



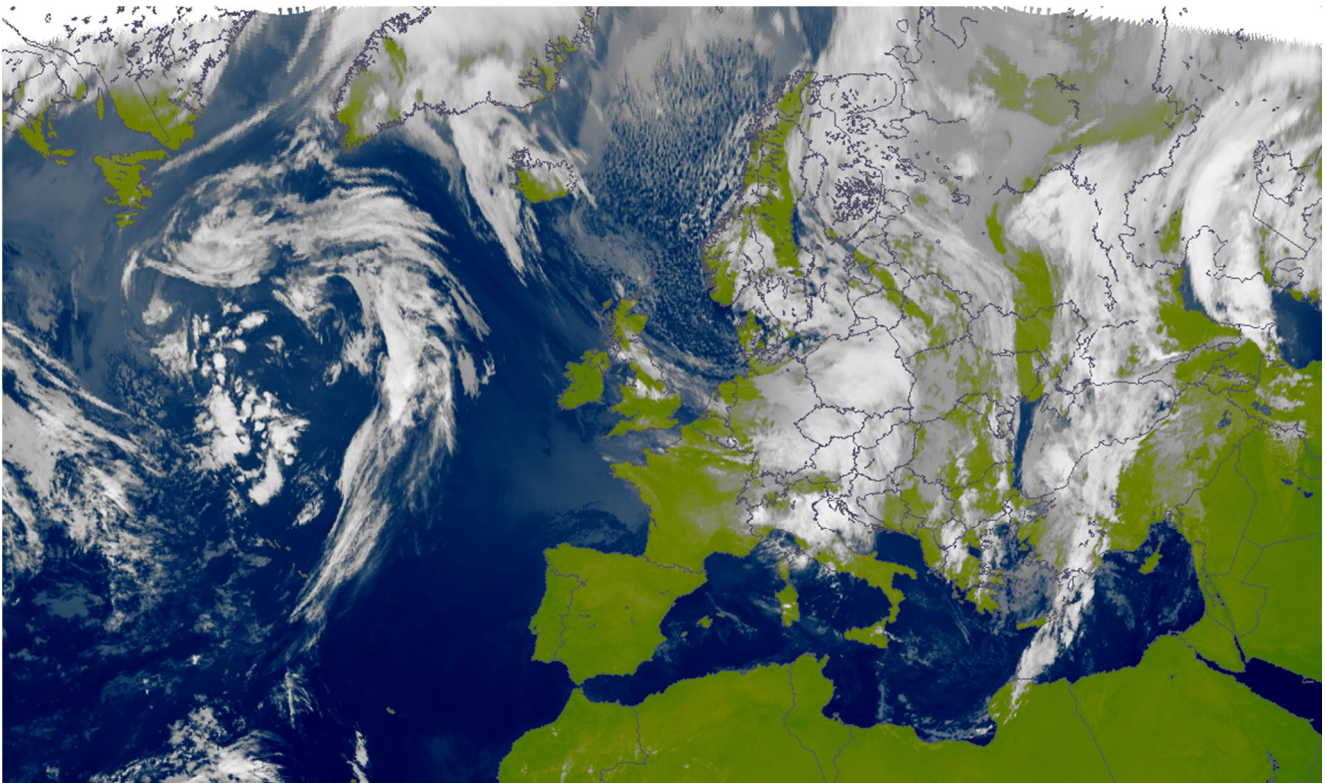
Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Watermanagementcentrum Nederland

Stormvloedrapport

29 oktober 2017 (SR95)

Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.



Colofon

Uitgegeven door	WMCN
Informatie	WMCN-KUST
Telefoon	088 7985050
e-mail	wmcn-kust@rws.nl
Uitgevoerd door	ing. J. Kroos
Opmaak	
Datum	29 november 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—11
2.1	Algemeen—11
2.2	Chronologisch verslag van de stormvloed—12
3	Analyse van de waterstanden en adviezen—15
4	Classificatie van de stormvloed—20
5	Golven op de Noordzee—21
5.1	Algemeen—21
5.2	Golfhoogte—23
5.3	Golfperiode—24
	Lijst van afkortingen en enige meteorologische begrippen—25
	Lijst van bijlagen—26
	Bronvermeldingen—27

Inleiding

Een noord-noordwesterstorm boven de Noordzee veroorzaakte op 29 oktober ondanks het doortij een lage stormvloed langs de Nederlandse kust.

Het team Stormvloedwaarschuwingen Kust en Benedenrivieren van het Watermanagementcentrum Nederland (afgekort WMCN-KUST) heeft alleen voor de sector Delfzijl een alarmering gegeven. Deze stormvloed is geclassificeerd als een lage stormvloed. Tijdens de passage van de stormvloed zijn er geen Nederlandse stormvloedkeringen gesloten geweest. Het Emssperrwerk (stormvloedkering in de Eems) bij Emden (D) is vanwege de stormvloed gesloten geweest. Ook de coupures in de primaire waterkeringen bij Delfzijl zijn tijdens het passeren van de stormvloed gesloten geweest.

De lage stormvloed van 29 oktober was, gezien in het licht van de opgetreden waterstanden, niet zo uitzonderlijk. In het hele kustgebied zijn waterstanden opgetreden die gemiddeld 14000 tot 43 maal per 100 jaar voorkomen. Zeer bijzonder was dat er met name in het Eems-Dollard gebied een grote verhoging van de waterstand stond terwijl de verhoging van de waterstanden in de rest van het kustgebied relatief klein was.

Het waarschuwbureau van WMCN-KUST werd geopend op zaterdag 28 oktober om 14h00. Het waarschuwbureau werd gesloten op zondag 29 oktober 5h30.

Tijdens de stormvloed was een deel van de tijd de Zomertijd van kracht. Vanwege de eenduidigheid zijn de tijdsaanduidingen in dit stormvloedrapport gegeven in MET (Wintertijd), tenzij anders vermeld.

Tussen de laatst gerapporteerde stormvloed van 13 en 14 januari 2017 (SR94) 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 29 oktober 2017 is op 30 oktober 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 <https://waterberichtgeving.rws.nl/water-en-weer> .

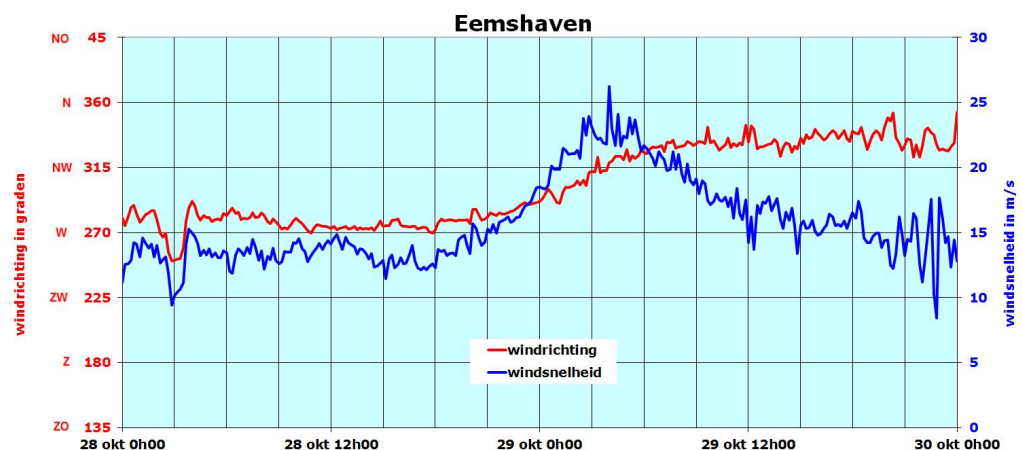
1 De weersituatie tijdens de stormvloed

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 29 oktober op het tijdstip 1h00 MET (= 0h00 UTC). Tevens is daarin de depressiebaan getekend van 28 oktober 13h00 t/m 29 oktober 1h00. Op bijlage 4 zijn voor verschillende tijdstippen de windvelden boven noordwestelijk Europa gepresenteerd.

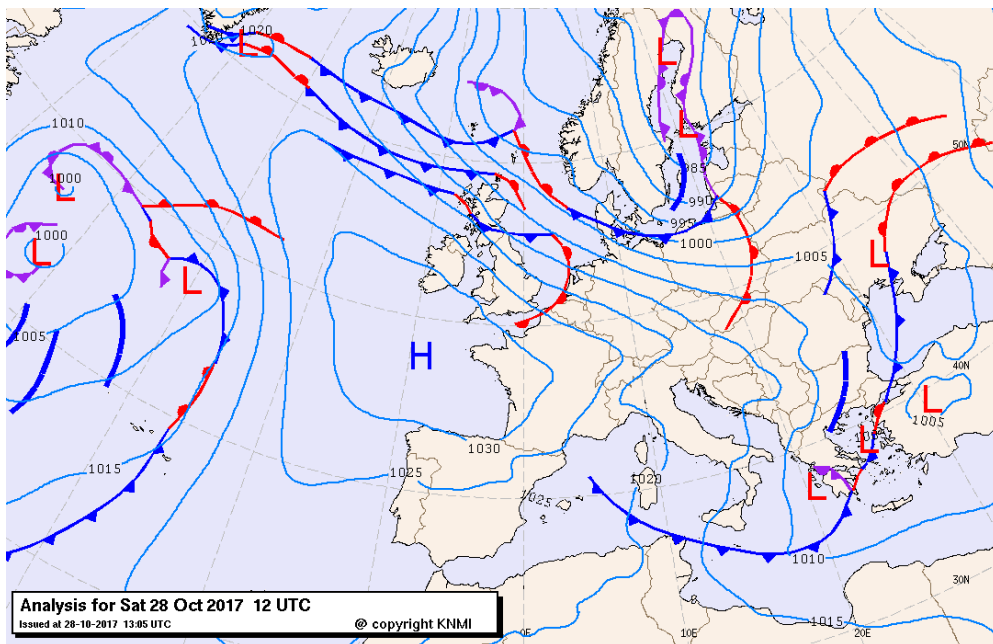


Figuur 1 gemeten windrichting en snelheid Meetpaal Eemshaven

Op bijlage 5 zijn de gemeten windsnelheden en windrichtingen gepresenteerd van de meetpunten Lichteiland Goeree, Europlatform, Platform K13A, IJmuiden, Lauwersoog en Meetpaal Eemshaven. De windgegevens van de locatie Huibertgat waren voor het merendeel niet beschikbaar tijdens de stormvloed.

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

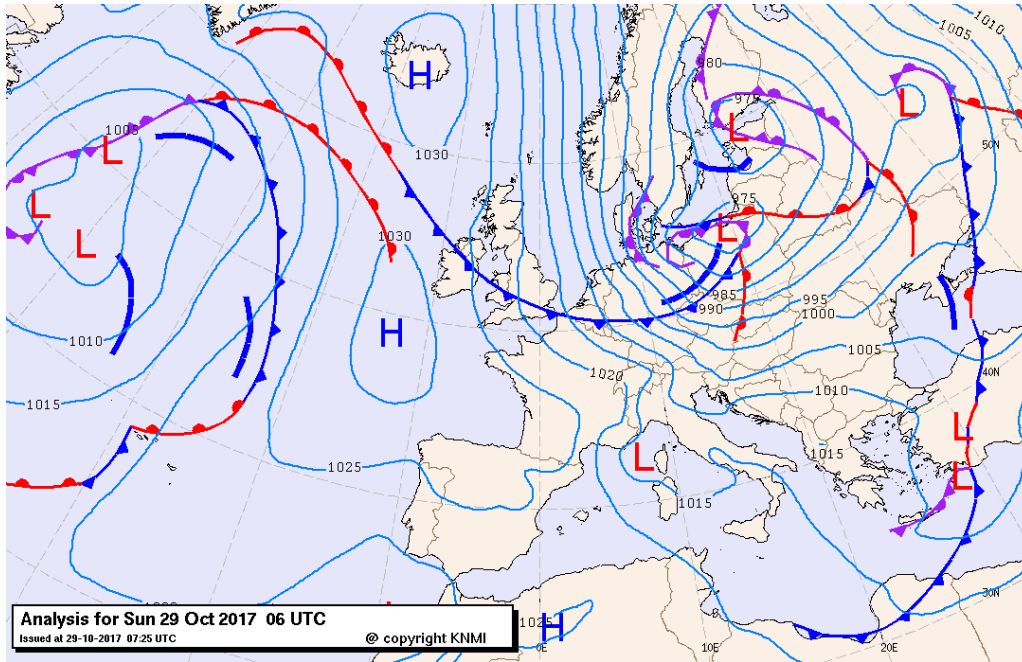
Op 28 oktober rond het middaguur ligt een golf in het polaire front nabij de Faroëreilanden (figuur 2). De "kerndruk" van deze golf is iets minder dan 1000 hPa. Aan de zuidwestzijde van deze golf bevinden zich verschillende resten van fronten. Tussen deze golf en een krachtig hogedrukgebied ten westen van Bretagne bevindt zich een stormveld met aanvankelijk een harde tot stormachtige noordwestenwind (7 á 8 Bft).



Figuur 2 Weerkaart 28 oktober 13h00





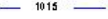
In de middag en avond trekt deze golf naar het zuidoosten en diept uit tot een echte stormdepressie. Rond 19h00 ligt de kern van de depressie boven het zuiden van Noorwegen (figuur 3). De kerndruk is dan gedaald tot ca. 990 hPa. In het noordelijke deel van de Noordzee is daardoor de wind inmiddels toegenomen naar stormachtig (8 Bft) tot stormkracht (9 Bft). Boven de rest van de Noordzee staat een harde (7 Bft) tot stormachtige (8 Bft) west-noordwestenwind.

Na middernacht neemt de wind vanuit het westen langzaam af. Rond het tijdstip van hoogwater bij Delfzijl (omstreeks 6h00) staat op een groot deel van de Noordzee 8 Bft. Op het oostelijk deel van de Noordzee staat nog 9 Bft. Tegen de ochtend ligt de kern van de depressie boven het noordoosten van Polen (figuur 5). De wind op de Noordzee varieert van west naar oost van 7 – 9 Bft. In de loop van de ochtend neemt de wind verder af tot 7 á 8 Bft.



Figuur 5 Weerkaart 29 oktober 7h00

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
-  oclusiefront, 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

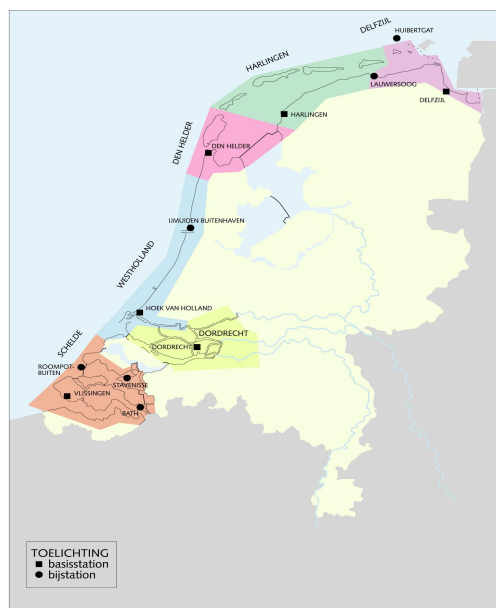
In dit hoofdstuk wordt een chronologisch verslag gegeven van de uitgegeven verwachtingen, waarschuwingen, alarmeringen, en de opgetreden waterstanden tijdens de stormvloed. De informatie die hiervoor benodigd was, is afkomstig uit de logboeken en gegevensbestanden van WMCN-KUST.

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, hulpdiensten, en andere belanghebbende instanties en verstrekt indien nodig informatie. Na afloop van een stormvloed legt WMCN-KUST de opgetreden verschijnselen vast in een Stormvloed-rapport.

Voor de algemene beschrijving van de taken van WMCN-KUST wordt verwezen naar de Algemene beschrijving Stormvloedwaarschuwingen Kust en Benedenrivieren, brochure (versie september 2017).

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 6, met daarin per sector het Basisstation (zie tevens bijlage 1).



Sectorindeling SVSD

Figuur 6 Sectorindeling Kust

2.2 Chronologisch verslag van de stormvloed

Maandag 24 oktober t/m donderdag 26 oktober

De lange termijn verwachtingen die op maandag 23 oktober beschikbaar komen geven een indicatie dat er op zondag 29 oktober langs onze kust mogelijk een hoge vloed op zal gaan treden. Omdat we dan tegen dooftij aan zitten, zijn de astronomische hoogwaterstanden met name in het zuidwestelijke kustgebied vrij laag. Het lijkt er vooralsnog op dat er mogelijk alleen bij Delfzijl overschrijding van het voorwaarschuwingsspeil plaats zal vinden. Er is een kleine kans op overschrijding van het waarschuwingsspeil bij Delfzijl.

In de loop van de week geven de opeenvolgende verwachtingen, die om de twaalf uur beschikbaar komen, langzaam een verhoging van de verwachte waterstanden te zien. Dat geldt echter met name voor de waterstandsverwachtingen voor Delfzijl. Uiteindelijk is er een grote kans dat er bij Delfzijl overschrijding van het voorwaarschuwingsspeil plaats zal vinden. Tevens is er enige kans op overschrijding van het waarschuwingsspeil bij Delfzijl. Bij de andere basisstations langs de kust wordt nog geen overschrijding van een van de peilen verwacht.

Vrijdag 27 oktober

Rond 10h30 komen de eerste korte termijn verwachting beschikbaar. Deze geven het volgende beeld van de verwachte hoogwaterstanden:

Den Helder	29-10 0h30 NAP +130 cm
Harlingen	29-10 2h36 NAP +200 cm
Delfzijl	29-10 6h15 NAP +310 – 340 cm

De betreffende hoogwaters in zuid- en west-Nederland zijn nog niet zichtbaar in de korte termijn verwachtingen.

Het lijkt er op dat er mogelijk alleen bij Delfzijl het waarschuwingsspeil overschreden zal gaan worden. Bij de andere locaties worden vooralsnog geen overschrijdingen van een van de peilen verwacht. De reden van het verschil in verwachte hoogwaterstanden voor de verschillende locaties ligt in het feit dat de grootste windkracht ten zuiden van de Noorse kust en in het oostelijke deel van de Noordzee (de zogeheten Duitse Bocht) op zal gaan treden.

Voor Delfzijl wordt een hoogwaterstand van NAP +292 cm als RWS-eindverwachting gepubliceerd.

Tegen de avond (rond 16h30) komen nieuwe verwachtingen voor de hoogwaterstanden beschikbaar:

Den Helder	29-10 0h30 NAP +135 cm
Harlingen	29-10 2h36 NAP +200 cm
Delfzijl	29-10 6h15 NAP +330 – 360 cm
Vlissingen	29-10 8h20 NAP +230
Roompot buiten	29-10 8h35 NAP +190
Hoek van Holland	29-10 9h05 NAP +165

Nog steeds geldt dat alleen bij Delfzijl overschrijding van het waarschuwingsspeil verwacht wordt. De verwachting voor Delfzijl komen enkele dm's hoger uit dan bij de vorige verwachtingenreeks. Voor Delfzijl wordt een hoogwaterstand van NAP +310 cm als RWS-eindverwachting gepubliceerd.

Tegen middernacht komen nieuwe verwachtingen beschikbaar voor de betreffende hoogwaters:

Den Helder	29-10 0h30 NAP +135 cm
Harlingen	29-10 2h36 NAP +210 cm
Delfzijl	29-10 6h15 NAP +350 – 380 cm
Vlissingen	29-10 8h20 NAP +240
Roompot buiten	29-10 8h35 NAP +200
Hoek van Holland	29-10 9h05 NAP +180

Langzaam zien we de verwachtingen hoger worden naarmate de tijd verder gaat. En dat geldt met name voor Delfzijl. Daar komen de hoogste verwachtingen zelfs in de buurt van het alarmeringspeil. Voor Delfzijl wordt een hoogwaterstand van NAP +350 cm als RWS-eindverwachting gepubliceerd.

Zaterdag 28 oktober

Tegen de ochtend zijn er weer nieuwe verwachtingen beschikbaar:

Den Helder	29-10 0h30 NAP +135 cm
Harlingen	29-10 2h36 NAP +210 – 230 cm
Delfzijl	29-10 6h15 NAP +360 – 390 cm
Vlissingen	29-10 8h20 NAP +250
Roompot buiten	29-10 8h35 NAP +220
Hoek van Holland	29-10 9h05 NAP +190

Opnieuw zijn de verwachtingen over het algemeen weer wat hoger dan bij de vorige verwachtingenreeks. Bij Delfzijl moet op grond van de verwachtingen serieus rekening gehouden worden met overschrijding van het alarmeringspeil. Voor Delfzijl wordt een hoogwaterstand van NAP +370 cm als RWS-eindverwachting gepubliceerd.

Rond 11 uur in de ochtend komen opnieuw verwachtingen beschikbaar:

Den Helder	29-10 0h30 NAP +140 cm
Harlingen	29-10 2h36 NAP +200 - 220 cm
Delfzijl	29-10 6h15 NAP +360 - 400 cm
Vlissingen	29-10 8h20 NAP +240
Roompot buiten	29-10 8h35 NAP +210
Hoek van Holland	29-10 9h05 NAP +180

De verwachtingen zijn ongeveer gelijk gebleven. De verwachtingen geven duidelijk aan dat er alleen bij Delfzijl sprake is van overschrijding van het waarschuwingsspeil en mogelijk zelfs van het alarmeringspeil. Op grond van deze verwachtingen besluit de dienstdoende teamleider dat het waarschuwingsbureau om 14h00 geopend zal worden. Voor Delfzijl wordt een hoogwaterstand van NAP +380 cm (=alarmeringspeil) als RWS-eindverwachting gepubliceerd.

Omdat er alleen bij Delfzijl sprake is van overschrijding van het waarschuwingsspeil of alarmeringspeil besluit de dienstdoende teamleider dat er een beperkte bezetting opgeroepen wordt. Om 14h00 wordt het waarschuwingsbureau geopend.

Omstreeks 15h30 wordt een alarmering gegeven voor de sector Delfzijl. Er wordt op 29 oktober om 4h30 bij het basisstation Delfzijl een hoogwaterstand verwacht van NAP +400 cm. Verwacht wordt dat ook het Emssperrwerk bij Emden (Duitsland) zal sluiten. Het opstuwende effect van die sluiting (ca. 15 cm) is in de verwachting van Delfzijl verwerkt. Gezien de ontwikkeling in de opeenvolgende verwachtingen is een waterstand boven het alarmeringspeil (NAP +380 cm) alleszins redelijk, daarbij komt de opslag voor het sluiten van het Emssperrwerk, zodat er in de verwachting een waterstand van NAP +400 gegeven wordt.

Tegen de avond komen er nieuwe verwachtingen binnen. Vooralsnog lijken de verwachtingen over de hele kust ongeveer 10 tot 20 cm lager uit te komen omdat er wat minder wind verwacht wordt dan bij de verwachtingen van 6 uur eerder.

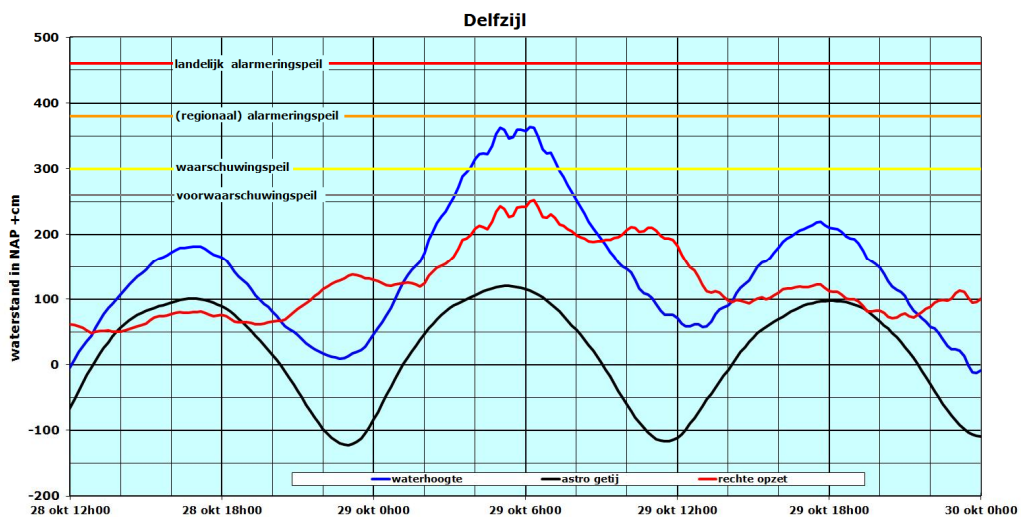
De volgende "stormvloedhoogwaters" zijn ongeveer 12 uur voor de verschillende hoogwaters uitgegeven:

Den Helder	29-10 0h30	NAP +138 cm
Harlingen	29-10 2h36	NAP +220 cm
Delfzijl	29-10 6h15	NAP +400 cm
Vlissingen	29-10 8h20	NAP +227 cm
Roompot buiten	29-10 8h35	NAP +205 cm
Hoek van Holland	29-10 9h05	NAP +180 cm
Rotterdam	29-10 10h06	NAP +184 cm
Dordrecht	29-10 10h45	NAP +157 cm

Zondag 29 oktober

Tegen middernacht komen opnieuw verwachtingen beschikbaar. Bij alle locaties komen de verwachtingen opnieuw gemiddeld 10 cm lager uit dan de vorige verwachtingen, omdat de meteorologische verwachtingen opnieuw uitgaan van wat minder wind.

Om 1h40 is het hoogwater bij Den Helder. Er wordt een hoogste waterstand gemeten van NAP +139 cm. Om 3h10 is het hoogwater bij Harlingen. Er wordt een hoogwaterstand gemeten van NAP +222 cm. Om 6h10 bereikt het water bij Delfzijl de hoogste stand met een waarde van NAP +363 cm.

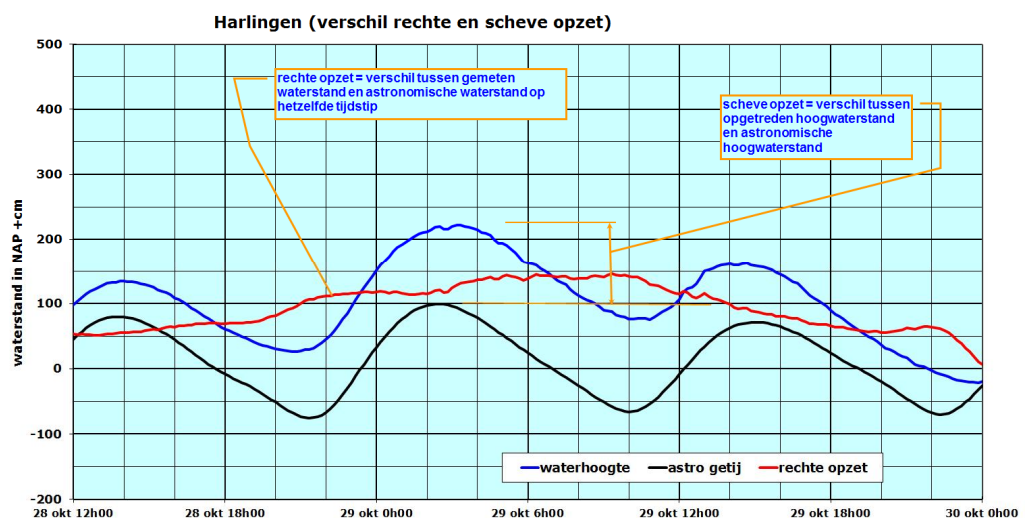


Figuur 7 waterstanden Delfzijl

De hoogwaterstanden in het zuiden en westen volgen in de ochtend. Deze waterstanden blijven, geheel volgens verwachting, ruim beneden de (voor)waarschuwingsspeilen.

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 getij-interactie, 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, aanzienlijke tijdsverschuivingen in hoog- of laagwater-tijdstippen kunnen 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 8 zijn beide begrippen in beeld gebracht.



Figuur 8 Verschil rechte en scheve opzet

Worden de opgetreden verhogingen (scheve 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 243 cm. De scheve opzet die bij Delfzijl is opgetreden komt gemiddeld iets meer dan 2 maal per 10 jaar voor. De hoogste scheve opzet die bij de overige locaties is opgetreden komt 20 tot 90 maal per 10 jaar (Vlissingen, Den Helder, Hoek van Holland 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 kustgebied van de Eems-Dollard dan in het kustgebied van de rest van het land. Deze stormvloed is geen bijzondere stormvloed geweest in de zin dat er recordstanden werden bereikt of benaderd. Wel bijzonder was dat alleen de wa-

terstand bij Delfzijl een hoge waarde bereikte, terwijl er bij de overige locaties geen bijzonder hoge waterstanden werden bereikt. Bij Delfzijl kon dit stormvloedhoogwater bijgeschreven worden in de top 50 van hoogste standen. Bij Delfzijl traden er sinds 1901 38 hoogwaters op die hoger waren dan het hoogste hoogwater van deze stormvloed.

De stormvloed trad op rond doodtij. Hierdoor waren de astronomische hoogwaterstanden vrij laag. Daardoor kwamen de hoogwaterstanden, ondanks de forse opzetten, niet zo hoog uit.

Alleen bij Delfzijl is het grenspeil overschreden.

Ten gevolge van de verwachte waterstanden heeft het WMCN-KUST eenmaal een alarmering gegeven.

De reden voor de afwijking van de verwachte waterstand bij Delfzijl en de uiteindelijk opgetreden waterstand is de volgende:

- Omstreeks 15h30 werd de alarmering voor Delfzijl gegeven. De meteorologische verwachtingen die beschikbaar kwamen in de nacht, de vroege ochtend en ochtend voorafgaande aan het geven van de alarmering lieten allemaal een verergering zien van de meteorologische situatie, die een steeds hogere verwachte waterstand bij Delfzijl tot gevolg hadden;
- De meteorologische verwachtingen, die beschikbaar kwamen na het tijdstip van het uitgeven van de alarmering voor Delfzijl, lieten echter een iets afnemende windkracht zien. Deze afnemende verwachte windkracht had tot gevolg dat de waterstandsverwachting voor Delfzijl uiteindelijk enkele dm's lager uit zou kunnen komen;
- De dienstdoende teamleider heeft besloten om de uitstaande alarmering niet in te trekken en om te zetten naar een waarschuwing. De reden hiervoor was dat de waterstandsverwachting voor Delfzijl tot het laatst toe in de buurt van het alarmeringspeil uitkwam;
- Een bijkomend feit was dat het Emssperrwerk op een zeer laat moment gesloten werd. Mogelijk is het hele effect van het sluiten van het Sperrwerk niet volledig op het hoogwater bij Delfzijl merkbaar geweest. Dit zou een verschil uitmaken van enkele cm's tot ten hoogste een dm's. Maar of dat in werkelijkheid ook zo geweest is, is zeer lastig te reconstrueren.

De conclusie mag getrokken worden dat met de beschikbare kennis op het moment van uitgeven van de alarmering de alarmering terecht gegeven is; Doordat er uiteindelijk minder wind optrad dan verwacht was, trad er bij Delfzijl ook een lagere waterstand op dan verwacht was. Inhoeverre het late tijdstip van het sluiten van het Emssperrwerk hier ook nog een bijdrage aan geleverd heeft, is lastig vast te stellen.

De nauwkeurigheid van de uitgegeven verwachtingen kan worden uitgedrukt in twee statistische kentallen: de standaardafwijking en de gemiddelde afwijking. Tijdens deze stormvloed zijn er te weinig stormvloedhoogwaters beschikbaar om betrouwbare statistische kentallen te bepalen.

De afwijking in de verwachting voor Delfzijl (37 cm) is ongeveer gelijk aan 2* de standaardafwijking uit onderstaande tabel. Voor de overige locaties lagen de afwijkingen aanzienlijk lager en vielen binnen de veeljarig bepaalde standaardafwijkingen.

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
Delfzijl	29 okt 5h15	alarmering	28 okt (15h30 - 16h00)

De alarmering voor Delfzijl is gegeven ruim voor de afgesproken 12 uur voor het tijdstip van astronomisch hoogwater bij Delfzijl.

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 het sluiten van de de Maeslant- en Hartelkering onder stormvloedomstandigheden te forceren, is gedurende dit stormseizoen eenmlig 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, of bij een verwachte waterstand bij Dordrecht die hoger is dan NAP +290 cm. Het normale sluitcriterium bij Rotterdam is een verwachte waterstand bij Rotterdam, hoger dan NAP +300 cm.

Tijdens het passeren van de stormvloed zijn er geen Nederlandse stormvloedkeringen gesloten geweest. De operationele teams van de Oosterscheldekering en de Maeslant- en Hartelkering en de kering bij Krimpen zijn niet opgeroepen.

Vanwege de stormvloed moesten de coupures bij Delfzijl gesloten worden.

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 9 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
Den Helder	29 okt	121	6h10	ong. 1 uur voor 1 ^e LW
Harlingen	29 okt	146	9h20	ong. 1 uur voor 1 ^e LW
Delfzijl	29 okt	252	6h20	ong. tijdens HW
Vlissingen	29 okt	110	9h30	ong. 1 uur na 1 ^e HW
Roompot buiten	29 okt	114	11h30	ong. 3 uur na 1 ^e HW
Hoek v Holland	29 okt	112	11h10	ong. 2 uur na 1 ^e HW
Dordrecht	29 okt	81	12h40	ong. 1 uur na 1 ^e HW

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 43 tot 14.000 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
29 okt 1 ^e HW	Den Helder	+139	2000			
29 okt 1 ^e HW	Harlingen	+222	600			
29 okt 1^e HW	Delfzijl	+363	43		*	
29 okt 1 ^e HW	Vlissingen	+225	14000			
29 okt 1 ^e HW	Roompot buiten	+211	3000			
29 okt 1 ^e HW	Hoek van Holland	+167	3000			
29 okt 1 ^e HW	Dordrecht	+143	3500			
29 okt 1 ^e HW	IJmuiden buitenhaven	+164	3000			

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

Aan het begin van de stormvloed stond er langs de hele kust een vrij hoge significante golfhoogte die varieerde van 2m (meetlocatie Scheur west wandelaar In Zeeland) tot 3,5 m (Schiermonnikoog noord). Rond middernacht van 28 op 29 oktober begon de golfhoogte met name in het noorden toe te nemen. Op 29 oktober omstreeks 8h40 werd bij de golfboei Schiermonnikoog noord de hoogste significante golfhoogte gemeten. Vanwege de ligging van het stormveld waren de verschillen in significante golfhoogte tussen het zuiden en het noorden zeer groot. In de Zeeuwse wateren bleef de significante golfhoogte beperkt tot ongeveer 3m. Ten noorden van de Wadden bedroeg de significante golfhoogte meer dan 7,5 m. In de loop van de ochtend van 29 oktober nam de golfhoogte langs de hele kust langzaam af. Rond middernacht van 29 op 30 oktober was de significante golfhoogte bij Schiermonnikoog noord afgenomen tot een waarde van ongeveer 4,5 m. Ook de golfperiodes liepen vanaf middernacht van 28 op 29 oktober vrij snel op. Aan het begin van de stormvloed stond er in Zeeland een golfperiode van ong. 6 sec. En ten noorden van de Wadden bedroeg de golfperiode ong. 8 sec. Op 29 oktober rond 8h40 werd bij de meetboei Schiermonnikoog noord de hoogste golfperiode van 12,3 sec. Ook in de rest van het kustgebied traden relatief hoge golfperiodes op. De golfboei Eierlandse Gat was tijdens de stormvloed vrijwel geheel buiten bedrijf.



Figuur 10 Golfmeetlocaties op de Noordzee

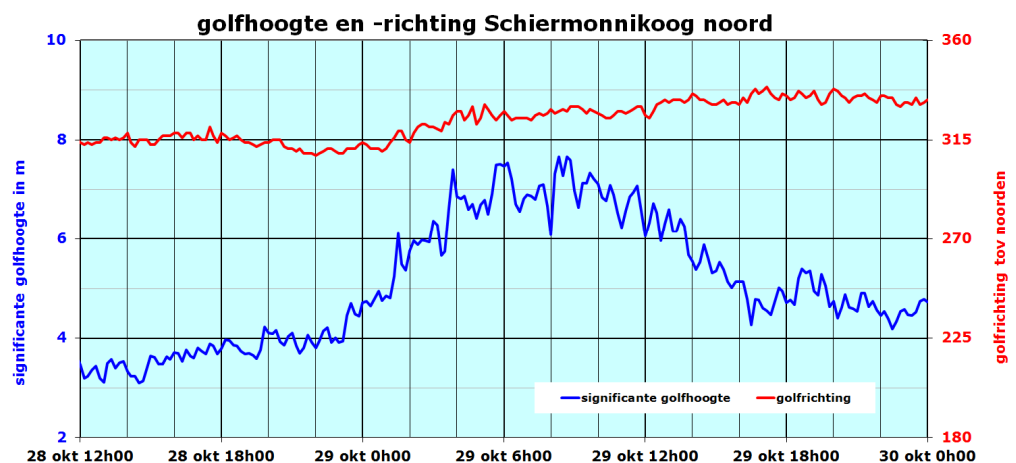
Voor een overzicht van de golfmeetlocaties langs de Nederlandse kust zie figuur 10. In figuur 11 is het verloop van de golfhoogte en -richting gegeven bij het meetstation Schiermonnikoog noord. In figuur 12 is het verloop van de golfperioden gegeven bij een aantal locaties. In bijlage 8 is een uitgebreider 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

In de loop van de avond van 28 oktober komt er na de passage van het koufront boven het noordelijke en oostelijke deel van de Noordzee een noord-noordwester storm tot zware storm te staan. Dit zijn de ideale omstandigheden om hoge golven met lange golfperioden te krijgen. Tegen de ochtend van 29 oktober is de wind over het hoogtepunt heen, en neemt langzaam af. Daardoor zien we ook dat de golfhoogten langzaam maar zeker ook weer minder worden.

Ten noorden van de Wadden treden zeer hoge golven op. Statistisch gezien zijn de gemeten golfhoogten bij Schiermonnikoog noord vrij bijzonder. Sinds 1979 zijn van verschillende meetlocaties betrouwbare golfwaarnemingen beschikbaar. De hoogste globaal gecorrigeerde significante golfhoogten bij Schiermonnikoog noord nemen de 3^e plaats in in de top 50 sinds 1979. Alleen tijdens de Allerheiligenvloed van 1-11-2006 en tijdens de stormvloed van 13 januari 2017 werden bij Schiermonnikoog noord hogere golven gemeten. Bij IJmuiden is de significante golfhoogte ook relatief hoog en neemt de 7^e plaats in in de top 50. In het zuidwestelijke kustgebied zijn de golfhoogten naar verhouding minder hoog. Geen van de hoogste significante golfhoogten krijgt daar een plaats in de top 50. In de nacht van 29 en 30 oktober 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 7,67 m. Na de globale correctie op basis van een gemiddelde van 3 opeenvolgende meetwaarden volgt een maximale significante golfhoogte van 7,54 m.

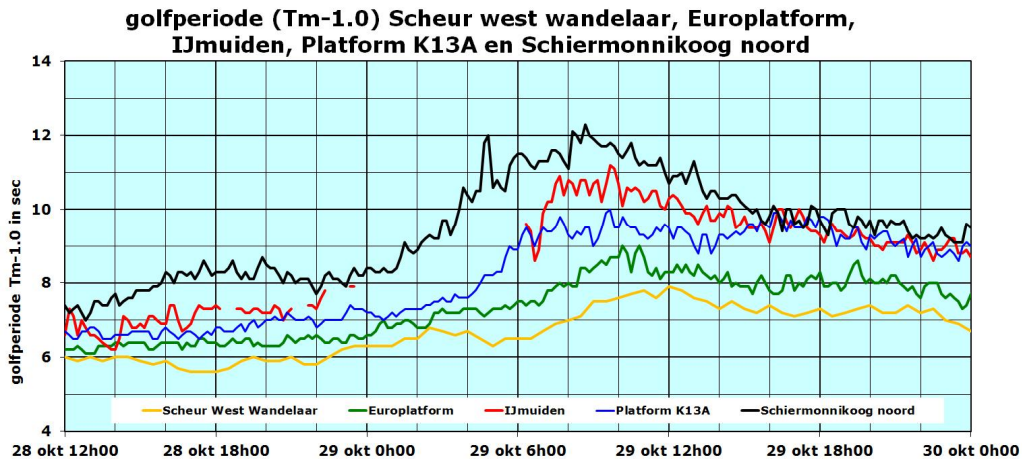


Figuur 11 Golfhoogte en -richting Schiermonnikoog noord

5.3 Golfperiode

Ten aanzien van de golfperioden vertonen de locaties langs de kust een vergelijkbaar beeld als bij de golfhoogten. Het enige verschil is dat de golfperiodes in het zuidelijke en westelijke kustgebied relatief hoger uitkomen dan het geval is bij de golfhoogtes. Rond middernacht van 28 op 29 oktober zien we evenals bij de golfhoogte in vrij korte tijd een flinke toename van de golfperioden bij de meeste locaties en met name bij Schiermonnikoog noord. De hoogste globaal gecorrigeerde golfperioden bij Scheur west wandelaar, Europlatform, IJmuiden en Schiermonnikoog noord nemen resp. de 46^e, 14^e, 9^e en 7^e plaats in in de top 50 van de grootste golfperioden sinds 1979. Al met al toch nog een hoge score voor zo'n kleinschalig windveld. Ook voor de golfperiodes geldt dat ze, nadat de wind langzaam af neemt, ook afnemen.

De golfperiode (T) is de tijdsduur (in seconden) tussen twee golftoppen. 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 12 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.

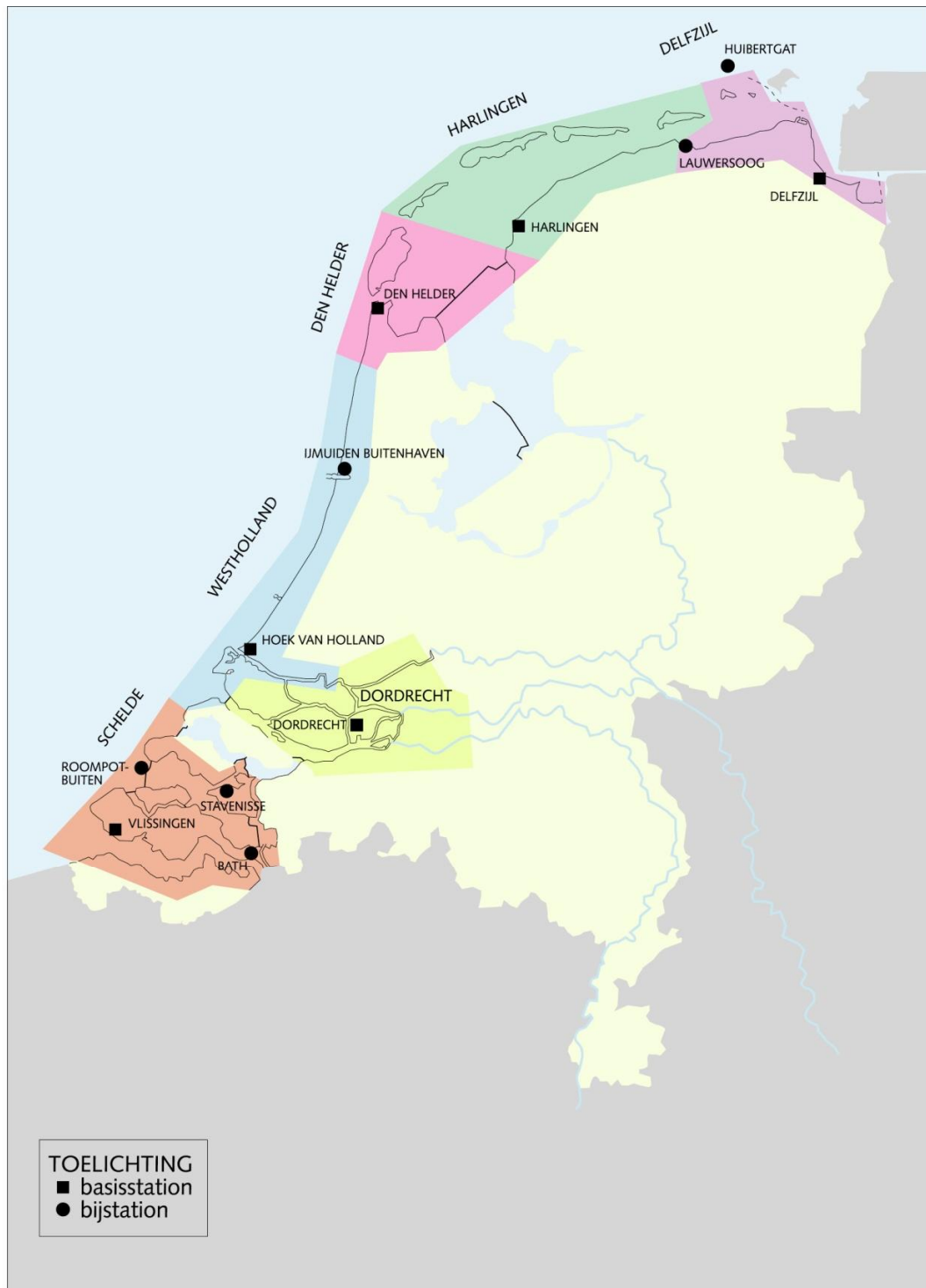
Lijst van bijlagen

- 1 Sectorindeling Stormvloeden Kust
- 2 Overzicht maatgevende standen
- 3 Depressiebaan en luchtdrukverdeling 29 oktober 1h00 (0h00 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 29 oktober 2017 6h00, gepubliceerd door het Norwegian Meteorological Institute;
- Figuur 9 Situatiekaart en overzichtsfoto Emssperrwerk, gepubliceerd door NLWKN (Niedersachsen Duitsland)

Bijlage 1 Sectorindeling Stormvloeden Kust en Benedenrivieren



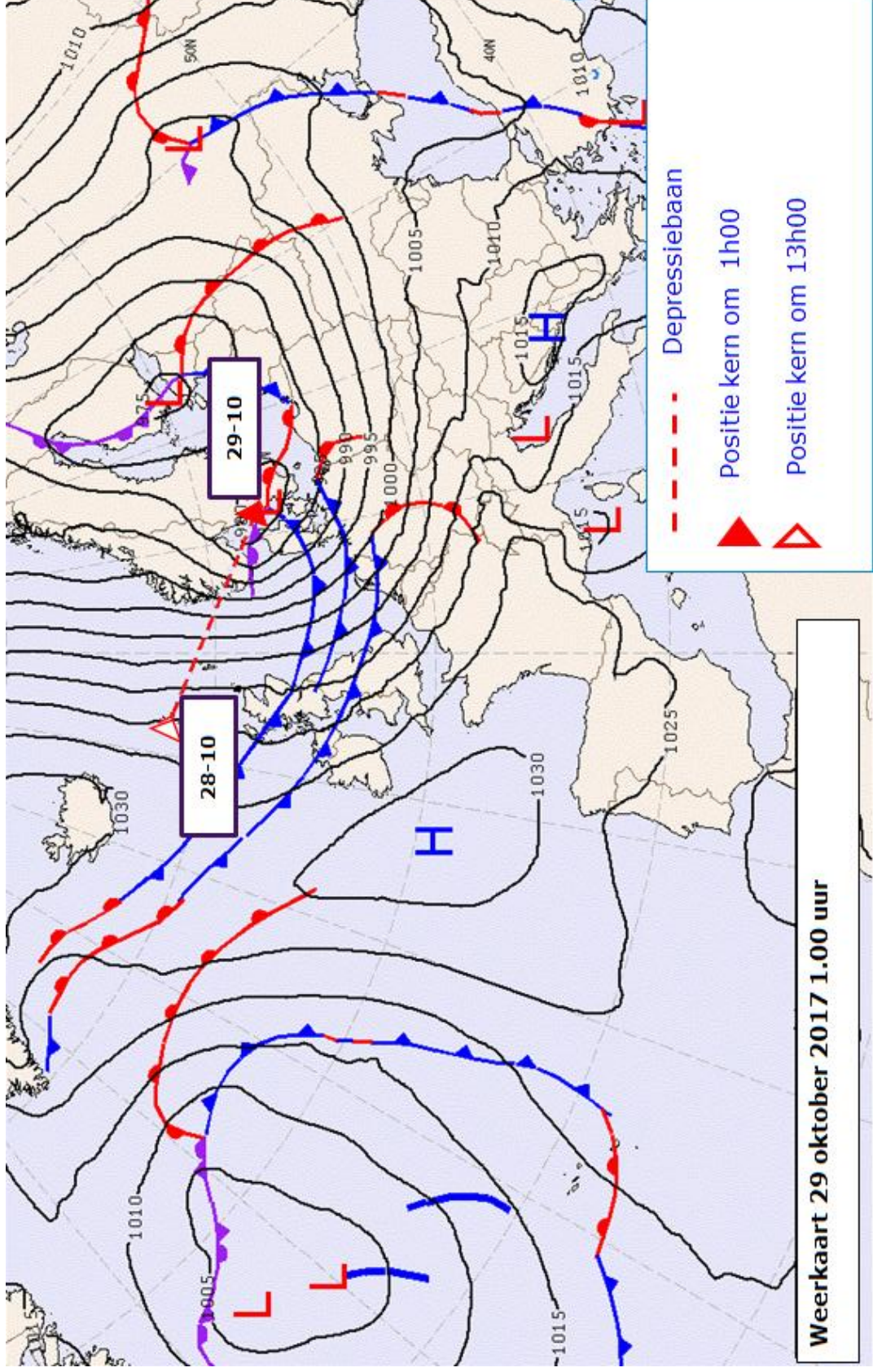
Bijlage 2 Overzicht maatgevende standen

Overzicht maatgevende standen in cm + NAP

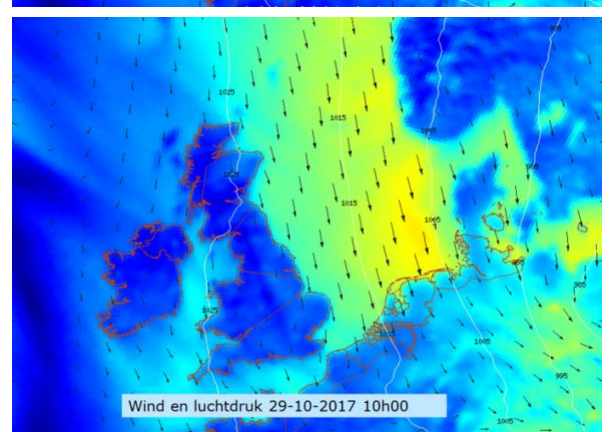
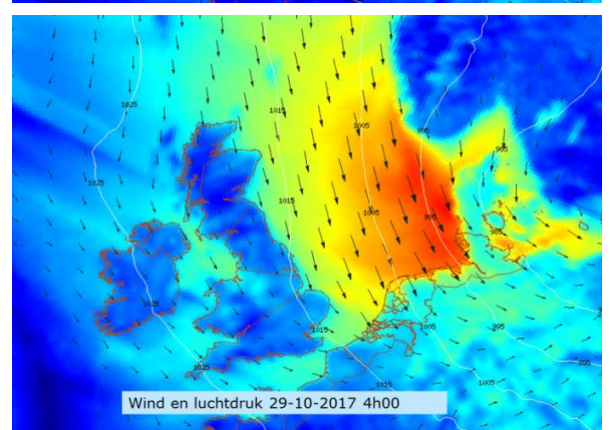
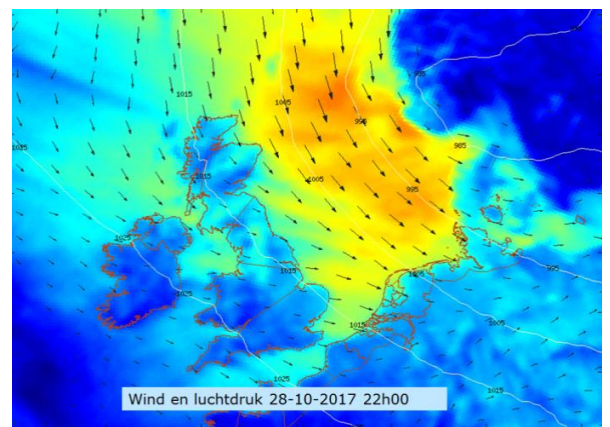
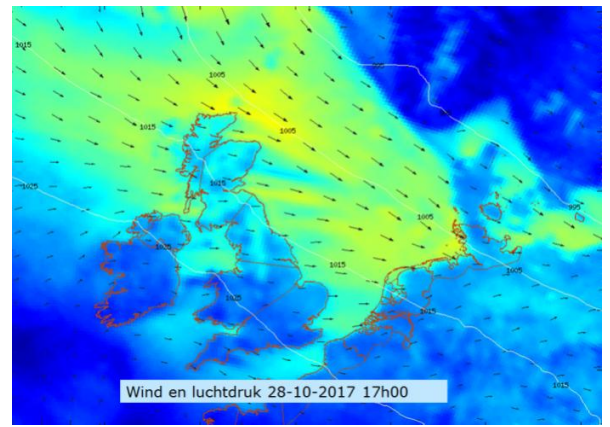
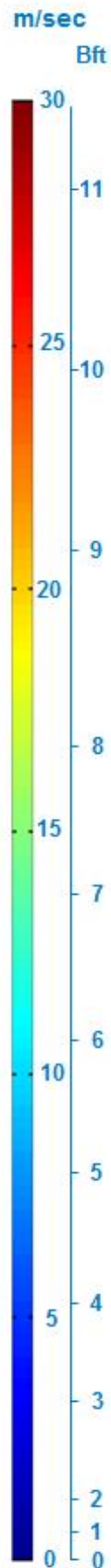
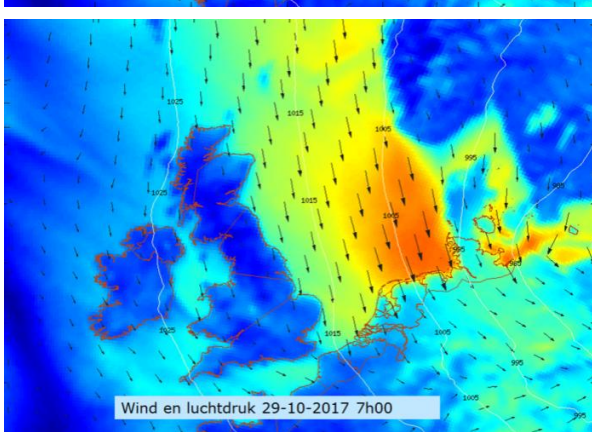
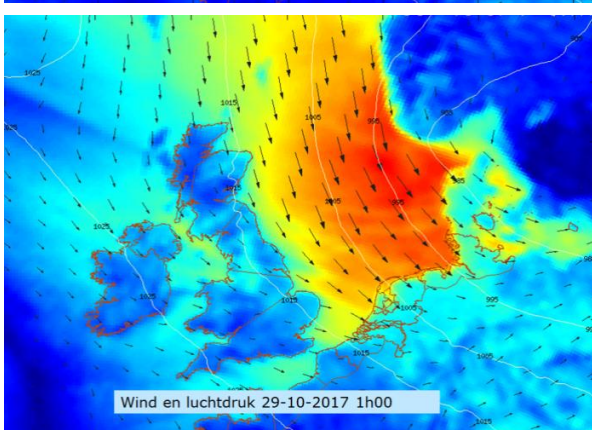
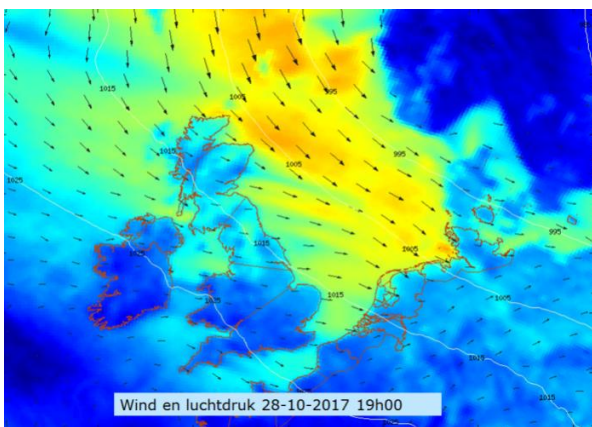
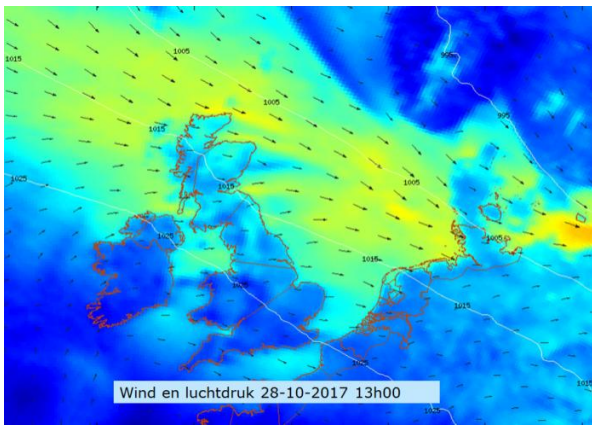
sector	Schelde	West Holland	Dordrecht	Den Helder	Harlingen	Delfzijl		Overschrijdingskans in gemiddeld aantal HW's per jaar
						Den Helder	Delfzijl	
basisstation	Vlissingen	Hoek van Holland	Dordrecht	Den Helder	Harlingen			
Benaming stormvloedcategorie / peil								
Informatiepeil	290	180	-	150	220	240	240	Ca. 6 - 17
Voorwaarschuwing speil	310	200	-	170	240	260	260	Ca. 3 - 7
Hoge vloed	305 á 350	210 á 260	170 á 215	165 á 230	225 á 305	265 á 355	265 á 355	5 á 0,5
Waarschuwing speil	330	220	-	190	270	300	300	Ca. 1 - 4
Grenspeil	350	260	215	230	305	355	355	0,5
Lage stormvloed	350 á 385	260 á 300	215 á 245	230 á 275	305 á 355	355 á 420	355 á 420	0,5 á 0,1
(Regionaal) Alarmeringspeil	370	280	250	260	330	380	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	420 á 505	10 ⁻¹ á 10 ⁻²
(Landelijk) Alarmeringspeil	410	365	275	345	390	475	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	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	580 á 640	10 ⁻³ á 10 ⁻⁴
MHW / Toetspeil	530	510	300	450	490	600	600	5*10 ⁻⁴ á 10 ⁻⁴
Extreme stormvloed	≥550	≥510	≥315	≥450	≥505	≥620	≥620	≤ 10 ⁻⁴
Hoogst bekende stand	455 1-1-feb-53	385 1-1-feb-53	250 28-jan-94	325 1-1-feb-53	369 3-jan-76	483 1-nov-06	483 1-nov-06	
Hoogste stand tijdens stormvloed van 29 oktober 2017	225	167	143	139	222	363	363	

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

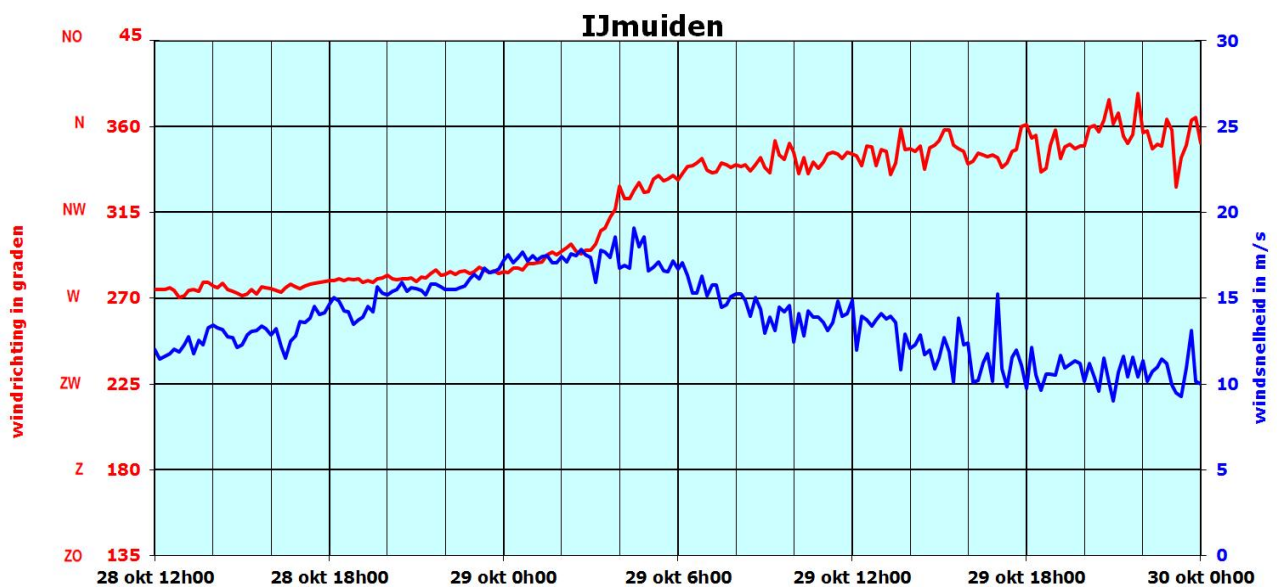
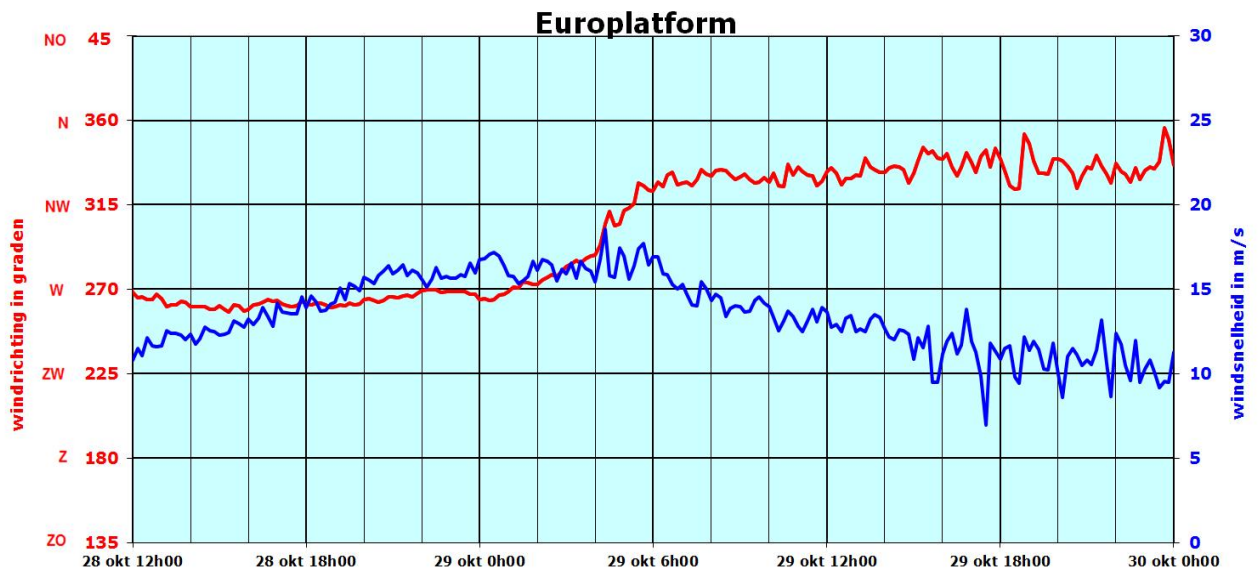
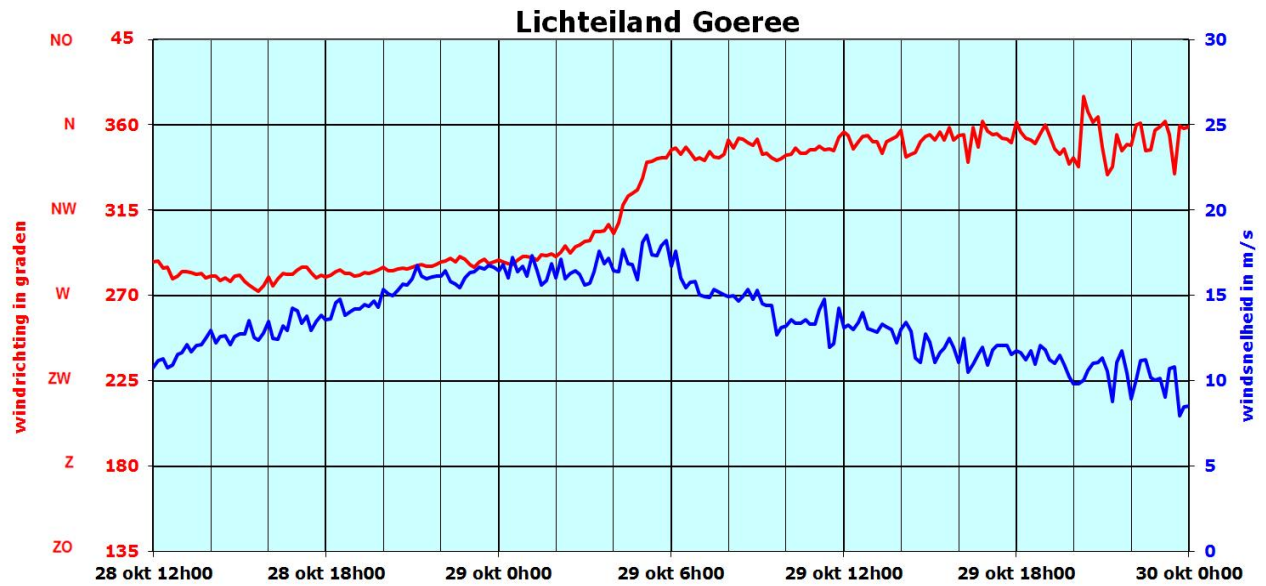
Bijlage 3 Luchtdrukverdeling 29 oktober 2017 1h00 (0h00 UTC)
met depressiebaan vanaf 28 oktober 13h00 t/m 29 oktober 1h00



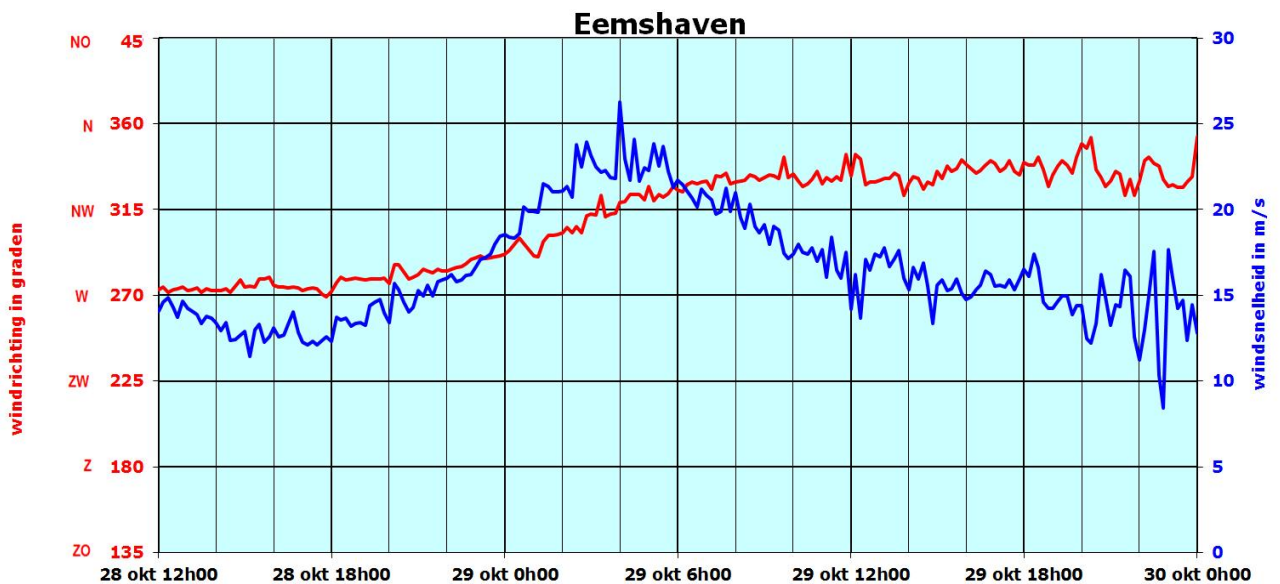
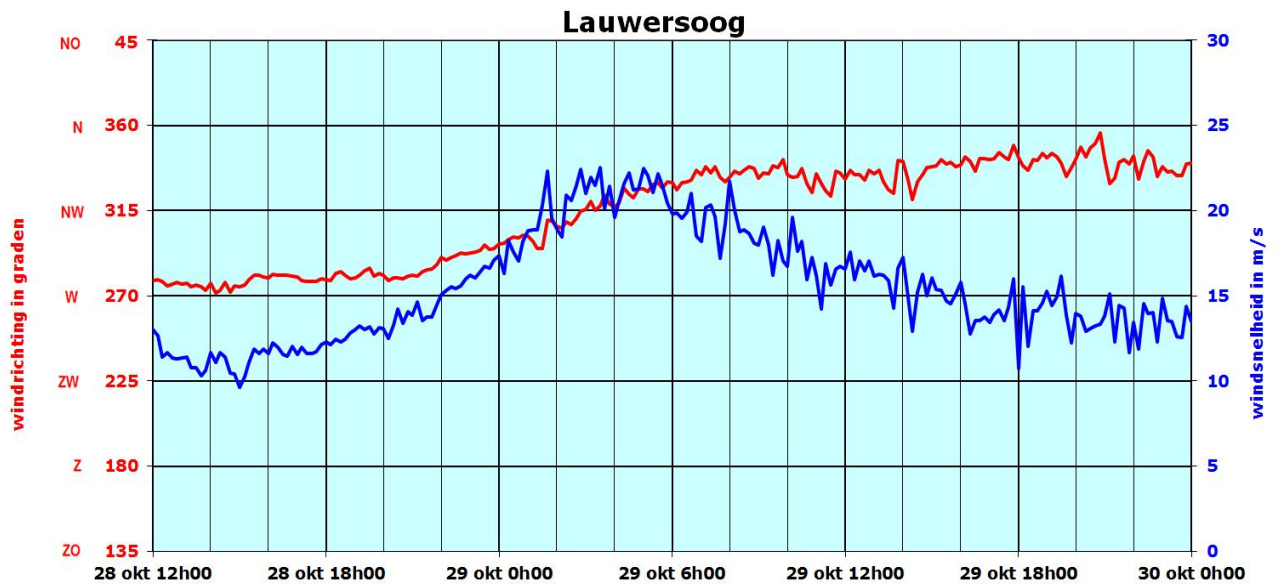
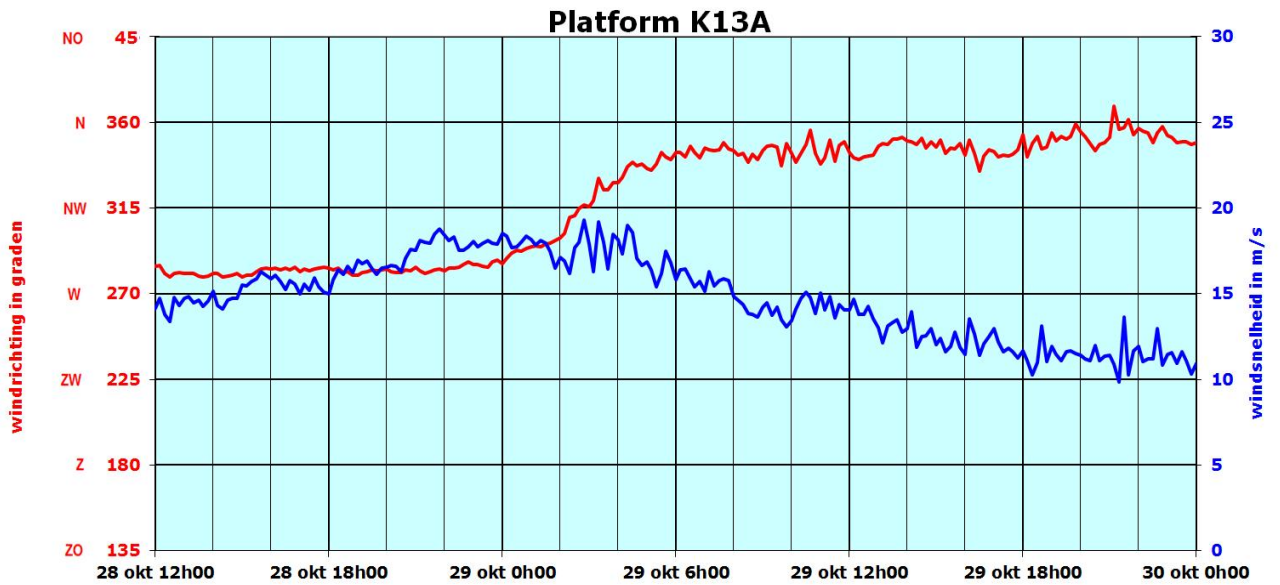
Bijlage 4 Windsnelheid, -richting en luchtdruk



Bijlage 5 opgetreden windgegevens



Vervolg bijlage 5 opgetreden windgegevens



Bijlage 6

Overzicht verwachte en opgetreden HW-standen

datum	station	astronomisch HW volgens getijtafel		door WMCN 12 uur voor HW verwachte HW-stand		opgetreden HW		vervroeging (-) of verlaten (+) van het HW minuten (5a-3a)	scheve opzet cm (5b-3b)	opgetreden HW-stand tov verwachte HW-stand cm (5b-4)	alarmpeil NAP +cm 9	verwachte HW-stand tov alarmpeil cm (4-9)	opgetreden HW-stand tov alarmpeil cm (5b-8)	waarschu- wingspeil NAP +cm 11	verwachte HW-stand tov waarschu- wingspeil cm (4-11)	opgetreden HW-stand tov waarschu- wingspeil cm (5b-11)
		tijd in MET	hoogte in NAP +cm	tijd in MET	hoogte in NAP +cm	tijd in MET	hoogte in NAP +cm									
1	2	3a	3b	4	5a	5b	6	7	8	10a	10b	12a	12b			
29 okt	Den Helder	0h30	61	138	1h40	139	+70	78	+1	-122	-121	-52	-51			
29 okt	Harlingen	3h45	96	220	3h10	222	-35	126	+2	-110	-108	-50	-48			
29 okt	Delfzijl ²⁾	5h15	120	400	6h10	363	+55	243	-37	+20	-17	+100	+63			
29 okt	Vlissingen	8h20	132	227	8h30	225	+10	93	-2	-33	-35	+37	+35			
29 okt	Roompot buiten ¹⁾	8h35	103	205	8h40	211	+5	108	+6	-125	-119	-65	-59			
29 okt	Hoek van Holland	9h05	79	180	10h10	167	+65	88	-13	-200	-213	-120	-133			
29 okt	Dordrecht	10h45	79	157	11h40	143	+55	64	-14	-93	-107	-	-			

363 Waterstand boven plaatselijk grenspeil

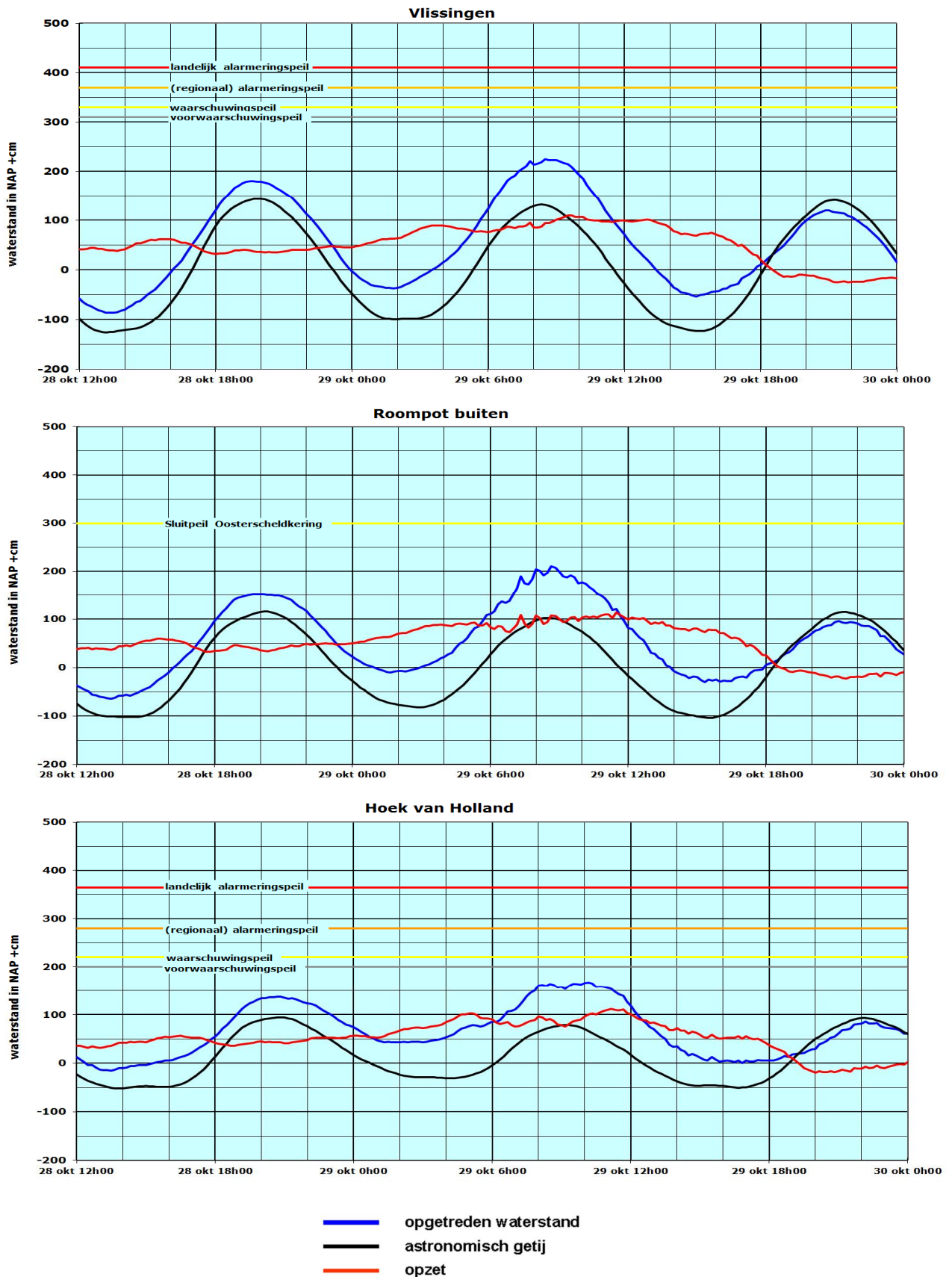
¹⁾ Waterstandsverwachting geldt voor open Oosterscheldekering

Alarmpeil Roompot buiten = Sluitpeil Oosterscheldekering

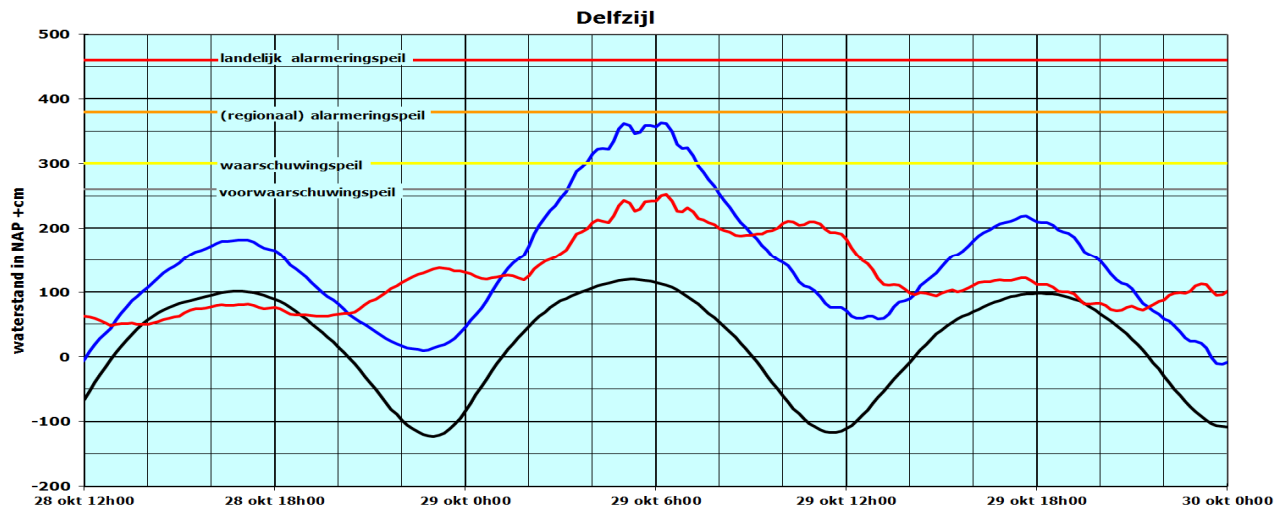
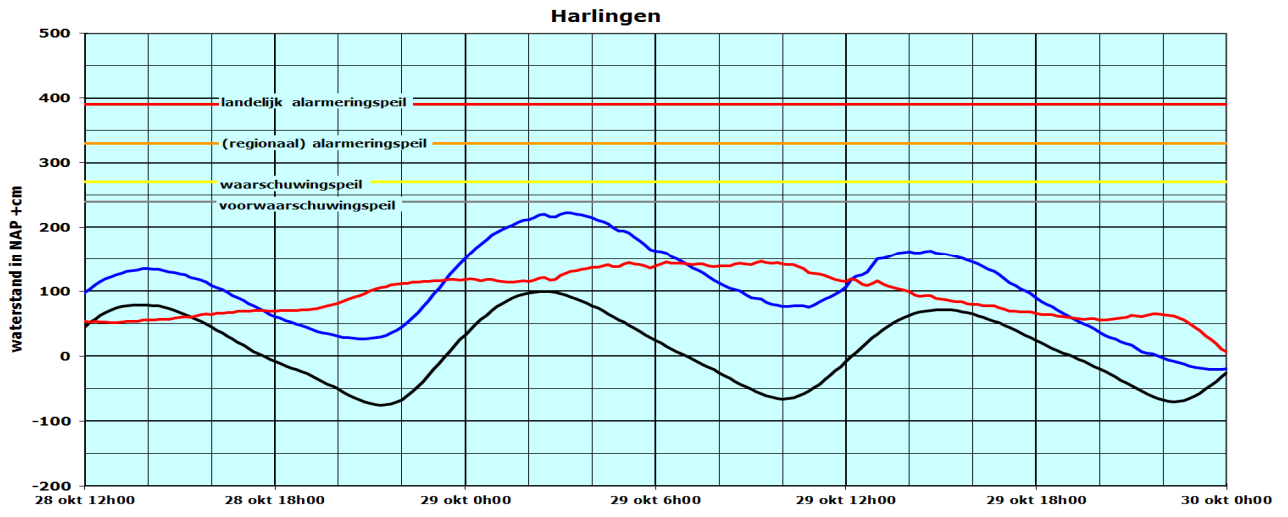
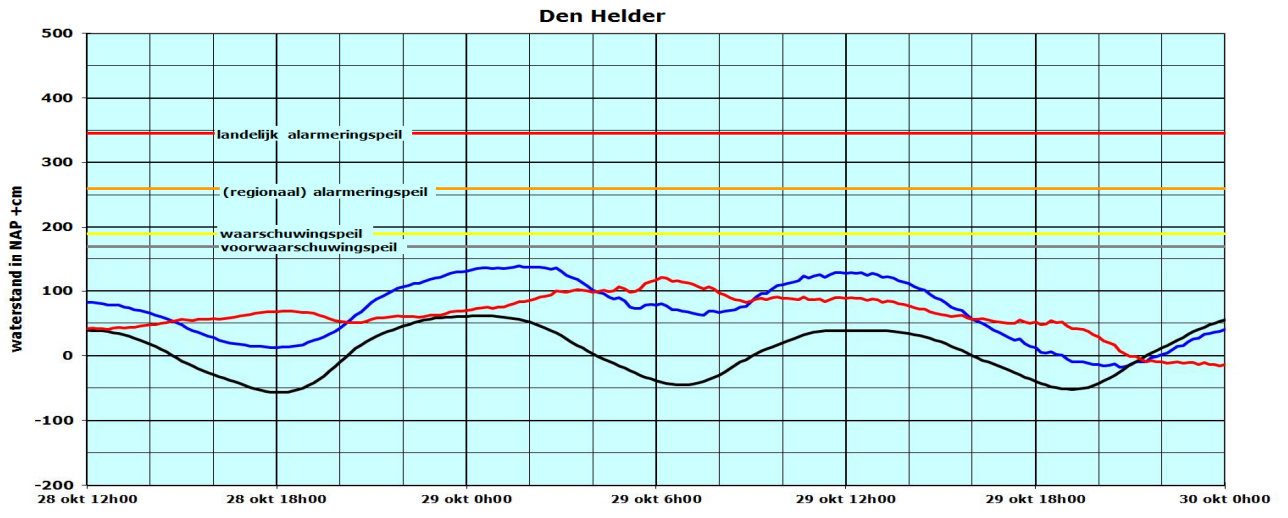
Waarschuingspeil Roompot buiten = Alarmfase Oosterscheldekering

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

Bijlage 7 Opgetreden en astronomische waterstanden en opzetten

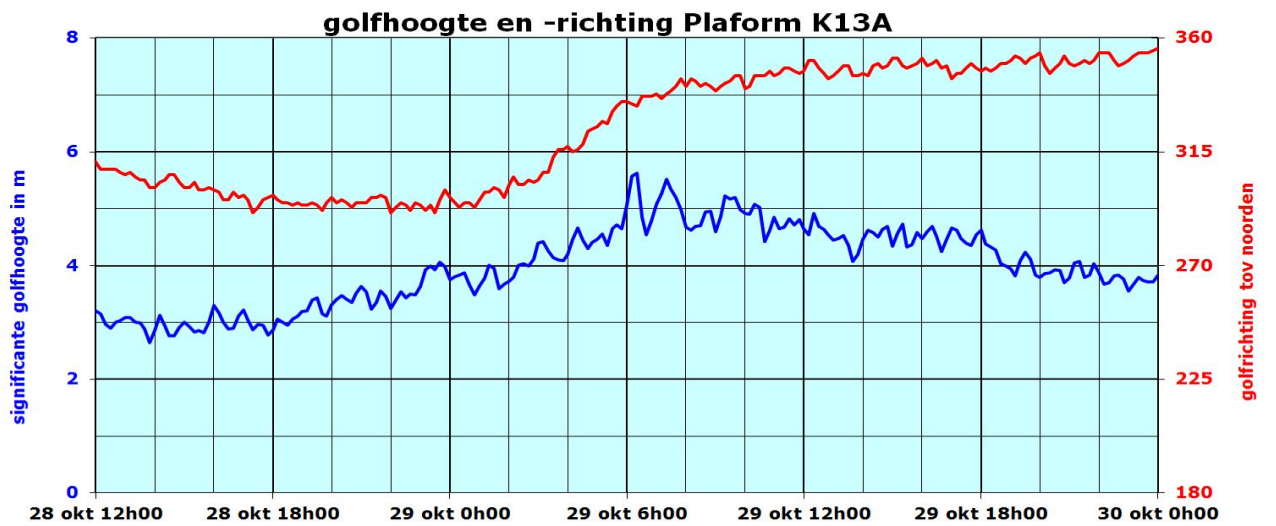
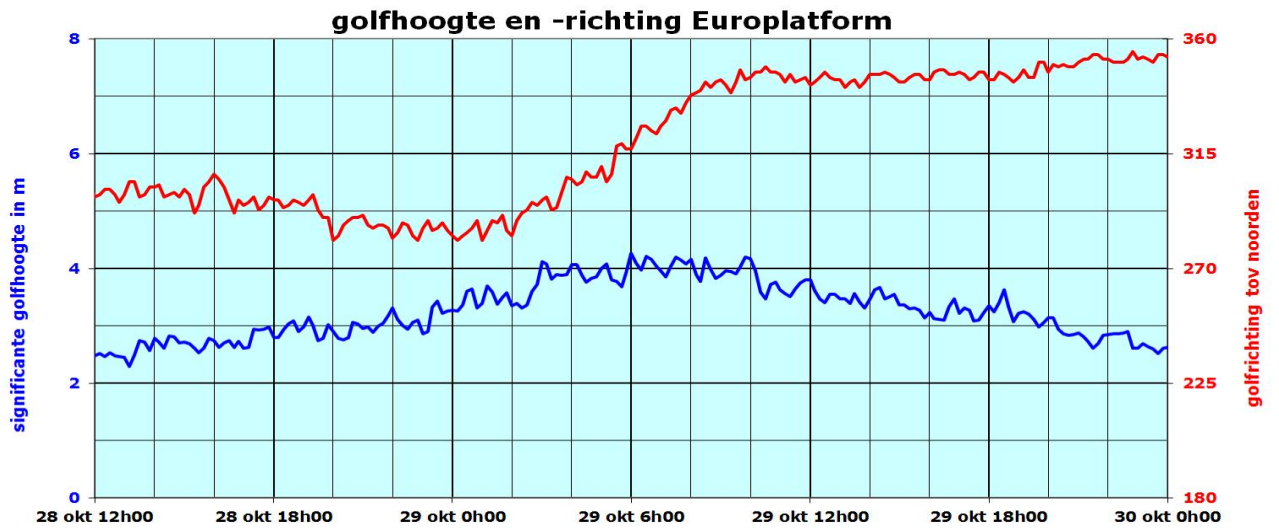


Vervolg bijlage 7 Opgetreden en astronomische waterstanden en opzetten



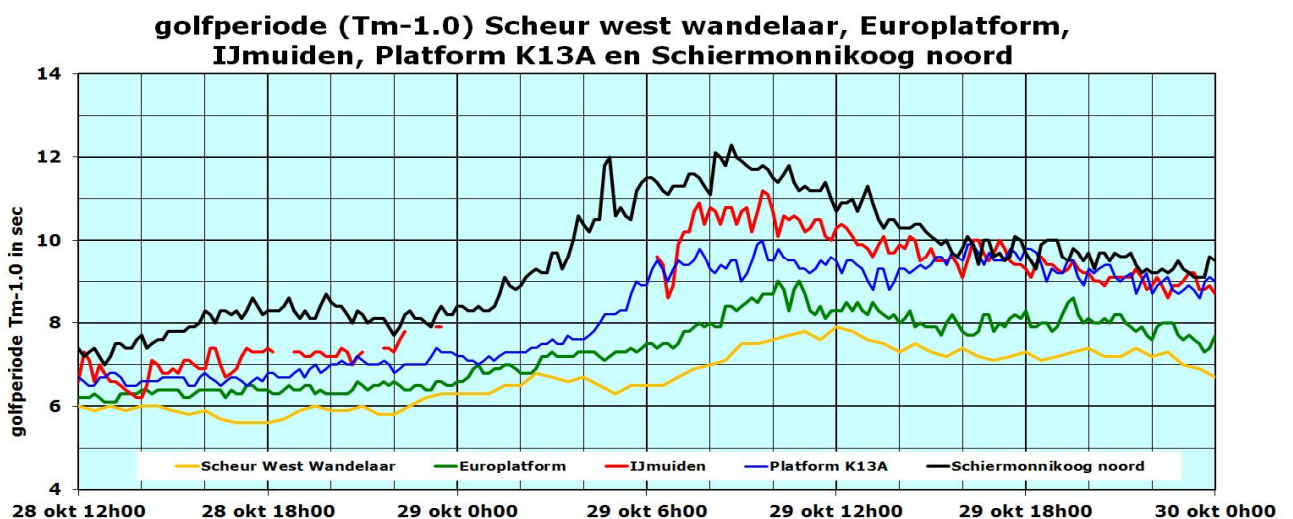
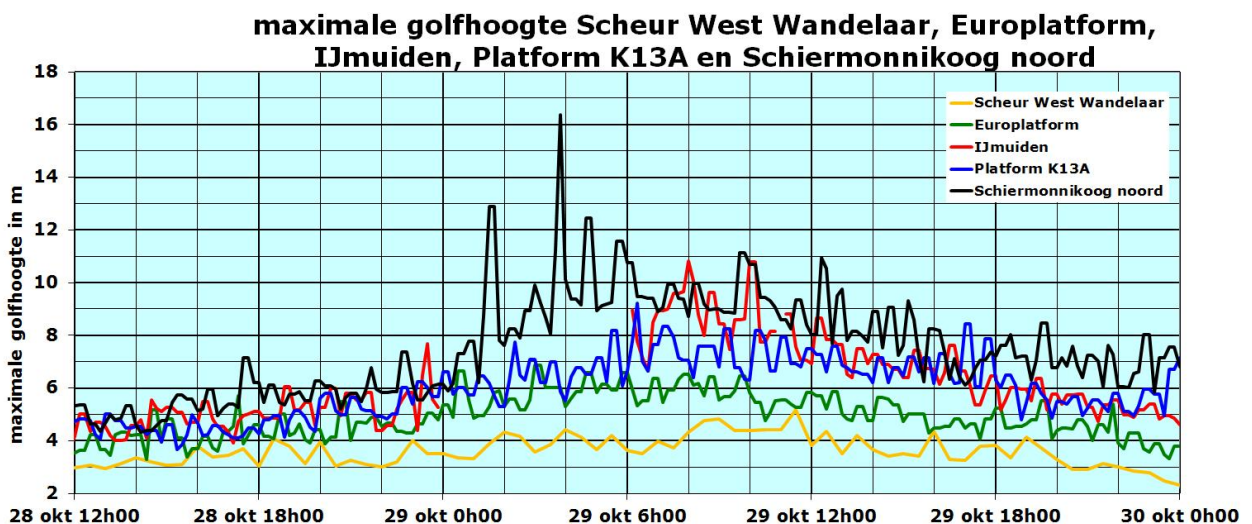
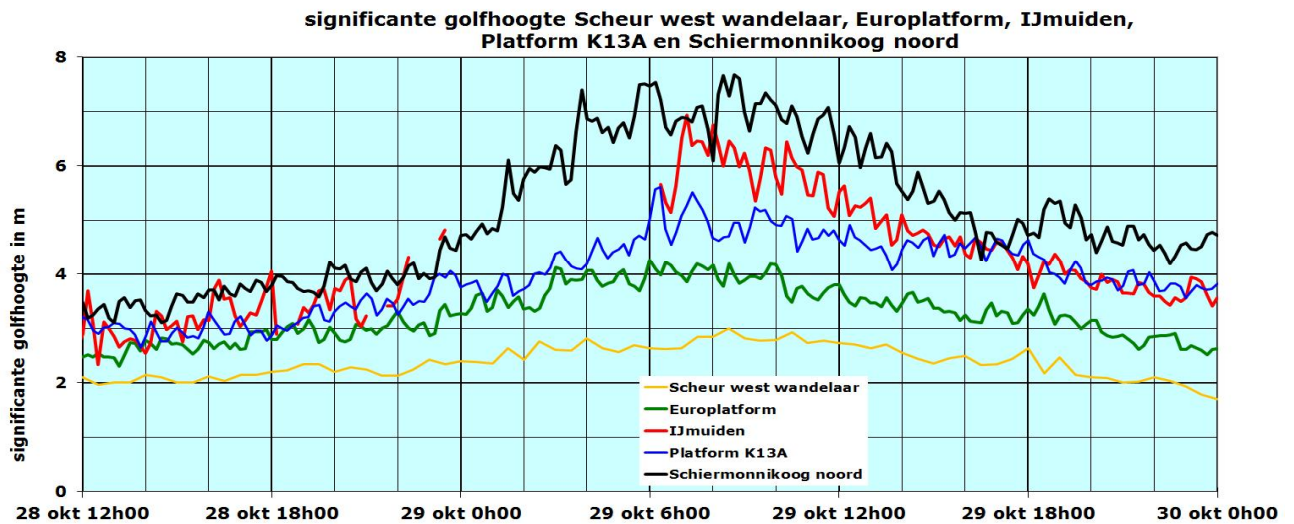
- opgetreden waterstand
- astronomisch getij
- opzet

Bijlage 8 Opgetreden golfhoogten, -richtingen en -perioden



— golfrichting
— significante golfhoogte

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	29-10-2017	363
40	21-01-1976	349	21-02-1993	254	12-12-1990	225	23-02-1967	299	05-02-1999	359
41	14-12-1973	349	02-02-1969	254	13-11-1973	224	13-01-2017	298	13-11-1973	357
42	13-11-1977	345	02-12-1917	254	21-11-1971	222	30-11-1966	298	16-11-1973	356
43	05-10-1967	344	29-10-1996	253	07-04-1943	222	16-12-1982	297	13-03-1994	354
44	16-10-1958	344	01-12-1936	253	05-12-1988	220	25-01-1993	296	02-11-1921	354
45	21-02-1993	343	23-11-1930	253	14-01-1986	220	14-02-1989	296	08-04-1943	353
46	22-11-1903	343	08-02-2004	252	16-12-1982	220	13-11-1973	296	07-01-1905	353
47	21-03-2008	342	22-12-1954	252	30-12-1977	220	13-03-1994	295	12-12-1990	351
48	25-11-2007	342	20-04-1980	251	23-02-1967	219	18-01-1983	295	10-10-1926	351
49	12-01-1959	342	26-02-1990	250	21-12-2003	218	19-01-1945	294	20-12-1993	350
50	23-11-1908	342	07-01-1905	250	03-01-1984	218	29-01-1938	294	23-01-1993	350

29-10-2017 225 29-10-2017 167 29-10-2017 139 29-10-2017 222

 Waterstand boven landelijk alarmeringspeil (code rood)
 Waterstand boven (regionaal) alarmeringspeil (code oranje)
 Waterstand boven waarschuwingspeil (code geel)
29-10-2017 363 waterstand opgetreden tijdens stormvloed van 29 oktober 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	29-10-2017	12,1
8	15-11-1993	8,8	14-11-1993	9,3	18-10-1991	11,1	18-10-1991	11,2	28-1-1994	12,0
9	21-2-1993	8,7	2-1-1995	9,2	29-10-2017	11,0	28-1-1994	11,1	5-2-1999	11,9
10	13-9-1998	8,5	14-1-2017	9,1	29-2-1988	10,8	10-1-1995	11,1	24-11-1981	11,6
11	29-2-1988	8,5	4-4-2000	9,0	6-11-1985	10,5	5-2-1999	10,8	11-1-2015	11,6
12	5-4-2000	8,4	25-1-1990	8,9	11-11-1985	10,4	17-4-1991	10,6	14-2-1989	11,5
13	14-1-2017	8,4	21-3-2007	8,9	17-4-1991	10,4	20-4-1980	10,6	6-11-1985	11,4
14	2-1-1995	8,3	29-10-2017	8,8	30-1-2000	10,4	20-11-1987	10,5	22-10-2014	11,4
15	12-4-1985	8,3	1-1-1985	8,8	2-11-1985	10,4	1-1-1985	10,2	19-11-1992	11,3
16	14-2-1989	8,3	17-4-1991	8,7	20-4-1980	10,3	28-12-2001	10,2	18-1-1983	11,1
17	10-12-1990	8,2	23-2-1988	8,7	28-1-1994	10,3	1-1-1981	10,1	3-11-1985	11,0
18	29-8-1996	8,2	19-1-1983	8,7	22-10-2014	10,3	15-11-1993	10,1	26-12-2001	10,9
19	8-10-1989	8,2	22-10-2014	8,7	26-12-2001	10,3	26-12-2001	10,1	3-12-1999	10,9
20	22-12-2001	8,2	3-3-1984	8,7	28-2-1993	10,2	16-9-1994	10,0	1-3-2008	10,8
21	28-4-1985	8,1	16-4-1992	8,7	19-2-1993	10,2	25-11-1981	10,0	30-10-1996	10,8
22	14-12-1993	8,1	17-2-1999	8,6	18-1-2007	10,1	18-1-2007	10,0	15-12-2000	10,6
23	20-1-1998	8,1	8-11-2001	8,6	28-4-1985	10,1	2-10-1991	10,0	25-1-1993	10,5
24	20-3-2007	8,1	14-12-1993	8,6	5-2-1999	10,1	25-1-1993	9,9	27-12-1991	10,5
25	21-11-1987	8,1	10-12-1983	8,6	15-11-1993	10,1	23-11-2001	9,9	22-11-2001	10,5
26	26-3-1983	8,0	28-1-1990	8,5	21-11-1987	10,1	15-12-2000	9,9	18-12-1979	10,5
27	13-9-1996	8,0	8-10-1998	8,5	27-3-1995	10,0	16-1-1981	9,9	17-2-1999	10,5
28	14-1-1984	8,0	28-2-1993	8,5	20-3-2007	9,9	20-2-2007	9,8	3-12-1980	10,4
29	12-10-1998	8,0	27-10-2002	8,5	21-3-2008	9,8	1-2-1983	9,8	2-2-1983	10,3
30	24-1-1986	8,0	28-4-1985	8,5	16-9-1994	9,8	29-2-1988	9,7	12-1-2007	10,3
31	27-2-1990	8,0	18-10-1991	8,4	20-1-1998	9,8	14-1-1984	9,7	28-2-1993	10,3
32	2-11-1986	8,0	21-3-2008	8,4	19-1-1983	9,8	19-12-1986	9,6	20-12-1993	10,3
33	23-2-1988	7,9	20-12-2001	8,4	1-1-1981	9,8	16-4-1992	9,6	21-12-1991	10,2
34	26-1-1995	7,9	16-10-1987	8,4	17-2-1999	9,7	3-11-1985	9,6	8-1-1984	10,2
35	5-2-1999	7,9	6-11-1985	8,4	4-4-2000	9,7	10-9-2001	9,6	24-12-1988	10,2
36	7-1-1985	7,9	26-12-2001	8,4	15-1-1984	9,7	28-2-1993	9,6	29-1-2002	10,2
37	28-11-1980	7,9	28-1-1994	8,3	4-3-2000	9,7	5-1-1998	9,5	5-11-1981	10,2
38	22-10-2014	7,8	16-11-1995	8,3	29-10-1996	9,7	27-2-1990	9,5	23-1-1993	10,2
39	2-3-1990	7,8	13-9-1996	8,3	28-10-2002	9,7	3-12-1999	9,5	15-12-1980	10,1
40	25-10-1998	7,8	14-11-2001	8,3	5-1-1998	9,6	9-12-1993	9,5	16-12-1982	10,1
41	25-1-1990	7,8	24-1-1986	8,3	15-1-1986	9,6	20-9-1990	9,5	29-10-1988	10,1
42	7-12-1988	7,8	1-2-1986	8,3	25-1-1990	9,6	23-2-2002	9,4	17-1-1984	10,1
43	27-10-2002	7,8	5-2-1999	8,3	3-12-1980	9,6	28-11-1980	9,4	28-12-2001	10,0
44	1-2-1986	7,8	16-9-1994	8,3	6-11-1999	9,5	18-11-1980	9,4	21-11-1981	10,0
45	20-10-1986	7,8	6-1-1985	8,3	16-10-1987	9,5	12-9-1996	9,4	27-12-1998	10,0
46	29-10-2017	7,8	1-4-1994	8,3	1-3-1998	9,5	9-1-1991	9,4	6-11-1996	10,0
47	21-2-2002	7,8	6-11-1999	8,3	16-4-1992	9,5	4-4-2000	9,4	28-10-2002	10,0
48	15-2-1990	7,8	13-9-1998	8,3	16-12-2000	9,5	14-2-1989	9,3	21-11-1987	10,0
49	12-4-1983	7,8	29-8-1996	8,3	21-8-1980	9,4	6-1-1985	9,3	17-2-1996	10,0
50	12-2-1990	7,8	17-3-1995	8,2	23-11-2001	9,4	4-3-2000	9,3	15-3-1992	9,9

29-10-2017 7,8 29-10-2017 8,8 29-10-2017 11,0 29-10-2017 12,1

N.B. Meetgegevens bij de meetlocatie Eierlandse gat ontbreken tijdens de stormvloed

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

29-10-2017 2,9 29-10-2017 4,1 29-10-2017 6,6 29-10-2017 7,5

N.B. Meetgegevens bij de meetlocatie Eierlandse gat ontbreken tijdens de stormvloed

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

