

Met: 3 Bylagen.

III

Nota



Kruinshoogte Bergstoep

C516^①

1-6403



NORMAAL
3



NOTA KRUISHOOGTE BERGSTOEP.

Hoogst te verwachten waterstand voor het jaar 2000.

Uitgaande van een SV-stand te Hoek van Holland van 4,00 + N.A.P. werden stormvloedberekeningen uitgevoerd voor het jaar 2000, welke bij de vermelde voorwaarden te Krimpden a/d Lek, Streefkerk, Schoonhoven en Bergstoep opleverden: (le methode)

- a. Lekafvoer 1000 m³/sec.; Bestaande toestand. Resultaat : Krimpden 4,51+
Streefkerk 4,50 +, Schoonhoven 4,53 +, Bergstoep (geschat) 4,51 m +.
- b. Lekafvoer 1000 m³/sec.; Viereilandenplan. Resultaat : Krimpden 4,66+,
Streefkerk 4,66+, Schoonhoven 4,72+, Bergstoep (g) 4,68 m +.
- c. Lekafvoer 450 m³/sec.; Viereilandenplan. Resultaat : Krimpden 4,45 +,
Streefkerk 4,39+, Schoonhoven 4,35 +, Bergstoep (g) 4,37 m +.
- d. Lekafvoer 1000 m³/sec.; Vijfeilandenplan. Resultaat : Krimpden 4,56+,
Streefkerk 4,55 +, Schoonhoven 4,61 +, Bergstoep (g) 4,57 m +.
- e. Lekafvoer 450 m³/sec.; Bestaande toestand. Resultaat : Krimpden 4,40 +,
streefkerk 4,36 +, Schoonhoven 4,30 +, Bergstoep (g) 4,34 m +.
- f. De berekening c werd ook nog uitgevoerd volgens de methode Mazure, net
als resultaat : Krimpden 4,49 +, Streefkerk 4,43 +, Schoonhoven 4,40 +,
Bergstoep (g) 4,42 m +.

Bij de berekeningen, aangeduid met "Viereilandenplan" werden Oude Maas, Spil en Hollandse IJssel afgedamd gedacht en de profielen van Waterweg, Noord, Kil en Nieuwe Merwede gewijzigd. Bij het "Vijfeilandenplan" werd bovendien de Kil afgedamd gedacht.

Op grond van deze berekeningen kan men bij Bergstoep voor den maatgevenden stand ongeveer 4,50 + aanhouden.

Tweede methode : Er werd voor Krimpden a/d Lek, Streefkerk en Schoonhoven uit de frequentiekrommen van alle standen uit de wintermaanden October t/m Februari, gedurende de periode 1901 t/m 1940 de standen met de overschrijdingsfrequentie 0,005 bepaald. In verband met de bodemdaling en de wijzigingen in het gem. H.W. over de 10 jaarlijksche perioden werden alle standen gereduceerd tot 1940.

Volgens bijlage 1 zijn deze standen voor Krimpden, Streefkerk en Schoonhoven resp. 3,89 +, 3,92 + en 4,35 m +. Hierbij komt voor Krimpden en Streefkerk voor het jaar 2000 nog 0,12 m ten gevolge van bodemdaling en 0,25 m ten gevolge van waterstaatswerken. Dit laatste cijfer is samen-
gesteld uit 0,20 m verhooging, welk bedrag ook voor Hoek van Holland wordt aangehouden en 0,05 m ten gevolge van de uitvoering van het "Vijfeilandenplan" (Vgl. a en d). Voor Schoonhoven wordt dit bedrag voor wa-

terstaatswerken op 0,20 m aangehouden, omdat de hooge standen hier voornamelijk door hoog opperwater worden veroorzaakt (Zie in verband hiermede bijlage 2). De standen met de overschrijdingsfrequentie 0,003 voor het jaar 2000 zijn dus : Krimpen 4,26 +, Streefkerk 4,29 + en Schoonhoven 4,67 m +. Daar Bergstoep op ongeveer een derde van den afstand Streefkerk-Schoonhoven ligt, moet voor deze plaats ten minste de stand $4,29 + \frac{1}{3} \times 0,38 = \underline{4,42 \text{ m} +}$ worden aangehouden.

Op grond van alle bovenomschreven gegevens en gezien de belangrijkheid van het niet door skperdijken verdedigde achtergelegen gebied is de "maatgevende" stand te Bergstoep voor het jaar 2000 dus vastgesteld op 4,50 m + N.A.P.

Golfoploop.

Het is theoretisch nog niet mogelijk en nauwkeurig te bepalen, welke marge voor den golfoploop boven den stand van 4,50 m + moet worden aangehouden. De benaderingsformule van Prof. Thijsse ¹⁾ is alleen geschikt voor het bepalen van de orde van grootte in de omgeving van $\text{tg } \varphi = 2/7$ en $\sin \alpha = 1$ bij het optreden van evenwichtsgolven. Ingewuld voor de zeer gunstig genomen minimumgrens voor de diepte $d = 4,00 \text{ m}$, $\text{tg } \varphi = 0,5$ en $\sin \alpha = 0,77$ wordt z reeds bijna 4,50 m. De hoogte van den maximaal te verwachten golfoploop werd daarom ook nog op de volgende wijze benaderd :

Volgens het Verslag N 101 van het Waterloopkundig Laboratorium bleek bij de modelproeven steeds, zowel bij evenwichtsgolven als bij golven met beperkte strijklengte, dat z bij $\text{tg } \varphi = 2/7$ en $\sin \alpha = 1$ ruim tweemaal zoo groot was als de dubbele golfamplitude.

De maximale golfhoogte, welke hier optreedt bij een windrichting van $240^\circ - 245^\circ$ (ZW t W $\frac{1}{2}$ W) en bij zeer hoogen ruststand zou voor normale windgolven vrij zeker liggen tusschen 0,80 en 1,20 m. Door den stroom tegen de windrichting in treedt echter golfvervorming op in dien zin, dat de golven hooger en korter worden (n.g. "wreder"), zoodat vermoedelijk met een golfhoogte tusschen 0,90 en 1,30 m moet worden gerekend.

Bij $\text{tg } \varphi = 2/7$ en $\sin \alpha = 1$ ligt dan de golfoploop tusschen 1,90 en 2,70 m. Blijkens de dwarsprofielen bij de dijpalen 62 en 64 van den Krimpenervaarddijk ligt het buitenbeloop boven de basaltglooiing, d.i. boven 3,80 à 3,90 m + thans reeds onder 1:2, zoodat $\text{tg } \varphi = 0,5$ wordt in plaats van $2/7$ of 0,286. Dit beteekent volgens de modelproeven (No. 4 + 0,6) en

1) $z = 4 \cdot d \cdot \frac{3}{4} \cdot \text{tg } \varphi \cdot \frac{1 + \sin \alpha}{2}$, waarin z en d resp. de golfoploop en maatgevende diepte in m, φ de helling van onder- en boven waterbeloop bij ruststand en α de hoek tusschen windrichting en de as van de dijk zijn.

(No. 4^S + 0,6) van het reeds genoemde Verslag N 101 bij een zeer breedern berm, loven den ruststand gelegen, reeds een toename van 20% voor den golfloop tengevolge van de steilere helling. Bij het ontbreken van een berm en een onderwatertalud (basaltglooiing) van 2:3 in het onderhavige profiel moet deze toename zeker worden geschat op 30%, zooniet hooger.

Dus wanneer de golven recht inliepen zou de golfloop tussen 1,3 x 1,90 à 1,3 x 2,70 = 2,47 en 3,51 m liggen. De hoek α tussen de genoemde windrichting en de as van den dijk is ter plaatse van dp 64-70 40°. Volgens Prof. Thijssse moet dit bedrag met tenminste 10° worden verhoogd in verband met het omhuigen van scheef inlopende golven. Uit de modelproeven bleek (bijlage 15 van N 101), dat bij $\alpha = 90^\circ$ de golfloop met 10 à 15% gereduceerd wordt. Deze zou hier dus liggen tussen 2,16 en 3,07 m. Het gemiddelde van 2,65 m werd aangehouden als maximale golfloop bij de ongunstigste windrichting.

Bepaling kruinshoogte.

De maatgevende waterstand van 4,50 m + is nagenoeg altijd gebonden aan langdurige stormen uit windrichtingen hooger dan 270°. De maxima golfloop is gebonden aan een, desnoods kortduranden, stormachtigen wind uit de streek tussen 240° en 245°. Beide uitersten mogen dus niet worden gesuperponeerd voor de bepaling van de kruinshoogte. In 't algemeen dient voor verschillende windrichtingen de golfloop te worden bepaald en gesommeerd met de bij iedere beschouwde windrichting te verwachten hoogsten stand, waarna het hoogste totaal de kruinshoogte bepaalt. Bovendien moet dan theoretisch iedere waarde voor stand of oploop dezelfde overschrijdingsfrequentie bezitten, wat op zich zelf een ontzaggelijke hoeveelheid statistisch werk zou vorderen. In het onderhavige geval is het probleem vereenvoudigd, doordat slechts rekening behoeft te worden gehouden met twee gevallen, nu de golfloop bij iedere andere dan de gevaarlijke windrichting 240° - 245° direct zeer veel lager wordt. In de eerste plaats moet dus de hoogste stand worden bepaald, waarbij de maximale golfloop uit deze windrichting kan worden verwacht. In de tweede plaats moet de "maatgevende" stand worden gecombineerd met den bij dezen stand te verwachten golfloop. De hoogste van beide totalen geeft de waarde voor de aan te houden kruinshoogte aan.

De eerste vraag is dus, op welken waterstand bij maximum-golfloop ten hoogste moet worden gerekend. Om hieraan een indruk te krijgen werden de omstandigheden nagegaan betreffende de windrichting en den oppervlaktewaterafvoer bij de 20 hoogst voorgekomen standen te Hoek van Holland, Streefkerk en Schoonhoven in de maanden October t/m Februari van de periode 1901 t/m 1940. Deze gegevens zijn verzameld in bijlage 2. Van ieder der

drie stations zijn de 20 hoogste standen onderstreept; de allerhoogste van elk station is dubbel onderstreept.

Zooals verwacht, traden de 20 hoogste standen te Hoek van Holland meestal op bij een windrichting, hooger dan 270° , welke later ruinde. Uitzonderingen op de richting waren vooral de nummers 4 en, in mindere mate de nummers 7, 30, en 40. Krimpande wind na den hoogsten stand kwam voor bij de nummers 2, 5, 6, 10 en 32. Er blijken dus op dezen algemeenen regel vrij veel uitzonderingen te zijn.

De 20 hoogste standen te Streefkerk traden op bij wind uit de richtingen ZW tot NNW in varieerende sterkte. Veertien van deze standen correspondeerden met gelijkwaardige standen op dezelfde data te Hoek van Holland, waarvan vijf (7, 8, 31, 32 en 40) tevens met dergelijke standen te Schoonhoven. Twee standen (20 en 26) correspondeeren enkel met dergelijke standen te Schoonhoven en de overige vier (1, 22, 33 en 34) komen voor op data, waarop noch de standen van Hoek van Holland, noch die van Schoonhoven, hoewel beide hoog, tot de 20 hoogste standen voor deze plaatsen behooren.

Van de 20 hoogste standen te Schoonhoven correspondeeren er dus vijf met Streefkerk en Hoek van Holland beide en twee enkel met Streefkerk, terwijl de overige 13 apart staan. De laatstgenoemde 13 + 2 zijn kennelijk alleen veroorzaakt door hooge opperwaterstanden en zijn onafhankelijk van de windrichting. Bij de eerste vijf was de wind 2 x W 10 en 3 x WNW 8-10.

Van de 40 standen voor Bergstoep, welke uit bijlage 2 geïnterpoleerd kunnen worden, zijn de 20 hoogste opgenomen in bijlage 3. In 5 gevallen correspondeeren deze standen met die voor Hoek van Holland, Streefkerk en Schoonhoven; in 5 gevallen met Hoek van Holland en Streefkerk; in 4 gevallen alleen met Streefkerk; in 2 gevallen met Streefkerk en Schoonhoven; in 4 gevallen alleen met Schoonhoven. Anders gezegd: de hooge standen te Bergstoep worden in 14 gevallen bepaald door stormvloed en in 6 gevallen uitsluitend door hoog opperwater. Bij de 14 eerstbedoelde standen varieerde de wind van ZW 10, via WNW 12 tot NNW 8; bij de 6 laatstbedoelde standen was de wind resp. WZW 7, WZW 5, WNW 8-7, WNW 6-5 en WZW 7-6.

Gezien deze windrichtingen en krachten bij beide oorzaken moet bij hooge standen te Bergstoep nog gerekend worden op de mogelijkheid van optreden van den maximum golfoploop.

Veiligheidshalve moet daeren worden aangenomen, dat de gezochte stand, waarbij de maximum golfoploop kan optreden, zal liggen boven het gemiddelde van de 20 hoogst voorgekomen standen in de periode 1901-1940. Om dit gemiddelde te bepalen werden deze 20 waarden herleid tot het jaar 2000 door voor iedere waarde de reductie voor bodemdaling aan te brengen, benevens

voor alle waarden een reductie van 25 en voor waterstaatswerken (zie blz. 2). In de vierde kolom van bijlage 3 zijn deze gereduceerde waarden vermeld. Het gemiddelde ligt dan op 3,25 m +. Voorts werd aangenomen, dat de kans op het optreden van max. golfoploop bij standen van 3,75 + en hooger zoo gering is, dat hiernede geen rekening behoeft te worden gehouden. Hierdoor is het gebied van den gezichten stand beperkt tot dat tusschen 3,25 en 3,75 m +, waarvan het gemiddelde 3,50 m + werd aangehouden.

Dit schijnt, gezien b.v. de voorgekomen combinatie van hoogte en wind op 4 Januari 1926, 3,32 m te Bergstoep (gereduceerd tot 2000) en WZW 7 alleszins redelijk. De stand van 3,50 m +, tezamen met den max. golfoploop van 2,65 m zou een kruin hoogte vergen van 6,15 m +. Bij den hoogst te verwachten stand van 4,50 m + beteekent dit een marge van 1,65 m, terwijl bij dezen stand en b.v. WNW storm ten hoogste een golfoploop van $\pm 1,00$ m kan worden verwacht. De combinatie hoogste stand en golfoploop van 1 m is dus niet maatgevend, wel die van max. golfoploop en stand van 3,50 +. Zou ooit bij een zeer hoogen, door NW-storm veroorzaakten stand de wind tijdelijk uitschieten naar ZW, dan moge in dit exorbitante geval niet de geheele golfoploop worden gekoord, doch doortreuk behoeft nog niet direct te worden gevreesd.

De kruin zou dus in het jaar 2000 moeten liggen op 6,15 m +. In verband met eenig nazakken ware de thans te bereiken hoogte vast te stellen op 6,25 m + N.A.P.

DE HOOFDINGENIEUR VAN DEN RIJKSWATERSTAAT

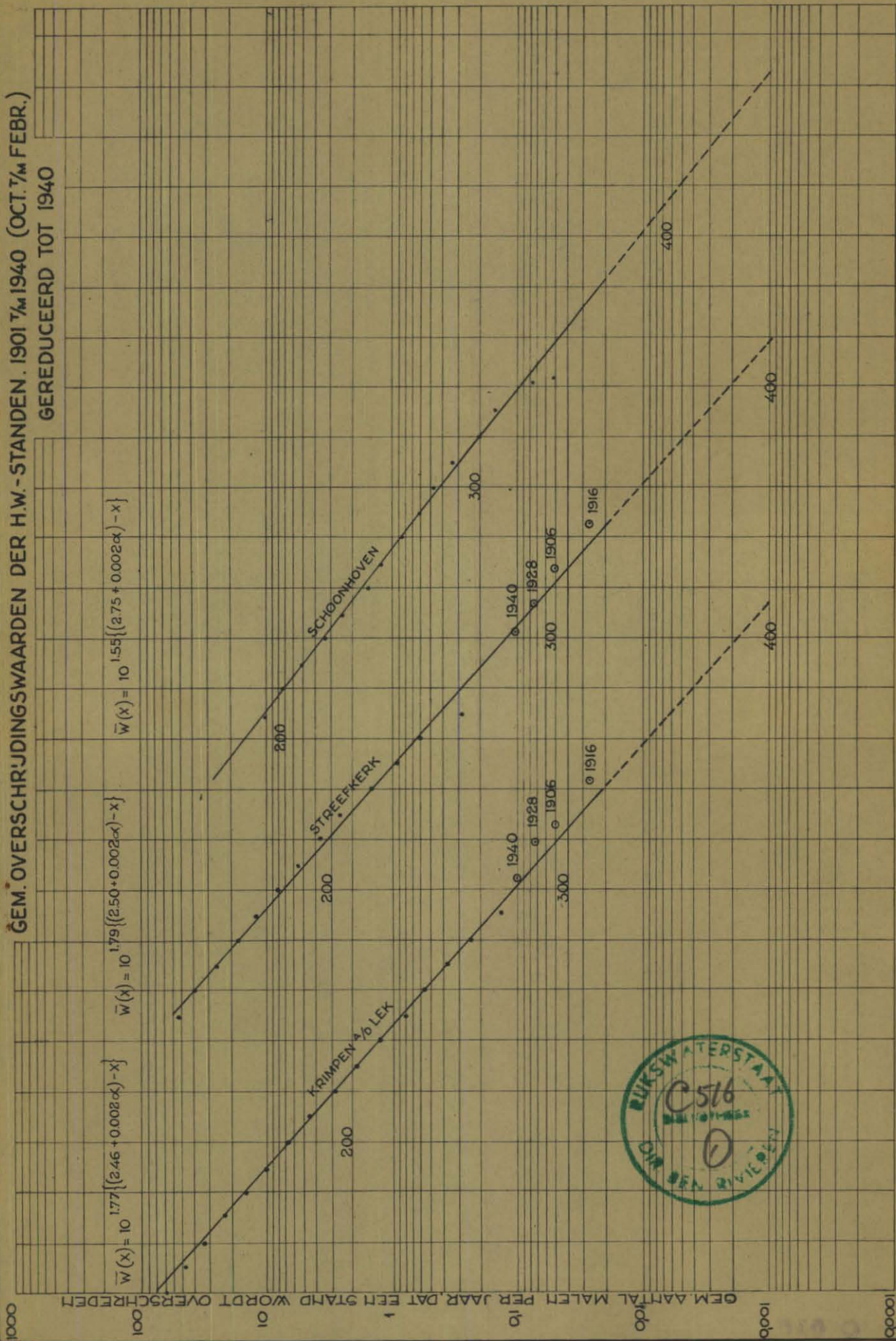
Concept Kuin.
25 Oct 1943

J. van der ...

RIJKSWATERSTAAT



GEM. OVERSCHRJDINGSWAARDEN DER H.W.-STANDEN . 1901 ⁷/_m 1940 (OCT. ⁷/_m FEBR.)
GEREDUCEERD TOT 1940



H.W. IN CM T.O.V. N.A.P.

	D a t u m	Stand in cm + N.A.P. te :			Wind Hoek v. Holland ¹⁾			Stand Arnhem 1 dag tevorens	Lek- afvoer in m ³ /sec.
		Hoek v. Holland	Streef- kerk	Schoon- hoven.	vorige waarn.	tijdens stand	volgende waarn.		
1.	28 Januari 1901	221	268	277	WZW 10	W 10	W 10	802	300
2.	26 Januari 1902	238	251	261	WZW 2	WNW 8	ZZW 2	919	520
3.	22 November 1903	237	252	261	W 6	W 8	W 2	841	375
4.	30/31 Dec. 1904	296	272	274	ZW 4	ZW 10	NNW 8	768	250
5.	7 Januari 1905	250	241	245	W 4	NW ^x	ZZW 2	766	250
6.	23 November 1908	266	247	256	ZW 2	NW 10	W 2	695	175
7.	11 November 1912	262	287	300	WNW 4	W 10	NNW 8	937	560
8.	13 Januari 1916	300	340	346	WNW 2	WNW 10	NW 8	1062	870
9.	25 November 1917	232	266	275	WZW 8	WNW 12	NNW 8	871	425
10.	26 November 1917	244	267	275	WNW 12	NNW 8	WZW 6	884	450
11.	2 December 1917	254	287	298	WZW 6	WNW 12	NNW 8	988	670
12.	19 December 1919	239	268	272	WNW 9	WNW 7	NW 4	912	500
13.	18 Januari 1920	103	223	312	ZW 6	WZW 5-4	ZW 2	1294	2310
14.	18 Januari 1920	111	234	321	ZW 3	ZW 4	ZW 4	1294	2310
15.	19 Januari 1920	83	217	314	ZW 4	ZW 4	ZW 4-5	1301	2400
16.	19 Januari 1920	151	263	342	ZW 4-5	WZW 5	NW 6-5	1301	2400
17.	20 Januari 1920	141	258	336	WNW 6-5	WNW 6-5	WNW 5-4	1302	2410
18.	20 Januari 1920	125	239	319	W 3	W 3	WZW 2	1302	2410
19.	21 Januari 1920	105	220	304	WNW 3	WNW 2	WNW 3	1290	2250
20.	21 Januari 1920	173	265	328	W 4-8	WNW 8-9	NW 8-7	1290	2250
21.	22 Januari 1920	159	245	306	NW 7-6	NW 4	NW 2	1276	2050
22.	19 Januari 1921	210	270	273	WNW 9	WNW 8	WNW 7	898	480
23.	6 November 1921	263	267	258	NW 12	NW 11	NW 10	627	100
24.	3 Januari 1926	103	221	307	Z 6	Z 6	WZW 7	1296	2330
25.	4 Januari 1926	124	251	335	WZW 6-7	WZW 7-6	ZW 6	1323	2700
26.	4 Januari 1926	139	268	347	ZW 7	WZW 7	W 7-6	1323	2700
27.	5 Januari 1926	124	258	341	W 6	W 6-5	W 5	1336	2875
28.	5 Januari 1926	99	233	318	W 4-3	W 2	WZW 2	1336	2875
29.	7 Januari 1926	139	242	302	Z 7	WZW 6-7	WZW 8	1301	2400
30.	10 October 1926	240	253	251	WZW 10	WNW 10	WNW 9	714	190



D a t u m	Stand in cm + N.A.P. te :			Wind Hoek v. Holland ¹⁾			Stand Arnhem 1 dag tevorens	Lok- ²⁾ afvoer in m ³ /sec.
	Hoek v. Holland	Streef- kerk	Schoon- hoven	vorige waarn.	tijdens stand	volgende waarn.		
31. 26 November 1928	<u>296</u>	<u>312</u>	<u>316</u>	WNW 10	WNW 10-9	WNW 9	909	485
32. 23 November 1930	<u>253</u>	<u>290</u>	<u>300</u>	WNW 5-9	WNW 8-9	W 8	1018	750
33. 23 November 1930	<u>232</u>	<u>267</u>	<u>277</u>	W 8-7	W 6	W 5	1018	750
34. 17 Januari 1931	<u>233</u>	<u>269</u>	<u>274</u>	W 9	W 9	WNW 9-8	931	545
35. 18 October 1936	<u>242</u>	<u>251</u>	<u>254</u>	NW 9-8	NW 8	NW 7	840	375
36. 28 October 1936	<u>237</u>	<u>255</u>	<u>258</u>	NW 8	NW 8	WNW 8	864	415
37. 1 December 1936	<u>253</u>	<u>266</u>	<u>269</u>	NW 9	NW 9	WNW 9	868	425
38. 1 December 1936	<u>274</u>	<u>282</u>	<u>285</u>	NW 9-8	NW 8	NW 8	868	425
39. 29 Januari 1938	<u>236</u>	<u>270</u>	<u>278</u>	WNW 9	WNW 10-9	NW 9	953	595
40. 6 December 1940	<u>265</u>	<u>301</u>	<u>310</u>	W 10	W 10	W 10-9	884	450

X Geen windsterkte opgegeven.

- 1) Wind te Hoek van Holland werd t/m 1917 éénmaal daags opgegeven in schaal 0-6, daarna in ⁰ Beaufort (0-12). Ter vergelijking zijn de sterkte waarnemingen vóór 1917 daarom verdubbeld. Daarna verschenen opgaven in 6 vieruurlijksche perioden. De kolommen "vorige" en "volgende" windwaarnemingen veranderen dus na 1917 van beteekenis.
- 2) Volgens de afvoerkromme voor Arnhem van den Algemeenen Dienst (gem. 1906-1930)

Van ieder der 3 stations zijn de 20 hoogste standen onderstreept; de allerhoogste stand van elk station is dubbel onderstreept.



NORMAAL

3

Bijlage 3.

Rang letter	Volgnr. van bijl. 2	Voorgekomen stand 1)	Herleid tot 2000	Correspondeert met gelijkv. standen te :	Wind tijdens stand	Stand Arnhem 1 dag tevoren 1)	Lek-af-voer in m ³ /sec.
a	8	342	382	H.v.H. Str. Sch.	WNW 10	1062	870
b	31	313	350	H.v.H. Str. Sch.	WNW 10-9	909	485
c	40	304	339	H.v.H. Str. Sch.	W 10	884	450
d	26	294	332	Str. Sch.	WZW 7	1323	2700
e	32	293	330	H.v.H. Str. Sch.	WNW 8-9	1018	750
f	7	291	332	H.v.H. Str. Sch.	W 10	937	560
g	11	291	330	H.v.H. Str.	WNW 12	988	670
h	16	289	328	Sch.	WZW 5	1301	2400
i	20	286	325	Str. Sch.	WNW 8-9	1290	2250
j	27	286	324	Sch.	W 6-5	1336	2875
k	17	284	323	Sch.	WNW 6-5	1302	2410
l	38	283	319	H.v.H. Str.	NW 8	868	425
m	25	279	317	Sch.	WZW 7-6	1323	2700
n	4	273	315	H.v.H. Str.	ZW 10	768	250
o	39	273	308	H.v.H. Str.	WNW 10-9	953	595
p	1	271	314	Str.	W 10	802	300
q	22	271	310	Str.	WNW 8	898	480
r	34	271	308	Str.	W 9	931	545
s	10	270	310	H.v.H. Str.	WNW 8	884	450
t	33	270	307	Str.	W 6	1018	750

1) waterstanden in om t.o.v. N.A.P.

