

Voorlopige nota betref-
fende de invloed van een
afsluiting van de Donge
op de stormvloedstanden
beneden deze afsluiting

door

J.P.Mazure.

1573



IR No. 1764 van 7 April 1933

No. 24.

Verbetering Waterstaatkundigen
toestand in N.W. Noordbrabant.



Bijlage : 1.

's-Gravenhage, 6 April 1933.

Hierbij heb ik de eer U ter kennisneming te doen
toekomen eene voorloopige nota van den studiedienst
der Zuiderzeewerken over de te verwachten verhooging
van stormvloedstanden ten gevolge van de watervrije
afsluiting van de Donge.

Voorloopig kunt U deze te Uwer beschikking houden,
doch te zijner tijd zou ik deze gerne terugontvangen.

De Inspecteur-Generaal van den
Rijkswaterstaat b.d.,

A a n
den Heer Hoofdinspecteur-Directeur
van den Rijkswaterstaat
in de directie Noordbrabant
te

's-HERTOGENBOSCH.

AFSCHRIFT

1 R. n° 1764 van 1933.

No. 24.

Verbetering Waterstaatkundigen
toestand in N.W. Noordbrabant.



's-Gravenhage, 6 April 1933

Bijlage: 1

Hierbij heb ik de eer U ter kennisneming te doen
toekomen eene voorloopige nota van den studiedienst der
Zuiderzeewerken over de te verwachten verhooging van storm-
vloedstanden ten gevolge van de watervrije afsluiting van
de Donge.

Voorloopig kunt U deze te Uwer beschikking houden, doch
te zijner tijd zou ik deze gaarne terugontvangen.

De Inspecteur-Generaal van den
Rijkswaterstaat b.d.
(get) van Loon

typ.R

1764 — 1 — in duplo.

Breda
7/25 April 1933. *gehoud.*

Minute

A a n

den Heer Hoofdingenieur-Directeur van den
Rijkswaterstaat in de directie Noordbrabant

te

's-HERTOGENBOSCH

de Bosch, 25 April 1933

Dossier 5 D Zwart
1933 11 12 10 houl (p.)

N^o 1764

Brief dd: 6 April 1933 N^o 24.
Verbetering Waters taak kundige
toestand N. W. Noordbrabant.
Rijks- en Provincie-Vereniging.



na ken in memorie
hierbij terug te zenden

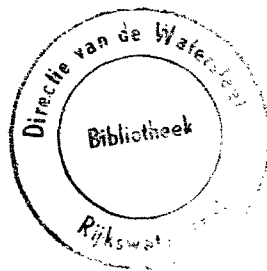
14/1
Ik heb de eer u te bedanken dat
u bij nevenaangethaald schrijven een
kenmerkende uitwerking nota van
den studiedienst der Tweede Kamer
over de te verwachten verhoging
van stormvloedstanden ten gevolge
van de waterspiegel afsluiting van de
Donge.

De Hoofdinge Directie
met

aan
de heer Inspecteur-Generaal
van den Rijkswaterstaat b.d.
A. R. van Zoan.

te 3. Gronen hage.

~~Prinsendijk 4~~
De overstrant 77





voorloopige nota betreffende de invloed van een afsluiting van de Donge op de stormvloedstanden beneden deze afsluiting.

1. Voorloopig karakter.

De beschouwingen in deze nota beperken zich tot de toestanden op de Donge zelf; gaan dus a.h.w. uit van de onderstelling, dat deze rivier uitmondt in een zoo ruim waterbekken, dat de invloed van een verandering van de Donge op de waterstanden in dit bekken te verwaarloozen zijn. In dat geval zullen de waterstanden aan de peilschaal "Mond der Donge", dus geen verandering ondergaan tengevolge van geheele of gedeeltelijke afsluiting der Donge. In werkelijkheid zijn dergelijke veranderingen wel te verwachten, daar de Amer en de Bergsche Maas niet zoo groot zijn, dat de invloed van de Donge er op onbeteekenend is. Voor een studie van laatstgenoemde gevolgen der afsluiting zijn echter uitvoerige gegevens over genoemde rivieren noodig, waarover thans nog niet wordt beschikt. Daar aan de andere kant de door ir. Beelaerts van Blokland verstrekte gegevens over de Donge niet langer konden worden behouden, was het noodig de op de Donge zelf betrekking hebbende onderzoekingen tot een slot te brengen.

De uitkomsten hiervan zijn in deze nota neergelegd.

2. Karakter van de Donge.

De waterstaatkundige toestand en de ontwikkeling daarvan kan als bekend worden verondersteld. (Zie o.a. "Voorontwerp voor de verbetering van den Waterstaatstoestand in het stroomgebied van de Donge" door ir. M.C.E. Bongaerts). Voor de onderhavige onderzoekingen zijn de volgende punten van belang.

a. De Donge is een open getijrivier, welke zich stroomopwaarts in een groot aantal, steeds nauwer en ondieper wordende takken

splitst

splitst, op deze takken wordt het water van het omliggende poldergebied deels natuurlijk, deels kunstmatig geloosd, terwijl twee ervan; de boven-Donge en de 's Gravenmoersche vaart het water van een groot gebied hoge gronden (z.g. "Heiwater") aanvoeren.

b. de Donge is niet watervrij bedijkt. Bij hoge stormvloeden loopt dientengevolge het omliggende polderland onder. De kadehoogten zijn bij de opening van de Bergsche Maas gebracht op hoogten van + 2,50 m te Geertruidenberg, bovenwaarts verminderd tot + 2 m, bij de mond van de Gravenmoersche vaart en tot + 1,85 m bij de Roode brug en bij 's-Gravenmoer. Daarna zijn in de jaren 1921-1924 alle kaden verhoogd tot het nominale peil van + 2,50 m. Blijkens ingewonnen inlichtingen komen echter zoowel gedeelten voor, waar de werkelijke dijkshoogte hoger als waar deze lager ligt dan dit peil.

3. Karakter van de waterbeweging tijdens stormvloed.

het karakter van de waterbeweging verandert zeer zoodra het peil wordt overschreden, waarbij de Dongekaden gaan overloopen.

a. Beneden dit peil vormt de Donge met zijn takken een betrekkelijk klein en kort vloedgebied (gerekend tot het punt waar de rivier het karakter van een beek of sloot aanneemt; globaal 13 km lang met een totale oppervlakte van globaal 800.000 m²): De waterstanden in het geheele gebied volgen dientengevolge met zeer geringe vertraging (hoogstens een half uur) de standen aan de mond; de hoogten en oogenblikken van hoogwater liggen slechts weinig uiteen en de op die oogenblikken loopende stroomen zijn dus uiterst gering.

b. Geheel anders is thans de toestand zoodra de polders gaan inundeeren. Dit kan geschieden over enkele tientallen km lengte

en zodra de waterstanden stijgen tot globaal 5 à 10 cm boven de kadehoogten is de in de polders afgevoerde waterhoeveelheid zoo groot, dat zelfs bij de hoogste standen aan de Mond de aanvoer door de Donge niet in staat is, de waterstanden nog hooger te doen stijgen. Er is dus, onafhankelijk van de grootte van de stormvloed, een maximumgrens, waarboven de waterstanden een eindweegs de Donge op niet kunnen stijgen.

Benoorden Statendam zijn de overlopende kadelenkten niet zoo groot dat aldaar dit verschijnsel reeds in sterke mate optreedt. De Oude en Nieuwe Dombosch zullen in hoofdzaak uit de Amer worden geinundeerd, terwijl langs de linkerover der Donge in het algemeen geen overloopen zal voorkomen. Het overloopen blijft hier dus beperkt tot het kleine eiland tusschen Noorder- en Zuidergat en de rechter oever van het weinig verlegende Zuidergat. Voorbij Statendam treedt tengevolge van de splitsing der Donge een sterke vermeerdering van de overlopende kadelenkte op en de bovengenoemde maximumgrens zal dus van Statendam af zijn invloed doen gevoelen. Gezien de inklinking van verscheidene dijksvakken is te verwachten dat deze bovengrens sinds 1924 op ongeveer + 2,50 m zal liggen.

Het gevolg is dat op het oogenblik van hoogwater aan de Mond een sterke stroom naar binnen trekt, welke tot Statendam slechts weinig zal veranderen en verderop het de polders instroomende water zal compenseeren.

4. Globaal inzicht in de invloed van een afsluiting.

Uit de in de vorige paragraaf vermelde feiten kunnen reeds aanstonds belangrijke conclusies ten aanzien van de invloed van

een

een afsluiting ergens in de beneden-Donge op de stormvloedstanden worden getrokken. Deze invloed is zeer verschillend alnaar al of niet inundatie optreedt.

a. In het laatste geval volgt uit het feit, dat tijdens HW slechts uiterst geringe stroomen loopen, onmiddellijk dat het laggen van een afsluiting in de beneden-Donge op de hoogwaterstanden er beneden slechts een uiterst geringe invloed zal uitoefenen. In de tijdvakken van snelle rijzing of daling zullen de waterstanden er iets door worden vervroegd, dus resp. verhoogd en verlaagd; doch op de uiterste standen zal de invloed verwaarloosbaar klein zijn.

Een zeer belangrijke conclusie volgt nu uit de overweging dat, indien de Donge-kaden stormvloedsvrij waren opgetrokken, dit geval steeds aanwezig zou zijn. Dit beteekent, dat de invloed van een afsluiting van de Donge op de waterbeweging beneden de afsluiting nagenoeg identiek zal zijn met de invloed van een stormvloedsvrij optrekken van alle boven de afsluiting gelegen Dongekaden.

b. In het andere geval zal echter een afsluiting, welke geen of slechts een geringe overlopende kadelenkte laat bestaan de verlaagende invloed van de inundatie geheel wegnemen. Na afsluiting is dan geval a nagenoeg geldig, zoodat de afsluiting de maximum waterstanden in het geheele gebied verhoogt tot ongeveer de hoogste waterstand welke aan de Mond optreedt. Ook een stormvloedsvrij maken van alle kadehoogten zal dit tot gevolg hebben.

De hoogste stormvloedstanden te Geertruidenberg en Dongebrug, welke thans resp. + 294 en + 248 cm bedragen, zouden daarna slechts weinig afwijken van de hoogst bekende stand te Mond d. Donge, n.l. + 314 cm.

Tot steun van deze conclusies, welke slechts berusten op een algemeene kennis van het terrein en een algemeen inzicht in de waterbeweging, zijn een aantal nadere onderzoekingen en berekeningen ingesteld.

5. Invloed van de kadehoogten langs de Donge op de waterstanden afgeleid uit waarnemingen.

Bovenstaande beschouwingen vinden een belangrijke bevestiging in de waarnemingen van de stormvloedstanden vóór en na de in par. 2vermelde verhooging van de Dongekaden in 1921-1924. De invloed hiervan zal zich in 1923 reeds hebben doen gevoelen, terwijl eerst na 1924 de eindtoestand zal zijn bereikt. Daarom zijn in bijlage 1 de stormvloeden in de periode 1907 (na verlegging Maasmond) - 1922 vergeleken met die van 1925-1931. Genomen zijn daarvoor de in de V.O.W. vermelde stormvloeden, waarvoor waterstanden te Geertruidenberg en Dongebrug zijn waargenomen en welke te Mond der Donge minstens een hoogte van + 210 cm hebben bereikt. De tabel la geeft vooral deze stormvloeden de waterstanden te Mond der Donge (m), Geertruidenberg (g) en Dongebrug (d), terwijl in grafiek lb laatstgenoemde waterstanden als ordinaten zijn uitgezet voor abcissen weergevende de standen te Mond d. Donge. Duidelijk blijkt hieruit dat de kadeverhooging een sterke verhoging van de stormvloedstanden te Dongebrug heeft veroorzaakt.

Om de nauwkeurigheid onder cijfers te brengen is, volgens de methode der kleinste vierkanten de meest waarschijnlijke lineaire betrekking tusschen de standen d en g eenerzijds en m anderzijds berekend, Het resultaat was:

	$g = 250 + 0,76 (m - 253)$ (midd. afw.: 2,5 cm)
1906 - 1922	$d = 217 + 0,16 (m - 253)$ (midd. " 4,7 cm)
	$g = 251,6 + 0,845 (m - 252,3)$ (midd. afw.: 1,9 cm)
1925 - 1931	$d = 283,7 + 0,328 (m - 252,3)$ (" " : 4,15 cm)

Hieruit

Hieruit is bepaald, welke standen te G en D vóór en na de kadeverhoogingen overeen kwamen met standen te M. van + 220, + 250 en + 300. De aangegeven grenzen zijn gelijk aan 2 x de middelbare fout; er is dus slechts 4½ procent kans, dat de overeenkomstige standen buiten het door deze grenzen aangegeven gebied liggen.

Mond der Donge		220	250	300
Geertruidenberg	vóór verhooging	225 ± 2	248 ± 1	286 ± 3
	na verhooging	223 ± 2,5	249,5 ± 1	292 ± 3

Dongebruġ	vóór verhooging	213 ± 4	217 ± 2,5	224 ± 5,5
	na verhooging	228 ± 4,5	238 ± 2,5	254 ± 6

Waarschijnlijke stormvloedsverhooging	Geertruidenberg	-	1	6
	Dongebruġ	13	21	30

De stormvloedsverhooging aan de Dongebruġ kan op grond van deze cijfers als volkomen vaststaande worden beschouwd. Dat deze verhooging zich bij hogere waterstanden ook nog te Geertruidenberg doet gevoelen is, hoewel niet absoluut zeker, toch zeer waarschijnlijk te achten.

In grafiek 1 b treedt duidelijk aan den dag, dat de punten voor Dongebruġ beter dan door een rechte lijn worden benaderd door een kromme lijn welke voor de hogere abcissen nog slechts een zeer flauwe helling vertoont of zelfs asymptotisch tot een horizontale lijn nadert. Deze asymptoot zal voor 1924 op ongeveer + 225 cm

hebben

hebben gelegen en na 1924 op + 248 cm. Dit bevestigt de in par.3 geponeerde stelling, dat de maximumstanden boven Statendam vrijwel geheel worden beheerscht door de kadehoogten langs dezich hier sterk vertakkende Donge en het aldaar genoemde cijfer voor de maximum mogelijke stand te Statendam in de tegenwoordige toestand van + 250 cm.

Het verband tusschen de waterstanden te Geertruidenberg en Mond der Donge geeft daarbij sterke steun aan de in par.4 uitgesproken bewering dat zonder inundaties de standen in de Donge weinig van die te Mond der Donge zullen afwijken. Zij wettigen het vermoeden dat deze standen binnenwaarts in het algemeen iets hooger zullen zijn.

6. Uitgevoerde berekeningen, Vooronderzoek.

Als laatste stap zijn voor de toestanden zooals zij op de Donge voorkomen en na de afsluiting of kadeverhooging zouden kunnen voorkomen, enkele berekeningen uitgevoerd op grond van de door de Staatscommissie Lorentz ontwikkelde methoden. Zij zijn uitgevoerd voor drie toestanden:

- a. de tegenwoordige toestand,
- b. de tegenwoordige toestand met stormvloedvrije ophooging van alle kaden,
- c. de toestand met een afsluiting van de Donge nabij de Millen; onmiddellijk beoosten de samenvloeiing met het buitenpand van het Wilhelminakanaal.

Daar voor de stormvloed, welke (voorzoover bekend) de hoogste waterstanden heeft veroorzaakt, n.l. die van 13 Januari 1916, geen voldoende gegevens (waterstanden aan de Mond der Donge) beschikbaar waren, is de berekening uitgevoerd voor de op één na zwaarste

stormvloed

stormvloed, n.l. die van 26 Nov. 1928, welke bij eerstgenoemde in hevigheid slechts weinig achterbleef (stand te Mond der Donge 15 cm lager; daarentegen te Willemsdorp, Moerdijk en Willemstad resp. 4, 11 en 4 cm hoger).

Het gaat bij deze onderzoeken slechts om de toestand, welke omstreeks hoogwater in de Donge zal heerschen. Het is echter uiteraard niet geoorloofd zich voor de berekening daarvan uitsluitend te baseeren op de maximum waterstand te Mond der Donge. Tengevolge van traagheid en waterberging zal de toestand in de Donge op een bepaald oogenblik niet alleen worden bepaald door de op dat moment voorkomende stand aan de Mond, doch ook door de vroegere standen. Echter zal de invloed van dergelijke standen kleiner worden naarmate zij verder in tijd terugliggen. Het is van belang, het tijdstip te kennen, waarvoor de invloed van vroegere waterstanden op de toestand onbeteekenend wordt.

Voor een globale berekening van dit tijdstip kan een sterk vereenvoudigd gebied worden beschouwd, dat in details zeer sterk van het werkelijke afwijkt, mits slechts de van belang zijnde factoren waterberging, weerstand en traagheid behoorlijk worden weergegeven.

Voor ons doel is geacht aan een bekken zonder interne waterbeweging, waarvan de waterberging gelijk is aan die van de geheele Donge (bij een waterstand van + 250 ongeveer $1\frac{1}{2}$ millioen m²) en dat met het buitenwater is verbonden door een buis zonder waterberging, waarvan de afmetingen zoodanig zijn gekozen, dat de weerstand- en traagheidskrachten waaraan de Donge intrekkende watermassa's zijn onderworpen, voldoende worden weergegeven. Daarvoor is gekozen een buis met een lengte van 7500 m, een profiel van 350 m² en een hydraulische straal van 4 m. De lengte is aan de ruime kant (deze dient een middelwaarde van de wegen, over welke aanvoer van water

plaats

plaats vindt, aan te geven), om dat bedoelde tijdstip zeker niet te laat te vinden.

Voor een dergelijk gebied is exact bij volkomen willekeurig verloop der waterstanden te Mond berekend, dat de invloed van een waterstand te Mond 2,9 uur vóór hoogwater aldaar slechts 1 procent bedraagt van die van de hoogwaterstanden te Mond zelve. Hieruit kan worden besloten dat voor de berekening van de hoogwaterstanden op de Donge aan de Mond een willekeurig verloop van de waterstanden kan worden aangenomen, mits slechts gedurende het tijdvak van hoogwater te Mond der Donge tot drie uur er voor overeenstemming bestaat met de werkelijk voorgekomen waterstanden.

Met oog op de voor toestand a in Statendam aan te nemen maximum waterstand van + 250 is voor genoemd willekeurig verloop van de standen te Mond aangenomen een harmonische functie gesuperponeerd op een gemiddelde stand van + 250. Het bleek dat zelfs van vier uur vóór hoogwater tot drie uur erna praktisch volkomen overeenstemming met de waargenomen waterstanden kan worden verkregen bij het aannemen van de volgende uitdrukking:

$$M = 250 + 50 \cos \frac{2 \pi t}{10 \times 3600} \quad (1)$$

waarbij het oogenblik van hoogwater te Mond als nulpunt van de tijdtelling werd benut.

Alle berekeningen konden dus worden uitgevoerd met de aanname (1) voor de standen te Mond der Donge.

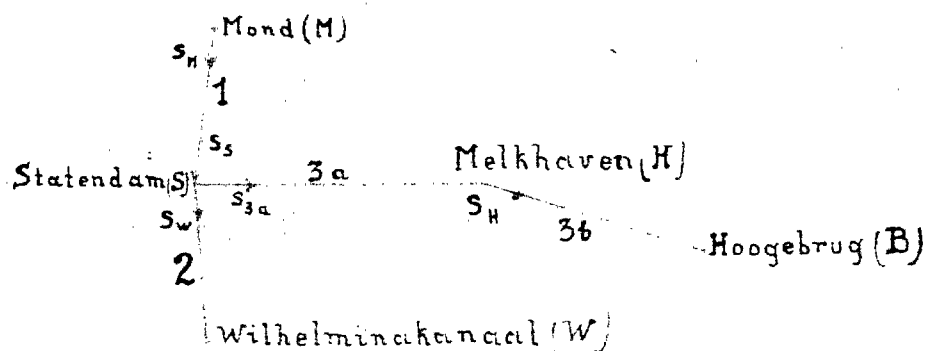
7. Schematiseeren van de Donge.

Voor het uitvoeren van een berekening dienen de werkelijk voorkomende waterwegen met hun varieerend en onregelmatig profiel vervangen te worden door een aantal kanalen met constant dwarsprofiel, bestaande

bestaende uit één of meer naast elkaar gelegen deelen met onveranderlijke diepte. De afmetingen van deze kanalen dienen met zorg te worden gekozen om een zoo goed mogelijke benadering van de werkelijkheid te geven.

Voor ons doel is doelmatig een schematisering tot 3 kanalen, welke te Statendam bijeen komen. Om grooter nauwkeurigheid te bereiken kan desnoods elk van deze kanalen worden samengesteld uit achter elkaar geschakelde deelen met verschillend dwarsprofiel. Om de dwarsdoorsnede van elk gedeelte zoo nauwkeurig mogelijk te kunnen vaststellen zijn volgens de door ir. Beelaerts van Blokland verstrekte gegevens een aantal dwarsprofielen geteekend en onderling vergeleken.

In bijlage 2 zijn een aantal gegevens betreffende het ontwerpen van dit schema verzameld, en wel bij waterstanden van + 0,50 m en van + 2,00 m. Waar over de berekening, blijkens het in paragraaf 6 gezegde, op een gemiddelde waterstand van 2,50 m valt te rekenen, is tenslotte het volgende schema aangenomen.



kanaal	lengte	Strooken breedte x diepte	pro- fiel	Oppervlakte	
1	5000	45 x 5,50 + 55 x 3,20 + 40 x 1,50 + 15 x 0	484	775.000	alles in m
2	5000	35 x 4,50 + 8 x 2,00 + 8 x 0	174	255.000	
3a	4600	35 x 4,50 + 13 x 2,00 + 15 x 0	184	290.000	
3b	3200	19 x 3,80 + 11 x 1,00 + 17 x 0	83	150.000	

8. Uitgevoerde berekeningen, zonder windinvloed op de Donge.

(zie bijlage 3)¹⁾

a. Tegenwoordige toestand. Zoals reeds gezegd is, wordt aangenomen dat daarbij in Statendam de stand van + 2,50 blijft gehandhaafd. Feitelijk is dit slechts juist voor de tijd, dat de waterstand aan de mond boven + 2,50 ligt. De toestand wordt echter symmetrisch aangenomen, wat hier op neerkomt dat, als tegenhanger van de inundatiestroom naar de polders, bij standen lager dan 2,50 een uit de polders komende stroom wordt gedacht. Daar deze 2½ uur vóór hoogwater eindigt, en hier, waar alleen geul 1 van belang is de kritieke tijd veel korter is als in paragraaf 6 voor het samenstel der geulen 1,2 en 3 werd afgeleid, is deze afwijking van de werkelijkheid voor de van belang zijnde toestand tijdens en even na hoogwater zonder invloed.

De berekening geeft voor dit geval een maximum stroomsterkte van 543 m³/sec. welke optreedt 90 of $\frac{9}{360}$ X 10 uur = 15 minuten na het moment van hoogwater, terwijl overigens de stroom een harmonisch verloop heeft met een periode van 10 uur. Op grond van het in paragraaf 6 opgemerkte kan deze stroom van 2½ uur vóór tot 2½ uur na het oogenblik van maximum sterkte als de werkelijk optredende worden beschouwd.^{x)}

Waar dit tijdvak praktisch overeenkomt met dat gedurende welke
de

1) niet vermenigvuldigd. Berust op Waterloopkundige Dienst LZW.

x) Dit is niet geheel juist, omdat bij de berekening een lineaire weerstand is aangenomen. In werkelijkheid bij kwadratische weerstand, zal het stroomverloop niet harmonisch zijn, doch naderen tot een verloop volgens de wortel uit een harmonische functie. De maximum stroomsterkte komt daardoor nog even onder 500 m³/sec. te liggen (zie fig.).



de polderkaden hebben overgelopen, is de totale hoeveelheid inundatiewater te berekenen op :

$$5 \times 3600 \times \frac{2}{3} \times 543 = 6,2 \times 10^6 \text{ m}^3.$$

Een vergelijking van dit cijfer met het in de polders geconstateerde inundatiewater wordt in een aanhangsel gegeven.

b. Na stormvloedvrije ophooging der kaden.

De uitkomsten der berekening zijn de volgende. Het eerste getal geeft weer de maximum waterhoogte of maximum stroomsterkte; het tweede getal hoeveel minuten voor of na het oogenblik van hoogwater aan de Mond zij optreden.

Plaats	Waterstand	Stroom
Mond der Donge	300 - 0	130-- 148 min.
Statendam	302 - + 3 min.	Beneden Donge 63½- - 146 min
		Boven Donge 40½- - 145 min
		Wilh.kanaal 23- - 147 min
Sluizen Wilhelmina-kanaal	302½ - + 3 min.	0
Melkhaven	303 - + 5 min.	14- - 145 min.
Hoogbrug	303½ - + 5 min.	0

De uitkomsten bevestigen volkomen de in par.8 voorloopig getrokken conclusies. De maximumstanden blijken landwaarts in zeer geringe mate in hoogte toe te nemen en vertoonen een zeer sterke verhooging ten opzichte van de in toestand a optredende standen.

c. Na afsluiting van de Donge bij de Millen.

Uitkomsten.

Plaats	Waterstand	Stroom
Mond der Donge	300 .- 0	88½ - - 149 min.
Statendam	301 - + 1 min.	23 - - 148 min.
Sluizen Wilhelminakanaal	301½ - + 2 min.	0

Ten opzichte van de toestand met stormvloedvrije kaden brengt de afsluiting dus een zeer geringe stormvloedverlaging, welke echter in het niet zinkt bij de verhooging tengevolge van het wegvakken der inundaties.

9. Invloed van de wind.

In het bovenstaande is de invloed van de wind op het water in de Donge zelf buiten rekening gelaten. Dit is geoorloofd, daar deze invloed vrij klein is en achteraf als correctie kan worden aangebracht.

Bij toestand a zal de windinvloed zich uiten als een drifstroom, welke, gesuperponeerd op de aanwezige verhangstroom, de naar binnen stroomende en over de kaden vloeïende watermassa's met enkele procenten zal doen toenemen. In de toestanden b en c echter ontstaat door de wind een opwaaiing, welke de standen binnenwaarts nog wat hoger zal doen oplopen.

Op het moment van hoogwater bij de onderzochte storm woei een noord westenwind met een snelheid van 14 m/sec (waarneming de Bilt). In 1916 echter was de wind op het moment van hoogwater sterker; n.l. 18 m/sec. Met dit laatste bedrag zal worden gerekend.

Van Mond der Donge tot Geertruidenberg is de richting van de Donge

vrijwel gelijk aan de windrichting, zoodat op de volle opwaaiing valt te rekenen. Bij de hoogste waterstand zal de maatgevende waterdiepte in dit deel ongeveer 6 m bedragen, zoodat de opwaaiing bedraagt:

$$\frac{0,036 \times 18^2 \times 2}{6} \text{ cm} = 4 \text{ cm.}$$

Van Geertruidenberg tot Statendam staat de Donge vrijwel loodrecht op de windrichting, dus behoeft niet op opwaaiing te worden gerekend.

Ten aanzien van Wilhelminakanaal en boven-Donge bestaat groote onzekerheid, welke invloed een schuin hierover waaiende wind op deze vrij smalle wateren zal uitoefenen. Het is waarschijnlijk dat de opwaaiing in zoo'n geval aanmerkelijk - b.v. 50 procent- kleiner is dan op ruim water het geval zal zijn.

Neemt men dit aan dan wordt bij een hoek van 45° tusschen wind en kanaal de opwaaiing van Statendam tot de sluizen van het Wilhelminakanaal:

$$\frac{0,5 \times 0,036 \times 18^2 \times \frac{1}{2} \cdot 2}{5} \times 5 = 4 \text{ cm}$$

Ook op de Donge zal de opwaaiing deze orde van grootte hebben.

10. Maximum waterstanden. Conclusies.

Waar in 1916 de hoogste waterstand te Mond der Donge 314 cm bedroeg dus 14 cm hooger dan waarvan boven is uitgegaan, en de landwaartsche verhooging van deze maximumstand practisch gelijk zullen zijn aan de boven berekende, kunnen alle bovenberekende standen door verhooging met 14 cm tot maximum standen worden gemaakt. Indien de voor 1825 vermelde waarneming aan de gewone peilschaal kan worden vertrouwd, zou dit erop wijzen dat toen te Mond der Donge een nog hoogere stand zou zijn voorgekomen.

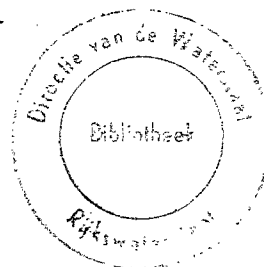
Waar verdere waarnemingen op de Amer dit echter niet waarschijnlijk maken, is hier geen rekening mede gehouden.

Resumeerende, kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

I. Een afsluiting van de Donge gepaard met stormvloedvrij optrekken der buitengelegen kaden bij de Hillen zal tot een aanmerkelijke stormvloedverhoging op de Donge en in het Wilhelminakanaal aanleiding geven. Te Statendam zal de maximum waterstand stijgen van ongeveer + 250 tot ongeveer 319 cm; bij de sluizen van het Wilhelminakanaal zal een stand van 324 cm mogelijk worden. Voor Geertruidenberg, waar (bij buiten rekening laten van de opgave van 1825) de hoogste stand van + 294 cm in 1916 is voorgekomen, welke stand door kadeverhogingen als in 1921 - 1924 zijn uitgevoerd tot + 301 zou zijn opgelopen, zal op een maximum stand van + 318 cm zijn te rekenen.

II. Deze verhoging is uitsluitend het gevolg van het vervallen der polderinundaties. De afsluiting op zichzelf heeft zelfs een geringe stormvloedverlagende werking. Bij weglaten van de afsluiting doch stormvloedvrij opheugen van alle Dongekaden zouden bovengenoemde maximum waterstanden nog 1 cm hoger worden gevonden.

III. Al deze cijfers gelden slechts in de onderstelling dat de maximum stand te Mond der Donge niet verandert. Indien het voorkomen der Donge-inundaties een verhoging van de stormvloedstanden op de Amer zou veroorzaken (wat waarschijnlijk lijkt en wel tot een bedrag van 5 à 10 cm) dan zal een zelfde extra verhoging van alle bovengenoemde plaatsen optreden. Ook voor deze verhoging geldt het onder II gezegde.



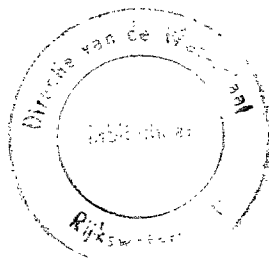
Aanhangsel.

Het volgende, bij het onderzoek tegengekomen resultaat verdient vermelding. Door het waterschap "Beneden-Donge" is na de storm van 1928 een enquête ingesteld naar de omvang der inundaties. Uit de daarbij verzamelde gegevens zijn zeer globaal de volgende hoeveelheden welke in de binnenwaarts van Statendam gelegen polders zijn geborgen af te leiden. Voor de waterberging onder maaiveld is daarbij op een schijf van 5 cm gerekend.

Polder	Geïnnundeerde oppervlakte ha	Diepte van inundatie cm	Geborgen water 10 ³ m ³
Beoosten Gravenmoersche vaart	400	75	3000
Polder van 's-Gravenmoer	{ 300	35	1050
	{ 100	5	50
Dongendijksche polder	130	80	1050
Willemspolder	500	50	2500
Republiekspolder	40	5	-
Kromgat	94	150	1400
Oostpolder	{ 170	170	2900
	{ 70	35	350
Carthuizer polder	56	210	1150
Boterspolder	17	75	150
Noord-, Zuid- en St. Antoniepolder	90	85	800
Lageweg met de Velden	70	250	1750
Goede-, Aarts- en Mendrachtspolder	144	100	1500
Hooislobben, Cliestand, Snellenpolder, Hillen	≈ 150	100	1500
Totaal			19000

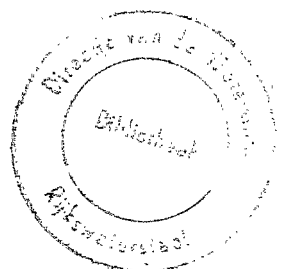
Totaal inde polders geborgen 19 x 10⁶ m³.

Boven



Boven is een hoeveelheid inundatiewater berekend van ruim $6 \times 10^6 \text{ m}^3$. Het overige water moet dus oppervlaktewater zijn, dat niet is kunnen worden afgevoerd, terwijl bovendien reeds op 24 en 25 November, bij hoogwaterstanden van + 250 cm, een aantal polders zullen zijn geïnundeerd. Zoo meldt de polder "Beoosten de 's-Gravenmoersche vaart", dat het onderlopen uitsluitend door oppervlaktewater is geschied, terwijl in de "Noord-, Zuid- en St. Antoniepolder" de hoogste waterstand reeds op 25 November is geconstateerd, zoodat de inundatie vóór de storm van 26 November moet zijn geschied. Ook voor de Boterpolder wordt dit opgegeven. Waar de op 23-27 November afgetapte regenval te Oosterhout resp. 7,5 - 10,2 - 13,7 - 27,5 en 9,3 mm bedroeg, totaal 68 mm, is, bij het stroomgebied van de Donge van 23.600 ha, dus een totaal waterbezwaar door regen van $16 \times 10^6 \text{ m}^3$ de belasting van de lage polders wel te verklaren. De hoge buitenstanden in genoemd tijdvak zullen loozen en malen praktisch onmogelijk hebben gemaakt.

Het in de polder: Carthuiser polder, Lage Weg met de Velden, Goede-, Aarts- en Eendrachtspolder geborgen water (totaal $4,4 \times 10^6 \text{ m}^3$) zal vrijwel geheel inundatiewater van 26 Nov. zijn; dat in de beoosten en bezuiden de Donge gelegen polders hoofdzakelijk "heiwater". Het hoge bedrag van de hoeveelheid in de polders geborgen water behoeft dus niet op een onjuistheid in de berekening van de stormvloed van 26 November en de daaruit voortvloeiende hoeveelheid inundatiewater te wijzen.



Stormvloedstanden op de Donge.

a). Periode 1906 - 1922.

Datum	Mond der Donge	Geertruidenberg	Willemsbrug
21 - II - '07	265	260	207
23 - XI - '08	261	259	221
26 - II - '11	238	238	212
30 - IX - '11	283	268	225
9 - IV - '12	239	240	222
18 - XI - '14	239	241	219
11 - XI - '14	230	232	215
13 - I - '16	<u>314</u>	294	224
17 - II - '16	246	245	214
25 - X - '17	236	238	216
27 - XI - '17	267	265	223
3 - XII - '17	278	272	226
19 - XII - '19	258	255	220
23 - X - '21	234	234	211
31 - XII - '21	235	234	212
3 - I - '22	223	225	210



Periode 1925 - 1931

Datum	Mond der Donge	Geertruidenberg	Willemsbrug
10 - III - '26	247	247	241
10 - X - '26	251	249	238
20 - XII - '26	221	225	226
17 - XI - '28	218	220	220
24 - XI - '28	253	253	242
26 - XI - '28	299	290	248
13 - XII - '29	260	257	244
13 - I - '30	232	238	236
23 - XI - '30	274	270	246
17 - I - '31	268	267	246

