

De basispeilen langs de Nederlandse kust

**de ruimtelijke verdeling van
de basis- en ontwerppeilen
- interim rapportage -**

Interimrapport RIKZ/94-025

auteurs: M.E. Philippart
S.T. Pwa
D. Dillingh

bijdrage van: A.E.R. Bavelaar
W. Kuiper
M. Soerdjballi
P.F. Heinen
J. Doekes

datum: juni 1994



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

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	5
2.	Basispeilen	7
3.	Ontwerppeilen	9
3.1	Inleiding	9
3.2	Algemene aanpak	9
3.3	Onderbouwing van de resultaten.	12
3.4	Uitkomsten van het onderzoek	13
3.5	Bespreking verloop van de peilen	14
4.	Toelichting op de overschrijdingslijnen	15
	Literatuurlijst	17
	Lijst van figuren	19
	Lijst van tabellen	21
	Lijst van bijlagen	23
	Figuren	25
	Tabellen	33
	Bijlagen	53

1. Inleiding

Medio 1993 is het onderzoek naar de basispeilen in enkele hydrologisch belangrijke stations langs de Nederlandse kust afgerond. De basispeilen geven de stormvloedstanden weer die een overschrijdingsfrequentie hebben van eens per 10.000 jaar oftewel een kans van 1% per eeuw. De hydrologisch belangrijke getijstations (de hoofdstations) zijn Vlissingen, Hoek van Holland, Den Helder, Harlingen en Delfzijl. In het onderzoek is tevens het station West-Terschelling, dat geen hoofdstation is, opgenomen. Dit was gewenst in verband met een actueel veiligheidsvraagstuk van dit eiland tijdens de eindfase van het onderzoek.

De basispeilen voor deze stations zijn inmiddels door de minister vastgesteld. Een voor de hand liggend vervolg hierop is het actualiseren van de basis- en ontwerppeilen alsmede de overschrijdingslijnen langs de gehele Nederlandse kust. Met dit onderzoek is het Rijksinstituut voor Kust en Zee medio 1993 van start gegaan. Wat de werkwijze betreft is enerzijds aansluiting gezocht met de geregistreerde waterstanden in de peilmeetstations zelf, anderzijds met de modelmatig bepaalde samenhang van de basispeilen langs de kust. Vaste punten hierin zijn de inmiddels vastgestelde basispeilen in de hoofdstations. In het voorliggende interimrapport zal kort verslag worden gedaan van dit onderzoek en de uitkomsten hiervan. Hierin wordt de Nederlandse kust ten noorden van Vlissingen behandeld. De kust langs de Westerschelde en Zeeuws Vlaanderen alsmede de eindrapportage zullen in 1994 worden voltooid.

In het navolgende zal een korte samenvatting van het onderzoek naar de basispeilen in de hoofdstations worden gegeven (hoofdstuk 2). Vervolgens zal dieper worden ingegaan op het vervolgonderzoek naar de maatgevende peilen en overschrijdingsfrequentielijnen in het kustgebied ten noorden van Hoek van Holland (hoofdstuk 3). Tot slot volgt een toelichting op overschrijdingsfrequentielijnen van hoogwaterstanden (hoofdstuk 4).

2. Basispeilen

Mede aanleiding tot het onderzoek is de aanbeveling in het eindrapport van de Deltacommissie (1960) het onderzoek naar de hoogte van de basispeilen voort te zetten wanneer meer waarnemingsmateriaal beschikbaar is. In 1984 is een hernieuwd statistisch onderzoek van start gegaan dat ten doel had de overschrijdingsfrequentielijnen van de hoogwaterstanden zoals door de Deltacommissie vastgesteld, te actualiseren. Dit onderzoek is uitgevoerd door een werkgroep waarin het Centrum voor Wiskunde en Informatica (het vroegere Mathematisch Centrum), het KNMI en de Rijkswaterstaat zitting hadden (lit.1).

De beginselen van de veiligheidstheorie van de Deltacommissie, met name de definitie van het basispeil en van de veiligheid van de verschillende kustgebieden, hebben in het onderzoek niet ter discussie gestaan. Het onderzoek concentreerde zich grotendeels op de statistische uitwerking van recente meetreeksen; de uitwerking is daarbij aangepast aan de nieuwste statistische inzichten. Dit houdt enerzijds in dat de waarnemingen op een meer statistisch gefundeerde wijze zijn geselecteerd, waarbij de homogeniteit van het waarnemingsmateriaal en de verwijdering van de auto-correlatie centraal stonden. Anderzijds zijn verschillende statistische methoden gebruikt en geëvalueerd. De voorkeur is gegeven aan de zogenaamde verdelingsvrijemethode (VVM-0) omdat hierin a priori geen bepaalde verdeling hoeft te worden aangenomen waaraan de waarnemingen zelf moeten voldoen.

Conform de werkwijze van de Deltacommissie is de statistische analyse aangevuld met een onderzoek naar de fysische samenhang van de stormvloedstanden langs de Nederlandse kust. Een nieuw element in deze analyse, die door het Rijksinstituut voor Kust en Zee in 1992 is uitgevoerd, is de inzet van fysisch-mathematische modellen; hiermee kan de waterbeweging worden gesimuleerd onder tot nu toe niet voorgekomen meteorologische condities. Deze condities zijn verkregen door windvelden van reeds opgetreden zware stormen in tijd, duur en intensiteit te variëren. Op deze wijze is een verzameling van waterstanden langs de kust verkregen die reiken tot hoger dan de basispeilen.

De modelsimulaties hadden ten doel de waterstandsrelatie tussen Hoek van Holland en de andere onderzochte getijstations te bepalen. Deze relaties worden weergegeven door de zogenaamde betrekkinglijnen (zie [2]). Door uit te gaan van het basispeil te Hoek van Holland dat op basis van statistisch onderzoek alleen is bepaald, konden de basispeilen in de andere getijstations bepaald worden. Hierbij werden de betrekkinglijnen aangesloten op de waarnemingen (via het 10^{-1} kwantiel: de waterstand met een overschrijdingsfrequentie van eens per 10 jaar).

Hoek van Holland als referentiestation ligt voor de hand enerzijds gezien de min of meer centrale ligging van dit station langs de Nederlandse kust, anderzijds omdat de andere hoofdstations invloed ondervinden van de aanwezigheid van estuaria, intergetijdegebieden en het Engels Kanaal. In het onderzoek van de Deltacommissie was Hoek van Holland ook een centrale rol toebedeeld.

In overleg met het KNMI is tevens voor een tweede serie fictieve windvelden de waterbeweging gesimuleerd; ditmaal is de positie gevarieerd van het windveld dat tot de stormramp van 1953 heeft geleid. Met een eenvoudiger bewerking dan de voorgaande zijn wederom uit relaties met Hoek van Holland schattingen verkregen van het basispeil in de andere hoofdstations. De statistische en fysische analyses hebben geresulteerd in onderling verschillende schattingen van het basispeil in de beschouwde getijstations. Er bestaan echter geen aanwijzingen dat de uitkomsten van één der analyses kan worden genegeerd. Een zo volledig mogelijke afweging is daarom gemaakt van alle beschikbare informatie, zowel vanuit de statistiek van de afzonderlijke meetreeksen als vanuit de fysische relaties van stormvloedstanden langs de kust. De uitkomsten van de verschillende analyses zijn gewogen aan de hand van geschatte onzekerheden. De resultaten van de weging zijn opgenomen in de navolgende tabel. In juni 1993 heeft de minister de geactualiseerde waarden van de basispeilen vastgesteld.

.....
tabel 2.1

Basispeilen: volgens de Deltacommissie
 en geactualiseerd (1985.0)

Station	Basispeilen Deltacommissie NAP + [cm]	Basispeilen 1985.0 NAP + [cm]
Vlissingen	565	545
Hoek van Holland	500	500
Den Helder	505	440
Harlingen	580	500
Delfzijl	640	615
West-Terschelling	530	430

De bijgestelde basispeilen gelden voor de situatie in het jaar 1985, vandaar de extensie "1985.0". Bij een toetsing of ontwerp van een waterkering zullen in verband met hoogwaterstijging de bijgestelde peilen niet actueel zijn; in de vorm van een toeslag dienen daarom de peilen te worden geactualiseerd naar het jaar waarop de toetsing of het ontwerp betrekking heeft. Voor de berekening van deze toeslag wordt verwezen naar het binnenkort te verschijnen boek "Hydraulische randvoorwaarden voor primaire waterkeringen" alsmede naar de hieraan ten grondslag liggende literatuur [4].

3. Ontwerppeilen

3.1 Inleiding

De bijgestelde basispeilen in de hoofdstations zijn de bouwstenen voor het vaststellen van de maatgevende peilen en overschrijdingsfrequentielijnen langs de gehele Nederlandse kust. Aansluitend op het onderzoek naar de basispeilen is medio 1993 hiermee een begin gemaakt. Daartoe is een viertal deelgebieden onderscheiden:

- * *het Waddengebied en de Eems-Dollard*, een ruimtelijk gevarieerd gebied waarvan de fysische eigenschappen duidelijk afwijken van de rest van de Nederlandse zeekust. Het gebied vereist dan ook aandacht voor de complexe verdeling van de basispeilen en ontwerppeilen.
- * *de Hollandse kust tussen Hoek van Holland en Den Helder*. Dit deel van de Nederlandse kust wordt ook wel de gesloten kust genoemd.
- * *de Noordzeekust langs de Zuidhollandse en Zeeuwse eilanden* (in het vervolg ook wel het Deltagebied genoemd). Kenmerkend voor dit deelgebied zijn de afsluitingen van de zeearmen na 1960 die grote invloed hebben gehad op de waterbeweging en waterstanden; hierdoor zijn de beschikbare meetreeksen te kort voor een statistische bewerking. De sluitingsstrategie van de waterkering van de Oosterschelde vereist aandacht.
- * *de Westerschelde*, een fysisch complex deelgebied waar verdiepingen en veranderingen van de komberging ten gevolge van menselijke ingrepen in het verleden de waterstanden sterk beïnvloed hebben.

In het vervolgonderzoek zijn per deelgebied de basis- en ontwerppeilen bepaald. In dit onderzoek zijn de eerste drie bovengenoemde deelgebieden beschouwd; het vierde deelgebied inclusief de Zeeuws-Vlaamse kust zijn momenteel nog in onderzoek.

In de tekst wordt regelmatig de term 10^{-1} of 10^{-4} "kwantielschatting" gebruikt. Hiermee wordt de schatting bedoeld van de waterstand met een overschrijdingsfrequentie van respectievelijk 10^{-1} per stormseizoen en 10^{-4} per stormseizoen. Deze kwantielen worden zowel uit de statistiek van een afzonderlijke meetreeks als uit fysische waterstandsrelaties afgeleid.

3.2 Algemene aanpak

basispeilen in uitvoerpunten van het model

Voor wat nu in het vervolgonderzoek de werkwijze in de verschillende deelgebieden betreft, geldt het volgende gemeenschappelijke kenmerk. In het voorgaande onderzoek zijn de geactualiseerde basispeilen in de vijf hoofdstations en West-Terschelling het resultaat van een weging van de resultaten van het statistisch en het fysisch onderzoek (zie hoofdstuk 2). In het fysisch modelonderzoek waren twee onderzoeksmethoden te

onderscheiden die ieder een 10^{-4} kwantielschatting als resultaat hadden:

- * een aanpak waarin de fysische relaties zijn gegrond op modelsimulaties van de storm van 1953 waarvan het windveld geometrisch is gevarieerd.
- * een aanpak waarin de fysische relaties zijn gegrond op modelsimulaties van verschillende stormen die in intensiteit, duur en aanvangstijd zijn gemanipuleerd.

De voorgenoemde weging had dus betrekking op drie 10^{-4} kwantielschattingen. Conform deze methode volgt voor het basispeil van IJmuiden NAP+5.10 m.

In het vervolgonderzoek is de ruimtelijke verdeling van de maatgevende peilen volledig gestoeld op enkel de laatst genoemde fysische werkwijze. Aan de nadere invulling van de peilen langs de gehele kust liggen de basispeilen ten grondslag in de zeven meetstations Delfzijl, West-Terschelling, Harlingen, Den Helder, IJmuiden, Hoek van Holland en Vlissingen. De verdere invulling vond plaats op basis van de betrekkingen van waterstanden tussen een groot aantal stations zoals die gevonden zijn in het fysische modelonderzoek. In dit onderzoek zijn modelmatig per deelgebied 9 (voor het Deltagebied 11) verschillende stormen gesimuleerd waarmee voor een groot aantal peilstations en andere modeluitvoerpunten de waterstandsrelaties zijn bepaald. Voor de Westelijke Waddenzee (inclusief West-Terschelling), de gesloten Hollandse kust en de Noordzeekust langs de Zuidhollandse en Zeeuwse eilanden zijn de relaties ten opzichte van Hoek van Holland bepaald. Voor de oostelijke Waddenzee gold het peilmeetstation West-Terschelling als referentie. Evenals in het voorgaande fysisch onderzoek zijn de gevonden fysische relaties aangesloten op de waarnemingen via het 10^{-1} -kwantiel. Dit sluit aan op de grondgedachte van de gehele werkwijze dat modelsimulaties aanvullende informatie leveren over de waterstandsrelatie in het frequentiebereik waar waarnemingen ontbreken. Deze aansluiting is exact te bepalen voor de peilmeetstations waar waarnemingen van hoogwaterstanden beschikbaar zijn. Voor de andere uitvoerlocaties in het model die niet een peilmeetstation vertegenwoordigen, zijn de correcties ten behoeve van de aansluiting geïnterpoleerd en hiermee de relaties aangepast. Uit de op deze manier verkregen betrekkingen volgen bij aflezing van het reeds vastgestelde basispeil bij Hoek van Holland dan wel bij West-Terschelling de 10^{-4} kwantielschatting voor een groot aantal andere locaties.

basispeilverdeling langs de gehele kust

Op tussengelegen locaties langs de kusten waar geen uitvoerpunten in het model zijn gedefinieerd en daarmee geen vergelijkbaar hoeveelheid modelresultaten beschikbaar waren, zijn de 10^{-4} kwantielen geschat via interpolatie. Deze interpolatie verschilt per gebied; in de Waddenzee blijken de 10^{-4} kwantielen in een ruimtelijk plat vlak te liggen. Op basis hiervan kon op ieder willekeurig punt langs de Friese en Groningse kust een schatting van het 10^{-4} kwantiel worden gemaakt. Voor de gesloten Hollandse kust en de Noordzeekust langs de Zuidhollandse en Zeeuwse eilanden is het verloop herleid uit de stormvloedpeilverdeling van een representatieve storm die de waterstandsrelaties tijdens basispeilomstandigheden goed weergeeft tussen de uitvoerpunten in het model.

Voor de vijf hoofdstations, IJmuiden en West-Terschelling konden de 10^{-4} kwantielen uit de ruimtelijke verdeling worden vergeleken met de basispeilen die door weging tot stand zijn gekomen. Op basis van de verschillen is op de ruimtelijke verdeling van het 10^{-4} kwantiel een correctie toegepast zodanig dat de 10^{-4} kwantielen in de voorgenoemde peilmeetstations overeen kwamen met de corresponderende basispeilen.

In het Delta-kustgebied is de correctie uitgevoerd op de verdeling van de hoogwateropzet van een representatieve storm. De gecorrigeerde opzet tezamen met het gemiddelde hoogwater leverde dan in de hoofdstations het gewogen basispeil. Deze werkwijze is gevolgd in verband met de sterke ruimtelijke variaties in het gemiddelde hoogwater.

ontwerppeilen in uitvoerpunten van het model

Naast de basispeilen zijn ook de ontwerppeilen bepaald. Dit heeft als volgt plaats gevonden. Op basis van de basispeilen (10^{-4} kwantielen) en de uit de waarnemingen afgeleide $5 \cdot 10^{-1}$ en 10^{-1} -kwantielen kunnen voor de peilmeetstations de frequentielijnen worden samengesteld. Hiervoor is de zogenaamde Pareto-verdeling gebruikt (zie hoofdstuk 4). Uit deze frequentielijnen kunnen de verschillende ontwerppeilen in de peilmeetstations worden afgeleid.

Tevens kunnen rechte betrekkinglijnen worden samengesteld aangezien de 10^{-1} -kwantielen en basispeilen (10^{-4} kwantielen) bekend zijn. In de Waddenzee en Eems-Dollard zijn deze ten opzichte van het station West-Terschelling bepaald. Ook uit deze betrekkinglijnen volgt een peil voor de betreffende ontwerppeilfrequentie. Dit peil blijkt te verschillen van het ontwerppeil dat volgt uit de samengestelde frequentielijn. Het verschil wordt groter naarmate de afstand tot West-Terschelling toeneemt. Dit fenomeen is te verklaren uit het feit dat de relatief sterk gekromde frequentielijn van West Terschelling via rechte betrekkinglijnen vertaald kunnen worden naar frequentielijnen op de andere locaties. Deze lijnen bevatten dus de invloed van het kromlijng karakter van de frequentielijn van West-Terschelling waardoor deze krommer zijn dan de -formele-frequentielijnen volgens de Pareto-verdeling.

Het voorgenoemde verschil is in de peilmeetstations bekend. Voor de andere uitvoerpunten in het model is dit verschil via interpolatie te bepalen. Dit gevonden verschil is nu gebruikt om het ontwerppeil dat in deze locaties kan worden afgelezen uit de betrekkinglijnen met het station West-Terschelling, te corrigeren.

Voor het Delta-kustgebied is een aanpak gekozen gelijk aan die waarmee de basispeilen zijn bepaald. De eerder genoemde hoogwateropzetten zijn met een factor vermenigvuldigd zodanig dat bij optelling van het gemiddelde hoogwater het ontwerppeil wordt bereikt.

ontwerppeilverdeling langs de gehele kust

Voor het ontwerp of de toetsing van een waterkering is de verdeling van het ontwerppeil langs de gehele kust van belang. Daarom zijn voor verschillende ontwerppeilfrequenties de kwantielen in alle uitvoerlocaties afgeleid volgens de hierboven geschetste methoden.

In de Waddenzee en de Eems-Dollard is aan de hand van isolijnen de verdeling bepaald van de kwantielen met de frequentie's 10^{-4} (ontwerppeil van de meest noordelijke polders van Noord-Holland en de gesloten kust), $2,5 \cdot 10^{-4}$ (ontwerppeil Wieringen, Texel, de Friese en Groningse kust en het Deltagebied) en $5 \cdot 10^{-4}$ (ontwerppeil van de Waddenellanden). Zodoende is het volledig verloop van het ontwerppeil langs de kust bekend. De verdelingen van de kwantielen zijn weergegeven in figuur 1 t/m 3 voor de Waddenzee en de Eems-Dollard.

Voor de gesloten Hollandse kust is in figuur 4 het verloop van het basispeil (gelijk aan het ontwerppeil) weergegeven langs de lijn Hoek van Holland - Den Helder.

Van het Deltagebied is in figuur 5 en 6 het ruimtelijk verloop van het basispeil respectievelijk het ontwerppeil ($2,5 \cdot 10^{-4}$ -kwantiel) weergegeven.

3.3 Onderbouwing van de resultaten.

Naast de voorgenoemde berekeningen is verder modelonderzoek verricht ter onderbouwing van de gevonden resultaten. In het navolgende zal hier kort op worden ingegaan; in de eindrapportage zal uitgebreider toelichting plaatsvinden.

Voor de Waddenzee is de waterstand voor het hele gebied in kaart gebracht in de periode waarin het hoogwater zich door het gebied verplaatst. Hieruit volgde dat de eilanden alleen in de beginfase van de opbouw van de opzet een verlagende invloed hebben op de waterstanden pal achter de eilanden. Op het beeld dat verkregen is door in één overzicht alle (op verschillende tijdstippen optredende) maximale waterstanden te plotten, blijkt dat de gebieden achter de eilanden nauwelijks achterblijven bij de overige gebieden. Er volgt een gelijkmatige groei van hoogste peilen van noordwest naar zuidoost waarin vrijwel geen patroon van dieptes, ondieptes en eilanden te onderscheiden is.

Ter onderbouwing van de gevonden ruimtelijke verdeling van de basispeilen aan de gesloten Hollandse kust zijn met uniforme windvelden uit verschillende windrichtingen de opzetten berekend met een waterbewegingsmodel. De windrichtingen varieerden van 265° tot 360° met een interval van 15° . De opzetten die hieruit volgden, zijn gewogen op basis van de fractieverdeling van de windrichtingen uit de stormkalender, dit om tot één karakteristieke opzetverdeling te komen. Vervolgens is het opzetverloop langs de kust aangepast zodat bij het gemiddeld hoogwater het basispeil in Hoek van Holland wordt bereikt. Hierdoor ontstaat er een verdeling van waterstanden die te vergelijken is met de gevonden basispeilverdeling. De resultaten blijken goed overeen te komen met de gevonden basispeilen.

De uitkomsten in het Delta-kustgebied zijn op verschillende manieren onderbouwd. In de eerder genoemde representatieve storm zijn enkele variaties in de opgetreden windsnelheid en windrichting aangebracht zodanig dat de wind iets noordwestelijker en krachtiger werd. Variaties in windsnelheid en -richting blijken weinig invloed op de uitkomsten te hebben zodat gesteld kan worden dat de resultaten niet sterk stormafhankelijk zijn.

Tevens zijn er nog twee stormen gesimuleerd waarbij de getijwerking was uitgeschakeld. Het betrof hier een zuiver westen- en een noordwestenwind. Deze simulaties leverden twee opzetverlopen voor de twee windrichtingen waartussen de maatgevende superstorm zal liggen. Dit beeld, dat niet gestoord wordt door de getijdebeweging maar waarin ook geen getij-opzet interactie in is verwerkt, past goed bij de gevonden resultaten.

3.4 Uitkomsten van het onderzoek

In de tabellen 3.1 t/m 3.4 zijn de uitkomsten van het onderzoek opgenomen voor de huidige peilmeetstations; de bijgestelde basis- en ontwerppeilen hebben de extensie "1985.0" meegekregen, dit ter onderscheid van de waarden vastgesteld door de Deltacommissie (zie hoofdstuk 2).

In de tabellen zijn ook de oude waarden van de Deltacommissie opgenomen. Er ontbreken enkele stations waarvoor de Deltacommissie wel basis- en ontwerppeilen heeft afgegeven; deze komen in het huidige netwerk van peilmeetstations niet meer voor. Daarentegen zijn aan de Noordzezijde van de Waddeneilanden nu wel peilmeetstations aanwezig en in de tabellen opgenomen. Voor deze peilmeetstations zijn tevens de overschrijdingsfrequentielijnen bepaald. In de bijlagen zijn de overschrijdingslijnen afgebeeld van Vlissingen en de peilmeetstations ten noorden daarvan. In tabel 3.5 is een overzicht gegeven van de set overschrijdingsfrequenties voor deze stations.

De ontwerppeilen zijn door de Deltacommissie afgeleid van de basispeilen door een zogenaamde economische reductie in rekening te brengen. Nadien zijn de ontwerppeilen vertaald in een stormvloedpeil met een zekere overschrijdingskans. In het onderzoek zijn de waarden volgens de laatstgenoemde definitie berekend; de economische reductie van de Deltacommissie is hier niet toegepast maar kan wel worden afgeleid uit de gegevens.

In de tabellen 3.6 t/m 3.18 wordt de verdeling van het ontwerppeil langs de kusten ten noorden van Vlissingen in stappen van 5 [cm] opgegeven. Er is voor gekozen de peilen te laten verspringen ter hoogte van een strand- of dijkpaal dan wel een markante locatie zoals een kustplaats of de grens tussen twee polders. Voor de positie van deze palen en locaties wordt verwezen naar de topografische kaarten van Wolters-Noordhof (Grote Topografische Atlas van Nederland, 2e editie 1989).

Voor bepaalde kust- of dijkvakken langs de Waddenzee (bijvoorbeeld die van Texel) is de kilometrering niet op deze kaarten weergegeven. De overgangen van het ontwerppeil bevinden zich hier ter plaatse van een dijkpaal (hectometerpaal); voor de exacte positie hiervan wordt verwezen naar de betreffende beheerder van de waterkering. Bij de koppen van de Waddeneilanden kan er sprake zijn van een steil waterstandsverloop; de ontwerppeilen verspringen hier met 10 [cm].

In de eindrapportage zal de verdeling van de ontwerppeilen in figuren worden weergegeven op een topografisch ondergrond; in dit interimrapport wordt volstaan met enkel een presentatie in tabelvorm.

Het kan voorkomen dat binnen één kustvak of langs dezelfde dijk verschillende ontwerppeilen gelden. De vrijheid bestaat om bij toetsing of ontwerp gedetailleerd de verdeling van het ontwerppeil te volgen dan wel voor het beschouwde kustvak of de dijk één ontwerppeil aan te houden.

3.5 Bespreking verloop van de pellen

Voor de kust langs de Westelijke Waddenzee gelden aanzienlijk lagere pellen dan die destijds zijn afgegeven door de Deltacommissie. Dit beeld kwam reeds naar voren in de studie naar de basispeilen van de hoofdstations. Voor een diepgaander beschrijving van de mogelijke oorzaken wordt verwezen naar het rapport over de basispeilen ([3]).

Opmerkelijk is het peilverschil tussen de Noordzee- en de Waddenzee-kust van de eilanden. Was volgens de Deltacommissie het peil aan de Noordzee-zijde van de eilanden gelijk aan die aan de Waddenzee-zijde, volgens het fysisch onderzoek nemen de stormvloedpeilen in zuidoostelijke richting toe. Hierop schijnt de aanwezigheid van de Waddeneilanden weinig invloed uit te oefenen. De zeegaten bevatten voldoende capaciteit opdat de waterstand in de Waddenzee het peil in de Noordzee kan volgen. Het effect is een hoger peil aan de binnenzijde van de eilanden dan aan de buitenzijde.

In het meer oostelijk deel van de Waddenzee en in de Eems-Dollard zijn de verschillen tussen de bijgestelde ontwerppeilen en de ontwerppeilen volgens de Deltacommissie gematigder dan in de Westelijke Waddenzee. Er is een sterke gradiënt van het ontwerppeil in landinwaartse richting van het Eems-Dollard-estuarium.

In vergelijking met de uitkomsten van de Deltacommissie valt op dat tussen Hoek van Holland en IJmuiden de basispeilen niet veel veranderen. De lichte verhoging van het basispeil in dit gebied die de Deltacommissie constateerde, is door het hernieuwde onderzoek bevestigd.

Ten noorden van IJmuiden nemen de verschillen echter in noordelijke richting toe: volgens het vernieuwde onderzoek nemen de basispeilen af terwijl in het onderzoek van de Deltacommissie deze tot Den Helder min of meer gelijk bleven.

Uit het fysisch onderzoek blijkt dat er sprake is van een opzetverloop met een maximum tussen Scheveningen en IJmuiden; aan weerszijde nemen de opzetten af. In noordelijke richting (vanaf IJmuiden) gebeurt dit in sterkere mate dan in zuidelijke richting. De belangrijkste verklaring hiervoor is het oriëntatieverschil tussen de gesloten kust ten noorden en die ten zuiden van IJmuiden.

Het voorgaande betekent voor bijvoorbeeld de Pettemer Zeewering een significante reductie van het ontwerppeil; het nieuwe ontwerppeil voor Petten (1985.0) bedraagt nu NAP+4.65 [m] terwijl in het ontwerp van de Pettemer Zeewering destijds is uitgegaan van een ontwerppeil van NAP+5.05 [m].

Ook in het Deltagebied zijn sterke reducties in het basispeil uit het onderzoek voortgekomen. Bij de vaststelling van het basispeil in het hoofdstation Vlissingen kwam daar een reductie van 20 cm ten opzichte van de Deltacommissie naar voren (zie [3]). Echter de Deltacommissie ging er van uit dat er voor het station Westkapelle een basispeil gold dat slechts 10 cm lager was dan dat in Vlissingen. Het normale getijverschil tussen deze stations bedraagt al 25 cm. Verder is er ook een toename van opzet in oostelijke richting. Dit samen resulteert in een verschil van basispeil van 40 cm tussen deze stations in plaats van de eerder genoemde 10 cm. Deze sterkere reductie van het basispeil ter hoogte van Westkapelle werkt door in noordelijke richting, hetgeen ook uit de tabellen is op te maken. Van Hoek van Holland naar Vlissingen nemen de opzetten af en de hoogwaters toe. Dit resulteert in een langzaam toenemend basispeil in zuidelijke richting waarbij ook een zeer gelijkmatig verloopende gradiënt in oostelijke richting waar te nemen is.

4. Toelichting op de overschrijdingslijnen

In het hernieuwde statistisch onderzoek naar de overschrijdingskansen van buitengewoon hoge stormvloedstanden (lit. 1) zijn een aantal statistische modellen toegepast, waaronder de GPV-verdeling (gegeneraliseerde Pareto-verdeling) en de zgn. verdelingsvrije methode, aangeduid als VVM-O. Bij de verdelingsvrije methode wordt, in tegenstelling tot het GPV-model, niet een bepaalde kansverdeling opgelegd aan de geselecteerde waarnemingen. In lit.1 werd gekozen voor de uitkomsten volgens deze verdelingsvrije methode.

De uiteindelijk vastgestelde basispeilen zijn, behoudens die van Hoek van Holland, verkregen door weging van de uitkomsten van het statistisch onderzoek (VVM-O-methode) en het fysisch-mathematisch modelonderzoek en door interpolatie m.b.v. fysisch-mathematische modellen (hoofdstuk 2 en 3).

Als gevolg van deze procedure zijn de overschrijdingslijnen voor de hoofdstations, zoals die zijn gegeven in lit.1, niet de uiteindelijk vastgestelde en dienen derhalve te worden aangepast. Het verdelingsvrije model op geselecteerde gegevens is daarbij niet mogelijk, omdat de overschrijdingslijn "gedwongen" wordt door het vastgestelde 10^{-4} -kwantiel te gaan. Daarom is er voor gekozen de overschrijdingslijnen te construeren m.b.v. de GPV-verdeling. Dit heeft het voordeel dat de volledige lijn kan worden berekend voor alle stormvloedstanden boven de gekozen drempelwaarde en gegeven kan worden in formulevorm. De waarde van de uitkomsten volgens het VVM-O-model is daarmee niet teniet gedaan, omdat die impliciet verwerkt is in de vastgestelde basispeilen. In lit.1, aanhangsel 3, wordt tevens de verwantschap aangegeven tussen het GPV-model en het VVM-O-model. Het GPV-model kent 3 parameters en ligt daarmee vast als 3 punten gegeven zijn waar de verdeling aan moet voldoen. Om een uniforme aanpak te krijgen is voor alle peilmeetstations uitgegaan van het $5 \cdot 10^{-1}$ -kwantiel, het 10^{-1} -kwantiel en het 10^{-4} -kwantiel (basispeil). De eerste twee zijn zo goed mogelijk uit de (geselecteerde) waarnemingen afgeleid. Daarbij is rekening gehouden met de onderlinge samenhang van de stations en de invloed van de beschikbare (beperkte) lengte van de meetreeksen door vergelijking met de uitkomsten van overeenkomende deelreeksen van de stations waarvoor reeksen van ca. 100 jaar beschikbaar zijn. Waar nodig is daarbij gebruik gemaakt van waarnemingen na 1985.

De bijlagen 1 t/m 27 geven van alle betrokken peilmeetstations de overschrijdingslijnen voor de toestand in het jaar 1985. De overschrijdingslijnen geven het verband tussen het stormvloedpeil en het gemiddelde aantal keren per stormseizoen dat dat peil wordt overschreden. Voor overschrijdingsfrequenties kleiner dan 10^{-1} per stormseizoen is deze overschrijdingsfrequentie bij voldoende benadering gelijk aan de overschrijdingskans per stormseizoen; dit deel van de overschrijdingslijn is in de figuren getrokken. Voor het deel van de lijn tussen de frequenties $5 \cdot 10^{-1}$ en 10^{-1} geldt deze gelijkheid niet. Omwille van de duidelijkheid van de figuren is dit deel van de lijn weggelaten, behalve voor de stations waarvan geen gegevens beschikbaar zijn van vóór 1985; daar zijn deze lijnstukken

gestreept weergegeven. In de definitieve rapportage worden de parameters gegeven om deze lijnstukken te berekenen.

De statistische uitkomsten zijn gebaseerd op geselecteerde waarnemingen (stormseizoen en DS4-onafhankelijkheid, zie lit.1). Stormvloed kunnen ook optreden buiten dit stormseizoen, echter de kans daarop is gering, zeker voor de kleine kanswaarden, zodat daar de overschrijdingskans per jaar gelijk gesteld kan worden aan de overschrijdingskans per stormseizoen. In de figuren zijn verder de empirische (uit de waarnemingen geschatte) overschrijdingsfrequenties gegeven van de geselecteerde hoogwaterstanden en van alle hoogwaterstanden. De overschrijdingslijnen sluiten in beginsel aan op de empirische overschrijdingslijnen van de geselecteerde waarnemingen. Als men voor bepaalde toepassingen niet geïnteresseerd is in kansen, maar puur in het aantal malen dat een bepaald niveau wordt overschreden, dus ook meerdere overschrijdingen gedurende één storm tellen even zwaar mee, dan dienen de overschrijdingsfrequenties te worden afgeleid uit het verloop van de empirische overschrijdingslijnen voor alle hoogwaterstanden. Dat is bijvoorbeeld het geval voor de zgn. grenspellen (overschrijdingsfrequentie van $5 \cdot 10^{-1}$ per jaar)

In sommige gevallen lijken de getrokken overschrijdingslijnen iets minder goed aan te sluiten bij de empirische overschrijdingslijnen van de geselecteerde HW-standen; dit is dan het gevolg van de invloed van de periode waarover gegevens beschikbaar waren.

Literatuurlijst

- [1] Dillingh, D., Haan, L., Helmers, R., Können, G.P., Malde, J. van, 1993
De basispeilen langs de Nederlandse kust: statistisch onderzoek
rapport DGW 93-023
- [2] Philippart, M.E., Pwa, S.T. en de Ronde, J.G., 1993
De basispeilen langs de Nederlandse kust: fysisch onderzoek
rapport DGW 93-025
- [3] Urk, A. van, 1993
De basispeilen langs de Nederlandse kust: eindverslag
rapport DGW 93-026
- [4] Dillingh, D. en Heinen, P.F., 1994 Zeespiegelstijging,
getijverandering en Deltaveiligheid. Rapport RIKZ/94.026

Lijst van figuren

- 1 Verdeling van 10^{-4} kwantiel in de Waddenzee en de Eems-Dollard
- 2 Verdeling van $2.5 \cdot 10^{-4}$ kwantiel in de Waddenzee en de Eems-Dollard
- 3 Verdeling van $5 \cdot 10^{-4}$ kwantiel in de Waddenzee en de Eems-Dollard
- 4 Verdeling van 10^{-4} kwantiel langs de gesloten kust
- 5 Verdeling van 10^{-4} kwantiel in de Zuid-Hollandse en Zeeuwse Delta
- 6 Verdeling van $2.5 \cdot 10^{-4}$ kwantiel in de Zuid-Hollandse en Zeeuwse Delta

Lijst van tabellen

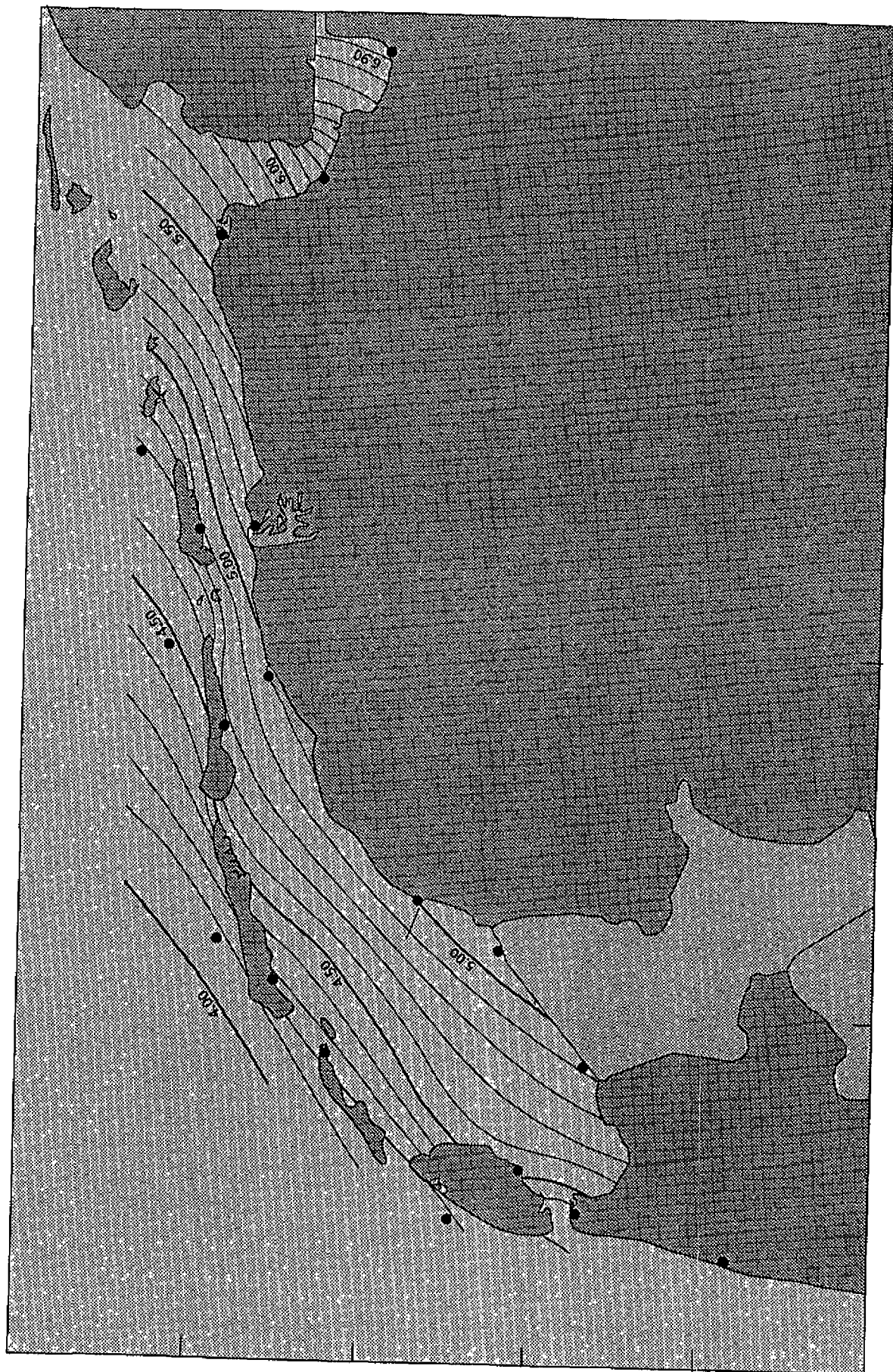
- | | |
|------|---|
| 3.1 | Basis- en ontwerppeilen in de peilmeetstations langs de Noordhollandse, Friese en Groningse kust |
| 3.2 | Basis- en ontwerppeilen in de peilmeetstations langs de Waddeneilanden |
| 3.3 | Basis- en ontwerppeilen in de peilmeetstations langs de gesloten Hollandse kust |
| 3.4 | Basis- en ontwerppeilen in de peilmeetstations langs de deltakust |
| 3.5 | Overzicht van de complete set overschrijdingsfrequenties voor de peilmeetstations langs de Nederlandse kust |
| 3.6 | Verloop van het ontwerppeil langs de Eems en de Dollard (vanaf Delfzijl) |
| 3.7 | Verloop van het ontwerppeil langs de Groningse kust tussen Eemshaven en Delfzijl |
| 3.8 | Verloop van het ontwerppeil langs de Waddenzeekust van Groningen |
| 3.9 | Verloop van het ontwerppeil langs de Friese kust |
| 3.10 | Verloop van het ontwerppeil langs de Afsluitdijk |
| 3.11 | Verloop van het ontwerppeil langs de Waddenzeekust van Noord-Holland |
| 3.12 | Verloop van het ontwerppeil langs de kust van Texel |
| 3.13 | Verloop van het ontwerppeil langs de kust van Vlieland |
| 3.14 | Verloop van het ontwerppeil langs de kust van Terschelling |
| 3.15 | Verloop van het ontwerppeil langs de kust van Ameland |
| 3.16 | Verloop van het ontwerppeil langs de kust van Schiermonnikoog |
| 3.17 | Verloop van het ontwerppeil langs de gesloten Hollandse kust (Noord- en Zuid-Holland) |
| 3.18 | Verloop van het ontwerppeil langs de kust van de Zuid-Hollandse en Zeeuwse eilanden |

Lijst van bijlagen

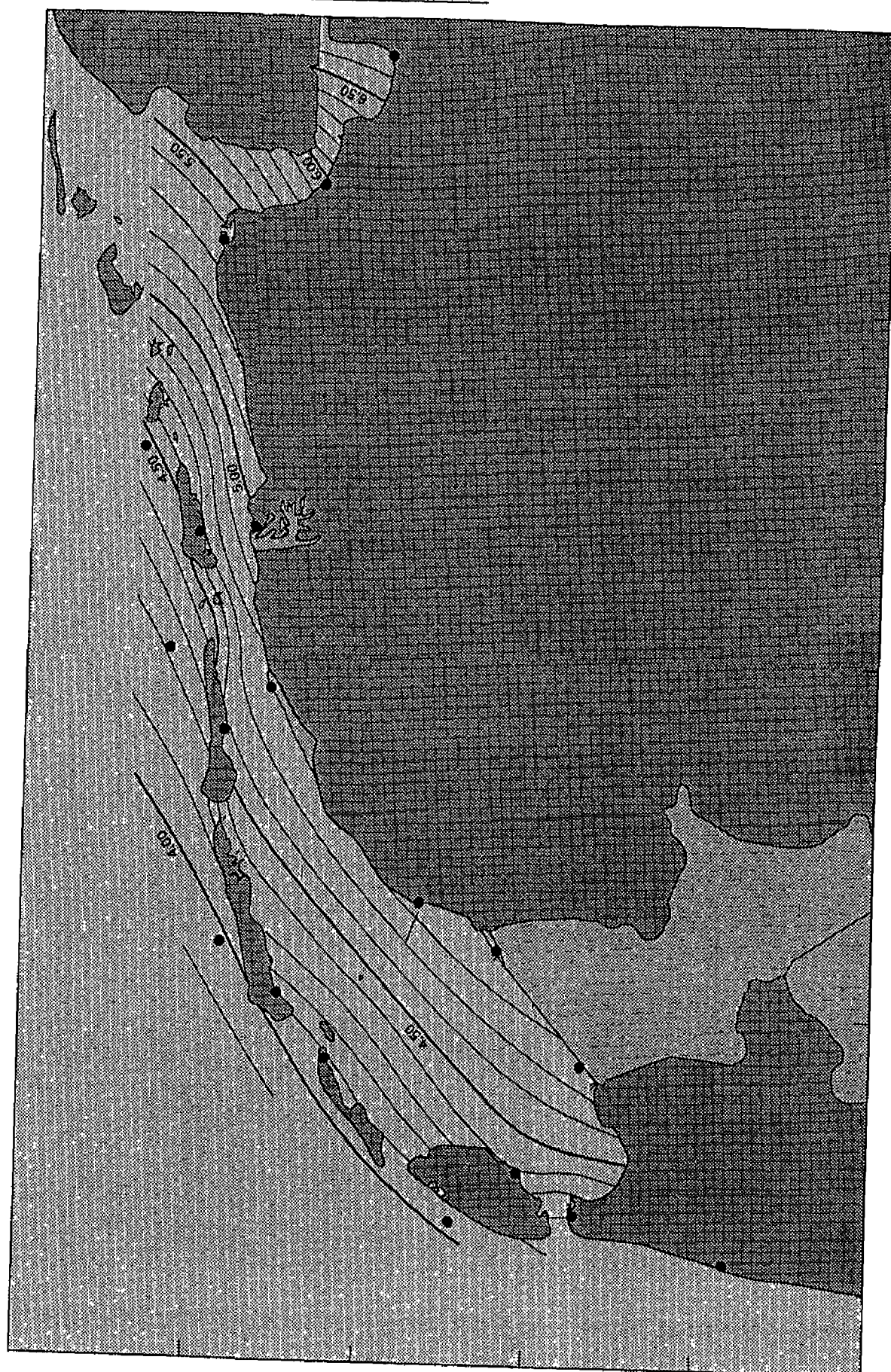
- 1 Overschrijdingsfrequentielijn van hoogwaterstanden van Vlissingen
- 2 Overschrijdingsfrequentielijn van hoogwaterstanden van Westkapelle
- 3 Overschrijdingsfrequentielijn van hoogwaterstanden van Roompot Buiten
- 4 Overschrijdingsfrequentielijn van hoogwaterstanden van Brouwershavense gat 08
- 5 Overschrijdingsfrequentielijn van hoogwaterstanden van Haringvlietsluizen
- 6 Overschrijdingsfrequentielijn van hoogwaterstanden van Hoek van Holland
- 7 Overschrijdingsfrequentielijn van hoogwaterstanden van Scheveningen
- 8 Overschrijdingsfrequentielijn van hoogwaterstanden van IJmuiden
- 9 Overschrijdingsfrequentielijn van hoogwaterstanden van Petten-zuid
- 10 Overschrijdingsfrequentielijn van hoogwaterstanden van Den Helder
- 11 Overschrijdingsfrequentielijn van hoogwaterstanden van Texel-Noordzee
- 12 Overschrijdingsfrequentielijn van hoogwaterstanden van Terschelling- Noordzee
- 13 Overschrijdingsfrequentielijn van hoogwaterstanden van Wierumergronden
- 14 Overschrijdingsfrequentielijn van hoogwaterstanden van Huibertgat
- 15 Overschrijdingsfrequentielijn van hoogwaterstanden van Oudeschild
- 16 Overschrijdingsfrequentielijn van hoogwaterstanden van Vlielandhaven
- 17 Overschrijdingsfrequentielijn van hoogwaterstanden van West-Terschelling
- 18 Overschrijdingsfrequentielijn van hoogwaterstanden van Nes
- 19 Overschrijdingsfrequentielijn van hoogwaterstanden van Schiermonnikoog

- | | |
|----|--|
| 20 | Overschrijdingsfrequentielijn van hoogwaterstanden van Den Oever |
| 21 | Overschrijdingsfrequentielijn van hoogwaterstanden van Kornwer-
derzand |
| 22 | Overschrijdingsfrequentielijn van hoogwaterstanden van Harlingen |
| 23 | Overschrijdingsfrequentielijn van hoogwaterstanden van Holwerd |
| 24 | Overschrijdingsfrequentielijn van hoogwaterstanden van Lauwers-
oog |
| 25 | Overschrijdingsfrequentielijn van hoogwaterstanden van Eemshaven |
| 26 | Overschrijdingsfrequentielijn van hoogwaterstanden van Delfzijl |
| 27 | Overschrijdingsfrequentielijn van hoogwaterstanden van Nieuw
Statenzijl |

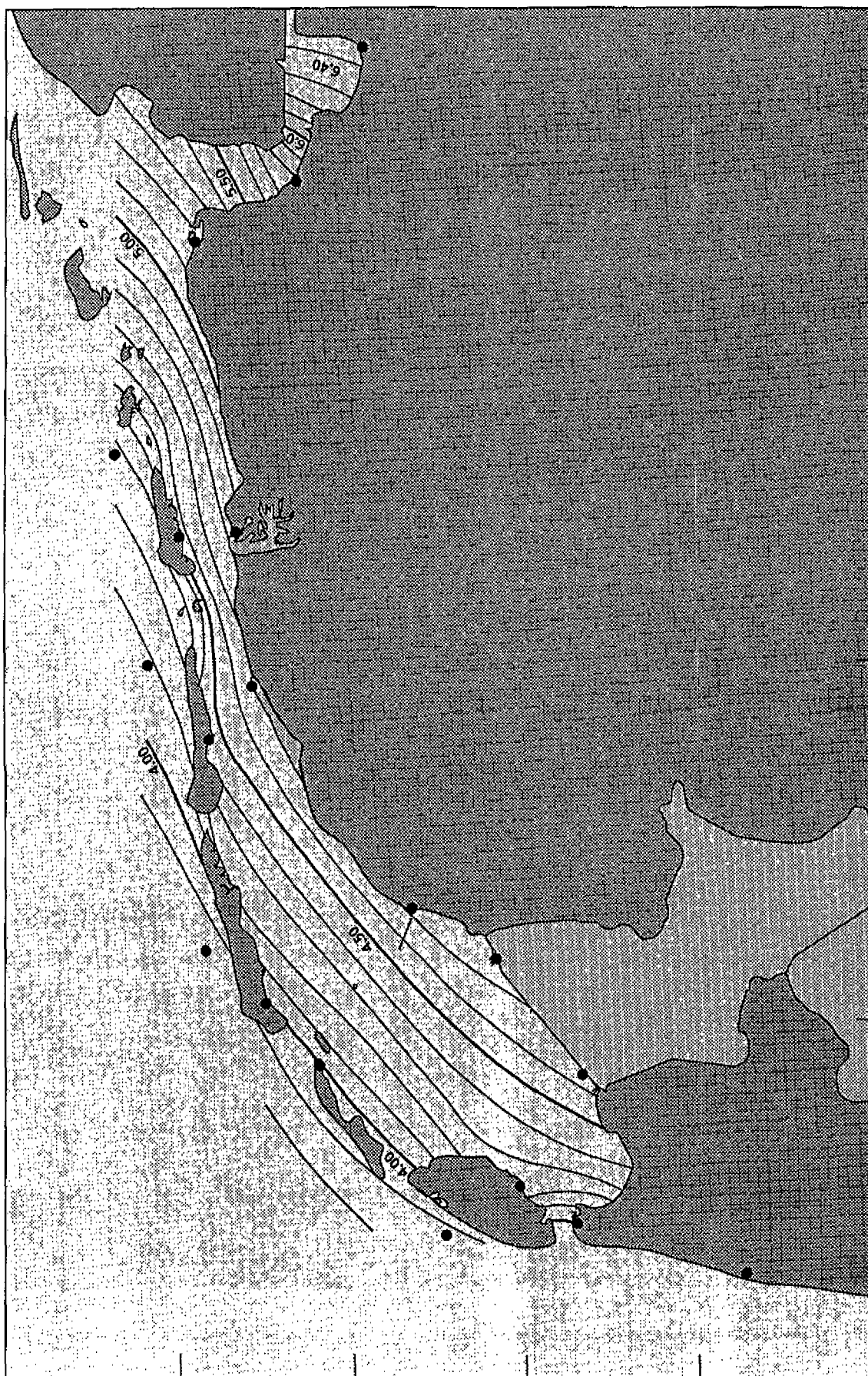
Figuren



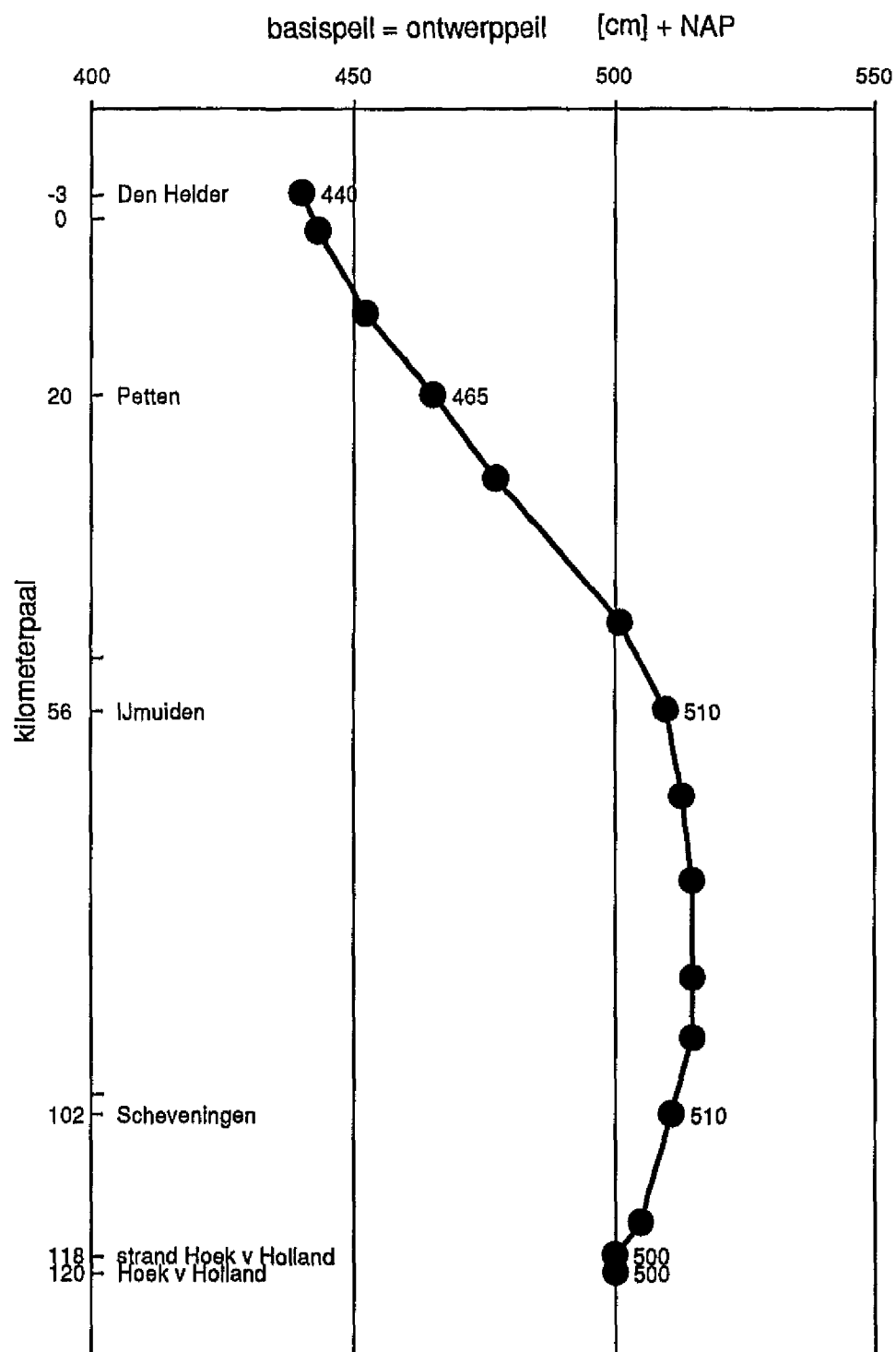
figuur 1 Verdeling van 10^{-4} kwantiel in de Waddenzee en de Eems-Dollard



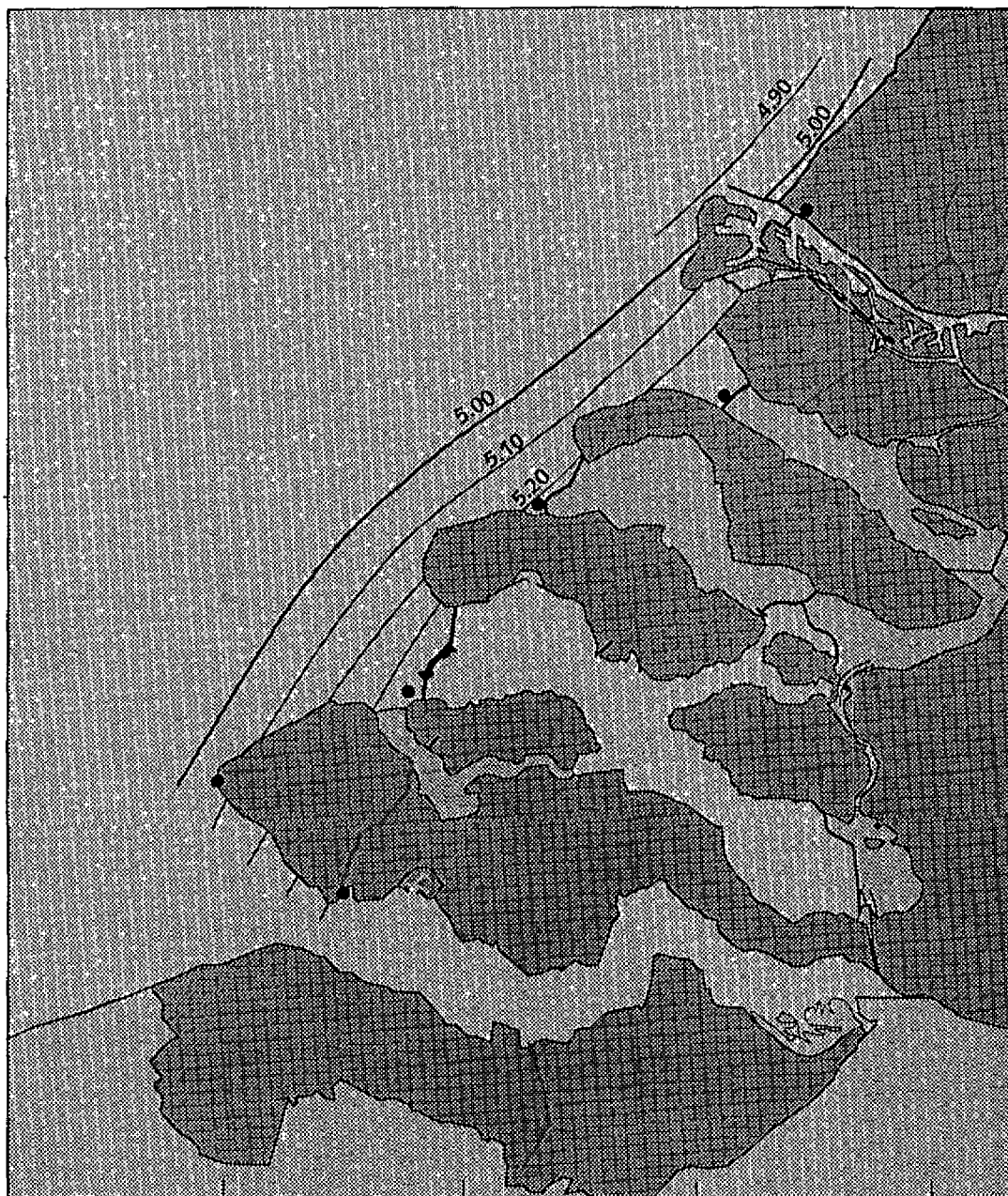
figuur 2 Verdeling van $2.5 \cdot 10^{-4}$ kwantiel in de Waddenzee en de Eems-Dollard



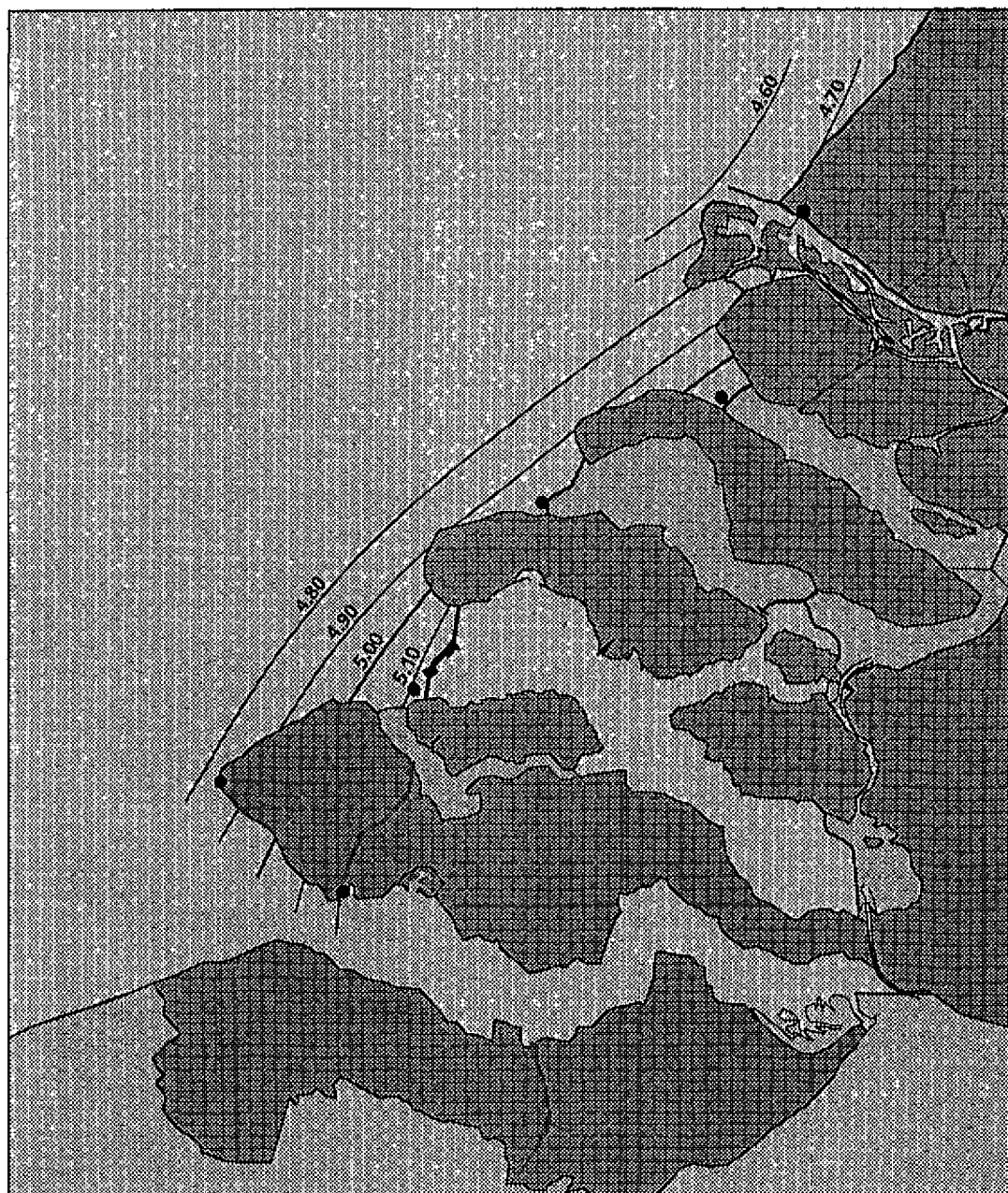
figuur 3 Verdeling van $5 \cdot 10^{-4}$ kwantiel in de Waddenzee en de Eems-Dollard



figuur 4 Verdeling van 10^{-4} kwantiel langs de gesloten kust



figuur 5 Verdeling van 10^{-4} kwantiel in de Zuid-Hollandse en Zeeuwse Delta



figuur 6 Verdeling van $2.5 \cdot 10^{-4}$ kwantiel in de Zuid-Hollandse en Zeeuwse Delta

Tabellen

peilmeetstation	Deltacommissie			1985.0			verschil ¹⁾		kwantielen t.o.v. NAP					
	basispeil [cm] + NAP	ontwerppeil [cm] + NAP	economische reductie [cm]	basispeil [cm] + NAP	ontwerp- peil [cm] + NAP	frequentie ontwerppeil [1/jaar]	basispeil [cm]	ontwerp- peil [cm]	gemiddeld HW 1991.0 [cm]	5.10 ⁻¹ [cm]	10 ⁻¹ [cm]	10 ⁻² [cm]	10 ⁻³ [cm]	10 ⁻⁵ [cm]
Den Helder	505	505	0	440	440	10 ⁻⁴	-65	-65	58	219	269	333	390	484
Den Oever (Wieringen)	585	545	40	495	475	2.5 10 ⁻⁴	-90	-70	72	261	318	388	446	536
Den Oever (Afsluitdijk)	585	525	60	495	455	7 10 ⁻⁴	-90	-70	72	261	318	388	446	536
Kornwerderzand	590	530	60	510	475	7 10 ⁻⁴	-80	-55	86	290	347	414	468	544
Harlingen	580	550	30	500	485	2.5 10 ⁻⁴	-80	-65	95	295	347	409	459	532
Holwerd ²⁾	565	535	30	495	475	2.5 10 ⁻⁴	-70	-60	104	285	334	395	448	531
Lauwersoog ³⁾	625	605	20	515	495	2.5 10 ⁻⁴	-110	-110	102	296	347	411	466	554
Eemshaven	4)	4)		560	540	2.5 10 ⁻⁴	-	-	118	306	362	435	501	615
Delfzijl	640	620	20	615	595	2.5 10 ⁻⁴	-35	-35	135	340	406	487	556	664
Nieuw Statenzijl	720	700	20	695	670	2.5 10 ⁻⁴	-25	-30	148	375	450	544	625	754

tabel 3.1 Basis- en ontwerppeilen in de peilmeetstations langs de Noordhollandse, Friese en Groningse kust:
volgens de Deltacommissie en volgens het hernieuwde onderzoek; kwantielschattingen uit de DS4 geselecteerde meetreeksen.

- 1) verschil tussen nieuwe peil en opgave door de Deltacommissie
2) vergeleken met Nieuwe Bildt uit het rapport van de Deltacommissie
3) vergeleken met Zoutkamp uit het rapport van de Deltacommissie
4) geen opgave door de Deltacommissie

peilmeetstation	Deltacommissie			1985.0			verschil ¹¹		kwantilen t.o.v. NAP					
	basispeil [cm] + NAP	ontwerppeil [cm] + NAP	econom. reductie [cm]	basispeil [cm] + NAP	ontwerp- peil [cm] + NAP	frequentie ontwerp- peil [jaar]	basispeil [cm]	ontwerp- peil [cm]	gemid- deld HW 1991.0 [cm]	5.10 ⁻¹ [cm]	10 ⁻¹ [cm]	10 ⁻² [cm]	10 ⁻³ [cm]	10 ⁻⁵ [cm]
Den Helder	505	505	0	440	440	10 ⁻⁴	-65	-65	58	219	269	333	390	484
Oudeschild	520	490	30	455	440	2.5 10 ⁻⁴	-65	-50	63	234	289	356	411	494
Vlieland-haven	520	470	50	425	400	5 10 ⁻⁴	-95	-70	83	243	290	345	388	450
West-Terschelling	530	480	50	430	405	5 10 ⁻⁴	-100	-75	83	248	296	351	395	456
Nes	560	510	50	480	450	5 10 ⁻⁴	-80	-60	104	282	327	384	436	520
Schiermonnikoog	565	515	50	490	460	5 10 ⁻⁴	-75	-55	104	282	332	393	446	527
Texel Noordzee	21	21		420					74	219	265	323	374	456
Terschelling Noordzee	21	21		405					83	224	270	325	369	433
Wierumergronden	21	21		445					90	245	288	344	396	487
Huibertgat	21	21		465					94	250	294	354	411	518

tabel 3.2 Basis- en ontwerppeilen in de peilmeetstations langs de Waddeneilanden:
volgens de Deltacommissie en volgens het hernieuwde onderzoek; kwantielschattingen uit de DS4 geselecteerde meetreeksen.

¹¹ verschil tussen nieuwe peil en opgave door de Deltacommissie

²¹ geen opgave door de Deltacommissie

peilmeetstation	Deltacommissie			1985.0			verschil ¹⁾		kwantielen t.o.v. NAP					
	basispeil	ontwerppeil	economi- sche reductie	basispeil	ontwerp- peil	frequentie ontwerppeil	basispeil	ontwerppeil	gemiddeld HW 1991.0	5.10 ⁻¹	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁶
	[cm] + NAP	[cm] + NAP	[cm]	[cm] + NAP	[cm] + NAP	[1/jaar]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
Hoek van Holland	500	500	0	500	500	10 ⁻⁴	0	0	111	253	294	357	425	581
Scheveningen	535	540 ²⁾	0	510	510	10 ⁻⁴	-25	-30	107	260	302	366	435	590
IJmuiden	515	515	0	510	510	10 ⁻⁴	-5	-5	97	242	287	356	429	596
Petten-Zuid	3)	3)		465	465	10 ⁻⁴	-	-	81	227	275	341	404	523
Den Helder	505	505	0	440	440	10 ⁻⁴	-65	-65	58	219	269	333	390	484

tabel 3.3 Basis- en ontwerppeilen in de peilmeetstations langs de gesloten Hollandse kust volgens de Deltacommissie en volgens het hernieuwde onderzoek; kwantielchattingen uit de DS4 geselecteerde meetreeksen.

- ¹⁾ verschil tussen nieuwe peil en opgave door de Deltacommissie
²⁾ inclusief de door de Deltacommissie ingeschatte verhoging ten gevolge van afdammingen
³⁾ geen opgave door de Deltacommissie

peilmeet-station	Deltacommissie				1985.0			verschil ¹⁾		kwantielen t.o.v. NAP					
	basispeil [cm] + NAP	ontwerppeil ²⁾ [cm] + NAP	econ. reductie [cm]	verhoging t.g.v. afdamming [cm]	basispeil [cm] + NAP	ontwerppeil [cm] + NAP	freq. ontwerp- peil [1/jaar]	basis- peil [cm]	ontwerp- peil [cm]	gem. HW 1991.0 [cm]	5.10 ⁻¹ [cm]	10 ⁻¹ [cm]	10 ⁻² [cm]	10 ⁻³ [cm]	10 ⁻⁵ [cm]
Haringvliet 10	520	530	30	40	535	510	2.5 10 ⁻⁴	+ 15	-20	126	301	347	411	475	597
Brouwers- havensche Gat 08	525 ³⁾	535 ³⁾	30	40	520	495	2.5 10 ⁻⁴	-5	-40	144	289	333	395	458	583
Roompot buiten	535 ⁴⁾	545 ⁴⁾	30	40	535	510	2.5 10 ⁻⁴	0	-35	155	310	350	409	471	605
Westkapelle	545	525	30	10	505	485	2.5 10 ⁻⁴	-40	-40	179	307	345	399	452	558
Vlissingen	565	555	30	5	545	525	2.5 10 ⁻⁴	-20	-30	205	340	379	434	490	599

- ¹⁾ verschil tussen nieuwe peil en opgave door de Deltacommissie
²⁾ ontwerppeil Deltacommissie = basispeil - economische reductie + verhoging t.g.v. afdamming
³⁾ Repart
⁴⁾ kop Noord-Beveland

tabel 3.4 Basis- en ontwerppeilen in de peilmeetstations langs de kust van de Zuidhollandse en Zeeuwse eilanden volgens de Deltacommissie en volgens het hernieuwde onderzoek; kwantielschattingen uit de DS4 geselecteerde meetreeksen.

Station	overschrijdingsfrequentie (/jaar)																
	5.10-1	2.10-1	10-1	5.10-2	2.10-2	10-2	5.10-3	2.10-3	10-3	7.10-4	5.10-4	2,5.10-4	2.10-4	10-4	5.10-5	2.10-5	10-5
Vlissingen	340	362	379	396	418	434	451	473	490	498	507	523	528	545	562	583	599
Westkapelle	307	329	345	361	383	399	416	437	452	461	469	485	490	506	522	543	558
Roombpot burten	310	333	350	368	391	409	428	453	471	482	491	511	517	537	557	584	605
Brouwershavensche Gat	289	314	333	352	377	395	415	440	458	468	477	496	502	521	540	565	583
Haringvlietsluizen	300	324	342	360	385	404	424	449	469	480	489	510	516	537	558	586	607
Hoek van Holland	263	276	294	312	337	357	377	404	425	437	447	470	477	500	524	556	581
Scheveningen	260	284	302	321	346	366	386	414	435	447	457	480	487	510	534	566	590
IJmuiden	242	267	287	307	334	356	377	407	429	442	453	477	485	510	535	570	596
Petten zuid	227	255	275	296	322	341	361	386	404	414	423	441	447	465	483	506	523
Den Helder	219	248	269	289	315	333	351	374	390	398	406	421	426	440	454	471	484
Texel Noordzee	219	246	265	283	307	323	339	360	374	381	388	401	405	418	430	445	456
Terschelling Noordzee	224	251	270	288	310	325	339	367	389	375	381	392	395	405	414	426	433
Wierumergronden	245	270	288	306	328	344	361	382	396	404	411	426	430	444	457	475	487
Hubertgat	260	275	294	312	336	354	372	395	411	420	428	445	450	466	482	502	518
Oudeschild	234	266	289	311	337	356	374	396	411	419	426	440	444	457	469	484	494
Vlieland haven	243	271	290	308	330	345	359	377	388	394	400	410	413	423	432	443	450
West-Terschelling	248	276	295	314	336	351	366	384	395	402	407	417	421	430	439	449	456
Nes	282	308	327	345	368	384	401	421	436	443	450	464	468	481	494	509	520
Schiermonnikoog	282	311	332	352	376	393	411	431	446	453	460	473	478	490	502	517	527
Den Oever	261	294	318	340	368	388	407	430	446	454	462	477	481	495	508	524	536
Kornwerderzand	290	324	347	369	396	414	432	453	468	475	481	494	498	510	521	534	544
Harlingen	295	326	347	367	392	409	425	445	459	466	473	485	489	500	511	524	532
Holwerd	285	314	334	354	378	395	412	433	448	455	462	476	480	493	505	521	531
Lauwersoog	296	326	347	367	393	411	429	451	466	474	482	496	500	514	527	543	554
Eernshaven	306	338	362	385	414	435	456	482	501	511	520	538	544	561	578	599	615
Delfzijl	340	379	406	432	465	487	510	537	556	566	575	593	599	615	631	650	664
Nieuwe Statenzijl	375	419	450	480	517	544	570	602	625	637	647	669	675	695	714	738	754

tabel 3.5 Overeenkomstige hoogwaterstanden voor een aantal overschrijdingsfrequenties, uit de overschrijdingslijnen van de geselecteerde en naar 1995 herleide hoogwaterstanden

traject [locatie / dijkpaal]	plaats binnen traject	ontwerppeil [cm] + NAP	overschrijdings- frequentie ontwerppeil [/jaar]	toelichting trajectaanduiding
27 - 25	Delfzijl	595	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
25 - 22.3		600	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
22.3 - 21		605	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
21 - 19.5		610	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
19.5 - 17	Temunterzijl	620	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
17 - 15		625	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
15 - 13	Punt van Reide	635	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
13 ¹⁾ - 11		640	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
11 - 9		645	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
9 - 7		650	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
7 - 4.5		655	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
4.5 - 2		660	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
2 - 0		665	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
0 - ²⁾	Nieuwe Statenzijl	670	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
				¹⁾ Breebaart
				²⁾ Buiten-Aa (grens met Duitsland)

tabel 3.6 Verloop van het ontwerppeil langs de Eems en de Dollard (vanaf Delfzijl)

traject [locatie / dijkpaal]	plaats binnen traject	ontwerppeil [cm] + NAP	overschrijdings- frequentie ontwerppeil [1/jaar]	toelichting trajectaanduiding
41 - 39	Eemshaven	550	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
39 - 38		555	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
38 - 36.3		560	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
36.3 - 35.5		565	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
35.5 - 34.7	Hoogwatum	570	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
34.7 - 32		575	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
32 - 31		580	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
31 - 29		585	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
29 - 27	Delfzijl	590	$2.5 \cdot 10^{-4}$	

tabel 3.7 Verloop van het ontwerppeil langs de Groningse kust tussen Eemshaven en Delfzijl

traject [locatie / dijkpaal]	plaats binnen traject	ontwerppeil [cm] + NAP	overschrijdings- frequentie ontwerppeil [1/jaar]	toelichting trajectaanduiding
¹⁾ - 86 ²⁾		500	2.5 10 ⁻⁴	¹⁾ buitenhaven bij Lauwersoog langs de Marnewaard ³⁾ overgang Negenboerenpolder - Linthorst-Homanpolder ⁴⁾ langs de Linthorst-Homanpolder ⁵⁾ overgang Noord-polder en Lauwerpolder ⁶⁾ meest noordelijk knikpunt van de Emmapolderdijk ⁷⁾ overgang Emmapolderdijk - westelijke dijk Eemshaven
86 - 83 ²⁾		505	2.5 10 ⁻⁴	
83 - 73 ³⁾		510	2.5 10 ⁻⁴	
73 - 67 ⁴⁾		515	2.5 10 ⁻⁴	
67 - 61.4 ⁵⁾		520	2.5 10 ⁻⁴	
61.4 - 51 ⁶⁾		525	2.5 10 ⁻⁴	
51 - 48.5 ⁷⁾		530	2.5 10 ⁻⁴	
48.5 - 41	Eemshaven	540	2.5 10 ⁻⁴	

tabel 3.8 Verloop van het ontwerppeil langs de Waddenzee kust van Groningen

traject [locatie / dijkpaal]	plaats binnen traject	ontwerppeil [cm] + NAP	overschrijdings- frequentie ontwerppeil [jaar]	toelichting trajectaanduiding
¹⁾ - ²⁾ 15		490	$2.5 \cdot 10^{-4}$	¹⁾ aansluiting Afsluitdijk op de Friese kust
15 - ³⁾ 1	Harlingen	485	$2.5 \cdot 10^{-4}$	²⁾ langs Polder de Eendracht
1 - ⁴⁾ 10		480	$2.5 \cdot 10^{-4}$	³⁾ langs de Ried Polder
10 - ⁵⁾ 15		475	$2.5 \cdot 10^{-4}$	⁴⁾ Koehooi
15 - ⁶⁾ 15		470	$2.5 \cdot 10^{-4}$	⁵⁾ langs Polder de Koning
⁶⁾ - ⁷⁾ 2		475	$2.5 \cdot 10^{-4}$	⁶⁾ Zwarte Haan
2 - ⁸⁾ 12	Holwerd	480	$2.5 \cdot 10^{-4}$	⁷⁾ langs Noorderleegpolder nabij Nieuwe Bildt
12 - ⁹⁾ 9		485	$2.5 \cdot 10^{-4}$	⁸⁾ Wierum
9 - ¹⁰⁾ 4		490	$2.5 \cdot 10^{-4}$	⁹⁾ nabij Moddergat
4 - ¹¹⁾ 4	Lauwersoog	495	$2.5 \cdot 10^{-4}$	¹⁰⁾ langs Anjumer- en Lioessenserpolder
				¹¹⁾ buitenhaven bij Lauwersoog

tabel 3.9 Verloop van het ontwerppeil langs de kust van Friesland

traject [dijkpaal]	ontwerppeil [cm] + NAP	overschrijdings- frequentie ontwerppeil [jaar]	toelichting trajectaanduiding
¹⁾ - 5	455	$7 \cdot 10^{-4}$	¹⁾ Den Oever (Afsluitdijk)
5 - 12	460	$7 \cdot 10^{-4}$	
12 - 20	465	$7 \cdot 10^{-4}$	
20 - 25	470	$7 \cdot 10^{-4}$	
25 - ²⁾	475	$7 \cdot 10^{-4}$	
			²⁾ aansluiting Afsluitdijk op de Friese kust

tabel 3.10 Verloop van het ontwerppeil langs de Afsluitdijk

traject [dijkpaal]	plaats binnen traject	ontwerppeil [cm] + NAP	overschrijdings- frequentie ontwerppeil [jaar]	toelichting traject- en plaats aanduiding
¹⁾	Den Helder	445	10 ⁻⁴	¹⁾ haven van Den Helder
²⁾ - 2	Balgzanddijk	450	10 ⁻⁴	²⁾ begin van de Balgzanddijk
2 - 4		455	10 ⁻⁴	
4 - 6		460	10 ⁻⁴	
6 - 7		465	10 ⁻⁴	
7 - 9		470 / 450	10 ⁻⁴ / 2.5 10 ⁻⁴	
9 - 11	Amsteldiepdijk	475 / 455	10 ⁻⁴ / 2.5 10 ⁻⁴	³⁾ Oosterland/westelijke grens Den Oever
11 - 14		460	2.5 10 ⁻⁴	
14 - 18		465	2.5 10 ⁻⁴	
18 - 20 ³⁾		470	2.5 10 ⁻⁴	
20 - ⁴⁾	Den Oever	475	2.5 10 ⁻⁴	⁴⁾ Afsluitdijk bij Den Oever (Wieringen)

tabel 3.11 Verloop van het ontwerppeil langs de langs de Waddenzee kust van Noord-Holland

45

traject [strandpaal]	plaats binnen traject	ontwerppeil [cm] + NAP	overschrijdings- frequentie ontwerppeil [1/jaar]	toelichting trajectaanduiding
32 - 52	zuidkop van Vlieland en Noordzeekust	395	$5 \cdot 10^{-4}$	
52 - 32	noordkop van Vlieland en Oost-Vlieland	400	$5 \cdot 10^{-4}$	

tabel 3.13 Verloop van het ontwerppeil langs de kust van Vlieland

traject [strandpaal / dijkpaal (hmp)]	plaats binnen traject	ontwerppeil [cm] + NAP	overschrijdings- frequentie ontwerppeil [/jaar]	toelichting trajectaanduiding
pjn 0.33 - pl 0	westkop van Terschelling	400	$5 \cdot 10^{-4}$	¹¹ oostelijke uiteinde van de dijk van Terschelling
pl 0 - pl 1		395	$5 \cdot 10^{-4}$	
pl 1 - pl 5		390	$5 \cdot 10^{-4}$	
pl 5 - pl 9	Noordzeekust	385	$5 \cdot 10^{-4}$	
pl 9 - pl 17		390	$5 \cdot 10^{-4}$	
pl 17 - pl 24		395	$5 \cdot 10^{-4}$	
pl 24 - pjn 29		400	$5 \cdot 10^{-4}$	
pjn 29 - pl 30	oostkop van Terschelling	410	$5 \cdot 10^{-4}$	
pl 30 - hmp 134 ¹¹	Waddenzeekust	415	$5 \cdot 10^{-4}$	
hmp 134 - hmp 68		410	$5 \cdot 10^{-4}$	
hmp 68 - hmp 33		410	$5 \cdot 10^{-4}$	
hmp 33 - pjn 0.33	West-Terschelling	405	$5 \cdot 10^{-4}$	

tabel 3.14 Verloop van het ontwerppeil langs de kust van Terschelling

traject [strandpaal / dijkpaal]	plaats binnen traject	ontwerppeil [cm] + NAP	overschrijdings- frequentie ontwerppeil [jaar]	toelichting trajectaanduiding
pl 48 - pl 49	westkop van Ameland	430	5 10 ⁻⁴	
pl 49 - pl 2		420	5 10 ⁻⁴	
pl 2 - pl 11	Noordzeekust	410	5 10 ⁻⁴	
pl 11 - pl 18		415	5 10 ⁻⁴	
pl 18 - pjn 24		420	5 10 ⁻⁴	
pin 24 - pl 25.10	oostkop van Ameland	425	5 10 ⁻⁴	
pl 25.10 - pl 26		430	5 10 ⁻⁴	
pl 26 - pl 31	Nes Waddenzeekust	440	5 10 ⁻⁴	
pl 31 - pl 34		445	5 10 ⁻⁴	
pl 34 - pl 38		450	5 10 ⁻⁴	
pl 38 - pl 44		445	5 10 ⁻⁴	
pl 44 - pl 46		440	5 10 ⁻⁴	
pl 46 - pl 48		435	5 10 ⁻⁴	

tabel 3.15 Verloop van het ontwerppeil langs de kust van Ameland

traject [strandpaal / dijkpaal]	plaats binnen traject	ontwerppeil [cm] + NAP	overschrijdings- frequentie ontwerppeil [1/jaar]	toelichting trajectaanduiding
pl 10 ¹¹ - hp 1	westkop van Schiermonnikoog	455	5 10 ⁻⁴	¹¹ dijkpaal langs de dijk van Schiermonnikoog
hp 1 - pl 1.6		450	5 10 ⁻⁴	
pl 1.6 - pl 3		440	5 10 ⁻⁴	
pl 3 - pjn 14	Noordzeekust	430	5 10 ⁻⁴	
pn 14 - hp 16	oostkop van Schiermonnikoog	440	5 10 ⁻⁴	
hp 16 - hp 20		450	5 10 ⁻⁴	
hp 20 - pl 10 ¹¹	dijk Schiermonnikoog	460	5 10 ⁻⁴	

tabel 3.16 Verloop van het ontwerppeil langs de kust van Schiermonnikoog

traject [strandpaal]	plaats binnen traject	ontwerppeil [cm] + NAP	overschrijdings- frequentie ontwerppeil [/jaar]	toelichting trajectaanduiding
11 - 0	Den Helder	440	10 ⁻⁴	11 Koopvaarders Schutsluis in de haven van Den Helder
0 - 5	Huisduinen	445	10 ⁻⁴	
5 - 10		450	10 ⁻⁴	
10 - 14	Callantsoog	455	10 ⁻⁴	
14 - 18		460	10 ⁻⁴	
18 - 21	Petten	465	10 ⁻⁴	
21 - 25		470	10 ⁻⁴	
25 - 29		475	10 ⁻⁴	
29 - 33	Bergen aan Zee	480	10 ⁻⁴	
33 - 36		485	10 ⁻⁴	
36 - 40	Egmond aan Zee	490	10 ⁻⁴	
40 - 43		495	10 ⁻⁴	
43 - 47	Castricum aan Zee	500	10 ⁻⁴	
47 - 53	Wijk aan Zee	505	10 ⁻⁴	
53 - 64	Ijmuiden	510	10 ⁻⁴	
64 - 99	Katwijk aan Zee / Noordwijk aan Zee	515	10 ⁻⁴	
99 - 110	Scheveningen / Kijkduin	510	10 ⁻⁴	
110 - 117 ²⁾	Ter Heijde	505	10 ⁻⁴	2) Noorderdam
117 - 120 ³⁾		500	10 ⁻⁴	3) Hoek van Holland

tabel 3.17 Verloop van het ontwerppeil langs de gesloten Hollandse kust (Noord- en Zuid-Holland)

eiland	traject [locatie / dijkpaal]	plaats binnen traject	ontwerppeil [cm] + NAP	overschrijdings- frequentie ontwerppeil [/jaar]	toelichting trajectaanduiding
	-	Brielse dam	485	2.5 10 ⁻⁴	11 aansluiting Voorne op Haringvlietdam
Voorne	6 - 11		490	2.5 10 ⁻⁴	
	11 - 12		495	2.5 10 ⁻⁴	
	12 - 14		500	2.5 10 ⁻⁴	
	14 - 16 ¹⁾		505	2.5 10 ⁻⁴	
	-	Haringvlietdam	510	2.5 10 ⁻⁴	2) aansluiting Goeree op Haringvlietdam
Goeree	2 ²⁾ - 4		505	2.5 10 ⁻⁴	
	4 - 6		500	2.5 10 ⁻⁴	
	6 - 10		495	2.5 10 ⁻⁴	
	10 - 17.01		490	2.5 10 ⁻⁴	3) aansluiting Goeree op Brouwersdam
	17.01 - 3 ³⁾		495	2.5 10 ⁻⁴	
	-	Brouwersdam	495	2.5 10 ⁻⁴	
Schouwen	4 ⁴⁾ - 3.97		495	2.5 10 ⁻⁴	4) aansluiting Schouwen op Brouwersdam
	3.97 - 13.08		490	2.5 10 ⁻⁴	
	13.08 - 15.05		495	2.5 10 ⁻⁴	
	15.05 - 16.08		500	2.5 10 ⁻⁴	
	16.08 - 16.97		505	2.5 10 ⁻⁴	5) aansluiting Schouwen op Oosterscheldekering
	16.97 - 5 ⁵⁾		510	2.5 10 ⁻⁴	

tabel 3.18 Verloop van het ontwerppeil langs de kust van de Zuid-Hollandse en Zeeuwse eilanden - eerste deel

eiland	traject [locatie / dijkpaal]	plaats binnen traject	ontwerppeil [cm] + NAP	overschrijdings- frequentie ontwerppeil [1/jaar]	toelichting trajectaanduiding
	-	Oosterschelde kering	510	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
N-Beveland	¹⁾ - ²⁾		510	$2.5 \cdot 10^{-4}$	¹⁾ aansluiting Noord Beveland op Oosterscheldekering
	²⁾ - 4,5	Veersedam	510	$2.5 \cdot 10^{-4}$	²⁾ aansluiting Noord Beveland op Veersedam
	4,5 - ³⁾	Veersedam	505	$2.5 \cdot 10^{-4}$	³⁾ aansluiting Walcheren op Veersedam
Walcheren	³⁾ - 7		505	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
	7 - 9		500	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
	9 - 13.06		495	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
	13.06 - 16.12	Domburg	490	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
	16.12 - 23	Westkapelle	485	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
	23 - 24.99		490	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
	24.99 - 27.3	Zoutelande	495	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
	27.3 - 29.1		500	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
	29.1 - 31.1		505	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
	31.1 - 33.2		510	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
	33.2 - 35.1		515	$2.5 \cdot 10^{-4}$	
	35.1 - 38.1	Vlissingen	520	$2.5 \cdot 10^{-4}$	

tabel 3.18 Verloop van het ontwerppeil langs de kust van de Zuid-Hollandse en Zeeuwse eilanden - vervolg

Bijlagen

