

doc-101
775075



WAARNEMINGEN
HELLEGAT
1931 - 1932

WAARNEMINGEN
HELLEGAT
1931 - 1932



Inhoudsopgave.

Hoofdstuk I. De afvoermetingen van Juli 1931 in de vier groote stroomen.

- § 1. Korte beschrijving der metingen.
- § 2. Wijze van berekening.
- § 3. Uitkomsten der berekeningen.
- § 4. Verband tusschen de getijverschillen en de gemeten hoeveelheden.
- § 5. Toetsing der uitkomsten naar den afvoer van bovenwater.
- § 6. Toetsing der uitkomsten naar de komberging.
- § 7. De gemiddelden der vier waarnemingen getoetst.
- § 8. Meest waarschijnlijke normale waarden.
- § 9. Onderlinge verhouding van de vermogens der vier stroomen.

Hoofdstuk II. De afvoermetingen in de drie Hellegaten.

- § 10. Beschrijving van de omstandigheden, waaronder de metingen plaats vonden.
- § 11. Gemiddelde aan- en afvoeren.
- § 12. De drie Hellegaten tezamen beschouwd. Toetsing.
- § 13. De verhouding der vermogens van Oost- en Midden-Hellegat.
- § 14. Meest waarschijnlijke normale waarden.
- § 15. Beschouwing der metingen afzonderlijk.

Hoofdstuk III. De afvoermetingen van het Volkerak nader beschouwd.

- § 16. Het aandeel van het Volkerak in de vul-ling en lediging van den vloedkom boven Tien Gemeten.
- § 17. Gemeten wisselingen in het vermogen van het Volkerak.
- § 18. Gemeten wisselingen in het vloedsurplus van het Volkerak.
- § 19. Samenvatting der hoofdstukken I, II en III.

Hoofdstuk IV. Waargenomen getijlijnen tijdens de afvoermetingen.

- § 20. De getijlijnen en vervalkrommen tijdens de afvoermetingen van Juli 1931.
- § 21. De getijlijnen en vervalkrommen tijdens de afvoermetingen in de drie Hellegaten.

Hoofdstuk V. De profielen van de drijftraaien.

- § 22. De profielen behorende bij de metingen van Juli 1931.
- § 23. De profielen behorende bij de metingen van 25 Augs. en 2 Sept. 1930. Profielen van 1883
- § 24. De profielen behorende bij de metingen in de drie Hellegaten.

Hoofdstuk VI. De profielen en factoren $bh^{3/2}$ van de Hellegaten volgens de periodieke peilcijfers.

- § 25. Algemeene peilingen.
- § 26. De peilingen in het Oost-Hellegat.
- § 27. Inhoudsveranderingen van de nieuwe geul.
- § 28. Samenvatting van de hoofdstukken IV, V en VI.

Hoofdstuk VII. Zoutgehaltewaarnemingen.

- § 29. Beschrijving van de wijze waarop deze zijn geschied.
- § 30. De waarnemingen tijdens de afvoermetingen van Juli 1931.
- § 31. De verspreide waarnemingen in het Volkerak.
- § 32. De s.g.-waarnemingen in de meetraai van Dintelsas.

Hoofdstuk VIII. Variaties in het vloedsurplus van het Volkerak getoetst aan de zoutgehaltewaarnemingen.

- § 33. Overzicht van gegevens.
- § 34. Grootte van het oppervlak dat op het Volkerak moet afwateren.
- § 35. Afvoermetingen in de Mark tijdens het spuien.
- § 36. De invloed van den was te Keulen op den waterstand in de benedenrivieren.
- § 37. De amplitude van het horizontaal getij in het Volkerak.
- § 38. Invloed regenval op verzoeting van het Volkerak.
- § 39. De s.g.-verschuiving in het Volkerak in Januari 1932.

§ 40. Samenvatting der hoofdstukken VII en VIII.

Hoofdstuk IX. Detailmetingen.

- § 41. Stroommetingen op verspreide punten in de Hellegaten. Urkaartjes.
- § 42. De strooming uit het Volkerak naar het Haringvliet tegen het einde van den vloed.
- § 43. Onderstroommetingen, zandtransport.

Waarnemingen Hellegat 1931-1932.

Lijst van bijlagen.

Hoofdstuk I.

No. 1	Overzichtskaart
" 2a	Stroommetingen 2 Juli 1931; voorbeelden van snelheidsgrafieken.
" 2b	" " 23 " " idem.
" 3	Afvoermetingen bij het Hellegat 1 Juli 1931
" 4	" " " " " 2 " "
" 5	" " " " " 7 " "
" 6	" " " " " 23 " "
" 7	Staten der afvoerbepalingen in het <u>Hollandsch Diep</u> bij Willemstad.
" 8	" " " " " <u>Volkerak</u> bij Dintelâas.
" 9	" " " " " <u>Haringvliet</u> bij Bommel.
" 10	" " " " " <u>Vuile Gat</u> bij Nieuwendijk.
" 11	Waterverdeeling bij het Hellegat op 1 Juli 1931.
" 12	" " " " " 2 " "
" 13	" " " " " 7 " "
" 14	" " " " " 23 " "
" 15	Gem.snelheden van het <u>Hollandsch Diep</u> 1 Juli 1931
" 16	" " " " <u>Volkerak</u> id.
" 17	" " " " <u>Haringvliet</u> id.
" 18	" " " " <u>Vuile Gat</u> id.
" 19	Gem.snelheden van het <u>Hollandsch Diep</u> 23 Juli 1931
" 20	" " " " <u>Volkerak</u> id.
" 21	" " " " <u>Haringvliet</u> id.
" 22	" " " " <u>Vuile Gat</u> id.
" 23	Uitkomsten van op 1, 2, 7 en 23 Juli 1931 verrichte afvoermetingen. (Verzamelstaat).

Hoofdstuk II.

No. 24	Afvoermetingen op 16 Dec. 1931 (Hoofdgrafieken in 3 Hellegaten).
" 25	" " " 8 Jan. 1932 id.
" 26	" " " 15 " " id.
" 27	" " " 9 Febr. " id.
" 28	" " " 11 Augs. " id.
" 29	Staten der afvoerbepalingen in het <u>Oost-Hellegat</u>
" 30	" " " " " <u>Midden-Hellegat</u>
" 31	" " " " " <u>West-Hellegat</u>
" 32	Waterverdeeling in het Hellegat (16 Dec. 1931; 8 Jan. 15 Jan. 9 Febr. 11 Augs. 1932).

- No. 33 Gem. snelheden van het Oost-Hellegat 15 Jan. 1932
 " 34 " " " " Midden- " id.
 " 35 " " " " West- " id.
 " 36 " " " " Oost-Hellegat 11 Augs. 1932
 " 37 " " " " Midden- " id.
 " 38 " " " " West- " id.
 " 39 Verzamelstaat der in 1931/32 verrichte afvoerbepalingen in de 3 Hellegaten.

Hoofdstuk III.

- No. 40 Verzamelstaat der in 1930 verrichte afvoerbepalingen in het Volkerak.

Hoofdstuk IV.

- No. 41 Getijlijnen op 1 Juli 1931 (Vervalkrommen)
 " 42 " " 2 " " { " " }
 " 43 " " 7 " " { " " }
 " 44 " " 23 " " { " " }
 " 45 Verhanglijnen tusschen Moerdijk-Hellevoetsluis
 1 Juli 1931
 " 46 " " " Moerdijk en Brouwers-
 haven id.
 " 47 " " " Moerdijk en Hellevoet-
 sluis 23 Juli 1931
 " 48 " " " Moerdijk en Brouwers-
 haven id.
 " 49 Verhangfactor $\frac{F}{I}$ (Overzichtskaartje)
 " 50 Afvoermeting in het Hellegat (Getijlijnen 16 Dec.
 1931, 8 Jan., 15 Jan.
 9 Febr. en 11 Augs.
 1932).

Hoofdstuk V.

- No. 51 Dwarsprofiel en factoren $bh^{3/2}$ van het Volkerak op 17 Augustus 1883 en 24 Juli 1931.

Hoofdstuk VI.

- No. 52 Verbetering van het Hellegat (Peilkaart Dec. 1931)
 " 53 " " " " " (" Oct. 1932)
 " 54 Peilkaart van het Oost-Hellegat (Peilkaart M)
 Dec. 1931
 " 55 " " " " " (" S)
 April 1932
 " 56 " " " " " (" Y)
 Dec. 1932
 " 57 Variatie in breedte, diepte, oppervlakte en factor $bh^{3/2}$ in het Oost-Hellegat vanaf 1 Dec. 1931 tot eind Dec. 1932.

Hoofdstuk VII.

- No. 58 S.G. van het oppervl. water in het Hollandsch Diep bij Willemstad op 1, 2, 7 en 23 Juli 1931.
 " 59 S.G. van het oppervl. water en van het water nabij den bodem in Volkerak bij Dintelsas op 1, 2, 7 en 23 Juli 1931.

- No.60 S.G. van het oppervl.water in het Haringvliet nabij den Bommel op 1,2,7 en 23 Juli 1931
- " 61 S.G. van het oppervl.water in het Vuile Gat nabij den Noordpolder op 1,2,7 en 23 Juli 1931
- " 62 Gem.soortelijke gewichten in het Volkerak bij Dintelsas op 1,2,7 en 23 Juli 1931
- " 63 Gem. s.g. van de 4 groote stroomen op 1,2,7 en 23 Juli 1931
- " 64 S.G. kaartje voor 1 t/m 4 Juni 1931
- " 65 " " " 3 Juni 1931
- " 66 " " " 15 t/m 19 Juni 1931
- " 67 " " " 11,16,21 Sept.1931
- " 68 " " " 2,4,8 Sept,1931
- " 69 Staten van de s.g.-waarnemingen in het Volkerak
- " 70 Vergelijkingsstaat der s.g.-waarnemingen in het Volkerak
- " 71 Staten der s.g.-waarnemingen bij Dintelsas
- " 72 Daling s.g. Volkerak nabij Dintelsas in November 1932.

Hoofdstuk VIII.

- No.73 Afvoermeting Mark en Dintel 1931
- " 74 Verloop van den Rijnwas van Januari 1926 in de benedenrivieren
- " 75 Weg van lossen drijver in het Volkerak
- " 76 idem.
- " 77 S.G. schommelingen in het Volkerak van April 1931 tot 1 Januari 1933
- " 78 Daling van het s.g. Volkerak in Augs. en Sept. 1931
- " 79 Waarnemingen Hellegat in het tijdvak 1 Juni 1931 - 1 Juni 1932
- " 80 Verloop van het zoutgehalte tijdens hoog opperwater (vanaf Holl.Diep tot aan de Grevelingen) van 11 tot 13 Januari 1932.
- " 81 Verloop van het zoutgehalte na hoog opperwater (vanaf Holl.Diep tot aan de Grevelingen) van 19 tot 22 Januari 1932.

Hoofdstuk IX.

- No.82 Urkaartjes
- " 83 Wegen van losse drijvers tegen het einde van den vloed
- " 84 Voorbeelden van snelheidsvertikalen in het Oost-Hellegat
- " 85 Stroommeting in den zuidelijken mond van het Oost-Hellegat

Waarnemingen Hellegat 1931 - 1932.

Hoofdstuk I.

De afvoermetingen van Juli 1931 in de vier
groote stroomen.

§ 1. Korte beschrijving der metingen.

Op bijlage 1 zijn de plaatsen der meetraaien in het Hollandsch Diep bij Willemstad, in het Volkerak bij Dintelsas, in het Haringvliet bij den Bommel en in het Vuile Gat bij Nieuwendijk in groen aangegeven. Deze plaatsen werden zoodanig gekozen, dat een zoo regelmatig mogelijk profiel werd verkregen en een zoo goed mogelijk overzicht over de meetvakken.

Het Hollandsch Diep, het Volkerak en het Haringvliet waren te breed om van één oever uit gemeten te kunnen worden; de meting geschiedde bij deze stroomen dus zoowel vanaf den noorder- als den zuiderwal. Het Vuile Gat werd gemeten door een enkelen meetploeg vanaf den zuideroever.

In het Hollandsch Diep werden 11 legbooten in de raai gelegd, in het Volkerak 8, in het Haringvliet 7 en in het Vuile Gat 5. In elke boot bevonden zich twee mannen, die elkaar aflosten, zooanoodig elkaar hielpen, wanneer tijdelijk krachtige stroomen voorkwamen of de scheepvaart de steeds voor dubbele ankers gelegde legbooten in gevaar bracht.

De metingen duurden gemiddeld ongeveer 15 uren. Zij werden verricht met behulp van het korps Torpedisten, dat voor dat doel een gedeelte der benodigde manschappen en legbooten ter beschikking stelde. In het totaal vereischten de waarnemingen ± 200 man

personeel, 8 stoom- of motorbooten en 31 legbooten.

De metingen werden vier malen verricht t.w. op de dagen:

1 Juli 1931

2 " "

7 " "

23 " "

In het geheel werden \pm 20000 snelheidswaarnemingen verricht. Voorts werden bij elke legboot om het uur de zoutgehalten bepaald.

De weersomstandigheden waren op 1, 2 en 23 Juli gunstig. Op 7 Juli moest de meting in het Hollandsch Diep gedurende \pm $1\frac{1}{2}$ uur worden onderbroken, tengevolge van slecht zicht wegens regen. Het hiaat dat hierdoor ontstond viel in een weinig belangrijk deel van het getij, zoodat een schatting van het verloop der snelheidskrommen voor het ontbrekende deel goed mogelijk was. Gemeend wordt daarom, dat de waarneming van 7 Juli als volwaardig mag worden beschouwd, temeer omdat de metingen in het Volkerak, het Haringvliet en het Vuile Gat zonder stoornis verliepen.

Ten einde zooveel mogelijk verschillende toestanden te meten werden twee meetdagen (n.l. 1 en 2 Juli) in de periode der springtijden, de beide andere (7 en 23 Juli) in die der doode getijden genomen.

Het toeval wilde, dat de eigenaardigheden, die gewoonlijk bij spring- en doode getijden voorkomen, als b.v. grootere of kleinere getijverschillen, thans bij de metingen vrijwel niet optraden. Te Willemstad werden n.l. de volgende rijzingen en dalingen geregistreerd:

	vloedrijzing	ebdaling
1 Juli	213 cm	213 cm
2 "	201 "	216 "
7 "	229 "	193 "
23 "	229 "	190 "

(normaal getijverschil = 204 cm)

De stand van den Rijn te Keulen, die des zomers op gemiddeld 38.27 m + N.A.P. wordt aangenomen, varieerde voor de vier meetdagen eveneens weinig.

Een tijdsverschil van 4 dagen aannemende voor de voortplanting van een rivierfloedgolf van Keulen naar Willemstad, zijn de volgende rivierstanden maatgevend:

27 Juni 1931	stand te Keulen	38.90 m + N.A.P.
28 " "	" " "	39.32 " + "
3 Juli "	" " "	38.77 " + "
19 " "	" " "	39.20 " + "

De stand van de Maas was evenals die van den Rijn iets boven normaal, doch voor de 4 meetdagen weinig verschillend.

De waarnemingen geschieden alzoo onder omstandigheden, die slechts weinig van de normale afweken.

Dit leverde het voordeel dat de normale af- en aanvoeren betrekkelijk nauwkeurig benaderd konden worden en dat de waarnemingen onderling op hun nauwkeurigheid getoetst konden worden.

Eenige gegevens van minder beteekenis zijn nog de volgende:

De lengte van den weg dien de drijvers moesten doorloopen, voordat hun snelheid werd gemeten bedroeg voor zwakke stroomen 20 m, voor stroomen grooter dan ± 0.80 m/sec 30 m. De lengten waarover de snelheden

werden bepaald bedroegen voor kleine snelheden 10 m, voor grootere 30 m of 40 m.

De lengte der drijvers varieerde met de diepte. Voor elke legboot werden 2 drijvers gebruikt, één voor laagwater en één voor hoogwater. De vrije ruimte tusschen den onderkant van den drijver en den bodem werd veelal als $\frac{1}{2}$ à 1 m aangenomen. De langste drijvers die gebruikt werden hadden een lengte van 13 m.

De metingen kunnen slechts in het langste der dagen geschieden, omdat de kenteringen voor de vier meetraaien niet op dezelfde tijdstippen vallen. Wind en regen kunnen reeds spoedig de dag doen mislukken; wind, omdat de golfslag oorzaak is, dat men de drijvers niet meer kan waarnemen en de bemanning der legbooten veelal niet tegen het urenlang dobberen bestand is, regen, omdat het zicht daarbij spoedig verdwijnt.

§ 2. Wijze van berekening.

- In het kort geschiedde de berekening als volgt:
- 1o. Voor elken drijver, die van uit een bepaalde legboot wordt losgelaten, wordt een staat aangelegd, vermeldende de snelheid op een bepaald oogenblik. Voor elke legboot wordt aan de hand hiervan een snelheidsgrafiek gemaakt, waarvan bijlage 2 een viertal voorbeelden geeft. Zooals te verwachten is, heeft de grafiek een eenigszins onrustigen vorm, ten eerste omdat de stroom in benedenrivieren aan vrij groote schommelingen onderhevig is, ten tweede omdat storings- en meetfouten aanwezig zijn.
 - 2o. In deze "drijvergrafieken" worden voor elke 20 minuten (= 1 cm) de gemiddelde snelheden bepaald. Dit is mede

op bijlage 2 aangegeven. De onregelmatigheden in de snelheidskrommen worden daarbij grootendeels opgeheven. De periode van 20 minuten wordt bij alle volgende berekeningen steeds gehandhaafd.

30. De gemiddelde snelheden (per 20 min.) worden voor het geheele profiel grafisch voorgesteld. Bijlage 15 en 16 geven voorbeelden van dergelijke snelheidsgrafieken per 20 min voor het geheele profiel. Onder aan de tekening wordt het profiel gegeven.

Gedeeltelijk berust het trekken van deze snelheidslijnen op schatting. Vooral nabij de oevers kunnen door onjuiste schatting fouten worden gemaakt. Tijdens de metingen werd echter speciale aandacht geschonken aan het verloop der snelheid nabij de oevers zoodat deze schattingen nog een vrij groote mate van juistheid bezitten.

40. Het profiel wordt in een aantal vakken verdeeld, waarbij de bodem voor elk ^{vak} horizontaal wordt gedacht. Waar de diepte dus sterk verandert, worden de vakken minder breed genomen. Gewoonlijk verandert de snelheid in het profiel met de diepte. Ook deze snelheid wordt voor het beschouwde vak constant gedacht. Het bepalen van de gemiddelde snelheid en van de gemiddelde diepte geschiedt grafisch. Deze waarden worden in tabellen verzameld, terwijl ten slotte voor elk vak en elke 20 minuten het product: snelheid X vakoppervl. X tijdsduur = vakafvoer, wordt bepaald.

Hierbij wordt nog rekening gehouden met de rijzing of de daling van den waterspiegel. Ook deze wordt voor elke 20 minuten constant gedacht.

50. Voor elke 20 minuten worden de vakafvoeren opgeteld, zoodat men dus denafvoer van de rivier per 20 minuten verkrijgt. Dit wordt grafisch voorgesteld in de z.g. hoofdgrafiek, waarvan bijlage 3 een voorbeeld geeft. De lijn, die aldus ontstaat wordt de afvoerkromme genoemd.

Beneden de nullijn worden steeds de ebwaarden (blauw) uitgezet, boven de nullijn de vloedwaarden (rood).

De tijdas wordt voor alle grafieken op 1 cm = 20 minuten aangehouden.

In elke hoofdgrafiek is de getijlijn aangegeven van de peilschaal, welke het dichtst nabij de meetraai werd afgelezen. Deze getijlijnen werden op de bijlagen 40 t/m 43 weergegeven. Zij zullen afzonderlijk in hoofdstuk IV worden behandeld.

§ 3. Uitkomsten der berekeningen.

De hoofdgrafieken der vier metingen, welke in Juli 1931 in de vier groote stroomen werden verricht worden gevonden op de bijlagen 3, 4, 5 en 6. Het Hollandsch Diep is daarbij in zijn twee deelen (Noord- en Zuid-Hollandsch Diep) gesplitst, terwijl ook de afvoerkromme van den geheelen stroom werd geteekend. De schaal voor alle afvoerkrommen is $1 \text{ cm}^2 = 1.000.000 \text{ m}^3$.

De op deze hoofdgrafieken voorkomende cijfers zijn niet vereffend. Zij worden gegeven, zooals zij uit de rekenmachine tevoorschijn kwamen.

De toetsing naar de meer of mindere nauwkeurigheid zal in §§ 4, 5, 6 en 7 geschieden, de vereffening

zal worden nagegaan in § 8.

In de staten 1 van de bijlagen 7,8,9 en 10 werden de uitkomsten der berekeningen verzameld. Tevens werden de voornaamste daarop betrekking hebbende gegevens, als H.W. en L.W. te Willemstad, de stand te Keulen en de windkracht en -richting in de staten vermeld. Ook deze cijfers zijn niet vereffend.

Gemiddelde aan- en afvoeren.

Telt men de uitkomsten van de vier metingen in het Hollandsch Diep bij Willemstad op, dan vindt men voor gemiddelden:

$$\text{vloedaanvoer: } \frac{130.2 + 128.6 + 141.3 + 137.1}{4} = \underline{134.3 \text{ mill.m}^3}.$$

$$\text{ebafvoer } \frac{209.5 + 205.1 + 190.0 + 196.5}{4} = \underline{200.3 \text{ mill.m}^3}.$$

Telt men de uitkomsten der vier metingen in het Volkerak bij Dintelsas op, dan vindt men als gemiddelden:

$$\text{vloedaanvoer: } \frac{96.6 + 105.2 + 93.2 + 100.4}{4} = \underline{98,9 \text{ mill.m}^3}$$

$$\text{ebafvoer: } \frac{80.7 + 75.0 + 77.9 + 79.9}{4} = \underline{78.4 \text{ mill.m}^3}.$$

Telt men de uitkomsten van de vier metingen in het Haringvliet bij den Bommel op, dan vindt men voor gemiddelden:

$$\text{vloedaanvoer: } \frac{60.1 + 61.3 + 70.9 + 58.2}{4} = \underline{62.6 \text{ mill.m}^3}.$$

$$\text{ebafvoer: } \frac{81.6 + 84.3 + 76.7 + 72.4}{4} = \underline{78.8 \text{ mill.m}^3}.$$

Telt men de uitkomsten der vier metingen in het Vulle Gat bij Nieuwendijk op, dan vindt men als gemiddelden:

$$\text{vloedaanvoer: } \frac{57.4 + 55.5 + 67.3 + 60.3}{4} = \underline{60.1 \text{ mill.m}^3}$$

$$\text{ebafvoer: } \frac{128.4 + 132.4 + 112.4 + 110.7}{4} = \underline{121.0 \text{ mill.m}^3}$$

De vraag kan worden gesteld in hoeverre de hierboven gevonden gemiddelden overeenkomen met de "normale". Onder "normale" wordt hier verstaan het gemiddelde van zeer vele metingen. Zoo kan gezegd worden dat het normale tijverschil te Willemstad 204 cm bedraagt en dit is dan het gemiddelde van alle tijverschillen die in een tijdvak van 10 jaren zijn voorgekomen.

De af- en aanvoeren zijn voornamelijk afhankelijk van de volgende drie factoren:

getijverschil

stand te Keulen (afvoer van bovenwater)

windkracht en -richting.

Bij het bepalen der gemiddelden worden de invloeden dezer factoren grootendeels tegen elkaar uitgespeeld en dit kan voor de waarnemingen van Juli als volgt worden nagegaan.

Getijrijzing te Willemstad normaal 204 cm

tijdens de metingen gemiddeld 218 cm.

Getijdaling te Willemstad normaal 204 cm

tijdens de metingen gemiddeld 203 cm.

De gemiddelde vloedrijzing te Willemstad bedroeg dus 7% meer dan de normale, de gemiddelde ebdaling was vrijwel juist gelijk aan de normale.

Wat de afvoer van bovenwater betreft kan voor het Hollandsch Diep een normaal bedrag van 66 mill.m³ per getij worden aangehouden (Nieuwe Merwede 45 mill.m³, Maas 15 mill.m³, Kil 6 mill.m³. Deze cijfers zijn afgeleid met behulp van frequentie- en afvoerkrommen voor Maas en Waal met gebruikmaking van gegevens, verkregen bij onlangs verrichte afvoerbepalingen).

Tijdens de afvoermetingen van Juli 1931 werd gemiddeld door het Hollandsch Diep aan bovenwater afgevoerd: $\frac{65 + 69 + 62 + 71}{4} = 67$ mill. m³ per getij (zie hiervoor § 5).

Het verschil met het normale bedrag: 66 mill.m³ is dus nagenoeg nihil.

Tenslotte waaide de wind uit alle richtingen en was nimmer krachtig. Men kan ook aannemen dat het windgemiddelde niet belangrijk van het normale afweek tijdens de metingen van Juli 1931.

Tot de conclusie wordt dus gekomen dat de gemiddelde gevonden waarden voor de aan- en afvoeren vrij nauwkeurig zullen overeenkomen met de normale; hoewel de gemiddelde vloedaanvoeren over het algemeen iets te groot zullen zijn.

§ 4. Verband tusschen de getijverschillen en de gemeten hoeveelheden.

Dit verband kan worden nagegaan door de afwijkingen van de tijverschillen en de hoeveelheden t.o.v. hun gemiddelden te vergelijken.

In procenten uitgedrukt bedroegen de afwijkingen van het tijverschil te Willemstad t.o.v. het

gemiddelde tijverschil dezer plaats voor 1, 2, 7 en
23 Juli 1931:

		getijrijzing	getijdaling
(1)	1 Juli	- 2%	+ 5%
	2 "	- 8%	+ 6%
	7 "	+ 5%	- 5%
	23 "	+ 5%	- 7%

De overeenkomstige afwijkingen van de voor het
Hollandsch Diep bij Willemstad gevonden af- en aan-
voeren t.o.v. hun gemiddelde bedragen:

		vloedaanvoer	ebafvoer
(2)	1 Juli	- 3%	+ 4½%
	2 "	- 4%	+ 2½%
	7 "	+ 5%	- 5%
	23 "	+ 2%	- 2%

De overeenkomst tusschen (1) en (2) is wel be-
vredigend. Overal waar in (1) positieve afwijkingen
werden genoteerd, werden voor (2) ook positieve
afwijkingen gevonden en hetzelfde geldt voor de
negatieve.

Voor de overige rivieren gelden de volgende
afwijkingspercentages t.o.v. hun gemiddelde aan- en
afvoeren.

Volkerak.

		vloedaanvoer	ebafvoer
	1 Juli	- 2%	+ 2½%
	2 "	+ 6%	- 4½%
	7 "	- 5½%	- 1%
	23 "	+ 2%	+ 2%

Haringvliet.

	vloedaanvoer	ebafvoer
1 Juli	- 4%	+ 3½%
2 "	- 2%	+ 7%
7 "	+ 13%	- 3%
23 "	- 7%	- 8%

Vuile Gat.

	vloedaanvoer	ebafvoer
1 Juli	- 4½%	+ 6½%
2 "	- 8%	+ 9½%
7 "	+ 12%	- 7%
23 "	0	- 8½%

De overeenkomst van deze getallen met (1) is minder bevredigend. De vloedkom boven Tien Gemeten en Dintelsas wordt zoowel door het Volkerak, als door het Haringvliet + Vuile Gat gevuld en het is verklaarbaar, dat door wind of getijoorzaken nu eens het Volkerak, dan weer het Haringvliet + Vuile Gat een grooter aandeel in deze vulling krijgt.

Zoo was b.v. op 7 Juli de vloedaanvoer uit het Haringvliet en het Vuile Gat abnormaal groot (percentages resp. + 13 en + 12).

In het Volkerak werd op dien dag een abnormaal geringe vloedaanvoer waargenomen (percentage - 5½%).

De genoemde plaatselijke wind- en getijoorzaken kunnen worden uitgeschakeld door de drie stroomen: Volkerak, Haringvliet en Vuile Gat als één geheel te beschouwen.

De afwijkingen van de gezamenlijke af- en aanvoeren t.o.v. hun gemiddelden worden dan:

		vloedaanvoer	ebafvoer
(3)	1 Juli	- 3%	+ 4%
	2 "	- 1%	+ 4%
	7 "	+ 6½%	- 4%
	23 "	- 2%	- 5%

Vergelijkt men thans (1), (2) en (3) dan loopen de percentages slechts betrekkelijk weinig meer uiteen.

De onderlinge afwijkingen bedragen niet meer dan enkele percenten.

De overeenstemming is het best voor 1 en 7 Juli, waarbij geen grootere verschillen dan 1% worden gevonden. Voor 2 en 23 Juli zijn deze verschillen weliswaar grooter, doch in het algemeen is het verband dat er blijkt te bestaan tusschen de gemeten af- en aanvoeren en de getijverschillen, die deze veroorzaakten, bevredigend te noemen.

De aan- en afvoerpercentages bleven gemiddeld iets beneden die, welke volgens een rechte evenredigheid met de tijverschillen zouden kunnen worden verwacht. De regel der rechte evenredigheid tusschen beide grootheden geeft dus, naar het schijnt, te hooge waarden voor de af- en aanvoeren, wanneer het tijverschillen boven de normale betreft, en te kleine, wanneer het tijverschillen beneden de normale betreft.

Stilzwijgend werd nog verondersteld, dat de percentages der afwijkingen van de getijverschillen t.o.v. hun gemiddelde voor het gebied boven Dintelsas - Tien Gemten even groot was als voor Willemstad. Dit is niet volkomen juist, doch tennaastebij mag dit worden aangenomen, vooral omdat het hier om geringe afwijkingspercentages gaat.

Voorts werd verondersteld, dat de afvoer van bovenwater buiten beschouwing kon worden gelaten, omdat deze voor de vier meetdagen slechts weinig veranderde.

§ 5. Toetsing der uitkomsten naar den afvoer van bovenwater (P).

10. In de zomers van 1931 en 1932 werden verschillende afvoermetingen verricht nabij Werkendam, Dordrecht en Lage Zwaluwe, welke uitwijzen, dat de Nieuwe Merwede ongeveer 60% van het Waalwater afvoert en dat de Kil in normale gevallen (zooals die in Juli 1931 voorkwamen) ongeveer 6 mill. m³ per getij aan bovenwater op het Hollandsch Diep brengt.

De afvoer van de Maas (Amer) bedroeg op de vier meetdagen volgens opgave van het district Maasverbetering achtereenvolgens 5.8, 5.4, 4.9 en 9 mill.m³ per getij van 12 u. 25 min.

Telt men de aldus verkregen hoeveelheden, welke door Nieuwe Merwede, Kil en Amer per getij werden afgevoerd bij elkaar op, dan is de afvoer van bovenwater door het Hollandsch Diep ongeveer geweest:

(4)	op 1 Juli	$P_1 = N.M. + M. + K = 53 + 6 + 6 = 65$	mill.m ³	per	getij
"	2 "	$P_2 = \text{id.} = 58 + 5 + 6 = 69$	"	"	"
"	7 "	$P_3 = \text{id.} = 51 + 5 + 6 = 62$	"	"	"
"	23 "	$P_4 = \text{id.} = 56 + 9 + 6 = 71$	"	"	"

Hierbij dient er op te worden gewezen, dat deze bedragen niet volkomen nauwkeurig kunnen worden geacht, omdat de afvoermetingen van 1932 nog niet geheel zijn uitgewerkt en men ook niet steeds zal

kunnen zeggen, dat de hoeveelheid water die per getij op het bovendeel van het Hollandsch Diep wordt gebracht, denzelfden dag het Hollandsch Diep bij Willemstad weder verlaat.

20. Volgens de in Juli 1931 verrichte afvoermetingen werden bij Willemstad de volgende hoeveelheden als ebsurplus afgevoerd:

op 1 Juli	ebsurplus	$P_1 = 79.3$	mill. m^3	per	getij
" 2 "	"	$P_2 = 76.5$	" " "	"	"
" 7 "	"	$P_3 = 48.7$	" " "	"	"
" 23 "	"	$P_4 = 59.4$	" " "	"	"

In aanmerking nemend, dat de vloedkom boven Willemstad slechts bij hooge uitzondering tot dezelfde hoogte werd gevuld als zij werd geledigd, is de overeenstemming met de "theoretische" bovenwaterafvoeren ((zie (4))) bevredigend.

Gaat men een rechte evenredigheid aannemend tusschen de getijverschillen en de heen en weer stroomende hoeveelheden, de af- en aanvoeren tot het normale tijverschil reduceeren, dan vindt men:

(5) op 1 Juli	$P_1 = 75.8$	mill. m^3	per	getij
" 2 "	$P_2 = 62.7$	" " "	"	"
" 7 "	$P_3 = 74.6$	" " "	"	"
" 23 "	$P_4 = 88.8$	" " "	"	"

(zie staten 2 van de bijlagen 7, 8, 9 en 10)

Vergelijkt men deze waarden met de "theoretische" van (4), dan vindt men uit de metingen bij Willemstad dus blijkbaar iets te hooge waarden voor de afvoeren van bovenwater.

Ging men de waarden van (4) als volkomen vast-

staande beschouwen, dan zouden de tot normaal getijverschil gereduceerde getallen van staat 2 der bijlage 7 iets vereffend behooren te worden. De vloed zou $\pm 4 \text{ mill. m}^3$ moeten toenemen, de eb $\pm 5 \text{ mill. m}^3$ afnemen.

In procenten uitgedrukt komt men dan tot een cijfer van $\pm 3\%$ als fout voor de metingen bij Willemstad, een bedrag dat zich wel aanpast aan de percentages der vorige §.

30. De toetsing op den gezamenlijken afvoer van bovenwater door het Volkerak, het Haringvliet en het Vuille Gat kan op dezelfde wijze geschieden, als hier boven werd gedaan voor het Hollandsch Diep bij Willemstad.

In de staten 2 van de bijlagen 8, 9 en 10 worden de tot normaal getijverschil herleide aan- en afvoeren dezer rivieren gegeven, terwijl tevens de P's (afvoer verminderd met aanvoer) worden vermeld. In den volgenden staat worden deze P's nogmaals herhaald (allen in mill. m³).

	P _{Volkerak}	P _{Haringvliet}	P _{Vuille Gat}
1 Juli	- 15.3	20.4	68.0
2 "	- 36.0	17.6	68.6
7 "	- 0.8	18.2	59.0
23 "	- 3.7	26.0	65.0

Brengt men de hoeveelheid die door het Volkerak per getij werd aangevoerd als negatief in rekening dan werd door de drie stroomen naar zee gevoerd:

(6)	op 1 Juli	P_1	=	73.1	mill. m ³	per	getij
"	2	"	P_2	=	50.2	"	"
"	7	"	P_3	=	76.4	"	"
"	23	"	P_4	=	87.3	"	"

Feitelijk moeten de bedragen van (3), (4), (5) en (6) dezelfde grootte bezitten.

Behalve wat betreft de P_2 is de overeenstemming tusschen (5) en (6) opmerkelijk goed. Waarschijnlijk is op 2 Juli het vloedsurplus uit het Volkerak bij de reduceering tot normaal getij te groot geworden.

Neemt men de cijfers van (4) weer als vaststaande aan, dan kunnen de af- en aanvoeren van het Volkerak, het Haringvliet en het Vuile Gat weder vereffend worden. Deze vereffening blijft echter ook weder binnen $\pm 3\%$.

§ 6. Toetsing der uitkomsten naar de komberging.

Noemt men de vermogens (aanvoer + afvoer per getij) van het Hollandsch Diep bij Willemstad, van het Volkerak bij Dintelsas, van het Haringvliet bij den Bommel en van het Vuile Gat bij Nieuwendijk achtereenvolgens Q_1 , Q_2 , Q_3 en Q_4 dan bestaat de betrekking:

$$Q_2 + Q_3 + Q_4 - Q_1 = 2 \times O \times h$$

waarin O het oppervlak, dat tusschen de drijfraaien besloten is en h de gemiddelde getijrijzing van dat oppervlak.

Daar $O = 3800$ ha en $h = \pm 2.10$ m is, is de dubbele komberging alzoo gemiddeld $\pm 160.000.000$ m³.

In de staten 2 op de bijlagen 7, 8, 9 en 10 zijn de Q 's voor de vier drijfvakken (herleid tot

normaal tijverschil) verzameld. Hieronder worden zij herhaald.

	Q ₁ Holl.diep	Q ₂ Volkerak	Q ₃ Haringvl.	Q ₄ Vuile Gat
1 Juli	325.8	169.5	135.8	178.0
2 "	324.3	178.0	142.0	181.4
7 "	326.6	165.4	144.2	179.0
23 "	333.2	175.3	130.0	173.0

Vult men deze getallen in de kombergingsformule in, dan wordt gevonden voor:

1 Juli	483.3 - 325.8 = 157.5	mill.m ³ .
2 "	501.4 - 324.3 = 177.1	" "
7 "	488.6 - 326.6 = 162.0	" "
23 "	478.3 - 333.2 = <u>145.1</u>	" "
	gemiddeld 160.4	" "

Hieruit blijkt, dat hoewel voor elke meting afzonderlijk eenige afwijking bestaat, voor de gemiddelde komberging toch een waarde gevonden wordt welke goed overeenstemt met de theoretische. Neemt men het bedrag 160.000.000 m³ als juist aan, dan is voor alle 4 metingen wederom een verffening mogelijk, waarbij valt op te merken, dat ook deze niet grooter wordt dan 2 à 3 % der afzonderlijke Q's.

Op goede gronden kan dus worden aangenomen dat de waarnemingen van Juli 1931 geen grootere meetfouten dan ± 3 % bezitten.

§ 7. De gemiddelden der vier waarnemingen getoetst.

Zijn de afzonderlijke waarnemingen dus betrekkelijk nauwkeurig, de gemiddelden dezer waarnemingen moeten natuurlijk nog nauwkeuriger zijn.

In onderstaanden staat worden de gemiddelden van de vier waarnemingen vermeld. Zij zijn niet herleid tot het gemiddeld tijverskil. Voorts zijn in den staat de gemiddelde voorgekomen getijrijzingen en -dalingen voor elke meetraai gegeven, benevens den gemiddelden tijdens de metingen voorgekomen stand te Keulen.

(7)

Rivier	gemiddelde aan- en afvoeren in mill. m ³					gem. tijver- schillen in m		gem. stand te Keulen
	vloed- aanvoer	eb- afvoer	vermo- gen Q	afvoer -aan- voer P	theore- tische gem. P	vloed- rij- zing	eb- da- ling	
Holl. Diep	134.3	200.3	334.6	66.0	66.8	2.18	2.04	39.05 m + N.A.P
Volkerak	98.9	78.4	177.2	-20.4		2.42	2.47	
Haringvl.	62.6	78.8	141.4	16.2		2.13	2.00	
Vuile Gat	60.1	121.0	181.1	60.9		2.16	2.025	

De verhouding: $\frac{\text{gemidd. vloedrijzing}}{\text{gemidd. ebdaling}}$ is voor het

Hollandsch Diep bij Willemstad $\frac{2.18}{2.04} = 1.07$

Voor het Volkerak $\frac{2.42}{2.47} = 0.98$

Voor het Haringvliet $\frac{2.13}{2.00} = 1.065$

Voor het Vuile Gat $\frac{2.16}{2.025} = 1.065$

gemiddeld alzoo $\underline{\underline{1.045}}$

Herleidt men de gevonden gemiddelde af- en aan-

voeren volgens dit gemiddelde cijfer (dus niet volgens het cijfer voor Willemstad = 1.07), dan verkrijgt men de volgende getallen

(8)

Rivier	Tot een algemeen gemiddeld tijverschil herkleide af- en aanvoeren in mill. m ³			
	gemiddelde vloedaanvoer	gemiddelde ebafvoer	gemiddeld vermogen Q	gemiddelde P
Holl. Diep	128.7	200.3	329.0	71.6
Volkerak	94.5	78.4	172.9	-16.1
Haringvliet	59.9	78.8	138.7	18.9
Vuile Gat	57.5	121.0	178.5	63.5

Uitgegaan werd hierbij van onveranderde ebafvoeren, omdat de gemiddelde tijdens de vier metingen voorgekomen ebdaling te Willemstad (= 2.04 m) juist gelijk is aan het bedrag van het Tienjarig Overzicht. Voor Dintelsas, den Bommel en Tien Gemeten staan ons geen gemiddelde getijgegevens ten dienste. (De peilschaal te Dintelsas staat bij de spuisluis waardoor daarop onbetrouwbare H.W.- en L.W.standen worden afgelezen en bij den Bommel en Tien Gemeten worden geen dagelijksche standen waargenomen).

De toetsing van de hierboven gevonden waarden kan wederom met de P's en Q's geschieden als volgt:

Toetsing naar de P's.

De "theoretische P" (afgeleid uit de metingen bij Dordrecht, Werkendam en Lage Zwaluwe) bedraagt gemiddeld voor de vier meetdagen 66.8 mill. m³.

De P van het Hollandsch Diep bij Willemstad

bedraagt volgens tabel (8) 71.6 mill. m³

De P van het Volkerak, Haringvliet en Vuile Gat bedraagt, eveneens volgens tabel (8): $-16.1 + 18.9 + 63.5 = \underline{66.3}$ mill.m³.

Deze drie onderstreepte bedragen behooren gelijk te zijn. De verschillen zijn onbeteekenend.

Toetsing naar de Q's.

Volgens de formule: $Q_2 + Q_3 + Q_4 - Q_1 = 2 Q_h$

levert dit: $172.9 + 138.7 + 178.5 - 329.0 = 161.1$ mill.m³

terwijl $2 Q_h = 160.0$ " "

is. Ook hier is het verschil dus zeer klein.

§ 8. Meest waarschijnlijke normale waarden.

De drie P's welke in de vorige § werden afgeleid, hadden de volgende grootten:

" Theoretische "	P	=	66.8	mill.m ³	per	getij
P	Willemstad	=	71.6	"	"	"
P	drie stroomen	=	66.3	"	"	"

Geeft men alle drie P's evenveel gewicht, dan is het gemiddelde ervan als definitief aan te houden:

$$\frac{66.8 + 71.6 + 66.3}{3} = 68.2 \text{ mill.m}^3$$

De vereffende waarden voor de P's van de vier stroomen worden dan:

P	Hollandsch Diep	68	mill.m ³	per	getij
P	Volkerak	-16	"	"	"
P	Haringvliet	19	"	"	"
P	Vuile Gat	65	"	"	"

Voorts behoeven de Q's niet vereffend te worden, daar de dubbele komberging voldoende overeenkomt met de berekende. De Q's zijn dus:

Q	Hollandsch Diep	329	mill. m ³
Q	Volkerak	173	"

Q Haringvliet	139 mill. m ³	20.
Q Vuile Gat	179 " "	

Noemt men den vloedaanvoer = v en de ebafvoer = e, dan bestaat het volgende verband:

$$P = e - v$$

$$Q = e + v$$

$$\text{of } e = \frac{1}{2} (P+Q)$$

$$v = \frac{1}{2} (Q-P)$$

zoodat hieruit de e en v te berekenen zijn.

De vereffende gemiddelde vloedaanvoeren en ebafvoeren zijn dus de volgende. Zij kunnen als de meest waarschijnlijke waarden worden aangenomen.

(9)

	Gemiddelde vereffende waarden in mill. m ³				Gem. stand te Keulen tijdens de metingen in m + N.A.P.
	vloed- aanvoer	ebafvoer	vermo- gen Q	afvoer - aan- voer P	
Holl.Diep bij Willemstad	131	199	329	68	39.05
Volkerak bij Dintelsas	95	79	173	-16	
Haringvliet bij den Bommel	60	79	139	19	
Vuile Gat bij Nieuwendijk	57	122	179	65	

Vergelijkt men deze meest waarschijnlijke normale waarde met die van tabel (7), dus met de uitkomsten, zooals zij uit de rekenmachine te voorschijn kwamen en noemt men de meest waarschijnlijke normale waarde = 100, dan vindt men de volgende afwijkingen:

	vloedaanvoer	ebafvoer
Hollandsch Diep	+ 3%	+ 1%
Volkerak	+ 4%	-1%
Haringvliet	+ 4%	0%
Vuile Gat	+ 5½%	-1%

Vergelijkt men deze zelfde meest waarschijnlijke normale waarden met die van tabel (8), dus met de tot een normaal tijverschil herleide getallen van de staten 2 der bijlagen 7 t/m 10, dan vindt men de volgende afwijkingen:

	vloedaanvoer	ebafvoer
Hollandsch Diep	- 1½ %	- 1 %
Volkerak	- ½ %	- 1 %
Haringvliet	0 %	0 %
Vuile Gat	+ ½ %	- 1 %

De afwijkingen zijn dus nimmer groot, d.w.z. de gemiddelde der tot normaal tijverschil herleide waarden blijken nagenoeg gelijk aan de meest waarschijnlijke (de normale af- en aanvoeren) te zijn.

§ 9. Onderlinge verhouding van de vermogens der vier stroomen.

a. Vermogen. (vloedaanvoer + ebafvoer per getij).

Noemt men het vermogen van het Hollandsch Diep = 100, dan bestaat de volgende verhouding:

$$Q_{HD} : Q_V : Q_{HV} : Q_{VG} = \underline{100 : 52 : 42 : 54.}$$

b. Vloedaanvoer.

$$V_{HD} : V_V : V_{HV} : V_{VG} = \underline{100 : 72 : 46 : 43.}$$

c. Ebafvoer.

$$e_{HD} : e_V : e_{HV} : e_{VG} = \underline{100 : 40 : 40 : 60.}$$

Waaruit nog volgt dat de vloedaanvoer uit het Volkerak bijna opweegt tegen die uit het Haringvliet en het Vuile Gat tezamen, doch dat de ebafvoer van het Volkerak daarentegen klein is in verhouding tot den gezamenlijken ebafvoer van het Haringvliet en het Vuile Gat.

Op de bijlagen 11, 12, 13 en 14 werd de waterverdeeling schematisch voorgesteld voor de vier meetdagen in Juli 1931.

Voorts werden op de bijlagen 15 t/m 22 voorbeelden gegeven van de snelheidsverdeeling in de vier groote stroomen en wel voor een volledig springtij (1 Juli) en een volledig doodtij (23 Juli). De profielen der meetraaien staan mede hierop aangegeven.

Ten slotte werden de voornaamste gegevens der afvoermetingen verzameld in een algemeen overzicht (bijlage 23). Niet alleen de uitkomsten, doch ook de andere gegevens zijn hierin vermeld.

Hoofdstuk II.

De afvoermetingen in de drie Hellegaten.

§ 10. Beschrijving van de omstandigheden waaronder de metingen plaats vonden.

Op bijlage 1 zijn de plaatsen der meetraaien in rood aangegeven. De met een groene stippellijn aangeduide meetraai nabij den noordelijken damkop werd slechts op 23 Juli 1931 gebruikt, op welken datum ook de laatste der in het vorige hoofdstuk beschreven groote afvoermetingen plaats vond. De dam was toen nog slechts over \pm 200 m voltooid.

De overige metingen geschieden in het Oost-, Midden- en West-Hellegat op de volgende 5 dagen
16 December 1931, meting van een ebgetij

8 Januari 1932,	"	"	"	vloedgetij
15 " " ,	"	"	"	volledig getij
9 Februari " ,	"	"	"	" "
11 Augustus " ,	"	"	"	" "

De bedoeling van deze waarnemingen was na te gaan hoe de waterverdeeling tusschen het nieuwe Oost-Hellegat ter eene zijde en het Midden- en West-Hellegat ter andere zijde door verschillende omstandigheden van getij en verschillende afvoeren van Rijn en Maas zou worden beïnvloed en ook hoe deze waterverdeeling zich na verloop van tijd eventueel zou wijzigen.

De metingen van 23 Juli 1931, 16 December 1931 en 11 Augustus 1932 hadden onder vrijwel normale omstandigheden plaats.

Die van 8 Januari en 9 Februari 1932 geschiedden opzettelijk bij krachtige giertijen; die van 15 Januari bij een buitengewoon zwak doottij.

Deze laatste waarneming werd met opzet op dezen dag verricht, omdat 4 dagen tevoren de hoogste stand van het winterhalfjaar 1931 - 1932 te Keulen werd bereikt.

In tegenstelling met de waarnemingen van Juli 1931, welke in Hoofdstuk I werden beschreven, loopen hierdoor de in de Hellegaten gemeten aan- en afvoeren sterk uiteen.

In het algemeen bleken de af- en aanvoeren afhankelijk te zijn van de grootte der getijrijzingen en -dalingen, terwijl ook de windinvloed merkbaar was.

Bij doode getijen was het vloedsurplus uit het Volkerak gering (soms zelfs ebsurplus). De verwachting op 15 Januari een groot ebsurplus te zullen aantreffen werd niet vervuld; het ebsurplus was betrekkelijk gering, niettegenstaande de twee factoren doottij en veel afvoer van bovenwater samenwerkten.

De getijverschillen te Willemstad liepen, zooals te verwachten was, voor de metingen sterk uiteen:

	<u>getijrijzing</u>	<u>getijdaling</u>
23 Juli 1931	229 cm	192 cm
16 December 1931	-	216 "
8 Januari 1932	252 "	-
15 " "	155 "	142 "
9 Februari "	232 "	266 "
11 Augustus "	215 "	187 "

(normaal tijverschil is 204 cm).

De metingen van 8, 15 Jan. en 9 Febr. hadden dus