

A_{4,c}

Rivier	Vakgrenzen	Plaats	L in m	B ₀ in m	b in m	d	t.o.v. N.A.P.	C	waargen. H.W.	ber. H.W.	waargen. L.W.	ber. L.W.	max.vl.str. in m ³ p.sec.	max.sbstr. in m ³ p.sec.
Lek	939 ⁴⁹⁵ -943 ⁰⁷²	Culemborg	3577	250	140	-	2.10	47	442	442	440	440	1090	1190
	943 ⁰⁷² -946 ⁶⁴⁹		3577	250	140	-	2.40	47		400		396	1095	1190
	946 ⁶⁴⁹ -950 ²²⁵	Vreeswijk	3577	250	140	-	2.70	47	304	304	294	294	1120	1190
	950 ²²⁵ -953 ⁶⁷⁰		3445	250	165	-	3.10	52		281		259	1110	1190
	953 ⁶⁷⁰ -957 ¹¹⁵	Jaarsveld	3445	250	165	-	3.40	52		255		225	1090	1190
	957 ¹¹⁵ -960 ⁵⁶⁰		3445	250	165	-	3.70	52	230	230	190	190	1060	1200
	960 ⁵⁶⁰ -964 ²⁴³	Schoonhoven	3683	310	195	-	3.45	52		205		150	1030	1220
	964 ²⁴³ -967 ⁹²⁶		3683	297 ^x	195	-	4.00	52		185		118	980	1245
	967 ⁹²⁶ -971 ⁶¹⁰	Streefkerk	3683	409 ^x	195	-	4.30	52	165	165	82	82	900	1305
	971 ⁶¹⁰ -975 ⁶⁴⁷		4037	339 ^x	225	-	4.50	53		152		50	800	1365
	975 ⁶⁴⁷ -979 ⁶⁸⁵	Krimpen	4037	424	225	-	5.30	53	141	141	24	24	650	1470
	979 ⁶⁸⁵ -984 ¹⁶⁷		4482	456 ^x	267	-	5.30	64		136		9	435	1610
	984 ¹⁶⁷ -988 ⁶⁵⁰		4482	319 ^x	267	-	5.70	64	136	136	- 5	- 4	290	1710

^xGemiddelde waarde.

Voor specificatie: zie formulier.

Rivier	Vakgrenzen	Plaats	L in m	B ₀ in m	b in m	d	t.o.v. N.A.P.	c	waargen. H.W.	ber. H.W.	waargen. L.W.	ber. L.W.	max.vl.str. in m ³ p.sec.	max.eb.str. in m ³ p.sec.
Lek	939 ⁴⁹⁵ -943 ⁰⁷²	Culemborg -	3577	195	120	-	2,10	36,5	79	79	44	44	100	140
	943 ⁰⁷² -946 ⁶⁴⁹		3577	195	120	-	2,40	36,5		63		0	50	160
	946 ⁶⁴⁹ -950 ²²⁵	- Vreeswijk	3577	195	120	-	2,70	36,5	59	59	- 20	- 19	10	170
	950 ²²⁵ -953 ⁶⁷⁰		3445	216	150	-	3,10	40		56		- 33	- 40	190
	953 ⁶⁷⁰ -957 ¹¹⁵		3445	216	155	-	3,40	40		49		- 45	- 90	220
	957 ¹¹⁵ -960 ⁵⁶⁰	- Jaarsveld	3445	216	155	-	3,70	40	45	45	- 56	- 56	- 140	245
	960 ⁵⁶⁰ -964 ²⁴³		3683	275	180	-	3,45	41		41		- 68	- 195	290
	964 ²⁴³ -967 ⁹²⁶		3683	275	180	-	4,00	41		41		- 79	- 250	340
	967 ⁹²⁶ -971 ⁶¹⁰	- Schoonhoven	3683	250	175	-	4,30	41	39	39	- 88	- 88	- 320	390
	971 ⁶¹⁰ -975 ⁶⁴⁷		4037	297	225	-	4,50	39		39		- 99	- 430	460
	975 ⁶⁴⁷ -979 ⁶⁸⁵	- Streefkerk	4037	296	225	-	5,30	39		39		-107	- 570	545
	979 ⁶⁸⁵ -984 ¹⁶⁷		4482	393 ^x	267	-	5,30	42		40		-112	- 780	675
	984 ¹⁶⁷ -988 ⁶⁵⁰	- Krimpen	4482	285 ^x	267	-	5,70	42	40	40	-117	-118	- 935	760

x Gemiddelde Waarde
Voor specificatie: zie formulier.

Normaal tij Normale stand Arnhem

Wind: WZW 5

A_{4,e}

Reconstructieberekening voor de Lek.

22 December 1935

L.K. 17 Dec. N.M. 25 Dec.

St. Arnhem 8.40 + N.A.P.

Rivier	Vakgrenzen	Plaats	L in m	B _o in m	b in m	d	t.o.v. N.A.P.	C	waargen. H.W.	ber. H.W.	waargen. L.W.	ber. L.W.	max.vl.str. in m ³ p.sec.	max.ebstr. in m ³ p.sec.
Lek	939 ⁴⁹⁵ -943 ⁰⁷²	Culemborg	3577	205	130	-	2.10	50	198	198	156	156	330	380
	943 ⁰⁷² -946 ⁶⁴⁹		3577	205	130	-	2.40	50		173		131	300	395
	946 ⁶⁴⁹ -950 ²²⁵	Vreeswijk	3577	205	130	-	2.70	50	162	162	82	82	205	430
	950 ²²⁵ -953 ⁶⁷⁰		3445	216	160	-	3.10	50		157		68	140	450
	953 ⁶⁷⁰ -957 ¹¹⁵		3445	216	160	-	3.40	50		153		54	70	480
	957 ¹¹⁵ -960 ⁵⁶⁰	Jaarsveld	3445	216	160	-	3.70	50	148	148	40	40	- 10	510
	960 ⁵⁶⁰ -964 ²⁴³		3683	275	190	-	3.45	50		144		29	- 125	555
	964 ²⁴³ -967 ⁹²⁶		3683	270	190	-	4.00	50		141		17	- 230	600
	967 ⁹²⁶ -971 ⁶¹⁰	Schoonhoven	3683	355 ^x	190	-	4.30	50	136	136	9	9	- 365	660
	971 ⁶¹⁰ -975 ⁶⁴⁷		4037	338 ^x	225	-	4.50	46		132		- 4	- 485	760
	975 ⁶⁴⁷ -979 ⁶⁸⁵	Streefkerk	4037	356 ^x	225	-	5.30	46	129	129	- 14	- 14	- 645	860
	979 ⁶⁸⁵ -984 ¹⁶⁷		4482	435 ^x	267	-	5.30	50		127		- 19	- 850	1035
984 ¹⁶⁷ -988 ⁶⁵⁰	Krimpen	4482	312 ^x	267	-	5.70	50	130	130	- 24	- 24	- 970	1150	

^x gemiddelde waarde.

Voor specificatie: zie formulier.

Normaal Tij hooge stand Arnhem.

Reconstructieberekening voor de Lek.

8 - 9 Februari 1935

N.M. 3 Februari E.K. 10 Februari

St.Arnhem 11.05 + N.A.P.

A_{4,f}

Rivier	Vakgrenzen	Plaats	L in m	Bo in m	b in m	d	t.o.v. N.A.P.	C	waargen. H.W.	ber. H.W.	waargen. L.W.	ber. L.W.	vl.str. in m ³ p.sec.	ebstroom in m ³ p.sec.
	939 ⁴⁹⁵ -943 ⁰⁷²	Culemborg	3577	250	137	-	2.10	47	392	392	388	388	990	1030
	943 ⁰⁷² -946 ⁶⁴⁹		3577	250	137	-	2.40	47		350		342	980	1030
	946 ⁶⁴⁹ -950 ²²⁵	Vreeswijk	3577	250	137	-	2.70	47	248	248	235	232	945	1030
	950 ²²⁵ -953 ⁶⁷⁰		3445	250	165	-	3.10	52		230		200	920	1030
	953 ⁶⁷⁰ -957 ¹¹⁵		3445	250	165	-	3.40	52		207		167	890	1030
	957 ¹¹⁵ -960 ⁵⁶⁰	Jaarsveld	3445	250	165	-	3.70	52	185	185	135	135	850	1025
	960 ⁵⁶⁰ -964 ²⁴³		3683	291 ^x	195	-	3.45	52		162		102	800	1025
	964 ²⁴³ -967 ⁹²⁶		3683	283 ^x	195	-	4.00	52		144		72	720	1030
	967 ⁹²⁶ -971 ⁶¹⁰	Schoonhoven	3683	378 ^x	195	-	4.30	52	130	130	40	40	580	1060
	971 ⁶¹⁰ -975 ⁶⁴⁷		4037	378 ^x	225	-	4.50	51		118		8	415	1175
	975 ⁶⁴⁷ -979 ⁶⁸⁵	Streefkerk	4037	348 ^x	225	-	5.30	51	113	113	- 16	- 16	170	1295
	979 ⁶⁸⁵ -984 ¹⁶⁷		4482	418 ^x	267	-	5.30	60				- 30	- 120	1430
	984 ¹⁶⁷ -988 ⁶⁵⁰	Krimpen	4482	300 ^x	267	-	5.70	60	108	109	- 44	- 44	- 360	1535

^x gemiddelde waarde

Voor specificatie: zie formulier.

Springtij lage stand Arnhem. Reconstructieberekening voor de Lek.

25 Maart 1936

A_{4.6}

N.M. 23 Maart

St.Arnhem 7.83 + N.A.I.

Rivier	Vakgrenzen	Plaats	L in m	B ₀ in m	b in m	d	t.o.v. N.A.P.	C	waargen. H.W.	ber. H.W.	waargen. L.W.	ber. L.W.	max.vl.str. in m ³ p.sec.	max.obstr. in m ³ p.sec.
Lek	939 ⁴⁹⁵ -943 ⁰⁷²	Culemborg	3577	200	125	-	2.10	48	165	165	113	113	270	1055
	943 ⁰⁷² -946 ⁶⁴⁹		3577	200	125	-	2.40	48		152		90	200	895
	946 ⁶⁴⁹ -950 ²²⁵	Vreeswijk	3577	200	125	-	2.70	48	141	141	42	42	95	685
	950 ²²⁵ -953 ⁶⁷⁰		3445	216	160	-	3.10	48		135		29	25	605
	953 ⁶⁷⁰ -957 ¹¹⁵		3445	216	160	-	3.40	48		131		18	- 60	550
	957 ¹¹⁵ -960 ⁵⁶⁰	Jaarsveld	3445	216	160	-	3.70	48	127	127	60	6	- 150	495
	960 ⁵⁶⁰ -964 ²⁴³		3683	250	190	-	3.45	48		124		- 9	- 255	445
	964 ²⁴³ -967 ⁹²⁶		3683	250	190	-	4.00	48		121		- 25	- 360	405
	967 ⁹²⁶ -971 ⁶¹⁰	Schoonhoven	3683	250	190	-	4.30	48	120	120	- 42	- 42	- 460	370
	971 ⁶¹⁰ -975 ⁶⁴⁷		4037	290	225	-	4.50	40		117		- 55	- 580	345
	975 ⁶⁴⁷ -979 ⁶⁸⁵	Streefkerk	4037	290	225	-	5.30	40	118	118	- 68	- 68	- 725	320
	979 ⁶⁸⁵ -984 ¹⁶⁷		4482	340	267	-	5.30	50		120		- 74	- 920	300
	984 ¹⁶⁷ -988 ⁶⁵⁰	Krimpen	4482	340	267	-	5.70	50	124	124	- 81	- 81	- 1090	290

Springtij normale stand Arnhem

Reconstructieberekening voor de Lek

22 - 23 Mei 1936

A₄,h.

20 Mei

St. Arnhem 8.50 + N.A.P.

Wind: NNW 5.6

Rivier	Vakgrenzen	Plaats	L in m	B ₀ in m	b in m	d t.o.v. N.A.P.	C	waargen. H.W.	ber. H.W.	waargen. L.W.	ber. L.W.	max.vl.str. in m ³ p.sec.	max.ebstr. in m ³ p.sec.
Lek	939 ⁴⁹⁵ -943 ⁰⁷²	Culemborg	3577	200	130	- 2.10	51	202	202	160	160	380	430
	943 ⁰⁷² -946 ⁶⁴⁹		3577	200	130	- 2.40	51		187		130	340	430
	946 ⁶⁴⁹ -950 ²²⁵	Vreeswijk	3577	200	130	- 2.40	50	163	174	68	101	275	440
	950 ²²⁵ -953 ⁶⁷⁰		3445	216	160	- 3.10	54		162	68	68	200	460
	953 ⁶⁷⁰ -957 ¹¹⁵		3445	216	160	- 3.40	54		157		50	115	480
	957 ¹¹⁵ -960 ⁵⁶⁰	Jaarsveld	3445	216	160	- 3.40	54		151		35	20	515
	960 ⁵⁶⁰ -964 ²⁴³		3445	216	160	- 3.70	54	146	146	20	20	- 65	555
	964 ²⁴³ -967 ⁹²⁶		3683	281 ^x	190	- 3.45	54		141		4	- 200	615
	967 ⁹²⁶ -971 ⁶¹⁰	Schoonhoven	3683	279 ^x	190	- 4.00	54		136		-10	- 330	680
	971 ⁶¹⁰ -975 ⁶⁴⁷		3683	367 ^x	190	- 4.30	54	125	135	- 22	-25	- 515	780
	975 ⁶⁴⁷ -979 ⁶⁸⁵		4037	345 ^x	225	- 4.50	45		129		-40	- 730	895
	979 ⁶⁸⁵ -984 ¹⁶⁷	Streefkerk	4037	349 ^x	225	- 5.30	45		128		-53	- 940	1020
	984 ¹⁶⁷ -988 ⁶⁵⁰		4482	439 ^x	267	- 5.30	65		127		-58	-1220	1195
		Krimpen	4482	308 ^x	267	- 5.70	65	129	129	- 64	-67	-1390	1320

x gemiddelde waarde.

Voor specificatie: Zie formulier.

Springtij hoge stand Arnhem

Reconstructieberekening voor de Lek.

23-24 April 1936

A₄,1.

N.M. 21 April

St.Arnhem 11.20 + N.A.F.

Rivier	Vakgrenzen	Plaats	L in m	B _o in m	b in m	d	t.o.v. N.A.P.	C	waargen. H.W.	ber. H.W.	waargen. L.W.	ber. L.W.	max.vl.str. in m ³ p.sec.	max.ebstr. in m ³ p.sec.
	939 ⁴⁹⁵ -943 ⁰⁷²	Culemborg	3577	250	140	-	2.10	47	401	401	403	403	950	1055
	943 ⁰⁷² -946 ⁶⁴⁹		3577	250	140	-	2.40	47		364		360	950	1060
	946 ⁶⁴⁹ -950 ²²⁵	Vreeswijk	3577	250	140	-	2.70	47	285	282	256	255	900	1070
	950 ²²⁵ -953 ⁶⁷⁰		3445	250	165	-	3.10	52		262		223	840	1070
	953 ⁶⁷⁰ -957 ¹¹⁵		3445	250	165	-	3.40	52		242		190	780	1075
	957 ¹¹⁵ -960 ⁵⁶⁰	Jaarsveld	3445	250	165	-	3.70	52	225	225	156	156	750	1080
	960 ⁵⁶⁰ -964 ²⁴³		3683	310	195	-	3.45	52		208		122	725	1110
	964 ²⁴³ -967 ⁹²⁶		3683	295 ^x	195	-	4.00	52		197		91	620	1145
	967 ⁹²⁶ -971 ⁶¹⁰	Schoonhoven	3683	398 ^x	195	-	4.30	52	188	188	58	58	420	1225
	971 ⁶¹⁰ -975 ⁶⁴⁷		4037	376 ^x	225	-	4.50	51		180		23	90	1315
	975 ⁶⁴⁷ -979 ⁶⁸⁵	Streefkerk	4037	385 ^x	225	-	5.30	51	174	174	- 2	- 2	- 220	1425
	979 ⁶⁸⁵ -984 ¹⁶⁷		4482	451 ^x	267	-	5.30	61		168		- 22	- 570	1610
	984 ¹⁶⁷ -988 ⁶⁵⁰	Krimpen	4482	316 ^x	267	-	5.70	61	166	166	- 36	- 37	- 790	1755

^x gemiddelde waarde.

Voor specificatie: Zie formulier.

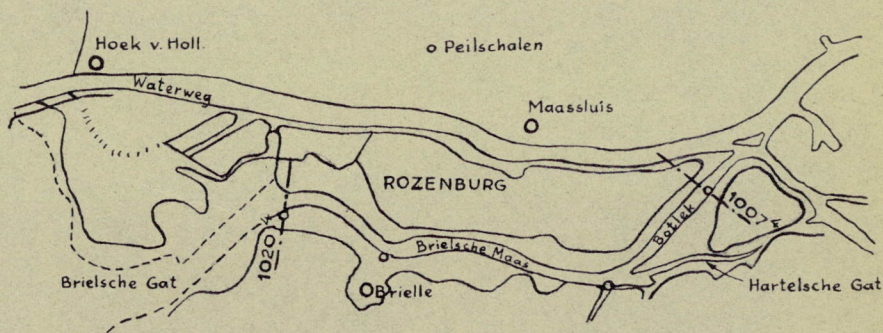
A5

BEREKENING GEMIDDELDEN TOESTAND OP DE BRIELSCHER
MAAS EN BOTLEK.

BEREKENINGEN VAN DE BRIELSCHER MAAS VOLGENS
DE EXACTE METHODE IN VERBAND MET DE GELYKTYDIGE AFVOER-
METINGEN ALDAAR.

Algemeen.

Deze rivier heeft vooral in de laatste jaren veel van haar beteekenis verloren. Dit is een gevolg van de sterke verzanding. Om een indruk hiervan te krijgen, wordt een bijlage toegevoegd, waarop staat aangegeven, de oppervlakte van de dwarsprofielen van de Botlek en Brielsche Maas van 1954 en 1959. Het is duidelijk, dat een dergelijke afnemende diepte van invloed is op de capaciteit. Teneinde deze na te gaan, werden op 28 April en 6 Juni 1959 op de Botlek (kml. 1007⁴) en Brielsche Maas (kml. 1020⁴) metingen verricht, zoowel van het horizontaal getij (stroomdrijving) als van het verticaal getij (aan de peilschalen) gedurende 12 uren. Ter controle werden eveneens het verticale getij aan de vaste peilschalen te Nieuweshuis en Brielle waargenomen. In het geheel werd dus op vier plaatsen het verticale en op twee plaatsen het horizontale getij gemeten. Voor de situatie, zie onderstaand schema.



Teneinde betrouwbare gegevens te krijgen, werd overgegaan tot de waterpassing van de vier bovenstaande peilschalen. Deze resultaten werden bij het bepalen der getijlijnen in rekening gebracht. Vervolgens werd, uitgaande van het verticale getij, het horizontale getij berekend volgens de exacte methode. De resultaten der metingen en berekeningen konden nu worden vergeleken. Bovendien werden op enkele andere dagen de vier bovengenoemde peilschalen waargenomen. Met behulp van deze getijlijnen werden op deze dagen de stroomen berekend.

Deze exacte berekeningen vallen dus uiteen in twee groepen :

A. Berekeningen, die dienden ter controle van de afvoermetingen.

Het horizontaal en het verticaal getij was door meting bekend. Deze berekeningen konden dus eveneens dienen ter toetsing van de, met de exacte methode berekende getijgrootheden en van de gekozen schematisatie. In verband met de variatie van de constante van Eytelwein is er sprake van een eerste en tweede berekening.

B. Berekeningen, waarbij uitsluitend het verticaal getij bekend was (5-9-16 en 23 Mei 1939). Op deze dagen varieerde de stand te Koulen en dus de afvoer van het opperwater op de Rijn. Het doel van deze berekeningen was, na te gaan, in hoeverre er tusschen beide eenig verband bestond.

Rivierconstanten.

De rivier werd vanaf het benedeneinde van de Botlek (kmr. 1007⁴) tot het benedeneinde der Brielsche Maas (kmr. 1020⁴) in drie vakken verdeeld varierende van vier tot zes kilometer.

De profielen werden vastgesteld uit de peilingen van Augustus 1939. Grafisch werden hiervan gemiddelde vakprofielen bepaald.

De stroombreedte werd vastgesteld bij 1.60 + N.A.P. (1⁰⁰ m - L.W.).

Door het rijzen en dalen der waterspiegel is de komberging aan voortdurende verandering onderhevig, daarom werden bij verschillende waterstanden andere kombergingsbreedten aangehouden.

Het Hartelsche Gat werd niet afzonderlijk berekend, doch op elk moment werd haar bergingsstroom bepaald.

De constante van Eytelwein werd berekend volgens de formule van

$$\text{Bazin : } C = \frac{87}{1 + \frac{p}{\sqrt{R}}} \quad (\text{uitgedrukt in } \frac{m^3}{\text{sec.}})$$

Hierin is p = weerstand aarden wanden

R = hydraulische straal.

Uitwerking van deze formule doet voor C over de geheele lengte der rivier een waarde van 54 vinden. Bij de eerste berekening van 28 April en 6 Juni 1939 werden dan ook alle vakken met deze waarde berekend. Er ontstonden echter aanmerkelijke verschillen tusschen de berekende en gemeten hoeveelheden opperwater en vermogen. Daarom werd een tweede berekening gemaakt, waarbij deze constante voor het eerste vak (kmr. 1007⁴ - kmr. 1011⁴) op 60 werd gebracht. Voor de beide andere vakken werd 50 aangehouden. Het gemiddelde bleef dus gelijk. De resultaten waren nu heter met elkaar in overeenstemming (zie verder). Bij de berekening van de overige dagen werden de laatstgenoemde waarden voor deze constante aangehouden.

Verloop der berekeningen.

Er werd gerekend vanaf den benedenmond der Botlek tot het benedeneinde der Brielsche Maas.

Voor de berekeningen van Groep A stonden de volgende gegevens ter beschikking :

- a. Getijlijn en afvoerkromme benedenmond Botlek.
- b. Getijlijnen te Nieuwesluis en Brielle.
- c. Getijlijn en afvoerkromme benedenmond Brielsche Maas.

De gegevens onder a dienden als uitgangspunt voor deze berekening. De gegevens onder b en c konden dienst doen als controle. Er bleek nu, dat de berekende en gemeten getijlijnen te Nieuwesluis en Brielle in vrij sterke mate van elkaar afweken. Hetzelfde verschijnsel deed zich voor bij de afvoerkromme en getijlijn op den benedenmond der Brielsche Maas. De oorzaak van deze afwijkingen werd gezocht in de gemeten afvoerkromme op de Botlek. Deze werd daaron zoodanig vervormd, dat goed voldaan werd aan de getijlijnen aan den benedenmond der Botlek en aan dien van de Brielsche Maas. De gemeten en berekende getijlijnen te Brielle en Nieuwesluis vertoonden echter nog vrij sterke afwijkingen. Ook de gemeten en berekende vermogens en opperwaterafvoeren weken nog sterk van elkaar af. (Zie resultaten eerste berekening).

Deze afwijkingen waren zeer waarschijnlijk te wijten aan de weerstand der wanden. Deze weerstand wordt uitgedrukt door de Constante van Eytelwein (zie aldaar). Daaron werd deze veranderd en de geheele berekening opnieuw uitgevoerd (2e berekening). De afwijkingen zijn wel kleiner, maar niet opgeheven. (Zie bijgevoegde staatjes). De berekende en gemeten getijlijnen komen op het gedeelte van de eb vrijwel met elkaar overeen. De afwijkingen komen voor op het vloedgedeelte. De getijlijnen van Brielle vertoont op deze tak de grootste afwijking (7 cm boven de gemeten).

Voor de berekeningen van groep B stonden slechts vier getijlijnen ter beschikking. Met behulp van de getijlijnen aan het begin en einde van het eerste vak kon de stroom worden bepaald. De beide andere dienden ter controle van de berekening. Ook hier kwamen dezelfde afwijkingen voor als in de tweede berekening van groep A.

Zeer waarschijnlijk zijn de optredende verschillen een gevolg van de volgende oorzaken :

- 1e. De schematisatie van de gemiddelde vakprofielen en daardoor ook de weerstand is niet geheel juist.
- 2e. Tijdens de meting zijn meetfouten gemaakt door foutieve waarneming. Nader wordt dit uiteengezet in het rapport: Afvoermetingen, peilschaalwaarnemingen en peilingen in de Botlek en Brielsche Maas door H.J.Stroband. Hierin is de kombergingsoppervlakte van uur tot uur berekend en deze waarden vertoonden vrij sterke afwijkingen.
- 3e. Het valt niet te verwachten, dat met de exacte methode een zuivere berekening kan worden gemaakt van een rivier als de Brielsche

Maas. Deze heeft n.l. een eenigszins grillig verloop met vele inhammen en banken. Het is onmogelijk om den invloed van deze stroombelemmeringen en kombergingsoppervlakten afzonderlijk te berekenen. Wel kan worden beschikt over juiste profielen, maar in de berekening moeten deze worden geschematiseerd.

Resultaten.

Voor vergelijking van de resultaten wordt verwezen naar de bijgevoegde staten. De opperwaterafvoer en het vermogen zijn berekend per getij (duur 12 u.25 min.)

Door middel van de correlatierekening werd een lineair verband gelegd tusschen deze uitkomsten, de stand te Keulen en de getijrijzing en getijdaling op kmr. 1007^4 .

Hieruit volgde :

gemiddelde opperwaterafvoer Botlek-Brielsche Maas :	5.4 mill. m ³ .
gemiddelde vermogen Botlek (kmr. 1007^4) :	19 mill. m ³

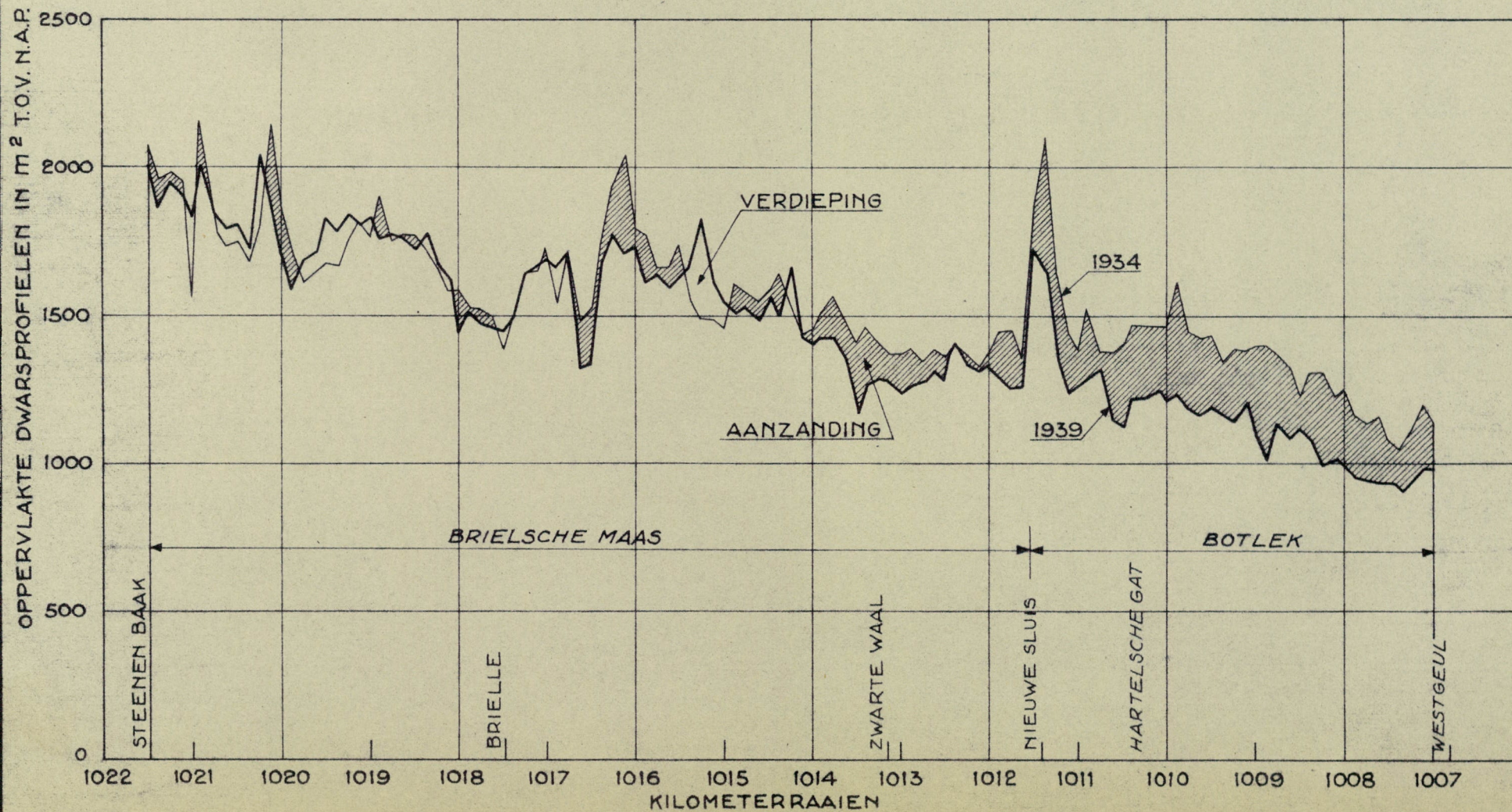
Conclusies :

Uit bovenstaande metingen en berekeningen kunnen de volgende conclusies worden getrokken :

- 1e. Op de Brielsche Maas heeft vrij sterke aanzanding plaats, daardoor verliest deze rivier steeds meer vermogen en wordt dus steeds minder geschikt voor de afvoer van opperwater.
- 2e. De gemeten en berekende stroomen en getijlijnen zijn niet geheel met elkaar in overeenstemming. Dit heeft de volgende oorzaken :
 - a) Er zijn gedurende de meting waarnemingsfouten gemaakt, dit is aangetoond in een kombergingsberekening (zie boven).
 - b) De exacte methode is niet in staat om den invloed van banken, kleine rivierbochten enz. zoo zuiver weer te geven, dat het geheel in overeenstemming is met de werkelijkheid. Voor een benadering der werkelijkheid zijn echter de resultaten van deze rekenmethode, ook voor een rivier als de Brielsche Maas, ruim voldoende.
- 3e. Er bestaat een lineair verband tusschen den stand in Keulen en den opperwaterafvoer op de Brielsche Maas.

OPPERVLAKTE DWARSPROFIELEN BRIELSCHE MAAS BOTLEK 1934 EN 1939

INHOUD 1934	22 707 000 m ³	T.O.V. N.A.P.
INHOUD 1939	21 340 000 m ³	T.O.V. N.A.P.
AANZANDING	1 367 000 m ³	



Reconstructieberekeningen voor actingen van het horizontaal- en verticaal getij
op Brielsche Maas en Botlek.

Rivier	Vakgrenzen	L in m	B _o in min m	b	d	t.o.v. N.A.P.	C	waargen. H.W.	ber. H.W.	waargen. L.W.	ber. L.W.	max.vloedstr in m ³ /sec.		max.obstr. in m ³ /sec.		opp.w.afvoer in mill.m ³		vermogen in mill.m ³		Stand Keulen 2 dagen te vo- ren	
												ber.	gem.	ber.	gem.	gem.	ber.	gem.	ber.		
<u>6 Juni 1939.</u>																					
Botlek	1007 ⁴⁰⁰ -1011 ⁴⁰⁰	4000	324x	240	-	4.90	54	80 79	79 78	- 73 - 73	- 73 - 74	- 905 -1015	- 920	745 885	920	7,4	5,2	20,2	19,8	311	
Botlek	Hartelsche Gat													- 998	850						
Brielsche Maas	1011 ⁴⁰⁰ -1017 ⁷⁷⁵	6375	366x	250	-	5.80	54	73	75	- 78	- 77	-1350		1145						34	
Maas	1017 ⁷⁷⁵ -1020 ⁴⁰⁰	2625	495x	395	-	4.30	54	82	78	- 76	- 76	-1555	-1550	1260	1450	8,7	5,7	33,5			
2e berekening.																					
Botlek	1007 ⁴⁰⁰ -1011 ⁴⁰⁰	4000	323x	240	-	4.90	60	80 79	80 77	- 73 - 73	- 73 - 74	- 840 - 980	- 920	725 860	920	7,4	7	20,2	20,2	311	
Botlek	Hartelsche Gat													- 964	844						
Brielsche Maas Idem	1011 ⁴⁰⁰ -1017 ⁷⁷⁵	6375	366x	250	-	5.80	50	73	78	- 78	- 76	-1250		1070						34	
Idem	1017 ⁷⁷⁵ -1020 ⁴⁰⁰	2625	495x	395	-	4.30	50	82	82	- 76	- 77	-1455	-1550	1245	1450	8,7	7,4	33,5			
1e berekening.																					
<u>28 April 1939.</u>																					
Botlek	1007 ⁴⁰⁰ -1011 ⁴⁰⁰	4000	320x	240	-	4.90	54	80 79	80 78	- 82 - 82	- 82 - 83	- 740 - 870	- 780	750 875	640	4,3	5,3	16,6	19,3	267	
Botlek	Hartelsche Gat													- 872	864						
Brielsche Maas Idem	1011 ⁴⁰⁰ -1017 ⁷⁷⁵	6375	363x	250	-	5.80	54	75	78	- 87	- 84	-1210		1100						33	
Idem	1017 ⁷⁷⁵ -1020 ⁴⁰⁰	2625	493x	395	-	4.30	54	79	79	- 84	- 85	-1395	-1400	1200	1080	4,9	5,5	30,6			
2e berekening.																					
Botlek	1007 ⁴⁰⁰ -1011 ⁴⁰⁰	4000	320x	240	-	4.90	60	80 79	79 78	- 81 - 82	- 81 - 82	- 730 - 910	- 780	725 845	640	4,3	5,2	16,6	18,9	267	
Botlek	Hartelsche Gat													- 902	834						
Brielsche Maas Idem	1011 ⁴⁰⁰ -1017 ⁷⁷⁵	6375	363x	250	-	5.80	50	75	75	- 87	- 83	-1200		1060						33,3	
Idem	1017 ⁷⁷⁵ -1020 ⁴⁰⁰	2625	493x	395	-	4.30	50	79	76	- 84	- 85	-1440	-1400	1195	1080	4,9	4,9	30,6			

x Gemiddelde waarde
Voor specificatie: zie formulier.

Reconstructieberekeningen voor metingen van het verticaal getij op Brielse Maas en Botlek.

20 Mei 1939

Rivier	Vakgrenzen	L in m	B ₀ in m	b in m	d	t.o.v. N.A.P.	c	Waargen. ber.		Waargen. ber.		max. vloedstr.		max. ebstr.		opp.w. afvoer		vermogen in mill. m ³	Stand te Keu- len 3 dagen te voren
								H.W.	H.W.	L.W.	L.W.	in m ³ /sec.	in m ³ /sec.	in mill. m ³	in mill. m ³				
Botlek	1007 ⁴⁰⁰ -1011 ⁴⁰⁰	4000	324x	240	-	4.90	60	100 99	100 96	- 71 - 73	- 71 - 75	-1050 -1160		800 940		9,6 26,2			412
Botlek	Hartelsche Gat											-1156		935					
Brielse Maas	1011 ⁴⁰⁰ -1017 ⁷⁷⁵	6375	368x	250	-	5.80	50	96	103	- 80	- 78	-1560		1260					
Idem	1017 ⁷⁷⁵ -1020 ⁴⁰⁰	2625	495x	395	-	4.30	50	107	107	- 80	- 80	-1820		1410		10,5 42,1			
<u>23 Mei 1939</u>																			
Botlek	1007 ⁴⁰⁰ -1011 ⁴⁰⁰	4000	324x	240	-	4.90	60	98 95	98 95	- 78 - 79	- 78 - 81	- 850 - 990		795 970		8,8 23,5			392
Botlek	Hartelsche Gat											-1037		928					
Brielse Maas	1011 ⁴⁰⁰ -1017 ⁷⁷⁵	6375	366x	250	-	5.80	50	96	100	- 84	- 83	-1310		1240					
Idem	1017 ⁷⁷⁵ -1020 ⁴⁰⁰	2625	497x	395	-	4.30	50	106	106	- 83	- 83	-1505		1360		10,6 37,5			
<u>5 Mei 1939</u>																			
Botlek	1007 ⁴⁰⁰ -1011 ⁴⁰⁰	4000	323x	240	-	4.90	60	96 95	96 92	- 87 - 88	- 87 - 89	- 930 -1110		810 970		4,5 21,6			264
Botlek	Hartelsche Gat											-1042		961					
Brielse Maas	1011 ⁴⁰⁰ -1017 ⁷⁷⁵	6375	364x	250	-	5.80	50	93	96	- 94	- 91	-1550		1240					
Idem	1017 ⁷⁷⁵ -1020 ⁴⁰⁰	2625	494x	395	-	4.30	50	105	105	- 93	- 93	-1795		1425		4,4 36,7			
<u>9 Mei 1939</u>																			
Botlek	1007 ⁴⁰⁰ -1011 ⁴⁰⁰	4000	320x	240	-	4.90	60	88 87	88 86	- 77 - 76	- 77 - 78	- 750 - 860		735 875		5,5 20			250
Botlek	Hartelsche Gat											- 940		848					
Brielse Maas	1011 ⁴⁰⁰ -1017 ⁷⁷⁵	6375	366x	250	-	5.80	50	85	88	- 82	- 79	-1190		1085					
Idem	1017 ⁷⁷⁵ -1020 ⁴⁰⁰	2625	494x	395	-	4.30	50	95	95	- 81	- 81	-1370		1200		6 30			

x. Gemiddelde waarde

Voor specificatie: zie formulier.

B1.

RECONSTRUCTIE STORM 1916, VOOR BENEDENRIVIEREN

+ LEK + WAAL.

B.
I.RECONSTRUCTIEBEREKENING VAN DEN STORMVLOED VAN 13/14
JANUARI 1916 voor de BENEDENRIVIEREN MET LEK EN WAAL.a. Beschrijving van den Stormvloed.

Deze storm, die één dag na E.K. optrad, dus bij doodtij, gaf na dien van 1894 voor de randstations van de benedenrivieren gemiddeld de hoogste standen. Zie ter vergelijking bijgaand staatje.

Station	S.V. 1894	S.V. 1906	S.V. 1916	S.V. 1928
Hoek van Holland	3,28+	2,97+	3,00+	2,96+
Hellevoetsluis	3,46+	3,25+	3,33+	3,30+
Brouwershaven	3,59+	3,38+	3,34+	3,28+
Willemsdorp	3,62+	3,57+	3,62+	3,66+
Willemsstad	3,53+	3,37+	3,62+	3,71+

De overige H.W.standen van 1916 zijn in bijgaande lijst opgegeven. De daarbij optredende standen van den Rijn bij Arnhem en de Waal bij Hulhuizen corresponderen met respectievelijke opperwaterafvoeren van + 850 m³/sec. en 2850 m³/sec.

Bij dezen storm werden bij Hoek van Holland gedurende een periode van 24 uur windkrachten gemeten met een sterkte grooter dan 8° Beaufort en een overheerschende W.N.W.richting. In verband hiermede mocht op den Nieuwen Waterweg, de Brielsche Maas, de Oude Maas en het Haringvliet opwaaiing verwacht worden.

Verder kenmerkte het verloop van den stormvloed zich door een groot aantal dijkdoorbraken. Alleen reeds aan den Rotterdamschen Waterweg, de Noord, de Oude Maas en de Brielsche Maas werd + 1500 ha land overstroomd, dat bij den storm van 1906 niet onderliep (1,50+ M.V. 1901-'10). Voor een gespecificeerd overzicht wordt naar onderstaanden staat verwezen.

Rivier	Plaats	Ondergelopen Polder	opp. in ha.
Nieuwe Waterweg	Maassluis	Taanshuurpolder	24
Nieuwe Maas	Vlaardingen	Kleine Vettenoordpolder+	51
		Zevenmanspolder	
	Pernis		107
	Rotterdam	Stadsgedeelte	78
		Varkennoordschepolder	211
	Mond.Holl.IJssel	Stormpolder	62
			533 ha.
Noord	Ridderkerk	Polders om Ridderk.	209
	Alblasserdam	Ruigenhil	31
		Het Nieuwland	108
			348 ha

Rivier	Plaats	Ondergelopen Polder	opp. in ha	
Oude Maas	bij Krabbegoul	Krabbepolder	76	
		Buitenlandpolder	59	
	Heerjansdam	Hooge Nespolder	122	
		Spijkenisse	Oud Hongerland	70
		Hoogvliet	Westpunt	7
	bij den benedenmond	Meeuwenplaat	33	
		Nieuw Markenburg	84	
		Nieuwe Polder	28	
		Maaspoldertje	34	
			513	
Brielsche Maas	Heenvliet	Oud- en Nieuw Guldenland	30	
		Meeuwoord	38	
		Krabbepolder	39	
			107	

Totaal 1501 ha.

De bij dezen storm, in het gebied der berekening optredende, groote windkrachten en dijkdoorbraken veroorzaakten een grillig verloop van vele vloedtakken en S.V.koppen. De dijkdoorbraken deden plaatselijk plotselinge dalingen van den waterstand ontstaan.

Daar bij de exacte methode voor elk berekend moment den waterstand en diens eerste afgeleide bepaald moeten worden, werd in dat geval aan de gemeten getijlijn een vloeiend verloop gegeven, teneinde betrouwbare uitkomsten te verkrijgen. Bij ^{een} gemeten grillig verloop kan men immers sterk varierende waarden voor $\frac{\partial h}{\partial t}$ aflezen. Dan zouden geen betrouwbare uitkomsten verkregen worden. Achteraf werd bijv. op de Dordtsche Kil een variatieberekening gemaakt bij de gemeten S.V.koppen. Het resultaat was, dat de stroomen in groote lijnen verliepen als de vroeger berekende. Wel traden er, evenals in de gemeten getijlijnen hier en daar hobbeltjes op, maar essentiële wijzigingen ontstonden er niet.

In bijgaanden staat zijn de S.V.standen van de zelfregistreerende peilschalen aangegeven met: 0. Hierbij duidt \odot erop, dat de registratie voor een aantal uren ontbreekt, en \bullet geeft aan dat de S.V.kop zeer grillig verloopt.

b. Doel en Opzet van de Berekening.

In verband met de voorgenomen afsluiting der Botlek en van de Brielsche Maas, was het gewenscht den invloed daarvan op de waterbeweging bij een stormvloed te kennen. Hiertoe werden de hiergenoemde

toetsingsberekening en de vergelijkingsberekeningen B II, - III en - IV opgesteld. Het is duidelijk, dat een dergelijke waterstaatkundige wijziging alleen merkbaren invloed zal uitoefenen op de getijbeweging der benedenrivieren en den benedenloop van Lek en Waal. Zooals het bijgaande schema en de overzichtsstaat aangeven, werden deze rivieren dan ook in de berekening betrokken.

c. Vaststelling van de Rivierconstanten.

Bij beschouwing van schema en staat ziet men, dat op de benedenrivieren de vaklengten zeer kort gekozen zijn. Dit geschiedde om de volgende reden: Van geen der dijkdoorbraken is het tijdstip en de afmeting van moment tot moment bekend. Hierdoor is het afzonderlijk berekenen van de instrooming niet mogelijk. Er werd daarom ondersteld dat de polders na het moment van doorbreken op de manier van een open havengebied volliepen. Voor elk moment werd de intreestroom dan bepaald door het product van het kombergingsoppervlak van den polder en de momenteele $\frac{\partial h}{\partial t}$. Bij het bezigen van zeer korte vakken kon nu het stroomingsbeeld toch voldoende nauwkeurig benaderd worden, door de afzonderlijke polders in de kombergingsoppervlakte van de daarbij behoorende riviervakken op te nemen. Een en ander komt tot uiting in een vergroote kombergingsbreedte van het riviervak. Door deze handelwijze werd de omvang van het rekenwerk beperkt. Als afzonderlijke bergingsgebieden werden beschouwd :

de Polder Piershil aan het Spui,	groot 69 ha
de Varkenoordschepolder	groot 211 ha
de Zuidhollandsche Biesbosch tot en met Kop van 't Land	groot 647 ha
de afgedamde Maas als zijtak van de Waal	groot 299 ha.

Voor de overige riviervakken werden grotere lengten gekozen, echter niet langer dan 7 km. (zie theorie).

Ter bepaling van stroombreedte en -diepte voor een vak werden de rivierpeilingen van het jaar 1916 gebruikt. Voor elk profiel werd de stroombreedte opgemeten en werd de profieldiepte bepaald als het gemiddelde der peilcijfers ten opzichte van N.A.P. Door van deze cijfers de gemiddelden te bepalen over de profielen, werd de gemiddelde stroombreedte en diepte van het vak vastgesteld.

De gemiddelde kombergingsbreedte werd vastgesteld door het kombergingsoppervlak bij den S.V. stand op de topografische kaart, schaal 1 : 25.000, te bepalen. Hierbij werden de gegevens uit het "Verslag over den Stormvloed van 13/14 Januari 1916" in acht genomen. Na eventueele toevoeging van een ondergelopen polder werd na deeling door de vaklengte de kombergingsbreedte B_0 bepaald.

Voor de bepaling van de Constante van Eytelwein wordt verwezen naar de beschrijving van de reconstructieberekening van den gemiddelden toestand (A I). Uit de vervallen van een gemeten stormvloed kan n.l. bezwaarlijk op de vroeger aangegeven wijze voor de afzonderlijke rivieren een betrouwbare waarde voor deze coëfficiënt bepaald worden.

Al de rivierconstanten, benevens de begrenzing van de riviervakken zijn in den overzichtsstaat opgenomen.

d. Theorie.

1). Berekening van "stroomverval" en stroomen.

Hiertoe werden de twee hoofdformules gebezigd, die via de reeksontwikkeling en de integratie bij de exacte methode, respectievelijk uit de bewegingsvergelijking en de continuïteitsvergelijking voortvloeien.^{x)} Door korte vaklengten te kiezen kon voor een voldoende snelle convergentie der reeksen gezorgd worden, en wel in die mate, dat bij de berekening alleen de termen $f(s,h)$ en $f^{(1)}(s,h)$ bepaald behoeften te worden. De gebezigde hoofdformules verkregen daardoor den volgende vorm :

$$(1) \quad \bar{h} - h = \frac{|s| \dot{s} \cdot x}{C^2 \cdot b \cdot h_0^3} + \frac{|s| \dot{h} \cdot x \cdot B_0}{C^2 \cdot b \cdot h_0^3} + \frac{\dot{s} \cdot x}{b \cdot g \cdot h_0} - \frac{(b+B_0) \dot{h} \cdot s \cdot x}{b \cdot g \cdot h^2}$$

ter bepaling van het verval op een riviervak.

$$(2) \quad \bar{s} = s + B_0 \cdot \dot{h} \cdot x + \frac{|s| \dot{s} \cdot x \cdot B_0}{C^2 \cdot b \cdot h_0^3}$$

ter bepaling van de stroom aan het einde van een riviervak.

In deze vergelijkingen stelt voor :

x = de vaklengte in m. Ze is positief voor de richting, waarin de vloed zich voortplant.

s = de stroom aan het begin van het vak in m³/sec.; hierbij krijgt de ebstroom het positieve teeken.

h = de waterhoogte t.o.v. N.A.P. in m. aan het begin van het vak.

\bar{s} en \bar{h} respectievelijk de waarden van den stroom en de waterhoogte aan het einde van het vak.

\dot{s} en \dot{h} resp. de eerste afgeleiden naar den tijd van de functies $f(s)$ en $f(h)$ aan het begin van het vak.

h_0 = de momenteele gemiddelde diepte ten opzichte van de bodem van het vak in m.

b = de stroombreedte in m.

B_0 = de kombergingsbreedte in m.

^{x)} Zie voor de afleiding hiervan: Het rapport van Dr. J. J. Dronkers

"De exacte methode voor getijberekening met als toepassing de berekening van de getijvoortplanting bij enkele theoretische Stormvloeden".

c = de coëfficiënt van Eytelwein in $m^{\frac{1}{2}}/sec.$

g = de versnelling van de zwaartekracht in m/sec^2

2). Bepaling van het Windverval.

Er werd aangenomen, dat voor de berekende tijdstippen evenwichtsopwaaiing optrad. Gezien de tijdsduur, gedurende welke de sterke windkracht optrad, is dit geoorloofd. Bij opwaaiing tegen een vaste wal, voor groote watervlakten, zou dit verval berekend kunnen worden uit :

$$z = \frac{0,036 v^2 l}{h_0} \cos \quad (3) .$$

Hierin is :

v. de windsnelheid in $m/sec.$;

l. de vaklengte in km;

de hoek tusschen windrichting en rivieras;

h_0 de waterdiepte in m;

het verval in cm.

Daar echter op smalle rivieren, tusschen dijken gelegen, spoedig luwwerking ontstaat en iedere rivier een andere situatie heeft, kan de coëfficiënt 0,036 niet als een bekende constante worden aangenomen. Ze zal meestal een kleinere waarde hebben. De opwaaiing werd dan ook op indirecte wijze bepaald. En wel als volgt: Op één of meer riviervakken, grenzend aan het "windvak", waar geen opwaaiing verwacht werd, wegens de ligging ten opzichte van de windrichting, werd tusschen de gemeten getijlijnen met behulp van de formules (1) en (2) voor elk gewenscht tijdstip de stroom berekend op de grens van het windvak. Met behulp van de dan aldaar gevonden stroom- en getijkromme werd het stroomverval op het opwaaiingsvak berekend. Het verschil tusschen gemeten en berekend verval is dan door de windkracht opgewekt.

Mag het verwondering wekken dat aldus bij de onregelmatig verloopende gemeten getijlijnen een betrouwbaar inzicht in de opwaaiing verkregen wordt, dan staat hiertegenover :

1°. Dat bij de hooge S.V.standen de stroomvervallen klein zijn, zoodat een eventueel windverval groot is ten opzichte daarvan.

2°. Dat voor het stelsel, gevormd door de bovenrivieren met de aansluitende vakken der benedenrivieren een éénduidige oplossing nauwkeurig te bepalen is. Hier treedt n.l. geen opwaaiing op. Deze oplossing bepaalt dan benedenwaarts, op de windvakken, de stroomvervallen.

e. Verloop van de Berekening.

Op het schema en in den staat zijn de plaatsen aangegeven, voor welke de zelfregistreerende peilschalen bruikbare waarnemingen hebben opgeleverd. Gezien het feit, dat aan de benedenmonden van Briolsche Maas en Spui registraties ontbraken, en bovendien op Waterweg, Briolsche

Maas en Oude Maas opwaaiing verwacht werd, werd het stelsel van uit de bovenwaarts gelegen gegevens berekend. Dit geschiedde aldus :

Allereerst werden stroom en verticaal getij berekend op de vakken tusschen de gemeten getijlijnen van Krimpen a/d Lek en Vreeswijk. Hierbij dienden als contrôle: de getijlijnen van Streefkerk en Schoonhoven. Hier trad blijkens de berekening geen opwaaiing op. Daarmee was voor elk berekend uur (in totaal werden voor alle rivieren 7 uren rondom H.W. berekend) de Lekstroom te Krimpen bekend.

Daarna werd met behulp van de gemeten getijlijnen te Krimpen a/d Lek en Dordrecht de waterbeweging op de Noord berekend, zoodat dan de getijstroomen op de Noord aan beide monden bekend waren. (Vanzelfsprekend werd hier geen opwaaiing verondersteld). Daar op het splitsingspunt bij Krimpen de algebraïsche som der stroomen nul moet zijn, was dus naast het getij te Krimpen, de stroom op de Nieuwe Maas aan den bovenmond bekend. Vanuit deze gegevens kon dus de Nieuwe Maas in benedenwaartsche richting berekend worden tot den mond van den Hollandschen IJssel. Met de berekende getijlijn aan den benedenmond en de voorwaarde voor het horizontaal getij te Couda (op elk moment $iss = 0$

als randvoorwaarden, kon nu de Hollandsche IJssel berekend worden (geen opwaaiing). Daar nu de stroomen op het splitsingspunt aldaar volkomen bepaald waren, was het mogelijk de Nieuwe Maas verder stroomafwaarts te berekenen tot het splitsingspunt Noordgeul (hierbij werd alleen het stroomverval berekend). Controlepunten vormden de gemeten getijlijnen te Rotterdam en Vlaardingen.

Mede werd de Waal berekend tusschen de verticale getijden te Gorinchem en Zaltbommel. Herwijnen diende hier als controlepunt. Ook hier bleek geen opwaaiing op te treden. Vanuit Gorinchem kon daarna de Boven Merwede stroomafwaarts berekend worden tot Werkendam.

Tusschen de gemeten getijlijnen te Dordrecht en Sliedrecht werd toen de Beneden Merwede berekend. Uitgaande van de dan bekende getijlijn en stroom te Sliedrecht werd deze berekening verder bovenwaarts uitgebreid tot Werkendam. Na invoering van de splitsingsvoorwaarde te Werkendam werd de waterbeweging op de Nieuwe Merwede benedenwaarts tot Deeneplaat bepaald. Hierbij dienden de H.W.standen te Kop van 't Land en te Deeneplaat als controle.

Na invoering van de splitsingsvoorwaarde te Dordrecht werd de waterbeweging op de Oude Maas voor Dordrecht nagegaan. Door de gemeten getijlijn aan den bovenmond en de gemeten getijlijn te Willemsdorp is de waterbeweging op de Dordtsche Kil bepaald.

Uitgaande van den stroom en het verticaal getij te Krabbegeul werd vervolgens de Oude Maas berekend tot het splitsingspunt Spui-Oude Maas.

De stroomen op de Oude Maas moesten nu verdeeld worden over den benedenarm van de Oude Maas en over het Spui. Als beneden randvoorwaarde voor het Spui was geen getijlijn gegeven. Wel stond de getijlijn te Hallevoetsluis ter beschikking. Daar de weerstand van het Haringvliet gering is, was uit deze kromme wel een beneden randvoorwaarde voor het Spui te bepalen. (Op het Spui zelf trad geen opwaaiing op.) Op het beneden gedeelte van de Oude Maas waren als controle voorhanden de getijlijnen te Spijkenisse en de berekende getijlijn op het splitsingspunt bij Noordgeul, welke getijlijn ook uit de berekening van de Oude Maas moest volgen - afgezien van eventueele opwaaiing op de Oude Maas.

De som der berekende stroomen van Nieuwe Maas en Oude Maas op het splitsingspunt Noordgeul moest nu zoo verdeeld worden, dat bij doorrekening van Brielsche Maas en Nieuwen Waterweg voldaan werd aan de gemeten H.W.standen van Nieuwesluis en Brielle en aan de gemeten getijlijnen voor Maassluis en Hoek van Holland, voorzover geen opwaaiingsvallen vastgesteld werden. Aldus verliep de eerste berekening.

Aanvankelijk vormden de afzonderlijk berekende riviertakken nog niet een gesloten hydraulisch systeem. - Wel was uit deze berekeningen reeds gebleken, dat de ^{gemeten} vervallen op de rivieren boven het splitsingspunt Noordgeul geen aanleiding konden geven tot systematische windvervallen (momenteele afwijkingen kwamen wel voor b.v. op de Nieuwe Maas). Zoo leverde bijv. de reconstructie voor Beneden Merwede en Nieuwe Merwede moeilijkheden op in verband met de groote ondergeloopen vlakte van den Zuidhollandschen Biesbosch.

Toch gaven deze afzonderlijke berekeningen, op de verschillende benedenrivieren uitgevoerd, aanwijzing in welke richting de gekozen stroomen verbeterd moesten worden, teneinde een gesloten systeem voor horizontaal en verticaal getij te verkrijgen.

Bij de nu volgende correctieberekeningen vormden de reeds bovenwaarts berekende stroomen en getijlijnen te Kringen en Werkendam vaste uitgangspunten. Mede uitgaande van den eisch, dat op een splitsingspunt de algebraïsche som der stroomen nul moet zijn, en dat voor alle rivieren aldaar dezelfde getijlijn moet berekend worden, werden met gebruikmaking van de resultaten der aanvankelijke berekening, verbeteringsberekeningen uitgevoerd, totdat verwacht mocht worden, dat het verdisconteeren van de restfoutjes op de splitsingspunten geen invloed meer zou uitoefenen op de berekende getijbeweging.

f. Resultaten.

Vergelijkt men aan de hand van de bijgevoegde lijst de gemeten en berekende S.V.standen en de momenten waarop zij optreden, dan valt de aandacht op de volgende afwijkingen :

Te Rotterdam treedt een H.W.verschil op van 8 cm. Volgt men nu de berekende H.W.standen van Krimpen tot Vlaardingen, dan blijken begin- en eindpunt goed met de gemeten waarden overeen te stemmen. De berekende H.W.standen nemen stroomafwaarts systematisch af. De gemeten S.V.stand te Rotterdam valt geheel buiten deze waarden. De gevonden afwijking moet dan ook verklaard worden uit bijzondere plaatselijke omstandigheden bij de meting.

Een tweede afwijking vormt het berekende tijdstip voor den S.V. stand te Sliedrecht. Vergelijking van de gemeten waarde aldaar met het tijdstip te Dordrecht en Werkendam laat zien, dat het hoogwater te Sliedrecht veel te vroeg is opgetreden. Daar bovendien de S.V.kop te Sliedrecht een zeer platte en onregelmatigen vorm heeft, kan aan dit gemeten tijdstip niet veel waarde gehecht worden.

Een derde afwijking vormt het H.W.verschil te Deeneplaat. Daar van deze plaats alléén de S.V. stand bekend is, is het moeilijk na te gaan, in hoeverre de berekende getijlijn voldoet. Dat de gemeten H.W.stand hooger ligt dan de berekende zal voor het overgrootste deel veroorzaakt zijn door de afzuigende werking van de Brabantsche Biesbosch; deze was niet in de berekening betrokken.

Een ander verschil treedt op bij de Brielsche Maas. Hierover kan het volgende gezegd worden:

De berekende waterstanden te Vlaardingen, Maassluis en Spijkenisse voldoen goed, zoodat ook de berekende S.V.stand op het tuaschenliggende splitsingspunt Noordgeul betrouwbaar is. De ligging van de Botlek geeft ook geen aanleiding tot opwaaiing. Op de Brielsche Maas kan opwaaiing verwacht worden. Het hoogwater te Brielle ligt 21 cm boven dat van Rozenburg (= 3,17 + N.A.P.). Dit verval is te groot om alléén als gevolg van strooming ontstaan te zijn. De 5 cm. te hoog berekende S.V.stand te Brielle zou dan de opwaaiing op het vak Brielle-Nieuwesluis voorstellen. Met zekerheid kan dit niet gezegd worden, daar ook van Brielle alléén de S.V.stand bekend was. Een systematisch windverval kon hier ~~aan~~ niet bepaald worden.

Het berekende tijdstip van H.W. voor Brielle en Nieuwesluis valt te vroeg. Deze afwijking kan zonder meer niet verklaard worden.

Afgezien van de bovengenoemde - grootendeels geverifieerde - afwijkingen tusschen meting en berekening komen voor de overige punten de berekende hoogten en tijdstippen op zeer bevredigende wijze overeen met de gemeten waarden. Op de rivieren boven het splitsingspunt Noordgeul werd dan ook geen opwaaiing geconstateerd. Op den Nieuwen Waterweg echter werden voor de getijlijn te Hoek van Holland, die vanuit den bovenmond berekend was, voor alle tijdstippen te hooge waarden gevonden.

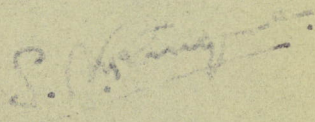
De aldus berekende S.V. stand bedroeg 3,08 m + N.A.P. (gemeten 3.00 m + N.A.P.) terwijl voor de overige uren eveneens een verschil van + 8 cm gevonden werd tusschen den berekenden en gemeten waterstand. In verband met de genoemde theorie werd dan ook een opwaaiing van 8 cm aangenomen. Ook de Staatscommissie 1916 stelde een onderzoek in naar de opwaaiing op den Waterweg bij een stormvloed. Worden deze statische onderzoekingen op den storm van 1916 toegepast, dan blijkt de opwaaiing 7 cm te bedragen. De onderlinge overeenstemming is dus zeer goed. Zou echter uitgegaan zijn van formule (3), dan zou op den Waterweg voor dezen storm + 40 cm opwaaiing gevonden zijn, dus ongeveer 5 x zooveel als volgens beide andere methoden. Hieruit blijkt, dat de invoering van de coëfficiënt 0,036 in deze formule voor de smalle benedenrivieren, niet geoorloofd is.

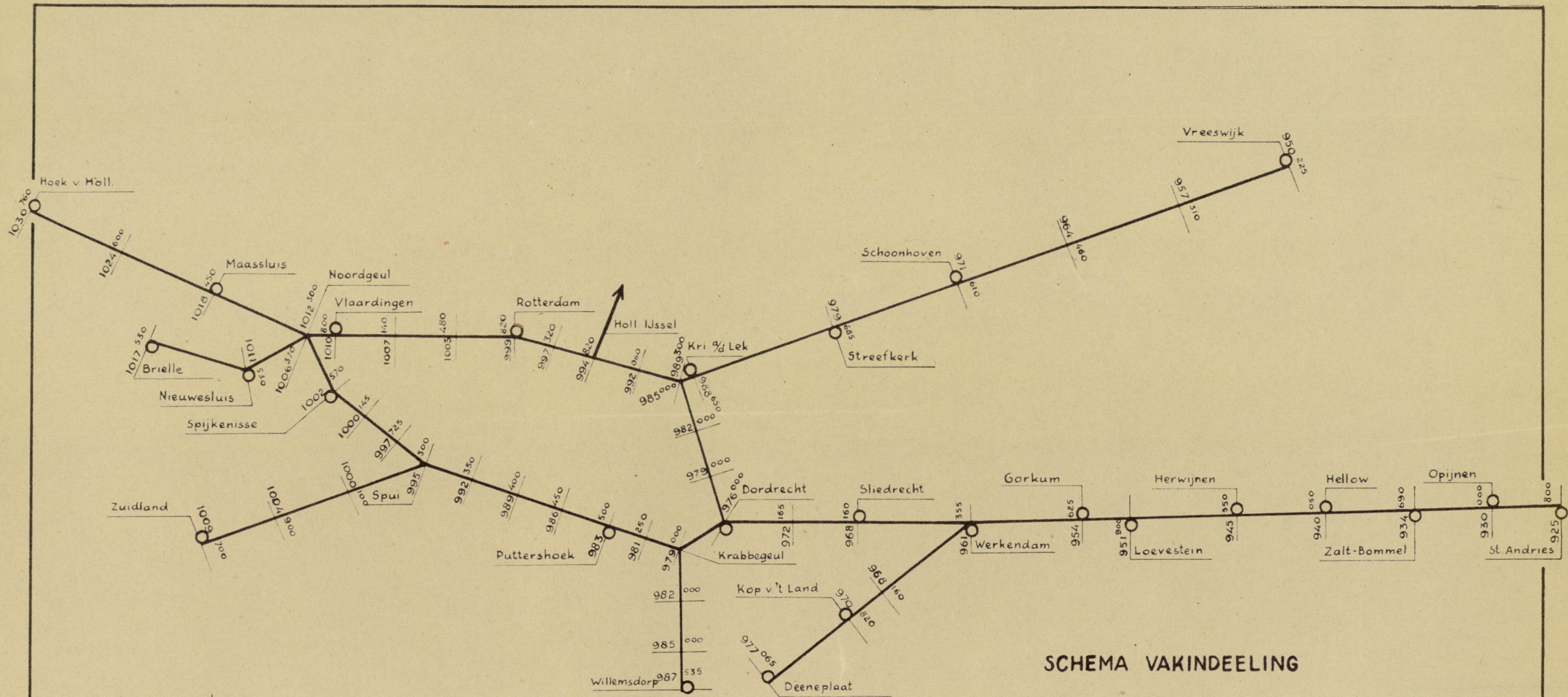
Wanneer men de verkregen resultaten in hun geheel beschouwt, komt men tot de conclusie, dat de exacte methode in staat bleek te zijn een goede reconstructie van den opgetreden storm te kunnen geven.

Aug. 1944.

Bij afwezigheid van Dr. J.J. Bronkers,

S.H. Ringma.





SCHEMA VAKINDEELING

Rivier	Vakgrenzen	Plaatsen	L in m	B _o in m	b in m	d t.o.v. N.A.P.	c			H.W. ber.	H.W. gem.	tijd ber.	tijd gem.
Nw. Waterweg	1030 ⁷⁶⁰ - 1024 ⁶⁰⁰	Hoek van Holland -	6160	750	585	- 6,80	60			3,00+	03,00+	22.00	21.45
	1024 ⁶⁰⁰ - 1018 ⁴⁵⁰	- Maassluis	6150	750	565	- 7,00	60			3,03+			
	1018 ⁴⁵⁰ - 1012 ³⁰⁰	Maassluis-Noordgeul	6150	870	525	- 7,85	60			3,06+	03,05+	22.20	22.20
Nw. Maas	1012 ³⁰⁰ - 1010 ⁸⁰⁰	Noordgeul-Vlaardingen	1500	750	550	- 8,05	50			3,16+			
	1010 ⁸⁰⁰ - 1007 ¹⁴⁰	Vlaardingen	3660	950	540	- 8,85				3,17+	03,20+	22.35	22.35
	1007 ¹⁴⁰ - 1003 ⁴⁸⁰		3660	1040	520	- 9,85				3,19+			
	1003 ⁴⁸⁰ - 999 ⁸²⁰	- R'dam	3660	750	450	- 9,30				3,20+			
	999 ⁸²⁰ - 997 ³²⁰	R'dam -	2500	900	410	- 8,35				3,23+	03,31+	23.06	23.25
	997 ³²⁰ - 994 ⁸²⁰	- Holl.IJssel	2500	650	460	- 6,90				3,26+			
	994 ⁸²⁰ - 992 ⁰⁶⁰	Holl.IJssel -	2760	750	330	- 7,05				3,29+			
	992 ⁰⁶⁰ - 989 ³⁰⁰	- Krimpen	2760	850	370	- 6,30				3,32+	03,35+	23.40	23.50
Lek	988 ⁶⁵⁰ - 979 ⁶⁸⁵	Krimpen-Strsefkerk	8965	550	325	- 5,40				3,34+	03,35+	23.40	23.50
	979 ⁶⁸⁵ - 971 ⁶¹⁰	Strsefkerk-Schoonhoven	8075	500	325	- 4,20				3,37+	03,40+	24.00	23.40
	971 ⁶¹⁰ - 964 ⁴⁶⁰	Schoonhoven	7150	450	300	- 2,70				3,44+	03,46+	23.57	23.55
	964 ⁴⁶⁰ - 957 ³¹⁰		7150	450	300	- 2,50				3,57+	3,57+	0.45	1.00
	957 ³¹⁰ - 950 ²²⁵	- Vreeswijk	7085	450	300	- 2,25	50			3,75+			
Noord	985 ⁰⁰⁰ - 982 ⁰⁰⁰	Krimpen	3000	1340	185	- 3,35	55			3,35+	03,35+	23.40	23.50
	982 ⁰⁰⁰ - 979 ⁰⁰⁰		3000	900	185	- 3,00	55			3,39+			
	979 ⁰⁰⁰ - 976 ⁰⁰⁰	- Dordrecht	3000	825	155	- 3,35	55			3,41+			
Oude Maas	1006 ³⁷⁰ - 1002 ⁵⁷⁰	Noordgeul-Spijkenisse	3800	1000	340	- 4,75	50			3,16+			
	1002 ⁵⁷⁰ - 1000 ¹⁴⁵	Spijkenisse	2425	1250	325	- 4,25				3,22+	03,20+	23.10	23.10
	1000 ¹⁴⁵ - 997 ⁷²⁵		2425	1200	415	- 3,40				3,25+			
	997 ⁷²⁵ - 995 ³⁰⁰	- Mond Spui	2425	880	385	- 3,30				3,27+			
	995 ³⁰⁰ - 992 ³⁵⁰	Mond Spui	2950	1000	360	- 5,00				3,29+	3,35+		
	992 ³⁵⁰ - 989 ⁴⁰⁰		2950	1250	460	- 3,70				3,33+			
	989 ⁴⁰⁰ - 986 ⁴⁵⁰		2950	1350	350	- 4,00				3,34+			
	986 ⁴⁵⁰ - 983 ⁵⁰⁰	- Puttershoek	2950	1360	290	- 4,20				3,37+			
	983 ⁵⁰⁰ - 981 ²⁵⁰	Puttershoek -	2350	870	275	- 3,50				3,39+	3,40+	23.25	23.35
	981 ²⁵⁰ - 979 ⁰⁰⁰	- Krabbegeul	2250	1090	310	- 2,85				3,40+			
979 ⁰⁰⁰ - 976 ²⁰⁰	Krabbegeul-Dordrecht	2800	350	225	- 8,00	50			3,41+	03,43+	23.25	23.30	
Spui	1009 ⁷⁰⁰ - 1004 ⁹⁰⁰	Zuidland -	4800	500	200	- 6,00	45			3,24+			
	1004 ⁹⁰⁰ - 1000 ¹⁰⁰		4800	300	170	- 5,90	45			3,19+			
	1000 ¹⁰⁰ - 995 ³⁰⁰	- Bovenmond	4800	400	180	- 4,90	45			3,20+			
Kil	987 ⁵³⁵ - 985 ⁰⁰⁰	Willensdorp	2535	300	235	- 8,00	48			3,29+	03,48+	22.40	22.40
	985 ⁰⁰⁰ - 982 ⁰⁰⁰		3000	200	160	- 9,00	48			3,48+	3,44+		
	982 ⁰⁰⁰ - 979 ⁰⁰⁰	- Krabbegeul	3000	450	150	- 9,25	48			3,44+			
Be. Merwede	976 ²⁰⁰ - 972 ¹⁶⁵	Dordrecht	4035	2000	350	- 4,50	50			3,43+	03,43+	23.25	23.20
	972 ¹⁶⁵ - 968 ¹⁶⁰	- Sliedrecht	4005	1450	350	- 4,10	50			3,45+			
	968 ¹⁶⁰ - 961 ³⁵⁵	Sliedrecht-Werkendam	6800	640	310	- 2,95	50			3,46+	03,47+	23.40	22.50
Nw. Merwede	977 ⁰⁴⁵ - 970 ⁸²⁰	Deeneplaat-Kop van 't Land	6225	1575	683	- 3,75	50			3,63+	3,65+	23.30	23.30
	970 ⁸²⁰ - 968 ¹⁶⁰	Kop van 't Land-	2660	4100	800	- 2,84	50			3,48+	3,40+	23.00	23.00
	968 ¹⁶⁰ - 961 ³⁵⁵	- Werkendam	6805	2270	700	- 2,85	50			3,50+	03,50	23.30	23.30
Boven Merwede	961 ³⁵⁵ - 954 ⁶²⁵	Werkendam-Gorkum	6730	1300	545	- 3,37	50			3,52+			
	954 ⁶²⁵ - 951 ⁹⁰⁰	Gorkum-Loevestein	2725	1100	569	- 2,93	50			3,63+	3,65+	23.30	23.30
Waal	951 ⁹⁰⁰ - 945 ³⁵⁰	Loevestein-Herwijnen	6550	900	417	- 2,97	50			3,31+	03,81	23.55	23.55
	945 ³⁵⁰ - 940 ⁰⁵⁰	Herwijnen-Hellouw	5300	635	398	- 2,50	50			3,20+			
	940 ⁰⁵⁰ - 934 ⁶⁹⁰	Hellouw-Zaltbommel	5360	750	383	- 2,03	50			4,28+	04,24	1.20	0.40
	934 ⁶⁹⁰ - 930 ⁰⁰⁰	Zaltbommel-Opijnen	4690	700	339	- 1,59	48			4,68+			
	930 ⁰⁰⁰ - 925 ⁸⁰⁰	Opijnen-St. Andries	4200	720	353	- 1,13	48			5,11+	05,04+	1.40	1.40
Botlek	1017 ⁵³⁰ - 1011 ⁵³⁰	Brielle-Nw.Sluis	6000	1100	420		50			5,62+			
	1011 ⁵³⁰ - 1007 ¹³⁰	Nw.Sluis-Noordgeul	4400	1140	360	- 4,30	50			6,06+			
										3,43+	3,58+	21.20	22.35
										3,25+	3,25+	21.40	22.45
										3,16+			

- zelfregistreerd opgenomen
- overeen aantal uren niet geregistreerd
- zeer onregelmatige vloedkop

B2

BEREKENING STORM 1916 BIJ AFGESLOTEN ERIELSCHE MAAS.

OVERZICHT VAN DE BEREKENING VOOR DE BENEDENRIVIEREN
BIJ EEN STORVLOED ALS IN 1916, RICHTER VOOR HET GEVAL, DAT
DE BRIELSCHE MAAS EN DE BOTLEK AFGEDAMD ZIJN.

Teneinde den invloed van de afsluiting van deze rivier te bepalen, werd de berekening uitgevoerd bij dezelfde rivierprofielen, schematisatie, vakconstanten en bij een analoog verloop van de dijkdoorbraken als bij berekening B_I verondersteld werd.

Tevens werd ook hier voor den Waterweg een opwaaiing van 8 cm aangehouden.

Daar niet verwacht mag worden dat de reconstructieberekening voor de rivieren boven Dordrecht gelegen, de werkelijke toestand voldoende benadert, werden voor dit geval deze rivieren niet berekend.

Teneinde den stroom aan den benedenmond van de Beneden-Merwede toch te kunnen bepalen, werd verondersteld dat de stroomveranderingen aldaar, die ten gevolge van de genoemde afdamming optreden, hetzelfde verloop en dezelfde/^{orde} van grootte zullen hebben, als die aan den benedenmond van de Lek. Gezien de onderlinge ligging van Krimpen en Dordrecht ten opzichte van de Brielsche Maas en de grootte der stroomen aan den benedenmond van Lek en Beneden-Merwede is deze aanname aanvaardbaar.

Zooals de bijgevoegde schets toont, werden voor de overige rivieren dezelfde vakken berekend als in B_I. De overzichtstaaf geeft de gebezigde vakafmetingen weer.

Als randvoorwaarden voor de nieuwe berekening golden de in B_I berekende getijlijnen te Hoek van Holland, Zuidland (benedenmond Spui) en Willemsdorp, en een opperwaterafvoer voor de Lek van 850 m³/sec.

Deze berekening werd voor een periode van vier uren rondom H.W. uitgevoerd. Daar de vorige berekening belangrijke aanwijzigingen gaf over het verloop van horizontaal en verticaal getij, was het mogelijk, ter bepaling van de S.V.standen met de berekening van zoo'n klein aantal uren te volstaan.

In eerste benadering werd voor de nieuwe berekening verondersteld dat op den Waterweg de stroomen zullen toenemen met een bedrag gelijk aan den voormaligen afvoer van de Botlek aan den bovenmond.

Uitgaande van het dan geschatte horizontaal getij en het vroeger bekende verticale getij te Hoek van Holland werden de afzonderlijke rivieren berekend. De dan op de splitsingspunten aanwezige fouten wezen uit in welke richting de berekening gewijzigd moest worden, teneinde uitkomsten te verkrijgen, die onderling beter overeenstemden.

Het eindresultaat van deze berekeningen, de S.V. standen zijn in den overzichtsstaat opgegeven.

Vergelijkt men deze cijfers met die in B_I opgegeven zijn, dan blijkt dat de S.V.standen praktisch over het geheele stelsel verhoogd zijn, en wel in de volgende mate :

Nadat op den Waterweg de S.V.stand te Maassluis 2 cm daalt, wordt op het splitsingspunt Noordgeul een verhooging van 7 cm berekend. Te Rotterdam bedraagt deze verhooging 10 cm. Aan den mond van de Lek bedraagt dit positieve verschil 8 cm.

Op de Oude Maas neemt het van + 7 cm nabij de Noordgeul af, tot het bij het splitsingspunt: Spui-Oude Maas nul geworden is. Te Dordrecht is een stijging van 3 cm bepaald. Over de beteekenis van deze resultaten kan het volgende gezegd worden :

Het is duidelijk dat na afdamming van de Botlek de stroomen op den Waterweg zullen toenemen. Dit heeft ten gevolge dat $\frac{\partial s}{\partial t}$, dus het positieve versnellingsverhang, toeneemt. Daar aan den bovenmond van den Waterweg de kentering van vloed op eb kort na H.W. blijkt te vallen, heeft het negatieve weerstandverhang ten tijde van H.W. een kleine waarde. Het gevolg van een en ander is, dat de H.W.standen aan den bovenmond van den Waterweg stijgen.

Men worden de stroomen, op den Waterweg na afsluiting van de Botlek niet voor de volle honderd procent verhoogd met de stroomen van de voormalige Botlek. Er is in een bestaand rivierenstelsel n.l. altijd de neiging om de gevolgen van een aangebrachte verandering gedeeltelijk teniet te doen. De stroomen op de Nieuwe Maas en de Oude Maas nemen dan ook een weinig af. De Oude Maas blijkt gevoeliger te zijn dan de Nieuwe Maas, zoodat op de laatste praktisch geen wijzigingen in de S.V.verschillen optreden.

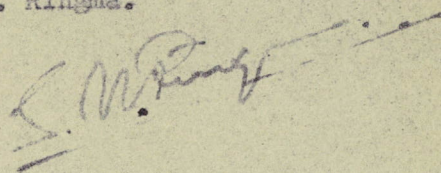
Op de Oude Maas doet echter de afname van de $\frac{\partial s}{\partial t}$, tengevolge van de stroomvermindering, de S.V.stand weer eenigermate dalen.

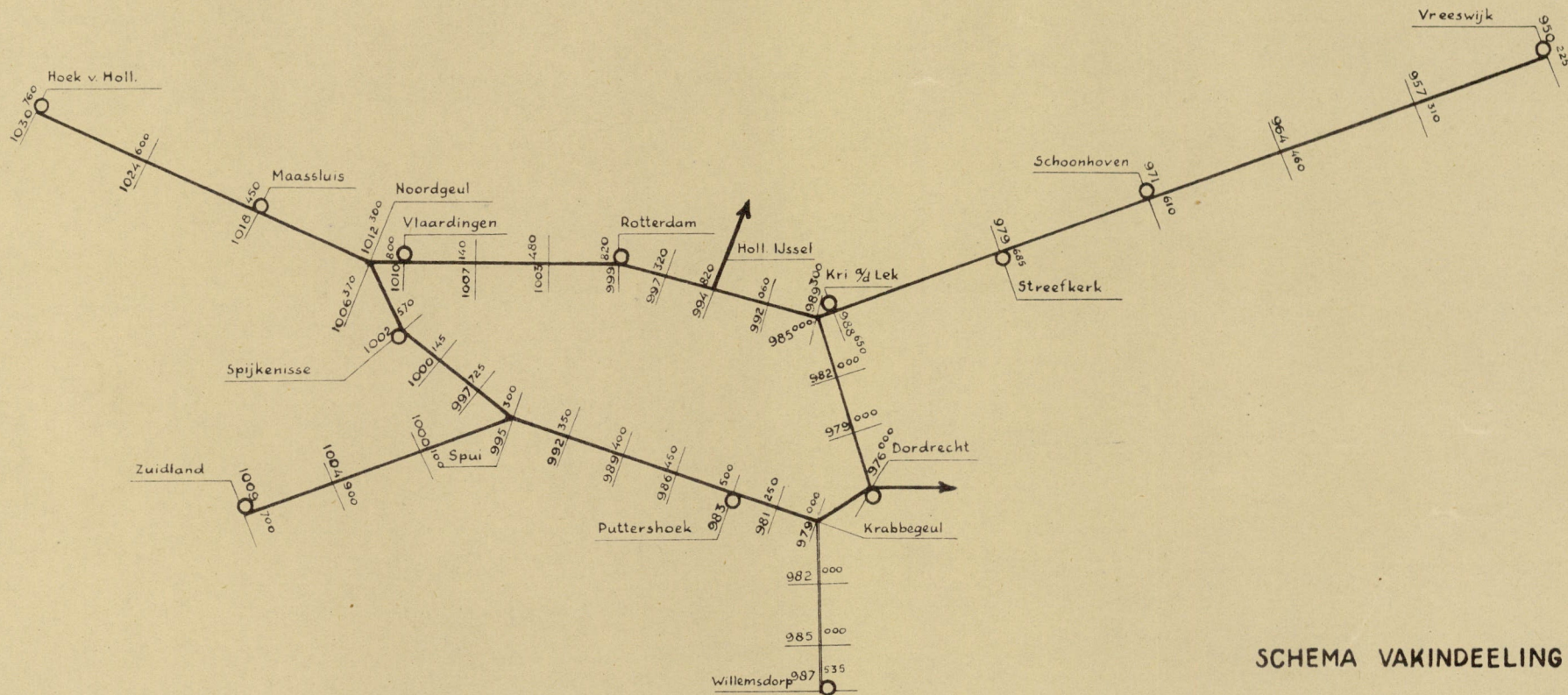
Voor een nadere beschouwing der berekende getijlijnen en afvoerkrommen wordt verwezen naar de bij de berekening aanwezige grafieken.

Bij afwezigheid van Dr. J. J. Dronkers,

Aug. 1944

S. H. Ringna.





SCHEMA VAKINDEELING