

Document Version

Final published version

Licence

Dutch Copyright Act (Article 25fa)

Citation (APA)

Visser, P. J., & Schiereck, G. J. (2025). De zwaarste stormvloed: De kust van Zuid-Holland in de periode 1300-2000. *Tijdschrift voor Waterstaatsgeschiedenis*, 34(2), 61-74.

Important note

To cite this publication, please use the final published version (if applicable). Please check the document version above.

Copyright

In case the licence states "Dutch Copyright Act (Article 25fa)", this publication was made available Green Open Access via the TU Delft Institutional Repository pursuant to Dutch Copyright Act (Article 25fa, the Taverne amendment). This provision does not affect copyright ownership. Unless copyright is transferred by contract or statute, it remains with the copyright holder.

Sharing and reuse

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download, forward or distribute the text or part of it, without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license such as Creative Commons.

Takedown policy

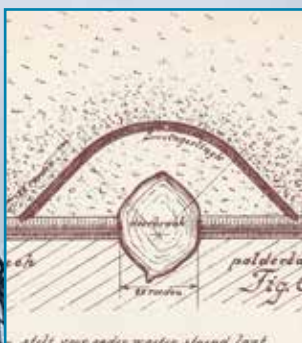
Please contact us and provide details if you believe this document breaches copyrights. We will remove access to the work immediately and investigate your claim.

34e jaargang

nummer 2

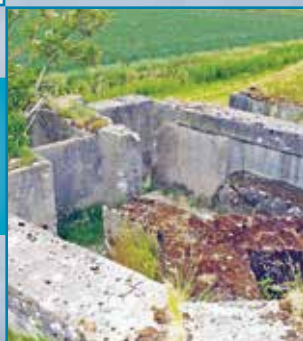
december 2025

Tijdschrift voor Waterstaats Geschiedenis



Zwaarste
stormvloeden

Waterschappen
1940-1945



Inhoudsopgave

KO TER HOFSTEDE

Hoe de windwatermolen West-Friesland redde van de verdrinkingsdood

PAUL J. VISSER & GERRIT JAN SCHIERECK

De zwaarste stormvloed
De kust van Zuid-Holland in de periode 1300-2000

XIA VAN BEUNINGEN, ANNELIES HOELEN & WIM VAN MEURS

Strijden voor droge voeten
Waterschapsbesturen onder steeds strengere bezettingsmaatregelen

BOEKBESPREKINGEN

OVER DE AUTEURS

Colofon

34e jaargang, aflevering 2, december 2025

Het Tijdschrift voor Waterstaatsgeschiedenis is een uitgave van de Vereniging voor Waterstaatsgeschiedenis (www.waterstaatsgeschiedenis.nl) en verschijnt tweemaal per jaar.

REDACTIE:

45 dr. Piet van Cruyningen
dr.ir. Maurits Ertsen
drs. Janneke Groen
em.prof.mr. Herman Havekes
61 dr. Milja van Tielhof
drs. Lauran Toorians
drs. Bert Toussaint

REDACTIESECRETARIAAT:

75 Maurits Ertsen
M.W.Ertsen@tudelft.nl
Kopij dient te worden aangeleverd bij het redactiesecretariaat conform de richtlijnen van de redactie. Deze zijn te vinden op de website van de Vereniging voor Waterstaatsgeschiedenis of op te vragen bij het redactiesecretariaat. Boeken ter recensie kunnen worden gezonden naar Lauran Toorians (tekstredactie), Kasteellaan 2, 5175 BD Loon op Zand.
89
97

LEDENADMINISTRATIE:

Dhr. C. van Raalten
Noordeinde 85
3061 EM Rotterdam
info@waterstaatsgeschiedenis.nl
Bankrekeningnummer NL 91 INGB
0000093830 t.n.v. Vereniging voor Waterstaatsgeschiedenis te Rotterdam.
Leden van de Vereniging ontvangen het Tijdschrift. Losse nummers kunnen worden verkregen bij de ledenadministratie. Abonnementsprijs € 30,- per jaar; voor gezinsleden en studenten € 15,-; losse nummers € 8,- exclusief portokosten. Voor thema-nummers gelden speciale prijzen.
Het lidmaatschap wordt automatisch verlengd, tenzij opgezegd vóór 1 december van het laatste lidmaatschapsjaar.

PRODUCTIE: Uitgeverij Verloren, Hilversum.

ISSN 0927-3336

© 2025 Vereniging voor Waterstaatsgeschiedenis en de afzonderlijke auteurs. Niets uit deze uitgave mag, op welke wijze dan ook, worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt zonder schriftelijke toestemming van de redactie.

De zwaarste stormvloeden

De kust van Zuid-Holland in de periode 1300-2000

Tijdschrift voor
Waterstaatsgeschiedenis
34:2 (2025) 61-74

PAUL J. VISSER & GERRIT JAN SCHIERECK

In de geschiedschrijving van ons land speelt water een cruciale rol en daarbij vooral het optreden van stormvloeden en overstromingen. Kees Slager beschrijft in zijn boek *Watersnood* zo'n vijftig stormvloeden over de laatste duizend jaar, die hij aanduidt als ramp.¹ Hoewel niet eenduidig gedefinieerd, slaat 'ramp' op een overstroming waarbij (grote) schade ontstaat en/of waarbij mensenlevens verloren gaan. Ofschoon niet volledig gecorreleerd, is er een duidelijk verband tussen de maximale waterstand bij een stormvloed en de gevolgen daarvan voor de samenleving in de kustgebieden. Voor de geschiedschrijving kan enige ordening in de opgetreden stormvloeden zinnig zijn om daarmee een zo objectief mogelijk totaalbeeld te schetsen. Stormvloedstanden zijn dan het meest relevant voor een objectieve beschrijving en het middel bij uitstek om daar ordening in te brengen. Helaas ontbreken die gegevens grotendeels of volledig voor stormvloeden langer dan zo'n tweehonderd jaar geleden.

Een andere reden waarom het moeilijk is zo'n ordening aan te brengen, is het feit dat stormen niet over het hele land even heftig zijn. De ramp van 1 februari 1953 trof vooral Zuid-Holland, Zeeland en Noord-Brabant, terwijl de Kerstvloed van 25 december 1717 in ons land vooral een grote ramp veroorzaakte in Groningen en Friesland. Rangschikking van stormvloeden zal daarom altijd slechts gelden voor een beperkt gebied. In het volgende zullen wij proberen een rangschikking te maken van stormvloeden langs de kust van Zuid-Holland tussen Goedereede en Katwijk, omdat dit kan worden gezien als een redelijk homogeen gebied als het gaat om stormvloedstanden en omdat voor dit gebied enige waarnemingen van stormvloedstanden van vroegere stormvloeden bestaan.

Naast de waarde die rangschikking op zichzelf heeft, kijken we ook naar hoe dat uitpakt voor het extrapoleren naar extreme stormvloedstanden. Bescherming tegen hoogwater wordt gebaseerd op het optreden van een bepaalde waterstand met een daarbij behorende kans, doorgaans weergegeven in zogenaamde overschrijdingslijnen.² Een overschrijdingslijn voor een bepaalde locatie geeft de relatie tussen waterstanden en de kansen dat het water hoger komt dan die standen. De in de waterstaatkundige praktijk gehanteerde overschrijdingslijnen zijn meestal gebaseerd op meetgegevens over zo'n honderd jaar. Daarbij worden bijvoorbeeld alle dagmaxima meegenomen, niet alleen hoge stormvloedstanden. Onze benadering in dit artikel, gebaseerd op de maximale waterstanden bij stormvloeden waarbij overstromingen zijn beschreven, levert alleen zeer hoge stormvloedstanden op, maar dan wel over een periode van vele honderden jaren. Het is interessant na te gaan in hoeverre de resultaten van beide benaderingen van elkaar afwijken.

Als bijvangst levert ons onderzoek een interessante aanvulling op ons artikel 'De Sint-Elisabethsvloed en de onafwendbare teloorgang van de Grote Waard'.³ Daarin werden de hoge stormvloedstanden vanaf 1400 geanalyseerd, terwijl nu de gegevens vanaf 1300 worden gebruikt. Dat betekent dat ook de storm van 1375 is opgenomen, waarbij de Grote Waard is geïnundeerd. De storm van 1375 blijkt zwaarder dan die van 1421 en de vraag is waarom de schade van 1375 wel kon worden gerepareerd en die van 1421 leidde tot de ondergang van de Grote Waard. In dit artikel wordt dit nader uitgewerkt.

¹ Slager, *Watersnood*, 8-73.

² Wemelsfelder, 'De overschrijdingslijnen', 55-86.

³ Schiereck & Visser, 'De Sint-Elisabethsvloed', 13-25.

Benadering gemiddeld zeespiegelniveau in de periode tot 2000

We analyseren stormvloedstanden in de periode 1300-2000. Voor het overzicht van stormvloedstanden over zo'n lange periode van zevenhonderd jaar is het erg belangrijk de waargenomen waterstanden ten opzichte van NAP te corrigeren voor de opgetreden relatieve zeespiegelstijging. We drukken dus de stormvloedstanden uit in m (meter) ten opzichte van het gemiddeld zeeniveau (GZ) aan de kust van Zuid-Holland gegeven door de trendlijn van GZ ten opzichte van NAP.

De stormvloedstanden gemeten door Rijkswaterstaat vanaf 1825 worden over het algemeen tot in centimeters nauwkeurig gegeven. Maar plaatselijke invloeden als bijvoorbeeld de richting van de oever op de wind beperken de nauwkeurigheid tot 5 à 10 cm.⁴ Wij ronden dan ook aan het einde (om afrondingsfouten te voorkomen niet eerder) steeds af in decimeters.

De *Zeespiegelmonitor 2018* van Baart e.a. geeft voor de Nederlandse kust: $GZ(2000) \approx NAP + 3 \text{ cm}$ (\approx betekent 'ongeveer gelijk aan'), $GZ(1890) \approx NAP - 17 \text{ cm}$ en ruw geschat $GZ(1850) \approx NAP - 20 \text{ cm}$.⁵ Het verloop van de trendlijn van het gemiddeld zeeniveau ten opzichte van NAP tussen $GZ(2000)$ en $GZ(1890)$ is lineair. Een lineair verloop van deze trendlijn wordt ook aangenomen tussen $GZ(1890)$ en $GZ(1850)$. Voor de periode vóór 1850 wordt gebruik gemaakt van de curve van Berendsen e.a. voor het gemiddeld zeeniveau langs de kust van Zuid-Holland ten opzichte van NAP.⁶ Deze curve is gebaseerd op een reconstructie van de relatieve zeespiegelstijging in het Holoceen uit metingen van grondwaterniveaus. Uit extrapolatie van deze curve naar het begin van de jaartelling volgt $GZ(1) \approx NAP - 75 \text{ cm}$. Voor de periode tussen het begin van de jaartelling en 1850 veronderstellen we een lineair verloop van het gemiddeld zeeniveau. Dit geeft voor de trendlijn van het gemiddeld zeeniveau GZ langs de kust van Zuid-Holland zoals gegeven in tabel 1.

Tabel 1 Gemiddeld zeeniveau (GZ) in jaar y langs de kust van Zuid-Holland

| Periode | Gemiddeld zeeniveau | |
|---------------------|---|-----|
| tussen 1890 en 2000 | $GZ(\text{jaar } y) \approx NAP + 0,185 (y-1890) - 17 \text{ cm}$ | (1) |
| tussen 1850 en 1890 | $GZ(\text{jaar } y) \approx NAP + 0,075 (y-1850) - 20 \text{ cm}$ | (2) |
| tussen 1 en 1850 | $GZ(\text{jaar } y) \approx NAP + 0,03 (y-1850) - 20 \text{ cm}$ | (3) |

Een gedeelte van de relatieve zeespiegelstijging bestaat uit bodemdaling. Deze bedraagt langs de Zuid-Hollandse kust ongeveer 4 cm per eeuw.⁷ Dus in bovenstaande benadering bestond tussen het begin van de jaartelling en 1850 de relatieve zeespiegelstijging geheel uit bodemdaling. Tussen 1450 en 1850 was er een relatief koude periode in Nederland. Omdat er geen gegevens bestaan van de zeespiegelstand omstreeks 1450, weten we helaas niet of dit heeft geleid tot een kleinere relatieve zeespiegelstijging per jaar tussen 1450 en 1850 dan in de periode tot 1450.

Grafiek 1 laat zien dat het verloop van de trendlijn van het gemiddeld zeeniveau GZ in de periode 1700-1930 volgens vergelijkingen (1) t/m (3) goed overeenkomt met de vijf meest nauwkeurige van de door Van Veen gepubliceerde waarnemingen van halftijstanden op of nabij het IJ in Amsterdam in deze periode: de 20-jaarsgemiddelden 1710 en 1920, en de jaren 1835, 1851, 1867.⁸ Die halftij-standen zijn nagenoeg gelijk aan de gemiddelde waterstanden. Deze goede overeenkomst is wel bereikt door de halftij-standen op het IJ met 8 cm te verlagen. Deze 'aanpassing' houdt in dat de gemiddelde waterstanden op het IJ in Amsterdam, dus aan de westkant van de Zuiderzee, zo'n 8 cm hoger waren dan op de Noordzee langs de kust van Zuid-Holland. Een vergelijkbare verlaging is ook toegepast door Vermeersen e.a.⁹

4 Rijkswaterstaat & KNMI, *Verslag over de stormvloed*, 71-72.

5 Baart e.a., *Zeespiegelmonitor*, 62, 63, 66.

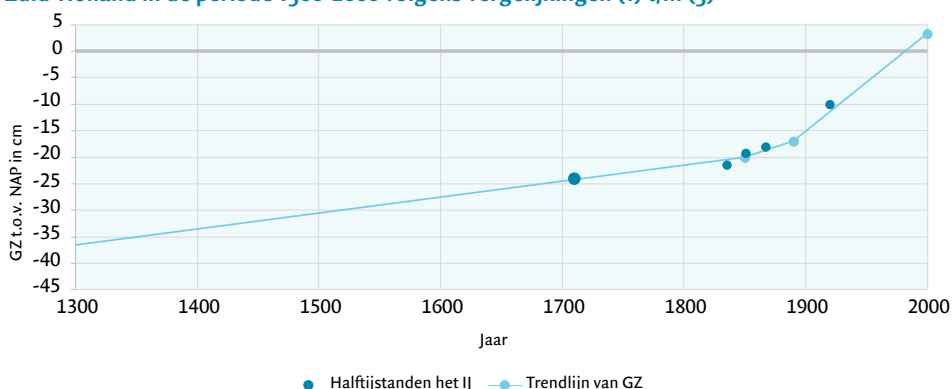
6 Berendsen e.a., 'New groundwater-level rise data', 351.

7 Baart e.a., *Zeespiegelmonitor*, 29.

8 Van Veen, 'Bestaat er een geologische bodemdaling', 11-12, 25-28; Van Malde, *Historische stormvloedstanden*, 127.

9 Vermeersen e.a., 'Sea-level change', 98.

Grafiek 1 Het verloop van de halftij-standen in cm ten opzichte van NAP op of nabij het IJ in Amsterdam (nabij de Zuiderzee) in de periode 1710-1920 volgens Van Veen en van de trendlijn van het gemiddeld zeeniveau (GZ) in cm ten opzichte van NAP van de Noordzee langs de kust van Zuid-Holland in de periode 1300-2000 volgens vergelijkingen (1) t/m (3)



* Halftijstanden op het IJ, met een met 8 cm verlaagd o-niveau; de halftijstanden op het IJ zijn ongeveer gelijk aan de gemiddeld waterstanden.

Aanpak voor de periode 1300-2000

Gegevens

Informatie over stormvloeden in de periode 1300-1700 ontleen wij onder andere aan het overzicht 'Stormvloeden en rivieroverstromingen in Nederland' (periode 800-1700) van Gottschalk.¹⁰ Vóór 1300 is de informatie zo beperkt dat het niet mogelijk is de stormvloeden te rangschikken. Vanaf het jaar 1300 geeft Gottschalk overzichten van stormvloeden in diagrammen, tot 1400 nog zonder informatie over de zwaarte van de stormvloeden, maar wel met beschrijvingen en inundatiekaartjes. En na 1400 ook met informatie over de zwaarte (dat is met onderscheid tussen catastrofale stormvloeden en overige: alle stormvloeden uit ons overzicht tussen 1300 en 1700 worden door Gottschalk catastrofaal genoemd).

Voor de periode na 1820 zijn betrouwbare meetgegevens beschikbaar, gebundeld in het *Verslag over de stormvloed van 1953*.¹¹ Voor de tussenperiode 1700-1820 zijn andere bronnen gebruikt, met name Van Hoek, De Kanter, Schotel en De Kraker.¹² Voor de periode 1300-1855 is ook gebruikgemaakt van het uitgebreide overzicht van meetgegevens van Van Malde.¹³

Keuze gebied en locaties

Tabel 2 bevat de stormvloedstanden van de zeven stormvloeden met de hoogste stormvloedstanden langs de Zuid-Hollandse kust in de periode 1820-2000 (1953, 1894, 1916, 1906, 1904, 1954, 1928, dus met betrouwbare meetgegevens) bij Goedereede, Hellevoetsluis, Hoek van Holland, Scheveningen, Katwijk, Vlaardingen/Rotterdam en Willemsdorp.¹⁴ Het gemiddelde van deze zeven stormvloedstanden in elk van deze locaties wordt Gem7 genoemd. De stormvloedstanden zijn met behulp van vergelijkingen (1) en (2) uitgedrukt ten opzichte van gemiddeld zeeniveau (GZ). Dit is nogmaals, gezien de lange periode waarover we stormvloeden beschouwen, van essentieel belang voor een goede vergelijking.

De stormvloedstanden langs de kust van Zuid-Holland van Goedereede tot Katwijk zijn voor elk van deze zeven stormvloeden ongeveer gelijk, behoudens een inzinking van zo'n 0,15-0,20 m bij Hoek van Holland, veroorzaakt door de riviermond.¹⁵ Met de gemiddelde stormvloedstanden Gem7 kunnen we een stormvloedstand, bijvoorbeeld bij Goedereede dat we hier als representatieve plaats aanhouden, afschatten met een stormvloedstand gemeten in dezelfde stormvloed in een relatief dichtbij gelegen locatie, bijvoorbeeld bij Vlaardingen of Rotterdam.

¹⁰ Gottschalk, *Stormvloeden, I-III* (met losse diagrammen achter in de rapporten).

¹¹ Rijkswaterstaat & KNMI, *Verslag over de stormvloed, 121-153*.

¹² Van Hoek, *Natuur en geschiedkundige beschrijving*; De Kanter, *Natuur- en geschiedkundige beschrijving*; Schotel, *Historisch overzicht*; De Kraker, 'Two floods compared'.

¹³ Van Malde, *Historische stormvloedstanden*.

¹⁴ Rijkswaterstaat & KNMI, *Verslag over de stormvloed, 121-153*.

¹⁵ Rijkswaterstaat & KNMI, *Verslag over de stormvloed, 104, 105-106*.

Tabel 2 Stormvloedstanden in meter ten opzichte van gemiddeld zeeniveau (GZ) van 1953, 1894, 1916, 1906, 1904, 1954, 1928, 1825 en 1808

| jaar | Goedereede | Hellevoetsluis | Hoek van Holland | Scheveningen | Katwijk | Vlaardingen/Rotterdam | Willemsdorp |
|------|-------------|----------------|------------------|--------------|-------------|-----------------------|-------------|
| 1953 | 4,10 (1) | 4,15 | 3,90 | 4,02 | 4,10 | 3,78 | 4,10 |
| 1894 | 3,56 (2) | 3,62 | 3,44 | 3,69 | 3,59 | 3,35 | 3,35 |
| 1916 | 3,36 (3) | 3,45 | 3,12 | 3,32 | 3,37 | 3,38 | 3,60 |
| 1906 | 3,34 (4) | 3,49 | 3,11 | 3,29 | 3,38 | 3,13 | 3,42 |
| 1904 | 3,32 (5) | 3,31 | 3,10 | 3,17 | 3,19 | 3,00 | 3,28 |
| 1954 | 3,25 (6) | 3,50 | 3,05 | 3,40 | 3,35 | 3,21 | 3,75 |
| 1928 | 3,19 (7) | 3,40 | 3,06 | 3,25 | 3,05 | 3,10 | 3,62 |
| Gem7 | 3,45 | 3,56 | 3,25 | 3,45 | 3,43 | 3,28 | 3,59 |
| 1825 | 3,28 | 3,28 | | | 3,90 | 3,12 | |
| 1808 | 3,53 | 3,53 | | | 3,59 | 3,36 | |

Tabel 2 bevat ook de stormvloedstanden van 1825 en 1808 bij een aantal meetlocaties.¹⁶ De stormvloed van 1825 was de zwaarste stormvloed in Nederland van de negentiende eeuw.¹⁷ Echter deze stormvloed trof vooral het Zuiderzeegebied, Friesland en Groningen en slechts een gedeelte van Zuid-Holland.¹⁸ Bovendien werd de hoogwaterstand in Scheveningen toen (nog) niet gemeten. De ook betrouwbaar geachte stormvloedstanden van 1825 lenen zich dan niet goed voor de opname in een eventuele gemiddelde Gem8.

Van de stormvloed van 1808 beschrijft Van Hoek de stormvloedstanden gemeten in een tiental plaatsen, waaronder Goedereede, Hellevoetsluis, Katwijk en Rotterdam.¹⁹ Deze stormvloedstanden zijn niet door Rijkswaterstaat in het stormvloedverslag 1953 opgenomen, kennelijk omdat de nauwkeurigheid als onvoldoende werd beschouwd. Wij beoordelen deze stormvloedstanden wel als voldoende nauwkeurig, omdat deze goed passen bij de uitgebreide beschrijvingen van deze stormvloed (zie verder). Wij hebben deze stormvloedstanden echter niet opgenomen in een gemiddelde (Gem8), omdat de stormvloedstand bij Scheveningen in 1808 niet bekend is.

De verhouding tussen de Gem7 stormvloedstanden bij Goedereede en Vlaardingen/Rotterdam is $3,45/3,28=1,05$. Dat is gelijk aan de verhouding tussen de stormvloedstanden bij deze twee locaties in 1825 ($3,28/3,12=1,05$) en 1808 ($3,53/3,36=1,05$). Dit betekent dat de aanleg van de Nieuwe Waterweg tussen 1863 en 1872 de verhouding tussen de stormvloedstanden bij Goedereede en Vlaardingen/Rotterdam niet heeft veranderd en dus dat deze verhouding ook bij de vroegere stormvloeden mag worden toegepast.

Rangschikking

Met Goedereede als vergelijkingsbasis kunnen we met de gemeten waterstanden de stormvloeden eenvoudig rangschikken naar hoogte van de stormvloedstanden. Door Rijkswaterstaat betrouwbaar geachte, gemeten stormvloedstanden zijn echter pas sinds zo'n tweehonderd jaar beschikbaar. Met de door Gottschalk en andere bronnen (zie hiervoor) beschreven overstromingen is het mogelijk een kwalitatieve rangschikking te maken voor de periode 1300-1820. De opgave is hier hoe de kwantitatieve en de kwalitatieve rangschikkingen te koppelen. Voor de laatste tweehonderd jaar zijn ook beschrijvingen van de overstromingen beschikbaar waarmee kwantitatief en kwalitatief in elkaar zijn te schuiven. Van de stormvloeden van 1446, 1570 en 1682 zijn ook waarnemingen bekend bij Rotterdam, Vlaardingen en Scheveningen en ten opzichte van NAP. Die zijn na omzetting ten opzichte van GZ met de hierboven beschreven Gem7 cijfers te vertalen naar Goedereede. Ook voor de stormvloeden van 1530 en 1552 zijn waarnemingen beschikbaar en voor de stormvloed van 1808 bestaan zelfs waarnemingen bij meerdere plaatsen die wij

¹⁶ Voor 1825: Rijkswaterstaat & KNMI, *Verslag over de stormvloed, 130-153*; voor 1808: Van Hoek, *Natuur en geschiedkundige beschrijving*, 274, 287-288; Van Malde, *Historische stormvloedstanden*, 30, 38, 40, 50.

¹⁷ TvWG 33 (2024) *passim*.

¹⁸ Zeiler, '1825: de "vergeten" watersnood'.

¹⁹ Van Hoek, *Natuur en geschiedkundige beschrijving*, 274, 287-288.

Tabel 3 Ruwe schatting van de omvang en de mate (-, +, +½+, ++, ++½+, ++++) waarin het kustgebied van Nederland door de veertien stormvloeden met de (aan de Zuid-Hollandse kust) hoogste waterstanden is getroffen

| | Groningen | Friesland | Zuider-zeegebied | N-Holland | Z-Holland | N-Brabant | Zeeland |
|------|-----------|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|---------|
| 1375 | + | + | ++ | ++ | ++½+ | ? | ++½+ |
| 1421 | ? | ? | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 1424 | ++ | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 1446 | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 1509 | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ? | ++ |
| 1530 | - | - | ? | ++ | ++½+ | ++ | +++ |
| 1532 | ? | ++ | ++ | ++ | ++½+ | + | +++ |
| 1552 | ? | ? | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 1570 | ++ | ++ | ++ | +++ | +++ | ++ | +++ |
| 1682 | - | - | - | + | +++ | ++ | +++ |
| 1715 | - | - | - | + | ++ | ++ | ++ |
| 1808 | - | - | + | + | ++ | +½+ | ++½+ |
| 1894 | + | + | + | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 1953 | - | + | + | ++½+ | +++ | +++ | +++ |

hierboven als voldoende nauwkeurig hebben beoordeeld. Met het aanwezige materiaal kunnen dan in principe alle stormvloeden worden gerangschikt, zij het uiteraard met een zekere onnauwkeurigheid.

Korte beschrijving van de stormvloeden

Wat hier volgt is een korte beschrijving van de veertien stormvloeden met de hoogste stormvloedstanden. We beperken ons tot de stormvloeden met de hoogste stormvloedstanden in de periode 1300-2000 langs de kust van Zuid-Holland. Als criterium voor hoogste stormvloedstanden kiezen we stormvloeden met een kans van voorkomen van 1/50 of kleiner, dus met een overschrijdingskans van 0,02 per jaar. Dat geeft dan voor een periode van zeventienhonderd jaar een aantal van veertien stormvloeden.

Tabel 3 geeft een overzicht van de omvang langs de Nederlandse kust van het getroffen gebied en de mate waarin de verschillende delen van die kust door deze veertien stormvloeden zijn getroffen. Deze stormvloeden beschrijven we hier kort. We richten ons op de stormvloedstanden en de belangrijkste gebeurtenissen, deze laatste ook wanneer zij buiten Zuid-Holland plaatsvonden. Voor meer uitgebreide beschrijvingen verwijzen we naar onder meer de werken van Gottschalk, Slager en Schotel.²⁰

1375: Stormvloed van 8-10 oktober 1375, 0-2 dagen na volle maan springtij

Dit is zeer waarschijnlijk de zwaarste stormvloed van de veertiende eeuw als gevolg waarvan de gehele Nederlandse kust werd getroffen.²¹ In Zuid-Holland werden Voorne, Goeree en de Riederwaard (bleef overstroomd tot zeker eind 1404) overstroomd. Ook de overstromingsschade in de Grote Waard was zeer groot. In Zeeuws-Vlaanderen ontstond door een dijkdoorbraak de Braakman.²²

Op basis van de uitgebreide beschrijvingen en de inundatiekaartjes van Gottschalk beoordelen we dat deze stormvloed langs de Zuid-Hollandse kust iets zwaarder was dan die van 1552 (GZ + 3,7 m) en iets lichter dan die van 1530 (GZ + 3,9 m). De stormvloedstand

²⁰ Gottschalk, Stormvloeden, I-III; Slager, Watersnood, 8-73; Schotel, Historisch overzicht.

²¹ Gottschalk, Stormvloeden, I, 438, 447.

²² Gottschalk, Stormvloeden, I, 428-447.



bij Goedereede schatten we dan in op ongeveer GZ + 3,8 m. Dit wel met een wat grotere onzekerheidsmarge dan die van de andere stormvloeden.

1421: Tweede Sint-Elisabethsvloed van 18 of 19 november 1421, 0-1 dag na doortij

Deze zware stormvloed die vooral Zuid-Holland, Noord-Brabant en Zeeland trof, is bekend geworden door het ontstaan van de Biesbosch. Gottschalk schrijft echter dat voor de beoordeling van de zwaarte van deze stormvloed 'men zich in geen geval mag laten misleiden door de catastrofale uitwerking op de zo kwetsbare Grote Waard'.²³ In Zuid-Holland was er verder nog veel schade op Voorne, in het land van Putten en in de Riederwaard. In Zeeland werden Noord-Beveland, Zuid-Beveland, Schouwen en Tholen zwaar geteisterd.²⁴

In een eerder nummer van het Tijdschrift voor Waterstaatsgeschiedenis hebben wij een reconstructie beschreven van de inundatie van de Grote Waard door deze stormvloed.²⁵ De belangrijkste doorbraak was volgens Leenders ten zuiden van Wieldrecht, in het huidige Hollandsch Diep.²⁶ Deze doorbraak is nooit gedicht omdat dit met de technieken van toen niet mogelijk was (zie hieronder). Met behulp van een numeriek model hebben we de inundatie van de Grote Waard gesimuleerd. Hieruit schatten we het aantal dodelijke slachtoffers door de overstroming op enige tientallen en zeker niet duizenden zoals sommige bronnen melden. Verder blijkt het op grond van deze simulaties onmogelijk dat de Grote Waard in één nacht volliep. Wel vond er na de stormvloed een permanente inundatie plaats waardoor landbouw onmogelijk werd (zie afbeelding 1) en een groot gedeelte van de Grote Waard uiteindelijk enerzijds verloren ging, maar anderzijds een prachtig waterrijk natuurgebied werd. Op basis van de uitgebreide beschrijving van Gottschalk schatten wij de stormvloedstand bij Goedereede iets hoger in dan in 1446 (GZ + 3,5 m) en iets lager dan in 1552 (GZ + 3,7 m), dus op GZ + 3,6 m.²⁷

De stormvloedstand in 1421 was dus lager dan die in 1375, waarmee de vraag rijst waarom de doorgebroken dijk in 1375 wel kon worden gedicht en die in 1421 niet? Het antwoord ligt besloten in wat er in de periode tussen 1375 en 1421 met het voorland (gors/schor) van de Grote Waard is gebeurd. De doorbraak van de dijk van de Grote Waard

Afb. 1 Henricus Weingärtner, De gevolgen van de Sint-Elisabethsvloed van 1421 gezien vanaf de Grote Kerk in Dordrecht. Olieverf op doek, 1857. Collectie Het Noordbrabants Museum, in langdurig bruikleen te zien in het Biesbosch Museum in Nationaal Park De Biesbosch.

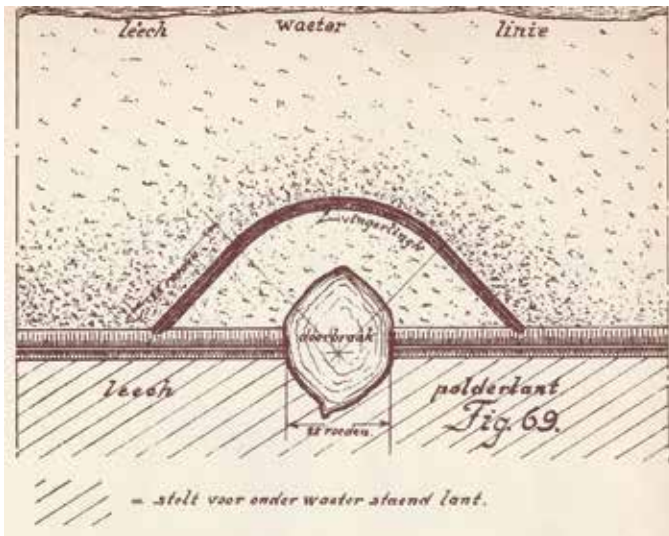
23 Gottschalk, Stormvloeden, II, 52.

24 Gottschalk, Stormvloeden, II, 52, 54-59, 61.

25 Schiereck & Visser, 'De Sint-Elisabethsvloed'.

26 Leenders, 'Twintig kilometer dijk'.

27 Gottschalk, Stormvloeden, II, 51-100, 175-184, 542-572.



Afb. 2 Bovenaanzicht van een doorbraak (wiel) in een dijk met een hoog voorland na afloop van de stormvloed wanneer al een vingerling of omringdijk op het voorland is aangebracht. Tekening van A.G. Verhoeven (Fig. 69) bij Vierlingh, Tractaet van dyckagie.

antwoord hierop is niet lastig te vinden: dat kan uitsluitend zo zijn geweest indien het voorland van de dijk bij Broek nog op minimaal gemiddeld hoogwater heeft gelegen, althans nabij de dijk. De bres wordt dan dus aan de waterzijde omgeven door voorland op minimaal gemiddeld hoogwater (zie afbeelding 2). Het voorland zorgt er dan voor dat bij waterstanden lager en gelijk aan gemiddeld hoogwater geen water de polder instroomt en bij waterstanden wat hoger dan gemiddeld hoogwater de stroomsnelheden door de bres zo klein zijn dat de bres niet verder groeit.³⁰

Nadat de dijk bij Broek in 1394 opnieuw doorbrak, hebben de stormvloed van 1404 (de Eerste Sint-Elisabethsvloed die in Zuid-Holland weinig schade heeft aangericht) en 1409 geen doorbraken in de Grote Waard veroorzaakt.

Zoals vermeld in ons artikel van 2021 was er tussen 1410 en 1413 voor de zoutwinning op grote schaal gegraven in het voorland van de dijk van de Grote Waard. Hierdoor was het voorland verlaagd en was de dijk veel kwetsbaarder geworden, met als gevolg de ‘onafwendbare teloorgang’ van de Grote Waard na de dijkdoorbraak in 1421.

1424: Derde Sint-Elisabethsvloed van 18 november 1424, 3 dagen na doortij

Deze catastrofale stormvloed trof de gehele Nederlandse kust. In Zuid-Holland ging in de Grote Waard en de Riederwaard alweer grondig teniet wat er sedert de stormvloed van 1421 was hersteld. In de Krimpener- en Lopikerwaard waren er overstromingen door de stormvloed en hoge rivierafvoeren. In het noorden van Nederland ontstonden dijkdoorbraken in de Westfriese Omringdijk en liepen delen van Friesland langs de kust onder.

Voor het zuiden van Zuid-Holland beoordelen wij deze stormvloed als iets minder heftig dan die van 1421 (GZ + 3,6 m) en ongeveer even zwaar als die van 1446 (GZ + 3,5 m), dus op ongeveer GZ + 3,5 m.³¹

1446: Palmzondagvloed van 10 april 1446, 3 dagen voor volle maan springtij

Deze stormvloed teisterde het gehele Nederlandse kustgebied. In Zuid-Holland leden de polders Nieuw-Reierwaard en IJsselmonde aanzienlijke schade. De landen van Heusden en Altena, die vroeger deel uitmaakten van de Grote Waard, leden in 1446 opnieuw stormvloedschade.³²

Van de stormvloedstand van deze stormvloed is een belangrijke vergelijking met een latere waarneming bekend, namelijk de stormvloedstand bij Rotterdam zou in 1468 + 3,5 m zijn geweest, 1,5 (Rijnlandse) voet (0,47 m) hoger dan de stormvloedstand in 1446.³³ Dit geeft een stormvloedstand in 1446 bij Rotterdam van circa NAP + 3,03 m of, met GZ(1446) ≈ NAP - 0,32 m volgend uit vergelijking (3), dus ongeveer GZ + 3,35 m.³⁴ De stormvloedstand bij Goedereede wordt dan ingeschat op afgerond GZ + 3,5 m (op basis van de relatie tussen de stormvloedstanden bij Vlaarding/ Rotterdam en Goedereede, zie tabel 2).

²⁸ Gottschalk, Stormvloed, I, 447-448.

²⁹ Gottschalk, Stormvloed, I, 454.

³⁰ Visser, Breach growth, 66-68; Zhu e.a., ‘Historic storms’.

³¹ Gottschalk, Stormvloed, II, 51-100, 107-117, 175-184.

³² Gottschalk, Stormvloed, II, 175-184.

³³ Van Malde, Historische stormvloedstanden, 23.

³⁴ Gottschalk, Stormvloed, II, 222.

Nota bene: De zeer hoge waarde van de stormvloedstand in 1468 is niet realistisch. Immers, volgens Gottschalk was dit geen catastrofale stormvloed en Slager heeft deze stormvloed zelfs niet opgenomen in zijn overzicht.³⁵ Dit wordt ook nog eens bevestigd door het feit dat volgens de betreffende waarnemer 'er geen volk verdronk in Holland en Zeeland'.³⁶ Het schrappen van deze waarneming doet wel iets af aan het aanvaarden van de andere waarneming, overigens gedaan door een andere waarnemer. Echter de + 3,03 m bij Rotterdam in 1446 past zeer goed bij de beoordeling van de zwaarte van deze stormvloed op basis van de beschrijvingen van Gottschalk en Buisman.³⁷

1509: Tweede Cosmas- en Damianusvloed van 26/27 september 1509, 0-1 dag na volle maan springtij
Het gehele Nederlandse kustgebied werd 's nachts geteisterd door deze stormvloed. In Zeeland werden alle eilanden erdoor getroffen. De 'Zuid-Hollandse eilanden deelden het lot van de Zeeuwse, vooral Goeree en Voorne' en langs de Noordzeekust werd een gedeelte van Scheveningen zwaar beschadigd.³⁸

Voor de kust van Zuid-Holland beoordelen wij deze stormvloed als ongeveer even heftig als die van 1421 (GZ + 3,6 m), iets minder zwaar dan die van 1552 (GZ + 3,7 m) en zwaarder dan die van 1424 en 1446 (GZ + 3,5 m).³⁹ Dus de stormvloedstand bij Goedereede schatten wij in op GZ + 3,6 m.

1530: Sint-Felixvloed van 5 november 1530, 2 dagen na volle maan springtij
Het zuidwesten van Nederland werd door deze catastrofale stormvloed zeer zwaar getroffen. Het overstroomde gebied heeft vele overeenkomsten met dat in 1953. Delfland werd bedreigd door duinafslag bij Scheveningen. De meest catastrofale gebeurtenis tijdens deze stormvloed was de verdrinking van de Oostwatering, ten oosten van Yerseke in Zuid-Beveland. Dit gebied zou niet meer worden herdijkt en staat nu bekend als het Verdronken Land van Zuid-Beveland.⁴⁰

Over deze stormvloed meldt Hollestelle dat de stormvloedhoogte (weliswaar: 'naar beweerd wordt') in 1530 een voet (0,3 m) lager geweest zou zijn dan in 1570. Van Malde plaatst deze waarneming in Zeeland.⁴¹ Dat moet volgens ons dan in het noorden van Zeeland zijn geweest. Op grond hiervan schatten wij de stormvloedstand bij Goedereede in op ongeveer GZ + 3,9 m.

Volgens Gottschalk was de schade teweeggebracht door de stormvloeden van 1530 en 1532 in Zeeland groter dan in 1570, terwijl het op de Zuid-Hollandse eilanden juist andersom was.⁴² Dit geldt dan vooral voor het zuiden van Zeeland en de schade was ook zo aanzienlijk door twee zware stormvloeden zo kort na elkaar.

1532: De Allerzielenvloed van 2 november 1532, 3 dagen na nieuwe maan springtij
Gottschalk geeft een uitgebreide beschrijving van deze stormvloed. Het overstroomde gebied heeft ook vele overeenkomsten met dat in 1953. Verder stond een uitgebreid gebied in Rijnland tot aan de Rijn dijk onder water en hadden de duinen bij Scheveningen te lijden van afslag.⁴³ Het aantal slachtoffers in 1532 was aanzienlijk hoger dan in 1530 doordat de stormvloed in 1530 overdag plaatsvond en in 1532 's nachts.⁴⁴ Gottschalk schrijft dat, ondanks dat in Zeeland de stormvloedstand een voet (0,3 m) lager was dan in 1530, zij met een aantal andere auteurs deze stormvloed rampzaliger vond dan die van 1530. Anderen waren het daarmee niet eens. Gottschalk voegt daaraan toe dat 'het niet altijd eenvoudig is een scherp onderscheid te maken tussen hetgeen zich in 1530 en 1532 afspeelde, ja, soms zelfs onmogelijk'.⁴⁵ Derhalve en in overeenstemming met Slager schatten wij de stormvloedstand in Goedereede iets lager in dan die van 1530, dus op ongeveer GZ + 3,8 m.⁴⁶

1552: Sint-Pontiaansvloed van 13 januari 1552: er hadden zowel op 13 januari (volle maan springtij) als op 15 februari 1552 (3 dagen na volle maan springtij) stormvloeden plaats.
De gevolgen van deze twee stormvloeden zijn moeilijk te onderscheiden. De stormvloed van 13 januari is het meest bekend, maar het is niet zeker of deze zwaarder was dan die van

35 Gottschalk, Stormvloeden, II, 220-223, bijlage diagram; Slager, Watersnood, 8-73.

36 Schotel, Historisch overzicht, 44.

37 Gottschalk, Stormvloeden, II, 175-184; Buisman, Duizend jaar weer, II, 583-585, 650.

38 Gottschalk, Stormvloeden, II, 333-358.

39 Gottschalk, Stormvloeden, II, 51-100, 107-117, 175-184, 333-358, 542-572.

40 Gottschalk, Stormvloeden, II, 432-471.

41 Hollestelle, Geschieden waterstaatkundige beschrijving, 507; Van Malde, Historische stormvloedstanden, 61.

42 Gottschalk, Stormvloeden, II, 703.

43 Gottschalk, Stormvloeden, II, 475-504.

44 Slager, Watersnood, 27, 31.

45 Gottschalk, Stormvloeden, II, 475, 504.

46 Slager, Watersnood, 31.

15 februari. Deze stormvloed was catastrofaal in het Zuiderzegebied, Noord-Holland, Zuid-Holland, Noord-Brabant en Zeeland. Het noordwesten en westen van Noord-Brabant werden relatief zwaar getroffen. De duinen bij Scheveningen hadden door de zware stormen te lijden van duinafslag met hoge vloed tot gevolg.⁴⁷

Deze stormvloed schatten wij iets zwaarder in dan die van 1421 (GZ + 3,6 m) en duidelijk minder zwaar dan die van 1530 (GZ + 3,9 m). Dus de stormvloedstand bij Goedereede was ongeveer GZ + 3,7 m. Deze schatting wordt ondersteund door een waarneming beschreven door Schotel: de stormvloedhoogte langs de kust van Zuid-Holland zou in 1552 ongeveer twee voet (0,6 m) lager zijn geweest dan in 1570 (GZ + 4,2 m).⁴⁸

1570: Allerheiligenvloed van 1/2 november 1570, ruim 1 dag na nieuwe maan springtij, afstand maan-aarde groot

Het gehele Nederlandse kustgebied werd geteisterd door deze catastrofale stormvloed. Algemeen wordt deze vloed beschouwd als de zwaarste stormvloed uit onze geschiedenis. In Groningen en vooral Friesland waren de aantallen slachtoffers veel hoger dan in het zuidwesten. Dit kwam vooral doordat in het zuidwesten de maximale stormvloedhoogte pas in de late namiddag werd bereikt, terwijl dat in het noorden in de nacht was.⁴⁹ Volgens Gottschalk was de schade teweeggebracht door de stormvloed van 1570 op de Zuid-Hollandse eilanden en langs de kust van Zuid-Holland aanzienlijk groter dan in 1530 en 1532.⁵⁰ In 1570 verdronken het Land van het Markiezaat van Bergen op Zoom en het Land van Saefinghe. Echter blijvend landverlies van het Land van Saefinghe werd door deze stormvloed niet veroorzaakt. Dat gebeurde pas een aantal jaren later door oorlogsinundaties.⁵¹

Volgens Fockema Andreae was de stormvloedstand in 1570 in het gebied tussen Vlaardingen en Rotterdam ongeveer + 3,60 m, dat is met vergelijking (3) ongeveer GZ + 3,88 m.⁵² Gottschalk schrijft dat verschillende auteurs de volgende stormvloedhoogten in 1570 hebben berekend: tussen Vlaardingen en Rotterdam en aan de monding van de Maas ook + 3,60 m, en bij Scheveningen + 4,00 m, hetgeen ongeveer GZ + 4,28 m is (niet zoals vermeld door Gottschalk + 4,15 m, want deze waarde bevat een buistoot en deze worden niet meegenomen in de stormvloedhoogten).⁵³ De stormvloedstand bij Goedereede wordt dan geschat op ongeveer GZ + 4,08 m (op basis van de relatie tussen de stormvloedstanden bij Vlaardingen/Rotterdam en Goedereede, zie tabel 2) en op ongeveer GZ + 4,28 m (op basis van de relatie tussen de stormvloedstanden bij Scheveningen en Goedereede), dus gemiddeld GZ + 4,18 m. De stormvloedstand bij Goedereede was dus ongeveer GZ + 4,2 m.

1682: De stormvloed van 26 januari 1682, op volle maan springtij, afstand maan-aarde zeer klein
Dit was een catastrofale stormvloed in Zuid-Holland, Noord-Brabant en Zeeland. De stormvloed werd in het mondingsgebied van de grote rivieren nog eens versterkt door hoge rivierafvoeren. Deze stormvloed is de eerste waarover gedetailleerde informatie bestaat, van polder tot polder.⁵⁴ Het overstromde gebied op Goeree, Overflakkee, Putten, Hoekse Waard en Noord-Brabant heeft veel overeenkomsten met dat in 1953, maar is iets minder groot.⁵⁵ De schade op Voorne en Putten was minder groot dan in 1570.⁵⁶ Er was veel duinafslag tussen Ter Heide en Zandvoort.

Volgens Fockema Andreae gaf de merksteen te Vlaardingen een vloedhoogte aan van + 3,7 m.⁵⁷ In Rotterdam werd een vloedhoogte gemeten van drie tot acht duim hoger dan op 5 december 1665 toen de vloedhoogte acht duim lager was dan de stormvloedhoogte van 1 november 1570.⁵⁸ Dit betekent dat de vloedhoogte op 26 januari 1682 5 tot nul duim lager was dan de stormvloedhoogte van + 3,6 m op 1 november 1570, dus ongeveer + 3,5 m, waarbij de relatieve zeespiegelrijzing van ongeveer drie cm tussen 1570 en 1682 ook is verdisconteerd.

De stormvloedhoogte bij Vlaardingen/Rotterdam was dus gemiddeld ongeveer + 3,6 m \approx GZ + 3,85 m. Uit de relatie tussen de equivalente stormvloedstanden bij Vlaardingen/Rotterdam en Goedereede (zie tabel 2) volgt dan dat de stormvloedstand bij Goedereede ongeveer GZ + 4,0 m was.

47 Gottschalk, Stormvloed, II, 542-572.

48 Schotel, Historisch overzicht, 72; Van Malde, Historische stormvloedstanden, 62.

49 Gottschalk, Stormvloed, II, 622-708, 625.

50 Gottschalk, Stormvloed, II, 703.

51 Gottschalk, Stormvloed, II, 636.

52 Fockema Andreae, 'Vroegere stormvloedhoogten', 379; Gottschalk, Stormvloed, II, 664.

53 Gottschalk, Stormvloed, II, 670, 706;

Van Malde, Historische stormvloedstanden, 49, 51, 112-113; Wemelsfelder, 'Bui-oscillaties', 126.

54 Gottschalk, Stormvloed, III, 293-365.

55 Gottschalk, Stormvloed, III, 294, 340, 344, 348, 350; Rijkswaterstaat & KNMI, Verslag over de stormvloed, 172a.

56 Gottschalk, Stormvloed, III, 364.

57 Fockema Andreae, Schets van Zuid-Hollandse watersneden, 20; Gottschalk, Stormvloed, III, 356; Van Malde, Historische stormvloedstanden, 58.

58 Gottschalk, Stormvloed, III, 219, 354.

1715: Stormvloed van 3 maart 1715, op nieuwe maan springtij, afstand maan-aarde zeer klein
Dit was een catastrofale stormvloed in Zuid-Holland, Noord-Brabant, Zeeland, en een minder zware stormvloed in Noord-Holland. Van deze stormvloed bestaan nauwelijks betrouwbare gemeten stormvloedstanden. Volgens een krantenbericht zou de stormvloedstand in Hellevoetsluis in 1715 nagenoeg even hoog zijn geweest als in 1808.⁵⁹ Verder bestaan er vergelijkingen met de stormvloeden van 1682 en 1808.

De Kraker heeft de stormvloeden van 1715 en 1682 met elkaar vergeleken en geconcludeerd dat ongeveer dezelfde gebieden door beide stormvloeden werden overstroomd, dat het aantal slachtoffers van beide stormvloeden vrij laag was en dat na de stormvloed van 1682 door de waterschappen geen drastische maatregelen werden genomen anders dan het herstellen van de dijken, terwijl na de stormvloed van 1715 de dijken met 0,3 tot 0,5 m werden verhoogd.⁶⁰ Omdat de dijken na de stormvloed van 1682 werden hersteld en niet verhoogd en het aantal geïnundeerde polders op Tholen (13) en Schouwen-Duiveland (10) in 1715 aanzienlijk lager was dan in 1682 (met respectievelijk 32 en 18 geïnundeerde polders), concluderen we dat de stormvloedstanden in 1715 rondom Tholen en Schouwen-Duiveland, en ook bij Goedereede behoorlijk lager waren dan in 1682.⁶¹

Bij de stormvloed van 1808 was het aantal geïnundeerde polders op Tholen (19) en Schouwen-Duiveland (12), hoger dan in 1715.⁶² Echter, volgens De Kanter en Van Hoek veroorzaakte de stormvloed van 1808 in Zuid-Holland en Noord-Holland minder onheil en rampen dan in Zeeland.⁶³ Dat was niet het geval bij de stormvloed van 1715. De stormvloedstand bij Goedereede in 1715 schatten we dan in op GZ + 3,6 m, iets hoger dan in 1808 (GZ + 3,5 m).

1808: Stormvloed van 14/15 januari 1808, op volle maan springtij, afstand maan-aarde zeer klein
Catastrofale stormvloed in Zuid-Holland, Noord-Brabant, vooral in Zeeland, en minder zware stormvloed in Noord-Holland. Zoals hierboven beschreven veroorzaakte deze stormvloed in Zuid-Holland en Noord-Holland minder onheil en rampen dan in Zeeland. Ten noorden van Zeeland overstroomden enkele polders op Goeree-Overflakkee, de Dintelpolder in Noord-Brabant en het eiland Marken.⁶⁴

Op veel plaatsen in Zeeland stroomde het water over grote lengten over de dijken, waardoor de steile binnentaluds afkalfden en afgleden met als gevolg dat de dijken bezweken. Dus de dijken waren veel te laag en de taluds veel te steil.⁶⁵ Al spoedig na de ramp werd beslist dat de dijken zouden worden verhoogd en de taluds minder steil gemaakt.⁶⁶ Dat laatste is zeker niet gerealiseerd: in 1953 bleken de binnentaluds van de dijken nog steeds te steil (zie verder).

De stormvloedstanden in 1808 werden volgens Van Hoek in Zuid-Holland 'door daartoe geschikte en gewettigde personen waargenomen' in Goedereede, Hellevoetsluis en Rotterdam (en nog zeven andere locaties). De stormvloedstanden werden gemeten als stormvloedeffect (in voeten en duimen) + gemiddelde vloedhoogte.⁶⁷ De gemiddelde vloed- of hoogwaterhoogte was in 1945 in Goedereede en Hellevoetsluis + 1,03 m en in Rotterdam + 1,09 m (gemiddelden over 1941-1950).⁶⁸ De gemiddelde vloedhoogte wordt dan met vergelijking (3): GZ + 1,10 m in Goedereede en Hellevoetsluis en in Rotterdam GZ + 1,16 m. Omdat de gemiddelde hoogwaterhoogte op de Noordzee voor de kust van Zuid-Holland vanaf 1800 tot 1953 bij een zeespiegelrijzing van ongeveer zestien cm met slechts ongeveer één cm is toegenomen, is deze bepaling geoorloofd.⁶⁹ Dit wordt bevestigd door Van Malde: omstreeks 1800 was het grenspeil (dat is de waterstand met een overschrijdingskans van 0,5 per jaar, dus één keer per twee jaar) in Goedereede gelijk aan + 2,40 m \approx GZ + 2,62 m, terwijl dit omstreeks 1953 gelijk was aan + 2,60 m \approx GZ + 2,65 m, dus ongeveer gelijk aan het grenspeil van omstreeks 1800.⁷⁰ Van Hoek vermeldt ook nog de stormvloedstand in 1808 in Katwijk. Deze werd overigens op een andere manier gemeten, namelijk ten opzichte van het AP, dus ten opzichte van het NAP.⁷¹

De in tabel 2 opgenomen in 1808 gemeten stormvloedstanden beoordelen wij als behoorlijk realistisch (dus overeenkomstig de uitgebreide beschrijvingen van deze

59 Van Malde, *Historische stormvloedstanden*, 38.

60 De Kraker, 'Two floods compared', 201.

61 De Bruin, *Encyclopedie van Zeeland*, III, 142.

62 De Bruin, *Encyclopedie van Zeeland*, III, 142.

63 De Kanter, *Natuur- en geschiedkundige beschrijving*, 35, 41-45, 64-65; Van Hoek, *Natuur en geschiedkundige beschrijving*, 254.

64 Schotel, *Historisch overzicht*, 125, 126.

65 Van Hoek, *Natuur en geschiedkundige beschrijving*, 150, 229, 234-239, 247-249, 330-331.

66 Slager, *Watersnood*, 59.

67 Van Hoek, *Natuur en geschiedkundige beschrijving*, 286-288; Van Malde, *Historische stormvloedstanden*, 30, 38, 50.

68 Rijkswaterstaat & KNMI, *Verslag over de stormvloed*, 67-68.

69 Franken, *Rekonstruktie van het paleo-getijdklimaat*, 67.

70 Van Malde, *Historische stormvloedstanden*, 111; Rijkswaterstaat & KNMI, *Verslag over de stormvloed*, 67.

71 Van Hoek, *Natuur en geschiedkundige beschrijving*, 274; Van Malde, *Historische stormvloedstanden*, 40.

stormvloed) en dat geldt ook voor de onderlinge samenhang. Dit betekent dat wij deze stormvloedstanden als voldoende betrouwbaar beoordelen. De gemeten stormvloedstand bij Goedereede was ongeveer GZ + 3,5 m.

1894: De stormvloed van 22/23 december 1894, 1 dag na doortij, afstand maan-aarde groot

Dit was een catastrofale stormvloed in Zuid-Holland, Noord-Brabant en Zeeland, en een minder zware stormvloed in Groningen, Friesland, Zuiderzeegebied en Noord-Holland. Er was veel storm- en stormvloedschade langs de Zuid-Hollandse kust. De Scheveningse vissersvloot werd vrijwel volledig vernietigd op het strand van Scheveningen. Verder overstromden enkele polders en zeer vele buitenpolders in Zuid-Holland en Noord-Brabant. De stormvloed sloeg vooral 's nachts toe, desondanks waren er relatief weinig slachtoffers.⁷² De gemeten stormvloedstand bij Goedereede was (zie tabel 2): GZ + 3,6 m.

1953: De stormvloed van 31 januari/1 februari 1953, op volle maan springtij, echter door de zeer grote afstand maan-aarde was het hoogwater lager dan de gemiddelde hoogwaterhoogte

Dit was een catastrofale stormvloed in Zuid-Holland, Noord-Brabant en Zeeland, en een wat minder zware stormvloed in Noord-Holland. De stormvloed sloeg 's nachts toe en er kwamen in Nederland 1836 mensen om. Van deze stormvloed is door Rijkswaterstaat en het KNMI een uitgebreid (714 pagina's) verslag verschenen. Dit bevat naast een beschrijving van de storm, stormvloedstanden, dijkhoogten, dwarsprofielen van dijken, inundaties van de polders ook uitgebreide informatie over de meer dan vijfhonderd dijkdoorbraken in de zeedijken (primaire waterkeringen).⁷³

De meeste dijkdoorbraken ontstonden langs de oevers die zijn gericht op het zuiden en het zuidoosten waar de dijken niet veel hoger waren dan de opgetreden stormvloedstanden. Vervolgens zorgden de daar ook nog aanwezige golven samen met de veel te steile binnentaluds voor een desastreuze golfoverslag.⁷⁴ Van het voornemen om na de stormvloed van 1808 de binnentaluds van de dijken minder steil te maken was dus weinig tot niets terecht gekomen. De dijken aan de oevers op het noorden en het noordwesten waren aanzienlijk hoger en over het algemeen bestand tegen de daar ook hogere golven. De stormvloedstand bij Goedereede was GZ + 4,1 m (zie tabel 2).

72 Rijkswaterstaat, *Verslag over den stormvloed*; Rijkswaterstaat & KNMI, *Verslag over de stormvloed*.
73 Rijkswaterstaat & KNMI, *Verslag over de stormvloed*.
74 Rijkswaterstaat & KNMI, *Verslag over de stormvloed*, 158, 161.



Afb. 3 Doorbraak Noorddijk in Papendrecht op 1 februari 1953. Beeldcollectie Graafstroom, inv.nr. 1112_1674, Regionaal Archief Dordrecht.

Resultaten

De rangschikking van de veertien stormvloed met de hoogste stormvloedstanden in de periode 1300-2000 bij Goedereede, en daarmee ook aan de kust van Zuid-Holland (zie hieronder), is weergegeven in tabel 4. De nauwkeurigheid van de gemeten stormvloedhoogten vanaf 1820 is $\pm 0,05$ à $0,10$ m (zie p. 62). Voor de stormvloeden van vóór 1820 wordt de nauwkeurigheid geschat op $\pm 0,10$ à $0,20$ m. Op basis van tabel 2 en tabel 3 verwachten we dat de stormvloeden weergegeven in tabel 4 een verloop zullen hebben dat identiek is aan de stormvloedhoogten langs de kust van Zuid-Holland.

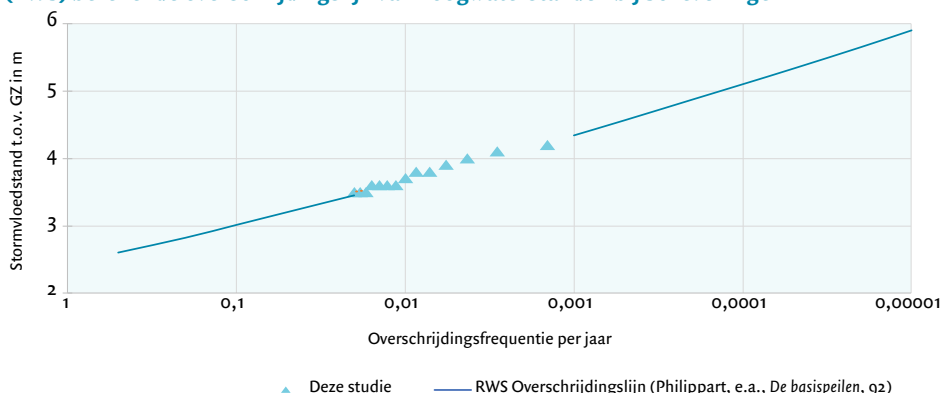
Tabel 4 Gemeten en geschatte stormvloedstanden in meter ten opzichte van gemiddeld zee-niveau (GZ) bij Goedereede voor de veertien stormvloeden met de hoogste stormvloedstanden langs de kust van Zuid-Holland in de periode 1300-2000

| Stormvloed-hoogte Goedereede in m t.o.v. GZ | Rijkswaterstaat metingen | Gottschalk met metingen en beschrijvingen | Gottschalk zonder metingen | Andere bronnen (periode 1700-1820) |
|---|--------------------------|---|----------------------------|------------------------------------|
| 4,3 | | | | |
| 4,2 | | 1570 | | |
| 4,1 | 1953 | | | |
| 4,0 | | 1682 | | |
| 3,9 | | 1530 | | |
| 3,8 | | | 1375, 1532 | |
| 3,7 | | 1552 | | |
| 3,6 | 1894 | | 1421, 1509 | 1715 |
| 3,5 | | 1446 | 1424 | 1808 |
| 3,4 | | | | |

Grafiek 2 toont de overschrijdingslijn van hoogwaterstanden voor Scheveningen, dus voor de kust van Zuid-Holland. Deze lijn bevat de relatie tussen hoogwaterstanden (verticale as) en de kans (horizontale as) dat ze hoger komen dan deze hoogwaterstanden. De overschrijdingslijn is door Rijkswaterstaat opgezet met de gemeten hoogwaterstanden uit de periode 1896-1985, gecorrigeerd voor zeespiegelstijging. De lijn is vervolgens geëxtrapoleerd met fysische-mathematische modellen voor extreem zware stormen.⁷⁵ Grafiek 2 be-

75 Philippart, e.a.,
De basispeilen, 7, 19-25, 92.

Grafiek 2 Overschrijdingslijn van historische stormvloedstanden bij Goedereede-Scheveningen-Katwijk in de periode 1300-2000 (deze studie) vergeleken met de door Rijkswaterstaat (RWS) berekende overschrijdingslijn van hoogwaterstanden bij Scheveningen



vat ook de veertien stormvloedstanden uit onze studie. Bijvoorbeeld de stormvloedstand van 1530 (GZ + 3,9 m) is de vierde in hoogte van de veertien stormvloedstanden (zie tabel 4) over een periode van zevenhonderd jaar. Dit betekent dat de overschrijdingskans gelijk is aan $4/700 = 0,00057$ per jaar. Onze veertien driehoekjes liggen nagenoeg op de overschrijdingslijn van Rijkswaterstaat, hetgeen vertrouwenwekkend is, voor beide aanpakken.

Conclusies

Met behulp van de combinatie van gemeten stormvloedstanden en beschrijvingen van overstromingen in verschillende tijdvakken, is het mogelijk gebleken historisch bekende stormen te rangschikken en een redelijk goed overzicht te maken van extreme waterstanden langs de kust van Zuid-Holland voor het tijdvak van 1300 tot 2000 (tabel 4). Deze stormvloedstanden passen heel goed in de overschrijdingslijn zoals die door Rijkswaterstaat is opgesteld op basis van dagelijkse metingen in de periode 1896-1985 en die met toepassing van fysisch-mathematische modellen is geëxtrapoleerd (grafiek 2).

Deze goede overeenkomst vloeit voort uit het feit dat de bescherming tegen hoogwater tot medio twintigste eeuw, letterlijk was gebaseerd op achter de feiten aanlopen. Na iedere overstroming werden dijken aangepast op basis van de hoogst bekende waterstand ter plaatse, die vaak hoorde bij de meest recente doorbraak. We kunnen ook zeggen dat de bescherming tegen hoogwater tot in de twintigste eeuw altijd marginaal geweest is. We zien geen duidelijke, stijgende trend in de doorbraakhogten van tabel 4, met andere woorden: de dijken werden niet steeds beter bestand tegen stormen met extreme waterstanden. Kennelijk was de onderhoudstoestand van de dijken altijd minimaal totdat er weer een ramp optrad. De bevindingen van Van Veen in de jaren 1936-1953 hebben dat in feite al eerder aangegeven.⁷⁶

Na 1953 worden dijken ontworpen op nog nooit opgetreden waterstanden, op basis van extrapolatie van historische meetgegevens (grafiek 2). Voor de toekomst wordt dit verder uitgebreid met scenario's voor mogelijk nieuwe situaties, bijvoorbeeld door klimaatverandering. Het beleid is erop gericht nieuwe driehoekjes in grafiek 2 niet gepaard te laten gaan met overstromingen, onder andere door inspectie en onderhoud te standaardiseren en wettelijk vast te leggen.

⁷⁶ In Van Heyst, e.a., Voorlopig rapport; Van der Ham, *Meester van de Zee*, 85-86, 91-176.

Literatuur

- Baart, Fedor, e.a., *Zeespiegelmonitor 2018. De stand van zaken rond de zeespiegelstijging langs de Nederlandse kust*. Delft 2019.
- Berendsen, H.J.A., e.a., 'New groundwater-level rise data from the Rhine-Meuse delta. Implications for the reconstruction of Holocene relative mean sea-level rise and differential land-level movements', *Netherlands Journal of Geosciences / Geologie en Mijnbouw* 86 (2007) 333-354.
- Bruin, M.P. de, e.a. (red.), *Encyclopedie van Zeeland, I-III*. Middelburg 1982-1984.
- Buisman, Jan, *Duizend jaar weer, wind en water in de Lage Landen. Deel 2, 1300-1450*. Franeker 1996.
- Fockema Andreae, S.J., *Schets van Zuid-Hollandse watersnoden in vroeger tijd. Zuid-Hollandse studiën III*. Voorburg 1953.
- Fockema Andreae, S.J., 'Vroegere stormvloedhoogten', *Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, tweede reeks*, 70 (1953) 379.
- Franken, A.F., *Rekonstruktie van het paleo-getijklimaat in de Noordzee*. Afstudeerverslag TU Delft 1987.
- Gottschalk, M.K. Elisabeth, *Stormvloed en rivieroverstromingen in Nederland, I-III*. Assen 1971-1977.
- Ham, Willem van der, *Meester van de Zee. Johan van Veen, waterstaatsingenieur, 1893-1959*. Amsterdam 2003.
- Heyst, D.A. van, e.a., *Voorlopig rapport van de Commissie inzake stormvloed op de benedenrivieren. 's-Gravenhage 1940*.

- Hoek, S. van, *Natuur en geschiedkundige beschrijving van den verschrikkelijken watervloed tusschen den XIV en XVden van Louwmaand des jaars MDCCCVIII*. Haarlem 1808.
- Hollestelle, A., *Geschied- en waterstaatkundige beschrijving van de waterschappen en polders in het Eiland Tholen*. Tweede druk, Tholen 1920.
- Kanter, J. de, *Natuur- en geschiedkundige beschrijving van den watervloed tusschen den 14 en 15 januarij, 1808*. Middelburg 1808.
- Kraker, A.M.J. de, 'Two floods compared: Perception of and response to the 1682 and 1715 flooding disasters in the Low Countries', in: Katrin Pfeifer & Niki Pfeifer (red.), *Forces of Nature and Cultural Responses* (Dordrecht 2013) 185-202.
- Leenders, K.A.H.W., 'Twintig kilometer dijk en 7 sluizen gezocht', www.academia.edu, 2021 (ge raadpleegd op 30-6-2025).
- Malde, J. van, *Historische stormvloedstanden*. Verbeterde versie. Poeldijk 2003.
- Philippart, M.E., e.a., *De basispeilen langs de Nederlandse kust. De ruimtelijke verdeling en overschrijdingslijnen*. Rapport RIKZ-95-008. Den Haag 1995.
- Rijkswaterstaat, *Verslag over den stormvloed van 22/23 december 1894*. 's-Gravenhage 1895.
- Rijkswaterstaat & KNMI, *Verslag over de stormvloed van 1953*. 's-Gravenhage 1961.
- Schiereck, Gerrit Jan & Paul Visser, 'De Sint-Elisabethsvloed en de onafwendbare teloorgang van de Grote Waard', *TvWG* 30 (2021) 13-25.
- Schotel, P., *Historisch overzicht van de hooge vloed en overstromingen tot het jaar 1868*. Bijlage behoorende bij het Verslag van de Staatscommissie (...) onderzoek omtrent de oorzaken van de buitengewoon hooge waterstanden (...) van 13/14 januari 1916 op den Rotterdamschen Waterweg. 's-Gravenhage 1922.
- Slager, Kees, *Watersnood*. Rotterdam 2010.
- Veen, Johan van, 'Bestaat er een geologische bodemdaling te Amsterdam sedert 1700?', *Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap*, tweede reeks, 62 (1945) 2-36.
- Vermeersen, Bert L.A., e.a., 'Sea-level change in the Dutch Wadden Sea', *Netherlands Journal of Geosciences / Geologie en Mijnbouw* 97 (2018) 79-127.
- Vierlingh, Andries, *Tractaet van dyckagie*. Uitgegeven door J. de Hullu en A.G. Verhoeven. 's-Gravenhage 1920; herdruk 1973.
- Visser, P.J., *Breach growth in sand-dikes*. Proefschrift TU Delft 1998.
- Wemelsfelder, P.J., 'De overschrijdingslijnen van de hoogwaterstanden in het Nederlandse getijgebied', *Bijdrage III.2 in: Rapport Deltacommissie, deel 4, Beschouwingen over stormvloed en getijbeweging* ('s-Gravenhage 1960) 55-86.
- Wemelsfelder, P.J., 'Bui-oscillaties en buistoten tijdens stormvloed', *Bijdrage III.5, in: Rapport Deltacommissie, deel 4, Beschouwingen over stormvloed en getijbeweging* ('s-Gravenhage 1960) 115-129.
- Zeiler, F.D., '1825: de "vergeten" watersnood', *TvWG* 16 (2007) 19-26.
- Zhu, Zhenchang, e.a., 'Historic storms and the hidden value of coastal wetlands for nature-based flood defence', *Nature Sustainability* 3 (2020) 853-862.

Auteurs

XIA VAN BEUNINGEN is afgestudeerd in de BA Geschiedenis en MA Geschiedenis & Actualiteit aan de Radboud Universiteit (2023) en is werkzaam als junior-onderzoeker aan de RU bij de afdeling Politieke Geschiedenis. Zij verricht onderzoek in verschillende onderzoekprojecten van de denktank Advies & Actualiteit evenals in het project ‘Lokaal besturen tussen bezetter en burger’.

ANNELIES HOELEN is afgestudeerd in de BA Journalistiek en MA History of Politics and Society aan de Universiteit Utrecht (2023). Zij is freelancer en werkt onder meer voor het *Algemeen Dagblad* en als onderzoeker aan de Radboud Universiteit bij het project ‘Lokaal besturen tussen bezetter en burger’.

KO TER HOFSTEDE (1952) studeerde in 1979 af in de tropische cultuurtechniek (nu international water management) aan de Landbouwhogeschool Wageningen (thans Wageningen University & Research). Samen met Jan van Santbrink schreef hij de MSc. thesis ‘Koloniaal Waterbeheer’, een onderzoek naar het ontstaan en de ontwikkeling van technische irrigatie in Nederlands-Indië. Na een carrière in de ontwikkelingssamenwerking, met vooral projecten in Portugeestalig Afrika en Oost-Europa werkte hij van 2002 tot 2017 bij de provincie Noord-Brabant, onder andere als adviseur plattelandsontwikkeling. Samen met Jan van Santbrink startte hij na zijn pensioen onderzoek naar waterstaatsgeschiedenis in Nederland. Ko focust daarbij op zijn geboortestreek, West-Friesland.

WIM VAN MEURS is hoogleraar Politieke Geschiedenis aan de Radboud Universiteit Nijmegen, initiatiefnemer van de denktank Advies & Actualiteit en projectleider ‘Lokaal besturen tussen bezetter en burger’ (Mondriaan Fonds, 2020-2025).

GERRIT JAN SCHIERECK (1946) studeerde in 1972 af aan de TU Delft als civiel ingenieur met als specialisatie waterbouwkunde. Hij is werkzaam geweest bij Rijkswaterstaat (o.m. onderzoek Oosterscheldekering, waterhuishouding en beheer rivieren in Zuidwest Nederland, hoofd afdeling Binnenscheepvaart en hoofd afdeling Strategie), Waterloopkundig Laboratorium (onderzoek getijrivieren Indonesië), TU Delft (universitair hoofddocent Waterbouw, resident engineer kustwaterbouwkunde Wateruniversiteit Hanoi) en Wereldbank (hoogwaterbescherming Bangladesh en Vietnam). Schreef onder meer *Bed, bank en shore protection* (2001) en bezorgde en annoteerde in 2005, samen met Kees d’Angremond, *Het Verjaagde Water* van den Doolaard over de droogmaking van Walcheren in 1945.

PAUL VISSER (1949) studeerde civiele techniek in Delft. Sinds zijn afstuderen in 1975 is hij verbonden aan de Afdeling Waterbouwkunde (en voorlopers daarvan) van de Technische Universiteit Delft. Hij promoveerde in 1998 op een proefschrift waarin wordt beschreven hoe een bres in een dijk zich na een dijkdoorbraak ontwikkelt. Hij heeft als universitair hoofddocent gewerkt in het onderwijs in de kustwaterbouwkunde, vloeistofmechanica en rivierwaterbouwkunde, als begeleider in het projectonderwijs, als programmaleider en afstudeercoördinator van het MSc-programma Hydraulic Engineering, en in het onderzoek, met name van golfgedreven langsstromen en bresgroei in dijken. Sinds zijn pensionering in 2014 is hij nog als gastdocent verbonden aan de TU Delft en doet hij nog onderzoek, met name naar bresgroei in dijken.

Sponsors

De uitgave van dit tijdschrift is in de eerste plaats mogelijk gemaakt door belangrijke financiële steun van de **Unie van Waterschappen** en dankzij een bedrijfsabonnement van:

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HOUTEN)
Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HEERHUGOWAARD)
Hoogheemraadschap van Delfland (DELFT)
Hoogheemraadschap van Rijnland (LEIDEN)
Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard (ROTTERDAM)
Nederlandse Waterschapsbank N.V. (DEN HAAG)
Rijkswaterstaat (DEN HAAG)
Unie van Waterschappen (DEN HAAG)
Waterschap Aa en Maas ('s-HERTOGENBOSCH)
Waterschap Amstel, Gooi en Vecht (AMSTERDAM)
Waterschap Brabantse Delta (BREDA)
Waterschap De Dommel (BOXTEL)
Waterschap Drents Overijsselse Delta (ZWOLLE)
Waterschap Hollandse Delta (RIDDERKERK)
Waterschap Hunze en Aa's (VEENDAM)
Waterschap Limburg (ROERMOND)
Waterschap Noorderzij/vest (GRONINGEN)
Waterschap Rivierenland (TIEL)
Waterschap Rijn en IJssel (DOETINCHEM)
Waterschap Scheldestromen (MIDDELBURG)
Waterschap Vechtstromen (ALMELO)
Waterschap Vallei en Veluwe (APELDOORN)
Waterschap Zuiderzeeland (LELYSTAD)
Wetterskip Fryslân (LEEWARDEN)