



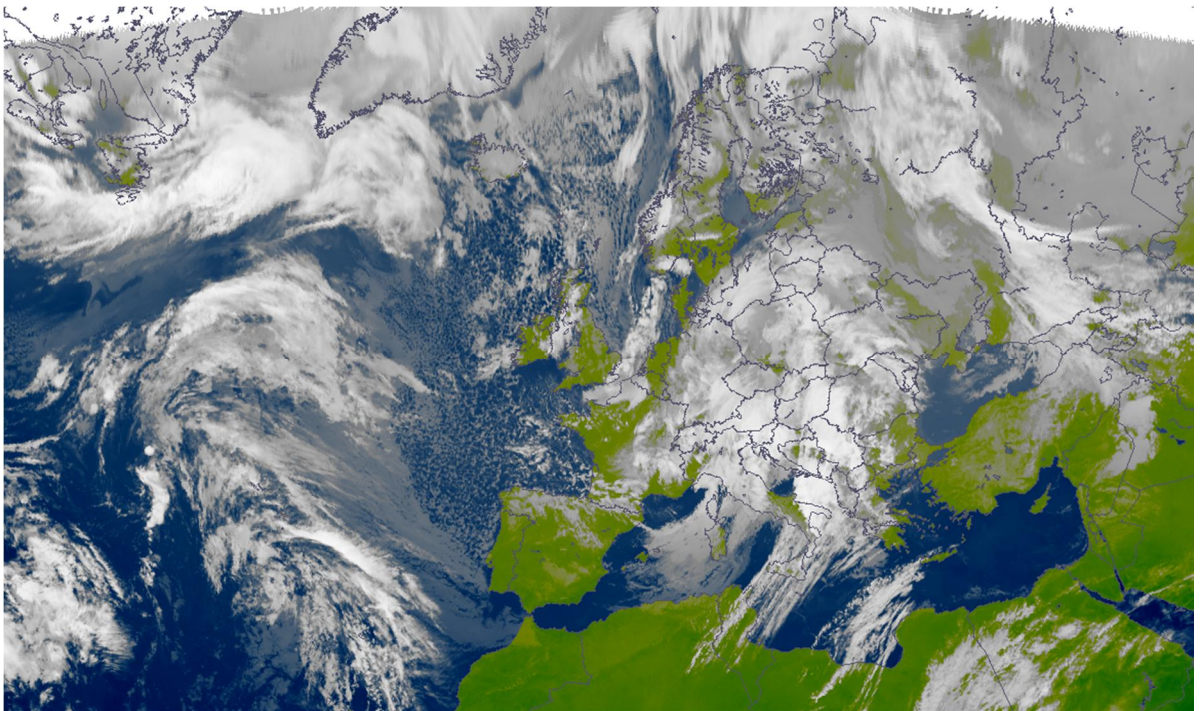
Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Watermanagementcentrum Nederland

Stormvloedrapport

13 en 14 januari 2017 (SR94)

Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.



Colofon

Uitgegeven door	WMCN
Informatie	WMCN-KUST
Telefoon	0320-229898
e-mail	wmcn-kust@rws.nl
Uitgevoerd door	ing. J. Kroos
Opmaak	
Datum	6 februari 2017
Status	definitief
Versienummer	1.0

Inhoud

	Inleiding—6
1	De weersituatie tijdens de stormvloed—7
1.1	Algemeen—7
1.2	Chronologisch overzicht van de weersgesteldheid (samengesteld door het KNMI)—8
2	Waterstanden tijdens de stormvloed—12
2.1	Algemeen—12
2.2	Chronologisch verslag van de stormvloed—13
3	Analyse van de waterstanden en adviezen—21
4	Classificatie van de stormvloed—26
5	Golven op de Noordzee—27
5.1	Algemeen—27
5.2	Golfhoogte—28
5.3	Golfperiode—29
	Lijst van afkortingen en enige meteorologische begrippen—30
	Lijst van bijlagen—31
	Bronvermeldingen—32

Inleiding

Een noordwesterstorm boven de Noordzee veroorzaakte op 13 en 14 januari in combinatie met het springtij een lage stormvloed langs de Nederlandse kust.

Het team Stormvloedwaarschuwingen Kust en Benedenrivieren van het Watermanagementcentrum Nederland (afgekort WMCN-KUST) heeft voor alle sectoren één of meer (voor)waarschuwingen en/of alarmeringen gegeven. Deze stormvloed is geclassificeerd als een lage stormvloed. Tijdens de passage van de stormvloed is de stormvloedkering in de Hollandsche IJssel gesloten geweest. De Oosterscheldekering en de Maeslant- en Hartelkering waren wel in staat van paraatheid gebracht, maar hoefden niet gesloten te worden. De meeste dijkdoorgangen of coupures in de primaire waterkeringen langs de kust zijn tijdens het passeren van de stormvloed gesloten geweest.

De lage stormvloed van 13 en 14 januari was, gezien in het licht van de opgetreden waterstanden, niet zo uitzonderlijk. In het hele kustgebied zijn waterstanden opgetreden die gemiddeld 245 tot 19 maal per 100 jaar voorkomen. Bijzonder was dat er in het Eems-Dollard gebied in de uren voor het hoogwater bij Delfzijl slechts weinig wind stond en er toch een grote verhoging verwacht werd en ook opgetreden is.

Vanwege de eerder opgetreden hoge vloed van 11 en 12 januari was het waarschuwbureau al geopend op woensdag 11 januari 6h00. Het waarschuwbureau van WMCN-KUST is gesloten op zaterdag 14 januari 5h00.

De tijdsaanduidingen in dit stormvloedrapport zijn gegeven in MET, tenzij anders vermeld.

Tussen de laatst gerapporteerde stormvloed van 9 t/m 11 januari 2015 (SR93) en de hier beschreven stormvloed is het waarschuwbureau van WMCN-KUST verschillende malen actief geweest voor de (hoge) vloed. Deze hoge vloed zijn gerapporteerd in de stormvloedflitsen. Van de stormvloed van 13 en 14 januari 2017 is op 16 januari 2017 de stormvloedflits uitgegeven. Deze en alle andere uitgebrachte stormvloedflitsen en stormvloedrapporten zijn in te zien op en te downloaden van de website van Rijkswaterstaat www.rijkswaterstaat.nl.

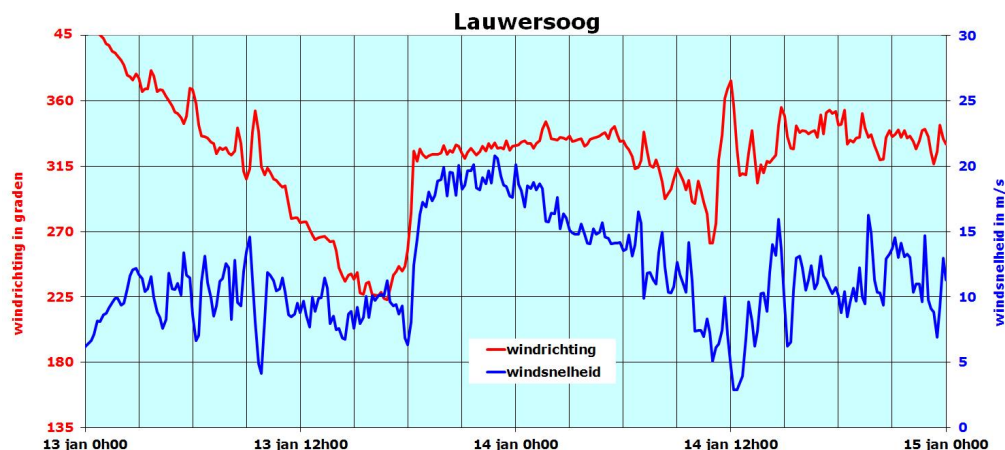
1 De weersituatie tijdens de stormvloed

1.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt een chronologisch overzicht gegeven van de weersgesteldheid tijdens de stormvloed. De informatie die hiervoor benodigd was, is afkomstig uit de logboeken en gegevensbestanden van het KNMI.

Gedurende de stormvloed is door het team WMCN-KUST nauw samengewerkt met de getijmeteorologen uit de Weerkamer van het KNMI. Als er vanwege een dreigende stormvloed een zitting van het waarschuwingsbureau WMCN-KUST is, nemen de getijmeteorologen van het KNMI sinds het stormseizoen 2014 / 2015 deel aan die zitting van het team van WMCN-KUST in de Waterkamer van het WMCN in Lelystad. Het KNMI is in de samenwerking verantwoordelijk voor het inwinnen en verwerken van de benodigde meteorologische gegevens en de juiste toepassing van de meteorologische methodieken, die nodig zijn voor het berekenen van de te verwachten waterstandverhogingen.

In de weerkaart van het Noord Atlantische gebied op bijlage 3 is de gemeten luchtdrukverdeling getekend van 13 januari op het tijdstip 19h00 MET (= 18h00 UTC). Tevens is daarin de depressiebaan getekend van 12 januari 19h00 t/m 13 januari 19h00. Op bijlage 4 zijn voor verschillende tijdstippen de windvelden boven noordwestelijk Europa gepresenteerd.

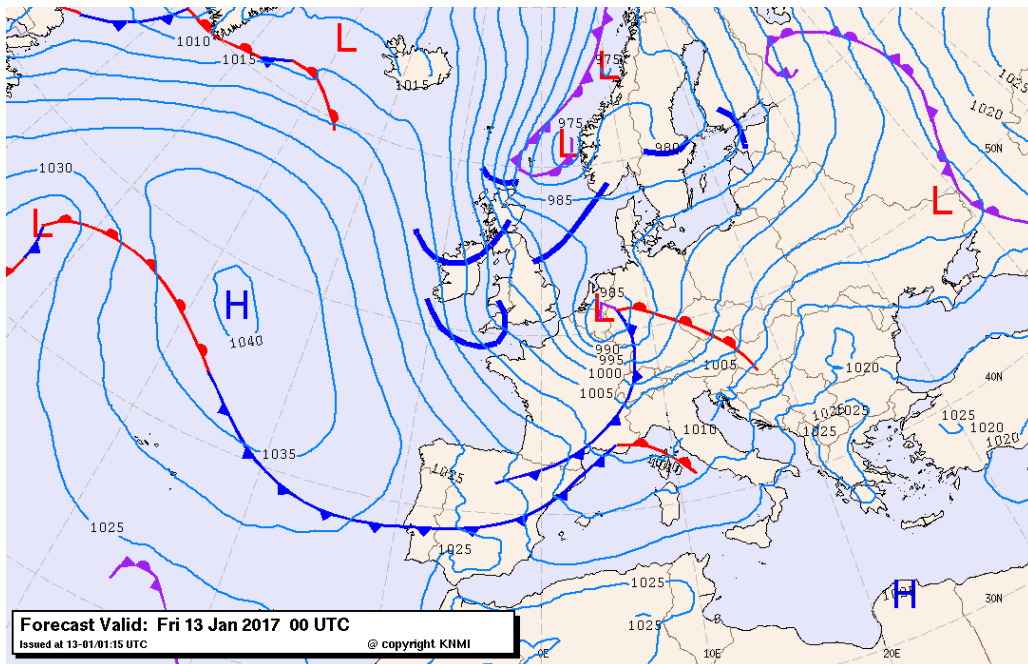


Figuur 1 gemeten windrichting en snelheid Lauwersoog

Op bijlage 5 zijn de gemeten windsnelheden en windrichtingen gepresenteerd van de meetpunten Lichteiland Goeree, Europlatform, Hoek van Holland, Platform K13A, IJmuiden, en Lauwersoog. De windgegevens van de locatie Huibertgat waren voor een groot deel niet beschikbaar tijdens de stormvloed.

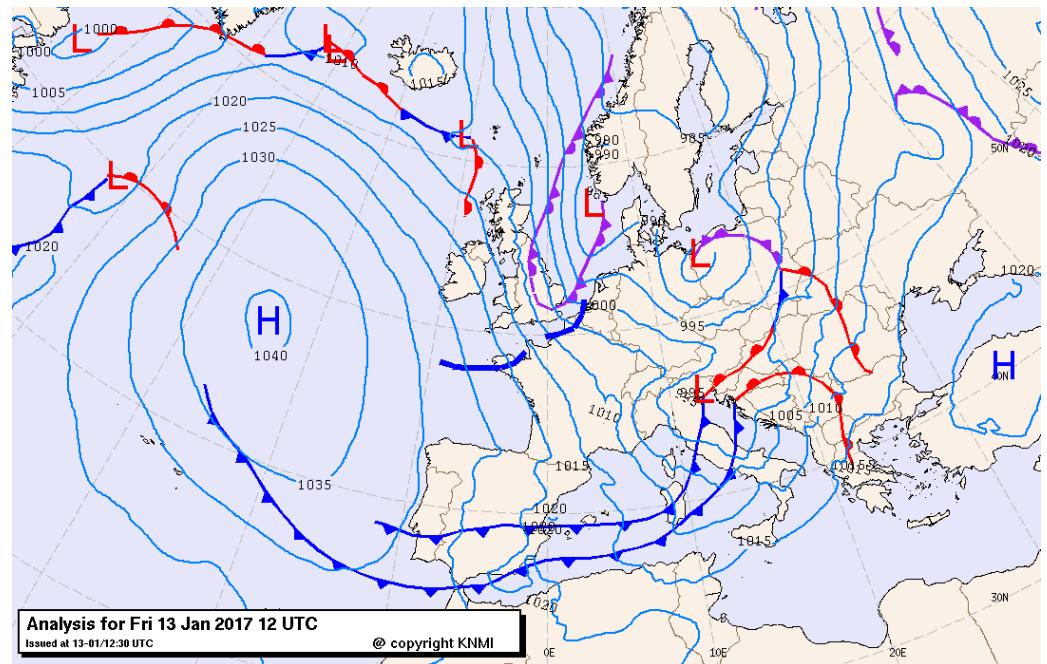
1.2 Chronologisch overzicht van de weersgesteldheid (samengesteld door het KNMI)

Een klein lagedrukgebied, afkomstig van de Atlantische Oceaan, ligt aan het begin van donderdag 13 januari net ten westen van Noorwegen. Aan de westzijde van deze lagedrukkern is sprake van een krachtige noordelijke stroming, windkracht 8-9 Bft.



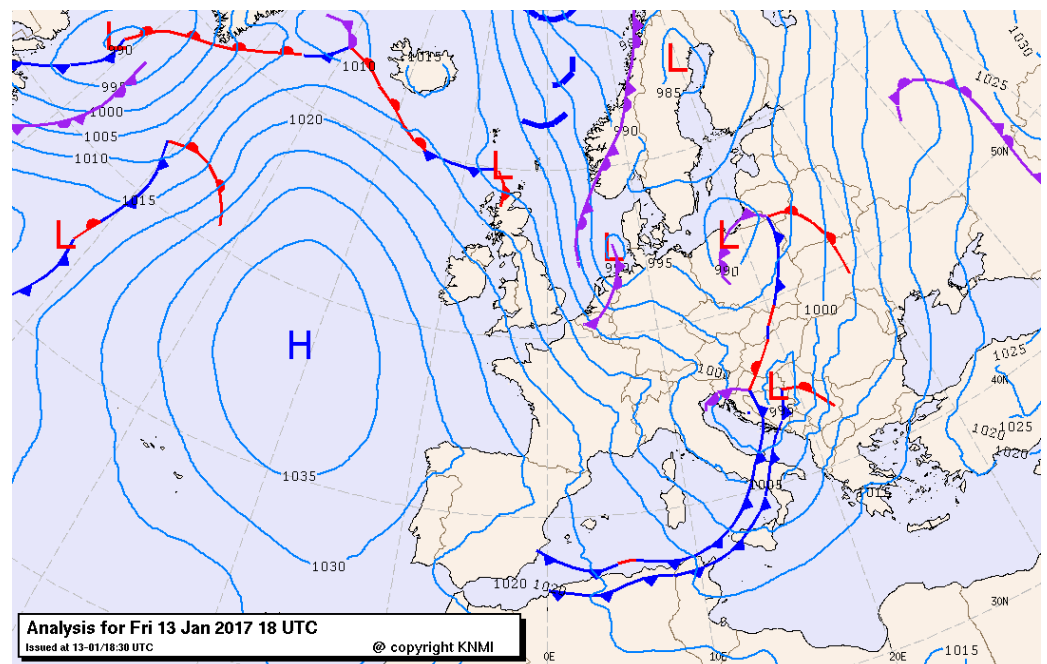
Figuur 2 Weerkaart 13 januari 2016 1h00

De exacte koers die het lagedrukgebied zal gaan volgen en de snelheid waarmee dit zal gaan gebeuren is enkele dagen voor het optreden nog vrij onzeker. De koers en de bijbehorende timing van de koers hebben veel impact op de verwachte waterstanden bij Vlissingen en Hoek van Holland en ook voor die van Delfzijl. Immers, een iets westelijkere koers van het lagedrukgebied zal inhouden dat er bij Delfzijl waarschijnlijk nauwelijks wind, en dus ook minder opzet, zal zijn. Maar daarentegen een snellere ruiming van de wind zal betekenen dat de maximale, geruimde wind even voor de hoogwaters in Zeeland en Zuid-Holland zal optreden waardoor er zeer hoge waterstanden op kunnen gaan treden in het Zeeuwse en Zuid Hollandse kustgebied. Gedurende de loop van de vrijdag wordt de exacte koers steeds duidelijker waardoor geconcludeerd kan worden dat ook Delfzijl met deze krachtige noordelijke stroming te maken zal gaan krijgen. De timing van de doorkomst van de occlusie blijft erg lang onzeker.



Figur 3 weerkaart 13 januari 13h00

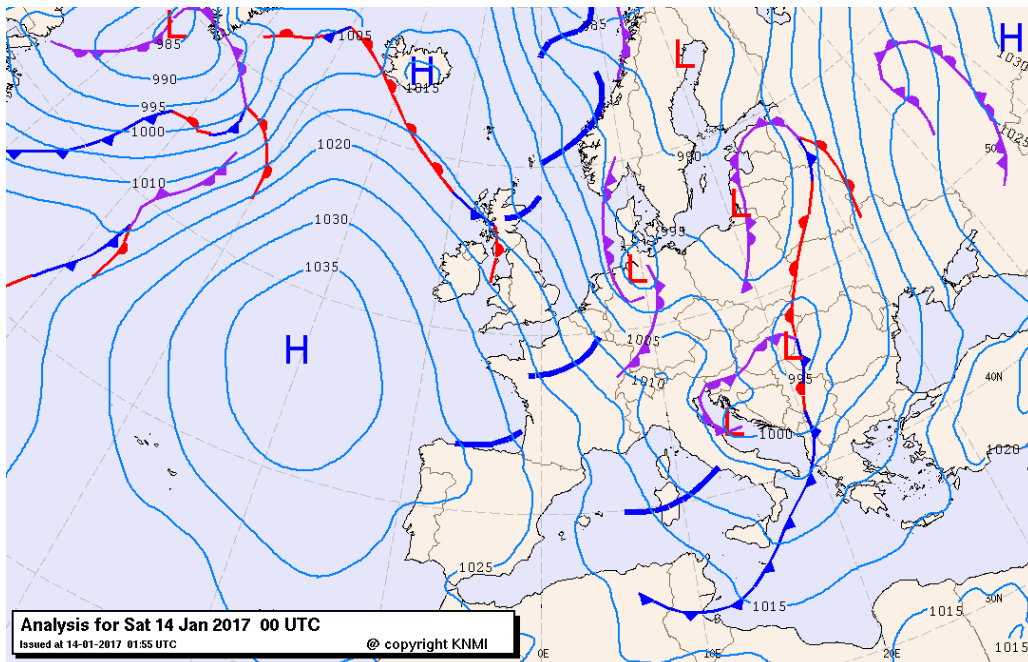
Rond het middaguur van vrijdag ligt de kern van het lagedrukgebied even ten zuiden van de zuidpunt van Noorwegen. De oclusie en de daarmee gepaard gaande windruiming en toename bevindt zich nog op enige afstand van de Hollandse kust. Rond het middaguur staat er langs de hele kust een krachtige tot vrij krachtige westelijke wind (5 á 6 Bft). Het tijdstip van de ruiming van de wind blijft tot op het moment van ruiming zeer onzeker. Omstreeks 16h00 passeert de oclusie de kust bij Hoek van Holland en daarmee gaat de wind ruimen en toenemen. Bij IJmuiden gebeurt dat tegen 17h00.



Figur 4 Weerkaart 13 januari 19h00

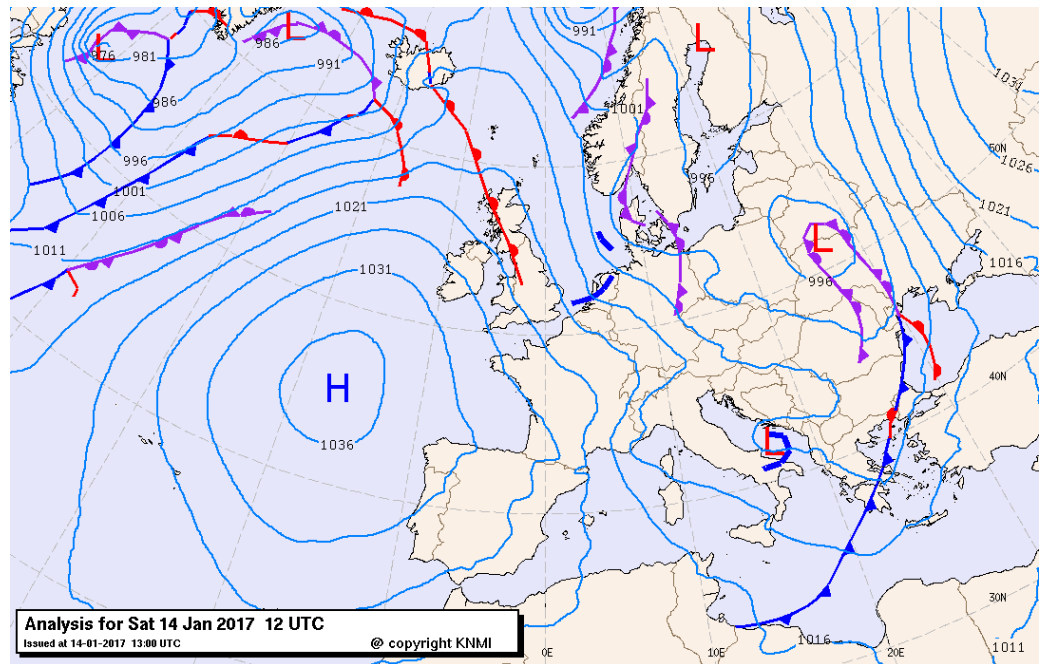
In de avond van 13 januari arriveert het lagedrukgebied boven de Duitse Bocht. Op de gehele westelijke Noordzee, ook nabij de kust, staat er dan een krachtige noordelijke stroming, met een stormachtige wind (8 Bft) en heel lokaal ook storm (9 Bft).

Het lagedrukgebied trekt aan het einde van de avond verder zuidoostwaarts naar het Duitse vasteland. Na middernacht neemt de wind overal op de Noordzee langzaam in kracht af.



Figuur 5 Weerkaart 14 januari 1h00

Tegen de ochtend van de 14^e januari is de wind afgenomen tot een vrij krachtige noordwestenwind (5 Bft) en boven de Wadden tot een krachtige noordwestenwind. Gedurende de loop van de ochtend neemt de wind verder af en krimpt langzaam naar het west-noordwesten.




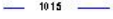


Figuur 6 Weerkaart 14 januari 13h00

Na de middag trekt er een trog over het zuidwestelijke kustgebied. De passage van deze trog veroorzaakt gedurende korte tijd een toename van de wind tot een krachtige tot harde wind (6 á 7 Bft). Ook ruimt de wind tijdelijk naar het noord-noordwesten. In de loop van de middag krimpt de wind weer naar het noordwesten. Boven de Noordzee blijft er gedurende de rest van de dag een krachtige noordwestenwind staan. In de loop van de avond ruimt de wind verder naar het noorden en neemt heel langzaam af.

Na de passage van de occlusie op vrijdag 13 januari stroomt er ook aanzienlijk koudere lucht over onze omgeving uit. Hierdoor gaan de temperaturen met name in de nachten ruim onder het vriespunt uitkomen en komt ons land terecht in licht winterse omstandigheden.

Symbolen weerkaart

- L** positie van de kern van het lagedrukgebied
- H** positie van het centrum van het hogedrukgebied
-  koufront, punten geven bewegingsrichting aan
-  warmtefront, bolletjes geven bewegingsrichting aan
-  occlusiefront, punten en bolletjes geven bewegingsrichting aan
-  trog (koude lucht aanwezig in de bovenlucht)
-  isobaar, lijn van gelijke luchtdruk

2 Waterstanden tijdens de stormvloed

2.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt een chronologisch verslag gegeven van de uitgegeven verwachtingen, waarschuwingen, alarmeringen, en de opgetreden waterstanden tijdens de stormvloed. De informatie die hiervoor benodigd was is afkomstig uit de logboeken en gegevensbestanden van WMCN-KUST.

WMCN-KUST is naast een aantal algemene zaken verantwoordelijk voor het bepalen van de te verwachten (hoog)waterstanden. WMCN-KUST waarschuwt of alarmeert de waterschappen, rijkswaterstaatsdiensten, provincies en hulpdiensten en verstrekt indien nodig informatie. Na afloop van een stormvloed legt WMCN-KUST de opgetreden verschijnselen vast in een Stormvloedrapport.

Voor de algemene beschrijving van de taken van WMCN-KUST wordt verwezen naar de Algemene beschrijving Stormvloedwaarschuwingen Kust en Benedenrivieren, brochure (versie augustus 2016).

Het team WMCN-KUST heeft voor wat betreft de uitgegeven verwachtingen voor de waterstanden nauw samengewerkt met het Hydro Meteo Centrum (HMC). Het Hydro Meteo Centrum is een onderdeel van het Watermanagementcentrum Nederland van Rijkswaterstaat.

De kust is verdeeld in 6 sectoren. Deze zijn weergegeven in figuur 7, met daarin per sector het Basisstation (zie tevens bijlage 1).



Figuur 7 Sectorindeling Kust

2.2 Chronologisch verslag van de stormvloed

Woensdag 4 januari t/m woensdag 11 januari

De middellange termijnverwachtingen die op woensdag 4 januari aan het einde van de ochtend beschikbaar komen, geven een duidelijke indicatie dat er rond 13 januari met name in het Zeeuwse en Zuid-Hollandse kustgebied een flinke verhoging van de waterstanden verwacht wordt. Op donderdag 5 januari licht de Noordzeemeteoroloog van het KNMI de dienstdoende teamleider van WMCN-KUST in dat het waarschuwingscriterium voor de lange termijnverwachtingen bij Vlissingen is overschreden. Maar ook bij Hoek van Holland is het criterium bijna bereikt. Dit waarschuwingscriterium luidt als volgt: Als verwacht wordt dat er binnen 8 dagen een kans is van 25% of meer op overschrijding van het waarschuwingsspeel in één of meer sectoren dan brengt de Noordzeemeteoroloog van het KNMI de teamleider van WMCN-KUST hiervan op de hoogte. Vanaf dat moment worden de ontwikkelingen in het weer en de waterstanden regelmatig gevolgd.

Elke 12 uur verschijnt er een bijgestelde versie van de middellange termijnverwachtingen (tegen het middaguur en tegen middernacht). In de daaropvolgende dagen vertonen de middellange termijnverwachtingen ongeveer hetzelfde beeld hoewel de kans op optreden van waterstanden boven de waarschuwingsspeilen bij Vlissingen en Hoek van Holland steeds groter worden.

Op maandag 9 januari wordt met de middellange termijnverwachting, die rond het middaguur verschijnt, het LCO-criterium bij Vlissingen overschreden. Het LCO-criterium wordt overschreden als verwacht wordt dat er binnen een termijn van 7 dagen een kans van 20% of hoger is dat het Alarmpeil overschreden zal worden bij een of meer locaties. De teamleider van WMCN-Kust licht de LCO in over de komende ontwikkelingen. De voorzitter van de LCO besluit in overleg met de teamleider WMCN-KUST om de situatie nog een dag aan te kijken alvorens in actie te komen.

Op dinsdag 10 januari geeft de middellange termijnverwachting aan dat er bij Vlissingen voor het middaghoogwater van vrijdag 13 januari ongeveer 50% kans is op overschrijding van het alarmpeil. Bij Hoek van Holland is die kans veel kleiner. Bij de overige locaties is er een grote kans (meer dan 50%) op overschrijding van de waarschuwingsspeilen voor die getijgolf. In de middag van 10 januari stuurt de LCO in overleg met WMCN-KUST een informatiebericht rond over de komende ontwikkelingen langs de kust voor de komende dagen.

De verwachting die rond 23h00 op dinsdag 10 januari beschikbaar komt geeft aan dat de kans op overschrijding van het alarmpeil voor het eerder genoemde hoogwater bij Vlissingen ongeveer 70% is en dat er zelfs 30% kans is op overschrijding van het landelijke alarmpeil. Bij Hoek van Holland is de kans op overschrijding van het alarmpeil inmiddels toegenomen tot 50%.

Op woensdag 11 januari worden in de lange termijnverwachtingen de kansen op hele hoge standen wel wat minder maar blijven nog steeds aanwezig.

In de middag van 11 januari stuurt de LCO in overleg met WMCN-KUST een landelijk waterbeeld rond over de komende ontwikkelingen langs de kust voor de komende dagen. Tot aan het einde van de stormvloed worden de landelijke waterbeelden ververs en rondgestuurd.

Op woensdag 11 januari tegen 23h00 komen de eerste korte termijnverwachtingen in beeld.

Donderdag 12 januari

Het WMCN geeft rond middernacht de volgende voorlopige verwachtingen uit voor de komende stormvloed:

Vlissingen	13 jan 02h06 NAP +320	13 jan 14h26 NAP +370
Roompot buiten	13 jan 02h00 NAP +252	13 jan 14h19 NAP +331
Hoek van Holland	13 jan 03h55 NAP +185	13 jan 15h11 NAP +275
Den Helder	13 jan 08h45 NAP +115	13 jan 20h44 NAP +238
Harlingen	13 jan 10h26 NAP +175	13 jan 22h36 NAP +280
Delfzijl	13 jan 12h30 NAP +260	14 jan 0h45 NAP +380

De verwachting is dat Vlissingen, Hoek van Holland en Delfzijl boven of in buurt van de alarmpeilen uitkomen en Den Helder en Harlingen boven de waarschuwingspeilen.

Er zijn twee grote onzekerheden in de verwachtingen:

- 1^e Het tijdstip van de passage van de occlusie. Als de occlusie gepasseerd is, ruimt de wind naar het noordwesten en neemt toe tot stormachtig tot storm (8 á 9 Bft). Gebeurt dit vóór het hoogwater in Zeeland en Zuid Holland dan kunnen de hoogwaterstanden aanzienlijk hoger worden dan de verwachtingen. Passeert de occlusie later dan de genoemde hoogwaters dan kunnen de waterstanden daar aanzienlijk lager uitkomen.
- 2^e De baan van het lagedrukgebied. Gerekend is met de verwachting dat het lagedrukgebied even ten oosten van de Eems-Dollard naar het zuiden trekt. Trekt dit toch ten westen van Delfzijl langs dan betekent dit dat er weinig of geen wind zal staan in de Eems-Dollard dan zal de verhoging van de waterstand aanzienlijk minder groot zijn dan in de verwachting.

Aan het einde van de ochtend van 12 januari blijkt dat ook de nachthoogwaters van 14 januari bij Vlissingen en Hoek van Holland boven de waarschuwingspeilen uit zullen komen.

De verwachtingen worden enigszins aangepast:

Vlissingen	13 jan 02h06 NAP +320	13 jan 14h26 NAP +370	14 jan 2h55 NAP +335
Roompot buiten	13 jan 02h00 NAP +252	13 jan 14h19 NAP +322	14 jan 2h46 NAP +272
Hoek van Holland	13 jan 03h55 NAP +185	13 jan 15h11 NAP +275	14 jan 3h45 NAP +219
Den Helder	13 jan 08h45 NAP +115	13 jan 20h44 NAP +218	
Harlingen	13 jan 10h26 NAP +175	13 jan 22h36 NAP +280	
Delfzijl	13 jan 12h30 NAP +260	14 jan 0h45 NAP +380	

Rond 14h00 wordt een voorwaarschuwing gegeven voor sector Schelde. Voor het basisstation Vlissingen wordt op 13 januari om 2h00 een hoogwaterstand verwacht van NAP +320 cm. Voor de sector West Holland wordt geen voorwaarschuwing gegeven. Er wordt bij Hoek van Holland op 13 januari om 2h55 een hoogwaterstand verwacht van NAP +185 cm.

Aan het einde van de middag van 12 januari rond 17h00 komen er nieuwe verwachtingen beschikbaar; de reeds uitstaande verwachtingen worden enigszins aangepast:

Vlissingen	13 jan 02h06 NAP +320	13 jan 14h26 NAP +370	14 jan 02h55 NAP +335
Roompot buiten	13 jan 02h00 NAP +249	13 jan 14h19 NAP +303	14 jan 02h46 NAP +309
Hoek van Holland	13 jan 03h55 NAP +185	13 jan 15h11 NAP +280	14 jan 03h45 NAP +221
Den Helder	13 jan 08h45 NAP +115	13 jan 20h44 NAP +220	14 jan 09h46 NAP +135
Harlingen	13 jan 10h26 NAP +175	13 jan 22h36 NAP +280	14 jan 11h16 NAP +170
Delfzijl	13 jan 12h30 NAP +260	14 jan 0h45 NAP +350	14 jan 13h20 NAP +217

Om 20h00 wordt een voorwaarschuwing gegeven voor de sector Delfzijl. Voor het basisstation Delfzijl wordt op 13 januari om 12h30 een hoogwaterstand verwacht van NAP +260 cm.

Aan het einde van de avond van 12 januari omstreeks 23h00 komen er nieuwe verwachtingen beschikbaar; de reeds uitstaande verwachtingen worden met name voor Vlissingen en Hoek van Holland flink naar beneden bijgesteld. Verwacht wordt dat de passage van de occlusie en de daarmee gepaard gaande ruiming en toename van de wind later zal plaatsvinden dan de hoogwaters in Zeeland en Zuid- en Noord-Holland.

Vlissingen	13 jan 02h06 NAP +320	13 jan 14h26 NAP +330	14 jan 02h55 NAP +350
Roompot buiten	13 jan 02h00 NAP +249	13 jan 14h19 NAP +276	14 jan 02h46 NAP +309
Hoek van Holland	13 jan 03h55 NAP +185	13 jan 15h11 NAP +250	14 jan 03h45 NAP +220
Den Helder	13 jan 08h45 NAP +115	13 jan 20h44 NAP +220	14 jan 09h46 NAP +135
Harlingen	13 jan 10h26 NAP +175	13 jan 22h36 NAP +310	14 jan 11h16 NAP +170
Delfzijl	13 jan 12h30 NAP +260	14 jan 0h45 NAP +350	14 jan 13h20 NAP +250

Op grond van bovenstaande verwachtingen worden waarschuwingen gegeven voor de sectoren Schelde en West-Holland.

Voor de sector Schelde wordt bij het basisstation Vlissingen op 13 januari om 14h30 een hoogwaterstand verwacht van NAP +330 cm. Voor het station Roompot buiten wordt om 14h20 een hoogwaterstand verwacht van NAP +276 cm.

Voor de sector West Holland wordt bij het basisstation Hoek van Holland om 15h10 een hoogwaterstand verwacht van NAP +250 cm. Bij Rotterdam wordt om 16h50 een hoogwaterstand verwacht van NAP +250 cm. Bij Dordrecht wordt om 17h00 een hoogwaterstand verwacht van NAP +180 cm.

Vrijdag 13 januari

Om 2h10 treedt het hoogwater op bij Vlissingen. Er wordt een waterstand gemeten van NAP +329 cm. Bij Hoek van Holland komt de waterstand veel hoger uit dan de verwachting; er wordt om 2h40 een hoogwaterstand gemeten van NAP +219 cm.

Rond 5 uur in de ochtend komen er nieuwe verwachtingen beschikbaar; er is weinig veranderd in de verwachtingen; de reeds uitstaande verwachtingen worden daarom nauwelijks aangepast. Nog steeds wordt verwacht dat de passage van de occlusie en de daarmee gepaard gaande ruiming en toename van de wind later zal plaatsvinden dan de hoogwaters in Zeeland en Zuid- en Noord-Holland. Ook wordt verwacht dat de kern van de depressie westelijk van de Eems-Dollard zal passeren, zodat de verhoging bij Delfzijl mee zal vallen.

Vlissingen	13 jan 14h26 NAP +330	14 jan 02h55 NAP +350	14 jan 15h15 NAP +310
Roompot buiten	13 jan 14h19 NAP +276	14 jan 02h46 NAP +309	14 jan 15h05 NAP +259
Hoek van Holland	13 jan 15h11 NAP +250	14 jan 03h45 NAP +220	14 jan 15h55 NAP +190
Den Helder	13 jan 08h45 NAP +115	13 jan 20h44 NAP +220	14 jan 09h46 NAP +135
Harlingen	13 jan 10h26 NAP +175	13 jan 22h36 NAP +310	14 jan 11h16 NAP +170
Delfzijl	13 jan 12h30 NAP +260	14 jan 0h45 NAP +350	14 jan 13h20 NAP +250

Op grond van bovenstaande verwachtingen worden Waarschuwingen gegeven voor de sectoren Den Helder en Harlingen. Voor de sector Den Helder wordt bij het basisstation Den Helder om 20h20 een hoogwaterstand verwacht van NAP +220 cm. Voor de sector Harlingen wordt bij het basisstation Harlingen om 21h50 een hoogwaterstand verwacht van NAP +310 cm.

Aan het einde van ochtend komen er nieuwe verwachtingen beschikbaar. Hoewel de onzekerheid nog erg groot is, geven de verwachtingen aan dat de passage van de occlusie iets eerder zal zijn dan eerder van uit gegaan was. Op grond van deze informatie wordt omstreeks 11h00 besloten dat de uitstaande waarschuwingen voor de sectoren Schelde en West Holland naar boven moeten worden bijgesteld. Ook is de verwachting dat de hoogwaters vanwege de toename van de opzet ongeveer een uur later zullen vallen. Daarnaast geven de verwachtingen aan dat de kern van de depressie toch oostelijk van de Eems-Dollard zal passeren waardoor bij Delfzijl toch een grotere verhoging van de waterstand verwacht kan worden.

De uitstaande waarschuwingen voor Schelde en West Holland worden als volgt aangepast. Voor de sector Schelde wordt bij het basisstation Vlissingen op 13 januari om 15h30 een hoogwaterstand verwacht van NAP +350 cm. Voor het station Roompot buiten wordt om 15h35 een hoogwaterstand verwacht van NAP +290 cm. Voor de sector West Holland wordt bij het basisstation Hoek van Holland om 15h30 een hoogwaterstand verwacht van NAP +260 cm. Bij Rotterdam wordt om 17h00 een hoogwaterstand verwacht van NAP +250 cm. Bij Dordrecht wordt om 17h00 een hoogwaterstand verwacht van NAP +180 cm.

De volgende verwachtingen staan nu uit:

Vlissingen	13 jan 15h30 NAP +350	14 jan 02h55 NAP +350	14 jan 15h15 NAP +310
Roompot buiten	13 jan 15h35 NAP +290	14 jan 02h46 NAP +309	14 jan 15h05 NAP +259
Hoek van Holland	13 jan 15h30 NAP +260	14 jan 03h45 NAP +220	14 jan 15h55 NAP +190
Den Helder	13 jan 20h44 NAP +220	14 jan 09h46 NAP +135	
Harlingen	13 jan 22h36 NAP +310	14 jan 11h16 NAP +170	
Delfzijl	13 jan 12h30 NAP +260	14 jan 0h45 NAP +380	14 jan 13h20 NAP +250

Om 11h20 is het hoogwater bij Delfzijl. Er wordt een waterstand gemeten van NAP +241 cm. Daarmee komt de waterstand ongeveer 2 dm lager uit dan de verwachting.



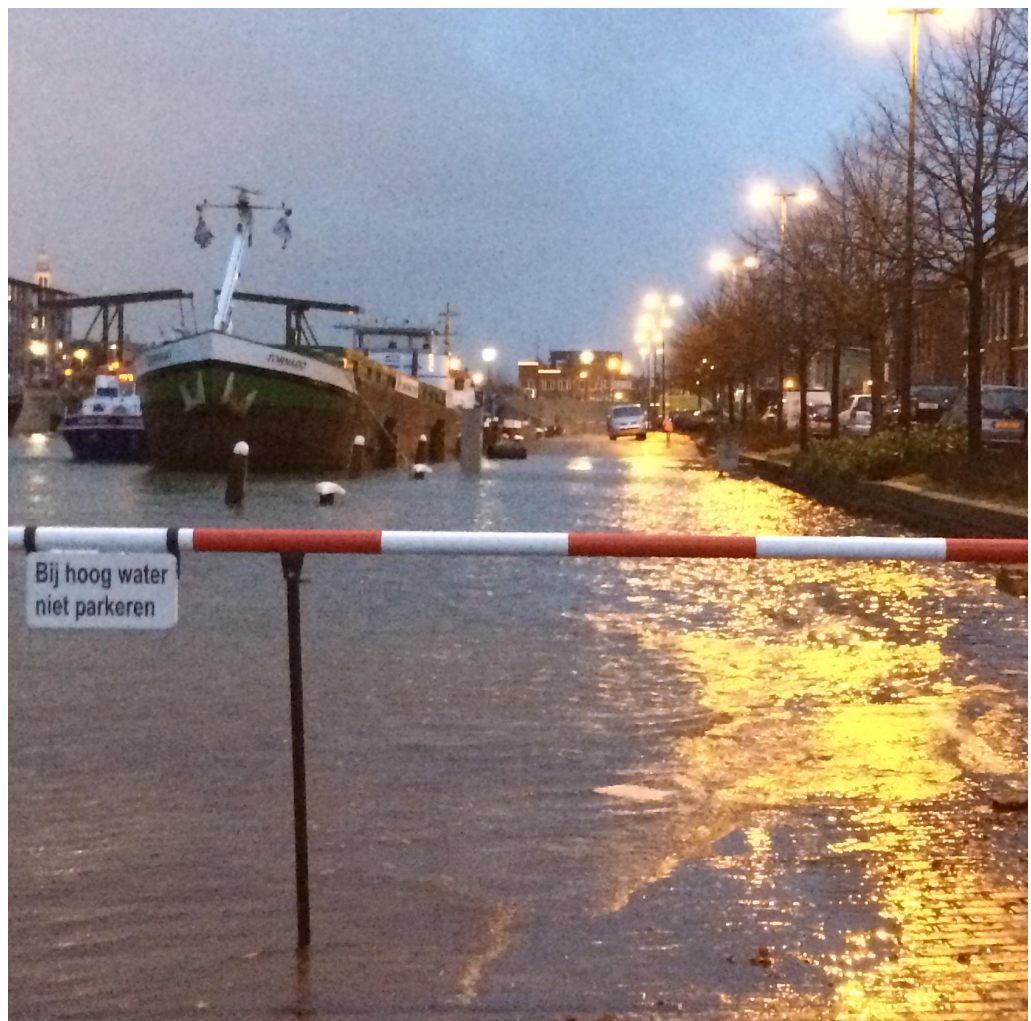
Figuur 8 Daags na de stormvloed gefotografeerd. Duinafslag ter hoogte van het stuifgat bij het infiltratiegebied van PWN (Provinciaal Waterleidingbedrijf Noord-Holland) paal 50.000

Omstreeks 13h00 wordt een alarmering gegeven voor de sector Delfzijl. Er wordt op 14 januari om 0h00 bij het basisstation Delfzijl een hoogwaterstand verwacht van NAP +380 cm. Verwacht wordt dat ook het Emssperrwerk bij Emden (Duitsland) zal sluiten. Het opstuwende effect van die sluiting is in de verwachting van Delfzijl verwerkt.

Om 14h20 is het hoogwater bij Roompot buiten. De oclusie is nog niet gepasseerd en de wind is nog niet geruimd en toegenomen. De hoogwaterstand komt niet hoger dan NAP +250.

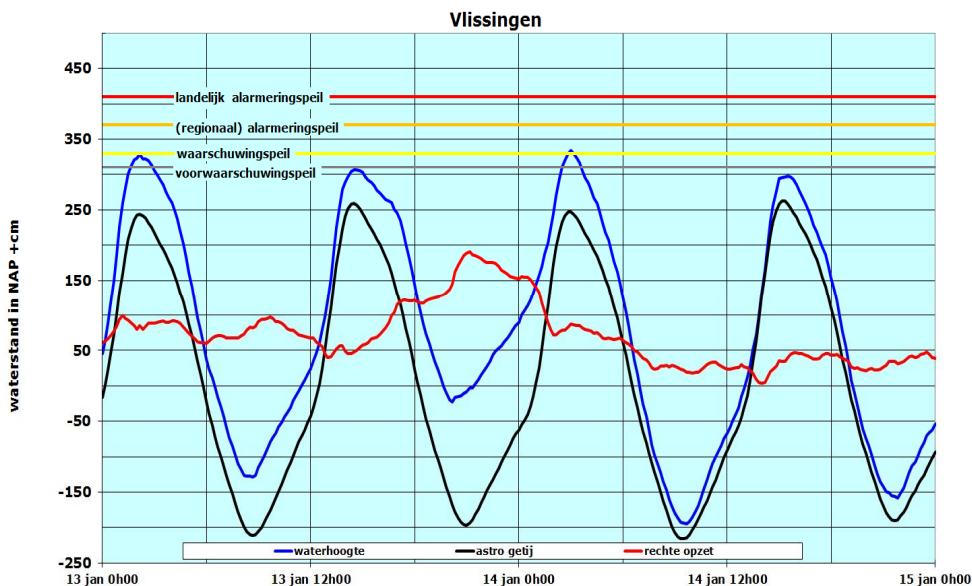
Om 14h40 is het hoogwater bij Vlissingen. De oclusie is ook daar nog niet gepasseerd en de wind is nog niet geruimd en toegenomen. De hoogwaterstand blijft steken op NAP +307.

Ook bij het hoogwater van Hoek van Holland is de oclusie nog niet gepasseerd en is er nog geen geruimde en toegenomen wind. De hoogwaterstand bij Hoek van Holland komt om 15h20 uit op NAP +227.



Figuur 9 Water op de kades tijdens het hoogwater in de haven van Maassluis, vrijdag 13-1-2017 17h20

Na de hoogwaters bij Vlissingen en Hoek van Holland ruimt de wind en neemt de opzet toe. Dat is heel goed te zien in onderstaande figuur, waarin het waterstandsverloop bij Vlissingen is getekend. Na het tijdstip van het hoogwater neemt de rechte opzet in een paar uur tijd met meer dan een meter toe. De maximale opzet valt nu tijdens het laagwater.



Figuur 10 waterstandsverloop Vlissingen

Omstreeks 17h00 komen er nieuwe verwachtingen beschikbaar. De uitstaande verwachtingen behoeven nauwelijks aangepast te worden. De volgende verwachtingen staan nu uit:

Vlissingen	14 jan 02h55 NAP +350	14 jan 15h15 NAP +310
Roompot buiten	14 jan 02h46 NAP +278	14 jan 15h05 NAP +259
Hoek van Holland	14 jan 03h45 NAP +220	14 jan 15h55 NAP +190
Den Helder	13 jan 20h44 NAP +220	14 jan 09h46 NAP +135
Harlingen	13 jan 22h36 NAP +310	14 jan 11h16 NAP +170
Delfzijl	14 jan 0h45 NAP +380	14 jan 13h20 NAP +240

Om 20h50 bereikt het water bij Den Helder de hoogste stand van NAP +211 cm. Om 21h40 is het hoogwater bij Harlingen. Er wordt een stand gemeten van NAP +298 cm. In de loop van de avond neemt de wind boven het noordelijke kustgebied verder toe en tegen een uur of elf staat er ook boven het Eems-Dollard gebied een stormachtige noordwestenwind. Hierdoor gaat vanaf 21 uur de opzet bij Delfzijl toenemen.

Omstreeks 23h00 zijn er nieuwe verwachtingen beschikbaar. De uitstaande verwachtingen worden hier en daar wat aangepast.

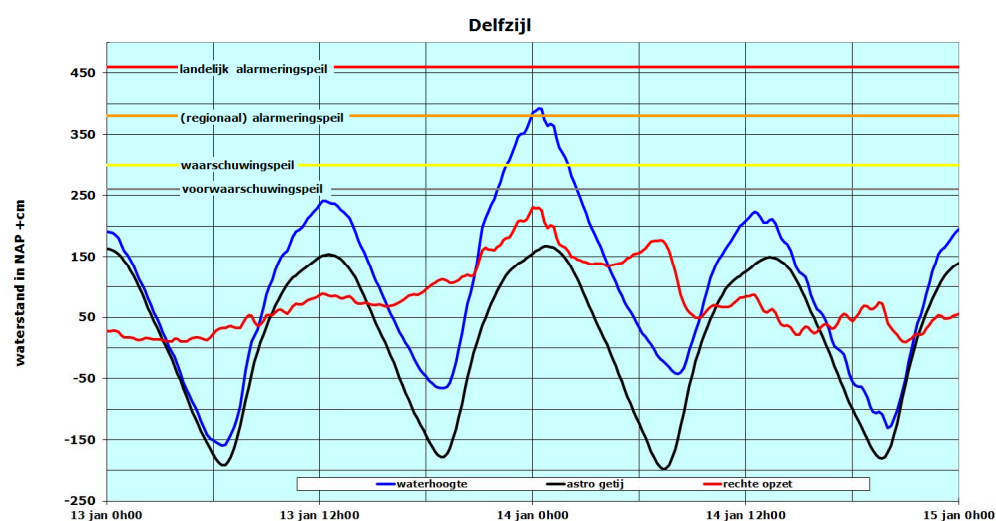
De volgende verwachtingen staan nu uit:

Vlissingen	14 jan 02h55 NAP +350	14 jan 15h15 NAP +300
Roompot buiten	14 jan 02h46 NAP +278	14 jan 15h05 NAP +232
Hoek van Holland	14 jan 03h45 NAP +220	14 jan 15h55 NAP +180
Den Helder	14 jan 09h46 NAP +135	
Harlingen	14 jan 11h16 NAP +170	
Delfzijl	14 jan 0h45 NAP +380	14 jan 13h20 NAP +240

Zoals de verwachtingen nu zijn, is de stormvloed na de passage van het hoogwater bij Hoek van Holland op 14 januari afgelopen. Vanwege de verwachte passage van de trog op zaterdagmiddag 14 januari kunnen de hoogwaters in Zeeland en Holland nog wat verhoogd worden, maar er wordt niet verwacht dat er (voor)waarschuwingsspeilen overschreden gaan worden.

Zaterdag 14 januari

Om 0h20 is het hoogwater bij Delfzijl. De hoogste waterstand bedraagt NAP +392 cm. In de lange historie van de waterstandsmetingen bij Delfzijl is er bij Delfzijl sinds 1901 slechts 19 maal een hogere waterstand gemeten.



Figuur 11 waterstandsverloop Delfzijl

Om 2h40 bereikt het water bij Roompot buiten de hoogste stand met een waarde van NAP +275 cm. Om 3h00 is het hoogwater bij Vlissingen; daar wordt een stand gemeten van NAP +334 cm. Bij Hoek van Holland wordt om 3h50 een hoogwaterstand gemeten van NAP +224 cm.

Omstreeks 5h00 komen nieuwe verwachtingen beschikbaar.

De uitstaande verwachtingen worden enigszins aangepast.

De volgende verwachtingen staan nu uit:

Vlissingen	14 jan 15h15	NAP +300
Roompot buiten	14 jan 15h05	NAP +235
Hoek van Holland	14 jan 15h55	NAP +182
Den Helder	14 jan 09h46	NAP +133
Harlingen	14 jan 11h16	NAP +162
Delfzijl	14 jan 13h20	NAP +232

Dit betekent dat er geen reden meer is om het Waarschuwbureau van WMCN-KUST bezet te houden. Om 5h00 wordt het Waarschuwbureau van WMCN-KUST gesloten.

In de ochtend van 14 januari vindt er overleg plaats tussen de Noordzee-meteoroloog en de teamleider van WMCN-KUST over de komende middaghoogwaters van Vlissingen en Hoek van Holland. Verwacht wordt dat de hoogwaterstanden beneden de voorwaarschuwingsspeilen uitkomen. De hoogwaterstand die om 15h40 bij Vlissingen optreedt blijft met de stand van NAP +297 beneden het voorwaar-

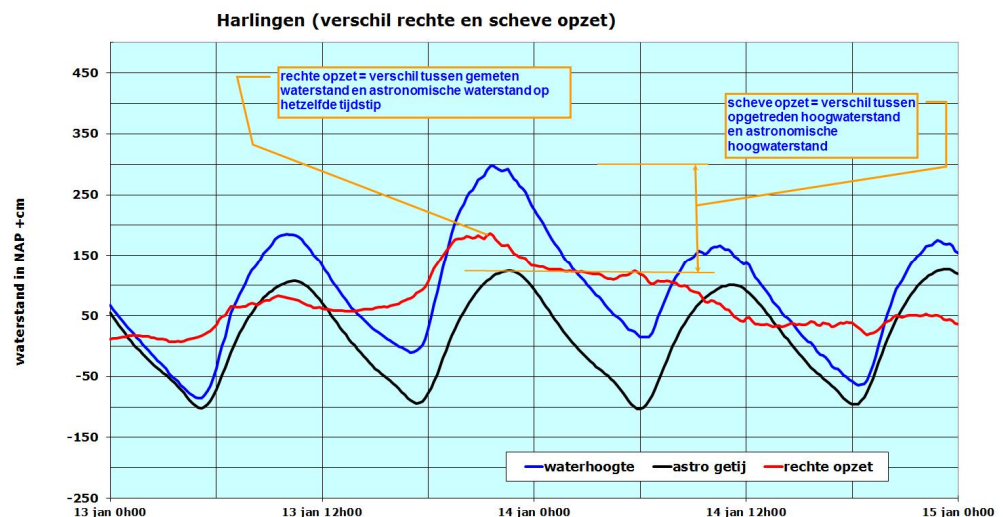
schuwingspeil. Om 16h10 wordt bij Hoek van Holland de hoogste waterstand gemeten met een stand van NAP +204 cm. Deze waterstand komt enkele cm's boven het voorwaarschuwingspeil uit.



Figuur 12 Daags na de stormvloed gefotografeerd. Duinafslag ter hoogte van het infiltratiegebied van PWN (Provinciaal Waterleidingbedrijf Noord-Holland) paal 49.750

3 Analyse van de waterstanden en adviezen

De uiteindelijk opgetreden stormvloedhoogwaterstand bij een locatie is een combinatie van het astronomische getij en de verhoging van de waterstand door meteorologische effecten. Daarnaast bestaat er interactie tussen het getij en de meteorologische effecten op de waterstand. De verhoging van de waterstand door meteorologische effecten, inclusief de effecten van de getijinteractie, wordt opzet genoemd. Er zijn twee soorten opzet, te weten de rechte en de scheve opzet. De rechte opzet is het verschil tussen de gemeten en de astronomische waterhoogte op hetzelfde tijdstip. De scheve opzet is het verschil tussen de hoogte van de gemeten hoogwaterstand en de hoogte van de astronomische hoogwaterstand. Omdat er, vooral tijdens stormvloeden, tijdsverschuivingen in hoog- of laagwatertijdstippen optreden, spreekt men dan van "scheve opzet". Bij kustlocaties en in het bijzonder die in het Waddengebied kunnen deze tijdsverschuivingen wel tot meer dan 2 uur oplopen. Vanwege vervroeging (of soms ook vertraging) van het getij is de rechte opzet meestal aanzienlijk groter dan de scheve opzet. In figuur 13 zijn beide begrippen in beeld gebracht.



Figuur 13 Verschil rechte en scheve opzet

Worden de opgetreden verhogingen (opzetten) en waterstanden vergeleken met de veeljarige statistieken, dan blijkt dat in de sector Delfzijl naar verhouding de hoogste scheve opzet en de hoogste waterstanden zijn opgetreden. Ook de rechte opzet was in die sector het grootst. De scheve opzet (zie bijlage 6 kolom 7) bij Delfzijl was 225 cm. De scheve opzet die bij Delfzijl is opgetreden komt gemiddeld iets meer dan 3 maal per 10 jaar voor. De hoogste scheve opzet die bij de overige locaties is opgetreden komt 20 á 30 maal per 10 jaar (Hoek van Holland resp. Vlissingen) tot ongeveer 10 maal per 10 jaar voor (Den Helder en Harlingen).

Op grond van de opgetreden hoogwaterstanden in het kustgebied en hun frequentie van voorkomen kan gesteld worden dat de invloed van de storm op de waterstand zich heeft uitgestrekt over het hele kustgebied, maar dat die invloed aanmerkelijk groter was in het noordelijke kustgebied dan in de rest van het kustgebied. Deze stormvloed is geen bijzondere stormvloed geweest in de zin dat er recordstanden werden bereikt of benaderd. Bij Harlingen en Delfzijl konden deze stormvloedhoog-

waters bijgeschreven worden in de top 50 van hoogste standen. Bij Delfzijl traden er sinds 1901 19 hoogwaters op die hoger waren dan het hoogste hoogwater van deze stormvloed.

De stormvloed trad op rond springtij. Hierdoor waren de astronomische hoogwaterstanden vrij hoog. De combinatie van het springtij en de windopzet veroorzaakte daarom relatief hoge hoogwaterstanden.

Alleen bij Delfzijl is het grenspeil overschreden.

Ten gevolge van de verwachte waterstanden heeft het WMCN-KUST 2 maal een voorwaarschuwing, 6 maal een waarschuwing en eenmaal een alarmering gegeven.

De nauwkeurigheid van de uitgegeven verwachtingen kan worden uitgedrukt in twee statistische kentallen: de standaardafwijking en de gemiddelde afwijking. Tijdens deze stormvloed bedroeg de gemiddelde afwijking ongeveer 0,1 cm. De standaardafwijking over alle hoogwaterverwachtingen bij alle locaties was 16 cm. De grootste afwijking was bij het 1^e stormvloedhoogwater van Hoek van Holland (zie ook bijlage 6 kolom 8). De nauwkeurigheid van de verwachtingen lag ongeveer op die van de veeljarige nauwkeurigheid. De verwachtingen voor de middaghoogwaters van de 13^e voor Vlissingen en Hoek van Holland waren veel te hoog en dat geldt zeker voor de bijgestelde verwachtingen. De reden hiervoor was dat de timing van de passage van de occlusie en de daarmee gepaard gaande ruiming en toename van de wind plaatsvond nadat de hoogwaters al gepasseerd waren. Ter vergelijking is de veeljarige nauwkeurigheid voor de verschillende stations gegeven in tabel 1.

tabel 1: nauwkeurigheid stormvloedverwachtingen berekend over 1990 t/m 2004

station	gemiddelde afwijking waarneming minus verwachting (w-v) in cm*	standaard afwijking in cm
Vlissingen	+0,6	15,3
Hoek van Holland	+6,7	12,3
Den Helder	+5,0	16
Harlingen	+0,9	11,2
Delfzijl	+11,4	17,7

*) Een positieve waarde van de gemiddelde afwijking wil zeggen dat de waterstandverwachtingen gemiddeld te laag zijn.

In tabel 2 is een overzicht gegeven van de waarschuwingen en alarmeringen die gegeven zijn gedurende de stormvloed.

tabel 2: Overzicht gegeven (voor)waarschuwingen en alarmeringen

sector	datum / tijd astronomisch hoogwater basisstation	(voor)waarschuwing of alarmering	datum + benodigde tijd van (voor)waarschuwen of alarmeren
Schelde	13 jan 2h06	voorwaarschuwing	12 jan (14h20 - 14h30)
Delfzijl	13 jan 12h30	voorwaarschuwing	12 jan (23h35 - 23h40)
Schelde	13 jan 14h26	waarschuwing	12 jan (23h42 - 0h10)
West Holland	13 jan 15h11	waarschuwing	13 jan (0h00 - 1h00)
Den Helder	13 jan 20h44	waarschuwing	13 jan (8h20 - 8h35)
Harlingen	13 jan 22h36	waarschuwing	13 jan (9h30 - 9h40)
Schelde	13 jan 14h26	waarschuwing	13 jan (10h50 - 11h00)
West Holland	13 jan 15h11	waarschuwing	13 jan (11h15 - 12h00)
Delfzijl	14 jan 0h45	alarmering	13 jan (13h20 - 13h35)
Schelde	14 jan 2h55	waarschuwing	13 jan (14h55 - 15h10)
West Holland	14 jan 3h45	waarschuwing	13 jan (15h15 - 16h00)

De meeste waarschuwingen en alarmeringen zijn gegeven rond de afgesproken 12 uur voor het tijdstip van astronomisch hoogwater van het basisstation van de sector. De volgende waarschuwingen zijn gegeven korter dan 12 uur voor het tijdstip van astronomisch hoogwater:

- De bijstelling van de waarschuwing voor de sector Schelde. Het betrof het astronomische hoogwater van het basisstation Vlissingen van 13 januari om 14h26. Eerder was een waarschuwing uitgegeven voor dat hoogwater. Maar er vond op basis van de nieuwe verwachtingen een bijstelling van de waarschuwing plaats;
- De bijstelling van de waarschuwing voor de sector West Holland. Het betrof het astronomische hoogwater van het basisstation Hoek van Holland van 13 januari om 15h11. Eerder was een waarschuwing uitgegeven voor dat hoogwater. Maar er vond op basis van de nieuwe verwachtingen een bijstelling van de waarschuwing plaats.

De opgetreden waterstanden langs de kust worden in dit verslag op diverse manieren gepresenteerd.

In de overzichtstabel (bijlage 6) staan de verwachte en de opgetreden hoogwaterstanden t.o.v. NAP vermeld voor de basisstations Vlissingen, Hoek van Holland, Dordrecht, Den Helder, Harlingen, Delfzijl, en voor het station Roompot buiten. Van de basisstations en het station Roompot buiten zijn in grafieken de opgetreden waterstanden en de bijbehorende waterstandsverhogingen uitgezet (zie bijlage 7). De opzet die in deze grafieken is weergegeven is de rechte opzet. De grootste opgetreden waterstandsverhogingen of rechte opzetten zijn gegeven in tabel 3.

Om de Maeslant- en Hartelkering onder stormvloedomstandigheden te kunnen sluiten is gedurende dit stormseizoen eenmalig een verlaagd sluitpeil van kracht voor de Maeslant- en Hartelkering. De Maeslant- en Hartelkering worden nu gesloten bij een verwachte waterstand Rotterdam hoger dan NAP +260 cm. Tijdens het passeren van de stormvloed is de Stormvloedkering in de Hollandsche IJssel gesloten geweest. Tevens zijn bij de hoogste hoogwaters alle coupures in de primaire waterkeringen gesloten geweest. De aanvankelijke verwachting was dat de stormvloedhoogwaters in het Zeeuwse en Zuid-Hollandse veel hoger uit zouden komen en dat alle stormvloedkeringen gesloten zouden gaan worden. De operationele teams van de Oosterscheldekering en de Maeslant- en Hartelkering zijn opgeroepen en de keringen werden in staat van paraatheid gebracht. Uiteindelijk werden deze stormvloedkeringen niet gesloten.

Het Emssperrwerk bij Emden (Duitsland) is gesloten geweest vanwege de stormvloed. Als dit Sperrwerk gesloten is, worden de stormvloedhoogwaters in de Eems-Dollard ongeveer 15 (Delfzijl) tot 25 cm (Nieuwe Statenzijl) hoger.



Figuur 14 Situatie en overzichtsfoto Emssperrwerk

tabel 3: Opgetreden grootste waterstandsverhogingen

station	datum	maximale opzet tijdens stormvloed		
		grootte in cm	grootte tijdstip MET	t.o.v. astr. getij
Vlissingen	13 jan	191	21h10	ong. tijdens 2 ^e LW op 13 jan
Roompot buiten	13 jan	170	20h30	ong. tijdens 2 ^e LW op 13 jan
Hoek v Holland	13 jan	149	20h20	ong. tijdens 2 ^e LW op 13 jan
Dordrecht	14 jan	101	2h40	ong. tijdens 1 ^e LW op 14 jan
Den Helder	13 jan	135	19h50	ong. 1 uur voor 2 ^e HW op 13 jan
Harlingen	13 jan	186	21h30	ong. 1 uur voor 2 ^e HW op 13 jan
Delfzijl	14 jan	231	0h00	ong. 1 uur voor 1 ^e HW op 14 jan

4 Classificatie van de stormvloed

In tabel 4 zijn de overschrijdingsfrequenties en classificaties gegeven van de tijdens deze stormvloed opgetreden hoogwaterstanden van de 6 basisstations, Roompot buiten en IJmuiden buitenhaven. Hieruit blijkt dat de hoogste standen 19 tot 425 maal per 100 jaar voorkomen. Deze stormvloed is geclassificeerd als een lage stormvloed. De aangegeven classificaties zijn overeenkomstig de sinds 1953 gangbare classificatie van stormvloeden (bijlage 2).

tabel 4: Overschrijdingsfrequenties en classificatie

Datum	Station	stand in NAP +cm	over- schrijdings- frequentie in HW's per 100 jaar	middel- bare stormvloed	lage vloed	hoge vloed
13 jan 1 ^e HW	Vlissingen	+329	140			*
13 jan 1 ^e HW	Roompot buiten	+267	236			*
13 jan 1 ^e HW	Hoek van Holland	+219	365			*
13 jan 1 ^e HW	Dordrecht	+145	3000			
13 jan 1 ^e HW	IJmuiden buitenhaven	+188	750			
13 jan 1 ^e HW	Den Helder	+136	1500			
13 jan 1 ^e HW	Harlingen	+185	1700			
13 jan 2 ^e HW	Delfzijl	+241	910			
13 jan 2 ^e HW	Vlissingen	+307	460			*
13 jan 2 ^e HW	Roompot buiten	+250	440			*
13 jan 2 ^e HW	Hoek van Holland	+227	245			*
13 jan 2 ^e HW	Dordrecht	+157	1650			
13 jan 2 ^e HW	IJmuiden buitenhaven	+237	108			*
13 jan 2 ^e HW	Den Helder	+211	98			*
13 jan 2 ^e HW	Harlingen	+298	64			*
14 jan 1 ^e HW	Delfzijl	+392	19		*	
14 jan 1 ^e HW	Vlissingen	+334	107			*
14 jan 1 ^e HW	Roompot buiten	+275	175			*
14 jan 1 ^e HW	Hoek van Holland	+224	290			*
14 jan 1 ^e HW	Dordrecht	+181	425			*
14 jan 1 ^e HW	IJmuiden buitenhaven	+194	590			
14 jan 1 ^e HW	Den Helder	+125	2250			
14 jan 1 ^e HW	Harlingen	+166	3000			
14 jan 2 ^e HW	Delfzijl	+224	1510			
14 jan 2 ^e HW	Vlissingen	+297	820			
14 jan 2 ^e HW	Roompot buiten	+245	500			*
14 jan 2 ^e HW	Hoek van Holland	+204	620			
14 jan 2 ^e HW	Dordrecht	+161	1300			
14 jan 2 ^e HW	IJmuiden buitenhaven	+185	850			
14 jan 2 ^e HW	Den Helder	+121	2600			
14 jan 2 ^e HW	Harlingen	+175	2250			
15 jan 1 ^e HW	Delfzijl	+233	1140			

Ter vergelijking zijn in bijlage 9 voor 5 basisstations (Vlissingen, Hoek van Holland, Den Helder, Harlingen en Delfzijl) de 50 hoogste opgetreden hoogwaterstanden na 1900 gegeven (voor Den Helder en Harlingen na 1932, in verband met de afsluiting van de Zuyderzee in 1932).

5 Golven op de Noordzee

5.1 Algemeen

Vanwege de hoge vloed van 11 en 12 januari zijn de significante golfhoogten aan het begin van de stormvloed met name in de zuidelijke Noordzee al zo'n 3 m. Ten noorden van de Wadden zijn de significante golfhoogten minder, ongeveer 2 m. Tijdens het hoogtepunt van de stormvloed zijn de golfhoogten zeer sterk toegenomen tot recordwaarden. Tegen de middag van 14 januari zijn de significante golfhoogten weer afgenomen tot om en nabij de 3 m. Alleen in het zuidelijke deel van de Noordzee zijn de golfhoogten dan verder afgenomen tot ongeveer 2 m. In het midden en het noordelijke deel van de Noordzee blijven de golfperioden nog relatief groot met een gemiddelde periodetijd van 8 sec. Na het middaguur op 14 januari neemt met de passage van de trog de golfhoogte en periode weer enigszins toe.

De golfboei IJmuiden munitiestortplaats was tijdens het hoogtepunt van de stormvloed buiten bedrijf.



Figuur 15 Golfmeetlocaties op de Noordzee

Voor een overzicht van de golfmeetlocaties langs de Nederlandse kust zie figuur 15. In de figuur 16 is het verloop van de golfhoogte en -richting gegeven bij het meetstation Schiermonnikoog noord. In figuur 17 is het verloop van de golfperioden gegeven bij een aantal locaties. In bijlage 8 is een uitgebreider overzicht gegeven van de golfmetingen. In bijlagen 10 en 11 is een overzicht gegeven van hoe de maxima van de golfparameters van deze storm zich verhouden tot de maxima die in de periode 1979 t/m 2017 zijn gemeten.

5.2

Golfhoogte

Na de passage van de occlusie (vrijdag 13 januari aan het einde van de middag) komt er over de hele Noordzee een stormachtige noordwestenwind tot storm te staan. Dit zijn de ideale omstandigheden om hoge golven met lange golfperioden te krijgen. In de nacht en vroege ochtend van 14 januari is de wind over het hoogtepunt heen en zien we ook dat de golfhoogten vrij snel weer minder worden.

Ten noorden van de Wadden treden zeer hoge golven op. Statistisch gezien zijn de gemeten golfhoogten bij Eierlandse gat en Schiermonnikoog noord vrij bijzonder. Sinds 1979 zijn van verschillende meetlocaties betrouwbare golfwaarnemingen beschikbaar. De hoogste globaal gecorrigeerde significante golfhoogten bij Eierlandse gat en bij Schiermonnikoog noord nemen de 2^e plaats in in de top 50 sinds 1979. Alleen tijdens de Allerheiligenvloed van 1-11-2006 werden bij Eierlandse gat hoger golven gemeten. Voor Schiermonnikoog noord geldt dat daar alleen tijdens de stormvloed van 9 nov 2007 hogere golven werden gemeten. In het westelijke kustgebied worden de golfhoogten minder hoog. Geen van de hoogste significante golfhoogten krijgt een plaats in de top 20. Maar ze kunnen wel allemaal bijgeschreven worden in de top 50. Zaterdag rond het middaguur zijn de significante golfhoogten bij alle locaties drastisch afgenomen.

De significante golfhoogte geeft een representatief gemiddelde in een onregelmatig golfveld dat bestaat uit grotere en kleinere individuele golven, en wordt berekend als het gemiddelde van het hoogste derde deel van de individuele golfhoogten over een periode van 20 minuten. Voor langere golven is deze periode relatief kort waardoor de waarde feitelijk meer een uitgebreide steekproef is uit het golfveld op dat moment, dan een representatieve waarde. In de figuren is te zien dat de waarde in de tijd sterk varieert. Elke 10 minuten worden over de voorafgaande 20 minuten de golfparameters bepaald. Vanwege het sterk variërende karakter wordt de hoogst gemeten waarde globaal gecorrigeerd op basis van een lopend gemiddelde over 3 meetwaarden. Bijvoorbeeld voor Schiermonnikoog noord bedroeg de hoogst waargenomen significante golfhoogte op basis van de eerste berekening over 20 minuten 8,14 m. Na de globale correctie op basis van een gemiddelde van 3 opeenvolgende meetwaarden volgt een maximale significante golfhoogte van 7,92 m.

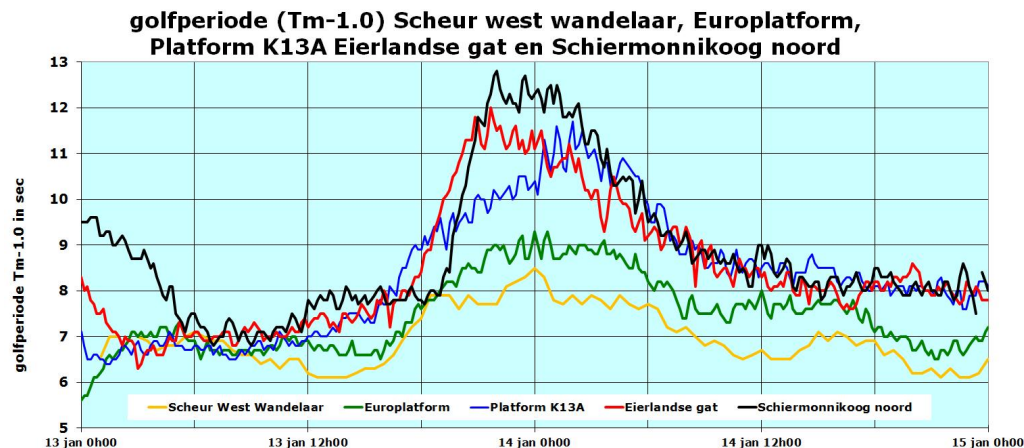


Figuur 16 Golfhoogte en -richting Schiermonnikoog noord

5.3 Golfperiode

Ten aanzien van de golfperioden vertonen de locaties langs de kust een vergelijkbaar beeld als bij de golfhoogten. In het begin van de avond van 13 januari zien we evenals bij de golfhoogte in korte tijd een enorme toename van de golfperioden bij IJmuiden en de noordelijke stations. De hoogste globaal gecorrigeerde golfperioden bij IJmuiden munitiestortplaats, Eierlandse gat en bij Schiermonnikoog noord nemen resp. de 3^e, 3^e en 5^e plaats in in de top 50 van de grootste golfperioden sinds 1979. De grootste golfperioden bij de locaties Scheur West Wandelaar en Europlatform krijgen in de top 50 resp. de 13^e en de 10^e plaats. Al met al een "respectabele" score. Ook voor de golfperioden geldt dat ze nadat de wind langzaam af nam ook de golfperioden afnamen.

De golfperiode (T) is de tijdsduur (in seconden) tussen twee golf-toppen. De golfperiode is voor iedere individuele golf verschillend. Representatieve maten voor een golfveld zijn de spectrale golfperiode $T_{m-1,0}$ (een gewogen gemiddelde van de golfperioden in een tijdsbestek van 20 minuten), en de periode bij de grootste energiedichtheid van het golfspectrum (de periode die het meest voorkomt in de periode van 20 minuten). Net als de significante golfhoogte wordt de golfperiode globaal gecorrigeerd door het lopend gemiddelde te nemen over de laatste 3 waarden.



Figuur 17 Golfperioden

Lijst van afkortingen en enige meteorologische begrippen

Bft	Beaufort, eenheid, waarin de windkracht wordt uitgedrukt (zie ook bijlage 12)
buistoot	Een plotselinge verhoging van de waterstand ten gevolge van een frontpassage. Deze verhoging kan afhankelijk van de heftigheid van de frontpassage enkel dm's tot zelfs 1 m bedragen. Een buistoot wordt in de volksmond ook wel een meteo-tsunami genoemd
hPa	hectopascal, eenheid, waarin de luchtdruk wordt uitgedrukt
front	Scheidingslijn tussen koude lucht en warme lucht; is er sprake van een polair front dan is dit de scheiding tussen koude (polaire) lucht uit het noorden en warme (sub-)tropische lucht uit het zuiden.
GMT	Greenwich Mean Time, astronomische tijd op de meridiaan van 0° Oosterlengte
HMC	Hydro Meteo Centrum, onderdeel van het Watermanagement Centrum Nederland, dat onder niet-stormvloed omstandigheden onder meer de getijberichtgeving voor de Zeeuwse getijdewateren, de Noordzee, Euro-poort en IJ-mond verzorgt.
isobaar kern	Lijn die punten met dezelfde luchtdruk op een weerkaart verbindt De kern van een depressie of lagedrukgebied is de plaats waar in een gebied met lage luchtdruk de druk het laagst is; als er op relatief korte afstand meer dan een kern voorkomt spreekt men over een complex lagedrukgebied
LCO	Landelijke Coördinatiecommissie Overstromingsdreiging
LMW	Landelijk Meetnet Water, het automatische meetnet van Rijkswaterstaat, dat onder meer de inwinning en uitgifte van de waterstanden en golfgegevens verzorgt
MET	Midden Europese Tijd (= GMT + 1 uur) in de volksmond wintertijd genoemd
NAP	Normaal Amsterdams Peil, het Nederlandse reductievlak voor hoogtemetingen
occlusie	Samensmelting van het warmtefront en het koudefront bij een depressie. Als de occlusie om de kern van de depressie heen "krult" spreekt men van een back-bent occlusie; de passage van een back-bent occlusie kenmerkt zich door veel wind.
opzet	Er worden twee soorten opzet onderscheiden; te weten de scheve en de rechte opzet. De rechte opzet is het verschil tussen de gemeten en de astronomische waterstand op het zelfde tijdstip. De scheve opzet is het verschil tussen de gemeten hoogwaterstand en de astronomische hoogwaterstand. Omdat de gemeten en astronomische hoogwaters in tijd kunnen verschillen wordt in dit verband gesproken van een scheve opzet.
polar low	Een storing die gevuld is met ijskoude lucht, die in een noordelijke stroming meetrekt naar het zuiden. De polar low kan veel wind en neerslag (sneeuw) brengen
trog	Een gebied in een lagedrukgebied waar de isobaren dichter bij elkaar liggen dan in de omringende omgeving, waardoor er meer wind is
UTC	Universal Time Coordinated, komt overeen met de GMT
WMCN	WatermanagementCentrum Nederland. Een van de drie netwerkcentra van Rijkswaterstaat. Het WMCN verzorgt de landelijke waterberichtgeving in Nederland.

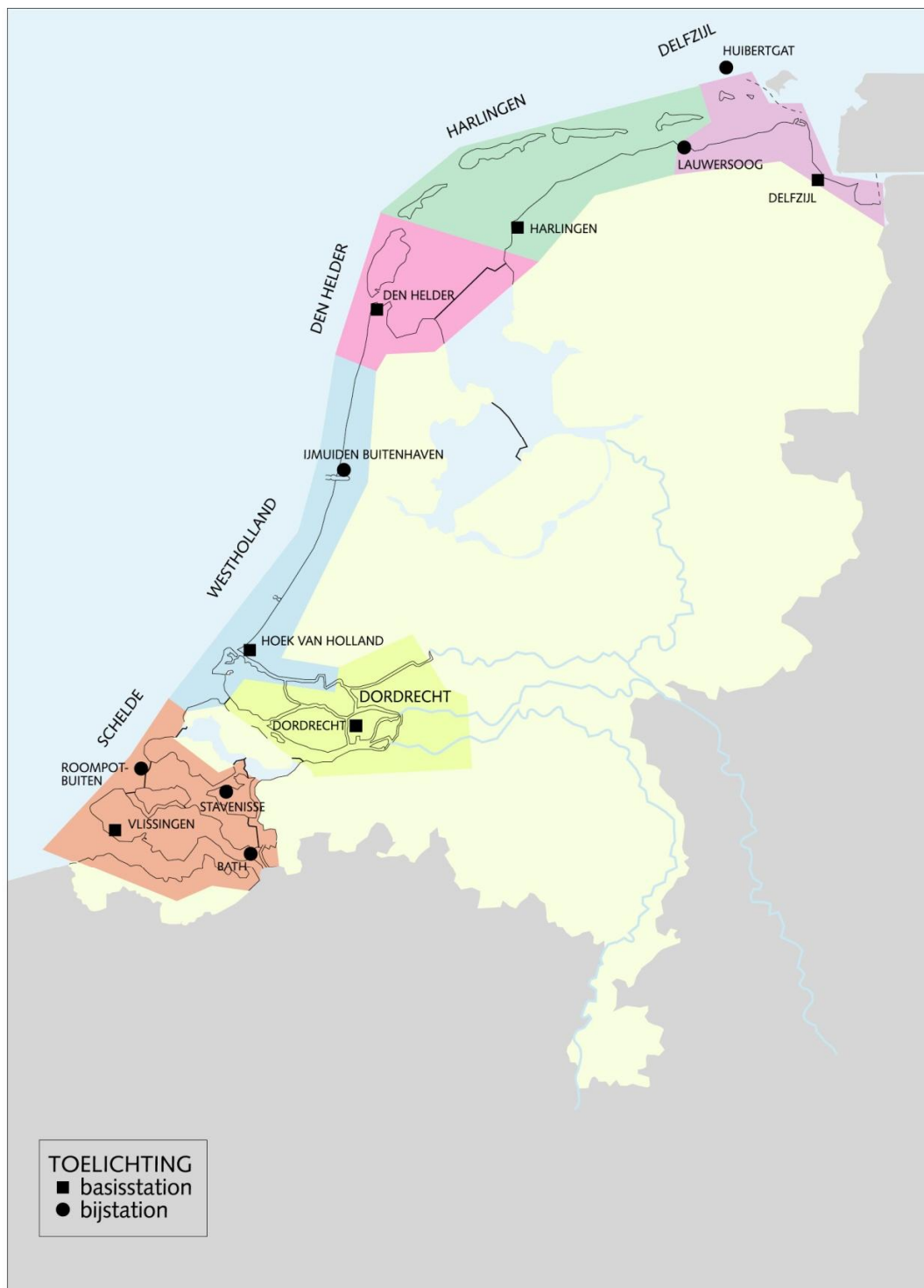
Lijst van bijlagen

- 1 Sectorindeling Stormvloeden Kust
- 2 Overzicht maatgevende standen
- 3 Depressiebaan en luchtdrukverdeling 13 januari 19h00 (18h00 UTC)
- 4 Windsnelheden, -richtingen en luchtdruk
- 5 Opgetreden windgegevens
- 6 Overzicht verwachte en opgetreden waterstanden
- 7 Opgetreden en astronomische waterstanden en opzetten
- 8 Opgetreden golfhoogten en -richtingen
- 9 Overzicht hoogste 50 hoogwaterstanden na 1900
- 10 Overzicht hoogste 50 golfperioden na 1979
- 11 Overzicht hoogste 50 significante golfhoogten na 1979
- 12 Schaal van Beaufort

Bronvermeldingen

- Afbeelding op titelpagina het satellietbeeld van 13 januari 2017 13h00, gepubliceerd door het Norwegian Meteorological Institute;
- Foto's 8 en 12, genomen door Hans Blankendaal (HHNK)
- Foto 9, genomen door Noor van Dam
- Figuur 14 Situatiekaart en overzichtsfoto Emssperrwerk, gepubliceerd door NLWKN (Niedersachsen Duitsland)

Bijlage 1 Sectorindeling Stormvloed en Benedenrivieren



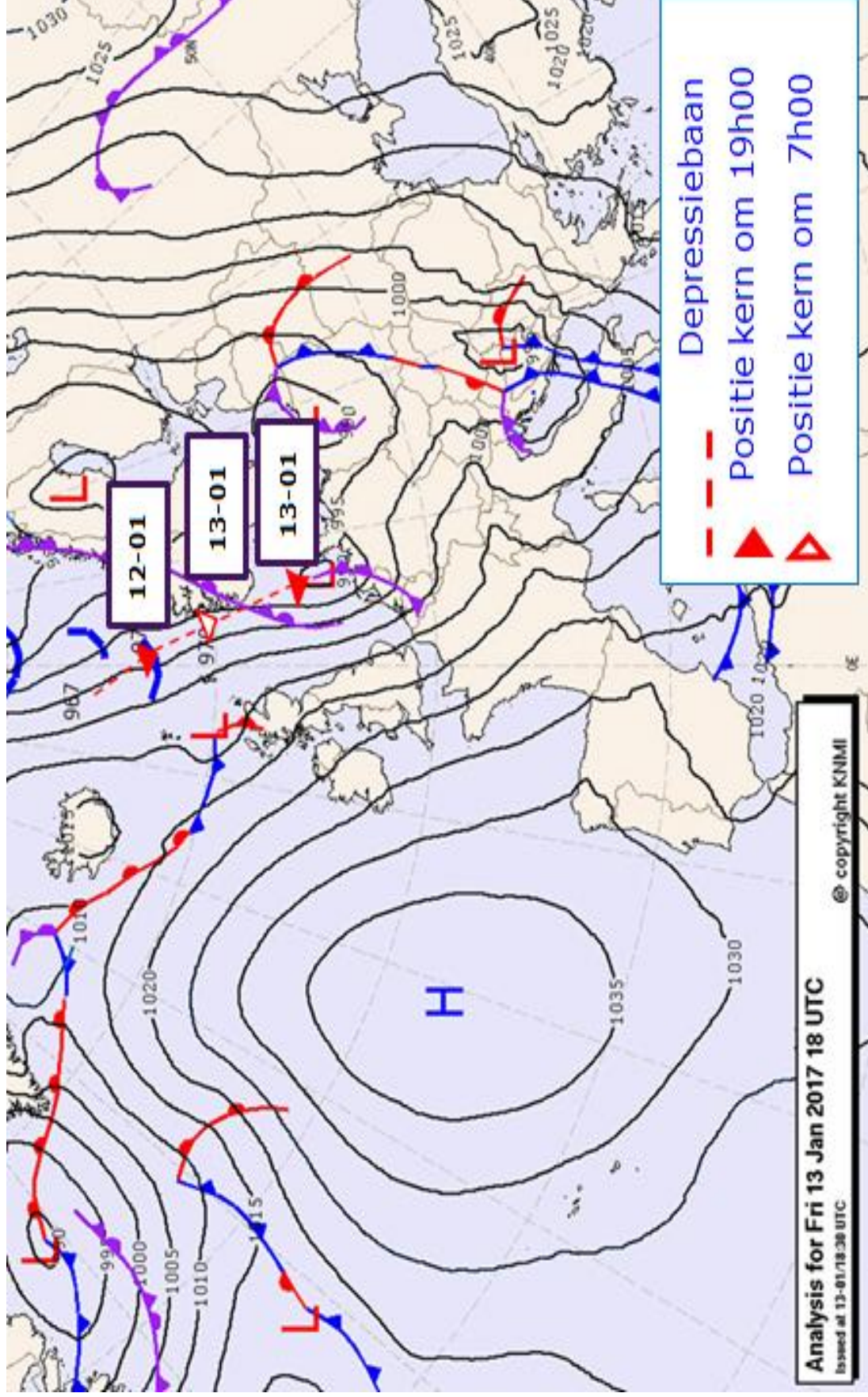
Bijlage 2 Overzicht maatgevende standen

Overzicht maatgevende standen in cm + NAP

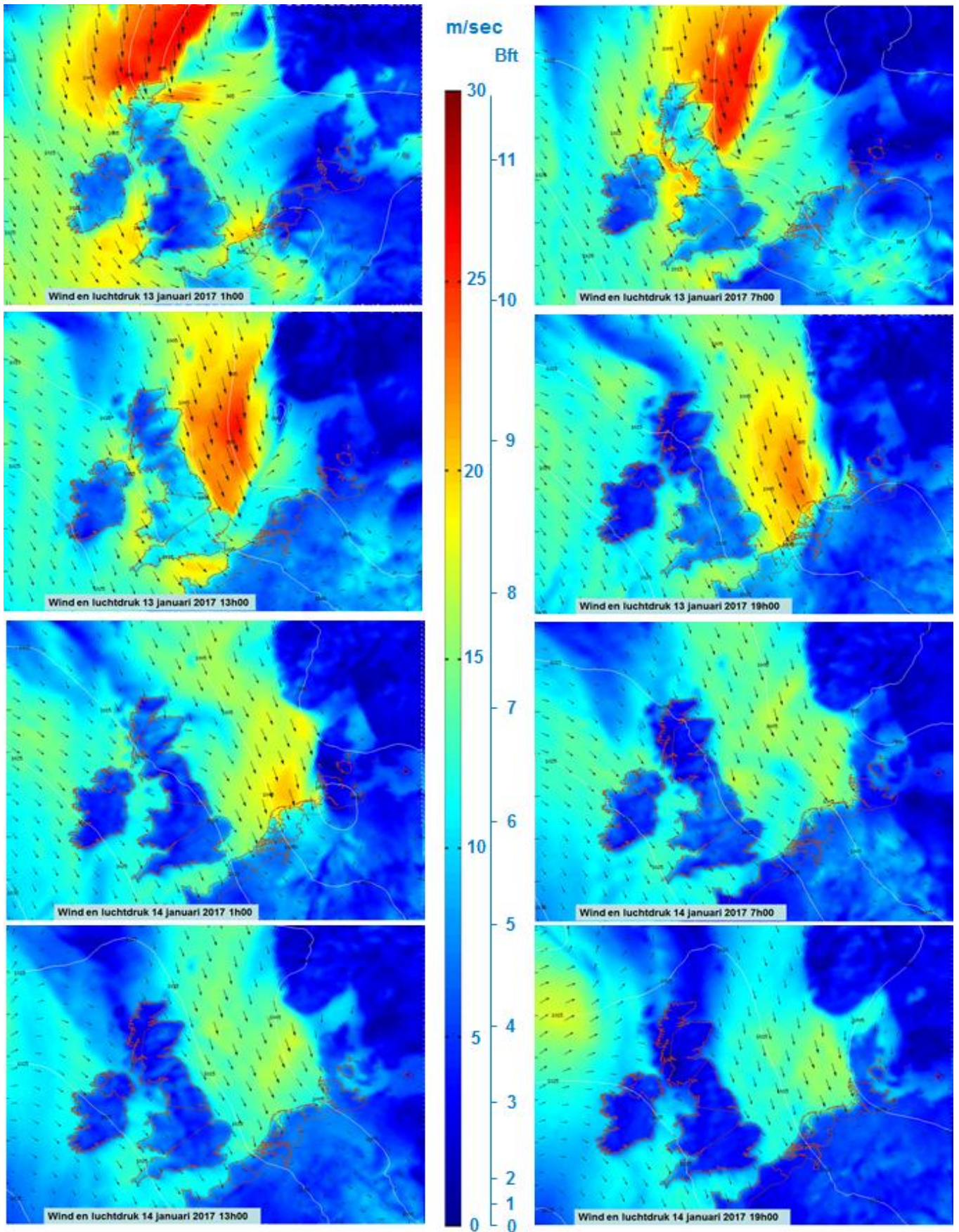
sector	Schelde	West Holland	Dordrecht	Den Helder	Harlingen	Delfzijl	overschrijdingskans in gemiddeld aantal HW's per jaar
basisstation	Vlissingen	Hoek van Holland	Dordrecht	Den Helder	Harlingen	Delfzijl	
Benaming stormvloedcategorie /peil							
Informatiepeil	290	180	-	150	220	240	Ca. 6 - 17
Voorwaarschuwingspeil	310	200	-	170	240	260	Ca. 3 - 7
Hoge vloed	305 á 350	210 á 260	170 á 215	165 á 230	225 á 305	265 á 355	5 á 0,5
Waarschuwingspeil	330	220	-	190	270	300	Ca. 1 - 4
Grenspeil	350	260	215	230	305	355	0,5
Lage stormvloed	350 á 385	260 á 300	215 á 245	230 á 275	305 á 355	355 á 420	0,5 á 0,1
(Regionaal) Alarmeringspeil	370	280	250	260	330	380	Ca. 0,1 á 0,3
Middelbare stormvloed	385 á 440	300 á 360	245 á 275	275 á 340	355 á 415	420 á 505	10^{-1} á 10^{-2}
(Landelijk) Alarmeringspeil	410	365	275	345	390	475	$5 * 10^{-2}$ á 10^{-2}
Hoge stormvloed	440 á 490	360 á 430	275 á 295	340 á 400	415 á 470	505 á 580	10^{-2} á 10^{-3}
Buitengewoon hoge stormvloed	490 á 550	430 á 510	295 á 315	400 á 450	470 á 510	580 á 640	10^{-3} á 10^{-4}
MHW / Toetspeil	530	510	300	450	490	600	$5 * 10^{-4}$ á 10^{-4}
Extreme stormvloed	≥ 550	≥ 510	≥ 315	≥ 450	≥ 505	≥ 620	$\leq 10^{-4}$
Hoogst bekende stand	455 1-feb-53	385 1-feb-53	250 28-jan-94	325 1-feb-53	369 3-jan-76	483 1-nov-06	
Hoogste stand tijdens stormvloed van 13 t/m 14 januari 2017	334	227	181	211	298	392	

De maatgevende standen zijn per 1-1-2015 aangepast aan de dan geldende waarden.

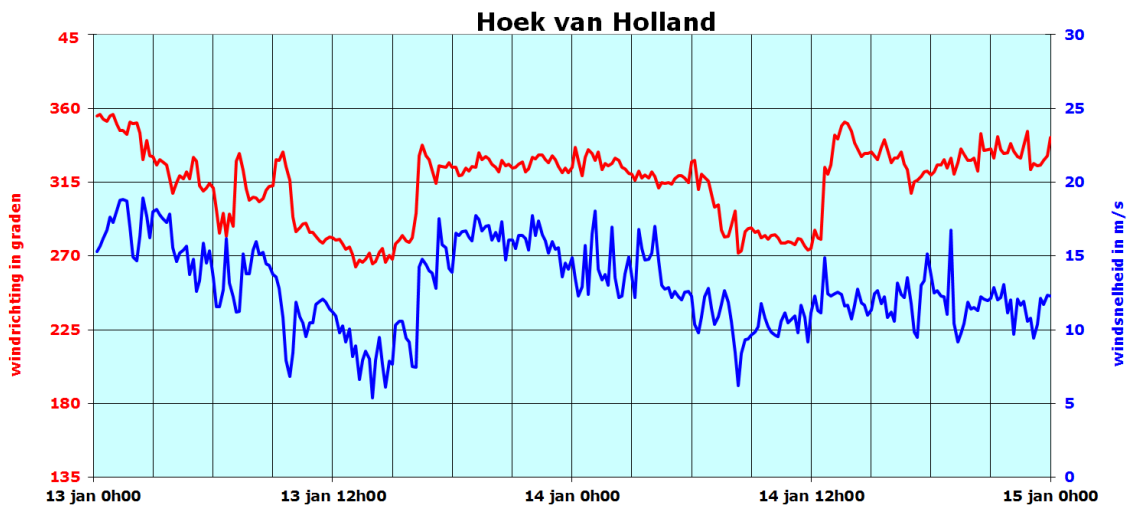
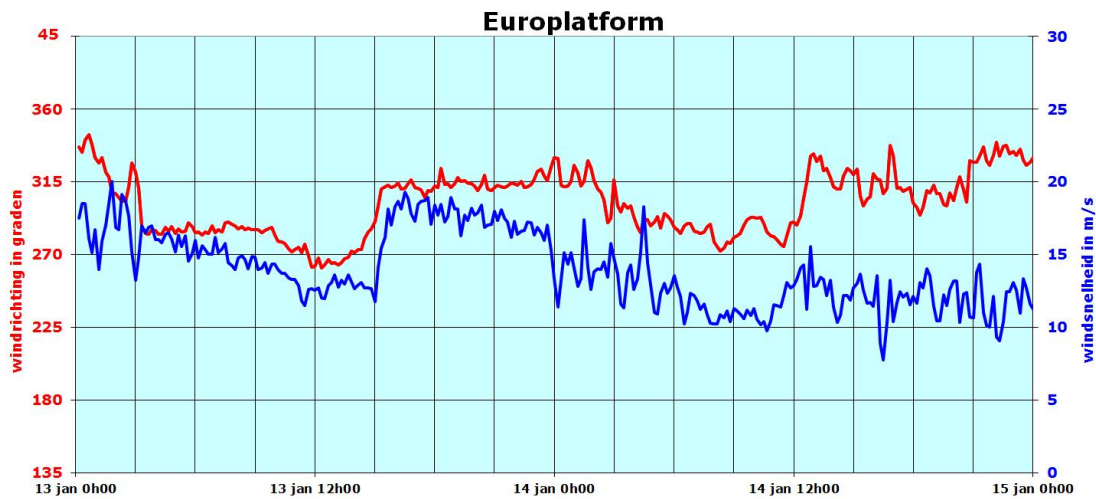
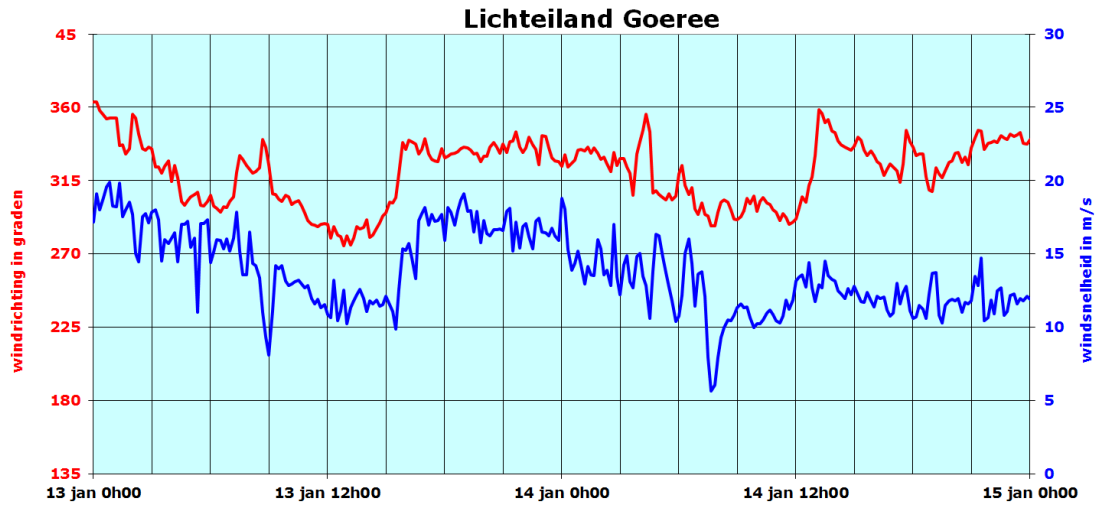
Bijlage 3 Luchtdrukverdeling 13 januari 2017 19h00 (18h00 UTC)
met depressiebaan vanaf 12 januari 19h00 t/m 13 januari 19h00



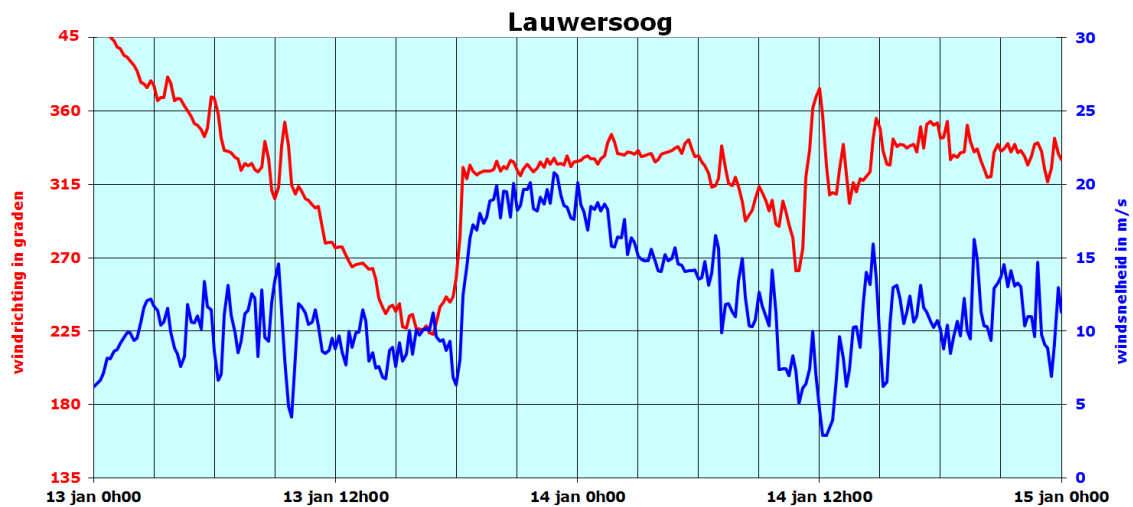
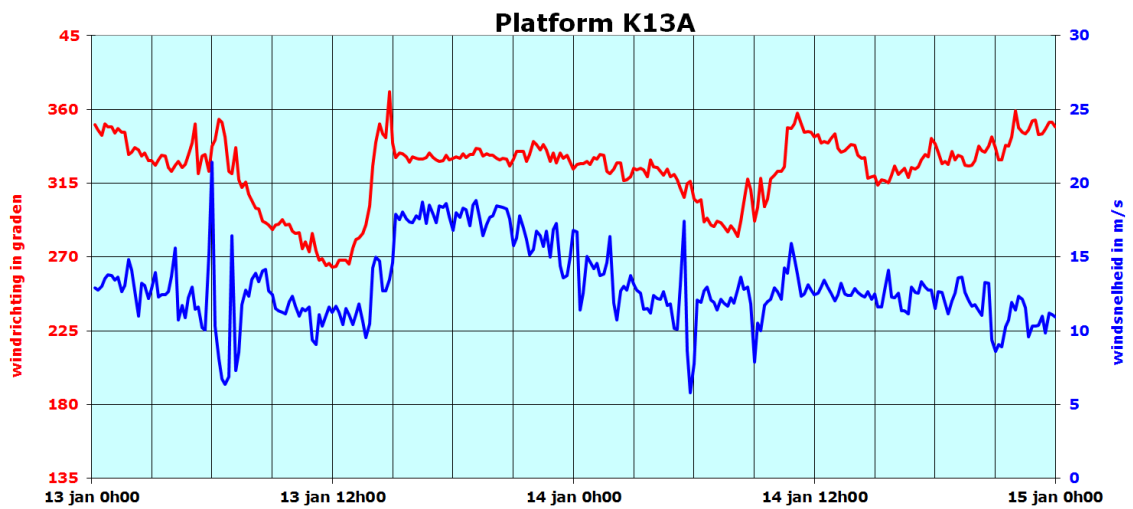
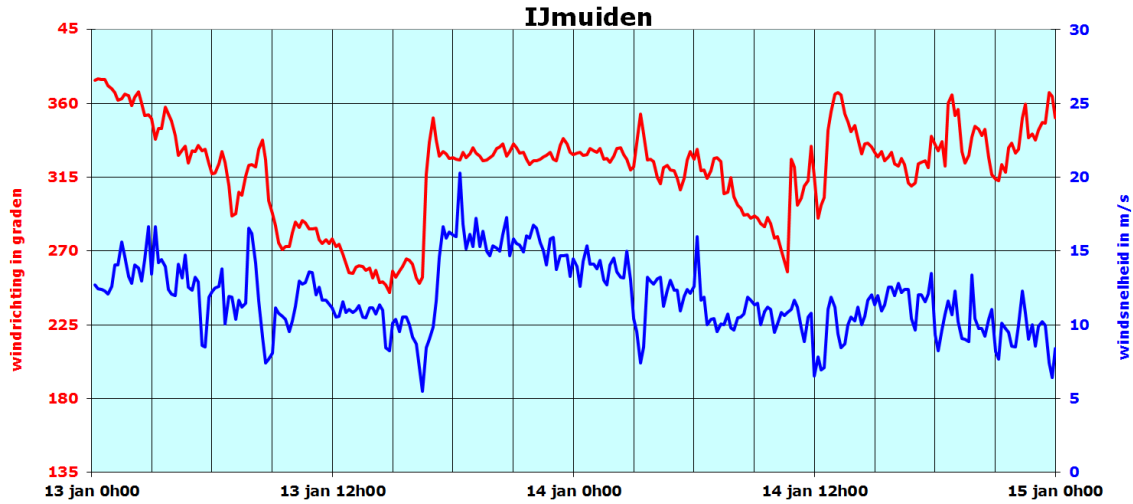
Bijlage 4 Windsnelheid, -richting en luchtdruk



Bijlage 5 Opgetreden windgegevens



Vervolg bijlage 5 Opgetreden windgegevens



Overzicht verwachte en opgetreden HW-standen

datum 2017	station	astronomisch HW volgens getijtabel		door WMCN 12 uur voor HW verwachte HW-stand		opgetreden HW		vervroeging (-) of verlaten (+) van het HW	scheve opzet	opgetreden HW-stand toev verwachte HW-stand	alarmpeil	verwachte HW-stand toev alarmpeil	opgetreden HW-stand toev alarmpeil	waarschu- wingspeil	verwachte HW-stand toev waarschu- wingspeil	opgetreden HW-stand toev waarschu- wingspeil
		tijd in MET	hoogte in NAP +cm	tijd in MET	hoogte in NAP +cm	minuten	cm									
1	2	3a	3b	4	5a	5b	6	7	8	9	10a	10b	11	12a	12b	
13 Jan	Vlissingen	2h06	244	320	2h10	329	+4	85	+9	370	-50	-41	330	-10	-1	
13 Jan	Roempot buiten ¹⁾	2h00	182	252	1h40	267	-20	85	+15	300	-48	-33	275	-23	-8	
13 Jan	Hoek van Holland	2h55	127	185	2h40	219	-15	92	+34	280	-95	-61	220	-35	-1	
13 Jan	Dordrecht	4h29	103	138	4h20	145	-9	42	+7	250	-112	-105	-	-	-	
13 Jan	Den Helder	8h45	61	115	7h40	136	-65	75	+21	260	-145	-124	190	-75	-54	
13 Jan	Harlingen	10h26	107	175	10h00	185	-26	78	+10	330	-155	-145	270	-95	-85	
13 Jan	Delfzijl	12h30	154	260	11h20	241	-70	87	-19	380	-120	-139	300	-40	-59	
13 Jan	Vlissingen	14h26	259	330	14h40	307	+14	48	-43	370	-20	-63	330	+20	-23	
13 Jan	Waarschuwing Schelde bijgesteld			350												
13 Jan	Roempot buiten ¹⁾	14h19	199	276	14h20	250	+1	51	-40	300	-10	-50	275	+15	-25	
13 Jan	Verwachting Roempot buiten bijgesteld			290												
13 Jan	Hoek van Holland	15h11	145	250	15h20	227	+9	82	-33	280	-20	-53	220	+40	+7	
13 Jan	Waarschuwing West Holland bijgesteld			260												
13 Jan	Dordrecht	16h44	109	180	18h30	157	+106	48	-23	250	-70	-93	-	-	-	
13 Jan	Den Helder	20h44	78	220	20h50	211	+6	133	-9	260	-40	-49	190	+30	+21	
13 Jan	Harlingen	22h36	124	310	21h40	298	-56	174	-12	330	-20	-32	270	+40	+28	
14 Jan	Delfzijl	0h45	167	380	0h20	392	-25	225	+12	380	+0	+12	300	+80	+92	
14 Jan	Vlissingen	2h55	248	350	3h00	334	+5	86	-16	370	-20	-36	330	+20	+4	
14 Jan	Roempot buiten ¹⁾	2h46	183	280	2h40	275	-6	92	-5	300	-20	-25	275	+5	+0	
14 Jan	Hoek van Holland	3h45	126	220	3h50	224	+5	98	+4	280	-60	-56	220	+0	+4	
14 Jan	Dordrecht	5h14	103	185	5h30	181	+16	78	-4	250	-65	-69	-	-	-	
14 Jan	Den Helder	9h46	57	135	9h50	125	-236	68	-10	260	-125	-135	190	-55	-65	
14 Jan	Harlingen	11h16	101	170	10h30	166	-46	65	-4	330	-160	-164	270	-100	-104	
14 Jan	Delfzijl	13h20	149	208	12h30	224	-50	75	+16	380	-172	-156	300	-92	-76	
14 Jan	Vlissingen	15h15	262	309	15h40	297	+25	35	-12	370	-61	-73	330	+21	-33	
14 Jan	Roempot buiten ¹⁾	15h05	201	228	15h20	245	+15	44	+17	300	-72	-55	275	-47	-30	
14 Jan	Hoek van Holland	15h55	147	193	16h10	204	+15	57	+11	280	-87	-76	220	-27	-16	
14 Jan	Dordrecht	17h35	111	165	17h40	161	+5	50	-4	250	-85	-89	-	-	-	
14 Jan	Den Helder	21h30	83	95	21h10	121	-20	38	+26	260	-165	-139	190	-95	-69	
14 Jan	Harlingen	23h26	126	162	22h50	175	-36	49	+13	330	-168	-155	270	-108	-95	
15 Jan	Delfzijl	1h35	168	234	1h20	233	-15	65	-1	380	-146	-147	300	-66	-67	
392	Waterstand boven plaatselijk grenspeil															

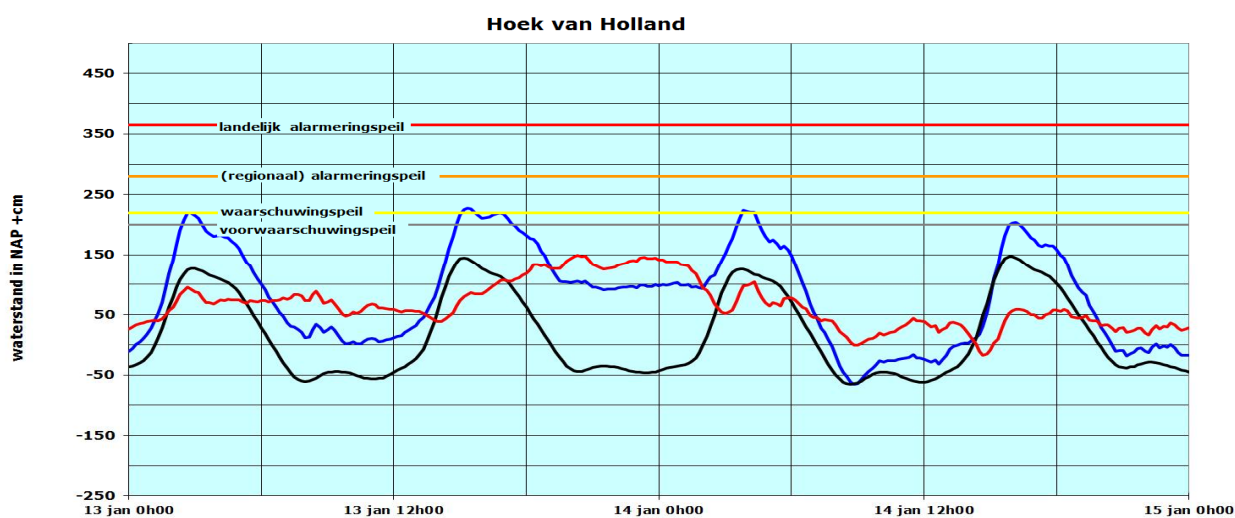
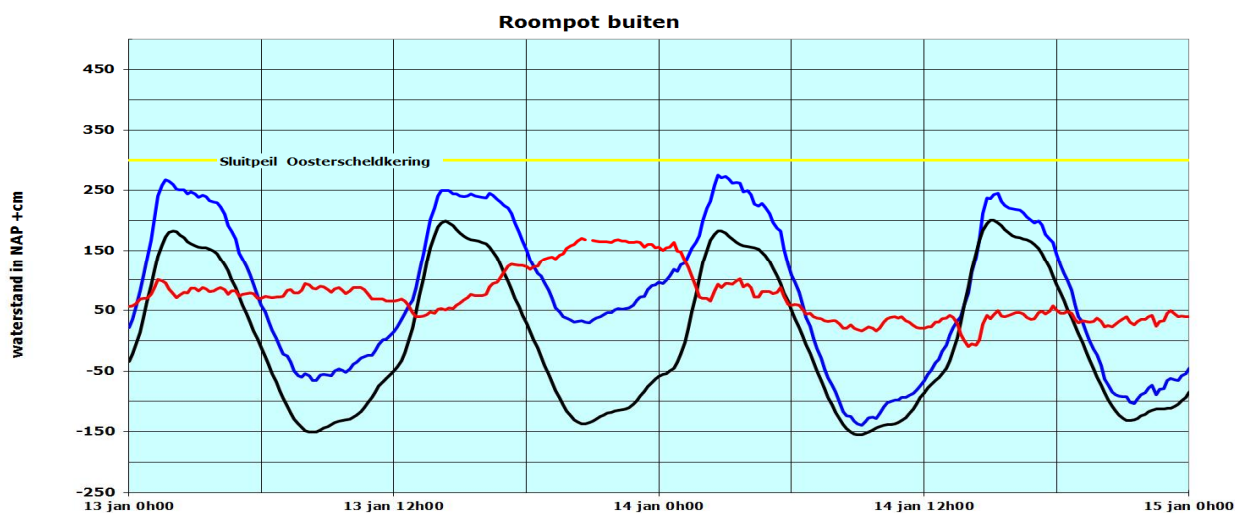
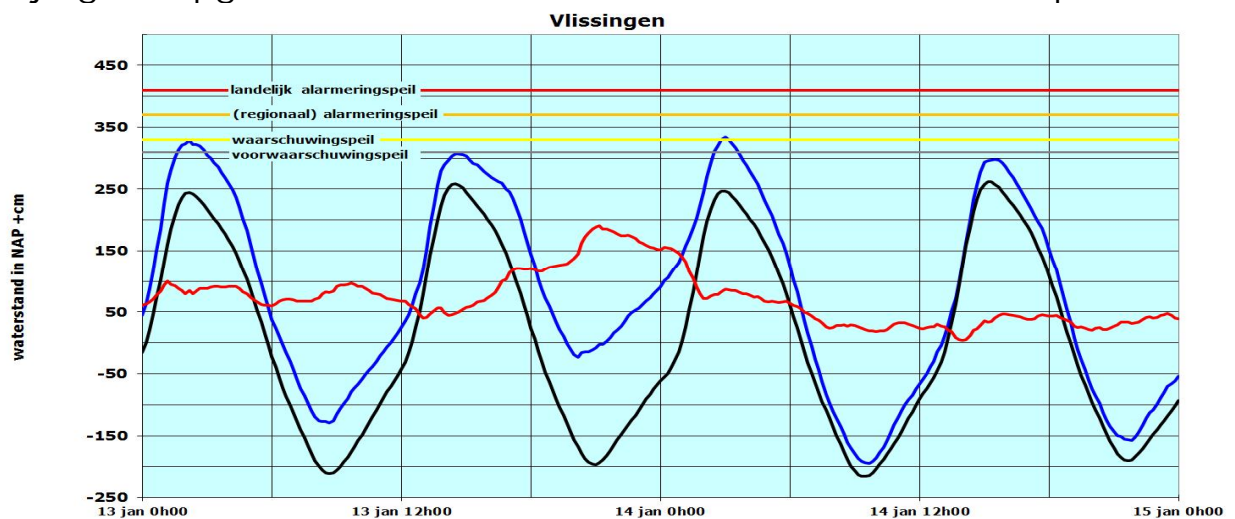
¹⁾ Waterstandsverwachting geldt voor open Oosterscheldekering

Alarmpeil Roempot buiten = Sluitpeil Oosterscheldekering

Waarschuwingsspeil Roempot buiten = Alarmfase Oosterscheldekering

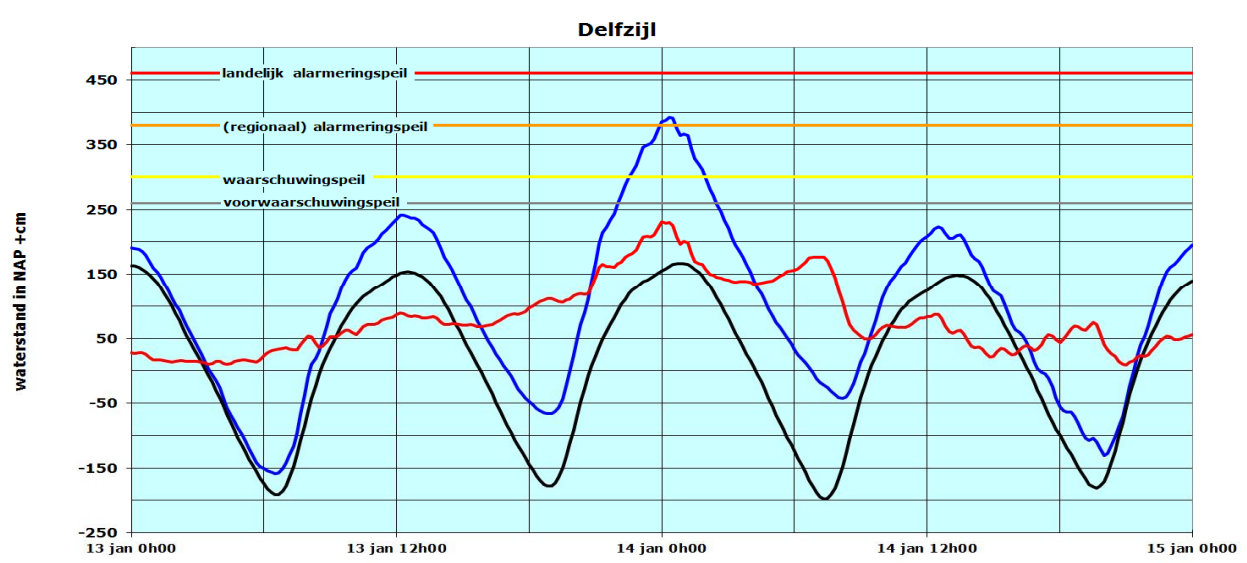
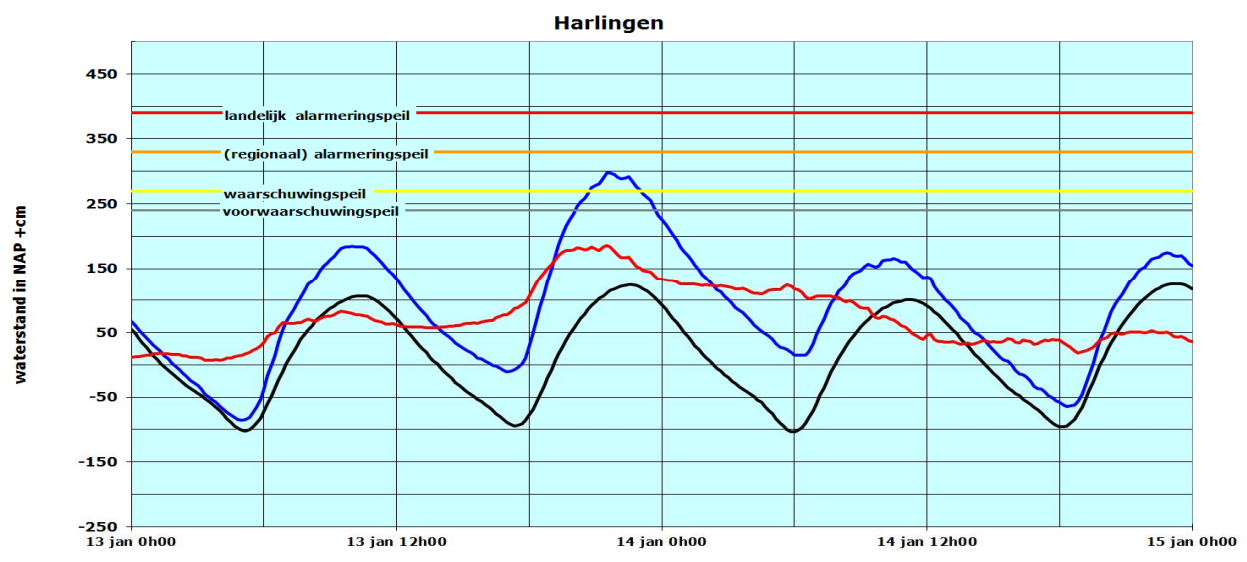
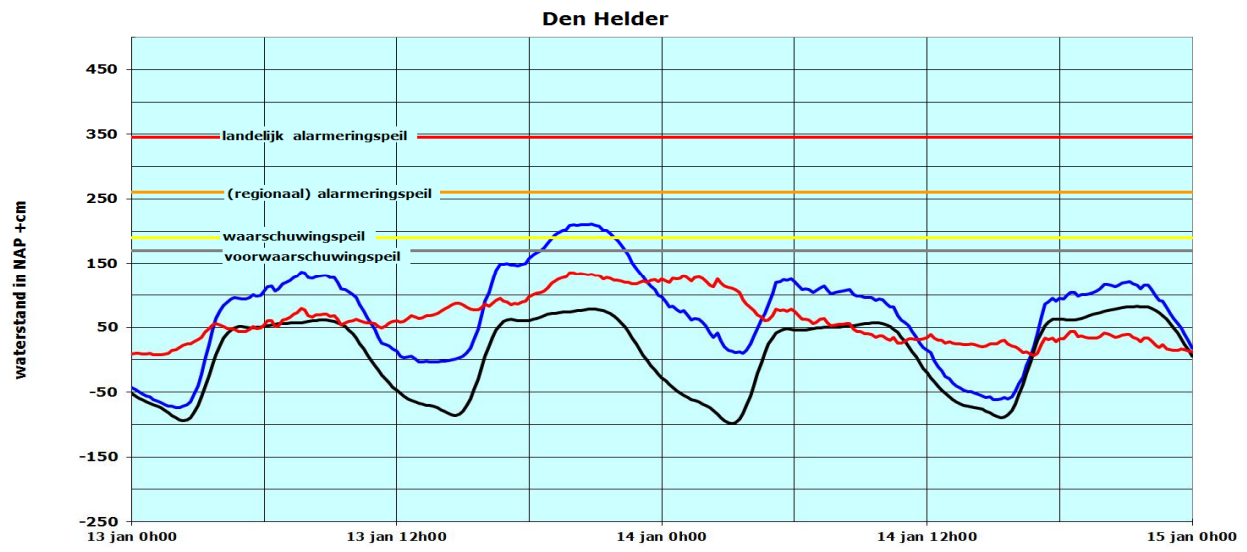
²⁾ In de verwachting is 15 cm extra verhoging meegenomen als gevolg van de verwachten sluiting van het Emssperrwerk te Emden

Bijlage 7 Opgetreden en astronomische waterstanden en opzetten



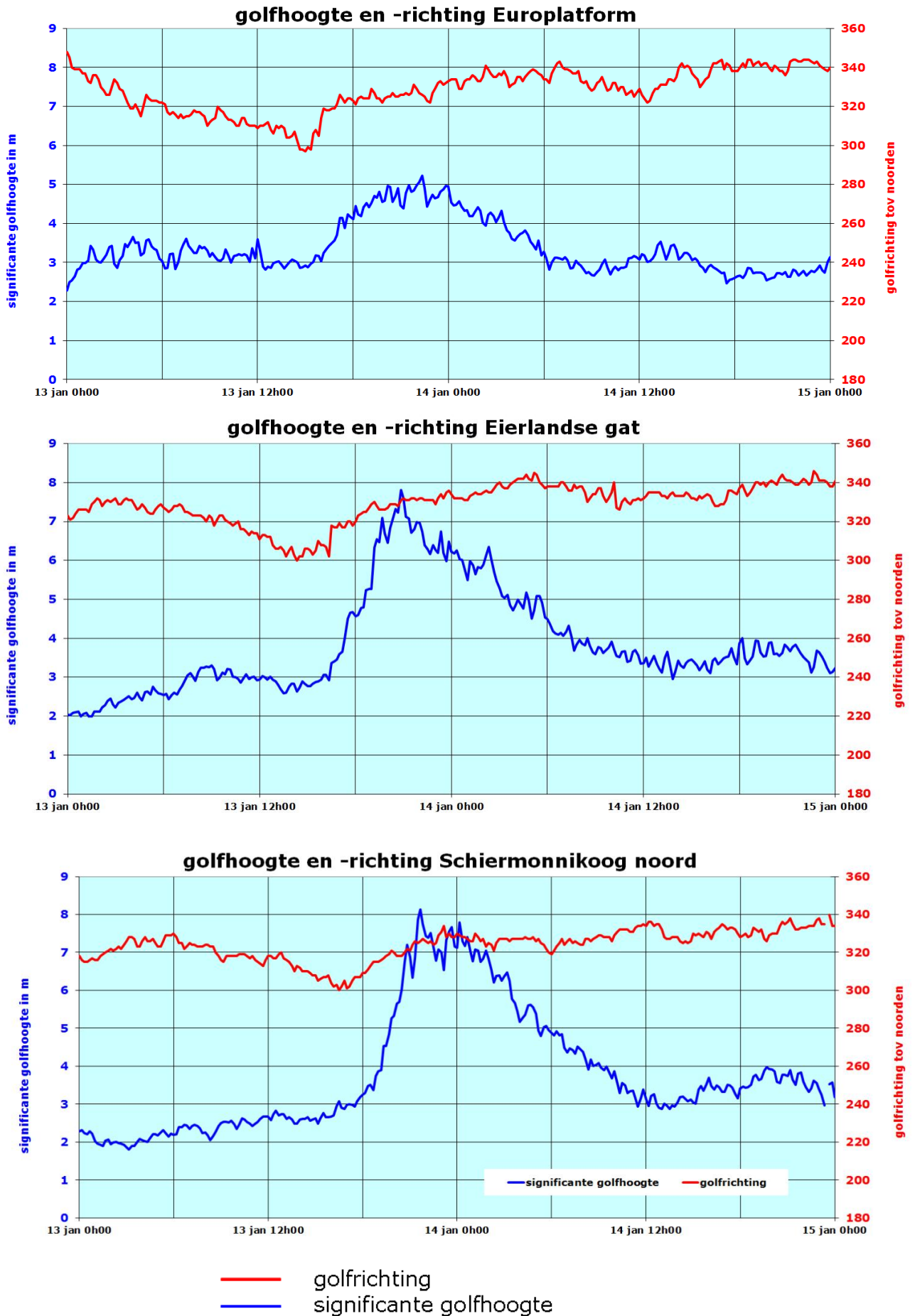
- opgetreden waterstand
- astronomisch getij
- opzet

Vervolg bijlage 7 Opgetreden en astronomische waterstanden en opzetten

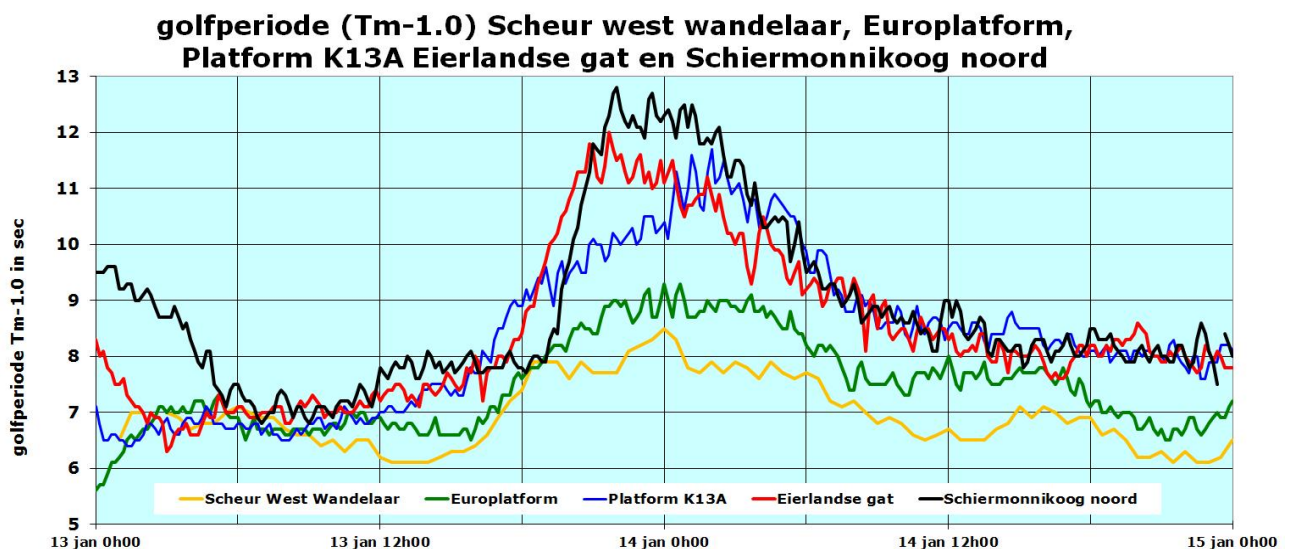
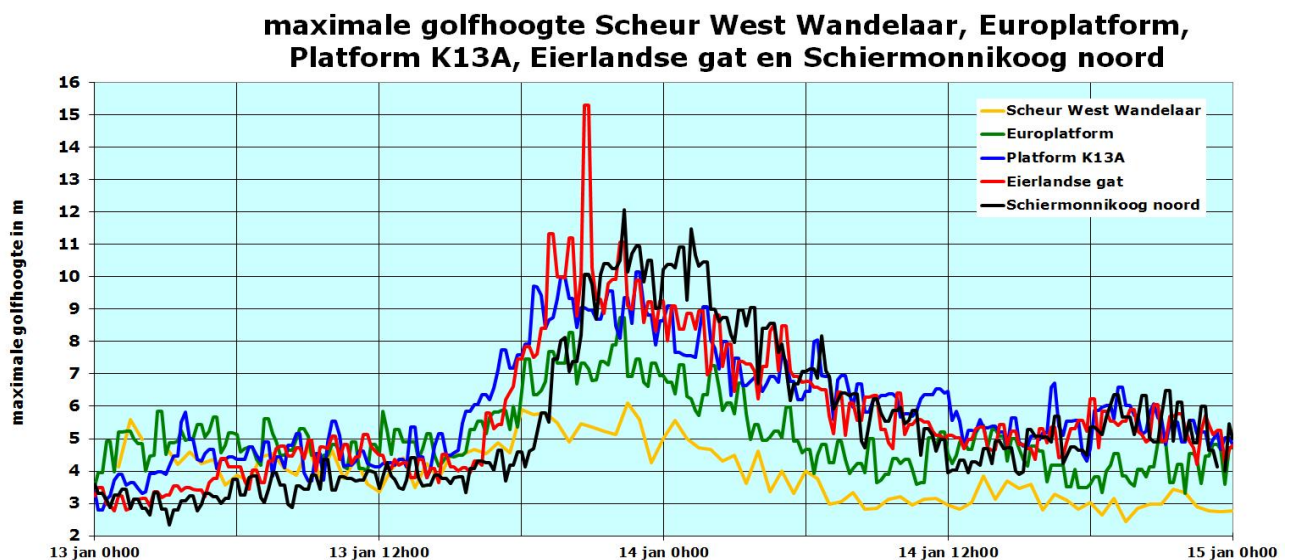
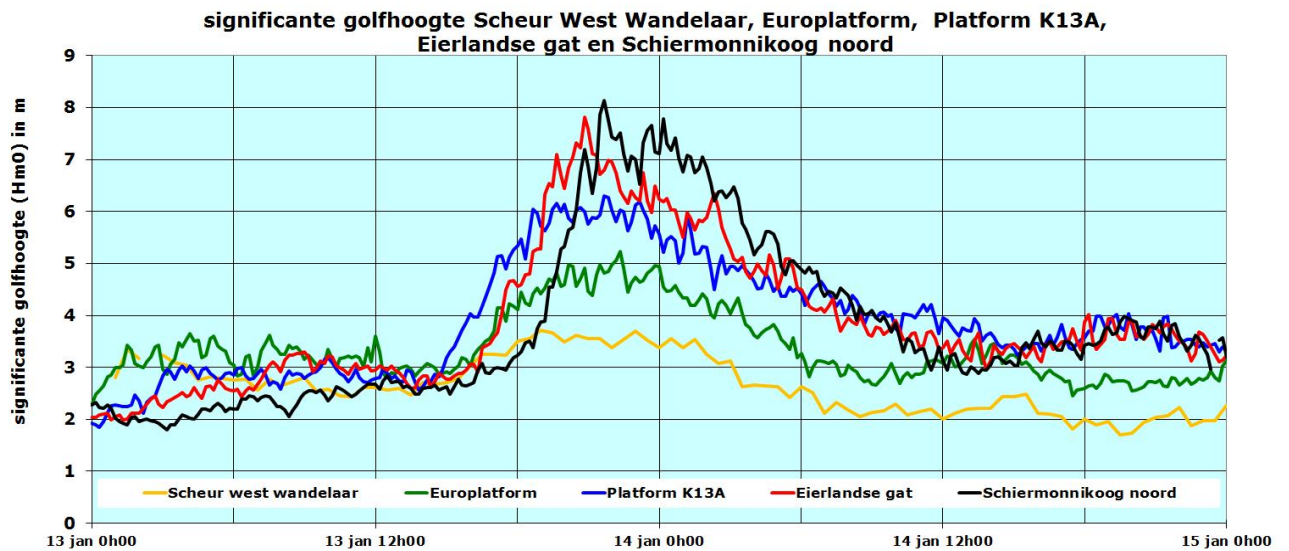


- opgetreden waterstand
- astronomisch getij
- opzet

Bijlage 8 Opgetreden golfhoogten, -richtingen en -perioden



Vervolg bijlage 8 Opgetreden golfhoogten, -richtingen en -perioden



Bijlage 9
50 hoogste hoogwaterstanden na 1900
(Den Helder en Harlingen na 1932)

nr	Vlissingen		Hoek van Holland		Den Helder		Harlingen		Delfzijl	
	datum	stand in NAP +cm	datum	stand in NAP +cm	datum	stand in NAP +cm	datum	stand in NAP +cm	datum	stand in NAP +cm
1	01-02-1953	455	01-02-1953	385	01-02-1953	325	03-01-1976	369	01-11-2006	483
2	06-12-2013	400	09-11-2007	318	31-01-1953	312	22-12-1954	369	06-12-2013	482
3	03-01-1976	394	06-12-2013	303	03-01-1976	297	26-02-1990	366	28-01-1901	453
4	12-03-1906	392	23-12-1954	300	22-12-1954	289	23-12-1954	366	13-03-1906	451
5	28-01-1994	386	13-01-1916	300	23-12-1954	277	31-01-1953	366	04-02-1944	448
6	27-02-1990	384	03-01-1976	298	26-02-1990	275	01-02-1983	355	16-02-1962	446
7	14-11-1993	383	26-11-1928	296	09-11-2007	271	20-01-1976	353	04-01-1976	435
8	01-03-1949	382	30-12-1904	296	01-02-1983	270	09-11-2007	350	13-01-1916	432
9	26-11-1928	374	12-03-1906	290	21-02-1993	265	28-01-1994	344	06-12-2013	425
10	15-11-1977	373	28-01-1994	288	05-12-2013	254	05-12-2013	342	28-01-1994	425
11	16-11-1966	373	27-02-1990	284	14-02-1989	253	16-02-1962	340	09-11-2007	421
12	15-11-1993	372	16-11-1966	280	01-03-2008	251	01-02-1953	334	19-11-1973	419
13	02-01-1995	371	10-12-1965	280	16-02-1962	251	21-02-1993	331	21-01-1976	408
14	02-02-1983	371	14-02-1989	279	06-12-1940	251	18-01-2007	330	03-01-1976	406
15	28-02-1990	370	14-12-1973	279	27-02-1990	250	27-02-1990	330	10-01-1995	404
16	23-11-1930	370	22-10-2014	277	22-10-2014	248	01-01-1995	329	22-10-2014	402
17	09-11-2007	367	21-03-2008	275	20-01-1976	248	13-12-1973	327	14-12-1973	399
18	21-03-1961	367	21-12-2003	272	18-03-2007	245	01-11-2006	326	31-12-1977	396
19	10-12-1965	365	01-01-1995	271	18-01-2007	242	22-10-2014	321	22-12-1954	393
20	30-12-1904	365	24-12-1954	270	28-01-1994	242	18-03-2007	320	14-01-2017	392
21	01-03-1990	364	01-03-1949	270	12-01-2007	240	20-01-1960	320	27-02-1990	392
22	01-02-1953	364	07-04-1943	268	29-01-1938	240	06-12-2013	319	24-11-1981	391
23	29-08-1996	361	15-11-1977	267	01-11-2006	238	03-01-1976	319	02-02-1983	388
24	01-12-1936	360	26-01-1944	267	02-02-1969	238	01-12-1936	319	28-02-1990	387
25	26-01-1944	358	23-11-1908	266	01-01-1995	237	01-03-2008	318	24-11-1981	385
26	02-01-1995	357	14-11-1993	265	06-12-2013	236	10-01-2015	314	30-01-2000	383
27	23-12-1954	356	25-01-1993	265	10-01-2015	235	12-01-2007	308	02-12-1917	382
28	27-02-1990	355	01-02-1953	265	28-01-1994	234	03-11-1970	305	18-03-2007	379
29	14-12-1973	355	06-12-1940	265	20-12-1991	233	07-12-1940	305	12-01-2007	379
30	11-11-1992	354	01-12-1936	265	13-12-1973	233	14-11-1977	304	11-01-2015	377
31	24-11-1984	354	28-02-1990	264	27-10-2002	231	28-01-1994	303	06-12-1973	373
32	22-10-2014	353	02-02-1983	264	18-12-1979	231	24-11-1981	303	01-03-2008	372
33	13-01-1916	353	06-11-1921	263	20-01-1960	230	30-12-1977	303	12-12-1929	368
34	29-10-1996	352	17-02-1962	262	19-01-1945	230	02-02-1969	302	03-12-1999	366
35	28-02-1967	352	11-11-1912	262	20-10-1935	229	09-01-1958	302	02-01-1995	366
36	28-11-1974	351	02-01-1995	261	01-12-1936	228	12-12-1990	300	28-01-1994	366
37	13-11-1973	350	01-03-1990	261	30-01-2000	227	24-11-1981	300	18-09-1914	366
38	25-01-1993	349	21-01-1976	257	24-11-1981	227	16-11-1973	300	03-12-1917	365
39	13-11-1977	349	23-02-1946	256	09-01-1958	227	20-12-1991	299	05-02-1999	359
40	21-01-1976	349	21-02-1993	254	12-12-1990	225	23-02-1967	299	13-11-1973	357
41	14-12-1973	349	02-02-1969	254	13-11-1973	224	13-01-2017	298	16-11-1973	356
42	13-11-1977	345	02-12-1917	254	21-11-1971	222	30-11-1966	298	13-03-1994	354
43	05-10-1967	344	29-10-1996	253	07-04-1943	222	16-12-1982	297	02-11-1921	354
44	16-10-1958	344	01-12-1936	253	05-12-1988	220	25-01-1993	296	08-04-1943	353
45	21-02-1993	343	23-11-1930	253	14-01-1986	220	14-02-1989	296	07-01-1905	353
46	22-11-1903	343	08-02-2004	252	16-12-1982	220	13-11-1973	296	12-12-1990	351
47	21-03-2008	342	22-12-1954	252	30-12-1977	220	13-03-1994	295	10-10-1926	351
48	25-11-2007	342	20-04-1980	251	23-02-1967	219	18-01-1983	295	20-12-1993	350
49	12-01-1959	342	26-02-1990	250	21-12-2003	218	19-01-1945	294	23-01-1993	350
50	23-11-1908	342	07-01-1905	250	03-01-1984	218	29-01-1938	294	01-12-1936	350
	14-01-2017	334	13-01-2017	227	13-01-2017	211	13-01-2017	185	13-01-2017	241
	13-01-2017	329	14-01-2017	224	13-01-2017	136	14-01-2017	175	15-01-2017	233
	13-01-2017	307	13-01-2017	219	14-01-2017	125	14-01-2017	166	14-01-2017	224
	14-01-2017	297	14-01-2017	204	14-01-2017	121				

Waterstand boven landelijk alarmeringspeil (code rood)
Waterstand boven (regionaal) alarmeringspeil (code oranje)
Waterstand boven waarschuwingspeil (code geel)
13-01-2017 392 waterstand opgetreden tijdens stormvloed 13 en 14 januari 2017

Bijlage 10

50 hoogste globaal gecorrigeerde golfperioden na 1979

nr	Scheur west wandelaar		Euro platform		IJmuiden munitiestortplaats		Eierlandse gat		Schiermonnikoog noord	
	datum	sec	datum	sec	datum	sec	datum	sec	datum	sec
1	8-10-1998	9,5	13-12-1990	10,4	9-11-2007	12,2	12-12-1990	13,0	9-11-2007	14,1
2	13-12-1990	9,4	7-12-2013	10,3	12-12-1990	12,0	9-11-2007	12,1	12-12-1990	13,4
3	7-12-2013	9,0	12-1-1995	9,7	14-1-2017	11,8	13-1-2017	11,7	30-1-2000	12,9
4	12-1-1995	9,0	9-11-2007	9,4	6-12-2013	11,8	6-12-2013	11,7	21-2-1993	12,7
5	19-2-1996	9,0	29-2-1988	9,4	2-1-1995	11,8	21-2-1993	11,7	13-1-2017	12,6
6	8-11-2001	8,9	21-2-1993	9,3	21-2-1993	11,2	1-1-1995	11,2	29-2-1988	12,1
7	2-3-1987	8,8	19-2-1996	9,3	10-1-1995	11,1	30-1-2000	11,2	28-1-1994	12,0
8	15-11-1993	8,8	14-11-1993	9,3	18-10-1991	11,1	18-10-1991	11,2	5-2-1999	11,9
9	21-2-1993	8,7	2-1-1995	9,2	29-2-1988	10,8	28-1-1994	11,1	24-11-1981	11,6
10	13-9-1998	8,5	14-1-2017	9,1	6-11-1985	10,5	10-1-1995	11,1	11-1-2015	11,6
11	29-2-1988	8,5	4-4-2000	9,0	11-11-1985	10,4	5-2-1999	10,8	14-2-1989	11,5
12	5-4-2000	8,4	25-1-1990	8,9	17-4-1991	10,4	17-4-1991	10,6	6-11-1985	11,4
13	14-1-2017	8,4	21-3-2007	8,9	30-1-2000	10,4	20-4-1980	10,6	22-10-2014	11,4
14	2-1-1995	8,3	1-1-1985	8,8	2-11-1985	10,4	20-11-1987	10,5	19-11-1992	11,3
15	12-4-1985	8,3	17-4-1991	8,7	20-4-1980	10,3	1-1-1985	10,2	18-1-1983	11,1
16	14-2-1989	8,3	23-2-1988	8,7	28-1-1994	10,3	28-12-2001	10,2	3-11-1985	11,0
17	10-12-1990	8,2	19-1-1983	8,7	22-10-2014	10,3	1-1-1981	10,1	26-12-2001	10,9
18	29-8-1996	8,2	22-10-2014	8,7	26-12-2001	10,3	15-11-1993	10,1	3-12-1999	10,9
19	8-10-1989	8,2	3-3-1984	8,7	28-2-1993	10,2	26-12-2001	10,1	1-3-2008	10,8
20	22-12-2001	8,2	16-4-1992	8,7	19-2-1993	10,2	16-9-1994	10,0	30-10-1996	10,8
21	28-4-1985	8,1	17-2-1999	8,6	18-1-2007	10,1	25-11-1981	10,0	15-12-2000	10,6
22	14-12-1993	8,1	8-11-2001	8,6	28-4-1985	10,1	18-1-2007	10,0	25-1-1993	10,5
23	20-1-1998	8,1	14-12-1993	8,6	5-2-1999	10,1	2-10-1991	10,0	27-12-1991	10,5
24	20-3-2007	8,1	10-12-1983	8,6	15-11-1993	10,1	25-1-1993	9,9	22-11-2001	10,5
25	21-11-1987	8,1	28-1-1990	8,5	21-11-1987	10,1	23-11-2001	9,9	18-12-1979	10,5
26	26-3-1983	8,0	8-10-1998	8,5	27-3-1995	10,0	15-12-2000	9,9	17-2-1999	10,5
27	13-9-1996	8,0	28-2-1993	8,5	20-3-2007	9,9	16-1-1981	9,9	3-12-1980	10,4
28	14-1-1984	8,0	27-10-2002	8,5	21-3-2008	9,8	20-2-2007	9,8	2-2-1983	10,3
29	12-10-1998	8,0	28-4-1985	8,5	16-9-1994	9,8	1-2-1983	9,8	12-1-2007	10,3
30	24-1-1986	8,0	18-10-1991	8,4	20-1-1998	9,8	29-2-1988	9,7	28-2-1993	10,3
31	27-2-1990	8,0	21-3-2008	8,4	19-1-1983	9,8	14-1-1984	9,7	20-12-1993	10,3
32	2-11-1986	8,0	20-12-2001	8,4	1-1-1981	9,8	19-12-1986	9,6	21-12-1991	10,2
33	23-2-1988	7,9	16-10-1987	8,4	17-2-1999	9,7	16-4-1992	9,6	8-1-1984	10,2
34	26-1-1995	7,9	6-11-1985	8,4	4-4-2000	9,7	3-11-1985	9,6	24-12-1988	10,2
35	5-2-1999	7,9	26-12-2001	8,4	15-1-1984	9,7	10-9-2001	9,6	29-1-2002	10,2
36	7-1-1985	7,9	28-1-1994	8,3	4-3-2000	9,7	28-2-1993	9,6	5-11-1981	10,2
37	28-11-1980	7,9	16-11-1995	8,3	29-10-1996	9,7	5-1-1998	9,5	23-1-1993	10,2
38	22-10-2014	7,8	13-9-1996	8,3	28-10-2002	9,7	27-2-1990	9,5	15-12-1980	10,1
39	2-3-1990	7,8	14-11-2001	8,3	5-1-1998	9,6	3-12-1999	9,5	16-12-1982	10,1
40	25-10-1998	7,8	24-1-1986	8,3	15-1-1986	9,6	9-12-1993	9,5	29-10-1988	10,1
41	25-1-1990	7,8	1-2-1986	8,3	25-1-1990	9,6	20-9-1990	9,5	17-1-1984	10,1
42	7-12-1988	7,8	5-2-1999	8,3	3-12-1980	9,6	23-2-2002	9,4	28-12-2001	10,0
43	27-10-2002	7,8	16-9-1994	8,3	6-11-1999	9,5	28-11-1980	9,4	21-11-1981	10,0
44	1-2-1986	7,8	6-1-1985	8,3	16-10-1987	9,5	18-11-1980	9,4	27-12-1998	10,0
45	20-10-1986	7,8	1-4-1994	8,3	1-3-1998	9,5	12-9-1996	9,4	6-11-1996	10,0
46	21-2-2002	7,8	6-11-1999	8,3	16-4-1992	9,5	9-1-1991	9,4	28-10-2002	10,0
47	15-2-1990	7,8	13-9-1998	8,3	16-12-2000	9,5	4-4-2000	9,4	21-11-1987	10,0
48	12-4-1983	7,8	29-8-1996	8,3	21-8-1980	9,4	14-2-1989	9,3	17-2-1996	10,0
49	12-2-1990	7,8	17-3-1995	8,2	23-11-2001	9,4	6-1-1985	9,3	15-3-1992	9,9
50	1-1-1985	7,7	10-11-1985	8,2	20-3-1995	9,3	4-3-2000	9,3	23-2-2002	9,9

14-1-2017 8,4 14-1-2017 9,1 14-1-2017 11,8 13-1-2017 11,7 13-1-2017 12,6

Bijlage 11

50 hoogse globaal gecorrigeerde significante golfhoogten na 1979

nr	Scheur west wandelaar		Euro platform		IJmuiden munitiestortplaats		Eierlandse gat		Schiermonnikoog noord	
	datum	m	datum	m	datum	m	datum	m	datum	m
1	1-3-1990	4,5	25-1-1990	6,5	9-11-2007	7,4	1-11-2006	7,6	9-11-2007	8,3
2	29-8-1996	4,4	14-11-1993	6,4	14-1-1984	7,1	13-1-2017	7,5	13-1-2017	7,9
3	8-11-2001	4,3	16-10-1987	6,4	21-2-1993	7,1	12-12-1990	7,4	22-10-2014	7,5
4	14-11-1993	4,3	12-12-1990	6,3	27-10-2002	7,0	9-11-2007	7,4	12-12-1990	7,5
5	19-2-1996	4,2	27-10-2002	6,0	12-12-1990	6,8	21-2-1993	7,2	21-2-1993	7,4
6	12-4-1985	4,2	9-11-2007	6,0	1-11-2006	6,7	18-1-2007	7,0	24-11-1981	7,2
7	12-1-1995	4,1	19-12-1986	5,8	2-1-1995	6,5	28-12-2001	6,7	5-2-1999	7,1
8	21-2-1993	4,1	21-2-1993	5,6	6-12-2013	6,5	28-1-1994	6,7	30-1-2000	7,1
9	12-12-1990	4,0	8-11-2001	5,5	25-1-1990	6,4	25-1-1993	6,6	28-1-1994	7,0
10	2-3-1987	4,0	1-4-1994	5,4	12-1-1995	6,4	2-10-1991	6,6	10-1-2015	6,9
11	27-10-2002	4,0	22-10-2014	5,4	22-10-2014	6,3	10-1-1995	6,6	14-2-1989	6,7
12	28-1-1994	4,0	12-1-1995	5,4	25-1-1993	6,0	6-1-1991	6,5	1-3-2008	6,4
13	26-1-1995	4,0	29-2-1988	5,4	28-1-1994	6,0	2-1-1995	6,5	1-2-1983	6,3
14	15-2-1990	3,9	15-2-1990	5,4	9-3-1990	6,0	4-1-1998	6,4	18-1-1983	6,2
15	22-10-2014	3,9	19-2-1996	5,3	14-11-1993	5,9	14-1-1984	6,4	27-10-2002	6,1
16	24-1-1986	3,9	27-2-1990	5,3	5-2-1999	5,9	9-12-1993	6,4	6-11-1985	6,1
17	19-12-1986	3,9	14-2-1989	5,3	27-2-1990	5,9	6-12-2013	6,4	12-1-2007	6,1
18	25-1-1990	3,8	28-1-1994	5,2	1-3-2008	5,8	25-1-1990	6,4	22-11-2001	6,0
19	14-2-1989	3,8	5-1-1998	5,2	18-1-2007	5,8	14-2-1989	6,4	27-12-1991	5,9
20	4-4-2000	3,8	20-10-1986	5,2	29-2-1988	5,7	27-10-2002	6,3	3-12-1999	5,9
21	15-1-1986	3,8	27-3-1987	5,2	5-1-1998	5,7	5-2-1999	6,2	23-2-2002	5,9
22	20-1-1998	3,8	25-10-1998	5,2	14-1-2017	5,6	1-2-1983	6,2	28-4-1985	5,8
23	11-11-1992	3,8	19-1-1986	5,1	18-12-1979	5,6	27-2-1990	6,1	7-10-1990	5,8
24	28-4-1985	3,7	1-1-1985	5,1	4-1-1984	5,6	26-2-2002	6,0	29-10-1996	5,7
25	1-11-2006	3,7	9-12-1993	5,1	15-1-1986	5,5	6-11-1985	6,0	16-3-2007	5,7
26	29-2-1988	3,7	1-1-1995	5,1	1-4-1994	5,5	18-1-1983	6,0	9-9-2001	5,6
27	11-3-1998	3,7	13-1-2017	5,1	2-10-1991	5,5	18-3-2007	5,9	25-1-1993	5,6
28	14-9-1998	3,7	5-12-2013	5,1	14-2-1989	5,5	18-11-1990	5,9	28-12-1990	5,5
29	20-10-1986	3,7	6-1-1991	5,0	20-11-1987	5,5	1-1-1985	5,9	19-11-1992	5,5
30	3-3-1984	3,7	15-12-1979	5,0	11-1-2007	5,4	21-2-2002	5,9	20-12-1993	5,5
31	3-2-1990	3,7	17-3-1994	5,0	20-1-1998	5,3	3-1-1984	5,8	18-11-1990	5,5
32	13-1-2017	3,6	15-1-1986	5,0	16-9-1994	5,3	19-12-1986	5,8	17-2-1999	5,5
33	11-1-1979	3,6	1-11-2006	4,9	14-2-1990	5,3	3-12-1999	5,8	16-12-1982	5,4
34	29-10-1996	3,6	24-1-1986	4,9	17-3-1994	5,3	29-2-1988	5,8	4-1-1984	5,4
35	1-1-1985	3,6	6-1-1988	4,9	6-1-1991	5,3	18-12-1979	5,7	28-12-2001	5,4
36	18-12-1979	3,6	13-9-1998	4,9	20-4-1980	5,3	15-11-1993	5,7	17-2-1996	5,4
37	8-10-1989	3,6	3-3-1984	4,9	23-9-1988	5,3	28-4-1985	5,7	14-2-1990	5,4
38	28-11-1980	3,6	3-12-1999	4,9	28-4-1985	5,3	18-3-1995	5,7	9-1-1991	5,4
39	15-12-1979	3,6	29-10-1996	4,9	10-1-1995	5,3	20-11-1987	5,7	20-11-1987	5,3
40	21-2-2002	3,6	25-1-1993	4,9	28-12-2001	5,3	17-2-1999	5,7	19-2-1996	5,3
41	9-12-1993	3,6	12-4-1985	4,9	9-3-2002	5,2	5-12-1988	5,7	8-10-1988	5,3
42	28-5-2000	3,6	17-2-1999	4,9	6-11-1985	5,2	11-1-2007	5,6	15-3-1992	5,3
43	2-1-1995	3,6	14-1-1984	4,9	3-3-1995	5,2	16-9-1998	5,6	6-7-1990	5,3
44	6-12-2001	3,6	3-3-1995	4,9	19-12-1986	5,2	29-10-1996	5,5	4-12-1981	5,3
45	10-12-1990	3,6	27-11-1983	4,8	3-12-1999	5,2	1-1-1981	5,5	3-12-1980	5,3
46	11-3-1982	3,6	1-3-2008	4,8	16-12-1979	5,1	20-4-1980	5,5	28-2-1988	5,3
47	26-3-1983	3,5	28-12-2001	4,8	17-1-1984	5,1	8-10-1988	5,5	17-4-1991	5,2
48	25-1-1993	3,5	20-12-1991	4,8	17-2-1995	5,1	16-9-1994	5,5	9-2-2000	5,2
49	3-5-1987	3,5	2-3-1987	4,8	16-4-1992	5,1	9-1-1991	5,5	11-4-1997	5,2
50	14-1-1984	3,5	17-12-1979	4,7	24-1-1986	5,1	18-10-1991	5,5	13-3-1994	5,2

13-1-2017 3,6 13-1-2017 5,1 14-1-2017 5,6 13-1-2017 7,5 13-1-2017 7,9

Bijlage 12

Schaal van Beaufort

Windsterkte in Beaufort	Windsnelheid op 10m hoogte		benaming
	in knopen	in m/s	
0	<1	0,0 - 0,2	stil
1	1 - 3	0,3 - 1,5	zwakke wind
2	4 - 6	1,6 - 3,3	zwakke wind
3	7 - 10	3,4 - 5,4	matige wind
4	11 - 16	5,5 - 7,9	matige wind
5	17 - 21	8,0 - 10,7	vrij krachtige wind
6	22 - 27	10,8 - 13,8	krachtige wind
7	28 - 33	13,9 - 17,1	harde wind
8	34 - 40	17,2 - 20,7	stormachtige wind
9	41 - 47	20,8 - 24,4	storm
10	48 - 55	24,5 - 28,4	zware storm
11	56 - 63	28,5 - 32,6	zeer zware storm
12	>63	>32,6	orkaan

1 knoop = 1 zeemijl per uur = 1852 m/h = 0,514 m/s