

T I J D V A K :	Gemiddeld hoogwater.	Gemiddeld laagwater.	Gemiddeld tjverschil.
	c.M. + N.A.P.	c.M. + N.A.P.	c.M.
1866—1870	108	— 16	124
1871—1880	103	— 28	131
1881—1890	102	— 43	145
1891—1900	103	— 56	159
1901—1910	107	— 55	162
1911—1917	113	— 55	168

Blijkt dus van 1866—1870 tot 1911—1917 het tijverschil te zijn vergroot van 124 c.M. tot 168 c.M. dus met 44 c.M., zoo blijkt tevens dat het gemiddeld hoogwater slechts met 5 c.M. is verhoogd, terwijl het gemiddeld laagwater met 39 c.M. is verlaagd.

Ook hier wordt, evenals voor den Rotterdamschen Waterweg in de nota van het lid C. W. LELY van Juni 1917, bijlage 16, werd aangetoond, de verhooging van den hoogwaterstand door vergroting van het tijverschil weer grootendeels opgeheven door een verlaging van den halftijstand.

§ 28. Beneden-Lek en Noord.

Bij het in Hoofdstuk IV beschreven empirisch onderzoek werd gevonden, dat voor Krimpen de hoogwaterstanden onder gewone omstandigheden in het tijdvak 1876—1878 tot 1913—1915 bij lagen stand der bovenrivier met ongeveer 33 c.M. en bij hoogen stand der bovenrivier met ongeveer 7 c.M. zijn gestegen, zoodat hier dus de bovenrivier een belangrijker invloed blijkt uit te oefenen.

Dezelfde omstandigheid zal in hoofdzaak ook gelden voor de Noord, welke bij Krimpen in de Nieuwe Maas uitmondt en in nog sterker mate voor de Beneden-Lek.

Een bloote vergelijking van de stormvloedstanden op Noord en Beneden-Lek met die te Hoek van Holland waargenomen, kan dus feitelijk geen juist beeld geven.

Het komt er voor deze rivieren toch op aan te onderzoeken, of de hooge stormvloeden, welke bij hoog opperwater voorkomen, zijn verhoogd, daar deze stormvloeden voor de dijken beslissend zijn en niet de stormvloeden bij laag opperwater.

Dit onderzoek is geschied voor de stormvloeden welke in de laatste 30 jaren van 1887—1917 zijn voorgekomen en wel voor de plaatsen Alblasserdam, Krimpen, Streefkerk en Schoonhoven. Voor genoemde plaatsen is voor alle stormvloeden het verschil met H.W. te Hoek van Holland voor de 4 perioden 1887—1896, 1897—1904, 1905—1910 en 1911—1917 in twee groepen verdeeld, een met rivierstand te Arnhem beneden 900 c.M. + N.A.P. en een met rivierstand te Arnhem boven 900 c.M. + N.A.P.

In onderstaanden staat zijn de gemiddelden voor de groepen opgegeven.

Periode	Aantal waar- nemingen.	Gemiddelde rivierstand te Arnhem.	Gemiddeld verschil met H.W. te Hoek v. Holland bij stormvloed voor:			
			Alblas- serdam.	Krim- pen.	Streef- kerk.	Schoon- hoven.
		c.M. + N.A.P.	c.M.	c.M.	c.M.	c.M.
1887—1896	18	835	17.2	6.0	13.7	19.2
	12	995	31.8	24.8	33.3	48.3
1897—1904	27	798	12.9	11.4	10.3	17.0
	9	935	19.7	15.3	26.7	30.9
1905—1910	24	797	15.9	11.0	9.5	15.3
	7	1052	25.3	21.0	25.9	44.1
1911—1917	17	829	29.9	16.9	18.5	26.0
	26	1017	37.5	23.9	31.2	44.0

Bij een onderlinge vergelijking van bovenstaande cijfers blijkt, dat voor de 4 plaatsen het verschil met Hoek van Holland bij hoogen rivierstand belangrijk grooter is, en dus de stand der bovenrivier een invloed van beteekenis uitoefent.

Uit een vergelijking der verschillende perioden volgt tevens, dat die invloed in vroeger jaren grooter is geweest dan bij den tegenwoordigen toestand der rivieren.

Ten einde, voor zoover dit met het betrekkelijk gering aantal waarnemingen mogelijk is, een juistere vergelijking te kunnen maken, dienen de cijfers der verschillende perioden feitelijk allen op dezelfde rivierstanden te worden herleid. De gemiddelden bij hooge rivierstanden voor de perioden 1897—1904 en 1905—1910 toch loopen te ver uiteen om een juiste vergelijking te kunnen maken. Bovendien is voor deze perioden het aantal waarnemingen bij hoogen rivierstand tamelijk klein. De beide uiterste perioden loopen evenwel weinig uiteen en leveren een beter gegeven voor vergelijking op.

Wordt, tusschen de grenzen Arnhem = 800 en Arnhem = 1000, voor den invloed van de bovenrivier op de hoogwaterstanden een lineair verloop aangenomen, dan kunnen uit de verschillen der gemiddelden voor lage en hooge rivierstanden, welke niet veel van 800 en 1000 c.M. + N.A.P. afwijken, de gemiddelden bij een stand van 800 en 1000 c.M. + N.A.P. voor de beide perioden worden afgeleid, zoodat dan een betere vergelijking der cijfers mogelijk is.

De aldus herleide cijfers, benevens de daaruitvolgende stijgingen in ongeveer 25 jaar, zijn in den volgenden staat, afgerond op c.M. opgegeven.

Rivierstand te Arnhem waarop de verschillen zijn herleid.	Periode.	Verschil met H.W. te Hoek van Holland bij stormvloed voor:			
		Alblasserdam.	Krimpen.	Streefkerk.	Schoonhoven.
c.M. + N.A.P. 800	1887—1896	c.M. 14	c.M. 2	c.M. 10	c.M. 13
	1911—1917	29	16	16	23
	Stijging in 25 jaar	15	14	6	10
1000	1887—1896	32	25	34	49
	1911—1917	37	23	30	42
	Stijging in 25 jaar	5	—2	—4	—7

Uit bovenstaande cijfers blijkt duidelijk, dat voor de 4 plaatsen bij een tamelijk lagen stand der bovenrivier te Arnhem van 800 c.M. + N.A.P., de stormvloedstanden zijn gestegen en wel het meest te Alblasserdam en Krimpen met ongeveer 15 c.M., terwijl bij een hooger stand der bovenrivier van 1000 c.M. + N.A.P., alleen voor Alblasserdam nog een stijging van 5 c.M. wordt gevonden, doch voor de overige plaatsen een daling van 2 tot 7 c.M.

Opgemerkt zij dat vermoedelijk de peilschaal te Alblasserdam vrij belangrijk is gezakt, en de gevonden stijging dus mogelijk geheel of in hoofdzaak het gevolg kan zijn van de verzakking dezer peilschaal. Deze zaak is bij den Algemeenen Dienst van den Rijkswaterstaat nog in onderzoek.

Uit bovenstaande cijfers mag dus wel met voldoende zekerheid worden afgeleid, dat bij hooge rivierstanden, waar het hier vooral op aan komt, op de Beneden-Lek en vermoedelijk ook op de Noord de stormvloedstanden tengevolge van de in den loop der jaren uitgevoerde verbeteringswerken een weinig zijn gedaald.

Opgemerkt zij nog, dat wegens gebrek aan voldoende gegevens niet kon worden nagegaan, hoe de stormvloedstanden zijn gewijzigd bij een zeer hoogen stand der bovenrivier van 1200 c.M. + N.A.P. te Arnhem, een stand welke in het stormseizoen gemiddeld 3 à 4 dagen per jaar voorkomt.

De afvoer van den Neder-Rijn te Arnhem kan worden uitgedrukt volgens de formule:

$$Q = 1105 - 341.5 H + 30 H^2. \text{ } ^1)$$

waarin H den waterstand te Arnhem in M. + N.A.P. voorstelt, zoodat de afvoer van den Neder-Rijn bedraagt:

bij 800 c.M. + N.A.P. te Arnhem.	293 M ³ /sec. of per 12u.25'	13.1 miljoen M ³ .
„ 1000 „ + „ „ „ . . . 690 „ „ „ 12u.25'	30.8 „ „	„ „
„ 1200 „ + „ „ „ . . . 1327 „ „ „ 12u.25'	59.3 „ „	„ „

Bij een zeer hoogen stand der bovenrivier van 1200 c.M. + N.A.P. te Arnhem bedraagt de afvoer dus bijna het dubbele van dien bij een stand van 1000 c.M. + N.A.P. te Arnhem, zoodat bij de zeer hooge standen de invloed van de bovenrivier zich in nog veel sterker mate zal doen gevoelen.

Hoewel dit bij gebrek aan voldoende gegevens niet met cijfers kan worden aangetoond, kan op grond van het hier verrichte onderzoek wel met vrij groote waarschijnlijkheid worden aangenomen, dat bij zeer hoogen stand der bovenrivier de stormvloedstanden op de Beneden-Lek tengevolge van de in den loop der jaren aan den Rotterdamschen Waterweg en de Lek uitgevoerde verbeteringswerken, vrij belangrijk zullen zijn gedaald.

De Commissie meent met het bovenstaande onderzoek, voor wat de overige in Zuidholland gelegen benedenrivieren betreft, te kunnen volstaan.

¹⁾ Zie Rapporten en Mededeelingen van den Rijkswaterstaat No. 11 blz. 19.

Stormvloedhoogten van Dec. 1894, Maart 1906 en Jan. 1916.

Kust- of riviervak.	Waarnemingspunt.	Stormvloedhoogten.			
		23 Dec. 1894.	12/13 Maart 1906.	13/14 Jan. 1916.	In 1916 hooger dan in 1894.
		c.M. + N.A.P.	c.M. + N.A.P.	c.M. + N.A.P.	c.M.
Noordzeekust. ¹⁾ (Tot Hoek van Holland).	Schiermonnikoog	406	456	346	— 60
	Ameland	330	356	320	— 10
	Terschelling	281	270	228	— 53
	Vlieland	287	256	221	— 66
	Texel	254	213	205	— 49
	Helder	248	204	175	— 73
	Petten	260	210	240	— 20
	Katwijk	343	324	250	— 93
	Scheveningen	353	315	320	— 33
		Hoek van Holland	328	297	300
Rott. Waterweg. Beneden-Lek.	Rozenburg (Scheur)	325	286	302	— 23
	Maassluis	325	296	304	— 21
	Vlaardingen	320	300	315 ²⁾	— 5
	Rotterdam	317	298	331	14
	Krimpen	301	315	335	34
	Schoonhoven	307	329	346	39
		Rozenburg (Br. Maas)	360	340	317
Brielsche Maas. Oude Maas. Noord. Merwede.	Brielle	325	309	338	13
	Nieuwesluis	320	294	325	5
	Spijkenisse	305	292	320	15
	Oud-Beijerland	329	306	335	6
	Puttershoek	327	317	340	13
	Dordrecht	321	327	343	22
	Alblasserdam	321	321	350	29
	Sliedrecht	322	333	348	26
	Hardinxveld	333	352 ^g	365	32
	Gorinchem	337	357	379	42
Haringvliet. Holl. Diep. Nieuwe Merwede.	Goedereede	340	320	324	— 16
	Hellevoetsluis	346	325	333	— 13
	Middelharnis	342	335	340	— 2
	Willemstad	362	357	362	0
	Moerdijk	353	337	360	7
	Deeneplaat	335	322	340	5
	Werkendam	326	342	352	26

¹⁾ IJmuiden niet opgenomen, omdat daar de stormvloedhoogte van 23 Dec. 1894 niet werd waargenomen.

²⁾ Zie blz. 48.

Kust- of riviervak.	Waarnemingspunt.	Stormvloedhoogten.			
		23 Dec. 1894.	12/13 Maart 1906.	13/14 Jan. 1916.	In 1916 hooger dan in 1894.
		c.M. + N.A.P.	c.M. + N.A.P.	c.M. + N.A.P.	c.M.
Brouwershavensche gat.	Oudehoeve	312	332	287	— 25
	Ouddorp	370	340	320	— 50
Krammer.	Brouwershaven . . .	boven ¹⁾	338	334	minder dan — 25
	Volkerak.	Bruinisse	379	391	356
Oosterschelde.	Steenbergsche Sas . .	377	380_g	380	3
	Burgh ²⁾ N.	358	345	330	— 28
	Colijnsplaat Z.	365	380	330 _g	— 35
	Zierikzee N.	371	382	347	— 24
	Goesche Sas Z.	393 ³⁾	408	360	— 33
	Wemeldinge Z.	398	432	380	— 18
	Gorishoek N.	404	434	385	— 19
	Tholen N.	420	440	414	— 6
	Bergen op Zoom . . .	424	455	410	— 14
	Westerschelde. (Noordzijde).	West-Kapelle	340	375	350 _g
Vlissingen		367	392	353	— 14
Ellewoutsdijk		387	410	401	14
Hoedekenskerke		394	439	420	26
Hansweert		409	460	410	1
Waarde		433	470	415	— 18
Westerschelde (Zuidzijde).	Bath	439	483	440	1
	Wielingen	416	394	339	— 77
	Breskens	381	415	361	— 20
	Hoofdplaat	395	430	355	— 40
	Neuzen	394	427	395	1
Walsoorden	398	460	405	7	

1) De juiste hoogte is niet opgenomen.

2) N = Noordzijde Oosterschelde.

Z = Zuidzijde Oosterschelde.

3) Oost-Beveland.

g = gegist.

Voor elke plaats is de hoogste der drie standen vet gedrukt. Indien deze hoogste stand tevens den ter plaatse hoogstbekenden waterstand aangeeft, is de stand bovendien onderstreept.

Verslag van de werkzaamheden en de daarmee bereikte resultaten van Afdeeling A.

In de Algemeene Vergadering van 3 April 1916 werden twee afdeelingen A en B gevormd, waarbij aan Afdeeling A speciaal werd opgedragen een onderzoek in te stellen naar de vraagpunten op het gebied der getijden en der meteorologie.

In de eerste vergadering van Afdeeling A van 10 April 1916 werden als oorzaken voor abnormaal hoge waterstanden op den Waterweg genoemd:

1. Verhoogd Noordzeeniveau door verwijderde invloeden.

2. Plaatselijke storminvloed.

3. Hoog bovenwater.

Hieruit vloeien de volgende vragen voort:

a. Wat zijn de hoogste waterstanden, die men — afgezien van lokalen windinvloed — kan verwachten? (Dus alleen als gevolg van astronomisch getij en door verwijderde invloeden verhoogd Noordzee-niveau).

b. Hoe groot is de gemiddelde windkracht in de zwaarste stormen geweest en welke verhoogingen van vloeden kan deze veroorzaken?

c. Wat is de invloed van het bovenwater?

Alhoewel Afdeeling A zich meer in het bijzonder heeft bezig gehouden met het zoeken naar het antwoord op de vragen onder a. en b. vermeld, hebben wijlen ons medelid STEIJN PARVÉ en de onder-voorzitter VAN EVERDINGEN een onderzoek verricht, waarin vraag c. voor het geval van stormvloeden wordt behandeld.

Een antwoord op deze vraag, waarbij de invloed van het bovenwater is nagegaan onder normale omstandigheden en bij stormvloed, vindt men ook onder Hoofdstuk IV.

Afdeeling A werd in twee onderafdeelingen gesplitst. Een dier afdeelingen, bestaande uit de heeren PHAFF, aanvankelijk STEIJN PARVÉ, later STOEL, en VAN DER STOK, zou zich meer in het bijzonder met vraagstukken, waarbij de astronomische getijden een rol spelen, bezighouden; de andere onderafdeeling, gevormd door de heeren VAN EVERDINGEN en GALLÉ, had meer tot taak het meteorologische gedeelte.

Intusschen is bij den gang van het onderzoek eene strenge scheiding van deze werkzaamheden niet praktisch gebleken en heeft eerstgenoemde onderafdeeling bovendien een onderzoek ingesteld naar „de verhouding van het windeffect bij verschillende windrichtingen en windkrachten”.

De andere onderafdeeling berekende voor verder genoemde stations de gemiddelde richting en kracht van den wind gedurende 4 à 6 uur vóór de tijdstippen van waargenomen hoog- en laagwater te Vlissingen, Brouwershaven, Hoek van Holland, IJmuiden, Helder en Vlieland over een tijdperk van 2 à 2½ etmaal, voorafgaande aan de verschillende stormvloed, welke voorgekomen zijn in de jaren 1887—1916. Het waarnemingsmateriaal leverden de windwaarnemingen verricht te Vlissingen, Hoek van Holland, Amsterdam, Helder en op de lichtschepen „Noord-Hinder”, „Schouwenbank”, „Maas”, „Haaks” en „Terschellingerbank”.

De resultaten vindt men in bijlage 29.

Ook gaf zij een uiteenzetting van het gemiddelde verloop van den storm, welke op onze kust hoogwater veroorzaakt, waarbij tevens een inzicht verkregen wordt, althans voor gemiddelde toestanden, van het verwijderde

en plaatselijke windeffect ¹⁾. De normale luchtdruk- en windverdeelingen twee dagen en één dag voor den stormvloed en op den stormvloeddag zelve worden in bijlage 35 weergegeven.

Verder werd aangetoond ²⁾, dat men, voor stormvloedtoestanden, alleen uit barometerwaarnemingen de algemeene windomstandigheden voldoende nauwkeurig kan berekenen, zoodat dus ook voor vroegere tijden, toen wel barometerwaarnemingen maar geen windwaarnemingen verricht werden volgens de tegenwoordige methode, de windomstandigheden, die tijdens stormvloed geheerscht hebben, nagegaan kunnen worden.

Onder windeffect wordt hierboven en verder in het verslag verstaan het gezamenlijk resultaat van „Verwijderde invloeden” en „Plaatselijken storminvloed”.

Ten einde dit effect te onderzoeken, dient men het eerst eens te zijn over het antwoord op de vraag, of de eb- en vloedbeweging zich tijdens stormvloed ongestoord zal handhaven. Beschouwen wij eerst de amplitude.

Theoretische overwegingen doen besluiten, dat van de voornaamste onder de partieele getijden de amplitude niet noemenswaard zal veranderen. Eenigszins anders staat het met de zoogenaamde physische of ondiepwatergetijden, die vergelijkbaar zijn met de boventonen en combinatietonen der geluidsleer. Als de hoofdgetijden zich, onbelemmerd door de hevige beroering van het oppervlak, doen gelden, mag aangenomen worden, dat ook de nevengetijden, die zich in ondiep water vormen, tot stand zullen komen, zij het ook met eenige wijziging der amplitude. Aangezien voor de bepaling der constanten dezer nevengetijden, zoowel als voor die der hoofdge-

¹⁾ Nota's de Bilt 28 Juni 1917 en Januari 1918 door P. H. GALLÉ; eerstgenoemde nota is niet bij het verslag gevoegd, laatstgenoemde is opgenomen als bijlage 22.

²⁾ Nota de Bilt 23 Maart 1918 door E. VAN EVERDINGEN, bijlage 24.

tijden een zeer uitgebreid waarnemingsmateriaal van waterstanden noodig is, n.l. uurwaarnemingen over een vol jaar, kan van een experimenteel onderzoek hieromtrent, bij stormvloedtoestanden alleen, geen sprake zijn.

Vergelijkt men verder de waargenomen en berekende waterstandskrommen op stormvloeddagen, dan blijkt dat, voor zoover den tijd van H.W. en L.W. betreft, praktisch gesproken, het getij ongestoord zijn gang gaat. De phase van het getij is dus ook niet noemenswaard veranderd.

Om tot het windeffect te geraken, was het dus noodig uur voor uur òf om het half uur den waterstand te berekenen, zooals die geweest zou zijn, indien geen meteorologische invloeden werkzaam geweest waren. Neemt men dan het verschil tusschen waargenomen en berekenden stand, dan komt het bedrag te voorschijn, dat met den naam „windeffect”, „stuwing” of „stormstuwing” in de verschillende nota's van Afdeeling A is betiteld.

De getijberekeningen werden verricht met behulp van gegevens, zooals die voorkomen in publicaties van VAN DE SANDE BAKHUYZEN, VAN DER STOK, PHAFF en VAN BERESTEYN ¹⁾.

Voor Hoek van Holland en Rotterdam is een volledig stel van getijconstanten bekend; voor Maassluis, Vlaardingen en Krimpen zijn alleen de constanten van de voornaamste maans- en zonsgetijden berekend.

¹⁾ H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN. Over de getijden te Helder, IJmuiden en Hoek van Holland. Versl. Wis. en Nat. Afd. Kon. Ak. v. Wetensch. te Amsterdam, III 1895 (197—205).

J. P. VAN DER STOK, Kon. Ned. Meteor. Instituut No. 90. Etudes des Phénomènes de Marée sur les Côtes Néerlandaises. IV, Les Marées Principales.

M. H. VAN BERESTEYN. Getijconstanten voor plaatsen langs de kusten en benedenrivieren in Nederland, berekend uit waterstanden in het jaar 1906. Verh. Kon. Ak. v. Wetensch. te Amsterdam. Eerste Sectie, Deel XI, No. 2, 1911.

M. H. VAN BERESTEYN. Getijkrommen van Plaatsen aan de Nederlandsche kust en Benedenrivieren. Algemeene Dienst van den Waterstaat 1911.

J. M. PHAFF. Tafelen, benoodigd bij het hydrografisch opnemen etc., uitgegeven door het Dep. van Marine, 2de druk 1913.

Voor deze laatste stations zijn de constanten der nevengetijden door lineaire interpolatie, voor Krimpen door extrapolatie uit die grootheden op de twee eerstgenoemde plaatsen berekend.

In een viertal nota's ¹⁾ werden de resultaten der verschillende becijferingen medegedeeld; in het geheel werd de beschikking verkregen over 2562 waarden van het windeffect bij verschillende windrichtingen en windkrachten, verdeeld over 100 dagen.

Na een herziening der voor de windkracht te Hoek van Holland aangenomen waarden, noodig om de schaalwaarde geheel in overeenstemming te brengen met die, welke bij de samenstelling der bijlage 29 door de onderafdeeling voor meteorologische vraagstukken was gebezigd, werd de hier volgende tabel samengesteld. Deze bevat de gemiddelden voor het windeffect te Hoek van Holland in c.M., verkregen door bij elke windrichting van ZW.—NNW. en bij de windkrachten 6—12 van de Beaufort-schaal het gemiddelde uit alle beschikbare waarnemingen te berekenen. Bovendien zijn deze uitkomsten grafisch voorgesteld op bijlage 36.

Gemiddeld windeffect in c.M. en aantal waarnemingen (*n*) bij onderstaande richting en kracht van den wind.

	6	7	8	9	10	11	12
ZW.	6 (108)	8 (78)	16 (92)	13 (29)	32 (8)	—	—
WZW.	26 (165)	29 (128)	48 (119)	65 (65)	101 (36)	104 (4)	—
W.	45 (107)	79 (152)	84 (102)	114 (68)	150 (42)	153 (29)	163 (4)
WNW	46 (116)	68 (93)	118 (146)	126 (162)	157 (79)	213 (16)	245 (8)
NW.	71 (37)	82 (66)	115 (100)	150 (104)	178 (54)	204 (38)	203 (6)
NNW.	49 (33)	64 (63)	73 (63)	133 (32)	150 (4)	—	175 (6)

¹⁾ Nota's 's-Gravenhage, Utrecht 28 Juli 1916, 10 November 1916, Januari 1917 door J. M. PHAFF, D. J. STEYN PARVÉ en J. P. VAN DER STOK; April 1918 door J. M. PHAFF, W. F. STOEL en J. P. VAN DER STOK.

Deze nota's zijn niet bij het verslag gevoegd.

Men ziet, dat het hoogste windeffect wordt bereikt bij windrichtingen tusschen WNW. en NW., zoodat wat Hoek van Holland betreft deze als de gevaarlijkste moeten worden aangemerkt.

A priori zou men bij een windrichting loodrecht op het kustgedeelte bij Hoek van Holland, dus NW., het grootste windeffect verwachten. Twee redenen zijn aan te voeren, waarom zulks niet bij NW. het geval is, maar bij een richting iets noordelijker dan WNW.

1^o. Indien op onze westkust de storm uit het WNW. doorstaat, is de wind verder naar het Westen tot de oostkust van Engeland in de Noordzee Noordwest, zooals blijkt uit bijlage 35; zoowel het eenigszins verwijderde als het plaatselijke stormeffect kunnen dan volledig tot hun recht komen; bij NW.storm op de kust is het eenigszins verwijderde effect verdwenen, omdat de windrichting op de oostkust van Engeland dan tusschen NNW. en Noord is, ook het plaatselijke effect is niet zoo groot, zooals uit sub 2 volgt.

2^o. Onderzoekingen omtrent het verschil in richting van den wind en de door dien wind veroorzaakte winddriften hebben aangetoond, dat dit op Noorderbreedte in binnenzeeën 20° à 25° naar rechts bedraagt; bij WNW.-wind behoort dus een drift naar het Zuidoosten.

Als resultaat van dit gedeelte van het onderzoek van Afdeeling A vinden wij dus:

„dat een storm uit een richting tusschen WNW. en NW. als de gevaarlijkste moet worden aangemerkt”.

Neemt men, om voor deze belangrijke richting de meest betrouwbare waarden te krijgen, het gemiddelde van de uitkomsten voor WNW. en NW. uit de tabel op blz. 113, dan vindt men

Windkracht .	6	7	8	9	10	11	12
Windeffect .	58	75	116	138	168	208	224,

welke cijfers, evenals de gebroken lijn op bijlage 36, wijzen op een ongeveer lineaire stijging van het wind-effect met toenemende windkracht. Men bedenke hierbij, dat het windkrachtcijfer 12 alles omvat, wat boven een bepaalde grens uitgaat, zoodat een vermeerdering van het windeffect in een zeer ongunstig geval met nog eenige stappen van ± 30 cM. als mogelijk moet worden beschouwd.

Als voorbeeld van snel toenemen van het windeffect vermelden wij, dat in den storm van 13/14 Januari 1916 de grootste vermeerdering per uur te Hoek van Holland 40 cM. bedroeg en te Rotterdam 47 cM.

Indien men het windeffect beschouwt in verband met de windrichting en de windkracht aan de kust, dan blijkt het grootste windeffect gewoonlijk iets later voor te komen dan, soms ook samen te vallen met, het oogenblik, waarop de westnoordwestelijke storm zijn grootste kracht bereikt. Het windeffect of de stuwing is dus in hooge mate afhankelijk van den plaatselijken wind.

De vraag, hoe groot de grootste gemiddelde windkracht in de zwaarste stormen is geweest, is voor de laatste 50 jaren uit de beschikbare waarnemingen te beantwoorden. Het blijkt, dat gewoonlijk — ook bij hooge stormvloed — geen groter windkracht dan zware storm werd bereikt. Slechts enkele malen bereikte de wind gedurende korten tijd orkaankracht.

Voor stormvloed en tijden, toen nog niet geregeld windwaarnemingen volgens de thans gebruikte methoden verricht werden, is het mogelijk uit barometerwaarnemingen, waaruit gradiënten berekend zijn, de windkracht af te leiden (zie bijlage 24). Alhoewel in het algemeen een toenemende gradiënt gepaard gaat met toenemenden wind, zorgt de natuur in deze zelf voor een rem. Abnormaal groote gradiënten komen gewoonlijk slechts over kleine gebieden voor en bij sterk gekromde isobaren;

een groot deel der gradiëntkracht wordt in die gevallen verbruikt om de luchtdeeltjes in sterk gekromde banen te bewegen, waardoor de windsnelheid niet in evenredigheid tot den gradiënt toeneemt.

Met abnormaal groote gradiënten zal dus waarschijnlijk geen grooter gemiddelde windkracht dan 11 der Beaufortschaal voorkomen.

Wij zullen thans het windeffect nader beschouwen.

Uit de verschillende becijferingen is gebleken, dat alleen een combinatie van ongunstige omstandigheden in staat is, om abnormaal groote windeffecten te voorschijn te brengen. Onder die combinatie van ongunstige omstandigheden is dan te verstaan:

Een periode van buiig en stormachtig weder uit het Zuidwesten tot Noordwesten in den Atlantischen Oceaan en de Noordzee, gevolgd door een of twee westnoordwestelijke tot noordwestelijke stormen, waarbij op onze westkust de wind een tijdlang uit het Westnoordwesten met kracht van vollen storm tot orkaan moet doorstaan. In dat geval komen zoowel verwijderde als plaatselijke storminvloeden volledig tot hun recht.

De storm van 13/14 Januari 1916 werd door een dergelijke periode van buiig weder uit het Zuidwesten tot Noordwesten voorafgegaan; het Noordzeepil op onze kust was tusschen 1 en 12 Januari 1916 gemiddeld ongeveer 50 cM. boven normaal, en hierin ziet men dus een deel van den verwijderden storminvloed. Beschouwt men het gemiddelde windeffect tijdens het oogenblik van waargenomen hoogwater voor 42 stormvloeden van 1900—1914, twee en één etmaal vóór den stormvloeddag, bijlage 35, en op dien dag zelf, dan komt men tot het onderstaande resultaat, waar het windeffect in cM. is gegeven.

Windeffect.	Vlissingen.	Brouwershaven.	Hoek van Holland.	IJmuiden.	Helder.	Vlieland.
2 dagen vóór den stormdag.	23	19	22	19	18	30
1 dag vóór. „ „	36	35	39	40	55	57
Op den stormdag . . .	83	89	90	88	90	83

In het algemeen ziet men dus een sterk toenemen van het gemiddelde windeffect op den stormdag, en deze vermeerdering is voor een groot deel toe te schrijven aan het plaatselijke windeffect.

Het bovenstaande toont dus aan, dat uit gemiddelde toestanden het verwijderde en plaatselijke windeffect wel te scheiden zullen zijn; beschouwt men daarentegen elken storm afzonderlijk, dan wordt het lastiger, omdat het bepalen van het oogenblik, waarop het plaatselijke windeffect zijn invloed zal laten gelden nooit vrij van eenigen willekeur zal zijn.

Aangezien men voor het geven van een antwoord op de tweede vraag, aan de Staatscommissie voorgelegd, toch altijd te maken zal hebben met de combinatie van het verwijderde en plaatselijke windeffect, is verder van een splitsing van die grootheden afgezien en is het windeffect als een geheel beschouwd. Het totale windeffect te Hoek van Holland blijkt in groote mate afhankelijk te zijn van hetgeen men kan noemen „den Noordzeewind”. Hieronder is te verstaan de resultante van den wind, waargenomen op de oostkust van Engeland, op de lichtschepen „Schouwenbank” en „Maas” en op het Directiegebouw van den Rijkswaterstaat te Hoek van Holland; dus feitelijk de resultante van verwijderden en plaatselijken storm.

Voor den correlatiefactor tusschen het algemeene windeffect te Hoek van Holland en den Noordzeewind

en den onzekerheidsfactor daarvan werd gevonden:

$$r = + 0.918$$

$$f = \pm 0.024$$

Het verband tusschen dit windeffect en den Noordzee-wind is dus innig en gemiddeld komt slechts een klein deel van den wateropzet op rekening van den wind in den Atlantischen Oceaan. Alleen indien over de geheele Noordzee en op de kust nog sterker wind optreedt dan tot nu toe is geschied, zal er te Hoek van Holland een nog grooter windeffect kunnen voorkomen dan aldaar tot heden uit de berekeningen is afgeleid.

De kans hierop is zóó gering, dat hiermede geen rekening behoeft gehouden te worden en het te Hoek van Holland tot nu toe bereikte grootste windeffect kan beschouwd worden als het hoogst bereikbare; hiervoor werd gevonden 280 c.M. Het kwam voor in de stormen van 3/4/5 Februari 1825 en 13/14 Januari 1916, voor zoover onze statistiek geldt dus tweemaal in 93 jaar (1825—1917).

Uit theoretische overwegingen is het wel duidelijk, dat het grootste windeffect kan samen vallen met iedere phase van het astronomische getij. Er bestaat toch geen enkele reden voor de onderstelling, dat het voorbijtrekken van het hoogtepunt van een zwaren westnoordwestelijken storm iets te maken heeft met het voorkomen van een of andere phase van het getij; het eene verschijnsel is een gevolg van meteorologische, het andere van astronomische omstandigheden en een verband als het hier besprokene bestaat tusschen die twee soorten van omstandigheden niet.

Ten overvloede werd uit het beschikbare waarnemingsmateriaal statistisch aangetoond, dat in onze omgeving het grootste windeffect is voorgekomen bij iedere getij-phase.

Ten einde den windinvloed op den Waterweg tusschen Hoek van Holland en Rotterdam te bepalen, zijn door

verschillende leden der Staatscommissie drie wegen gevolgd ¹⁾. Bij de eerste en tweede werden alle stormen onderzocht voor welke de hoogwaterstand te Hoek van Holland gelijk of hooger was dan 180 c.M., in de derde verhandeling alleen 23 stormen bij welke te Hoek van Holland een waterstand werd bereikt van 225 c.M. + N.A.P. of hooger. Bij de drie onderzoekingen werd de invloed van den rivierstand te Arnhem in rekening gebracht, terwijl bij het eerste onderzoek ook een correctie voor het tijverschil te Hoek van Holland in aanmerking is genomen; bij het derde onderzoek het verschil in getijhoogte te Hoek van Holland en Rotterdam. Bij windkracht 10.5, dus bij zwaren storm, verkreeg men volgens het eerste en tweede onderzoek voor den windinvloed tusschen Hoek van Holland en Rotterdam de volgende waarden, waarachter hun gemiddelden zijn geplaatst. De opgegeven windkracht en windrichting zijn de gemiddelden gedurende 6 uur vóór de oogenblikken waarvoor de windinvloeden zijn bepaald.

Windkracht.	W.Z.W.	W.	W.N.W.	N.W.
10.5	+ 18.1	+ 21.7	+ 12.2	+ 0.9
10.5	+ 22.0	+ 30.3	+ 17.2	+ 5.7
	} 20	} 26	} 15	} 3

Het derde onderzoek geeft aan dat bij een storm WNW. 11 het verschil in windeffect Rotterdam—Hoek van Holland 25 c.M. kan bedragen; in de drie gevallen echter waarin het windeffect te Hoek van Holland meer dan 260 c.M. bedroeg was dit verschil gemiddeld negatief en bereikte het slechts eenmaal een waarde van + 6 c.M. In de 3 volgende gevallen, waarin het windeffect waarden

¹⁾ Zie bijlage 20 behoorende bij de Nota Leiden, de Bilt, den Haag November 1917 van H. G. v. D. SANDE BARHUYZEN, E. VAN EVERDINGEN en C. W. LELY, bijlage 18; Nota 23 November 1917 van E. VAN EVERDINGEN bijlage 21, en Nota de Bilt Januari 1918 van P. H. GALLÉ bijlage 22.

tusschen 225 en 240 c.M. bereikte, is daarentegen het gemiddelde verschil + 20 c.M. Het is duidelijk, dat het aantal gevallen te klein is om er de waarschijnlijke waarde van het windeffect op de rivier uit af te leiden. Aan de veiligheid is echter zeker voldaan, indien men deze waarde voor WNW.-lijken wind afleidt uit het gemiddelde van de voorafgaande tabel en dus, teneinde den hoogst bereikbaren stand op den Waterweg te berekenen, voor Hoek van Holland uitgaat van een windeffect van 280 c.M., voor Rotterdam van $280 + 15 = 295$ c.M. De opwaaiing bij WNW. moet hier genomen worden, omdat alleen bij een zwaren WNW.lijken storm kans bestaat op een windeffect van 280 c.M. te Hoek van Holland.

Ten slotte moet de invloed van het bovenwater nog worden nagegaan. Deze invloed was bepaald bij de onderzoeken, vermeld in Hoofdstuk IV, § 22, uit het geheel van alle waarnemingen uit een bepaald tijdvak en in § 23 uit al de waarnemingen tijdens de stormvloed. In Hoofdstuk IV, § 24 en bijlage 21 is bovendien op twee verschillende wijzen de invloed van het opperwater bepaald uit waarnemingen bij stormvloed alleen.

De uitkomsten van beide laatstgenoemde onderzoeken stemmen overeen met die van het eerste omtrent den verlagenden invloed, dien de verdieping van den Waterweg op de waterstandsverhoogen te Rotterdam door hoog bovenwater heeft gehad. De eerste methode geeft voor het bedrag, waarmede de waterstand te Rotterdam voor 1 M. verhooging van den stand te Arnhem wordt verhoogd ongeveer 3 c.M., de tweede 2.5 c.M. wat eveneens zeer bevredigend overeenstemt.

Daar rekening gehouden moet worden met de mogelijkheid, dat de waterstand te Arnhem ruim 3 M. boven den gemiddelden stand is, komt men op deze wijze tot een mogelijke verhooging te Rotterdam door bovenwater van rond 10 c.M.

Het bovenstaande wijst den weg om een antwoord te geven op de tweede vraag, aan de Staatscommissie voorgelegd. „Kan op grond van beschikbare gegevens verwacht worden, dat nog hoogere waterstanden op genoemden Waterweg kunnen voorkomen, zoo ja, tot welke hoogte, zoowel bij den tegenwoordigen toestand als na de uitvoering van de in het aanhangige wetsontwerp tot verbetering van den Waterweg van Rotterdam naar zee bedoelde werken, waarmede gestreefd zal worden naar een doorgaande diepte van 12.50 M. bij gewoon hoogwater?”

Bij het volgende antwoord is als bewezen aangenomen, dat de voorgenomen verdieping geen noemenswaardigen invloed zal hebben op de te verwachten grootst mogelijke waterhoogte en dat dus die waterstand afhankelijk is van:

- a. het astronomisch getij,
- b. het windeffect,
- c. den stand van het bovenwater (voor zoover Rotterdam betreft).

Tijdens een flink ontwikkeld springtij bereikt — meteorologische omstandigheden buiten beschouwing gelaten — de waterspiegel te Hoek van Holland een hoogte van 110 c.M. + N.A.P., het grootste windeffect is 280 c.M., zoodat de hoogst denkbare waterstand 390 c.M. + N.A.P. bedraagt.

Te Rotterdam bereikt het astronomisch getij onder dezelfde omstandigheden een hoogte van 110 c.M. + N.A.P., het windeffect kan een bedrag bereiken van 295 c.M., terwijl voor bovenwater het peil nog 10 c.M. verhoogd kan worden, zoodat daar de hoogst denkbare stand 415 c.M. + N.A.P. zal bedragen. Zooals uit de hieronder volgende berekeningen blijkt, is de kans op een dergelijken hoogen stormvloed zóó klein, dat er voor de praktijk geen rekening mee behoeft te worden gehouden.

Tijdens den storm van 13/14 Januari 1916 had het water te Hoek van Holland een stand van 349, te Rotterdam van 382 c.M. + N.A.P. kunnen bereiken, indien het grootste windeffect met astronomisch hoogwater ware samengevallen. Het was dien datum vrijwel doortij (normale vloedhoogte 75 c.M. + N.A.P.), terwijl in werkelijkheid het grootste windeffect voorkwam tijdens het ebtij.

De kans, dat dergelijke uiterst hooge en minder hooge waterstanden zullen voorkomen, kan berekend worden.

Om een antwoord te geven, voor de praktijk van waarde, letten wij niet alleen op het oogenblik van het allerhoogste water tijdens springtij, maar tevens op de tijden gedurende welke de berekende getijhoogte grooter is dan 100, 90, 80, 70 enz. c.M. + N.A.P. Uit een graphische voorstelling of uit berekening van de getijlijnen over een volledigen getijomloop van $14\frac{1}{2}$ etmaal is af te leiden, dat een stand van 110 c.M. bereikt wordt gedurende slechts één uur, een stand van 100 c.M. of hooger gedurende 5, van 90 of hooger gedurende 12 uren enz.

De kans om van een tijdvak van $14\frac{1}{2}$ etmaal of 348 uur het uur te treffen, waarop als gevolg van de getijbeweging alleen een stand bereikt zou worden van 110 c.M. + N.A.P.¹⁾, is dus $\frac{1}{348}$ of afgerond $\frac{1}{350}$, die voor het treffen der uren met standen van 100 en 90 c.M. + N.A.P. achtereenvolgens $\frac{5}{348} = \frac{1}{70}$ en $\frac{12}{348} = \frac{1}{29}$.

Het grootste windeffect werd waargenomen in Februari 1825 en in Januari 1916; vangt men dus het onderzoek aan in 1826, dan kan men zeggen dat het grootste windeffect éénmaal in 92 jaar is voorgekomen; vangt men het in 1825 aan, dan is zulks tweemaal in 93 jaar het geval geweest. Het juiste gemiddelde tijdsverloop

¹⁾ Hier en op de volgende bladzijden verstaan wij telkens onder een stand van 110, 340 c.M. + N.A.P. enz. de standen tusschen 105 en 115, 335 en 345 enz.

tusschen twee dergelijke windeffecten kan natuurlijk alleen uit een zeer lange waarnemingsreeks worden vastgesteld.

Indien men let op den samenloop van ongunstige meteorologische omstandigheden welke noodig is om een dergelijk groot windeffect te doen ontstaan, dan is het niet mogelijk te achten, dat iets dergelijks gedurende de laatste eeuw onopgemerkt zou zijn voorbijgegaan.

Men houdt zich dus hoogstwaarschijnlijk aan den veiligen kant door aan te nemen, dat een dergelijk groot windeffect niet meer dan eenmaal in 50 jaren zal voorkomen.

Nu kan een waterstand van 390 c.M. + N.A.P. alleen ontstaan door het samenvallen van de allerhoogste stuwung van 280 c.M. met een getijhoogte van 110 c.M. + N.A.P.; een stand van 380 c.M. door het samenvallen van 280 c.M. stuwung met 100 c.M. getijhoogte of van 270 c.M. stuwung met 110 c.M. getijhoogte; een stand van 370 c.M. door het samenvallen der grootheden 280 met 90, 270 met 100 of 260 met 110.

De kans op elk van deze afzonderlijke combinaties werd met behulp van de statistiek berekend; na optelling vindt men dat de kans, dat in een willekeurig jaar een der ondervolgende standen zal bereikt worden, is voor:

390 c.M. + N.A.P.	=	$\frac{1}{17500}$
380 " + "	=	$\frac{1}{2500}$
370 " + "	=	$\frac{1}{675}$
360 " + "	=	$\frac{1}{250}$
350 " + "	=	$\frac{1}{125}$
340 " + "	=	$\frac{1}{65}$
330 " + "	=	$\frac{1}{35}$
320 " + "	=	$\frac{1}{20}$
310 " + "	=	$\frac{1}{13}$
300 " + "	=	$\frac{1}{9}$

Men kan dit ook zoo uitdrukken: eens in de 9, 13, 20 of 35 jaar heeft men kans op een stormvloed hoog 300, 310, 320 of 330 c.M. + N.A.P., maar gedurende één uur.

De kans op een stormvloed van 300 c.M. of hooger is $\frac{1}{9} + \frac{1}{13} + \frac{1}{20} + \text{enz.} = \frac{1}{3.5}$ of eens in de 3.5 jaren; van 340 c.M. of hooger $\frac{1}{65} + \frac{1}{125} + \text{enz.} = \frac{1}{34}$ of eens in 34 jaar, van 350 of hooger eens in 72 jaar, van 360 of hooger eens in 168 jaar.

Bij deze en bovenstaande berekeningen dient men in het oog te houden, dat daarbij is uitgegaan van de onderstelling dat de verschillende winddefecten onafhankelijk van elkaar en gescheiden telkens niet langer dan één uur zouden zijn voorgekomen. Vooral voor de kleinere winddefecten is zulks niet het geval, deze komen voor in groepen welke 2 tot 4, soms meer uren omvatten.

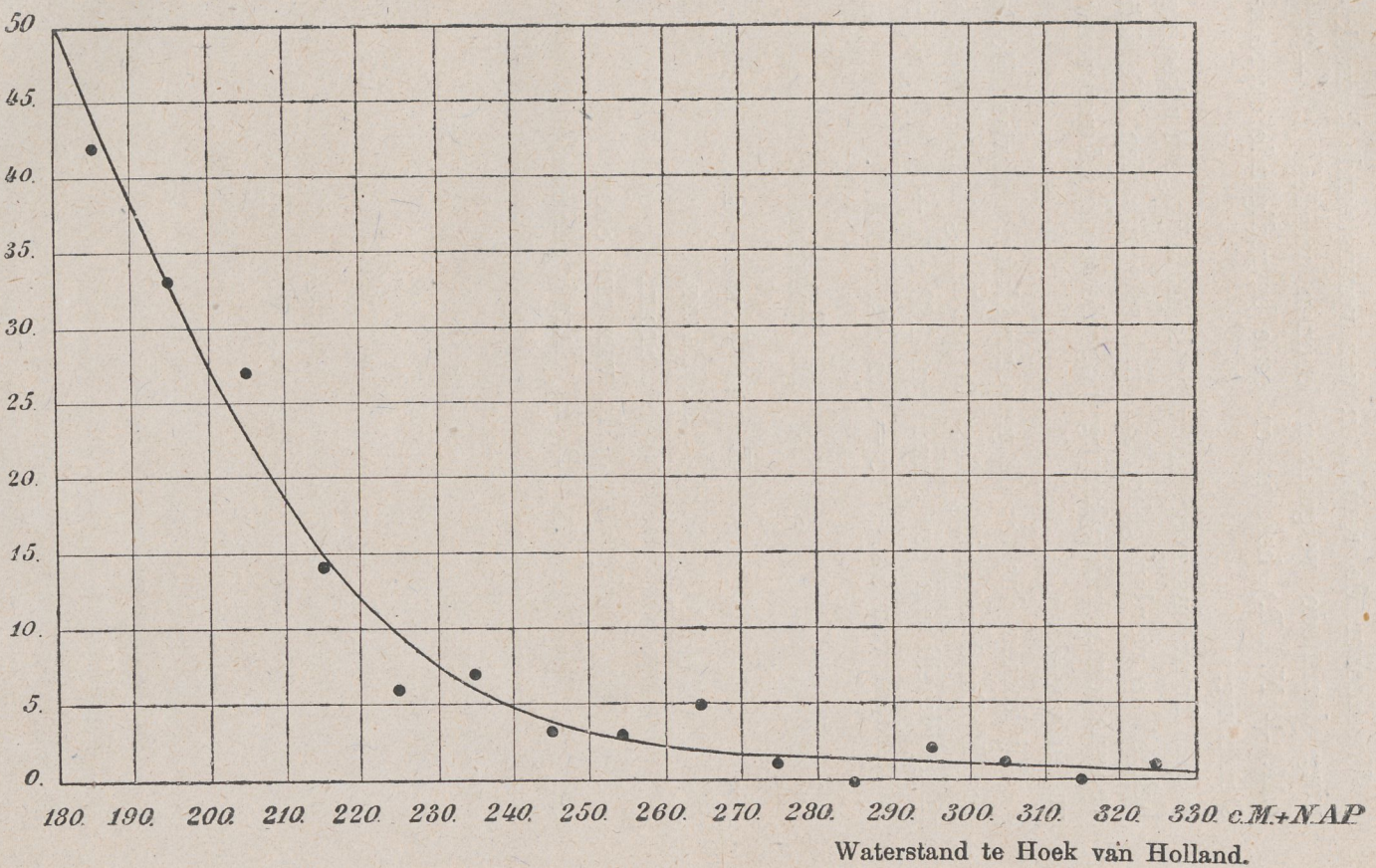
Eén voorgekomen stormvloed vertegenwoordigt in zoo'n geval niet één, maar 2 of meer kansen en dus zal tusschen twee dergelijke stormvloeden gemiddeld ook een evenredig grooter tijdperk verloop.

Hiermede rekening houdende vinden wij voor de kans, dat in een willekeurig jaar een stormvloed zal voorkomen tot een hoogte van 340 c.M. + N.A.P. of hooger $\frac{1}{2} \times \frac{1}{34} = \frac{1}{68}$.

Van 350 c.M. + N.A.P. of hooger $\frac{1}{2} \times \frac{1}{72} = \frac{1}{144}$.

In nevenstaande figuur vindt men een grafische voorstelling van het aantal stormvloeden met standen van 180—189, 190—199 enz. c.M. + N.A.P. te Hoek van Holland waargenomen in het tijdvak 1887—1917.

Aantal stormvloeden.



Voorzoover de resultaten van vorenstaande kansrekening daarmede vergeleken kunnen worden (290—330 c.M. + N.A.P.) bestaat er eene bevredigende overeenstemming.

Het komt ons voor, dat voor de praktijk geen rekening behoeft te worden gehouden met verschijnselen, die zich volgens deze kansrekening nog niet eenmaal per eeuw zullen voordoen.

Wij komen dus tot de gevolgtrekking, dat voor Hoek van Holland rekening dient te worden gehouden met de mogelijkheid van een stand van **340 c.M. + N.A.P.**, voor Rotterdam van **340 + 15 = 355 c.M. + N.A.P.**

De Afdeling A,

E. VAN EVERDINGEN, *Voorzitter.*

J. M. PHAFF.

W. F. STOEL.

J. P. VAN DER STOK.

P. H. GALLÉ, *Secretaris.*

Verslag sub-commissie B_I.

In de vergadering van de afdeling B der Staatscommissie van 4 Mei 1916, werd aan eene sub-commissie B_I, opgedragen:

den invloed na te gaan van de voorgenomen omlegging van de Noordgeul op de hooge waterstanden en stormvloeden.

Deze sub-commissie zou daarbij antwoord hebben te geven op de volgende twee vragen:

- 1^o. Wat is de invloed van de bestaande open verbinding aan de oostpunt van Rozenburg op de stormvloedstanden op den Rotterdamschen Waterweg;
- 2^o. Welke zal de invloed van die verbinding zijn op de stormvloedstanden op den Rotterdamschen Waterweg, na uitvoering van de in het wetsontwerp voorgestelde werken (thans de wet van 2 Januari 1917 *Staatsblad* No. 5).

Ter uitvoering van de haar verstrekte opdracht werden door de sub-commissie in de eerste plaats de volgende gegevens verzameld:

- 1^o. Een staat, waarin voor de belangrijke stormvloeden welke in het tijdperk van 1883—1916 zijn voorgekomen, namelijk de stormvloeden waarbij het H.W. te Hoek van Holland een hoogte van 2.30 M. + N.A.P. bereikte, is opgegeven:
 - a. de stand van het H.W. voor de plaatsen langs den Waterweg van Hoek van Holland tot Rotterdam

- en voor de Brielsche Maas van schutsluis Rozenburg tot Spijkenisse;
- b. de hoogte van het voorafgaand L.W. te Hoek van Holland;
 - c. de rivierstand te Arnhem op één dag te voren;
 - d. de maansouderdom;
 - e. de ouderdom van het hakhout op de griend bij de oostpunt van Rozenburg ten tijde van den stormvloed.
- 2°. Voor de onder 1°. genoemde stormvloeden, verhanglijnen op den Rotterdamschen Waterweg tusschen Hoek van Holland en Krimpen, geteekend voor elk uur, vanaf het tijdstip van L.W. te Hoek van Holland tot aan het tijdstip van H.W. te Krimpen.
 - 3°. Voor de onder 1°. genoemde stormvloeden, de windkracht en windrichting te Hoek van Holland, vanaf 12 uur vóór H.W. tot 6 uur na H.W.
 - 4°. Een teekening met dwarsprofielen over de Noordgeul met aangrenzende landen, tusschen bandijk IJsselmonde en bandijk Rozenburg.

De onder 1°, 2° en 3° genoemde stukken zijn niet onder de bijlagen van dit verslag opgenomen, de teekening genoemd onder 4° gaat als bijlage 37 hierbij.

Voorts werd wenschelijk geoordeeld zoo mogelijk omtrent de stroomrichting van het water, dat bij stormvloed over de oostpunt van Rozenburg stroomt, door waarneming tijdens stormvloed gegevens te verzamelen.

Het verrichten van dergelijke waarnemingen is intusschen niet mogen gelukken, daar dikwijls de stormvloeden des nachts voorkomen en bovendien het verrichten van

waarnemingen tijdens stormvloed groote bezwaren oplevert.

Tijdens den stormvloed van 2/3 December 1917 was op den eersten dag de Ingenieur van den Rijkswaterstaat L. J. A. BERGANSIUS en op den tweeden dag de aan de Staatscommissie toegevoegde tijdelijk Ingenieur van den Rijkswaterstaat F. I. J. KANSTEIN nabij de Noordgeul aanwezig. Uit de ter zake opgemaakte verslagen, welke als bijlage 1 hierbijgaan, blijkt, dat het verrichten van betrouwbare stroomrichtingswaarnemingen toen niet mogelijk was.

Ten einde zooveel mogelijk gegevens te verkrijgen omtrent de stroomrichting over de oostpunt van Rozenburg, werden bij verschillende personen, die tijdens één of meer stormvloeden ter plaatse aanwezig waren geweest, inlichtingen ingewonnen.

De afgelegde verklaringen, welke alle van dezelfde strekking waren, dat n.l. het vloedwater tijdens stormvloed van uit het Scheur de Oude Maas intrekt, zijn in bijlage 2 opgenomen.

Daar uit de hierboven onder 1°—4° genoemde gegevens nog niets positiefs omtrent eventueelen invloed van de bestaande open verbinding aan de oostpunt van Rozenburg op de stormvloedstanden op den Rotterdamschen Waterweg viel af te leiden, werd besloten een meer systematisch vergelijkend onderzoek naar de hoogwaterstanden in den Rotterdamschen Waterweg en in de Brielsche Maas in te stellen.

De uitkomsten van dit onderzoek zijn in bijlage 3 medegedeeld.

Voor een juiste vergelijking tusschen de waterstanden waargenomen aan de verschillende rondom de Noordgeul aanwezige peilschalen, werd een kringwaterpassing over de plaatsen Vlaardingen, Maassluis, Nieuwesluis en Spijkenisse uitgevoerd.

Deze kringwaterpassing, welke in den zomer van 1917 onder leiding van den Ingenieur van de Rijksgraadmetering N. WILDEBOER in ééne richting werd uitgevoerd, gaf een sluitfout van 40 m.M.

Daar oogenschijnlijk geen fouten waren te vinden was de eenige oplossing om tot een bruikbaar resultaat te komen, het herhalen der waterpassing in tegenovergestelde richting, hetgeen, tengevolge van het ongunstige jaargetijde, nog slechts gedeeltelijk kon worden verricht.

Aangezien het niet onwaarschijnlijk werd geacht, dat de fout voor een groot deel aan het gebezigde nieuwe instrument zou zijn te wijten, welke fout dus ook na herhaling der waterpassing geheel of gedeeltelijk in de uitkomst zou overblijven, terwijl bovendien al sloot de waterpassing, tóch nog onzekerheid zou blijven bestaan omtrent den stand der peilschalen in vroeger jaren, waarvan stormvloedhoogten in beschouwing werden genomen, en ten slotte bij eventueel gevonden verandering in de onderlinge hoogteverschillen tusschen de peilschalen, de beoordeeling wat als zakking en wat als stijging in rekening moest worden gebracht, steeds onzeker blijft, meende de sub-commissie met het uitbrengen van haar verslag niet op de voltooiing der waterpassing te behoeven te wachten.

Bovendien kan uit de bijlage 4, behoorende bij het in bijlage 3 medegedeelde onderzoek, blijken, dat de invloed van eventuele fouten in de peilschalen, welke fouten bovendien vermoedelijk slechts zeer gering kunnen zijn, in de gevolgtrekkingen geen wijziging behoeven te brengen, daar over het algemeen de resultaten van het onderzoek zijn gegrond op een onderlinge vergelijking van standen onder verschillende omstandigheden.

Op grond van de bij het in bijlage 3 medegedeelde onderzoek verkregen uitkomsten en de verzamelde gege-

vens, luidt het antwoord van de sub-commissie op de haar gestelde vragen, als volgt:

Op de 1^o vraag: Door den invloed van de *bestaande* open verbinding aan de oostpunt van Rozenburg worden de stormvloedstanden op den Rotterdamschen Waterweg in het algemeen *verlaagd*. Die open verbinding oefent dus in het algemeen een afzuigende werking uit op het bij stormvloed den Rotterdamschen Waterweg binnenkomende water.

De verlaging van den stormvloedstand als gevolg van deze afzuigende werking van de Noordgeul zal het aanzienlijkst zijn bij een snelle stijging van het zeewater te Hoek van Holland.

Bij stormvloeden van langeren duur dan één getij kan de open verbinding aan de oostpunt van Rozenburg de oorzaak zijn van een verhooging van het aan het stormvloedgetij voorafgaand laagwater op den Waterweg boven de Noordgeul. Als gevolg daarvan kan de door de afzuiging van de Noordgeul op den Waterweg verkregen geringe verlaging van den hoogwaterstand gedeeltelijk of geheel worden teniet gedaan en onder bepaalde omstandigheden zelfs in eene geringe verhooging veranderd worden.

Op de *buitengewoon* *hooge* stormvloedstanden zullen beide tegengestelde invloeden van weinig beteekenis zijn, zoodat zij praktisch gesproken, daarbij buiten beschouwing kunnen worden gelaten.

Op de 2^o vraag: Indien de in de wet van 2 Januari 1917 *Staatsblad* N^o. 5, aan de Noordgeul voorgestelde werken op zoodanige wijze worden uitgevoerd, dat zij slechts geringe verandering geven aan het dwarsprofiel tusschen de eilanden Rozenburg en IJsselmonde *bij stormvloed*, zal de invloed van deze verbinding tusschen de Brielsche Maas en den Rotterdamschen Waterweg *geene* wijziging van beteekenis ten aanzien van den tegenwoordigen toestand bij stormvloeden ondergaan.

Wanneer daarentegen die werken zoodanig worden

uitgevoerd, dat er wel eene, ten opzichte van de waterbeweging bij stormvloed, beteekenende verandering in dat dwarsprofiel ontstaat, dan zal bij *vermeerdering* van de gelegenheid tot afvoer van stormvloedwater naar de Oude Maas, eenige *verlaging* van de stormvloedstanden op den Rotterdamschen Waterweg te verwachten zijn en bij *vermindering* van die gelegenheid het omgekeerde, terwijl ook in deze gevallen het bovenbedoelde voorbehoud met betrekking tot stormvloeden van langer duur dan één getij moet worden gemaakt.

27 Maart 1918.

De Sub-Commissie B I,
 C. A. JOLLES, *Voorzitter.*
 M. C. E. BONGAERTS.
 A. C. BURGENDORFFER.
 A. T. DE GROOT.
 A. B. MARINKELLE.
 C. W. LELY, *Secretaris.*

**De oostpunt van Rozenburg tijdens den stormvloed
 van 2/3 December 1917.**

**Verslag van den Ingenieur van den Rijkswaterstaat
 L. J. A. Bergansius.**

Stroomsnelheidswaarnemingen.

Zondag 2 December 1917 is ondergeteekende des namiddags om half twee met het directievaartuig van Hoek van Holland naar de oostpunt van Rozenburg gevaren. Na in de Nieuwe Maas boven de Noordgeul bij K.M.raai 154 in de as der vaargeul voor anker te zijn gekomen, werd om drie uur begonnen met het meten van stroomsnelheden met behulp van den luchtbelstroommeter van JACOBSEN.

Het meten dezer snelheden ging uiterst lastig en leverde dan ook geen betrouwbaar resultaat op.

Wegens den storm kon er niet aan gedacht worden met den vlet een tweede anker uit te brengen, waardoor de boot telkens dwars woei, bovendien schoot zij herhaaldelijk op haar anker door en lag, wegens het onstuimige water dermate te slingeren, dat het aflezen van de niveaubellen ten opzichte van de verdeelingen vrijwel onmogelijk werd; deze omstandigheden maakten gezamenlijk het resultaat van deze meting geheel onbetrouwbaar.

Wel kon goed worden waargenomen, dat om 3.15 n. m. de kentering intrad en daarna de vloed spoedig krachtig doortrok.

Hoewel met het meten der snelheden hoofdzakelijk bedoeld was het meten van de tijdens het stormvloedtij optredende maximum-snelheden, werd hiervan om reeds genoemde redenen afgezien, te meer daar het noodzakelijk was vóór het duister naar de oostpunt te gaan.

Waarneming van de waterbeweging over en nabij de oostpunt van Rozenburg.

Tegen vier uur n.m. werd het anker ingehaald en door de Noordgeul naar de Botlek gevaren. Aldaar werd onder den noordelijken wal zeer duidelijk en over groote lengte een *stroomnaad* waargenomen

(bbb) (zie op situatie bijlage 38), ontstaan door de vereeniging van het over het lagere middengedeelte van de oostpunt in zuidelijke richting stroomende vloedwater uit het Scheur en het vloedwater in de Botlek. Op dien tijd had het water eene hoogte van ongeveer 2.20 M. + N.A.P. bereikt, zoodat in verband met de hoogteligging van de oostpunt, het water nagenoeg ter hoogte van 1 M. over de oostpunt vloeide.

In de Noordgeul zelf ging een sterke vloedstroom, welke goed waarneembaar was, daar vele rietbossen door de Noordgeul van het Scheur naar de Oude Maas afdreven.

Over de meest oostelijke punt (fff) van het eiland Rozenburg stroomde eveneens vloedwater uit het Scheur dwars over naar de Noordgeul; dit water ging door neervorming ter plaatse grootendeels langs den westelijken oever van de Noordgeul naar het Scheur terug.

Vervolgens werd op het Scheur zoo kort mogelijk langs den linkeroever gevaren, teneinde de waterbeweging over het hogere gedeelte van de oostpunt westelijk van de wachterswoning na te gaan.

Wegens invallende duisternis door den vroegen zonsondergang (3.50 n.m.) en de donkere luchten, kon op het land niets meer onderscheiden worden. De steiger voor de wachterswoning, liggende op 1.80 M. + N.A.P., stond toen geheel onder water.

Daarna werd naar de Botlek gevaren, alwaar wegens de onmiddellijke nabijheid, de reeds genoemde stroomnaad (bbb), thans in nog sterkere mate, nogmaals kon worden waargenomen.

Aangezien verdere waarnemingen betreffende den duur en de snelheid van strooming over de oostpunt wegens de duisternis niet verricht konden worden, werd ten slotte naar Vlaardingen gestoomd.

Conclusie.

Hoewel het getij ongunstig was, is door de waarnemingen op de Botlek duidelijk gebleken, dat tijdens hooge vloedden het vloedwater uit het Scheur met kracht in zuidelijke richting over de oostpunt van Rozenburg stroomt en verder met het vloedwater van de Botlek de Oude Maas optrekt.

In de volgende tabel zijn hoog- en laagwaterstanden van enkele punten langs den Waterweg verzameld. De tijden en de waterhoogten bij de oostpunt van Rozenburg zijn bepaald door interpolatie tusschen die van Maassluis en Vlaardingen.

P L A A T S.	L. W.		H. W.		L. W.		H. W.		L. W.		H. W.	
	Tijd.	Stand.	Tijd.	Stand.	Tijd.	Stand.	Tijd.	Stand.	Tijd.	Stand.	Tijd.	Stand.
Hoek van Holland.	1 Dec.	c.M. + N.A.P.	2 Dec.	c.M. + N.A.P.	2 Dec.	c.M. + N.A.P.	2 Dec.	c.M. + N.A.P.	2/3 Dec.	c.M. + N.A.P.	3 Dec.	c.M. + N.A.P.
	E ₁ 7.30 n	33	4.05 v	224	10.45 v	72	5.25 n	254	E ₁ 10.50 n	77	5.05 v	217
Maassluis	E ₂ 10.35 n	38	5.05 v	234	11.10 v	116	5.45 n	276	E ₂ 2.40 v	97	5.15 v	233
	E ₁ 8.05 n	69	5.45 v	236	11.42 v	124	5.53 n	275	E ₁ niet aan- geteekend	—	—	—
Oostpunt van Rozenburg.	E ₂ 11.45 n	66	5.55 v	237	11.50 v	126	6.15 n	278	E 3.10 v	119	5.43 v	232
	E ₁ 8.45 n	74	6.20 v	241	0.50 n	135	6.15 n	278	E ₁ —	—	—	—
Vlaardingen	E ₂ 11.57 n	68	6.20 v	241	0.50 n	135	6.15 n	278	E ₂ 3.14 v	133	—	—
	1/2 Dec.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rotterdam	E ₁ 8.55 n	75	5.55 v	237	11.50 v	126	5.55 n	275	E ₁ 11.25 n	145	5.50 v	232
	E ₂ 0.00 v	69	6.20 v	241	0.50 n	135	6.15 n	278	E ₂ 3.15 v	137	—	—
Rotterdam	E ₁ 9.15 n	82	6.20 v	241	0.50 n	135	6.15 n	278	3 Dec.	—	6.00 v	237
	E ₂ 0.15 v	76	6.20 v	241	0.50 n	135	6.15 n	278	E ₁ niet te bepalen	—	—	—
									E ₂ 3.40 v	148		

Te Hoek van Holland was op 3 Dec. 5.45 n.m. H.W. 194 + N.A.P. en op 4 Dec. 5.35 v.m. H.W. 115 + N.A.P., dus weder ongeveer normaal.

E₁ en E₂ duiden aan eerste en tweede L.W.

Ten slotte volgt hieronder een overzicht van de gemiddelde windrichting en windkracht telkens van H.W. tot L.W. en van L.W. tot H.W. te Hoek van Holland van 2 December 1917 4.5 v.m. tot 3 December 1917 10.20 v.m.

2 December 1917 . . .	4.5 v.m.—10.45 v.m.	W.N.W. 9
	10.45 v.m.— 5.25 n.m.	W.N.W. 10
	5.25 n.m.—10.50 n.m.	N.W. 9
3 December 1917 . . .	10.50 n.m.— 5.5 v.m. (2 Dec.)	N.W. 8½
	5.5 v.m.—10.20 v.m.	N.N.W. 9

Hoek van Holland, Jan. 1918.

*De Ingenieur van den Rijkswaterstaat,
L. J. A. BERGANSIUS.*

**Verslag van den tijdelijk Ingenieur van den Rijkswaterstaat
F. I. J. Kanstein, toegevoegd aan de Staatscommissie.**

Ondergeteekende bevond zich op Maandag 3 December des morgens om 6 uur aan boord van het directievaartuig op den Rotterdamschen Waterweg ter hoogte van de oostpunt van Rozenburg *aaa*. (Zie op de situatie bijlage 38) Het was toen nog te donker om iets omtrent de stroomrichting waar te nemen. De wind was ongeveer N.N.W.; het weder was zeer buiig. Het uitbrengen van de vlet, om van daaruit de stroomrichting over de oostpunt gade te slaan, werd bij de hagel- en sneeuwbuien niet zonder gevaar geacht. Er werd toen gevaren naar de Botlek, waar bij het aanbreken van den dag, ongeveer bij *bbb*, duidelijk een soort *stroomnaad* werd waargenomen, zijnde het kabbelen van golven op de plaats van samenkomst van den stroom komende van het Scheur, over de oostpunt trekkend, met den stroom op de Botlek. Het was toen ongeveer 6.30 v.m. Er ging nog vloed, terwijl het reeds H.W. was geweest, zooals uit onderstaand staatje blijkt; tijdstip en hoogte van H.W. bij de oostpunt van Rozenburg zijn geïnterpoleerd tusschen Maassluis en Vlaardingen.

Plaats.	3 December 1917.	
Hoek van Holland.	5.5 v.m.	2.17 M. + N.A.P.
Maassluis	5.15 „	2.33 „ + „
Oostpunt van Rozenburg	± 5.43 „	± 2.32 „ + „
Vlaardingen	5.50 „	2.32 „ + „
Rotterdam	6.00 „	2.37 „ + „

Om 7.30 v.m. werd gemeerd aan den steiger bij de buskruithaven. Ondergeteekende ging aan wal en begaf zich naar de plaatsen *ddd*, die dras stonden. Het water begon sterk te vallen. Bij alle struiken vond ondergeteekende riet en andere voorwerpen, welke aan de noordzijde aangedreven waren. Hij begaf zich vervolgens naar de buskruithaven bij *e*. Door middel van in het water geworpen hout constateerde hij, dat het water tegen den noordelijken wind in, nu sterk naar den Waterweg toe stroomde. Om circa 8.15 v.m. voer hij opnieuw door de Noordgeul en zag nu ook hier een sterke strooming bij *fff* naar den Waterweg toe.

Ondergeteekende heeft geen gelegenheid gehad te zien, hoe het water tijdens den vloed over de hoog gelegen streek van de oostpunt *ddd* stroomde. De geleider van de buskruithaven, de heer JOBSE, verklaarde, dat de stroom daar tijdens den vloed van den Waterweg af gericht was geweest. De geleider, die op Zondag 25 November 1917 dienst deed verklaarde gezien te hebben, dat het water toen „*vliegend*” van het Scheur naar de Oude Maas stroomde.

's-Gravenhage, December 1917.

*De tijdelijk Ingenieur van den Rijkswaterstaat,
toegevoegd aan de Staatscommissie,
KANSTEIN.*

Op de situatie bijlage 38, schaal 1 à 10000, zijn met enkele ook in den tekst voorkomende letters, de plaatsen aangeduid, waar ongeveer de waarnemingen zijn verricht. Tevens is een lengteprofiel van de oostpunt van Rozenburg bijgevoegd, waarop de stormvloedstand van 3 December is aangegeven.

Behoort bij verslag
sub-commissie B1.

**Verklaringen aangaande bij stormvloed waargenomen stroom-
richting over de oostpunt van Rozenburg.**

N ^o .	N A A M.	Tegenwoordige of vroegere betrekking.	VERKLARING.
1	A. VAN DIJK, te Nieuwesluis.	Bakenmeester, vroeger stuurman op een der stoombooten van de Mij. „de Maasnymph”,	verklaart vroeger nooit anders te hebben gezien dan dat de vloedstroom uit het Scheur over de oostpunt van Rozen- burg de Oude-Maas optrok.
2	J. VAN ROON en J. KLINK.	kapiteins van de Vlaar- dingsche stoombooten,	kunnen betreffende de richting van den stroom bij stormvloed geen besliste mededeeling doen, doch voor zoover zij zich herinneren hebben zij bij het naar Nieuwesluis varen, nimmer tegen- stroom gevaren in de Noordgeul. Volgens hunne meening verandert de richting van den stroom in de Noord- geul (Waterweg—Oude-Maas) nimmer vóórdat het water op den Waterweg gevallen is.
3	T. H. KORPORAAL, te Oud-Beijerland.	kapitein op de stoom- boot „Oude-Maas”,	verklaart dat hij op 30 September 1911 met de stoomboot „Oude-Maas” om ongeveer half acht van Rotterdam naar Oud-Beijerland varende, de Noord- geul is gepasseerd Hij heeft toen ge- zien, dat de vloedstroom van den Waterweg over de oostpunt van Rozenburg de Oude-Maas optrok en wist voorts mede te deelen dat dit steeds het geval is, als de oostpunt overstroomt.
4	J. VELTENAAR CZN., te Maassluis.	Directeur visscherijen te Maassluis, vroeger vis- scher, is ± 50 jaren op de benedenrivieren in het visscherijbedrijf werkzaam geweest,	verklaart meermalen gezien te hebben, dat het water bij hoogen vloed van den Waterweg over de oostpunt van Rozenburg de Oude-Maas opstroomt.
5	W. VAN WIJK, te Middelharnis.	stuurman op de stoom- boot „Middelharnis”,	verklaart dat hij meermalen bij hooge vloeden heeft gezien, dat de oostpunt overstroomde en de stroom gericht was naar de Oude-Maas.
6	P. J. LUIJENDIJK.	veerschipper, vroeger visscher te Brielle,	lag op 30 September 1911 tijdens den hoogen vloed in de Noordgeul met een visschersschouw en zag toen dat de stroom over de oostpunt de Oude- Maas opstroomde.

N ^o .	N A A M.	Tegenwoordige of vroegere betrekking.	VERKLARING.
7	A. WELTEVREDEN, te Brielle.	schipper,	heeft op 30 September 1911 met zijn schip geankerd gelegen op het Scheur, tegen de oostpunt van Rozenburg en zag aan zijn schip, dat dit in de rich- ting van de Oude-Maas getrokken werd.
8	L. KRUIJT, te Brielle.	schipper,	heeft meermalen gezien dat de oostpunt van Rozenburg overstroomde en de stroom over de oostpunt naar de Botlek en de Oude-Maas liep.
9	A. HEIJMANS, te Rotterdam.	kapitein op de stoom- booten van de Mij. de „Maasnymph”,	verklaart meermalen gezien te hebben, dat het water over de oostpunt van Rozenburg stroomde in de richting naar de Oude-Maas.
10	J. KRUIJT, te Brielle.	koffiehuishouder vroeger schipper,	verklaart waargenomen te hebben, dat bij overstroming van de oostpunt van Rozenburg, de stroom zich richt naar de Oude-Maas.
11	A. RITMEESTER, te Brielle.	schipper,	verklaart dat de stroom bij hoogwater, wanneer de oostpunt van Rozenburg overstroomt, is gericht naar de Oude- Maas.
12	H. KAPITEIN.	oud-baas van de vissche- rijen te Oost-IJssel- monde,	verklaart dat de stroom bij hooge vloeden over de oostpunt van Rozenburg stroomende, is gericht naar de Oude- Maas.
13	T. KALKMAN, te Maassluis.	zalmdrijver,	verklaart dat bij hooge vloeden het water over de oostpunt van Rozen- burg in de richting van de Oude-Maas stroomt.
14	R. TIELEMAN, te Den Bommel.	oud-kapitein van de Bommelsche boot,	verklaart dat de stroom bij hoogen vloed over de oostpunt van Rozenburg komende, in de richting naar de Oude- Maas stroomt.
15	C. KAPTEIN.	baas op de steekvisscherij te Zwartewaal,	heeft meermalen gezien dat de oostpunt van Rozenburg overstroomde en de stroom was gericht naar de Oude-Maas.