

BIJLAGE 3.

Behoort bij verslag  
sub-commissie B1.

**Onderzoek naar den invloed van de bestaande open  
verbinding aan de oostpunt van Rozenburg op  
de stormvloedstanden op den Rotter-  
damschen Waterweg.**

In het tijdvak 1887 t/m Jan. 1916 kwamen totaal voor 131 stormvloedden met H.W. te Hoek van Holland boven 1.80 M. + N.A.P. Van 46 stormvloedden waren niet alle noodige gegevens omtrent hoogwaterstanden in de Brielsche Maas bekend, zoodat het onderzoek is geschied voor 85 stormvloedden.

Deze 85 stormvloedden kwamen voor bij windrichtingen te Hoek van Holland van Z.W. tot N.N.W. en wel als volgt:

| Windrichting.  | Aantal. |
|----------------|---------|
| Z.W. . . . .   | 1       |
| W.Z.W. . . . . | 5       |
| W. . . . .     | 24      |
| W.N.W. . . . . | 37      |
| N.W. . . . .   | 14      |
| N.N.W. . . . . | 4       |
|                | 85      |

Gerangschikt volgens de windrichting, werd berekend het verschil in hoogte van het H.W. waargenomen aan de peilschalen te Rozenburg (schutsluis Brielsche Maaszijde), Brielle, Nieuwesluis, Spijkenisse, Puttershoek, Rozenburg (schutsluis Scheurzijde), Maassluis, Vlaardingen, Rotterdam en Krimpen, met H.W. te Hoek van Holland, alsmede het verschil in tijd van het H.W. aan genoemde peilschalen, behalve die te Rozenburg, met H.W. te Hoek van Holland. Door interpolatie werd het H.W. ter plaatse van de Noordgeul bepaald en wel voor den Waterweg uit de standen van Maassluis en Vlaardingen en voor de Brielsche Maas uit de standen van Nieuwesluis en Spijkenisse. Het verloop tusschen genoemde plaatsen werd als rechtlijnig aangenomen.

In staat I zijn de gemiddelden dezer rangschikking volgens windrichting alsmede in de laatste kolom het gemiddelde voor alle waarnemingen opgegeven.

|  | Z.W.         | W.Z.W.     | W.         | W.N.W.     | N.W.       | N.N.W.     | Totaal.    |
|--|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Aantal waarnemingen .  | 1            | 5          | 24         | 37         | 14         | 4          | 85         |
| <b>Vershil in hoogte met H.W.<br/>te Hoek van Holland.</b>                   | c.M.         | c.M.       | c.M.       | c.M.       | c.M.       | c.M.       | c.M.       |
| Schutsluis Rozenburg (Brielsche Maas) . .                                    | 21.0         | 29.8       | 33.0       | 30.0       | 25.2       | 29.3       | 29.9       |
| H.W. Brielle . . . .   | 7.0          | 11.0       | 16.9       | 13.2       | 13.6       | 6.3        | 13.8       |
| Brielsche Nieuwesluis . .  | - 1.0        | 1.0        | 6.2        | 5.1        | 4.9        | - 0.4      | 4.8        |
| Maas. Spijkenisse . .  | - 7.0        | 1.6        | 6.4        | 5.1        | 6.3        | 1.3        | 5.1        |
| Puttershoek . .  | 10.0         | 21.4       | 31.2       | 24.4       | 23.6       | 24.8       | 25.8       |
| Noordgeul (Brielsche Maas)   | - 4.6        | 1.4        | 6.3        | 5.1        | 5.7        | 0.6        | 5.0        |
| Schutsluis Rozenburg(Scheur)   | - 6.0        | - 3.4      | - 1.7      | - 2.2      | - 4.2      | - 5.5      | - 2.7      |
| H.W. Maassluis . . .   | 0.0          | - 1.4      | 3.9        | 3.3        | 1.5        | 0.5        | 2.7        |
| Rotterdam- Vlaardingen . .   | 0.0          | 0.2        | 6.7        | 5.6        | 3.9        | - 1.5      | 4.9        |
| sche Rotterdam . .   | - 3.0        | 6.2        | 14.3       | 10.1       | 8.6        | 5.2        | 10.4       |
| Waterweg. Krimpen . . .  | - 2.0        | 10.2       | 21.2       | 15.3       | 13.7       | 15.5       | 16.2       |
| Noordgeul (Waterweg) .   | 0.0          | - 0.1      | 6.1        | 5.1        | 3.4        | - 1.1      | 4.4        |
| H.W. bij Noordgeul in Brielsche Maas <b>hooger</b> dan in Waterweg . . . . . | <b>- 4.6</b> | <b>1.5</b> | <b>0.2</b> | <b>0.0</b> | <b>2.3</b> | <b>1.7</b> | <b>0.6</b> |
| <b>Vershil in tijd met H.W.<br/>te Hoek van Holland.</b>                     | minuten      | minuten    | minuten    | minuten    | minuten    | minuten    | minuten    |
| Brielle . . . .  | 40           | 58         | 47         | 40         | 29         | 36         | 41         |
| H.W. Nieuwesluis . .   | 75           | 91         | 76         | 66         | 57         | 70         | 69         |
| Brielsche Spijkenisse . .  | 115          | 150        | 145        | 123        | 110        | 118        | 128        |
| Maas. Puttershoek . .  | 175          | 186        | 178        | 165        | 153        | 156        | 167        |
| Noordgeul (Brielsche Maas)   | 99           | 126        | 117        | 100        | 89         | 99         | 105        |
| Maassluis . . .  | 50           | 71         | 74         | 57         | 46         | 51         | 60         |
| H.W. Vlaardingen . .   | 95           | 118        | 104        | 93         | 78         | 75         | 94         |
| Rotterdam- Rotterdam . .   | 145          | 147        | 142        | 127        | 118        | 116        | 131        |
| sche Krimpen . . .   | 205          | 209        | 205        | 180        | 172        | 166        | 187        |
| Waterweg. Noordgeul (Waterweg) .   | 86           | 109        | 98         | 86         | 72         | 70         | 88         |
| H.W. bij Noordgeul in Brielsche Maas <b>later</b> dan in Waterweg . . . . .  | <b>13</b>    | <b>17</b>  | <b>19</b>  | <b>14</b>  | <b>17</b>  | <b>29</b>  | <b>17</b>  |

Wanneer men de enkele waarneming bij zuidwestenwind buiten beschouwing laat, dan blijkt uit de cijfers van staat I het volgende:

1°. De grootste positieve verschillen met H.W. te Hoek van Holland komen voor alle plaatsen voor bij westenwind.

Terwijl bij de vier meest voorkomende windrichtingen W.Z.W. tot N.W. op den Waterweg naar weerszijden van W. de verschillen regelmatig afnemen, vertoont zich op de Brielsche Maas een neiging tot een tweede maximum bij N.W., dat in verband gebracht kan worden met de meer noordwestelijke richting van het riviervak tusschen het kanaal door Rozenburg en Nieuwesluis.

Ofschoon het aantal waarnemingen voor elke windrichting te gering is, om met voldoende nauwkeurigheid voor elk geval een bedrag voor den windinvloed vast te stellen, geeft de regelmatige loop van de verschillen met H.W. te Hoek van Holland den indruk, dat voor elke windrichting het verschil in H.W. aan weerszijden van de Noordgeul met vrij groote benadering kan worden geïnterpoleerd.

2°. Het H.W. bij de Noordgeul is in de Brielsche Maas over 't algemeen slechts *iets hooger* dan in den Waterweg, gemiddeld 0.6 c.M. Bij de het meest voorkomende windrichtingen W. en W.N.W. is het verschil slechts 0.1 c.M., bij W.Z.W. en N.W. ongeveer 2 c.M.

3°. De voortplanting van het H.W. zoowel in Waterweg als in Brielsche Maas gaat het langzaamst bij W.Z.W. wind.

4°. Bij alle windrichtingen treedt het H.W. bij de Noordgeul in de Brielsche Maas *later* op dan in den Waterweg, gemiddeld ongeveer 17 *minuten*. Een verband tusschen het verschil in tijd van H.W. in Brielsche Maas en Waterweg en de windrichting is uit de geringe verschillen niet met zekerheid af te leiden; in ieder geval is de invloed op het tijdsverschil bij de het meest voorkomende windrichtingen gering.

Ter verkrijging van een indruk van het verloop der hoogwaterlijnen bij verschillende windrichtingen zijn deze lijnen, behalve voor de enkele waarneming bij wind Z.W., op bijlage 39 in tekening gebracht. De beide rivieren zijn ter plaatse van de Noordgeul op elkaar geplaatst.

Uit de op bijlage 39 geteekende hoogwaterlijnen blijkt duidelijk het geheel verschillend karakter voor Waterweg en Brielsche Maas. In den Waterweg loopt de H.W.-lijn, na een kleine daling van Hoek van Holland tot schutsluis Rozenburg, verder vrij geleidelijk op en wel het sterkst bij wind W.

In de Brielsche Maas loopt de H.W. lijn van schutsluis Rozenburg tot aan Nieuwesluis sterk af om eerst daarna naar Spijkenisse een weinig op te loopen.

Het groote verschil bij schutsluis Rozenburg tusschen Waterweg en

Brielsche Maas, gemiddeld  $29.9 - (-2.7) = 32.6$  c.M., is vermoedelijk een gevolg van sterke plaatselijke opwaaiing in den ondiepen trechtervormigen mond van de Brielsche Maas<sup>1)</sup>. De standen bij schutsluis Rozenburg en die bij de Noordgeul zijn daarom geenszins vergelijkbaar.

Uit bijlage 39 blijkt tevens, dat de aanname van een rechtlijnig verloop van de H.W.-lijn tusschen Nieuwesluis en Spijkenisse vermoedelijk niet geheel juist is. Trekt men door de punten Rozenburg, Brielle, Nieuwesluis, Spijkenisse en Puttershoek een vloeiende kromme, dan wordt het H.W. ter plaatse van de Noordgeul ongeveer 1 à 2 c.M. lager gevonden, zoodat dan dus gemiddeld het H.W. bij de Noordgeul in de Brielsche Maas iets lager wordt gevonden dan in den Waterweg.

Ten einde te kunnen beoordeelen, of het verschil in stand en tijd van H.W. ter weerszijden van de Noordgeul in den loop der jaren door de uitgevoerde verbeteringswerken merkbaar is gewijzigd, zijn die verschillen gerangschikt voor 3 perioden 1887—1897, 1898—1905 en 1906—1916.

Voor de gemiddelden werd het volgende gevonden.

| Periode.    | Aantal waarnemingen. | H.W. Brielsche Maas hooger dan Waterweg. | H.W. bij de Noordgeul in Waterweg na H.W. Hoek van Holland. | H.W. bij de Noordgeul in Brielsche Maas na H.W. Hoek van Holland. | H.W. bij de Noordgeul in Brielsche Maas later dan in Waterweg. |
|-------------|----------------------|--|---|---|--|
|             |                      | c.M.                                     | minuten.  | minuten.  | minuten.   |
| 1887—1897 . | 25                   | $-0.8 \pm 1.1$                           | 84  | 99  | 15   |
| 1898—1905 . | 28                   | $1.9 \pm 0.6$                            | 90  | 106   | 16   |
| 1906—1916 . | 32                   | $0.4 \pm 0.5$                            | 86  | 105   | 17   |
| 1887—1916 . | 85                   | $0.6 \pm 0.4$                            | 87  | 104   | 17   |

Uit deze cijfers blijkt, dat het verschil in tijd in den loop der jaren niet merkbaar is veranderd, terwijl de schommelingen van het verschil in hoogte slechts gering zijn. Onderzocht werd, of deze schommelingen het gevolg konden zijn van een gewijzigde verdeling van de stormen over de verschillende windrichtingen in de drie tijdvakken. Dit bleek niet het geval te zijn; uitgaande van de gemiddelden voor de verschillende windrichtingen in al de jaren 1887—1916 en het aantal stormen van iedere richting per tijdvak, werd als gemiddelde voor het eerste tijdvak berekend 0.4, voor het tweede 0.7 en voor het derde 0.6 c.M. De gevonden schommelingen wijzen dus op een geringe verhooging van het H.W. in de Brielsche Maas t/o. van H.W. in den Waterweg van 1887—1897 op 1898—1905 en daarna weer een geringe daling van 1898—1905 op 1906—1916.

<sup>1)</sup> Zie hiervoor de gevolgtrekkingen van het verslag der sub-commissie BII—III blz. 195.

Voor de uiterste groepen bedraagt het verschil slechts 1.2 c.M., een verschil gelijk aan de middelbare fout in het verschil der twee groepen.

Voorts is onderzocht, of er nog andere omstandigheden een merkbaaren invloed op het verschil in hoogte en tijd van het H.W. ter weerszijden van de Noordgeul uitoefenen, n.l. de stand der bovenrivieren, de grootte van het tijverschil in Zee of de hoogte van het H.W. te Hoek van Holland. Te dien einde zijn de verschillen in hoogte en tijd gerangschikt volgens den rivierstand te Arnhem één dag te voren, het tijverschil te Hoek van Holland en de hoogte van H.W. te Hoek van Holland. De uitkomsten dezer rangschikking zijn in onderstaanden staat II opgegeven.

Staat II.

| Indeeling.                              | Gemiddelde der groepen. | Aantal waarnemingen. | H.W. bij de Noordgeul in Brielsche Maas hooger dan in Waterweg. | H.W. bij de Noordgeul in Waterweg na H.W. Hoek van Holland. | H.W. bij de Noordgeul in Brielsche Maas na H.W. Hoek van Holland. | H.W. bij de Noordgeul in Brielsche Maas later dan in Waterweg. |
|---|-------------------------|----------------------|---|---|---|--|
| <b>Rivierstand te Arnhem.</b>           | c.M. + N.A.P.           |                      | c.M.  | minuten   | minuten   | minuten  |
| 695—800 c.M. + N.A.P.                   | 750                     | 24                   | 0.5   | 93  | 109   | 16   |
| 801—1000 " + "                          | 885                     | 47                   | 0.7   | 83  | 100   | 17   |
| 1001—1200 " + "                         | 1097                    | 14                   | 0.3   | 90  | 107   | 17   |
| 695—1200 c.M. + N.A.P.                  | 882                     | 85                   | 0.6   | 87  | 104   | 17   |
| <b>Tijverschil te Hoek van Holland.</b> | c.M.                    |                      | c.M.  | minuten   | minuten   | minuten  |
| 59—170 c.M. . . . .                     | 136                     | 26                   | 1.4   | 69  | 85  | 16   |
| 171—220 " . . . . .                     | 196                     | 28                   | 1.2   | 87  | 106   | 19   |
| 221—365 " . . . . .                     | 252                     | 31                   | -0.7  | 101   | 117   | 16   |
| 59—365 c.M. . . . .                     | 199                     | 85                   | 0.6   | 87  | 104   | 17   |
| <b>Hoogte H.W. te Hoek van Holland.</b> | c.M. + N.A.P.           |                      | c.M.  | minuten   | minuten   | minuten  |
| 180—199 c.M. + N.A.P.                   | 188                     | 33                   | 1.5   | 87  | 104   | 17   |
| 200—229 " + "                           | 209                     | 32                   | 1.1   | 91  | 112   | 21   |
| 230—328 " + "                           | 260                     | 20                   | -1.7  | 80  | 90  | 10   |
| 180—328 c.M. + N.A.P.                   | 213                     | 85                   | 0.6   | 87  | 104   | 17   |

Uit de cijfers van staat II blijkt het volgende:

- 1°. De rivierstand te Arnhem oefent geen invloed uit op het verschil in hoogte en tijd van het H.W. aan weerszijden van de Noordgeul.
- 2°. De grootte van het tijverschil te Hoek van Holland oefent geen invloed uit op het verschil in tijd van het H.W. aan weerszijden van de Noordgeul, doch vermoedelijk wel eenigen invloed op het verschil in hoogte en wel zoodanig, dat het H.W. in de Brielsche Maas bij klein tijverschil hooger en bij groot tijverschil lager is dan het H.W. in den Waterweg.

Uit de cijfers voor het verschil in tijd van H.W. bij de Noordgeul en H.W. te Hoek van Holland blijkt, zooals ook reeds bekend, dat bij de kleine tijverschillen het H.W. zich in beide rivieren veel sneller voortplant dan bij groote tijverschillen.

- 3°. De hoogte van het H.W. te Hoek van Holland oefent mogelijk wel eenigen invloed uit op het verschil in tijd van het H.W. aan weerszijden van de Noordgeul in dien zin, dat bij hooger H.W. te Hoek van Holland het verschil in tijd iets minder wordt; terwijl ook de hoogte van H.W. te Hoek van Holland vermoedelijk wel eenigen invloed uitoefent op het verschil in hoogte van het H.W. aan weerszijden van de Noordgeul. De cijfers wijzen er op, dat bij hooger H.W. te Hoek van Holland het verschil afneemt, zoodat bij de zeer hooge zeestanden, waar het feitelijk voor het aan de Staatscommissie ter onderzoek opgedragen vraagstuk het meest op aankomt, het H.W. in de Brielsche Maas lager is dan in den Waterweg, terwijl dit bovendien nog voor de 20 stormvloedden met een H.W. boven 2.30 M. + N.A.P. te Hoek van Holland, gemiddeld 10 minuten later optreedt.

Uit het bovenstaande kan met voldoende zekerheid worden afgeleid, dat gemiddeld bij alle stormvloedden, onafhankelijk van de windrichting of van den rivierstand te Arnhem, het H.W. aan weerszijden van de Noordgeul in Brielsche Maas en Waterweg ongeveer even hoog is, met dien verstande dat voor klein tijverschil in zee en H.W. te Hoek van Holland ongeveer tusschen 1.80 en 2.30 M. + N.A.P., vooral bij W.Z.W. en N.W. winden, het H.W. bij de Noordgeul in de Brielsche Maas vermoedelijk een weinig hooger zal zijn dan in den Waterweg, terwijl bij groot tijverschil in zee en hoog H.W. te Hoek van Holland (boven 2.30 M. + N.A.P.), vooral bij W en W.N.W. winden, het H.W. in de Brielsche Maas vermoedelijk iets lager zal zijn dan in den Waterweg.

Voor alle gevallen echter treedt het H.W. in de Brielsche Maas later op dan in den Waterweg, gemiddeld ongeveer 17 minuten.

Daar het zeer waarschijnlijk is te achten, dat bij snelle stijging van het water de vulling van de groote vloedkom van de Oude Maas niet vlug genoeg door de Brielsche Maas en het Spui kan geschieden, zoodat de Waterweg dan voor een groot deel in deze vulling zal

medewerken en dan ook het H.W. in de Brielsche Maas bij de Noordgeul in vergelijking tot het H.W. in den Waterweg minder hoog zal oploopen, zijn de verschillen van H.W. aan weerszijden van de Noordgeul nog gerangschikt naar de snelheid van stijging van het water aan den Hoek van Holland. Voor deze snelheid van stijging werd genomen het tijverschil gedeeld door het tijdsverschil tusschen L.W. en H.W. Deze rangschikking gaf de volgende uitkomsten:

| Gemiddelde snelheid van stijging tusschen L.W. en H.W. aan den Hoek. | H.W. Brielsche Maas hooger dan in Waterweg. | Aantal waarnemingen. |
|--|---|----------------------|
| c.M. per uur.  | c.M.  |                      |
| 24   | 1.5   | 24                   |
| 37   | 0.9   | 43                   |
| 49   | - 1.1                                       | 16                   |

Zooals wel te verwachten was, wijzen de cijfers op een vermindering van het verschil H.W. Brielsche Maas—H.W. Waterweg bij snellere stijging van het water.

Met deze gegevens voor oogen zal het mogelijk zijn een antwoord te geven op de aan de sub-commissie gestelde eerste vraag:

„wat is de invloed van de bestaande open verbinding aan de „oostpunt van Rozenburg op de stormvloedstanden op den Rotterdammschen Waterweg“?

Wanneer toch het H.W. bij de oostpunt van Rozenburg in de Brielsche Maas 17 minuten later optreedt en even hoog of lager is dan het H.W. in den Waterweg, dan zal het geen nader betoog behoeven om aan te toonen, dat tot aan het tijdstip van H.W. op den Waterweg en kort daarna, het water van den Waterweg naar de Brielsche Maas heeft gestroomd, evenals zulks ongeveer geschiedt onder normale omstandigheden. (Zie de uitkomsten der afvoermetingen op 15 Juli 1914, bijlage Vc van het verslag over de Openbare Werken 1915, en de uitkomsten der metingen op 22 Juli 1916 en op 22 Juni 1917, geteekend op de bijlagen 61 en 62. Tot ongeveer H.W. bij de Noordgeul stroomt in de Noordgeul vloedwater van den Waterweg naar de Brielsche Maas).

Het is dus de vraag in hoeverre voor het geval dat, bij een verschil in tijd van ongeveer 17 minuten, het H.W. in de Brielsche Maas enkele c.M. hooger is dan in den Waterweg, het water tot op het oogenblik van H.W. op den Waterweg zal hebben gestroomd.

Om dit te bepalen, zou men bij stormvloed over de volledige getijlijnen ter weerszijden van de Noordgeul moeten beschikken, welke getijlijnen evenwel tot dusver niet bekend zijn.

Enig gegeven hieromtrent voor de belangrijkste stormvloed met H.W. te Hoek van Holland boven 2.50 M. + N.A.P. kan echter

afgeleid worden uit de voor 11 stormvloed geteekende volledige getijlijnen voor Maassluis, Vlaardingen en Spijkenisse <sup>1)</sup>. Uit deze getijlijnen is opgezocht voor de 3 plaatsen de stijging van het water van 3—2, 2—1 en 1—0 uur vóór H.W.

Voor 2 stormvloed waren niet alle lijnen volledig geregistreerd, zoodat van 9 stormvloed volledige gegevens konden worden verkregen. Voor de stijgingen per uur werd gemiddeld gevonden:

| T i j d.                      | Maas-sluis. | Vlaar-dingen. | Spijke-nisse. | Gemid-deld. |
|-------------------------------|-------------|---------------|---------------|-------------|
|                               | c.M.        | c.M.          | c.M.          | c.M.        |
| van 1 tot 0 uur vóór H.W. . . | 16          | 17            | 16            | 16          |
| „ 2 „ 1 „ „ „ . .             | 28          | 32            | 33            | 31          |
| „ 3 „ 2 „ „ „ . .             | 54          | 48            | 43            | 49          |
| van 3 tot 0 uur vóór H.W. . . | 98          | 97            | 92            | 96          |

Neemt men nu voor een globale beschouwing de gemiddelde cijfers aan als stijging per uur van het water bij de Noordgeul, dan kan hieruit ongeveer afgeleid worden, gedurende hoeveel tijd vóór H.W. in den Waterweg het water in de Brielsche Maas hooger dan in den Waterweg zou zijn geweest, bij een phaseverschil der getijlijnen van 17 minuten en bij verschillende aannamen omtrent het verschil in hoogte van H.W. ter weerszijden van de Noordgeul.

De uitkomsten zijn in onderstaanden staat III opgegeven.

### Staat III.

| Verskil H.W. Brielsche Maas en Waterweg.                      | Tijd vóór H.W. Waterweg gedurende welken het water in de Brielsche Maas hooger is dan in den Waterweg. | Tijd vanaf 3 uur vóór H.W. Waterweg gedurende welken het water in de Brielsche Maas lager is dan in den Waterweg. |
|---|--|---|
|   | minuten.   | minuten.  |
| H.W. in Brielsche Maas gelijk aan of lager dan H.W. Waterweg. | 0  | 180   |
| „ 1 c.M. hooger dan H.W. Waterweg.                            | 0  | 180   |
| „ 2 c.M. „ „  | 0  | 180   |
| „ 3 c.M. „ „  | 5  | 175   |
| „ 4 c.M. „ „  | 15   | 165   |
| „ 5 c.M. „ „  | 30   | 150   |
| „ 6 c.M. „ „  | 45   | 135   |
| „ 7 c.M. „ „  | 60   | 120   |
| „ 8 c.M. „ „  | 70   | 110   |
| „ 10 c.M. „ „   | 95   | 85  |
| „ 15 c.M. „ „   | 165  | 15  |
| „ 19 of meer c.M. „ „   | 180  | 0   |

<sup>1)</sup> De getijlijnen voor de stormvloed van 12 Maart 1906 en 13/14 Jan. 1916 zijn opgenomen op de bijlagen 40 en 41 behoorende bij het verslag der sub-commissie Bv. De overige getijlijnen zijn niet onder de bijlagen opgenomen.

Hoewel natuurlijk elke storm zich eenigszins anders gedraagt, zoodat aan de gemiddelde cijfers geen absolute waarde kan worden toegekend, zoo kan toch uit bovenstaande cijfers wel worden afgeleid, dat wanneer het H.W. in de Brielsche Maas niet meer dan 4 c.M. boven H.W. in den Waterweg stijgt, eenige beteekenende strooming van water van Brielsche Maas naar Waterweg niet zal behoeven te worden gevreesd.

Van de 85 stormen kwamen er slechts 10 voor, waarbij het H.W. in de Brielsche Maas meer dan 4 c.M. hooger was dan in den Waterweg, met een maximum van 7 c.M. Bij deze 10 stormvloeden zou vermoedelijk slechts gedurende  $\frac{1}{2}$  à 1 uur vóór H.W. strooming van de Brielsche Maas naar den Waterweg kunnen hebben plaats gehad, terwijl daarvóór tijdens den vloed gedurende vermoedelijk veel langeren tijd water van den Waterweg naar de Brielsche Maas zal hebben gestroomd. Ook bij deze stormen valt dus eenige verhooging van de H.W.-standen in den Waterweg, doordat er vóór H.W. meer water van uit de Brielsche Maas naar den Waterweg dan in omgekeerde richting zou zijn gestroomd, op grond van de bovengegeven cijfers niet te verwachten.

De uitkomsten van het ingesteld onderzoek wijzen er op, dat ook bij stormvloeden, evenals onder gewone omstandigheden, *tijdens den vloed het water van den Waterweg naar de Brielsche Maas stroomt*, behalve mogelijk in enkele gevallen gedurende korten tijd vóór H.W.

Opgemerkt zij nog, dat ook onder gewone omstandigheden het H.W. in de Brielsche Maas iets hooger is dan in den Waterweg en later optreedt.

Volgens de waarnemingen aan de ter weerszijden van de Noordgeul geplaatste registreerende peilschalen bedroeg in de maanden Juni, Juli, Augustus en September 1917 het verschil in stand en tijd van het H.W. als hieronder is opgegeven.

| M a a n d.          | H.W.<br>Brielsche Maas<br>hooger dan<br>in Waterweg. | H.W.<br>Brielsche Maas<br>later dan<br>in Waterweg. |
|---------------------|--|---|
| 1917.               | c.M.   | Minuten.  |
| Juni . . . . .      | 4.2  | 8   |
| Juli . . . . .      | 2.0  | 8   |
| Augustus . . . . .  | 3.1  | 10  |
| September . . . . . | 2.0  | 11  |
| Gemiddeld . . . . . | 2.8  | 9   |

Ook uit de gemiddelde H.W.-standen voor 1901—1910 wordt het gem. H.W. bij de Noordgeul in de Brielsche Maas hooger gevonden dan in den Waterweg, n.l.:

| Plaats.   | Gemiddeld<br>H.W.<br>1901—1910. |
|---|---------------------------------|
|   | c.M. + N.A.P.                   |
| Maassluis . . . . .                                     | 80                              |
| Vlaardingen . . . . .                                   | 84                              |
| Noordgeul (Waterweg) . . . . .                          | 83.2                            |
| Nieuwesluis . . . . .                                   | 83                              |
| Spijkenisse . . . . .                                   | 87                              |
| Noordgeul (Brielsche Maas) . . . . .                    | 85.4                            |
| H.W. in Brielsche Maas hooger dan in Waterweg . . . . . | 2.2 c.M.                        |

Waar nu bij de stormvloeden gevonden wordt voor het verschil in stand volgens rechtlijnige interpolatie bij de meest voorkomende windrichtingen W. en W.N.W. 0.1 c.M. en bij windrichtingen W.Z.W. en N.W. ongeveer 2 c.M., welke verschillen bij interpolatie volgens een vloeiende kromme nog met 1 à 2 c.M. moeten worden verminderd, en voor het verschil in tijd gemiddeld 17 minuten, zoodat dus het H.W. in de Brielsche Maas ten opzichte van H.W. in den Waterweg *lager* is en nog *later* optreedt dan onder gewone omstandigheden, daar is er alle reden om aan te nemen dat ook bij stormvloeden, evenals onder gewone omstandigheden, *tijdens den vloed het water bij de oostpunt van Rozenburg van den Waterweg naar de Brielsche Maas zal stroomen*. Deze strooming zal het sterkst zijn bij hooge vloedden waarbij het water snel stijgt.

Bij bovenstaande beschouwingen is geen rekening gehouden met eventueele fouten in de diverse peilschalen. Omtrent den invloed van mogelijke fouten in de peilschalen kan worden verwezen naar bijlage 4, waarvan de conclusie is, dat ook in het ongunstigste geval de uitspraak, dat ook bij stormvloeden, evenals onder gewone omstandigheden, tijdens den vloed het water van den Waterweg naar de Brielsche Maas stroomt, kan worden gehandhaafd.

In die beschouwingen is evenmin rekening gehouden met de wijzigingen welke de geschetste algemeene gang der waterbeweging bij de Noordgeul kan ondergaan onder den invloed van stormen, welke langer dan één getij aanhouden en waarbij derhalve twee, drie of meer stormvloedsgetijden elkander onmiddellijk volgen. Die

wijzigingen kunnen zich doen kennen op grond van de omstandigheid, dat in zoodanig geval aanzienlijke hoeveelheden stormvloedswater van het vorige tij nog geen gelegenheid kunnen hebben gehad om bij den Hoek van Holland in zee te stroomen; doch nog geborgen zijn zoowel in den Rotterdamschen Waterweg beneden de Noordgeul als in de Oude-Maas boven de Noordgeul.

Bij het volgende, gedurende den storm optredende, vloedgetij zullen die hoeveelheden water, voor zoover geborgen op den Waterweg, ongeveer hetzelfde effect hebben als een vermeerderde afvoer der bovenrivier, en voor zoover geborgen in de Oude-Maas, het effect van eene vermindering harer capaciteit als vloedkom voor het Scheur.

Het eerstbedoelde effect moet leiden tot een verhooging van het H.W. tusschen den noordelijken mond der Noordgeul en Hoek van Holland; het tweede effect maakt den tijdsduur tusschen de uitstrooming uit den Waterweg naar de Oude-Maas en terugstrooming in omgekeerde richting korter en wijzigt derhalve de tijdstippen van kentering van de Noordgeul; m. a. w. den invloed van de open verbinding bij de oostpunt van Rozenburg. Dit laatste effect moet eene verhooging van de hoogwaterstanden — feitelijk eene vermindering der verlaging van de hoogwaterstanden door den invloed der Noordgeul — in den Waterweg boven de Noordgeul tengevolge hebben, met eene vermindering van het verschil in de hoogten van H.W. tusschen Rotterdam en den noordelijken mond der Noordgeul.

Een dergelijk verschijnsel, n.l. het ophouden van water bij het vorig ebgetij, doet zich ook over de geheele lengte van den Rotterdamschen Waterweg voor, met betrekking tot de hoeveelheden vloedwater, welke bij den Hoek van Holland binnenkomen en niet door de Noordgeul op de Oude-Maas worden gebracht, alsmede met betrekking tot het bovenwater. Dit verschijnsel moet zich doen kennen door eene vermeerdering van de verschillen in de hoogte van H.W. tusschen Rotterdam en den Hoek van Holland.

Dit effect wordt derhalve door de werking der Noordgeul *versterkt* op het riviervak Noordgeul—Hoek van Holland, doch *verzwakt* op de rivier boven de Noordgeul; hier toch werken die invloeden el-kander tegen.

Naarmate de Oude-Maas zich in den loop der jaren meer heeft ingesteld tot vloedkom voor het Scheur, moet derhalve het hoogwaterverschil in het riviervak Hoek van Holland—Noordgeul bij langdurige stormen vermeerderen, terwijl daarentegen op het vak Noordgeul—Rotterdam het bedoelde effect niet uit de waterstanden zal zijn te onderkennen, omdat het nu eens meer, dan eens minder wordt tegengewerkt of overtroffen door de op den Waterweg, buiten verband met de Noordgeul, optredende verschijnselen. Voor het vak Vlaardingen—Maassluis zijn geen conclusies te maken, omdat de wijzigingen boven en beneden de Noordgeul in aard verschillen.

| Datum.        | Veranderingen der H.W. verschillen 2e — 1e H.W. |                  |                            |                                 | Opmerkingen. |
|---------------|---|------------------|----------------------------|---------------------------------|--------------|
|               | Hoek van Holland.<br>H.W.                       | Voorafg.<br>L.W. | Rotterdam—<br>Vlaardingen. | Vlaar-<br>dingen—<br>Maassluis. |              |
|               | c.M. + N.A.P.                                   | c.M. + N.A.P.    | c.M.                       | c.M.                            | c.M.         |
| 8 Febr. 1889  | 217   | (— 86)           |                            |                                 |              |
| 9 " "         | 276   | ( 52)            | + 3.0                      | + 6.9                           | — 6.7        |
| 25 Nov. 1889  | 186   | (— 54)           |                            |                                 |              |
| 26 " "        | 183   | ( 20)            | — 1.6                      | — 3.4                           | — 7.5        |
| 29 Dec. 1894  | 217   | ( 20)            |                            |                                 |              |
| 30 " "        | 197   | ( 95)            | — 6.0                      | + 0.8                           | — 5.3        |
| 5 Dec. 1895   | 204   | (— 13)           |                            |                                 |              |
| 6 " "         | 230   | ( 65)            | — 5.6                      | — 5.1                           | — 6.6        |
| 6 " "         | 240   | ( 46)            | — 5.1                      | + 7.7                           | + 7.0        |
| 7 " "         | 218   | ( 78)            | — 2.7                      | — 0.3                           | + 8.2        |
| 7 " "         | 268   | ( 99)            | — 1.4                      | — 1.4                           | — 10.9       |
| 8 " "         | 185   | ( 68)            | — 3.6                      | — 5.2                           | — 7.0        |
| 13 Dec. 1895  | 193   | (— 6)            |                            |                                 |              |
| 14 " "        | 180   | ( 78)            | — 2.4                      | + 3.9                           | + 7.6        |
| 16 Jan. 1896  | 212   | (— 17)           |                            |                                 |              |
| 16 " "        | 182   | ( 40)            | + 4.2                      | + 6.2                           | + 1.6        |
| 29 Nov. 1897  | 196   | ( 34)            |                            |                                 |              |
| 29 " "        | 268   | ( 123)           | — 5.5                      | + 2.5                           | — 0.1        |
| 15 Dec. 1898  | 190   | (— 12)           |                            |                                 |              |
| 15 " "        | 201   | ( 28)            | + 1.2                      | — 2.4                           | — 0.2        |
| 27 Jan. 1901  | 190   | (— 61)           |                            |                                 |              |
| 28 " "        | 221   | ( 140)           | — 3.2                      | — 4.4                           | + 3.3        |
| 9 Oct. 1901   | 205   | ( 4)             |                            |                                 |              |
| 10 " "        | 180   | ( 10)            | + 0.2                      | + 2.9                           | — 5.2        |
| 26 Jan. 1902  | 224   | (— 19)           |                            |                                 |              |
| 26 " "        | 238   | ( 53)            | + 2.3                      | — 1.2                           | + 7.6        |
| 21 Nov. 1903  | 197   | (— 32)           |                            |                                 |              |
| 22 " "        | 237   | ( 72)            | + 6.5                      | — 10.9                          | — 1.5        |
| 7 Jan. 1905   | 250   | (— 5)            |                            |                                 |              |
| 7 " "         | 185   | ( 106)           | + 6.4                      | + 0.1                           | + 11.0       |
| 12 Maart 1906 | 297   | ( 1)             |                            |                                 |              |
| 13 " "        | 230   | ( 100)           | + 6.1                      | — 0.4                           | — 3.2        |
| 20 Febr. 1907 | 209   | ( 40)            |                            |                                 |              |
| 21 " "        | 233   | ( 106)           | — 6.7                      | + 1.5                           | — 0.4        |
| 1 Febr. 1908  | 204   | (— 13)           |                            |                                 |              |
| 1 " "         | 209   | ( 60)            | + 1.3                      | + 2.6                           | + 2.4        |
| 1 Nov. 1910   | 194   | ( 9)             |                            |                                 |              |
| 2 " "         | 192   | ( 21)            | — 0.4                      | + 3.4                           | + 6.2        |
| 1 Jan. 1911   | 186   | (— 87)           |                            |                                 |              |
| 2 " "         | 216   | ( 31)            | — 11.0                     | — 4.3                           | + 6.1        |
| 11 Nov. 1912  | 262   | ( 28)            |                            |                                 |              |
| 11 " "        | 180   | ( 60)            | + 8.3                      | — 2.2                           | — 2.7        |
| 18 Sept. 1914 | 182   | (— 24)           |                            |                                 |              |
| 18 " "        | 204   | ( 72)            | — 5.2                      | — 1.8                           | — 3.0        |
| 11 Nov. 1914  | 214   | (— 56)           |                            |                                 |              |
| 12 " "        | 184   | ( 125)           | — 0.3                      | + 3.6                           | — 2.7        |
| 8 Jan. 1916   | 201   | ( 44)            |                            |                                 |              |
| 8 " "         | 200   | ( 11)            | — 1.6                      | — 5.9                           | + 9.1        |
| 13 Jan. 1916  | 200   | (— 46)           |                            |                                 |              |
| 13 " "        | 300   | ( 133)           | — 3.4                      | + 11.4                          | + 6.4        |

De in vorenstaanden staat IV voor de langer dan één getij aanhoudende stormen in het tijdvak 1887—1916 opgemaakte verandering der hoogwatersverschillen, herleid op een gem. tijverschil te Hoek van Holland van 165 c.M. en gem. rivierstand te Arnhem van 900 c.M. + N.A.P., wijzen, gesplitst volgens de meergenoemde tijdvakken 1887—1897, 1898—1905 en 1906—1916, de volgende cijfers uit:

**Verandering verschil H.W. Maassluis—Hoek van Holland.**  
(2°—1° H.W.)

| Periode.            | Aantal. | Totaal. | Gemiddeld. |
|---------------------|---------|---------|------------|
|                     |         | c.M.    | c.M.       |
| 1887—1897 . . . . . | 11      | — 19.7  | — 1.8      |
| 1898—1905 . . . . . | 6       | + 15.0  | + 2.5      |
| 1906—1916 . . . . . | 10      | + 18.2  | + 1.8      |
| 1887—1916 . . . . . | 27      | 13.5    | + 0.5      |

**Verandering verschil H.W. Rotterdam—Vlaardingen.**  
(2°—1° H.W.)

| Periode.            | Aantal. | Totaal. | Gemiddeld. |
|---------------------|---------|---------|------------|
|                     |         | c.M.    | c.M.       |
| 1887—1897 . . . . . | 11      | — 9.3   | — 0.8      |
| 1898—1905 . . . . . | 6       | + 13.4  | + 2.2      |
| 1906—1916 . . . . . | 10      | — 12.9  | — 1.3      |
| 1887—1916 . . . . . | 27      | — 8.8   | — 0.3      |

In de eerste reeks zit een zekere gang, in de tweede niet. Wegens het verschil in het aantal en den aard der stormen, kunnen uit de cijfers uiteraard geen verdere conclusies worden getrokken. De gemiddelden wijzen er op, dat eventueele veranderingen slechts van geringen aard kunnen zijn geweest.

Zooals uit het voorafgaande onderzoek is gebleken, beperkt zich de verlaging van de H.W.-standen bij stormvloed op den Rotterdamschen Waterweg door den invloed van de open verbinding aan de oostpunt van Rozenburg tot zeer kleine waarden. Ook met de mogelijke verhooging van die H.W.-standen bij langer dan één getij aanhoudende stormen is dat het geval, zooals uit de volgende beschouwing kan blijken.

Voor de stormvloeden met twee achtereenvolgende H.W.-standen te Hoek van Holland boven 1.80 M. + N.A.P., zijn bekend de afwijkingen tusschen de waargenomen vloedhoogte te Rotterdam en die, welke berekend is volgens de formule voor het H.W. te Rotterdam afgeleid in Hoofdstuk IV, § 22 op blz. 67 en volgens de methode aangegeven in Hoofdstuk IV, § 24 blz. 88. Men kan hieruit nagaan, of er een systematisch verschil  $\Delta$  bestaat tusschen de beide afwijkingen der berekende en waargenomen waarden van twee op elkaar volgende hoogwaters.

De uitkomsten zijn in onderstaande tabel vermeld.

| PERIODE.            | Aantal. | Hoek van Holland. |                 | Rotterdam.  |                          |
|---------------------|---------|-------------------|-----------------|---|--------------------------|
|                     |         | Gem. 1°<br>H.W.   | Gem. 2°<br>H.W. | Verschil $\Delta$ tusschen de afwijkingen waarn. — berek. |                          |
|                     |         |                   |                 | volgens formule blz. 67.                                  | volgens methode blz. 88. |
|                     |         | c.M. + N.A.P.     | c.M. + N.A.P.   | c.M.  | c.M.                     |
| 1887—1896 . . . . . | 8       | 217               | 206             | 1   | 3                        |
| 1897—1906 . . . . . | 8       | 219               | 220             | 6   | 7                        |
| 1907—1916 . . . . . | 9       | 206               | 213             | 5   | 6                        |
| 1887—1916 . . . . . | 25      | 214               | 213             | 4.3   | 5.6                      |

Afgezien van kleine verschillen geven de volgens beide methoden berekende afwijkingen aan, dat inderdaad het tweede H.W. te Rotterdam gemiddeld 4 à 5 c.M. hoger uitvalt.

Een rangschikking naar den gemiddelden hoogwaterstand te Hoek van Holland bij het 1ste en 2e getij gaf de uitkomst in onderstaande tabel.

| Gemiddeld hoogwater te Hoek van Holland. | Aantal. | Verschil $\Delta$ tusschen de afwijkingen waarn. — bereken. |                          |
|--|---------|---|--------------------------|
|  |         | volgens formule blz. 67.                                    | volgens methode blz. 88. |
|  |         | c.M.  | c.M.                     |
| < 200 . . . . .                          | 8       | 1   | 1                        |
| 200—219 . . . . .                        | 8       | 1   | 3                        |
| 220—239 . . . . .                        | 6       | 7   | 9                        |
| > 240 . . . . .                          | 3       | 11  | 14                       |

Bij hogere zeestanden schijnt dus het effect van een verhooging te Rotterdam bij het 2<sup>de</sup> getij van een langer dan één getij aanhoudenden storm vrij snel toe te nemen; echter in het zeer ongunstige geval van twee op elkaar volgende vloed, die te Hoek van Holland gemiddeld boven 240 c.M. blijven (dit zijn de datums 8-9 Februari 1889, 12-13 Maart 1906 en 13 Januari 1916), wordt de verhooging te Rotterdam toch niet meer dan een 11 à 14 c.M.

Hieraan dient nog te worden toegevoegd, dat er geen enkele reden zou zijn om een dergelijke verhooging uitsluitend of voornamelijk aan ebwater uit de Noordgeul toe te schrijven. Het verschijnsel zou zich evengoed kunnen voordoen, indien de Noordgeul niet bestond; bij zoo hoogen stuw op de kust zal ook het vloedwater, dat voorbij Rotterdam stroomt, niet ten volle zeewaarts kunnen afvloeien, zoodat men het aandeel van de Noordgeul, indien het bestaat, véél lager zou moeten schatten.

Genoeg zij het te constateeren, dat de Noordgeul, naast het effect van de hoogwaterstanden op den Waterweg ook bij stormvloed, evenals onder gewone omstandigheden, in het algemeen iets te verlagen, daarnaast bij langdurig aanhoudende stormen het effect *kan* hebben van de hoogwaterstanden iets te verhoogen.

De twee invloeden zullen elkander nu eens opheffen, dan weder een verschil in den een of anderen zin laten, doch in elk geval is die resulterende invloed onder de thans bestaande omstandigheden zeer gering.

### Invloed van mogelijke fouten in de peilschalen.

Zij de fout in de peilschaal voor

|              |   |     |      |
|--------------|---|-----|------|
| Maassluis    | = | $a$ | c.M. |
| Vlaardingen  | = | $b$ | „    |
| Nieuwesluis  | = | $c$ | „    |
| Spijkensisse | = | $d$ | „    |

en wordt aangenomen, dat deze fouten sinds 1887 onveranderd zijn gebleven — voor een andere onderstelling bestaat geen feitelijke grondslag — dan moeten de hoogwaterlijnen als op bijlage 39 geteekend, voor elke windrichting met dezelfde fout worden gecorrigeerd.

De fout in den volgens rechtlijnige interpolatie berekenden stand bij de Noordgeul wordt:

|                      |               |      |
|----------------------|---------------|------|
| in den Waterweg      | $0.2a + 0.8b$ | c.M. |
| in de Brielsche Maas | $0.4c + 0.6d$ | „    |

De fout  $\Delta$  in het verschil van H.W. in Brielsche Maas en in Waterweg wordt dan:

$$\Delta = 0.4c + 0.6d - 0.2a - 0.8b \text{ c.M.}$$

Deze fout  $\Delta$  komt voor in elk der gemiddelde verschillen (H.W. Brielsche Maas — H.W. Waterweg), zooals die in de verschillende staten van bijlage 3 zijn opgegeven.

In een vergelijking der verschillen valt de fout  $\Delta$  geheel weg, zoodat voor een vergelijking der verschillen onder verschillende omstandigheden, een foutieve stand der peilschalen geen invloed uitoefent en de in de staten gegeven cijfers zonder correctie kunnen worden gebruikt.

Voorts geldt dezelfde fout  $\Delta$  voor het verschil van H.W. onder gewone omstandigheden en bij stormvloeden, zoodat ook bij eene vergelijking van de verschillen onder beide omstandigheden, de fouten in de peilschalen geheel wegvallen en de cijfers, waarop de conclusie is gebaseerd, kunnen worden gebruikt.

Ten slotte zij nog opgemerkt, dat de berekende stijgingen per uur geheel onafhankelijk zijn van eenige fout in de peilschalen, zoodat ook de cijfers in den staat III van bijlage 3 door een fout in de peilschalen geen wijziging ondergaan.



Eenig gegeven omtrent de mogelijke grootte van de fout  $\Delta$  in het verschil H.W. Brielsche Maas en Waterweg kan worden verkregen door een vergelijking van de waarde, welke voor dit verschil wordt gevonden door berekening uit de H.W.standen, afgelezen aan de peilschalen te Maassluis, Vlaardingen, Nieuwesluis en Spijkenisse, met de waarde welke voor dit verschil wordt gevonden uit de H.W.standen, afgelezen aan de door de Commissie ter weerszijden van de Noordgeul geplaatste peilschalen.

Deze laatste twee peilschalen zijn ten opzichte van elkaar, geheel onafhankelijk van de andere peilschalen, gelijk gesteld, zoodat in het verschil van de H.W.standen, afgeleid uit deze 2 peilschalen, geen fout  $\Delta$  zit, terwijl dit in het verschil der H.W.standen, afgeleid uit de eerstgenoemde 4 peilschalen, wel het geval is.

Voor een juiste vergelijking is voor de maanden Juni, Juli, Augustus en September 1917, voor welke maanden het verschil der H.W.standen, afgeleid uit de beide peilschalen ter weerszijden van de Noordgeul, in bijlage 3 is opgegeven, dit verschil eveneens uitgerekend uit de H.W.standen, afgelezen aan de peilschalen te Maassluis, Vlaardingen, Nieuwesluis en Spijkenisse.

De uitkomsten volgens beide methoden zijn in onderstaanden staat vermeld.

| Maand.              | Verschil H.W. Brielsche Maas en Waterweg.                     |   |
|---------------------|---|---|
|                     | afgeleid uit de peilschalen ter weerszijden van de Noordgeul. | afgeleid uit de H.W.standen aan de peilschalen te Maassluis, Vlaardingen, Nieuwesluis en Spijkenisse. |
| 1917:               | c.M.  | c.M.  |
| Juni . . . . .      | 4.2   | 3.6   |
| Juli . . . . .      | 2.0   | 4.4   |
| Augustus . . . . .  | 3.1   | 2.2   |
| September . . . . . | 2.0   | 2.2   |
| Gemiddeld . . . . . | 2.8   | 3.1   |

Uit een vergelijking van bovenstaande cijfers kan wel worden afgeleid dat, waar voor het gemiddelde van 4 maanden, volgens de 1e methode, voor het verschil *zonder* fout  $\Delta$  wordt gevonden 2.8 c.M. en volgens de 2e methode voor het verschil *met* fout  $\Delta$  wordt gevonden 3.1 c.M., de fout  $\Delta$ , welke volgens deze gemiddelde cijfers zou bedragen — 0.3 c.M., niet van veel beteekenis zal kunnen zijn.

Op grond van deze cijfers is het waarschijnlijk te achten, dat de fout  $\Delta$  zal liggen ongeveer tusschen de grenzen — 2 en + 1 c.M.

Voor  $\Delta = + 1$  c.M. d.w.z. dat in werkelijkheid de standen in de Brielsche Maas 1 c.M. hooger zijn, vergeleken bij die in den Waterweg, wordt het maximum berekende verschil in H.W. ter weerszijden van de Noordgeul 8 c.M. in plaats van 7 c.M. en het aantal stormen waarbij het totale verschil méér dan 4 c.M. was in plaats van 10, zooals in de bijlage 3 op blz. 148 is opgegeven, 26, terwijl voor  $\Delta = - 2$  c.M. het maximum verschil 5 c.M. en het aantal met een verschil van meer dan 4 c.M. één wordt.

Ten slotte zij er nog op gewezen dat, zooals ook reeds werd opgemerkt, door de aanname van een rechtlijnig verloop van de H.W. lijn tusschen Nieuwesluis en Spijkenisse de H.W. stand bij de Noordgeul in de Brielsche Maas vermoedelijk 1 à 2 c.M. te hoog wordt berekend, zoodat dus het gevolg van een fout  $\Delta = + 1$  c.M. door de onderstelling van een vloeiend verloop van de H.W. lijn reeds geheel zou worden opgeheven.

Ook in het ongunstigste geval kan dus de uitspraak, dat ook bij stormvloed, evenals onder gewone omstandigheden, tijdens den vloed het water van den Waterweg naar de Brielsche Maas stroomt, gehandhaafd blijven.

## Verslag Sub-Commissie B<sub>II-III</sub>.

In de vergadering van afdeling *B* der Staatscommissie van 4 Mei 1916 werd aan een Sub-commissie *B<sub>II</sub>* — later met de Sub-commissie *B<sub>III</sub>* gecombineerd — opgedragen de redenen na te gaan van het hooger oplopen van stormvloeden aan de Brielsche Maas dan in den Waterweg en te Vlaardingen dan te Spijkenisse.

De Sub-commissie heeft gemeend in de eerste plaats de gegevens te moeten verzamelen, noodig om te kunnen beoordeelen of, en zoo ja, in welke mate dit hooger oplopen bij stormvloed werkelijk plaats vindt. Onder gewone omstandigheden zijn de hoogwaterstanden in den mond van de Brielsche Maas hooger dan in den Waterweg, terwijl H.W. te Vlaardingen lager is dan te Spijkenisse, zooals blijkt uit de hieronder opgegeven gemiddelde hoogwaterstanden, M.V. 1901—1910 <sup>1)</sup>.

### Gem. H.W. 1901—1910 in c.M. + N.A.P.

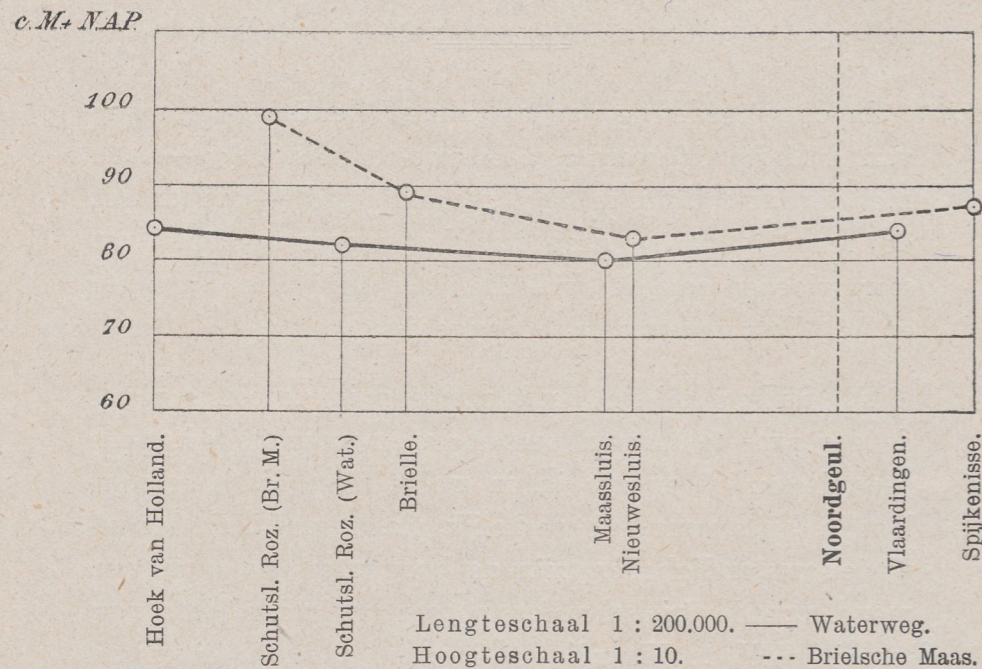
| Waterweg.                        | Brielsche Maas.                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| Hoek van Holland . . . . . 84    | Schutsluis Rozenburg. . . . . 99 |
| Schutsluis Rozenburg. . . . . 82 | Brielle . . . . . 89             |
| Maassluis . . . . . 80           | Nieuwesluis . . . . . 83         |
| Vlaardingen . . . . . 84         | Spijkenisse . . . . . 87         |

In fig. 1 zijn de lijnen welke de punten van gem. H.W. 1901—1910 verbinden geteekend, waarbij de rivieren ter plaatse van de Noordgeul op elkaar zijn geplaatst.

<sup>1)</sup> Onder M.V. wordt verstaan de gemiddelde hoogwaterstand gedurende de zes zomermaanden, gerekend van 1 Mei—1 November.

Fig. 1.

## Lijnen van Gem. H.W. 1901—1910.



Het H.W. loopt onder gewone omstandigheden in den mond van de Brielsche Maas hooger op dan in den Waterweg en dat verschil neemt binnenwaarts spoedig af, zoodat bij Maassluis en Nieuwesluis het gem. H.W. slechts enkele c.M. verschilt.

Het hooger oploopen der hoogwaterstanden in den mond van de Brielsche Maas dan in den mond van den Waterweg is voor een zeer klein gedeelte het gevolg van de zuidelijker ligging van de Brielsche Maas.

De hoogwaterstanden langs de kust van Vlissingen tot den Helder nemen nl. vrijwel geleidelijk van zuid naar noord in hoogte af, hetgeen uit onderstaande gem. hoogwaterstanden 1901—1910 kan blijken.

Gem. H.W. 1901—1910 in c.M. + N.A.P.

|  |     |
|--|-----|
| Wielingen . . . . .                      | 177 |
| Westkapelle . . . . .                    | 159 |
| Repart (Brouwershavensche gat) . . . . . | 111 |
| Hoek van Holland . . . . .               | 84  |
| Scheveningen . . . . .                   | 86  |
| Katwijk . . . . .                        | 82  |
| IJmuiden . . . . .                       | 70  |
| Petten . . . . .                         | 45  |
| den Helder . . . . .                     | 36  |

In zee zal dus zeer waarschijnlijk voor den mond van de Brielsche Maas de hoogwaterstand iets hooger zijn dan voor den mond van den Waterweg.

Om nu na te gaan in hoeverre de stormvloed in de Brielsche Maas hooger oploopt dan in den Waterweg en te Vlaardingen hooger dan te Spijkenisse en zoo ja, door welke oorzaken, dient rekening te worden gehouden met het verschijnsel dat zich onder gewone omstandigheden voordoet, en moet derhalve onderscheid worden gemaakt tusschen de absolute hoogteverschillen en de verschillen ten opzichte van de hoogwaterstanden onder gewone omstandigheden.

In het volgende zal achtereenvolgens het vergelijkend onderzoek voor Brielsche Maas en Waterweg, waarmede bedoeld werden de riviervakken tusschen de zee en de Noordgeul, en voor Vlaardingen en Spijkenisse worden ingesteld, om ten slotte de conclusies te behandelen.

#### A. Brielsche Maas en Waterweg.

Ten einde eene vergelijking tusschen de hoogwaterstanden bij stormvloed in beide rivieren te kunnen treffen, is het noodzakelijk het gemiddelde van een groot aantal stormvloeden te beschouwen, daar uit enkele waarnemingen uiteraard geen betrouwbare gevolgtrekkingen kunnen

worden gemaakt en ook omdat voor de Brielsche Maas niet over waterstanden, door een registreerende peilschaal opgeteekend, kan worden beschikt.

Is het reeds dikwijls niet mogelijk om, op enkele c.M. nauwkeurig, uit de aantekeningen van een registreerende peilschaal den juisten hoogwatertop af te lezen, bij de waarnemingen aan een gewone peilschaal verricht kunnen deze aantekeningen dikwijls eenige c.M. fout zijn, daar een waarnemer bij stormweder zelden de juiste hoogte en het juiste tijdstip zal treffen.

Dikwijls toch vertoont een getijlijn twee toppen, welke soms in tijd een uur of meer verschillen en waartusschen het water meer of minder is gedaald. Dergelijke dubbele toppen worden bij een registreerende peilschaal natuurlijk wel aangeteekend, doch door een waterwaarnemer vrijwel nimmer opgenomen. Zoodra het water maar eenigszins gaat dalen, zal de waarnemer zich verwijderen, in de meening het H.W. te hebben waargenomen, terwijl dit dikwijls geenszins het geval is geweest.

Waar nu langs de Brielsche Maas geen registreerende peilschalen zijn geplaatst, dient men met te meer reden zijn toevlucht te nemen tot het gemiddelde van een groot aantal waarnemingen, teneinde de gewone waarnemingsfouten, althans voor een groot deel, te elimineeren. Nochthans zal het gemiddelde H.W., afgeleid uit de waarnemingen aan een gewone peilschaal, steeds iets te laag zijn, omdat uit het gemiddelde niet de fout verdwijnt, welke ontstaat doordat bij twee hoogwatertoppen alleen de laagste top mocht zijn waargenomen.

Ter bepaling van de gemiddelde hoogwaterstanden bij stormvloed zijn voor alle stormen, voorgekomen in het tijdvak 1887—1917, waarbij het H.W. te Hoek van Holland een hoogte van 1.80 M. + N.A.P. bereikte, d.i. bijna 1 M. boven gewoon H.W., de H.W.-standen en de tijdstippen van H.W. aan de peilschalen te Rozenburg

(Schutsluis Brielsche Maaszijde), Brielle, Nieuwesluis en Spijkenisse eenerzijds en Hoek van Holland, Rozenburg (Schutsluis Waterwegzijde), Maassluis en Vlaardingen anderzijds opgezocht en zijn daaruit de rekenkundig gemiddelden bepaald. Een groot aantal stormvloeden kon wegens gebrek aan voldoende gegevens niet worden benut, zoodat er van de totaal in die jaren voorgekomen 146 stormvloeden 81 konden worden onderzocht.

Nadat het gemiddelde van deze 81 waterstanden bij stormvloed voor elke plaats was bepaald, werden ter vergelijking de verschillen in stand en tijd met Hoek van Holland opgemaakt.

In onderstaande tabel zijn die verschillen in hoogte, zoowel voor den gemiddelden stormvloed als voor het gemiddeld H.W. 1901—1910 naast elkaar opgegeven en bovendien telkens het verschil van beide onderling.

Dit verschil geeft dus aan de afwijking van het verschil met H.W. te Hoek van Holland bij stormvloed ten opzichte van gewoon H.W.

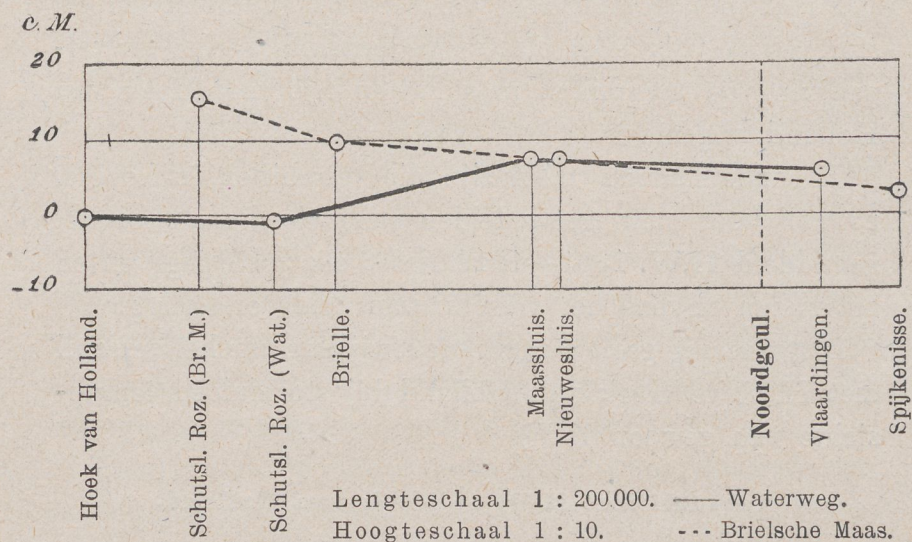
**Vershil met H.W. te Hoek van Holland.**

| P L A A T S.              | Gemiddeld<br>voor<br>81 storm-<br>vloeden. | Gemiddeld<br>H.W.<br>1901—1910. | Vershil<br>1—2. |
|---------------------------|--|---------------------------------|-----------------|
|                           | 1.   | 2.                              |                 |
| <b>Waterweg.</b>          | c.M.                                       | c.M.                            | c.M.            |
| Schutsluis Rozenburg. . . | —2.7                                       | —2.0                            | —0.7            |
| Maassluis . . . . .       | 3.7  | —4.0                            | 7.7             |
| Vlaardingen . . . . .     | 5.7  | 0.0                             | 5.7             |
| <b>Brielsche Maas.</b>    |  |                                 |                 |
| Schutsluis Rozenburg. . . | 30.2                                       | 15.0                            | 15.2            |
| Brielle . . . . .         | 14.9                                       | 5.0                             | 9.9             |
| Nieuwesluis . . . . .     | 6.2  | —1.0                            | 7.2             |
| Spijkenisse. . . . .      | 5.8  | 3.0                             | 2.8             |

In fig. 2 zijn de afwijkingen van het verschil met H.W. te Hoek van Holland bij stormvloed t/o van het gewoon H.W. (de cijfers van de laatste kolom) uitgezet en door lijnen verbonden.

Fig. 2.

**Afwijkingen van het verschil met H.W. te Hoek van Holland bij 81 stormvloeden t/o van het verschil bij gem. H.W. 1901—1910.**



Hieruit blijkt duidelijk, dat wel de H.W.-standen in den mond van de Brielsche Maas bij stormvloed in vergelijking van H.W. onder gewone omstandigheden hoger oploopen dan in den mond van den Waterweg, doch dat dit verschijnsel naar binnen toe spoedig afneemt en voorbij de Noordgeul zelfs in teeken omkeert.

Bij Schutsluis Rozenburg is de stormvloed gemiddeld in de Brielsche Maas 30 c.M. hoger dan aan den Hoek en 33 c.M. hoger dan in den Waterweg bij de Schutsluis Rozenburg. Het gewone H.W. is 15 c.M. hoger dan aan den Hoek en 17 c.M. hoger dan in den Waterweg, zoodat bij stormvloed een hoger oploopen ter plaatse van ongeveer 16 c.M. valt te constateeren. Bij de beoor-

deeling van dit verschijnsel dient wel in aanmerking genomen te worden, dat de plaats van de peilschaal aan de schutsluis niet zeer gunstig is om een juiste voorstelling van de stormvloedshoogte in de Brielsche Maas te verkrijgen, daar de peilschaal niet aan de rivier doch ongeveer 1000 M. naar binnen ligt.

Het zelfde bezwaar geldt, hoewel in mindere mate, voor de peilschaal te Brielle, welke evenmin aan de rivier, doch ongeveer 800 M. naar binnen is gelegen.

Over het algemeen toch zal in een doodlopenden zijtak het H.W. iets hoger uitvallen dan in de rivier zelve, tenzij er afwaaiing plaats heeft, zooals vermoedelijk bij de peilschaal te Brielle het geval is bij Zuidwester- en Westerstorm.

Hoe dit zij, uit bovenstaande cijfers mag worden vastgesteld, dat inderdaad de stormvloed nabij den mond van de Brielsche Maas hoger oploopt dan in den Waterweg, doch dat meer binnenwaarts de verschillen afnemen. Voor Nieuwesluis, dat ongeveer even ver binnenwaarts is gelegen als Maassluis, is de afwijking van stormvloed t/o van gewonen vloed reeds 0.5 c.M. minder dan te Maassluis. Nabij de Noordgeul, waar beide rivieren in open verbinding met elkander staan, zijn de onderlinge verschillen bijna nihil.

Wat nu betreft de oorzaak van het hoger oploopen van een stormvloed in de Brielsche Maas dan in den Waterweg, valt reeds dadelijk het oog op het verschil in vorm van den mond van de Brielsche Maas en van den mond van den Waterweg. Terwijl zich de mond van den Waterweg binnenwaarts slechts weinig vernauwt, neemt daarentegen de mond van de Brielsche Maas van zee tot ongeveer bij het Kanaal door Rozenburg, dat is over omstreeks 6 K.M. lengte, zeer sterk in breedte af.

Het is niet wel mogelijk om voor dien mond zuiver

de werkzame profielbreedte aan te geven, omdat door het flauw hellende strand de breedte vrij sterk met de hoogte van het water verandert en bovendien verschillende banken in het profiel voorkomen.

Als zeeëinde van den mond kan K.M.raai 169, zie bijlage 33, ongeveer in de kustlijn vallende worden aangenomen, terwijl K.M.raai 164 bij de Steenenbaak, waar de rivier een meer gelijkmatigen vorm krijgt, als rivierzijde van den eigenlijken mond kan gelden.

De breedten in de K.M. raaien 169—164, gemeten ongeveer op de hoogte van H.W., zijn als volgt:

| K.M. raai | Breedte op H.W. (globaal) |
|-----------|---------------------------|
| 169       | 2500 M.                   |
| 168       | 2500 „                    |
| 167       | 1400 „                    |
| 166       | 800 „                     |
| 165       | 800 „                     |
| 164       | 800 „                     |

Van K.M.raai 164 binnenwaarts neemt de breedte nog wel af, doch in veel mindere mate; de trompetvorm gaat hier over in den trechtervorm.

Waar zich nu voorts voor den mond der Brielsche Maas de ondiepe Maasvlakte uitstrekt, in verband waarmee hier de meest gunstige voorwaarden voor opwaaiing van het water aanwezig zijn, daar behoeft het zeker niet te verwonderen, dat naast het gewone verschijnsel, dat onder normale omstandigheden tengevolge van de trechterwerking de H.W.-standen van zee naar binnen toe wellicht 10 à 15 c.M. oploopen, zich hier het geval voordoet, dat bovendien bij stormvloed dat oploopen door sterke opwaaiing wordt vergroot en tot een 30 c.M. kan stijgen.

Eenig gegeven omtrent de opwaaiing in den mond van de Brielsche Maas kon worden verkregen uit de stormvloedstanden welke in 1917 aan de op voorstel van

Sub-commissie B<sub>VI</sub> te Oostvoorne geplaatste peilschaal zijn afgelezen. Na de plaatsing van deze peilschaal zijn 7 stormvloeden met een H.W. boven 1.80 M. + N.A.P. te Hoek van Holland voorgekomen. Dit aantal is uiteraard te gering om met eenige zekerheid een maat voor de opwaaiing te kunnen vaststellen, het kan echter als gemiddelde een benadering geven.

De gemiddelde H.W.-stand voor de zeven stormvloeden was ongeveer:

|   |                   |
|---|-------------------|
| te Hoek van Holland. . . . .              | 225 c.M. + N.A.P. |
| te Oostvoorne. . . . .                    | 240 c.M. + N.A.P. |
| te Schutsl. Rozenburg (Br. Maas). . . . . | 264 c.M. + N.A.P. |

zoodat dus de stand aan de Schutsluis gemiddeld ongeveer 24 c.M. hooger was dan te Oostvoorne en te Oostvoorne nog ongeveer 15 c.M. hooger dan te Hoek van Holland.

Ten einde na te gaan of het hooger oploopen in den mond van de Brielsche Maas in zekere mate afhankelijk is van de windrichting, werd van de 81 beschouwde stormvloeden een indeeling naar de windrichting opgesteld, waarbij echter voor slechts 3 windrichtingen een voldoende aantal ter bepaling van een betrouwbaar gemiddelde beschikbaar was.

Van de 81 stormvloeden kwamen er n.l. voor:

|    |             |
|----|-------------|
| 21 | bij wind W. |
| 36 | „ „ WNW.    |
| 14 | „ „ NW.     |

te zamen 71

terwijl van de overige 10 stormvloeden er voorkwamen

|   |              |
|---|--------------|
| 1 | bij wind ZW. |
| 5 | „ „ WZW.     |
| 4 | „ „ NNW.     |

Voor de gemiddelden bij de richtingen W., WNW. en NW. werd voor het gemiddelde verschil van de stormvloedshoogte met Hoek van Holland het volgende gevonden :

| PLAATS.                          | W<br>(21) | WNW<br>(36) | NW<br>(14) | Gemiddelde<br>van <i>alle</i><br>waar-<br>nemingen.<br>(81) |
|----------------------------------|-----------|-------------|------------|---|
|                                  | c.M.      | c.M.        | c.M.       | c.M.  |
| Schutsluis Rozenburg (Br. Maas). | 33.3      | 30.0        | 27.3       | 30.2  |
| Brielle . . . . .                | 18.6      | 14.9        | 15.0       | 14.9  |
| Nieuwesluis . . . . .            | 7.9       | 6.6         | 6.3        | 6.2   |

Deze cijfers toonen wel aan, dat er eenig verband bestaat tusschen het verschil van H.W. in de Brielsche Maas met H.W. te Hoek van Holland en de windrichting, in dien zin dat bij Schutsluis Rozenburg bij wind W dit verschil grooter en bij NW kleiner is dan het gemiddelde van alle waarnemingen en bij Brielle en Nieuwesluis bij WNW en NW-wind de verschillen ongeveer gelijk aan 't gemiddelde zijn en bij W-wind iets grooter zijn. De verschillen kunnen echter reeds voldoende verklaring vinden in de op- en afwaaiing aan de rivieroeveren en in de toeleidingskanalen naar de plaats der peilschalen, zoodat wel de gevolgtrekking kan worden gemaakt, dat het hooger oploopen van de stormvloedstanden in den mond van de Brielsche Maas slechts in geringe mate afhankelijk is van de windrichting. De beschikbare gegevens zijn echter niet voldoende om hieromtrent een nauwkeurig beeld te kunnen vaststellen.

Uit het feit dat ook onder gewone omstandigheden, dus zonder storminvloed, de H.W.-standen in den mond van de Brielsche Maas belangrijk hooger oploopen dan in den mond van den Waterweg en dit hooger oploopen

bij stormvloed in sterkere mate voorkomt, doch slechts in geringe mate afhankelijk blijkt van de windrichting, kan wel met vrij groote zekerheid worden vastgesteld, dat de redenen van dit hooger oploopen in hoofdzaak zijn gelegen in de groote breedte en den vorm van den riviermond en in de aanwezigheid der Maasvlakte voor dien mond.

Wat nu het gedeelte van de Brielsche Maas boven de Schutsluis bij Rozenburg betreft, kan het volgende worden opgemerkt.

Hoewel hier binnenwaarts de breedten en profielsinhouden eenigszins verminderen, neemt daarentegen de waterberging bij stormvloed belangrijk toe en wel in sterkere mate dan op den Rotterdamschen Waterweg.

In onderstaanden staat zijn ter vergelijking van de omstandigheden, voor Brielsche Maas en Waterweg geldende, voor elke K.M.-raai van den mond tot aan de Noordgeul de profielsinhouden, breedten en gemiddelde diepten bij gem. H.W. 1901—1910 opgegeven, voor de Brielsche Maas volgens de peilingen van 1914 en voor den Waterweg volgens die van 1915.

De Brielsche Maas is hierbij verdeeld in drie vakken, n.l.:

1°. van Schutsluis Rozenburg tot nabij Brielle,

2°. van Brielle tot nabij Nieuwesluis,

3°. van Nieuwesluis tot nabij de Noordgeul,

en de Waterweg in twee vakken n.l.:

1°. van Hoek van Holland (benedeneinde Doorgraving) tot nabij Maassluis,

2°. van Maassluis tot nabij de Noordgeul.

Voor elk der vakken zijn de gemiddelden van de inhouden, breedten en diepten uitgerekend.

| Waterweg.   |                |                                    |                        |                               | Brielsche Maas.   |                |                                    |                        |                               |
|---|----------------|------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---|----------------|------------------------------------|------------------------|-------------------------------|
| VAK.  | K.M.-<br>raai. | Profiels-<br>inhoud<br>bij<br>H.W. | Breedte<br>bij<br>H.W. | Gem.<br>diepte<br>bij<br>H.W. | VAK.  | K.M.-<br>raai. | Profiels-<br>inhoud<br>bij<br>H.W. | Breedte<br>bij<br>H.W. | Gem.<br>diepte<br>bij<br>H.W. |
| Hoek<br>van Holland<br>tot<br>Maassluis.            | 172            | M <sup>2</sup> .<br>4390           | M.<br>650              | M.<br>6.8                     | Schutsluis<br>tot Brielle.                              | 163            | M <sup>2</sup> .<br>3435           | M.<br>610              | M.<br>5.6                     |
|   | 171            | 4060                               | 520                    | 7.8                           |   | 162            | 2256                               | 480                    | 4.7                           |
|   | 170            | 4188                               | 635                    | 6.6                           |   | 161            | 2807                               | 620                    | 4.5                           |
|   | 169            | 4190                               | 615                    | 6.8                           |   | gemidd.        | 2833                               | 570                    | 4.9                           |
|   | 168            | 4026                               | 615                    | 6.6                           |   |                |                                    |                        |                               |
|   | 167            | 4226                               | 640                    | 6.6                           | Brielle tot<br>Nieuwsluis.                              | 160            | 2307                               | 430                    | 5.4                           |
|   | 166            | 4378                               | 620                    | 7.1                           |   | 159            | 2570                               | 570                    | 4.5                           |
|   | 165            | 3912                               | 580                    | 6.8                           |   | 158            | 2246                               | 420                    | 5.3                           |
|   | 164            | 4108                               | 560                    | 7.3                           |   | 157            | 2197                               | 430                    | 5.0                           |
|   | 163            | 4442                               | 555                    | 8.0                           |   | 156            | 2067                               | 440                    | 4.7                           |
|   | 162            | 3858                               | 545                    | 7.1                           |   | 155            | 1791                               | 340                    | 5.3                           |
|   | 161            | 4102                               | 530                    | 7.7                           |   | 154            | 1736                               | 330                    | 5.3                           |
| gemidd.   | 4157           | 589                                | 7.1                    | gemidd.                       | 2131  | 423            | 5.1                                |                        |                               |
| Maassluis<br>tot<br>Noordgeul.                      | 160            | 4090                               | 550                    | 7.4                           | Nieuwsluis<br>tot<br>Noordgeul.                         | 153            | 1586                               | 250                    | 6.3                           |
|   | 159            | 4072                               | 510                    | 8.0                           |   | 152            | 1684                               | 370                    | 4.6                           |
|   | 158            | 4530                               | 570                    | 7.9                           |   | 151            | 1794                               | 430                    | 4.2                           |
|   | 157            | 4206                               | 490                    | 8.6                           |   | 150            | 1719                               | 430                    | 4.0                           |
|   | 156            | 4460                               | 485                    | 9.2                           |   | 149            | 1357                               | 280                    | 4.9                           |
|   | 155            | 4342                               | 475                    | 9.1                           |   | 148            | 1683                               | 260                    | 6.5                           |
|   | 154            | 4572                               | 540                    | 8.5                           |   | gemidd.        | 1640                               | 337                    | 5.1                           |
| gemidd.   | 4325           | 517                                | 8.4                    |                               |   |                |                                    |                        |                               |
| Totaal<br>van Hoek van<br>Holland tot<br>Noordgeul. | gemidd.        | 4218                               | 562                    | 7.6                           | Totaal van<br>Schutsluis<br>Rozenburg tot<br>Noordgeul. | gemidd.        | 2077                               | 418                    | 5.0                           |

Uit de opgegeven cijfers blijkt reeds dadelijk het verschil in de verandering der afmetingen van beide rivieren.

Bij de Brielsche Maas neemt de inhoud en ook de breedte geleidelijk af, en blijft de gemiddelde diepte ongeveer onveranderd n.l. ongeveer 5.— M., terwijl bij den Waterweg wel de breedte afneemt doch de inhoud toe-

neemt, omdat de gemiddelde diepte binnenwaarts nog grooter wordt. Over de geheele lengte beschouwd, is de diepte in den Waterweg bij gewoon H.W. ruim 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> maal zoo groot als in de Brielsche Maas.

De stroomsnelheden bij het binnenstroomen van het vloedwater zullen dus, bij gelijk verhang in beide rivieren, in den Waterweg grooter zijn dan in de Brielsche Maas, daar de weerstand bij minder diepte grooter is en globaal gerekend bij eenzelfde verhang en gelijken weerstand de snelheid ongeveer evenredig is aan den wortel uit de diepte. De stroomsnelheden in den Waterweg zullen dus bij gelijk verhang meer dan 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub> maal zoo groot zijn als in de Brielsche Maas.

Dit werd bij de gelijktijdig op 31 Mei 1917 op beide rivieren verrichte metingen dan ook geconstateerd. De maximum gemiddelde stroomsnelheid in het drijfvak tijdens den vloed bedroeg toen in den Waterweg 1.46 M./sec. en in de Brielsche Maas 0.91 M./sec.

Wat nu de instrooming bij stormvloed betreft, moet worden opgemerkt dat alsdan de verhouding der diepten voor de Brielsche Maas gunstiger wordt. Uitgaande, om de gedachten te bepalen, van een hoogen stormvloed, ter hoogte van bijv. 2 M. boven gewoon H.W., dat is ongeveer de hoogte van 13/14 Januari 1916, wordt de gem. diepte van het profiel dat ook bij gewoon H.W. gevuld is, met 2 M. vergroot en dus voor de Brielsche Maas van 5 op 7 M., voor den Waterweg van 7,6 op 9.6 M. gebracht. In de Brielsche Maas wordt bij hoogen stormvloed de diepte derhalve met 40 pct. en in den Waterweg met 26 pct. vergroot, zoodat de Brielsche Maas in verhouding tot gewonen vloed meer water zal aanvoeren dan de Waterweg.

Ook de waterberging bij stormvloed wordt in de Brielsche Maas in verhouding veel grooter dan in den Waterweg. De hoeveelheid water welke door den mond van een rivier bij vloed naar binnen stroomt, is niet



alleen afhankelijk van de afmetingen van de rivier, doch ook van het waterbergend vermogen buiten het stroombed. Naarmate de gelegenheid tot waterberging grooter wordt, neemt wel de aanvoer van water toe, doch zullen de waterstanden binnenwaarts toch lager blijven.

Afgezien van den invloed van den afvoer der bovenrivier, zal bij een benedenrivier het H.W. binnenwaarts geleidelijk in hoogte afnemen, zoodat de opeenvolgende punten van H.W. vrijwel in een dalende rechte lijn zullen zijn gelegen, welke lijn van H.W. in zee binnenwaarts een bepaalde helling aanneemt. Deze helling zal voor een groot deel afhankelijk zijn van de gelegenheid tot waterberging, en naarmate die gelegenheid grooter wordt, zullen de H.W.-standen lager en zal dus de binnenwaartsche helling grooter worden. Door den invloed van de bovenrivier zal de lijn, welke de punten van H.W. verbindt, op zekeren afstand van de zee niet meer recht blijven, doch binnenwaarts geleidelijk worden opgelicht.

Ten einde de grootte van den invloed die de waterberging op de H.W.-standen bij stormvloed uitoefent te kunnen bepalen, is in onderstaand staatje voor de Brielsche Maas van Schutsluis Rozenburg tot aan de Noordgeul en voor den Waterweg van Hoek van Holland tot aan de Noordgeul de waterberging gemiddeld per K.M. lengte rivier in millioen M<sup>3</sup>. opgegeven, tusschen laagwater en een hoog stormvloedspeil van 3 M. + N.A.P.

**Waterberging per K.M. rivierlengte.**

| Hoogten.                          | Waterweg.                 | Brielsche Maas.           |
|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                                   | millioen M <sup>3</sup> . | millioen M <sup>3</sup> . |
| van L.W. (0.71 ÷) tot N.A.P. . .  | 0.4                       | 0.3                       |
| „ N.A.P. tot 1 M. + N.A.P. . .    | 0.6                       | 0.6                       |
| „ 1 M. + N.A.P. tot 2 M. + N.A.P. | 0.7                       | 0.8                       |
| „ 2 „ + „ „ 3 „ + „               | 0.7                       | 1.0                       |
| Totaal van L.W. tot 3 M. + N.A.P. | 2.4                       | 2.7                       |

Uit deze cijfers blijkt, dat van L.W. tot een hoogte van 1 M. + N.A.P., dat is iets hooger dan gewoon H.W., op beide rivieren de waterberging weinig verschilt, op de Brielsche Maas is zij ongeveer 10 pct. kleiner dan op den Waterweg.

Van 1 M. + N.A.P. tot 3 M. + N.A.P., waarmede bij stormvloed rekening is te houden, is echter de waterberging op de Brielsche Maas ongeveer 30 pct. *grooter* dan op den Waterweg

Nu komt een waterberging van een millioen M<sup>3</sup>. per K.M. lengte overeen met een gemiddelde vergrooting van het gemiddelde dwarsprofiel met 1000 M<sup>2</sup>. Bij een stijging van den stormvloed van 1 M. tot 3 M. + N.A.P., wordt dus blijkens het bovenstaande lijstje het gemiddelde dwarsprofiel in de Brielsche Maas met ongeveer 1800 M<sup>2</sup>. en in den Waterweg met ongeveer 1400 M<sup>2</sup>. vergroot.

Het gemiddeld doorstromingsprofiel op eene hoogte van 1 M. + N.A.P. (ongeveer gewoon H.W.) bedraagt voor de Brielsche Maas rond 2100 M<sup>2</sup>. en voor den Waterweg rond 4300 M<sup>2</sup>.

Rekent men nu voor het doorstromingsprofiel bij een stand van 3 M. + N.A.P. alleen mede de schijf welke boven het bij gewoon H.W. gevulde profiel daarbij komt, dus een schijf van 2 M. hoog en ter breedte van ongeveer 400 M. voor de Brielsche Maas en 550 M. voor den Waterweg, terwijl de overige vermeerdering van het dwarsprofiel bestaat in ondergelopen uiterwaard of buitenpolder enz., welke ruimte wel voor waterberging dient doch slechts voor een zeer klein deel of in 't geheel niet voor waterafvoer, dan wordt bij een stand van 3 M. + N.A.P. het doorstromingsprofiel van de Brielsche Maas volgens bovenstaande cijfers ongeveer  $2100 + 2 \times 400 = 2900$  M<sup>2</sup>. en van den Waterweg ongeveer  $4300 + 2 \times 550 = 5400$  M<sup>2</sup>. bij een gem. diepte ongeveer van  $\frac{2900}{400} = 7.2$  M. voor de Brielsche Maas en  $\frac{5400}{550} = 9.8$  M. voor den Waterweg.

Het profiel tusschen 1 en 3 M. + N.A.P. dat dan *niet* als doorstromingsprofiel mederekent, doch vrijwel uitsluitend voor waterberging dient, wordt voor de Brielsche Maas  $1800 - 800 = 1000 \text{ M}^2$ . en voor den Waterweg  $1400 - 1100 = 300 \text{ M}^2$ .

Men krijgt dus zeer globaal gerekend ter vergelijking:

|                  | Doorstromings-<br>profiel bij<br>3 M. + N.A.P.<br>1. | Waterbergings-<br>profiel buiten het<br>stroombed van 1<br>tot 3 M. + N.A.P.<br>2. | Verhouding<br>2 : 1. |
|------------------|--|--|----------------------|
| Waterweg . . .   | 5400 M <sup>2</sup> .                                | 300 M <sup>2</sup> .   | 0.06                 |
| Brielsche Maas . | 2900 „   | 1000 „   | 0.34                 |

Met deze cijfers voor oogen zal het duidelijk zijn, dat, waar op de Brielsche Maas de doorstromingsprofielen bij stormvloed veel kleiner zijn en de waterberging veel grooter is dan op den Waterweg, de H.W.-standen op het binnenwaartsche deel van de Brielsche Maas ten opzichte van het H.W. in den mond, in veel sterker mate zullen dalen dan de H.W.-standen op het binnenwaartsche deel van den Waterweg, zooals ook in nevenstaande fig. 3 is te zien.

In deze figuur zijn voor de meergenoemde 81 stormvloeden de gemiddelde H.W.-standen in Waterweg en Brielsche Maas uitgezet en door lijnen verbonden. Evenals in fig. 1 en 2 zijn de rivieren ter plaatse van de open verbinding bij de oostpunt van Rozenburg op elkaar geplaatst.

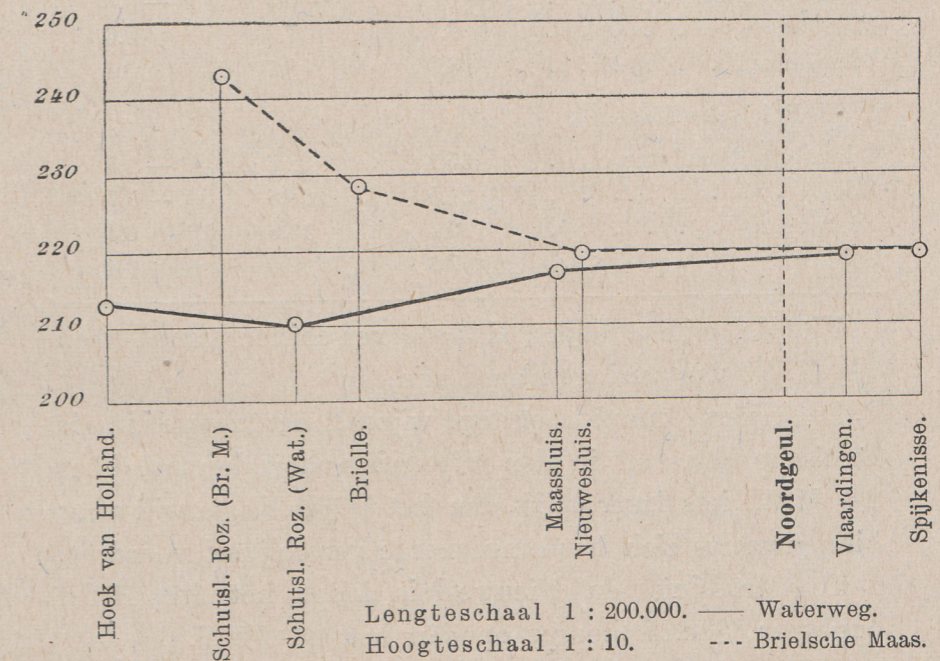
Uit de figuur blijkt, dat in den Waterweg alleen van den Hoek naar Schutsluis Rozenburg de H.W.-standen een weinig dalen, doch van daar af weer oploopen, hetgeen bij de zoo weinig in grootte veranderende profielen, met de in verhouding tot het doorstromingsprofiel zoo geringe waterberging en den betekenenden invloed van de bovenrivier niet anders is te

verwachten. Bij de Brielsche Maas blijkt echter duidelijk de invloed van de in verhouding tot het doorstromingsprofiel zoo groote waterberging, waardoor ondanks de geleidelijke vermindering van het doorstromingsprofiel en eenigen invloed van de bovenrivier, toch nog een sterke daling van de hoogwaterstanden valt waar te nemen.

Fig. 3.

## Lijnen van gemiddeld H.W. bij 81 stormvloeden.

c.M. + N.A.P.



Onderzocht is nog in hoeverre bij langer dan één getij aanhoudende stormvloeden het hooger oploopen in de Brielsche Maas dan in den Waterweg bij het 2<sup>de</sup> H.W. in meerdere of mindere mate voorkomt dan bij het voorafgaande 1<sup>ste</sup> H.W.

Van de 81 meergenoemde stormvloeden kwamen er 16 voor, waarbij het H.W. te Hoek van Holland gedurende 2 achtereenvolgende getijden boven 1.80 M. + N.A.P. steeg.

Van deze 16 stormvloeden is zoowel voor het 1<sup>ste</sup> als voor het 2<sup>de</sup> H.W. voor elke plaats het gemiddeld verschil met H.W. te Hoek van Holland bepaald en in onderstaand staatje opgegeven.

**Gemiddeld verschil met H.W. te Hoek van Holland bij 16 langer dan een getij aanhoudende stormvloeden.**

| Plaats.                   | 1ste H.W. | 2de H.W. | Vershil<br>2de—1ste. |
|---------------------------|-----------|----------|----------------------|
| <b>Waterweg.</b>          | c.M.      | c.M.     | c.M.                 |
| Schutsluis Rozenburg. . . | —0.1      | —0.9     | —0.8                 |
| Maassluis . . . . .       | 6.7       | 7.3      | 0.6                  |
| Vlaardingen . . . . .     | 8.3       | 8.7      | 0.4                  |
| <b>Brielsche Maas.</b>    |           |          |                      |
| Schutsluis Rozenburg. . . | 35.1      | 32.6     | —2.5                 |
| Brielle . . . . .         | 21.5      | 20.8     | —0.7                 |
| Nieuwesluis . . . . .     | 10.4      | 10.8     | 0.4                  |
| Spijkenisse. . . . .      | 7.6       | 9.0      | 1.4                  |

Uit de cijfers blijkt, dat de verschillen van 1<sup>ste</sup> en 2<sup>de</sup> H.W. van geringen aard zijn.

De cijfers kunnen er op wijzen, dat zoowel in de Brielsche Maas als in den Waterweg nabij den mond het 2<sup>de</sup> H.W. iets lager blijft dan het 1<sup>ste</sup> H.W., terwijl meer binnenwaarts zich het omgekeerde verschijnsel voordoet.

Te Maassluis en Nieuwesluis loopt het 2<sup>de</sup> H.W. ongeveer  $\frac{1}{2}$  c.M. hooger op dan het 1<sup>ste</sup> H.W.

Volledigheidshalve is ook een onderzoek ingesteld naar de voortplanting van het H.W. in beide rivieren.

Waar toch de vloedstroom in zee zich langs de kust van Zuid naar Noord beweegt, zal het in den mond van de Brielsche Maas eerder H.W. zijn dan in den mond van den Waterweg. Indien nu bovendien de voortplanting van het tijdstip van H.W. in de Brielsche Maas even snel of sneller dan in den Waterweg zoude plaats vinden, dan zou ondanks het sterkere afloopen der

hoogwaterlijn in de Brielsche Maas, waardoor nabij de Noordgeul de hoogwaterstanden in beide rivieren slechts zeer weinig in hoogte verschillen, de mogelijkheid zich kunnen voordoen, dat op het oogenblik van H.W. aan de Brielsche Maaszijde het H.W. in den Waterweg nog niet was opgetreden en uit dien hoofde de waterstanden aan de zuidzijde van de Noordgeul hooger kunnen zijn dan aan de noordzijde.

Ter bepaling van de voortplanting van het H.W. bij stormvloed zijn voor de beschouwde 81 stormvloeden opgemaakt de verschillen in tijd van H.W. op de plaatsen van waarneming met het tijdstip van H.W. te Hoek van Holland.

In onderstaand staatje is voor elk der plaatsen het gemiddelde verschil in tijd met H.W. te Hoek van Holland opgegeven.

| PLAATS.                        | Vershil in tijd met H.W.<br>te Hoek van Holland<br>(gemiddeld bij<br>81 stormvloeden). |
|--------------------------------|--|
| <b>Brielsche Maas.</b>         | minuten.   |
| Schutsluis Rozenburg . . . . . | 6  |
| Brielle . . . . .              | 41   |
| Nieuwesluis . . . . .          | 63   |
| Spijkenisse . . . . .          | 126  |
| <b>Waterweg.</b>               |  |
| Schutsluis Rozenburg . . . . . | 23   |
| Maassluis . . . . .            | 57   |
| Vlaardingen . . . . .          | 91   |

Uit deze cijfers blijkt, dat in de Brielsche Maas bij Schutsluis Rozenburg gemiddeld het H.W. slechts 6 minuten later optreedt dan bij den Hoek van Holland, terwijl de afstand van Schutsluis Rozenburg tot aan zee op ongeveer 6 à 7 K.M. is te stellen.

In den Waterweg treedt het H.W. te Schutsluis Rozen-