-1876	-1157	- 438	839	2116	2387	2658
BEERSTAND	1,0	1,2		2,1		1,65		0		- 1,9		-2,95		- 1,5		- 1,6		- 0,9		0,5		4,7	
FRAGHEID		0,7		1,5		- 2,8		- 4,9		- 4,1		0,9		1,8		-2,35		4,1		7,45		1,65	
WIND	3,6	3,6		4,0		6,0		5,9		6,7		4,9		3,5		3,8		2,9		3,8		3,9	
VERVAL	4,6	5,45		7,6		4,85		1,0		0,7		2,85		3,8		-0,15		6,1		11,75		10,25	
ELFT. DOL	214,6	212,95	211,3	205,1	198,9	197,35	195,8	211,0	226,2	251,7	277,2	301,35	325,5	338,8	352,1	363,85	375,6	381,1	386,6	370,25	353,9	336,25	318,5
BENGING E.B.		- 59		- 221		- 54		540		908		859		474		418		196		- 582		- 628	
S 2 ^o VAK	860	896	932	1035	1138	1027	916	538	160	- 414	- 988	- 940	- 892	- 884	- 876	-1049	-1222	- 961	- 700	259	1214	1759	2304
BEERSTAND	2,1	2,3		3,3		3,35		0,85		- 0,4		- 1,5		- 1,5		- 1,3		- 1,0		0,1		4,2	
FRAGHEID		0,35		0,8		- 0,8		- 2,8		- 4,0		0,3		0,05		-1,05		1,55		5,7		3,4	
WIND	3,3	3,3		3,7		5,6		5,6		6,2		4,5		3,1		3,4		2,6		3,4		3,5	
VERVAL	5,4	5,95		7,8		8,15		3,65		1,8		3,3		2,1		1,05		3,15		9,2		11,1	
DRIMMELN	220	218,9	217,8	212,9	208,0	205,5	203,0	214,65	226,3	253,5	280,7	304,65	328,6	340,9	353,2	364,9	376,6	384,25	391,9	379,45	367,0	347,35	327,6
BENGING DR.		- 17		- 77		- 39		184		431		378		194		185		121		- 197		- 312	
S 3 ^o VAK	860	879	898	958	1018	988	958	722	486	17	- 452	- 562	- 672	- 690	- 709	- 864	-1020	- 840	- 660	60	780	1447	2114
BEERSTAND	3,2	3,4		4,2		4,65		2,4		0		- 0,9		- 1,1		- 1,5		- 1,25		0,0		4,4	
FRAGHEID		0,2		0,5		-0,25		- 1,9		- 3,5		- 0,8		- 0,1		- 1,0		1,15		4,5		4,35	
WIND	1,4	1,4		1,6		2,5		2,5		2,7		2,1		1,4		1,5		1,1		1,45		1,5	
VERVAL	4,6	5,0		6,3		6,9		3,0		- 0,8		0,45		0,2		- 1,0		1,0		5,95		10,25	
DONGMOND	224,6	223,9	223,2	219,2	215,2	212,4	209,6	217,65	225,7	252,7	279,7	305,1	330,5	341,1	351,7	363,9	376,1	385,25	394,4	385,4	376,4	357,6	338,8
BENGING DO.		- 7		- 39		- 27		78		262		246		103		118		89		- 87		- 183	
S 4 ^o VAK	860	872	884	919	954	961	968	800	632	279	- 74	- 310	- 558	- 587	- 616	- 746	- 876	- 751	- 626	- 27	572	1264	1956
BEERSTAND	3,3	3,45		3,9		4,4		3,0		0,3		- 0,3		- 0,9		- 1,3		- 1,2		0		3,85	
FRAGHEID		0,1		0,3		0,05		- 1,5		- 2,9		- 1,85		- 0,2		- 0,9		0,85		4,15		4,9	
WIND	1,3	1,3		1,5		2,3		2,3		2,6		1,9		1,3		1,4		1,1		1,3		1,4	
VERVAL	4,6	4,85		5,7		6,7		3,8		0		-0,25		0,2		- 0,8		0,75		5,45		10,15	
KEIZERSVEER	229,2	228,75	227,3	224,9	222,5	219,1	215,7	221,45	227,2	252,7	278,2	304,85	331,5	341,3	351,1	363,1	375,1	386,0	396,9	390,85	384,8	367,75	350,7
BENGING K.		- 7		- 38		- 54		92		407		427		57		192		174		- 97		- 273	
S 5 ^o VAK	860	865	870	881	892	907	922	892	862	685	510	111	- 288	- 440	- 592	- 554	- 516	- 577	- 638	- 124	390	991	1592
BEERSTAND	32,6	32,8		35,3		39,2		37,6		18,3		0,3		- 3,9		- 5,2		- 4,85		- 0,2		14,2	
FRAGHEID				0,4		0,6		- 1,3		- 6,65		- 13,1		- 4,45		1,1		- 1,55		12,75		15,45	
VERVAL	32,6	32,8		35,9		39,8		36,3		11,65		- 12,8		- 8,35		- 4,1		- 6,4		12,55		29,65	
HAGGORT	261,8	261,6	261,4	260,7	269,0	258,9	257,8	257,75	257,7	264,35	271,0	292,05	313,1	332,95	352,8	359,0	365,2	379,6	394,0	403,4	412,8	397,4	382,0
BENGING HA.		5		16		26		- 1		158		500		473		148		343		224		- 366	
S 6 ^o VAK	860	860	860	865	870	881	892	891	890	844	798	611	424	33	- 358	- 406	- 454	- 234	- 14	100	214	625	1036
BEERSTAND	30,8			31,4		32,8		33,85		29,4		13,2		0,0		- 3,6		- 1,0		0,15		6,15	
FRAGHEID				0,2		0,4		- 0,1		- 1,85		- 7,2		- 13,7		- 1,5		6,55		3,2		11,55	
VERVAL	30,8			31,6		33,2		33,75		27,55		6,0		- 13,65		- 5,1		5,55		3,35		17,7	
BEERDEN	292,6		292,6	292,5	292,4	292,1	291,8	291,5	291,2	291,9	292,6	298,05	303,5	319,3	335,1	353,9	372,7	385,15	397,6	406,75	415,9	415,1	414,3
BENGING HE.				1		4		- 4		8		65		188		224		148		109		- 10	
S BOWEN	860		860	863	866	877	888	886	884	852	820	676	532	221	- 90	- 182	- 272	- 86	100	209	318	615	912
BENGING A.J.		- 64		- 189		63		378		655		668		378		352		- 76		- 340		- 479	
S A.J.	860	1019		1445		1018		- 380		- 1977		- 2467		- 1736		- 1819		- 1081		1179		2866	

Vervalgegevens voor de vakken van Amer en Bergsche Maas bij verschillende waterstanden

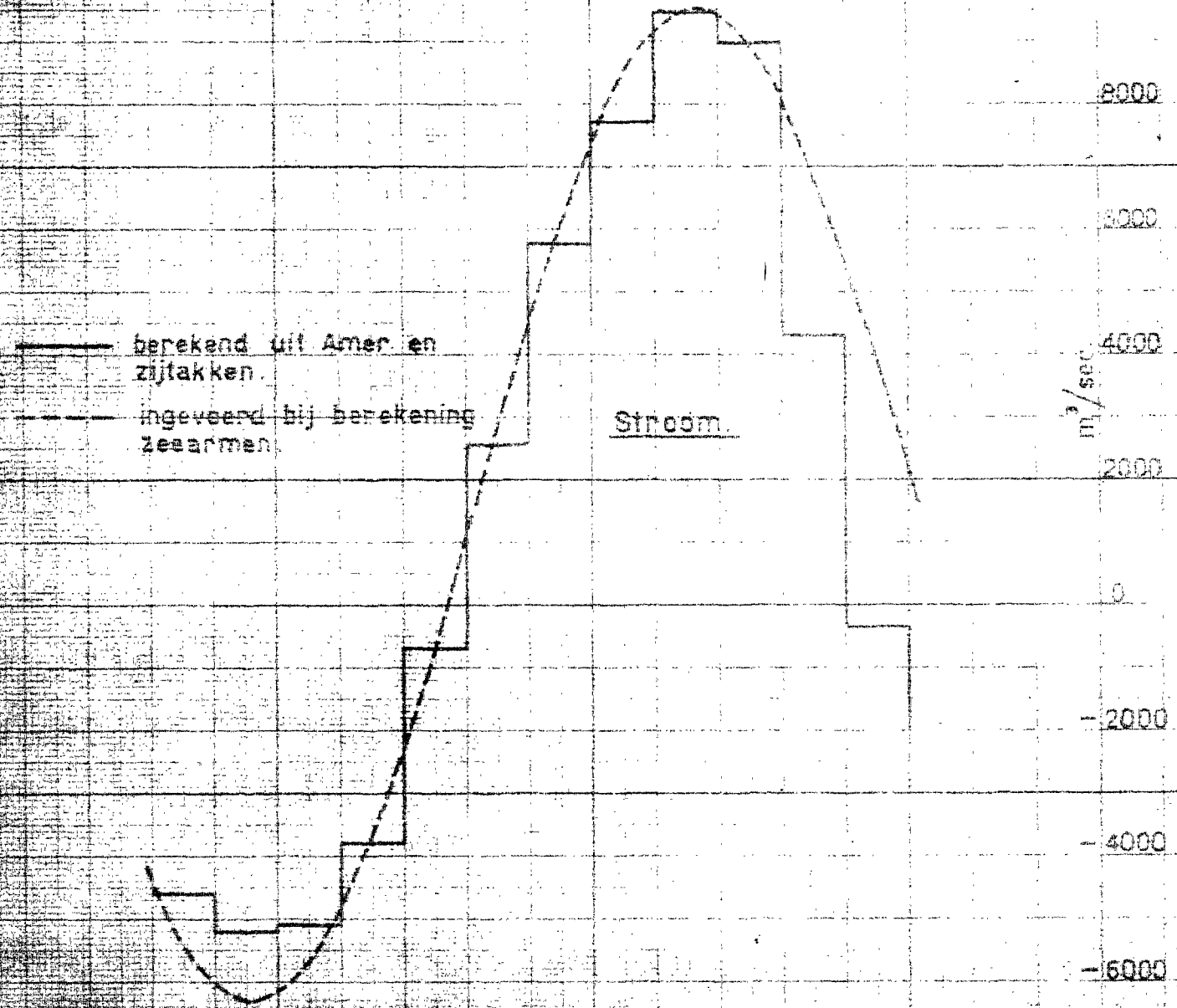
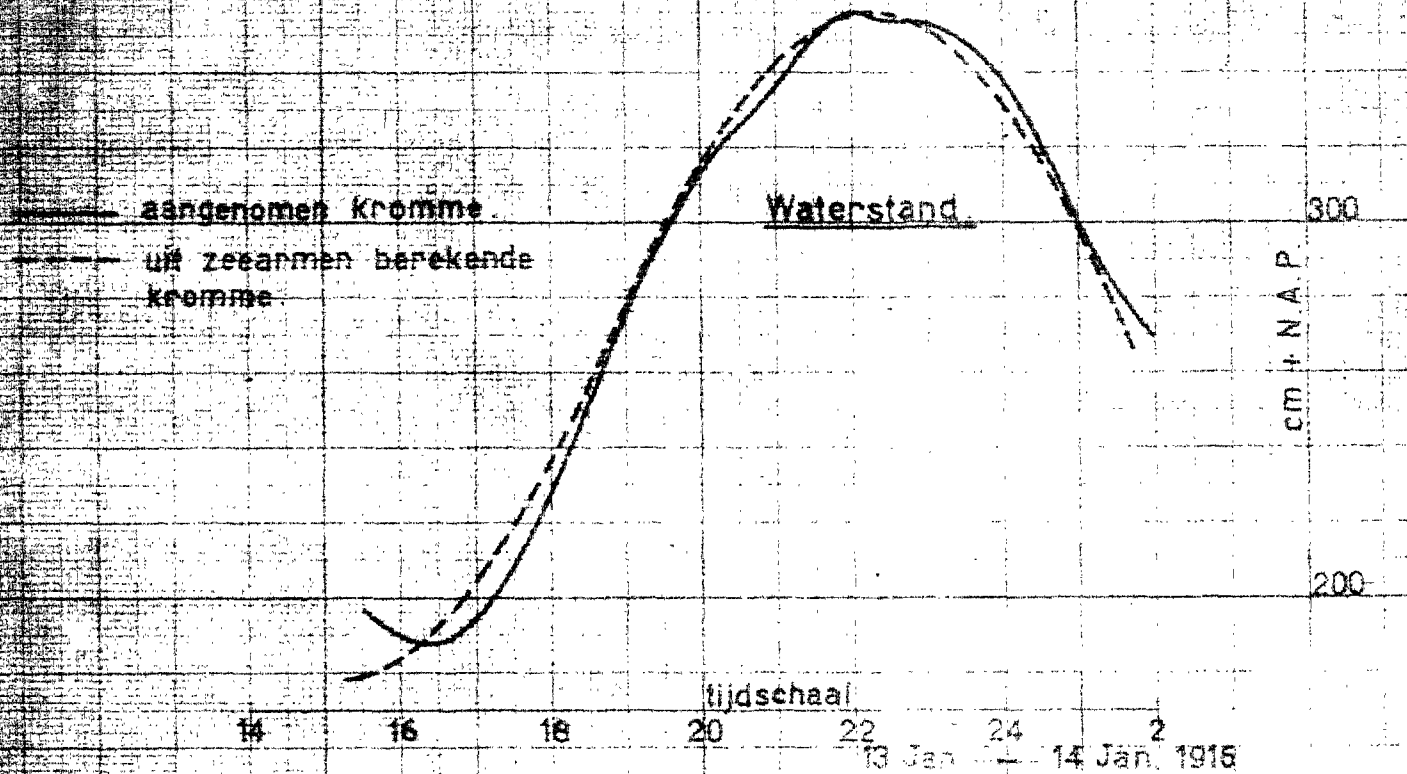


Waterstand en stroom op den Amer le Anna-Jacomina.



- foestand I. (vgl. bijlage 1-1936).
- foestand II. (vgl. tabel 2).
- - - id. gestyleerd. (vgl. bijlage 5-1936).
- · - · - foestand III. (vgl. tabel 3).

Waterstand en stroom op het Hollandsch diep bij Anna-Jacomina. (toestand III)



STORMVLOEDSLIJNEN

