

VERSLAG VAN DE STORMVLOED VAN 28 JANUARI 1994 (SR71)



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ

VERSLAG VAN DE STORMVLOED VAN 28 JANUARI 1994 (SR71)

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat,
Rijksinstituut voor Kust en Zee
Stormvloedwaarschuwingsdienst
Postbus 20907,
2500EX 's-Gravenhage

's-Gravenhage, maart 1994

Inhoud

	Samenvatting	5
	Inleiding	6
1	De weersituatie tijdens de stormvloed	7
2	Waterstanden tijdens de stormvloed	9
3	Analyse van de waterstanden en adviezen	14
4	Classificatie van de stormvloed	17
5	Afslag langs de Nederlandse kust	18
	Lijst van bijlagen	20

Samenvatting

Een actieve stormdepressie veroorzaakte in het gehele kustgebied aanzienlijke verhogingen van de waterstanden, zodat daar vrij hoge waterstanden gemeten werden. Tijdens het passeren van de stormvloed werd de Stormvloedkering in de Oosterschelde éénmaal en Stormvloedkering in de Hollandse IJssel tweemaal gesloten.

Het waarschuwingsbureau van de SVSD is bemand geweest van 28 januari 00h00 tot 29 januari 01h00.

Gemiddeld genomen was de duinafslag over de gehele kust groot. De grootste afslag deed zich voor aan de kust van Zuid-Holland.

De Hoofdingenieur-Directeur,

ir P.H.A. Hoogweg

Inleiding

Na de stormvloed van 19 en 20 december 1993 is het waarschuwingsbureau tijdens de kerstdagen in verhoogde staat van paraatheid gebracht in verband met de extreem hoge waterstanden op de grote rivieren. Het samenvallen van het passeren van de afvoertop en een sterk verhoogde waterstand bij Hoek van Holland ten gevolge van opwaaiing zou in het Benedenrivierengebied voor veel wateroverlast hebben kunnen zorgen. Dit zou voor de SVSD aanleiding hebben kunnen zijn om een alarmering voor de sector Dordrecht te geven. Aangezien er uiteindelijk nauwelijks sprake was van enige verhoging vanuit zee, behoeften geen waarschuwingen of alarmeringen gegeven te worden.

De SVSD behoefde pas weer echt in actie te komen voor de in dit verslag beschreven middelbare stormvloed van 28 januari.

De stormvloed van 28 januari was, gezien in het licht van de opgetreden waterstanden, vrij uitzonderlijk. De hoogste stormvloedstanden, die bij Dordrecht, Delfzijl en Vlissingen zijn opgetreden, komen gemiddeld 5 tot 7 maal per 100 jaar voor.

De schade aan de duinenkust was gemiddeld genomen groot. Aan de Zuid-Hollandse kust deed zich de grootste afslag voor.

In het navolgende verslag van de stormvloed wordt eerst een overzicht gegeven van de weersituatie met vermelding van windsnelheden en windrichtingen. Vervolgens wordt verslag gedaan van de uitgegeven verwachtingen en waarschuwingen en de opgetreden waterstanden en verhogingen als gevolg van de storm. Tenslotte wordt een globaal overzicht gegeven van de duinafslag die is opgetreden.

De gegevens uit dit rapport zijn voor het merendeel afkomstig uit de logboeken van de SVSD en het KNMI. Voor een deel zijn zij ook verkregen uit de schaderapporten van de kustbeheerders.

1 De weersituatie tijdens de stormvloed

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 van het KNMI.

Gedurende de stormvloed is door de stormvloedwaarschuwingsdienst (SVSD) nauw samengewerkt met de dependance van het KNMI in Hoek van Holland, dat onderdeel vormt van het Hydro Meteocentrum Rijnmond (HMR). Het KNMI is in de samenwerking verantwoordelijk voor het inwinnen en verwerken van de benodigde meteorologische gegevens en de juiste toepassing van methodieken, die nodig zijn voor het berekenen van de te verwachten waterstandsverhogingen.

In dit stormvloedverslag zijn de waargenomen windsnelheid en windrichtingen te Hoek van Holland, IJmuiden, en K13a platform opgenomen. Deze zijn weergegeven in figuur 1 en op bijlage 1A en 1B.

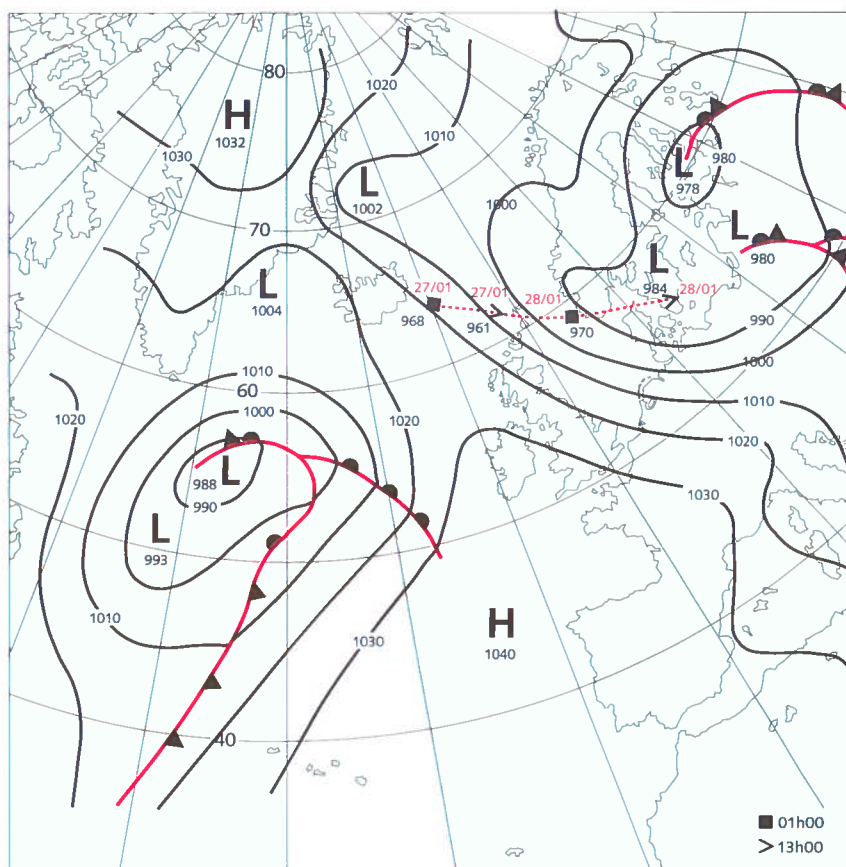


Figuur 1 Windverloop van Hoek van Holland.

In de weerkaart van het Noord Atlantische gebied is de gemeten luchtdrukverdeling getekend van 28 januari 1994 voor het tijdstip 13h00 MET. Hiervoor wordt verwezen naar figuur 2 en de bijlage 2.

Chronologisch overzicht van de weersgesteldheid (samengesteld door het KNMI)

Op donderdag 27 januari 1994 verplaatst een actieve depressie, ten oosten van IJsland, met een kerndruk van 968 hPa, zich in de richting van Zuid-Noorwegen. Donderdagavond bereikt deze depressie het zeegebied tussen Schotland en Noorwegen; de kerndruk is inmiddels uitgediept tot 963 hPa. De depressie trekt vandaar langzaam opvullend naar Zuid-Zweden. Het stormveld, met windkrachten van 9 á 10 Bft ten westen van dit centrum, breidt zich in de loop van vrijdag 28 januari geleidelijk uit over de Noordzee, waarbij er, vrijwel gedurende de hele dag, over de hele Noordzee een noordwesterstorm staat. Het maximum van de storm bevindt zich in de vroege ochtend boven de Wadden. In de loop van de dag neemt de wind vanaf de Engelse oostkust tot Helgoland geleidelijk in kracht af. Tegen middernacht is langs de gehele kust de windkracht inmiddels afgenomen tot 6 á 7 Bft.



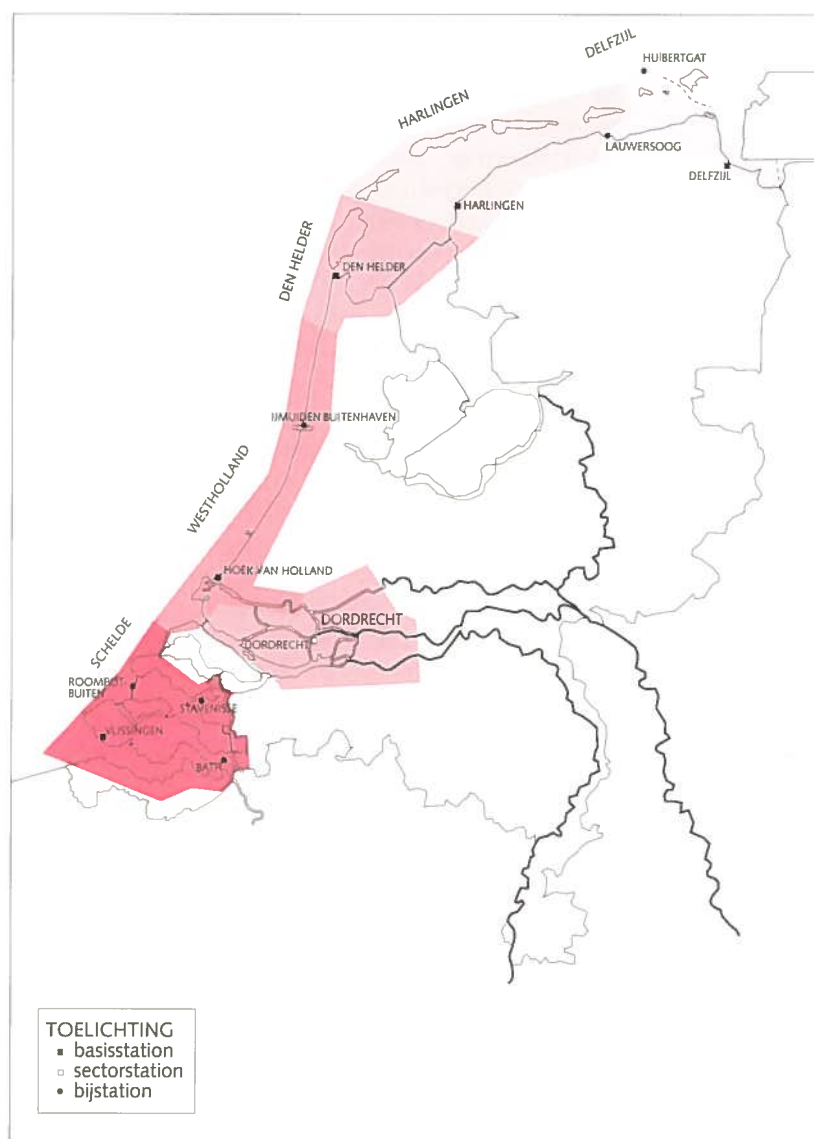
Figuur 2 Depressiebaan en luchtdrukverdeling van 28 januari 13h00.

2 Waterstanden tijdens de stormvloed

In dit hoofdstuk wordt een chronologisch verslag gegeven van de uitgegeven waarschuwingen en de opgetreden waterstanden tijdens de stormvloed. De informatie die hiervoor benodigd was is afkomstig uit de logboeken van de SVSD.

De Stormvloedwaarschuwingsdienst is naast een aantal algemene zaken verantwoordelijk voor het bepalen van de te verwachten (hoog)waterstanden, het waarschuwen van de dijk- en keringbeheerders, het geven van dijkbewakingsadviezen aan die beheerders, het verstrekken van informatie en na een stormvloed vastleggen van de opgetreden verschijnselen in een stormvloedrapport. Tijdens de zitting is voor wat betreft uitgegeven verwachtingen voor de sector Schelde nauw samengewerkt met het Hydro Meteo Centrum Zeeland, van Rijkswaterstaat directie Zeeland te Middelburg.

De kust is verdeeld in sectoren, deze zijn weergegeven in figuur 3, met daarin per sector het Basisstation (tevens bijlage 3). Voor een algemene beschrijving van de taken van de SVSD wordt verwezen naar de SVSD brochure (februari 1990).



Figuur 3 Sectorindeling SVSD.

Chronologisch verslag van de stormvloed

In de loop van donderdag 27 januari is er regelmatig contact tussen de getijmeteorologen van het HMR en de getijhydroloog van de SVSD over de actieve depressie, die vanaf vrijdagmorgen 28 januari zijn invloed zal doen gelden op de waterstanden. Op grond van de verwachtingen voor de ochtendhoogwaters in het noordelijke kustgebied besluit de getijhydroloog van de SVSD het waarschuwbureau te openen om 0h00 op 28 januari. Aanvankelijk zijn de verwachtingen voor het zuidelijke en westelijke kustgebied van dien aard dat rond middernacht volstaan wordt met het geven van een voorwaarschuwing voor de sector West Holland. Bij Hoek van Holland wordt rond 3h10 een hoogwaterstand verwacht van NAP +205 cm. Bij Vlissingen wordt rond 2h20 een hoogwaterstand van NAP +300 cm verwacht, op grond waarvan besloten wordt geen voorwaarschuwing te geven.

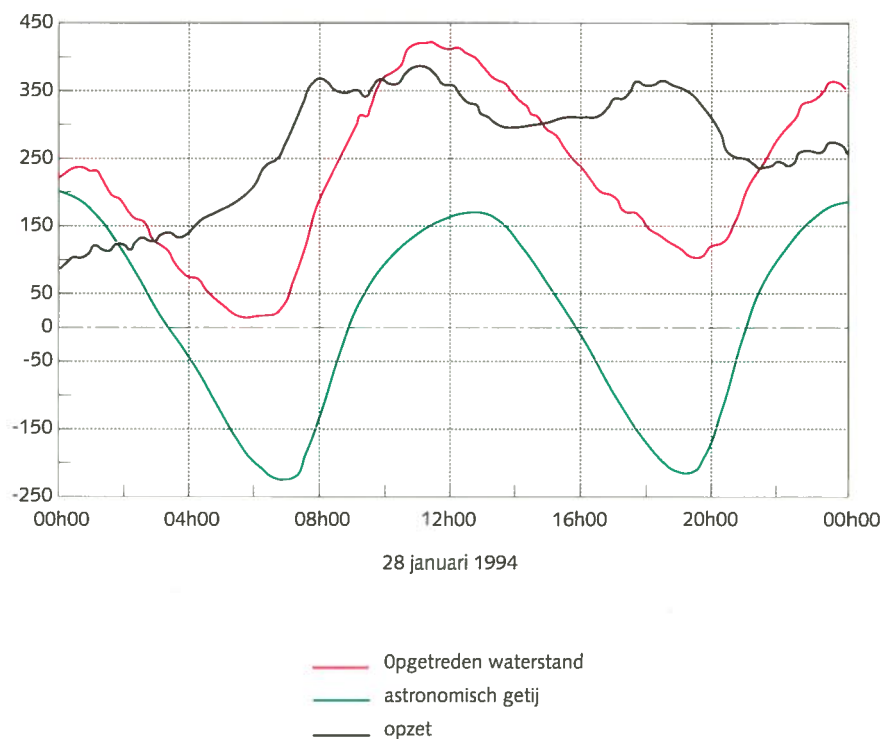
Het weer ontwikkelt zich in korte tijd zo onverwacht ongunstig, dat de hoogwaterstanden bij Vlissingen en Hoek van Holland aanmerkelijk hoger uitkomen dan was verwacht. Om 2h20 treedt bij Vlissingen het hoogwater op met een stand van NAP +323 cm. Bij Hoek van Holland wordt zelfs het waarschuwspeil overschreden en treedt er om 3h10 een hoogwaterstand op van NAP +230 cm. Op grond van de waterstand bij Hoek van Holland besluit de beheerder van de Stormvloedkering in de Hollandse IJssel de kering om 3h10 te sluiten; om 7h15 is de waterstand bij Krimpen weer zodanig gezakt dat de kering wordt geopend.

Rond 3h00 wordt er een waarschuwing gegeven voor de sector Den Helder. Bij Den Helder wordt om 8h30 een hoogwaterstand verwacht van NAP +200 cm. Rond 4h30 wordt er voor de sector Harlingen een waarschuwing gegeven. Om 10h00 wordt er bij Harlingen een hoogwaterstand verwacht van NAP +295 cm. Omstreeks 6h00 wordt de verwachting voor Den Helder enigszins bijgesteld naar boven, maar de bijstelling is geen aanleiding om een herziene waarschuwing uit te geven voor de sector. In contacten met sommige dijkbeheerders van de sector wordt medegedeeld dat de waterstand bij Den Helder enkele decimeters hoger kan uitkomen dan de oorspronkelijke verwachting. Rond 7h00 wordt er een waarschuwing gegeven voor de sector Delfzijl. Bij Delfzijl wordt om 12h00 een hoogwaterstand verwacht van NAP +350 cm.

Rond 8h00 blijkt dat de verhoging van de waterstanden zich nog ongunstiger zal gaan ontwikkelen. Er wordt dan ook besloten om voor de sector Harlingen opnieuw een waarschuwing uit te geven. De verwachte hoogwaterstand bedraagt NAP +330 cm. Om 8h20 treedt bij Den Helder de hoogste waterstand op (NAP +242 cm), waarmee het grenspeil ruimschoots is overschreden. Rond 9h30 besluit de getijhydroloog de waarschuwing voor de sector Delfzijl om te zetten in een alarmering. De dijkbeheerders in de sector Delfzijl wordt geadviseerd dijkbewaking in te stellen. Bij Delfzijl wordt om 12h00 een hoogwaterstand verwacht van NAP +410 cm. De laatste keer dat er voor de sector Delfzijl een alarmering is gegeven, was tijdens de Crocusstormvloedperiode (26 feb ... 2 mrt 1990).

Om 9h50 treedt de hoogwaterstand bij Harlingen op met een stand van NAP +344 cm, waarmee zelfs het alarmpeil is overschreden. Sinds de afsluiting van de Zuiderzee in 1932 werd bij Harlingen 7 maal eerder een hogere stand gemeten. Rond 10h30 besluit de getijhydroloog om voor de sector Schelde een alarmering te geven en de dijkbeheerders te adviseren dijkbewaking in te stellen. Bij Vlissingen wordt om 14h30 een hoogwaterstand verwacht van NAP +380 / +390 cm. Aan de buitenzijde van de Stormvloedkering in de Oosterschelde (Roompot buiten) wordt, in geval van een open kering, rond 14h30 een hoogwaterstand verwacht

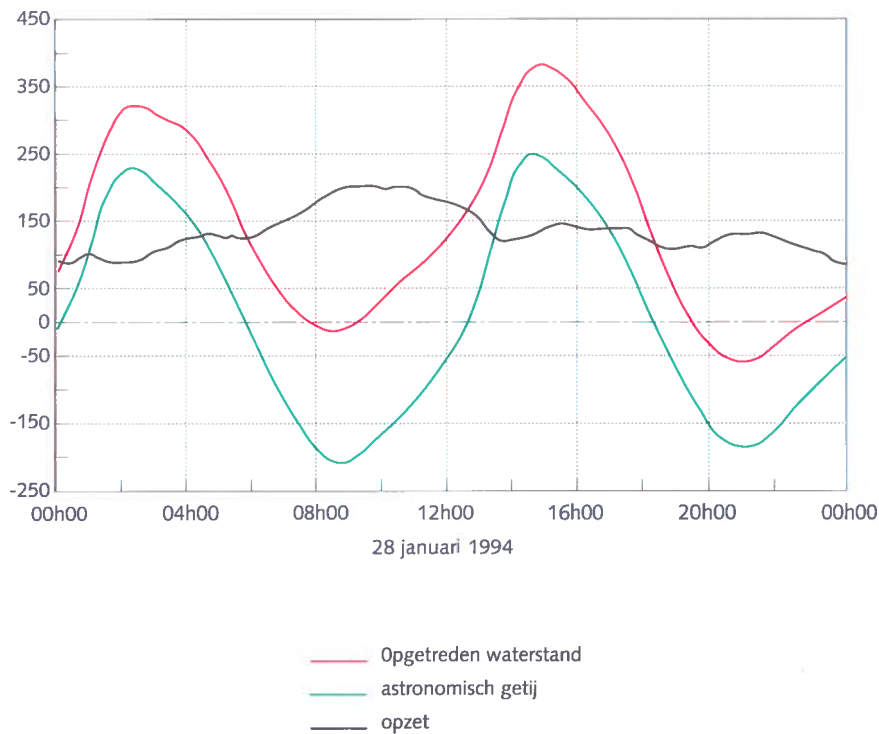
van NAP +345 cm. De beheerder van de kering besluit daarop de kering om 10h40 te sluiten. Aansluitend wordt rond 11h00 voor de sector West Holland en daaraan gekoppeld de sector Dordrecht een alarmering gegeven en de dijkbeheerders geadviseerd dijkbewaking in te stellen. Bij Hoek van Holland wordt om 15h00 een hoogwaterstand verwacht van NAP +290 cm. Bij Dordrecht wordt om 18h30 een hoogwaterstand verwacht van NAP +255 cm.



Figuur 4 Waterstandsverloop van Delfzijl.

Om 11h20 treedt de hoogwaterstand bij Delfzijl op; er wordt een stand bereikt van NAP +425 cm (zie figuur 4 en bijlage 6C). Sinds 1 januari 1901 is slechts 6 maal eerder een hogere waterstand bij Delfzijl gemeten. Bij de middelbare stormvloed van 4 januari 1976 was de waterstand bij Delfzijl slechts 10 cm hoger. Naar aanleiding van de hoge waterstanden in het Benedenrivierengebied besluit de beheerder van de Stormvloedkering in de Hollandse IJssel de kering om 14h10 te sluiten. Om 14h50 treedt bij Vlissingen de hoogste waterstand op; de stand bedraagt NAP +387 cm (zie figuur 5 en bijlage 6A). Sinds 1 januari 1901 is slechts 3 maal eerder een hogere waterstand opgetreden. Sinds de stormramp van 1953 is alleen tijdens de middelbare stormvloed van 3 en 4 januari 1976 een hogere waterstand gemeten.

Aan de buitenzijde van de Stormvloedkering in de Oosterschelde treedt om 14h50 het hoogwater op; er wordt een stand van NAP +346 cm gemeten. Om 15h20 wordt bij Hoek van Holland de hoogste waterstand gemeten: NAP +288 cm (zie figuur 6 en bijlage 6B). Sinds 1 januari 1901 is er bij Hoek van Holland 7 maal eerder een hogere waterstand gemeten. Sinds de stormramp van 1953 is bij Hoek van Holland alleen tijdens de stormvloeden van 23 december 1954 en 4 januari 1976 een hogere waterstand gemeten.



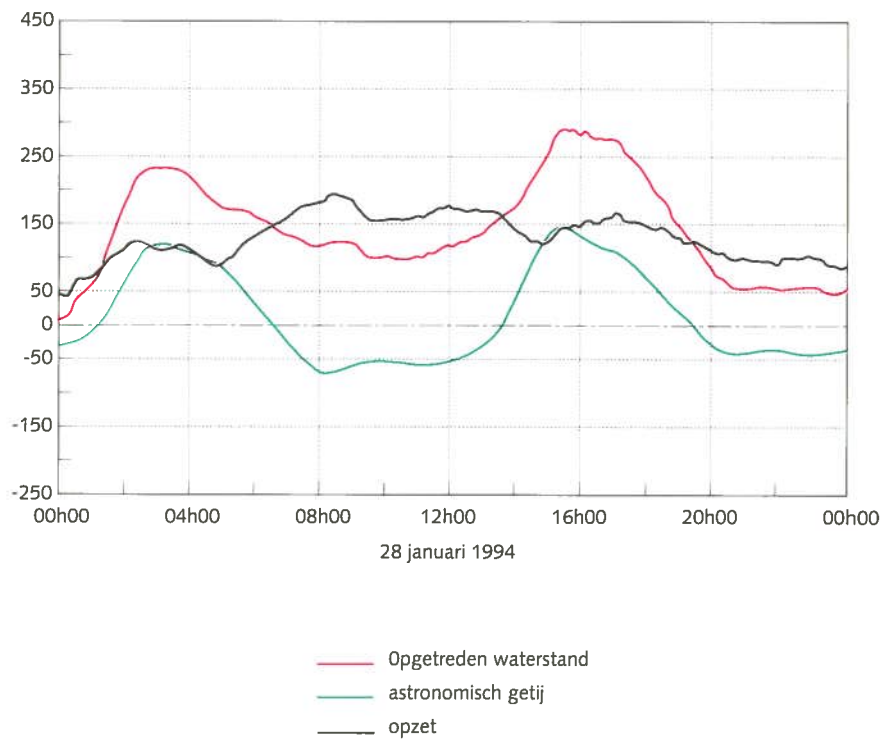
Figuur 5 Waterstandsverloop van Vlissingen.

De verwachting is dat voor de noordelijke sectoren er in de opzetontwikkeling een afnemende tendens zal zitten, maar dat de waarschuwingspeilen nog wel enigszins overschreden zullen worden. Rond 15h20 wordt daarom voor de sector Den Helder een waarschuwing gegeven; bij Den Helder wordt omstreeks 21h00 een hoogwaterstand verwacht van NAP +200 cm. Om 16h30 wordt voor de sector Harlingen een waarschuwing gegeven; bij Harlingen wordt rond 22h00 een hoogwaterstand verwacht van NAP +270 cm. Om 18h17 is de waterstand aan de buitenzijde van de Stormvloedkering in de Oosterschelde zo ver gezakt dat gestart wordt met het openen van de kering. Om 18h20 treedt bij Dordrecht de hoogste waterstand op. Sinds de in gebruik name van de Haringvlietsluizen, in 1970, is bij Dordrecht niet eerder een hogere waterstand opgetreden. Om 18h50 treedt bij Den Helder het hoogwater op. Er wordt een veel hogere stand gemeten (NAP +234 cm) dan was verwacht.

Zoals gebleken is bij het hoogwater van Den Helder valt de verwachte afname van het windeffect op de waterstanden in de noordelijke sectoren erg tegen. Rond 19h40 wordt daarom de verwachting voor Harlingen bijgesteld en wordt opnieuw een waarschuwing gegeven voor die sector. Bij Harlingen wordt om 21h45 een hoogwaterstand verwacht van NAP +310 cm. Om 19h45 wordt een waarschuwing gegeven voor de sector Delfzijl; bij Delfzijl wordt rond 0h50 op de 29e januari een hoogwaterstand verwacht van NAP + 360 cm.

Om 20h10 is de waterstand bij Krimpen zodanig gezakt dat de stormvloedkering weer geopend kan worden. Aangezien de verwachtingen voor de nachthoogwaters in het zuidelijke en westelijke kustgebied ruimschoots beneden de waarschuwingspeilen uitkomen en de verwachte afname van het windeffect zich bij Vlissingen en Hoek van Holland inmiddels voordoet, wordt besloten om voor die sectoren geen (voor)waarschuwingen te geven. Om 20h40 treedt bij Harlingen een hoogwaterstand van NAP +303 cm. Om 23h40 treedt bij Delfzijl het

hoogwater op; er wordt een stand gemeten van NAP +366 cm. Nadat ook de verwachtingen voor ochtendhoogwaters in de noordelijke sectoren geen aanleiding meer geven voor het geven van waarschuwingen of alarmeringen wordt om 1h00 op de 29e januari de bureaubezetting opgeheven.



Figuur 6 Waterstandsverloop van Hoek van Holland.

3 Analyse van de waterstanden en adviezen

Worden de opgetreden verhogingen en waterstanden aan een nadere analyse onderworpen dan blijkt dat in de sectoren Delfzijl en Schelde en Dordrecht de hoogste waterstanden zijn opgetreden. De scheve opzetten waren het grootst bij Delfzijl en Harlingen (zie bijlage 4 kolom 5b en kolom 6, scheve opzetten). De waterstandsverhogingen worden hierbij beschouwd als het verschil tussen de opgetreden hoogwaterstand en de astronomische voorspelde hoogwaterstand. Omdat er, vooral tijdens stormvloeden, tijdsverschuivingen in hoog- of laagwatertijdstippen optreden, spreekt men dan van "scheve opzet".

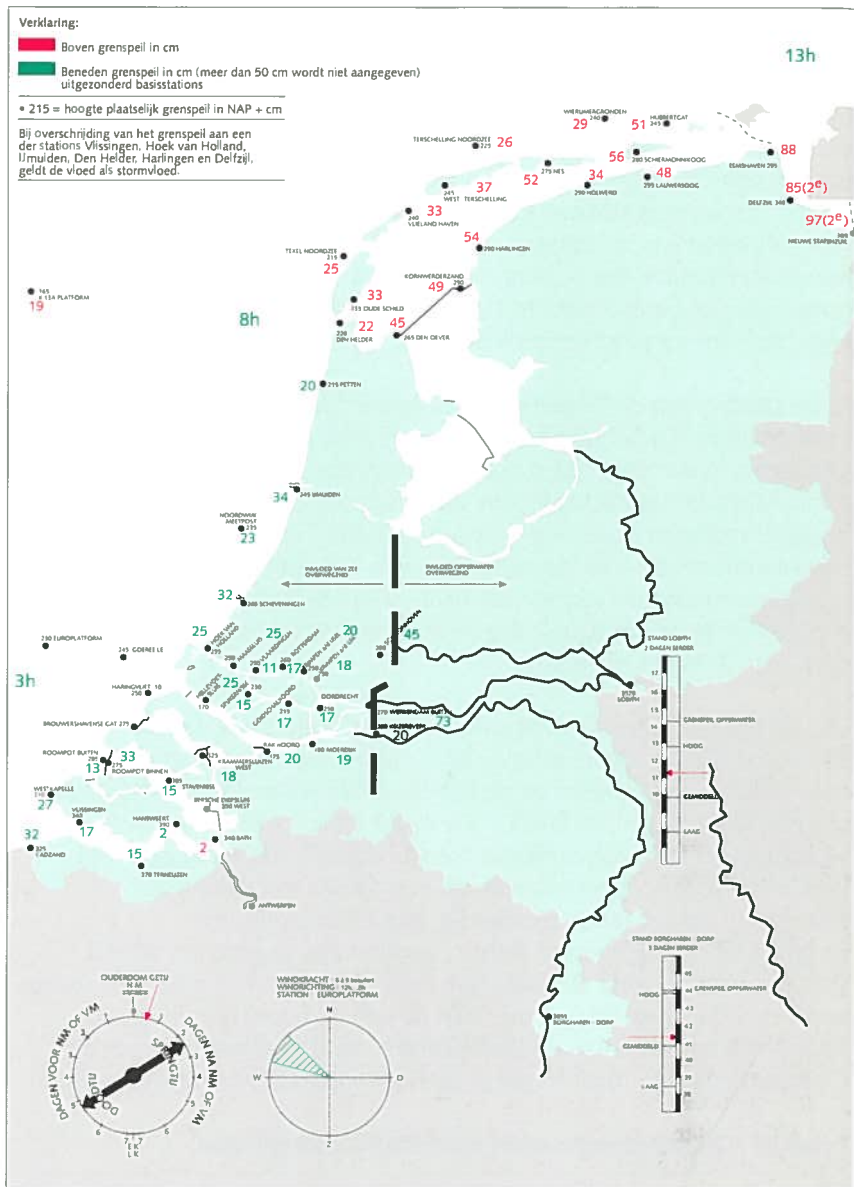
Bij Delfzijl kwam sinds 1881 6 maal eerder een hogere opzet voor, bij Harlingen kwam sinds 1932 4 maal eerder een hogere opzet voor. De frequentie van voorkomen van dergelijke opzetten is 6 resp. 7 maal per 100 jaar. De scheve opzetten bij Den Helder, Vlissingen en Hoek van Holland hebben een veel hogere frequentie van voorkomen namelijk 15 tot 40 maal per 100 jaar.

Op grond van de opgetreden hoogwaterstanden in het kustgebied en hun frequentie van voorkomen kan worden gesteld dat de invloed van de storm zich heeft uitgestrekt over het gehele kustgebied met het zwaartepunt op het noordelijke deel. De hoogste hoogwaterstanden, die bij Delfzijl, Vlissingen en Dordrecht zijn opgetreden, kunnen als vrij uitzonderlijk worden geclassificeerd. Dergelijke waterstanden komen gemiddeld 5 tot 7 maal per 100 jaar voor. Doordat er sprake was van springtij werden ook in zuidelijke en westelijke kustgebied ondanks de niet al te grote opzetten toch buitengewoon hoge standen bereikt.

Bij Den Helder, Harlingen, en Delfzijl is het grenspeil 2 maal overschreden en bij Vlissingen, Hoek van Holland en Dordrecht 1 maal.

Alhoewel de storm meteorologisch gezien niet uitzonderlijk was, waren de effecten op de waterstandsverhogingen in vergelijking met andere stormvloeden (bijvoorbeeld 22/24 dec 1954, 3/4 jan 1976, en 26 feb-2 mrt 1990) vrij uitzonderlijk. Tijdens de andere stormvloeden waren bij vergelijkbare opzetten de opgetreden windsnelheden veel hoger, of waren bij vergelijkbare windsnelheden de opzetten aanmerkelijk lager. Gezien de meteorologische verschijnselen zouden de opzetten en als afgeleiden daarvan de hoogwaterstanden lager uit hebben moeten komen. De maximale windkracht bedroeg op de Noordzee korte tijd 9 á 10 Bft (zie bijlage 1), maar overwegend 8 Bft. De windsnelheden waren dus niet al te hoog maar wel vrij gelijkmatig en slechts langzaam afnemend. De grootte van het stormveld (van Groenland tot aan de Nederlandse kust) en de windrichting (noordwest tot noord-noordwest) waren, evenals bij de buitengewone stormvloed van 1 februari 1953, 'zeer gunstig' voor het ontwikkelen van een grote opzet (zie bijlage 6). Een 'optimistischer' verwachting van de waterstandsverhogingen dan de werkelijke heeft er toe bijgedragen dat de waterstandsverwachtingen voor met name het noordelijke kustgedeelte aanzienlijk te laag waren.

Ten gevolge van de verwachte waterstanden heeft de SVSD 1 maal een voorwaarschuwing, 8 maal een waarschuwing, en 4 maal een alarmering uitgegeven voor een kustsector. De beide waarschuwingen voor de sector Harlingen werden later opnieuw gegeven met een hogere verwachte stand. De waarschuwing voor het middaghoogwater van Delfzijl werd later omgezet in een alarmering.



Figuur 7 Opgetreden hoogwaterstanden van 28 januari 1994
1^e hoogwater t.o.v. de plaatselijke grenspeilen.

Tabel 1: Overzicht gegeven waarschuwingen

sector	waarschuwing c.q. alarmering	data + benodigde tijd van waarschuwen c.q. alarmeren.
West Holland	(voor)waarschuwing	28 jan. (0h15 - 0h20)
Den Helder	waarschuwing	28 jan. (3h00 - 3h10)
Harlingen	waarschuwing	28 jan. (4h30 - 4h40)
	waarschuwing	(8h30 - 8h45)
Delfzijl	waarschuwing	28 jan. (7h10 - 7h15)
	alarmering	(9h30 - 9h40)
Schelde	alarmering	28 jan. (10h40 - 11h05)
West Holland	alarmering	28 jan. (11h00 - 11h30)
Dordrecht	alarmering	28 jan. (11h00 - 11h30)
Den Helder	waarschuwing	28 jan. (15h20 - 15h35)
Harlingen	waarschuwing	28 jan. (16h30 - 16h50)
	waarschuwing	(19h40 - 19h45)
Delfzijl	waarschuwing	28 jan. (19h45 - 19h50)

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

In de grote overzichtstabel (zie bijlage 4) staan vermeld de verwachte en de opgetreden hoogwaterstanden t.o.v. NAP voor de Basisstations Vlissingen, Hoek van Holland, Den Helder, Harlingen, Delfzijl, en voor de stations Roompot buiten en Dordrecht. Om vervroegingen c.q. verlatingen van de tijdstippen van de opgetreden hoogwaterstanden ten opzichte van die van het astronomische hoogwater uit dit overzicht te kunnen aflezen is kolom 5 (opgetreden HW-standen) gesplitst in 5a en 5b.

In de kaarten van de Nederlandse kustzone (zie figuur 7 en bijlage 5) zijn voor de betreffende hoogwaters langs de kust gedetailleerde overzichten gegeven van de opgetreden hoogwaterstanden t.o.v. de plaatselijke grenspeilen. De overschrijdingen staan in rood aangegeven; de onderschrijdingen staan in groen aangegeven. Tevens geven deze bijlagen informatie over de ouderdom van het betrokken getij, de windgegevens en de voor de stormvloed van belang zijnde waterstanden van de Rijn te Lobith (van 2 dagen te voren) en de Maas te Borgharen dorp (van 3 dagen te voren).

Van de 5 Basisstations en het station aan de buitenzijde van de Stormvloedkering Oosterschelde (Roompot buiten) zijn in grafieken de opgetreden waterstanden en de bijbehorende waterstandsverhogingen uitgezet (zie bijlagen 6A t/m C). De opzet die in deze grafieken is weergegeven is de zogenaamde "rechte opzet"; dat wil zeggen het verschil tussen de opgetreden en de voorspelde astronomische waterstand op het zelfde tijdstip. De grootste opgetreden waterstandsverhogingen of rechte opzetten zijn gegeven in tabel 2. Vanwege vervroeging (of soms ook vertraging) van het getij is de rechte opzet meestal aanzienlijk groter dan de scheve opzet (zie bijlage 4). Tijdens het passeren van de stormvloed is de Stormvloedkering in de Oosterschelde één maal en die in de Hollandse IJssel tweemaal gesloten.

Tabel 2: Opgetreden grootste waterstandsverhogingen

station	datum	maximale opzet tijdens stormvloed		
		grootte in dm	Tijdstip MET	T.o.v. astr.getij
Vlissingen	28 jan	20,6	9h30	ong 0h45 uur n.1° LW
Hoek v Holland	28 jan	19,3	8h10	tijdens laagwater
Den Helder	28 jan	19,8	13h50	ong 1h00 uur v.2° LW
Harlingen	28 jan	27,7	18h55	ong 1h10 uur n.2° LW
Delfzijl	28 jan	30,8	10 h45	ong 2h00 uur v.2° HW

4. Classificatie van de Stormvloed

In tabel 3 zijn de overschrijdingsfrequenties en classificaties gegeven van de tijdens deze stormvloed opgetreden hoogwaterstanden van de 5 Basisstations van de SVSD, van Roompot buiten, IJmuiden en Dordrecht. Hieruit blijkt dat de hoogste standen 5 - 38 maal per 100 jaar voorkomen. De aangegeven classificaties zijn overeenkomstig de gangbare classificatietabel (zie bijlage 7).

Tabel 3: Overschrijdingsfrequenties en classificatie

datum	station	stand in NAP +cm	over schrijdings- frequentie	middel bare stormvloed	lage	hoge vloed
28 jan. 1 ^o HW	Vlissingen	323	130	*/100 jaar		*
28 jan. 1 ^o HW	Roompot buiten	272	120	*/100 jaar		*
28 jan. 1 ^o HW	Hoek v Holland	230	130	*/100 jaar		*
28 jan. 1 ^o HW	Dordrecht	193	110	*/100 jaar		*
28 jan. 1 ^o HW	IJmuiden buitenhaven	211	160	*/100 jaar		*
28 jan. 1 ^o HW	Den Helder	242	25	*/100 jaar	*	
28 jan. 1 ^o HW	Harlingen	344	12	*/100 jaar	*	
28 jan. 2 ^o HW	Delfzijl	425	7	*/100 jaar	*	
28 jan. 2 ^o HW	Vlissingen	387	7	*/100 jaar	*	
28 jan. 2 ^o HW	Roompot buiten	346	kering dicht			
28 jan. 2 ^o HW	Hoek v Holland	288	15	*/100 jaar	*	
28 jan. 2 ^o HW	Dordrecht	250	5	*/100 jaar	*	
28 jan. 2 ^o HW	IJmuiden buitenhaven	293	12	*/100 jaar	*	
28 jan. 2 ^o HW	Den Helder	234	34	*/100 jaar	*	
28 jan. 2 ^o HW	Harlingen	303	38	*/100 jaar	*	
28 jan. 3 ^o HW	Delfzijl	366	35	*/100 jaar	*	

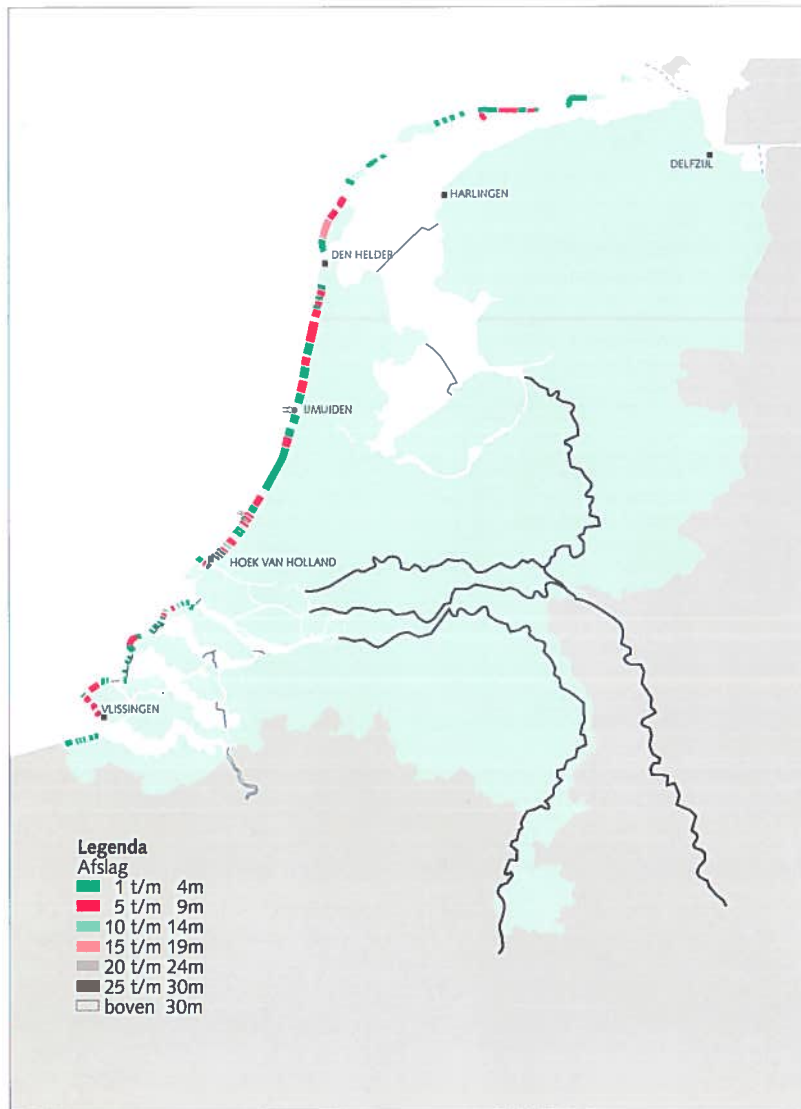
Overschrijdingsfrequenties Roompot buiten zijn bepaald m.b.v. overschrijdingslijn Burghsluis 1971...1980.

Ter vergelijking zijn in bijlage 8 voor elk van de 5 Basisstations (Vlissingen, Hoek van Holland, Den Helder, Harlingen en Delfzijl) de hoogste 50 na 1900 opgetreden hoogwaterstanden gegeven die hoger dan of gelijk zijn aan het plaatselijke grenspeil (voor Den Helder en Harlingen na 1932).

5. Afslag langs de Nederlandse kust

De stormvloed heeft een grote duinvoetafslag veroorzaakt. Na inventarisatie door de beheerders is er een overzicht verkregen van de aangerichte schade aan de duinen (zie bijlage 9 en figuur 8).

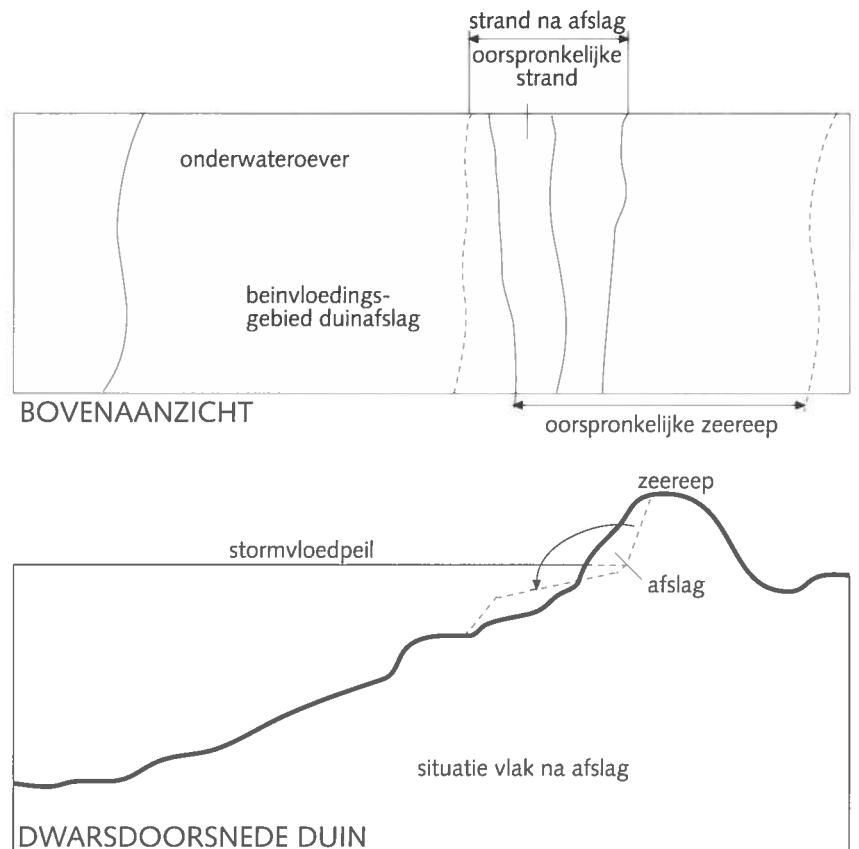
Gedetailleerde overzichten van de opgetreden afslagen zijn te verkrijgen bij de beheerders.



Figuur 8 Duinvoetafslag

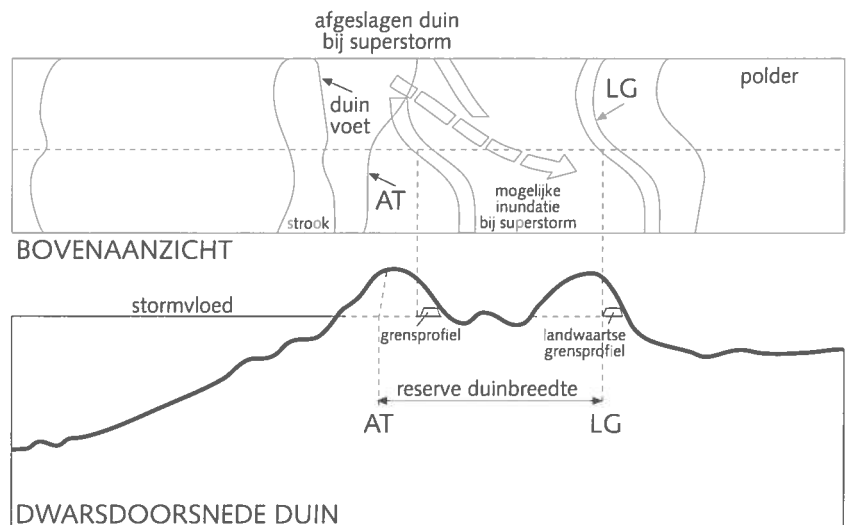
Uitdrukkelijk wordt hier opgemerkt dat kustafslag een incidenteel verschijnsel is, dat sterk verschilt van de structurele kustachteruitgang. Kustachteruitgang kan tijdelijk beïnvloed worden door één of meer stormen. Het zijn echter de getijstroom en het gemiddelde over meerdere jaren van de golfomstandigheden die de veeljarige trend in de kustontwikkeling bepalen. De ervaring leert dat de invloed van een storm zich na enige tijd op natuurlijke wijze geheel of gedeeltelijk weer herstelt.

Zand dat afslaat van de duinen komt in het algemeen terecht op het strand of de onderwateroever direct voor het strand. Het levert daar ook een bijdrage aan de sterkte van de waterkering. Dit verschijnsel is weergegeven in figuur 9. Daarnaast brengen golven en wind na een afslagperiode veelal een deel en soms al het afgeslagen zand terug naar het strand en duin.



Figuur 9

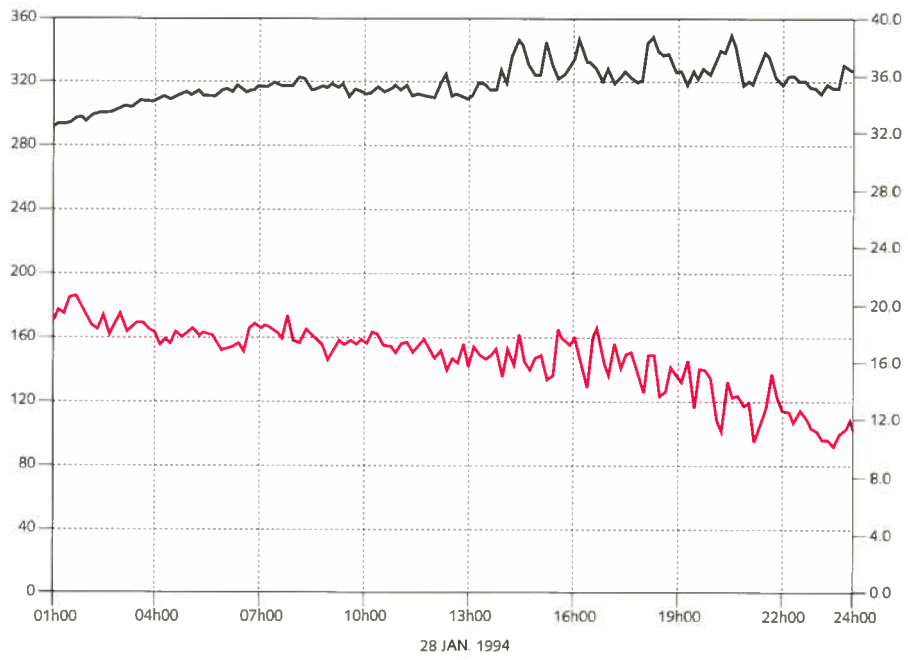
Afslag van duinen en stranden hoeft daarom nog niet te betekenen dat de veiligheid van de duinwaterkeringen direct wordt aangetast. Deze is nog gegarandeerd zolang het grensprofiel aanwezig is, zoals is weergegeven in figuur 10.



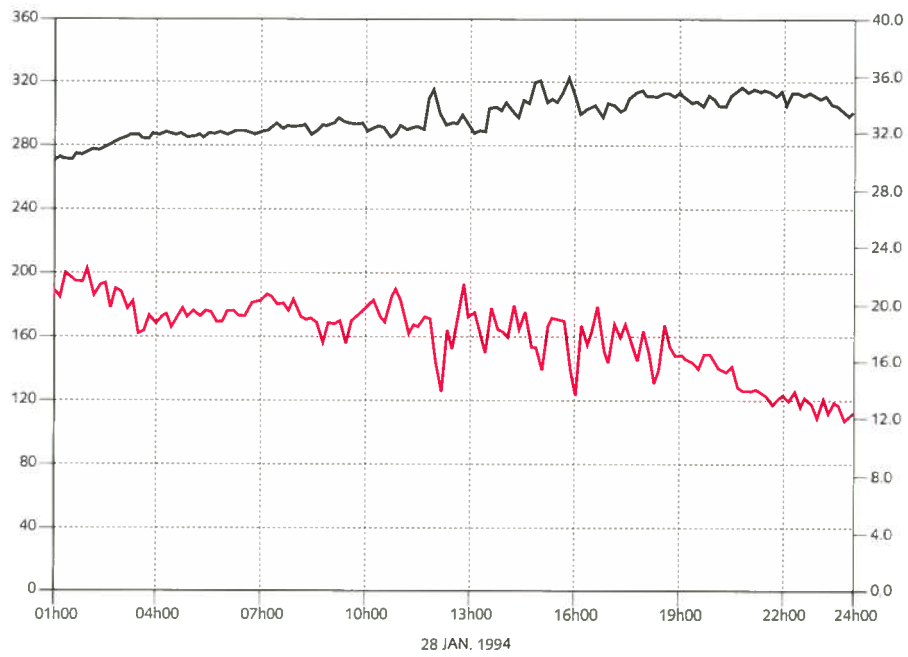
Figuur 10

Lijst van Bijlagen

- 1 A en B Windgegevens Hoek van Holland, IJmuiden en K13a platform
- 2 Luchtdrukverdeling 28 januari 13h00 MET
- 3 Sectorindeling SVSD
- 4 Tabel verwachte en opgetreden waterstanden
- 5A en B Opgetreden hoogwaterstanden t.o.v. de plaatselijke grenspeilen
- 6 A t/m C Opgetreden en astronomische waterstanden en opzetten
- 7 Tabel maatgevende standen
- 8 Tabel opgetreden hoogwaterstanden na 1900 boven plaatselijk grenspeil
- 9 Duinvoetafslag



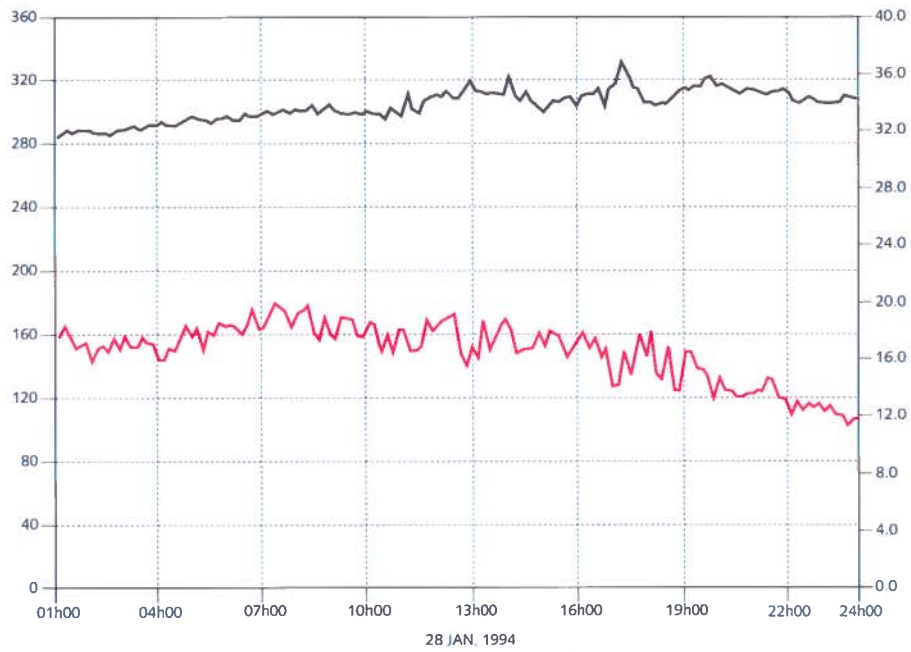
Windverloop Hoek van Holland



Windverloop IJmuiden

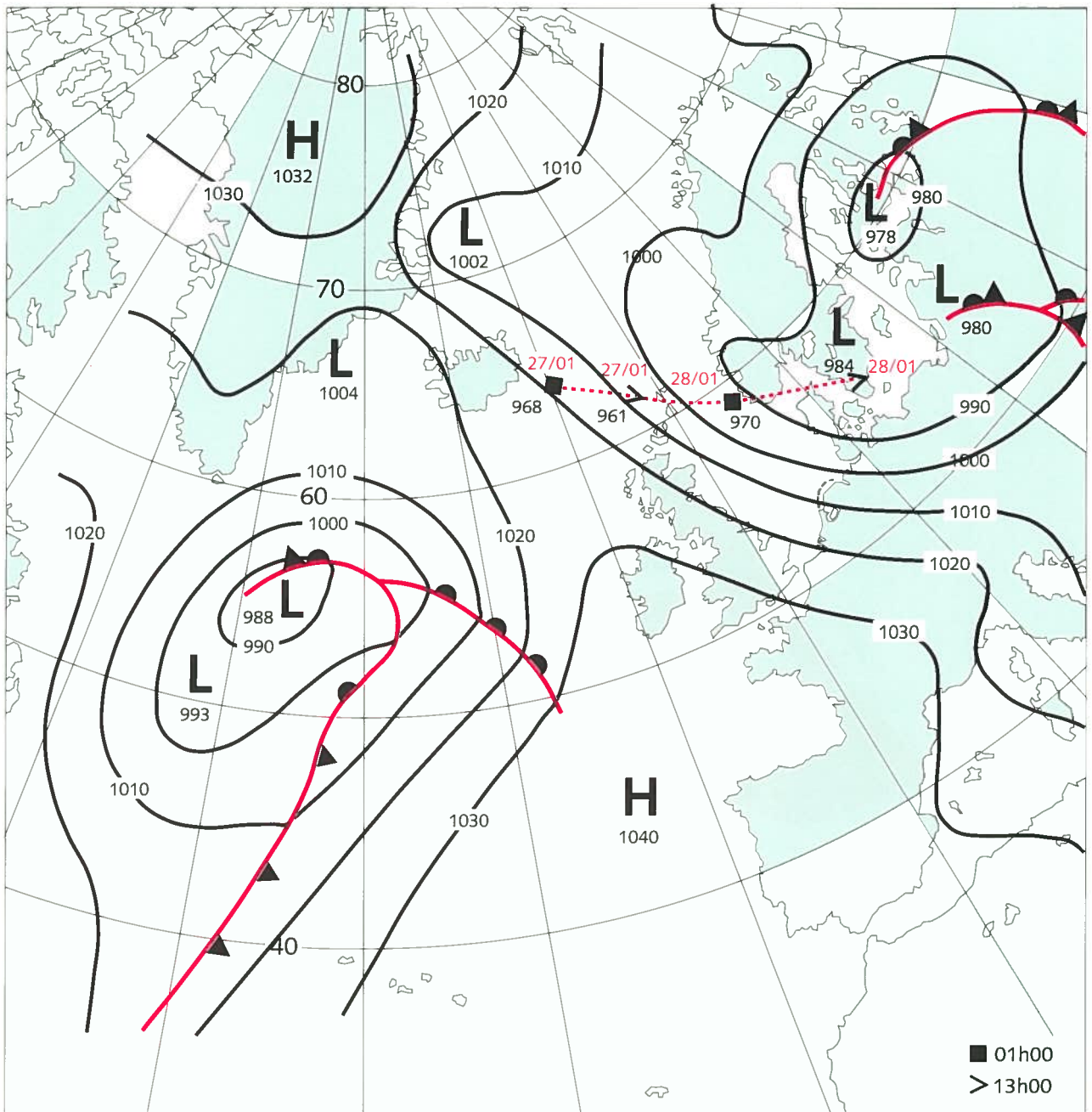
windrichting (graden) —

windsnelheid (m/s) —

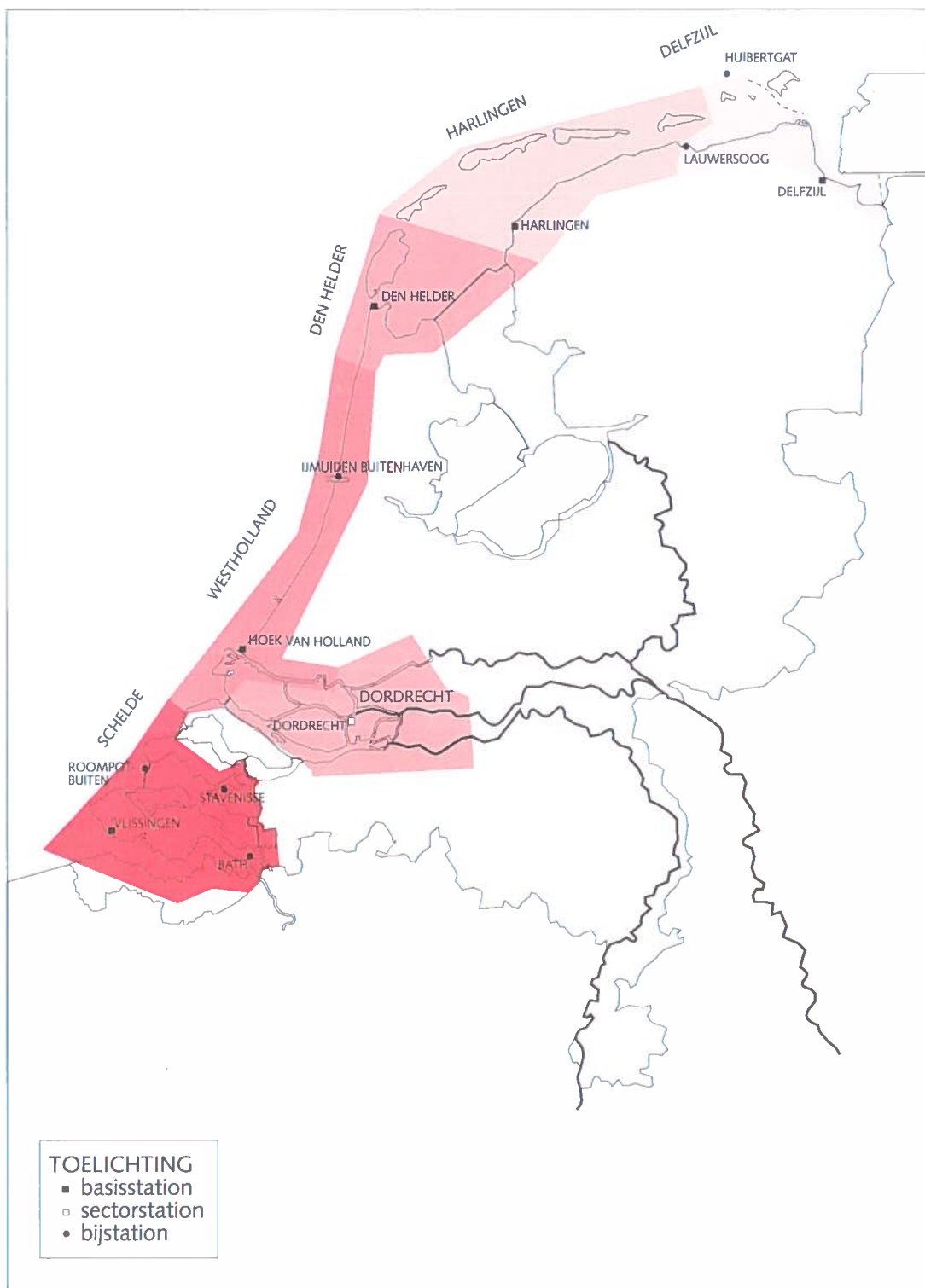


28 JAN. 1994
Windverloop K13a platform

windrichting (graden) —
windsnelheid (m/s) —



Depressiebaan en luchtdrukverdeling van 28 januari 13h00.



Sectorindeling SVSD

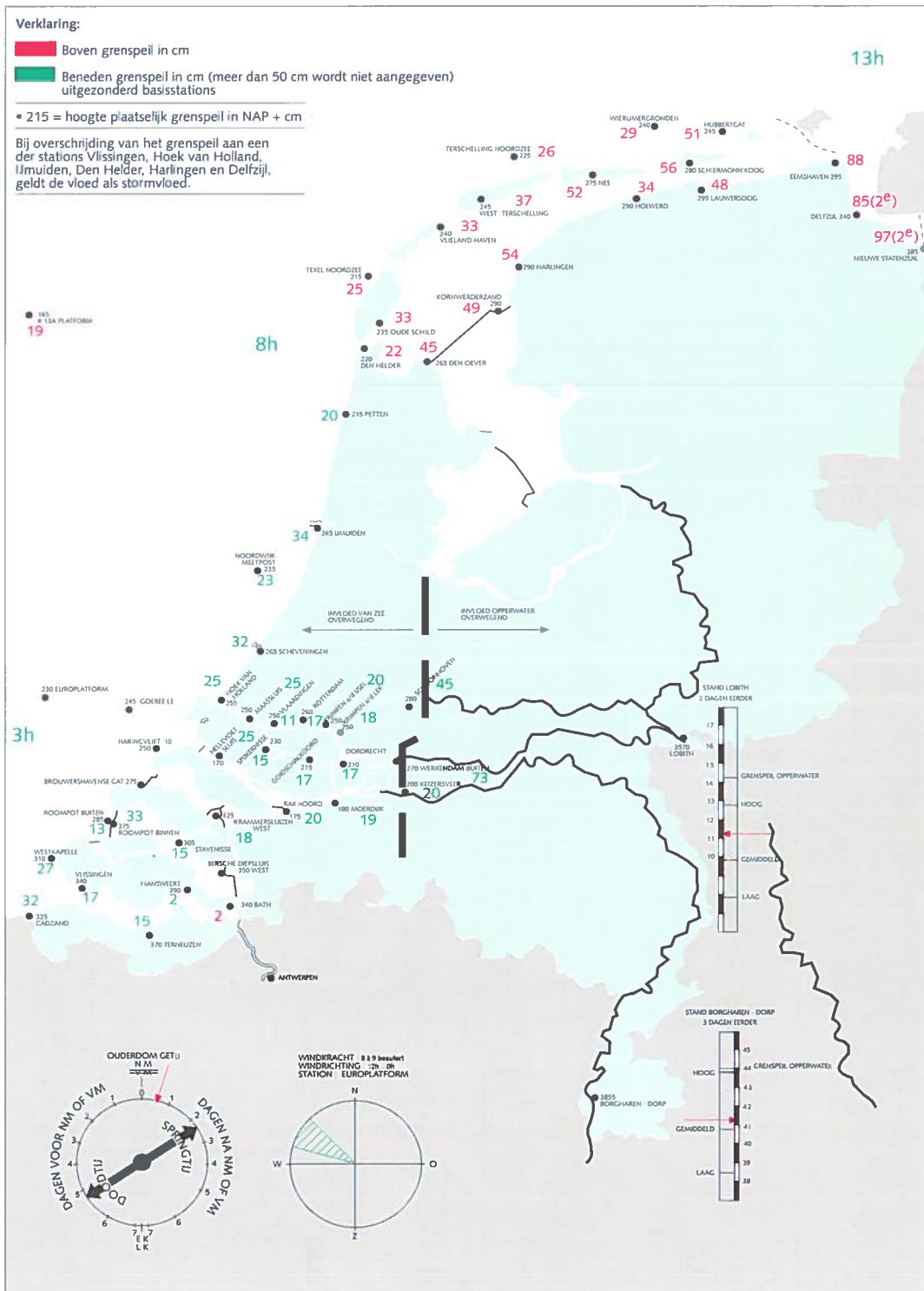
Overzicht van verwachte en opgetreden HW-standen (standen in NAP + cm)

datum	station	astronomisch HW vlags getijtafel		door SVSD 6 uur voor HW verwachte HW-standen in cm t.o.v. NAP		opgetreden HW-standen		scheve opzetten opgetreden minus astronomische HW-standen (5b-3b)		opgetreden minus verwachte HW-standen (5b-4)		peil dijk-bewaking c.q. waarschu-wingspeil Dordrecht (8)		HW-standen t.o.v. peil dijkbewaking verwacht opgetreden (4-8) (9a)		waarschu-wingspeil verwacht opgetreden (4-10) (11a)		HW-standen t.o.v. waarschu-wingspeil verwacht opgetreden (5b-10) (11b)	
		tijd in MET	hoogte in cm t.o.v. NAP	tijd in MET	hoogte in cm t.o.v. NAP	tijd in MET	hoogte in cm t.o.v. NAP	opgetreden minus astronomische HW-standen (5b-3b)	opgetreden minus verwachte HW-standen (5b-4)	peil dijk-bewaking c.q. waarschu-wingspeil Dordrecht (8)	peil dijk-bewaking verwacht opgetreden (4-8) (9a)	peil dijk-bewaking verwacht opgetreden (4-10) (11a)	waarschu-wingspeil verwacht opgetreden (5b-10) (11b)						
28 jan.	Viissingen Roempot buiten Hoek van Holland Dordrecht Den Heider Harlingen Delfzijl	2h18	+ 231	2h20	+ 323	+ 92	+ 23	+ 370	- 70	- 47	+ 330	- 30	- 7						
		2h10	+ 174	2h50	+ 272	+ 98	-	+ 300*	-	- 28	+ 275**	-	- 3						
		2h49	+ 118	3h10	+ 230	+ 112	+ 25	+ 280	- 75	- 50	+ 220	- 15	+ 10						
		5h27	+ 99	5h20	+ 193	+ 94	-	+ 250	-	- 57	-	-	-						
		8h35	+ 52	8h20	+ 242	+ 190	+ 42	+ 260	- 60	- 18	+ 190	+ 10	+ 52						
		10h04	+ 91	9h50	+ 344	+ 253	+ 49/+ 14	+ 330	- 35/ 0	+ 14	+ 270	+ 25/+ 60	+ 74						
		12h46	+ 159	11h20	+ 425	+ 286	+ 75/+ 15	+ 380	- 30/+ 30	+ 45	+ 300	+ 50/+ 110	+ 125						
		14h35	+ 252	14h50	+ 387	+ 135	+ 2	+ 370	+ 15	+ 17	+ 330	+ 55	+ 57						
		14h26	+ 198	14h30	+ 346	+ 148	+ 1	+ 300*	+ 45	+ 46	+ 275**	+ 70	+ 71						
		15h06	+ 143	15h20	+ 288	+ 145	- 2	+ 280	+ 10	+ 8	+ 220	+ 70	+ 68						
29 jan.	Den Heider Harlingen Delfzijl	18h30	+ 107	18h20	+ 250	+ 143	- 5	+ 250	+ 5	0	-	-	-						
		20h55	+ 81	18h50	+ 234	+ 153	+ 34	+ 260	- 60	- 26	+ 190	+ 10	+ 44						
		22h14	+ 121	20h40	+ 303	+ 182	+ 33/ - 7	+ 330	- 60/ - 20	- 27	+ 270	0/+ 40	+ 33						
		0h56	+ 162	23h40	+ 366	+ 204	+ 6	+ 380	- 20	- 14	+ 300	+ 60	+ 66						
				(28 jan)															

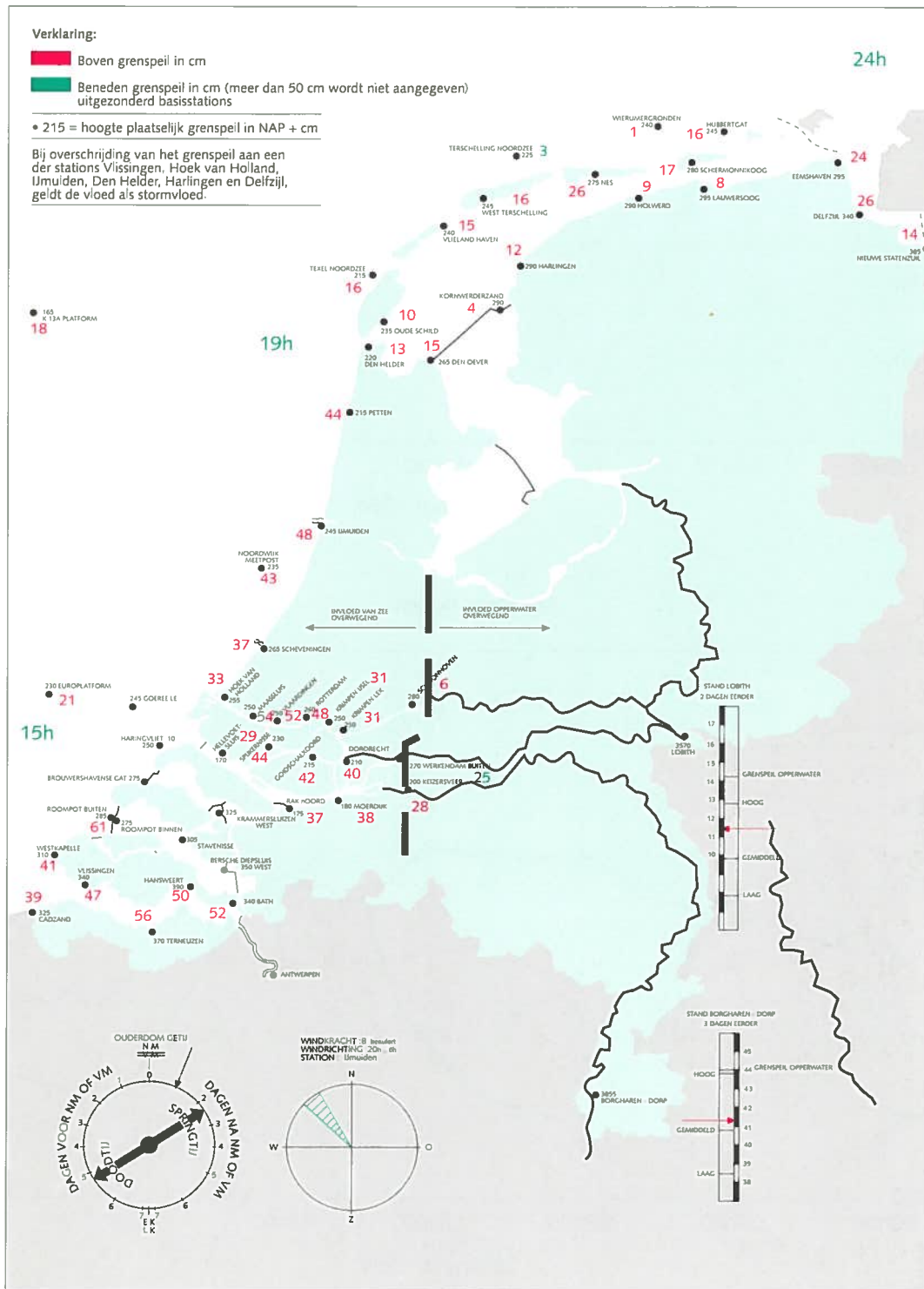
* Sluippeil Stormvloedkering Oosterschelde

** Alarmfase Stormvloedkering Oosterschelde

*** Verwachting geldt voor open kering; bij gesloten kering kan de hoogwaterstand enkele decimeters hoger uitkomen

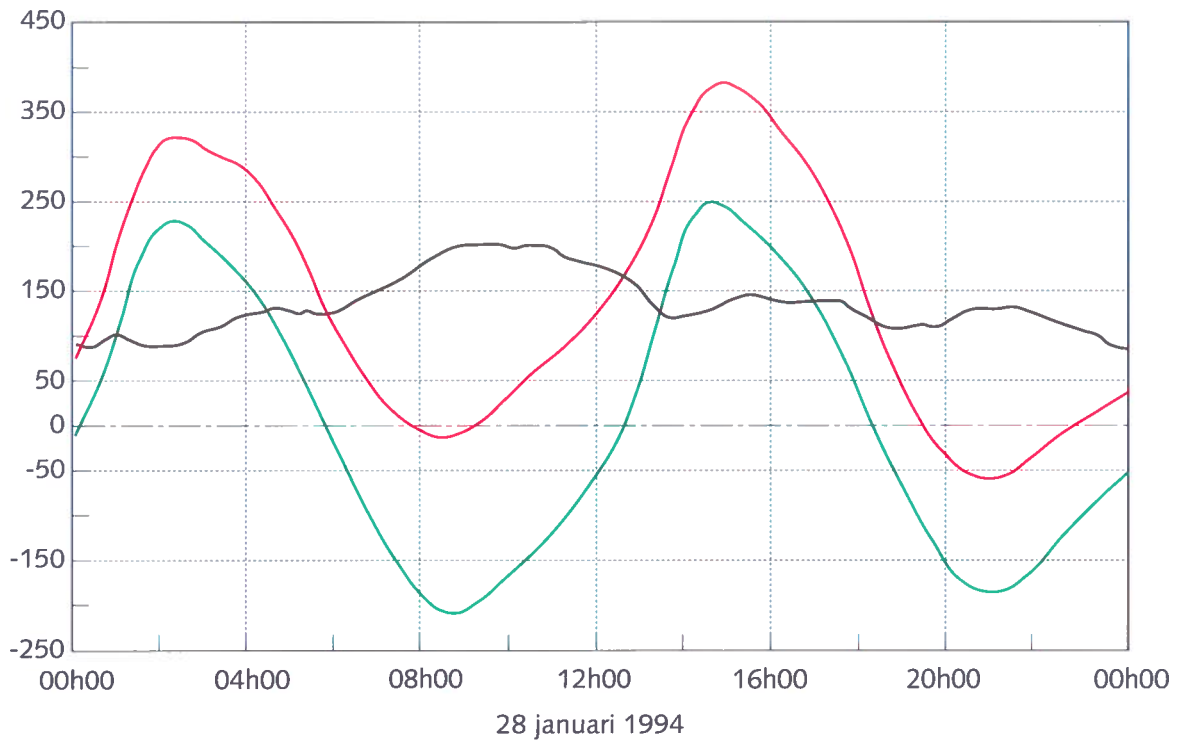


Opgetreden hoogwaterstanden van 28 januari 1994 1^e HW t.o.v. de plaatselijke grenspeilen.

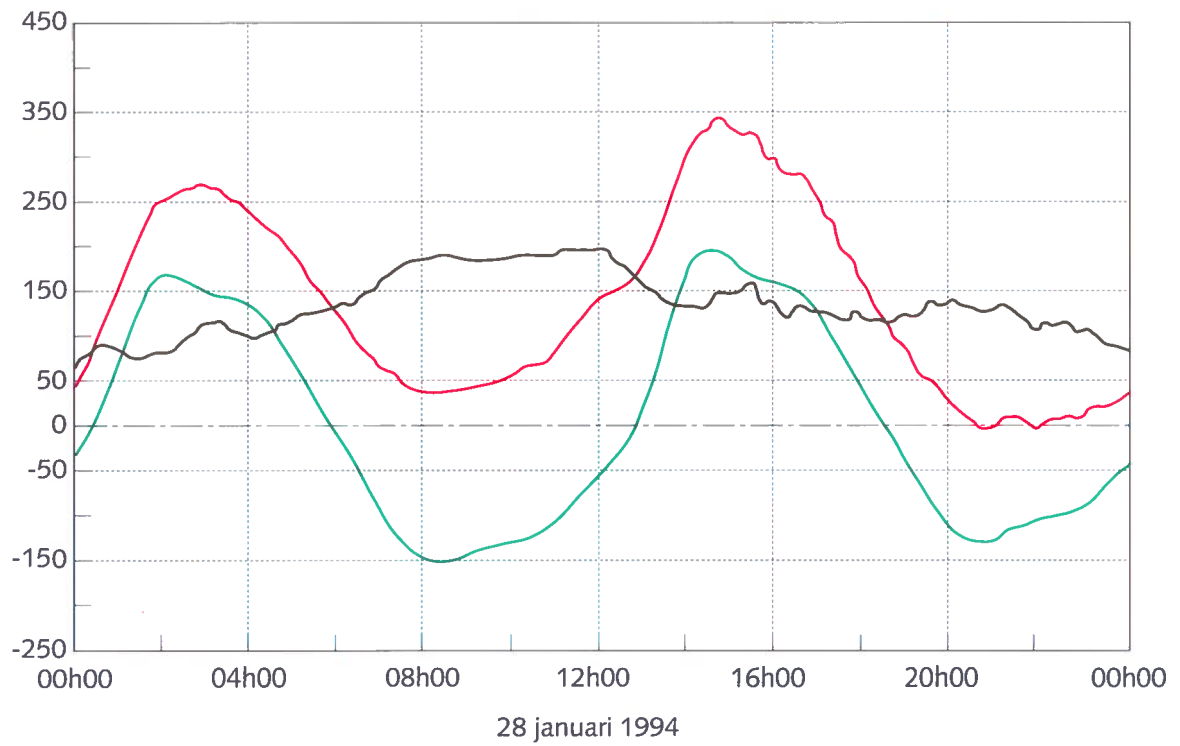


Opgetreden hoogwaterstanden van 28 januari 1994 2^e HW t.o.v. de plaatselijke grenspeilen.

Vlissingen

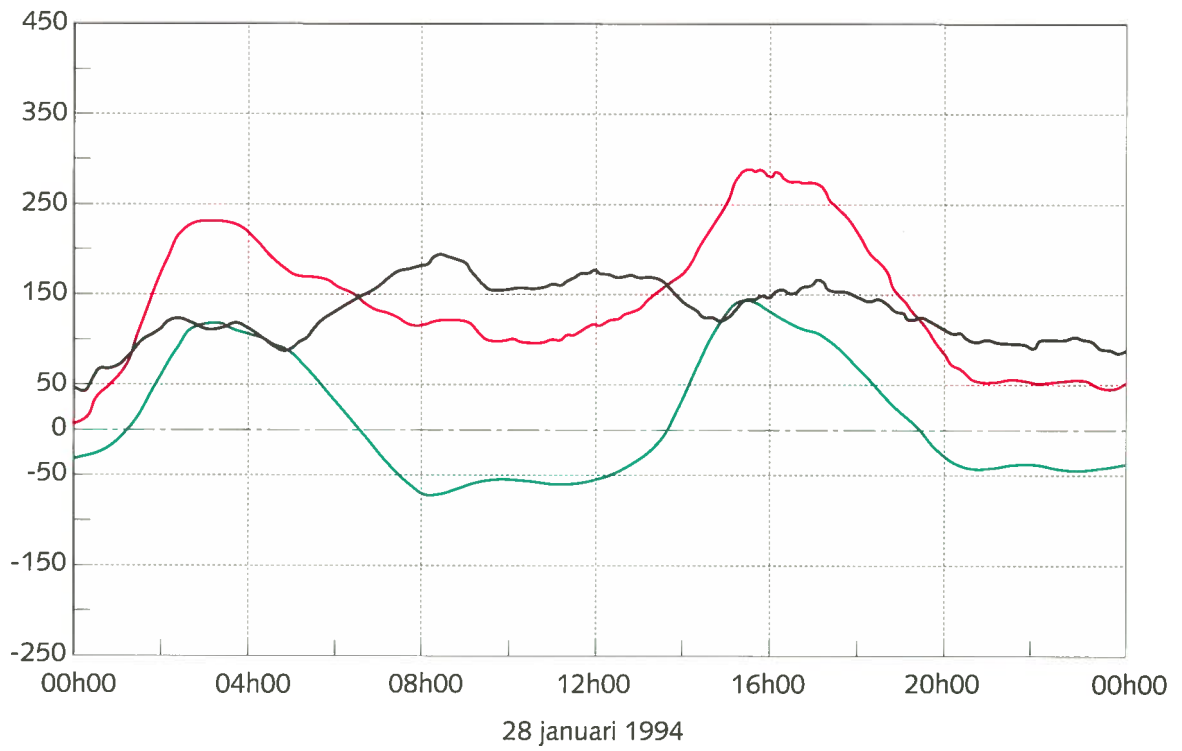


Roompot buiten

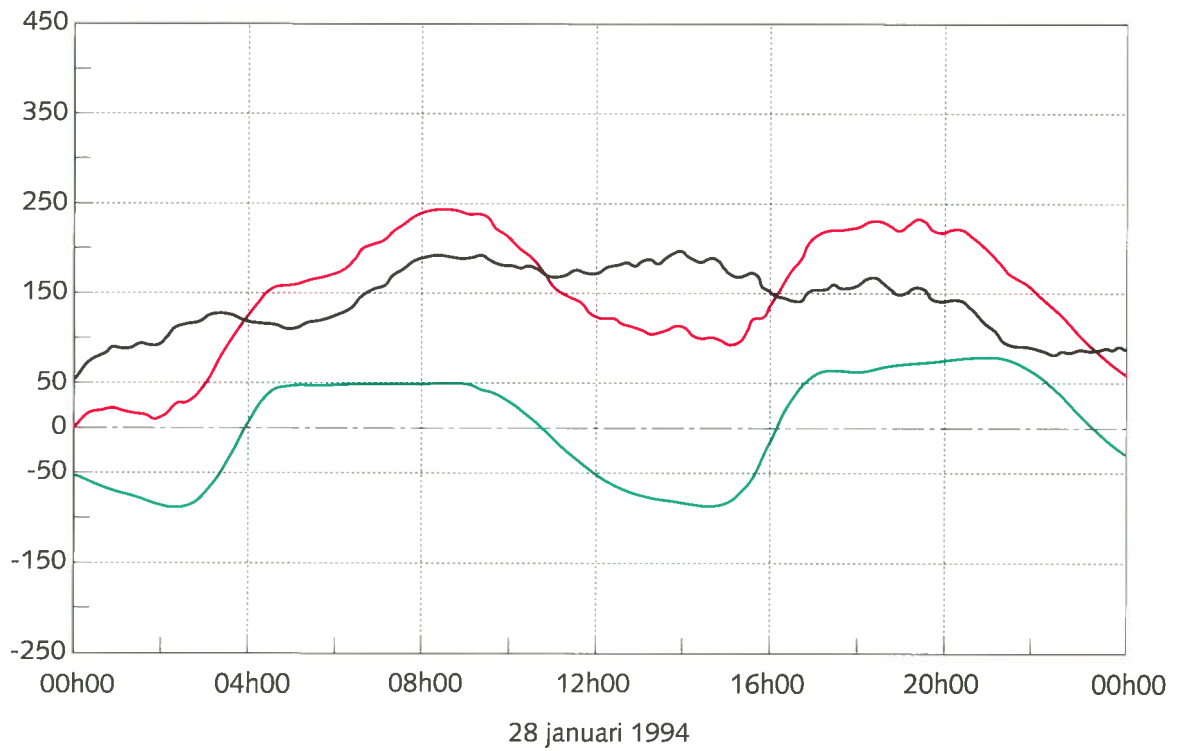


- Opgetreden waterstand
- astronomisch getij
- opzet

Hoek van Holland

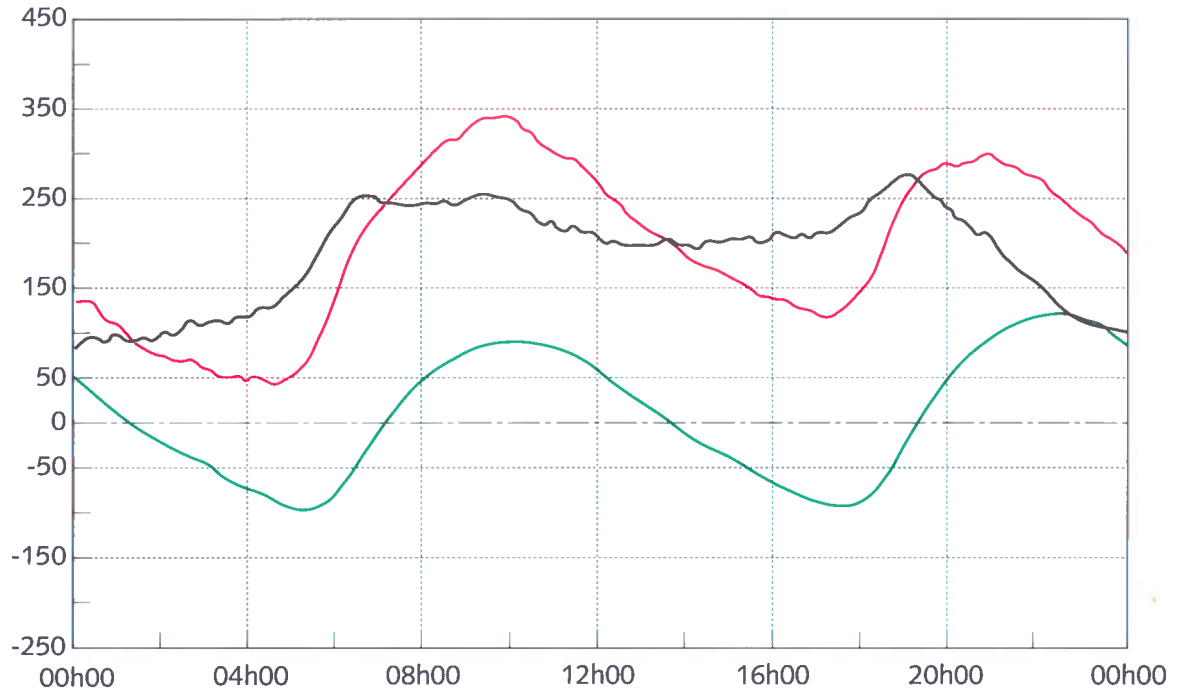


Den Helder



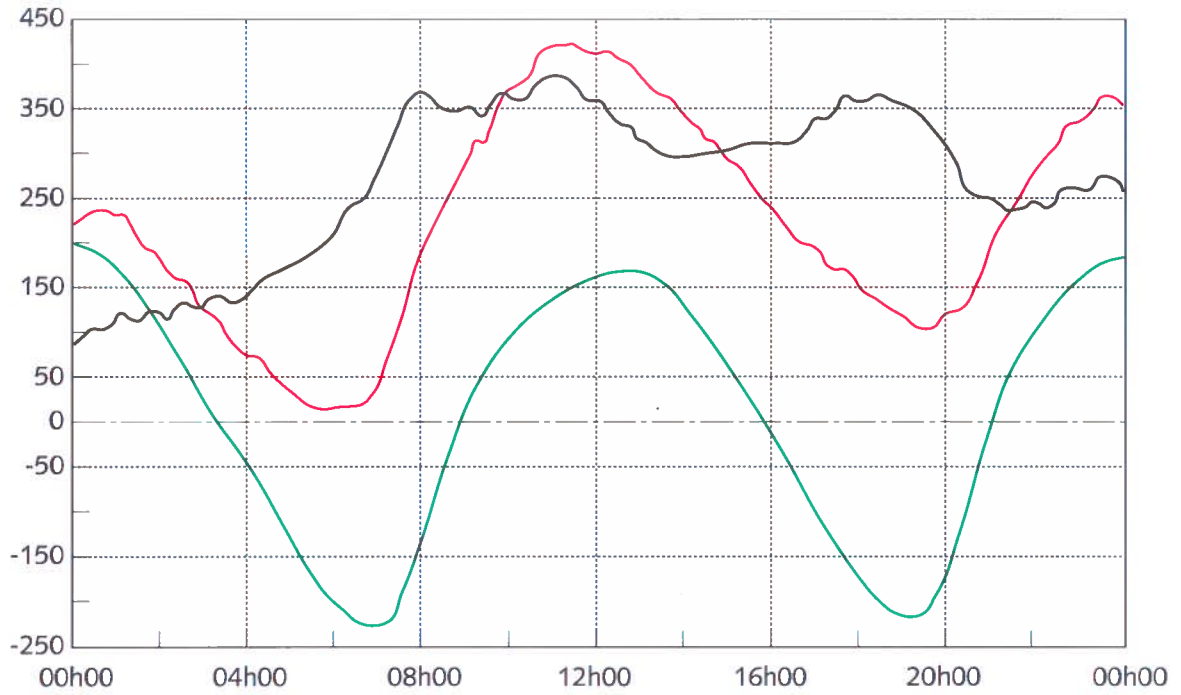
- Opgetreden waterstand
- astronomisch getij
- opzet

Harlingen



28 januari 1994

Delfzijl



28 januari 1994

- Opgetreden waterstand
- astronomisch getij
- opzet

overzicht maatgevende standen basisstations SVSD in NAP + cm

sector	Schelde	Westholland	Den Helder	Harlingen	Delfzijl	Overschrijdskans in gemiddeld aantal malen per jaar
	Vlissingen	H.v.Holland	Den Helder	Harlingen	Delfzijl	
waarschuwingsspeil	330	220	190	270	300	omstr. 1,2
grenspeil*	340	255	220	290	340	0,5
alarmeringsspeil (dijkbewaking)	370	280	260	330	380	omstr 0,15
Hoge vloed	295 à 340	195 à 225	155 à 220	215 à 290	250 à 340	5 à 0,5
Lage stormvloeden	340 à 375	255 à 300	220 à 275	290 à 350	340 à 410	0 à 0,1
Middelbare stormvloeden	375 à 430	300 à 360	275 à 360	350 à 435	410 à 500	10 ⁻¹ à 10 ⁻²
Hoge stormvloeden	430 à 495	360 à 430	360 à 435	435 à 510	500 à 575	10 ⁻² à 10 ⁻³
Buitengewone hoge stormvloeden	495 à 565	430 à 500	435 à 505	510 à 580	575 à 640	10 ⁻³ à 10 ⁻⁴
Extreme stormvloeden	≥565	≥500	≥505	≥580	≥640	≤10 ⁻⁴
1 februari 1953	455	385	325	334	307	
3/4 januari 1976	394	298	297	369	435	
hoogste bekende stand	455	385	325	369	460	

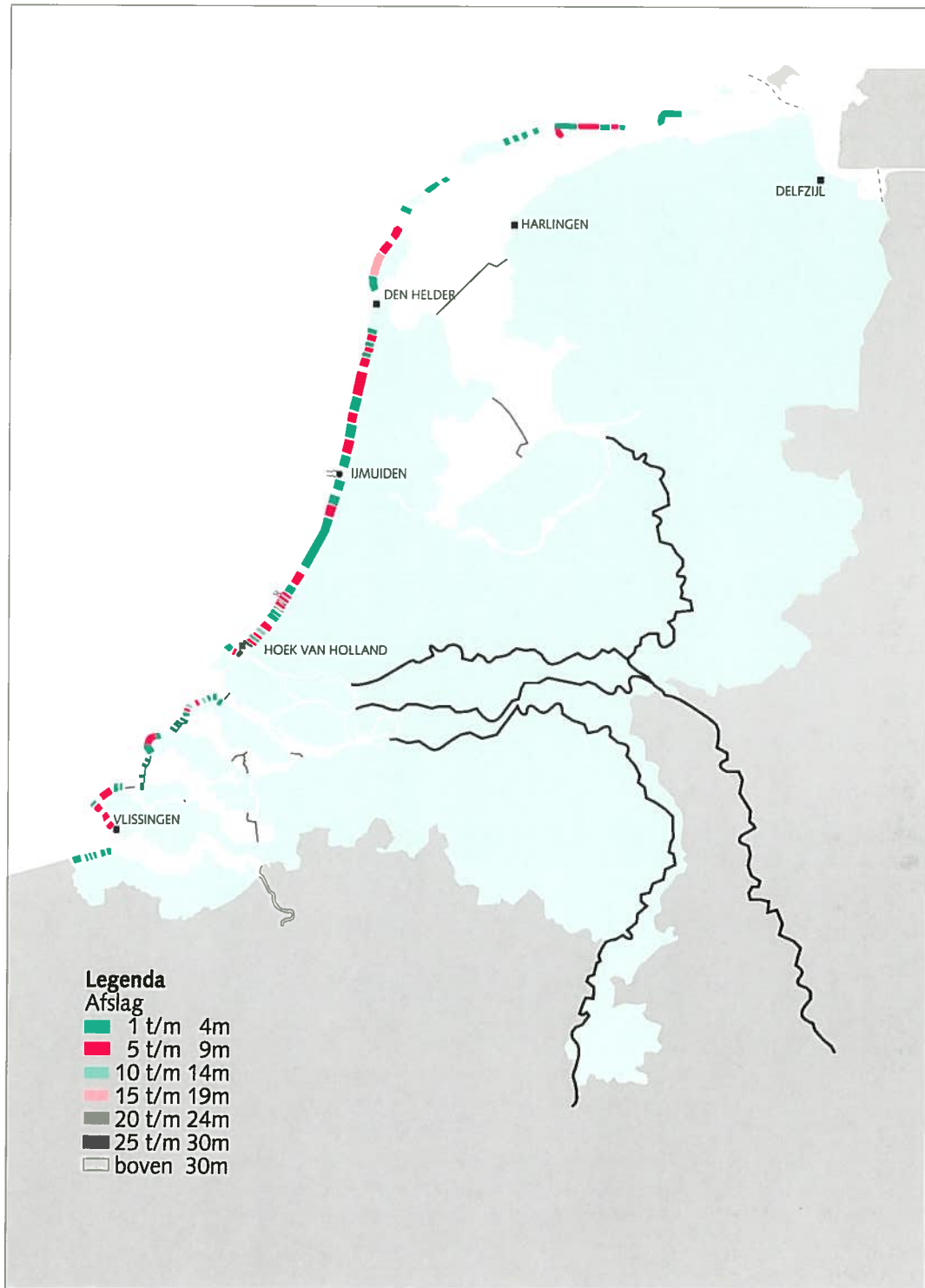
* De grenspeilen zijn in 1984 aangepast.

Opgetreden hoogwaterstanden na 1900 boven plaatselijk grenspeil (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	28-01-1901	+453
2	03-01-1976	+394	23-12-1954	+300	31-01-1953	+312	22-12-1954	+369	13-03-1906	+451
3	12-03-1906	+392	13-01-1916	+300	03-01-1976	+297	26-02-1990	+366	04-02-1944	+448
4	28-01-1994	+387*	03-01-1976	+298	22-12-1954	+289	23-12-1954	+366	16-02-1962	+446
5	27-02-1990	+384	26-11-1928	+296	23-12-1954	+277	31-01-1953	+366	04-01-1976	+435
6	14-11-1993	+383	30-12-1904	+296	26-02-1990	+275	01-02-1983	+355	13-01-1916	+432
7	01-03-1949	+382	12-03-1906	+290	01-02-1983	+270	20-01-1976	+353	28-01-1994	+425*
8	26-11-1928	+374	28-01-1994	+288*	21-02-1993	+265	28-01-1994	+344*	19-11-1973	+419
9	15-11-1977	+373	27-02-1990	+284	14-02-1989	+253	16-02-1962	+340	21-01-1976	+408
10	16-11-1966	+373	16-11-1966	+280	16-02-1962	+251	01-02-1953	+334	03-01-1976	+406
11	15-11-1993	+372	10-12-1965	+280	06-12-1940	+251	21-02-1993	+331	14-12-1973	+399
12	02-02-1983	+371	14-02-1989	+279	27-02-1990	+250	27-02-1990	+330	31-12-1977	+396
13	28-02-1990	+370	14-12-1973	+279	20-01-1976	+248	13-12-1973	+327	22-12-1954	+393
14	23-11-1930	+370	24-12-1954	+270	28-01-1994	+242*	20-01-1960	+320	27-02-1990	+392
15	21-03-1961	+367	01-03-1949	+270	29-01-1938	+240	03-01-1976	+319	24-11-1981	+391
16	10-12-1965	+365	07-04-1943	+268	02-02-1969	+238	01-12-1936	+319	02-02-1983	+388
17	30-12-1904	+365	15-11-1977	+267	28-01-1994	+234*	03-11-1970	+305	28-02-1990	+387
18	01-03-1990	+364	26-01-1944	+267	20-12-1991	+233	07-12-1940	+305	24-11-1981	+385
19	01-02-1953	+364	23-11-1908	+266	13-12-1973	+233	14-11-1977	+304	02-12-1917	+382
20	01-12-1936	+360	14-11-1993	+265	18-12-1979	+231	28-01-1994	+303*	06-12-1973	+373
21	26-01-1944	+358	25-01-1993	+265	20-01-1960	+230	24-11-1981	+303	12-12-1929	+368
22	23-12-1954	+356	01-02-1953	+265	19-01-1945	+230	30-12-1977	+303	28-01-1994	+366*
23	27-02-1990	+355	06-12-1940	+265	20-10-1935	+229	02-02-1969	+302	18-09-1914	+366
24	14-12-1973	+355	01-12-1936	+265	01-12-1936	+228	09-01-1958	+302	03-12-1917	+365
25	11-11-1992	+354	28-02-1990	+264	24-11-1981	+227	12-12-1990	+300	13-11-1973	+357
26	24-11-1984	+354	02-02-1983	+264	09-01-1958	+227	24-11-1981	+300	16-11-1973	+356
27	13-01-1916	+353	06-11-1922	+263	12-12-1990	+225	16-11-1973	+300	02-11-1921	+354
28	28-02-1967	+352	17-02-1962	+262	13-11-1973	+224	20-12-1991	+299	08-04-1943	+352
29	28-11-1974	+351	11-11-1912	+262	21-11-1971	+222	23-02-1967	+299	07-01-1905	+353
30	13-11-1973	+350	01-03-1990	+261	07-04-1943	+222	30-11-1966	+298	12-12-1990	+351
31	25-01-1993	+349	21-01-1976	+257	05-12-1988	+220	16-12-1982	+297	10-10-1926	+351
32	13-11-1977	+349	23-02-1946	+256	14-01-1986	+220	25-01-1993	+296	20-12-1993	+350
33	21-01-1976	+349	21-02-1993	+254	16-12-1982	+220	14-02-1989	+296	23-01-1993	+350
34	14-12-1973	+349	02-02-1969	+254	30-12-1977	+220	13-11-1973	+296	01-12-1936	+350
35	13-11-1977	+345	02-12-1917	+254	23-02-1967	+219	18-01-1983	+295	23-02-1967	+349
36	05-10-1967	+344	01-12-1936	+253	03-01-1984	+218	19-01-1945	+294	17-02-1962	+349
37	16-10-1958	+344	30-11-1923	+253	03-01-1976	+218	29-01-1938	+294	30-12-1904	+348
38	21-02-1993	+343	22-12-1954	+252	15-11-1973	+218	20-02-1970	+293	22-01-1976	+346
39	22-11-1903	+343	20-04-1980	+251	24-11-1981	+217	01-03-1967	+292	18-10-1936	+345
40	12-01-1959	+342	26-02-1990	+250	28-02-1967	+217	04-02-1944	+292	23-11-1930	+345
41	23-11-1908	+342	07-01-1905	+250	02-11-1965	+216	18-12-1979	+291	26-11-1928	+345
42	20-10-1986	+341	21-02-1993	+249	04-01-1984	+214	25-01-1990	+290	01-03-1967	+343
43	15-11-1962	+341	12-12-1990	+249	20-02-1970	+214	17-02-1962	+290	31-01-1994	+339
44	03-03-1984	+340	14-12-1973	+249	15-11-1977	+213	15-01-1986	+289	20-12-1991	+338
45	02-01-1979	+340	27-02-1990	+247	28-10-1974	+213	03-01-1984	+289	03-01-1922	+338
46	20-04-1980	+339	13-11-1973	+246	28-10-1974	+213	22-01-1993	+286	16-12-1982	+335
47	06-11-1979	+339	21-03-1961	+246	14-11-1977	+212	21-11-1971	+284	18-10-1941	+332
48	13-03-1906	+339	19-01-1945	+246	19-12-1993	+211	13-03-1944	+282	21-02-1993	+330
49	26-11-1992	+338	15-11-1993	+245	18-01-1983	+211	18-10-1936	+282	01-01-1983	+330
50	20-09-1990	+338	20-10-1986	+244	26-01-1944	+211	20-12-1993	+281	18-01-1983	+329
	28-01-1994	+323*	28-01-1994	+230*						

*) hoogwaterstand, opgetreden tijdens stormvloed van 28 januari 1994

l) hoogwaterstand beneden plaatselijk grenspeil



Duinvoetafslag

