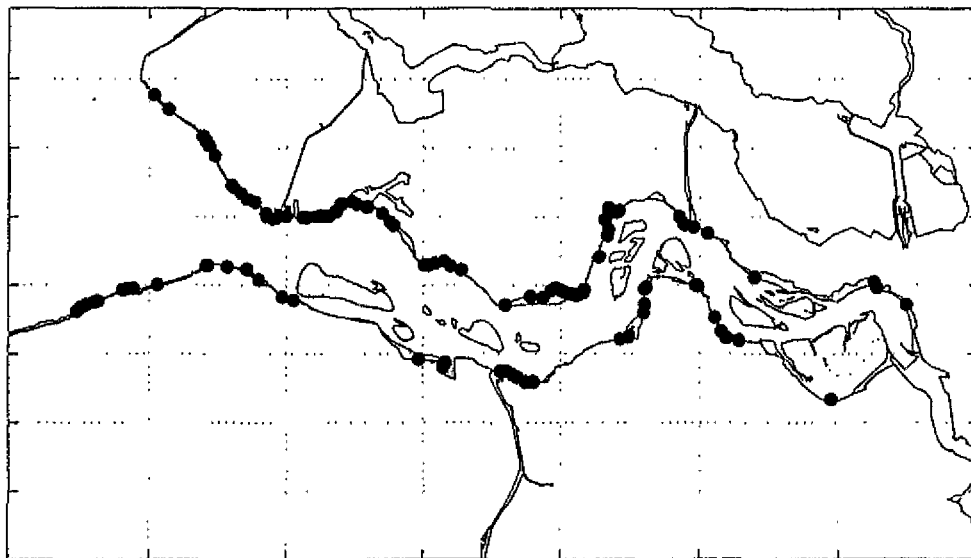


Golfrandvoorwaarden op de Westerschelde gegeven een 1/4000 windsnelheid (deel II)



Project: DIJKEKL
Rapport: RIKZ-98.018
Auteurs: A.T. Kamsteeg
J.H. Andorka Gal
J.G. de Ronde
J.C.M. de Jong

14 juli 1998

Inhoud

1 INLEIDING	5
2 RANDVOORWAARDEN EN MODELINSTELLINGEN	7
2.1 INLEIDING	7
2.2 REKENROOSTERS	7
2.3 BATHYMETRIE	7
2.4 RANDVOORWAARDEN	9
2.5 MODELINSTELLINGEN	10
3 BEPALING HYDRAULISCHE RANDVOORWAARDEN	11
3.1 INLEIDING	11
3.2 UITGANGSPUNTEN	11
3.3 PROCEDURE RANDVOORWAARDENBEREKENING	13
4 EFFECT VAN STROMING OP GOLVEN	21
4.1 INLEIDING	21
4.2 MODEL ASPEKTEN	21
4.3 ONZEKERHEDEN	22
4.4 AANPASSING VAN DE GOLFRANDVOORWAARDEN ALS GEVOLG VAN STROMING	22
4.5 EFFECT VAN STROMING OP GOLFRANDVOORWAARDEN	24
5 RESULTATEN	25
5.1 INLEIDING	25
5.2 RANDVOORWAARDENTABEL	25
5.3 OVERZICHT RANDVOORWAARDEN WESTERSCHELDE	27
5.4 PERIODEMAAT TPM	27
6 CONCLUSIES	29
LITERATUURLIJST	31
BIJLAGEN	33

1 Inleiding

Door het projectbureau Zeeweringen is aan het RIKZ gevraagd om, ten behoeve van het toetsen en eventueel ontwerpen van dijkbekledingen voor een ontwerp-frequentie van 1/4000 (gemiddeld één maal per 4000 jaar), nieuwe golfrandvoorwaarden te leveren voor de Westerschelde. De bekleding van een dijk wordt door golven aangevallen op verschillende niveaus. Dit houdt in dat er golfrandvoorwaarden nodig zijn bij verschillende waterstanden. *In deze gevallen is de waterstand willekeurig* en mag de 1/4000-ste belasting vertaald worden in een belasting behorende bij een 1/4000-ste wind situatie.

In het geval van een kruinhoogtebepaling heeft de hoogwaterstand een kans van voorkomen van 1/4000-ste en moet de "bijbehorende" golf- c.q. windrandvoorwaarde bepaald worden. Deze ligt meestal lager dan de 1/4000-ste golf- c.q. windrandvoorwaarde. Alleen via een probabilistische aanpak is te bepalen welke reductie mag worden toegepast. Deze reductie is afhankelijk van type randvoorwaarde, geografische situatie, faalmechanisme en constructie.

De bepaling van de randvoorwaarden in de Westerschelde is gesplitst in, deel 1 en deel 2. De bepaling van de randvoorwaarden beschreven in dit rapport is een vervolg op eerder geleverde randvoorwaarden. In 1997 zijn er randvoorwaarden voor 65 dijkvakken langs de Westerschelde geleverd [lit.1]. Dit rapport behandelt de randvoorwaardenberekening van de resterende 105 dijkvakken.

De bepaling van de randvoorwaarden deel 2 is in grote lijnen hetzelfde als deel 1. Er is gerekend met hetzelfde model en dezelfde instellingen. Wel is het aantal berekeningen en het aantal uitvoerpunten per dijkvak toegenomen. De gehele procedure van randvoorwaardenberekening is verder gestroomlijnd en geautomatiseerd. Dit maakt de resultaten ook objectiever en beter reproduceerbaar.

Alle berekeningen zijn in opdracht van RIKZ verricht door ALKYON Hydraulic Consultancy & Research [lit. 2].

2 Randvoorwaarden en modelinstellingen

2.1 Inleiding

De golfberekeningen zijn, evenals de eerdere berekeningen voor de Westerschelde [lit. 1], uitgevoerd met het golfmodel SWAN. SWAN is een wiskundig rekenmodel en staat voor *Simulating WAves Nearshore*. Het is ontwikkeld door de Technische Universiteit Delft [Lit. 3 en 4]. (Voor verdere details over het model SWAN zie Nota RIKZ-97.046 lit. 1).

In dit hoofdstuk wordt de opzet van het golfmodel voor de berekeningen Westerschelde II gegeven. Hierbij wordt ingegaan op de gebruikte roosters (2.2), de bathymetrie (2.3), de randvoorwaarden (2.4), de modelinstellingen (2.5) en de model correctie (2.6).

2.2 Rekenroosters

Voor de berekeningen met SWAN is het schelde bekken opgedeeld in verschillende deelgebieden. Het buitenste gebied heeft zijn offshore rand gelijk met de locatie van station Europlatform (EUR). Voor deze locatie is een relatief lange meetreeks beschikbaar. Door RIKZ is voor deze locatie de extreme waarden statistiek bepaald voor de golfhoogte H_s en de piekperiode T_p [Lit. 5 en Lit. 6].

Voor dit buitengebied is een rooster gedefiniëerd met een resolutie in geografische ruimte van 412,5 m x 500 m. Vanuit dit rooster worden golfrandvoorwaarden gegenereerd voor de monding van het Scheldebekken. Met die golfrandvoorwaarden worden verder de golfcondities op de Westerschelde uit gerekend. De golfcondities op de Westerschelde zelf worden volledig berekend op een 100 m x 100 m rooster (3 grote roosters in fig 2.1).

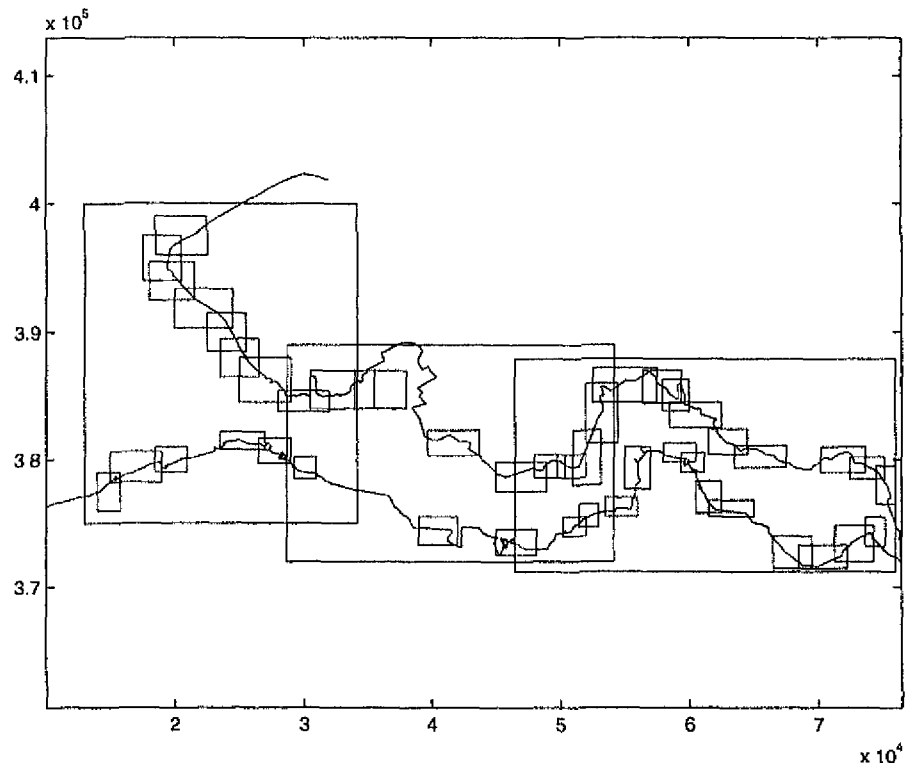
Voor het berekenen van de golfcondities op de dijkvaklocaties wordt een finer model met een rekengridgrootte gelijk aan de bodemgridgrootte (20 x 20 m) gebruikt (kleine roosters in fig 2.1).

2.3 Bathymetrie

Voor de bodem is gebruik gemaakt van een verbeterde versie van de bodemschematisatie die is gebruikt voor de golfberekeningen Westerschelde deel I [lit. 1]. De plekken waarvoor in het eerste deel van de golfberekeningen Westerschelde een fictieve waarde van 1,5 m + NAP is aangenomen [lit. 1] zijn nu zoveel mogelijk aangevuld met raaimetingen en andere gegevens. Voor twee gebieden is de schematisatie aangepast.

De bodem voor dijkvak 24-22 in dijkkring 32 (het Zwin) was nog niet eerder geschematiseerd, omdat een groot deel van het Zwin in België ligt. Voor het Zwin is voor deze studie een aparte schematisatie gemaakt.

Fig 2.1 Rekenroosters Westerschelde



Het Zwin bestaat uit een groot vlak gedeelte aan de zuidwest kant, begrensd door een van Noordwest naar Zuidoost lopende geul. Het vlakke Zuidwestelijke deel van het Zwin is geschematiseerd als een vlakte van 2.7 m + NAP.

Een andere aanpassing van de bodem is gedaan voor het land van Saeftinge. In het oostelijke deel van het land van Saeftinge ligt een zanddam met daarop gasleidingen enkele honderden meters voor de hoofdwaterkering. Deze dam zou bij de 1/4000 condities bezwijken. Er is daarom besloten deze dam uit de bodemschematisatie te halen om de golfcondities voor de hoofdwaterkering te berekenen.

Omdat er mogelijk in de planperiode van 50 jaar een veranderde hoogteligging van de slikken en platen te verwachten is, door bijvoorbeeld een gewijzigde baggerstrategie, heeft de directie Zeeland beslist een conservatieve schatting aan te houden.

Op een aantal punten is de bestaande schematisatie daarom verlaagd:

- Voor de monding van de Westerschelde (Zuidkust van Walcheren en Westkust van Zeeuws-Vlaanderen) tot aan de lijn Vlissingen-Breskens is een verlaging toegepast afhankelijk van de specifieke situatie per gebied (Roelse 1997, Werkdocument RIKZ/AB-97.853x). Hierbij is onder andere gekeken naar lokatie van suppleties en de basis kustlijn ligging.
- Voor het Westelijk deel van de Westerschelde (van Vlissingen-Breskens tot Ossenisse) is een verlaging toegepast van de platen en slikken met 0,5 m.
- Voor het Oostelijk deel van de Westerschelde een verlaging van de slikken met 0,5 m en voor de platen een verlaging van 1,0 m.
- De Hoogteligging van het verdrongen land van Saeftinge blijft ongewijzigd.

2.4 Randvoorwaarden

Golfrandvoorwaarden

De golfrandvoorwaarden voor de berekeningen worden, evenals voor de golfberekeningen op de Westerschelde deel I, bepaald uit 'Golfrandvoorwaarden langs de Nederlandse kust op diep water' [Lit. 5] en 'Randvoorwaarden voor golfperioden langs de Nederlandse kust' [Lit. 6], voor het station Europlatform (EUR). De golfrandvoorwaarden worden bepaald voor condities met een kans op voorkomen van 1/4000 per jaar. Dit resulteert in een significante golfhoogte op de offshore rand van 8,16 m en een piekperiode van 13,0 sec. De richtingsspreiding voor deze berekeningen wordt gesteld op 25° (standaard voor 1/4000 per jaar condities, zie tabel 2.1).

Tabel 2.1 Golfrandvoorwaarden

Buitenrand condities	1/ 4000 per jaar
H_s	8,16 m
T_{piek}	13,0 s
Richtingsspreiding	25°
Waterstanden	2 m, 4 m en 6 m + NAP

Windrandvoorwaarden

Volgens Wieringa en Rijkooft [Lit. 7] en de Ronde en van Urk [Lit. 8] gelden voor de omnidirectionele windsnelheden 34 m/s voor het buitengebied en 33 m/s voor het binnengebied.

De windsnelheden zijn, net als bij de randvoorwaardenberekening Westerschelde deel I, variërend voor verschillende windrichtingen. De windsnelheid die bij een windrichting hoort is echter anders dan bij de randvoorwaardenberekening Westerschelde deel I. De ruimtelijke verdeling van de omnidirectionele windsnelheid met overschrijdingsfrequentie van 1/1000 per jaar (Wieringa en Rijkooft [lit. 7]) is gecombineerd met de windsnelheid/windrichtingstatistiek te Schiphol. Deze statistiek is vervolgens vertaald naar Vlissingen (Memo DWW 8-9-1997). De windrichting en bijbehorende windsnelheid voor de Westerschelde is gepresenteerd in tabel 2.2.

Tabel 2.2 Windrandvoorwaarden

Windrichting	Windsnelheid buitengebied	Windsnelheid binnengebied
30	20	19
60	21	20
90	20	19
120	19	17
150	20	19
180	24	23
210	29	28
240	32	31
270	34	33
285	33	32
300	32	31
315	29	28
330	26	25
360	22	21

Randvoorwaarden voor dijkvak

Om de maatgevende windrichting per dijkvak te bepalen zijn voor elk dijkvak, om de 250 meter, uitvoerpunten op het grove (100 x 100 m) rooster gekozen. Voor elk dijkvak is gekeken bij welke windrichting(en) de H_s het hoogst is. Ook is er gekeken of de piekperiode bij aanliggende richtingen hoger is. Zo is er een range van 3 tot 5 windrichtingen per detailgebied bepaald. Deze windrichtingen zijn doorgerekend op het fijne (20 x 20 m) rooster.

Waterstanden

De randvoorwaarden worden voor drie waterstanden afgegeven: +2 m NAP, +4 m NAP en +6 m NAP. Deze waterstanden worden respectievelijk aangeduidt met L (laag), M (midden) en H (hoog).

2.5 Modelinstellingen

In SWAN kunnen verschillende fysische processen voor de groei en dissipatie gedefinieerd worden. Voor de SWAN berekeningen in de Westerschelde is gebruik gemaakt van SWAN cycle 2 versie 30.62. De berekeningen zijn uitgevoerd volgens de standaard instellingen (tabel 2.3).

Tabel 2.3 Modelinstellingen

Fysisch proces	Referentie	instelling
Lineaire windgroei	Cavaleri & Malanotte-Rizzoli (1981)	staat niet aan (= 0)
Exponentiele windgroei	Komen et.al. (1984)	
Whitcapping	Komen et.al. (1984)	$c_{ds2} = 2.36e-5$
Quadruplet interactie	Hasselmann et. al. (1985)	$grw_{max} = 0.1$
Triad interactie	Elderberky (1996)	$\alpha_{EB} = 0.25$
Breken op ondiep water	Battjes & Janssen (1978)	$\gamma = 0.73$
Bodemwrijving	Hasselmann et. al. JONSWAP (1973)	$C_{bottom} = 0.038 \text{ m}^2 \text{ s}^{-3}$

In het SWAN model is het mogelijk om de resolutie in zowel de spectrale richtingen als in de spectrale frequentieruimte in te stellen. Vanwege lokale golfgroei in de Westerschelde is het bereik in de frequentieruimte bepaald op 0,03 Hz tot 0,8 Hz. Dit bereik is verdeeld in 30 logaritmische deelintervallen. Deze SWAN standaard is aangehouden om nog voldoende resolutie te behouden in de frequentieruimte.

In de spectrale richtingen ruimte worden alle richtingen meegenomen. De verdeling hier wordt gemaakt in 36 gelijke stappen van 10° . Met deze instellingen zijn eerder goede resultaten behaald (o.a. Andorka 1996 [Lit. 9]).

3 Bepaling Hydraulische Randvoorwaarden

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt beschreven welke hydraulische randvoorwaarden worden geleverd en hoe deze randvoorwaarden tot stand zijn gekomen. De procedure van randvoorwaardenbepaling wijkt enigszins af van de procedure die gehanteerd werd in de randvoorwaardenberekening Westerschelde deel I.

In fig. 3.1 is schematisch weergegeven hoe de bepaling van de randvoorwaarden in zijn werk gaat. In het vervolg van dit hoofdstuk zullen de verschillende fasen verder besproken worden.

3.2 Uitgangspunten

Op enkele punten wijkt de randvoorwaardenberekening af van deel I van de randvoorwaardenberekening. Dit heeft betrekking op de volgende onderdelen:

Aantal uitvoerpunten

Voor elk dijkvak is om de 250 meter een uitvoerpunt gekozen; 50 meter uit de teen van de dijk of, als er geen teenlijn bekend was, 100 meter uit de kruin van de dijk. Dit levert een veel groter aantal uitvoerpunten op dan in deel I van de golfrandvoorwaardenberekening Westerschelde. Hierdoor kan de variatie in golfcondities langs de dijk ook beter in beeld gebracht worden.

Selectie representatieve uitvoerpunten

Niet alle vooraf gekozen uitvoerpunten zijn geschikt voor een dijkvak. Sommige punten vallen droog of liggen buiten het interessegebied. Deze punten worden niet meegenomen in de analyse.

Opsplitsing dijkvakken in dijkvaksegmenten

De bestaande historisch bepaalde dijkvakindelingen (RVW boek 1996) houden weinig rekening met de dijklijn-oriëntatie (X-Y vlak) en de mogelijke variatie van golfrandvoorwaarden binnen een dijkvak. Met de kennis van de dijklijn-oriëntatie en de variatie van de berekende golfrandvoorwaarden langs de dijk, wordt een dijkvak in één of meerdere stukken opgesplitst. Is de variatie in golfhoogte H_s meer dan 0,3 m dan volgt een opsplitsing van een dijkvak in dijkvaksegmenten. Ook wordt er naar het verloop in de piekperiode gekeken. Voor het maximaal aanvaardbare verschil in piekperiode binnen een dijkvak is geen hard criterium gegeven. Voor bijna alle gevallen waren dijkvakoriëntatie en golfhoogtevariatie de aanleiding tot het splitsen van dijkvakken.

Bepalen periodemaat

Zoals reeds geconstateerd in deel 1 van de randvoorwaardenberekening Westerschelde [lit. 2] is de piekperiode (T_p) lang niet altijd een goede maat om het spectrum te representeren (bespreking 11 februari 1998

DWW). De suggestie is toen ook gedaan om een equivalente piekperiode te berekenen.

De equivalente piekperiode, T_{peq} , wordt berekend volgens [lit. 10]:

$$T_{peq} = \sqrt[4]{T_{p(1)}^4 \frac{m_{0(1)}}{m_0} + T_{p(2)}^4 \frac{m_{0(2)}}{m_0}}$$

Het 4^e-machtsgemiddelde is gekozen omdat T_p en m_0 bij een theoretische spectrumvorm (JONSWAP) volgens deze macht evenredig zijn. Omdat de piekperiode vanwege de grootte van de discretisatiestappen in het spectrum sprongen kan vertonen, is er gezocht naar een stabieler maat voor T_p . De blokpiekperiode (T_{pb} , Roskam 1997 [lit. 11]) lijkt een stabieler maat voor T_p . Bij de bepaling van T_{pb} wordt zowel aan de laagfrequente als aan de hoogfrequente kant van de piekperiode bepaald waar voor het eerst twee opeenvolgende frequenties een lager energieniveau hebben dan 40% van de energiedichtheid in de piek. Van dit ingesloten spectrumdeel worden de momenten m_0 en m_{-1} bepaald. Dan geldt:

$$T_{pb} = \frac{m_{-1}}{m_0}$$

Uit de waarden van m_0 en T_{pb} van de beide deelspectra kan nu weer het 4^e-graads gemiddelde $T_{pb_{eq}}$ worden berekend volgens :

$$T_{pb_{eq}} = \sqrt[4]{T_{pb(1)}^4 \frac{m_{0(1)}}{m_0} + T_{pb(2)}^4 \frac{m_{0(2)}}{m_0}}$$

(zie voor precieze bepaling van T_{pb} en $T_{pb_{eq}}$ Roskam 1997).

Voor deze studie is besloten om in plaats van de piekperiode een gemiddelde piekperiode T_{pm} te geven. De T_{pm} wordt gedefinieerd als de hoogste van T_{pb} en $T_{pb_{eq}}$.

Voor 89% van de berekende golfspectra langs de Westerschelde is de $T_{pb_{eq}}$ een robuuste representatieve maat voor de golfpiekperiode, ook als het gaat om dubbeltoppige en brede spektra. In de meeste gevallen is de $T_{pb_{eq}}$ ongeveer gelijk aan de T_{pb} , zoals bij ééntoppige spektra. Een uitzondering hierop is de situatie waarin er veel energie aanwezig is in de hoge frequenties van het spectrum (veel korte golven). In deze gevallen geeft $T_{pb_{eq}}$ een onderschatting van de representatieve maat voor de piekperiode en is T_{pb} een betere maat. Hierbij is de T_{pb} groter dan de $T_{pb_{eq}}$.

Als het verschil tussen $T_{pb_{eq}}$ en T_{pb} groter is dan 1,5 seconde wordt er een controle uitgevoerd. Vaak is er dan sprake van een vreemde spectrumvorm.

Combinaties van H_s en T_{pm}

In dit deel van de randvoorwaardenberekening Westerschelde is er alleen naar combinaties van H_s en T_{pm} gekeken. De maatgevende situatie is bepaald door eerst de maximale H_s en bijbehorende T_{pm} te bepalen. Vervolgens wordt van de andere situaties bekeken wat het procentuele verschil in H_s en T_{pm} combinatie, t.o.v. de situatie met maximale H_s , is. Om de maatgevende situatie te bepalen moet worden bepaald wat het effect van een toename/afname in T_{pm} is t.o.v. een toename/afname in H_s . Hiervoor zijn twee criteria gekozen die de uitersten weergeven die in de praktijk relevant zijn t.a.v. dijkbekledingen:

① Het effect op de golfaanval van een procentuele toename x in H_s is even groot als het effect van een procentuele toename x in T_{pm} .

② Het effect op de golfaanval van een procentuele toename x in H_s is even groot als het effect van een procentuele toename $\frac{1}{2} x$ in T_{pm} .

Het eerste criterium stelt dat een procentuele toename in H_s dezelfde invloed heeft op de belasting van de bekleding als dezelfde procentuele toename in T_{pm} . Het tweede criterium stelt dat een procentuele toename in T_{pm} een twee maal zo grote invloed heeft op de belasting van de bekleding dan dezelfde procentuele toename in H_s . In de uiteindelijke set randvoorwaarden zijn dan ook, waar nodig, randvoorwaarden voor beide situaties opgenomen.

3.3

Procedure Randvoorwaardenberekening

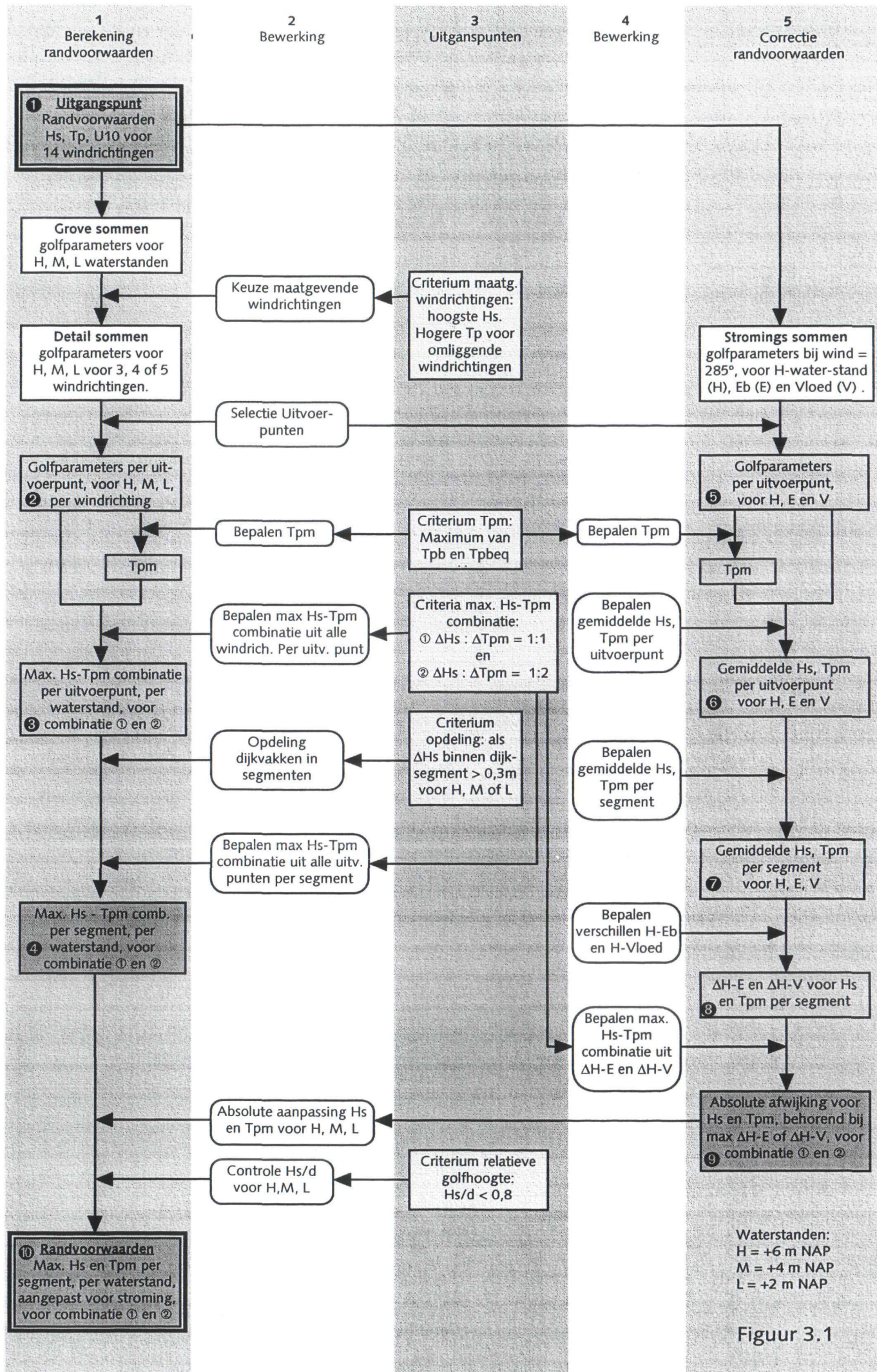
In deze paragraaf wordt de procedure van de randvoorwaardenbepaling stap voor stap doorlopen aan de hand van fig 3.1. Deze figuur is als volgt opgebouwd; In de linkerhelft van het schema wordt de golfrandvoorwaardenberekening beschreven, in het rechter deel de golf-stromingsberekeningen waarmee een correctie op de randvoorwaarden wordt toegepast. De linkerkolom (kolom 1) geeft de verschillende tussenprodukten van de golfrandvoorwaardenberekening weer. In kolom 2 staat de bewerking die wordt gedaan om van één produkt tot een ander produkt te komen. In kolom 3 staan de uitgangspunten voor de bewerkingen. Vanuit deze criteria worden de meeste bewerkingen toegepast. De tussenprodukten of andere belangrijke schakels zijn aangegeven met de cijfers (1 tot 10). In de tekst wordt naar deze cijfers verwezen. Kolom 4 en 5 zijn ongeveer hetzelfde als kolom 2 en 1. In kolom 5 worden de tussenprodukten van de golf-stromingsberekeningen weergegeven en in kolom 4 de bewerkingen die daarvoor nodig zijn. In dit hoofdstuk worden de golfrandvoorwaardenberekeningen (kolom 1) besproken. In hoofdstuk 4 komt de correctie door middel van golf-stromingsberekeningen aan de orde.

SWAN berekeningen 100 x 100 meter rooster

Eerst wordt de gehele Westerschelde op een grof (100 m x 100 m) rooster doorgerekend. Als invoer gebruikt het model de randvoorwaarden op de buitenrand (1, randvoorwaarden op station Europlatform, zie hoofdstuk 2.4) en een windveld. De windsnelheid in het gebied ten Westen van de lijn Vlissingen-Breskens (buitengebied) is iets hoger dan ten oosten van die lijn (binnengebied) (zie hoofdstuk 2.4). Het windveld binnen deze twee gebieden is uniform. De golfcondities worden voor elk roosterpunt uitgerekend zodat een 2 dimensionaal overzicht voor de gehele Westerschelde kan worden verkregen. Ook zijn er uitvoerpunten 250-150 meter voor de dijk gekozen, waarop verschillende golfparameters voor alle windrichtingen en drie waterstanden worden uitgerekend. In tabel 3.1 staan de parameters die voor de grove sommen worden uitgerekend.

Tabel 3.1 Uitvoerparameters SWAN

SWAN uitvoer		
parameter	eenheid	beschrijving
D_p	m	diepte op uitvoerlocatie bij gegeven waterstand
H_s	m	significante golfhoogte
T_{m-2-1}	s	periode berekend uit het eerste en tweede negatieve moment van het energiespectrum
T_{m02}	s	periode berekend uit het nulde en tweede moment van het energiespectrum
T_p	s	piekperiode
Dir	°	golfrichting t.o.v. noorden
spread	°	spreiding in golfrichting



Figuur 3.1

Op grond van de uitvoer op het grove rooster is een beslissing genomen over welke windrichtingen maatgevend zijn voor een dijkvak. Voor elk uitvoerpunt is gekeken naar de windrichting waar de H_s maximaal is. Vervolgens wordt er gekeken of er bij de omliggende windrichtingen hogere piekperioden voorkomen en hoe snel de golfhoogte afneemt bij andere windrichtingen. Hieruit volgt een set van 3 tot 5 windrichtingen per dijkvak. Met deze windrichtingen zijn vervolgens gedetailleerdere sommen gemaakt om de randvoorwaarden vlak voor de dijk te bepalen.

SWAN berekeningen 20 x 20 meter rooster

Voor de gekozen windrichtingen per detailgebied worden nu SWAN berekeningen op een fijn (20 m x 20 m) rooster gedaan. De randvoorwaarden voor deze sommen worden verkregen uit de grove sommen. Het windveld is hetzelfde als voor de grove sommen. Ook voor de detailgebieden worden de golfcondities op roosterpunten uitgerekend. Voor elk dijkvak zijn, om de 250 meter, uitvoerpunten bepaald op 50 meter uit de teen van de dijk. Op elk van deze punten is het energiedichtheidspectrum gegeven en worden de volgende parameters uitgevoerd of berekend uit het spectrum (tabel 3.2).

Selectie Uitvoerpunten

Op alle uitvoerpunten voor de dijk zijn nu de golfparameters bekend. De uitvoerpunten zijn echter automatisch bepaald, door loodrecht op de dijk 50 meter uit de teenlijn (of 100 meter uit de kruinlijn) een uitvoerpunt te bepalen. Als er een hoek in de dijk zit kunnen de uitvoerpunten veel minder dan 50 meter voor de dijk komen te liggen. Deze uitvoerpunten moeten worden weggelaten. Als er veel kleine dijkvakken voorkomen op een bochtig stuk dijk, kunnen de uitvoerpunten zelfs helemaal door elkaar komen te liggen. De uitvoerpunten die wat naamgeving betreft bij een dijkvak horen hoeven dus niet altijd goed te liggen voor dat dijkvak. Deze uitvoerpunten kunnen ook maatgevend zijn voor andere dijkvakken. Voor alle dijkvakken langs de Westerschelde is gekeken of de uitvoerpunten goed liggen, of dat er uitvoerpunten weggelaten of bij ander dijkvakken gerekend moeten worden. Het resultaat is een set goede uitvoerpunten die allemaal in de randvoorwaardenberekening meegenomen kunnen worden (⊗).

Tabel 3.2 Uitvoerparameters SWAN +
berekende parameters

SWAN uitvoer		
parameter	eenheid	beschrijving
Depth	m	Diepte op uitvoerlocatie bij gegeven waterstand
H_s	m	significante golfhoogte
T_{m-2-1}	s	periode berekend uit het eerste en tweede negatieve moment van het energiespectrum
T_{m02}	s	periode berekend uit het nulde en tweede moment van het energiespectrum
T_p	s	piekperiode
Dir	° N	golfrichting t.o.v. noorden
Dspr	°	spreiding in golfrichting

berekend uit spectrum		
kappa	-	
Tpb	s	blok-piekperiode
Tpeq	s	equivalente piekperiode
Tpbeq	s	equivalente blok-piekperiode
Tpm	s	gemiddelde piekperiode (hoogste van Tpb en Tpbeq)
Fsplit	Hz	splitsingsfrequentie voor equivalente periodematen
Tp1	s	periode behorend bij eerste (laagfrequente) piek in het gesplitste spectrum
Tp2	s	periode behorend bij tweede (hoogfrequente) piek in het gesplitste spectrum
Tpb1	s	blok-periode behorend bij eerste (laagfrequente) piek in het gesplitste spectrum
Tpb2	s	blok-periode behorend bij tweede (hoogfrequente) piek in het gesplitste spectrum
Etot1	cm ²	totale energie in eerste (laagfrequente) piek in het gesplitste spectrum
Etot2	cm ²	totale energie in tweede (hoogfrequente) piek in het gesplitste spectrum
Fmean	Hz	gemiddelde frequentie
Fspr	Hz	frequentiespreiding
Fskew	-	skewness van spectrum
Fkurt	-	kurtosis van spectrum
Np	-	aantal pieken in spectrum

Bepalen maximale Hs en Tpm per uitvoerpunt

Voor alle goede uitvoerpunten moet nu uit de verschillende windrichtingen die voor een detailgebied berekend zijn, de maximale Hs en Tpm combinatie per waterstand worden bepaald, voor twee situaties met verschillende invloed van Hs en Tpm op de golfaanval (zie paragraaf 3.2).

Eerst wordt de waarde van Tpm per waterstand, per windrichting bepaald. Vervolgens wordt, uit de verschillende windrichtingen, de maximale Hs per waterstand gekozen en de daarbijbehorende Tpm. Voor de overige windrichtingen worden de procentuele verschillen in Hs en Tpm ten opzichte van de maximale Hs en daarbijbehorende Tpm uitgerekend. De Hs bij andere windrichtingen zal een procentuele afname laten zien (omdat immers als eerste de maximale Hs is geselecteerd). De Tpm kan bij andere windrichtingen groter zijn. Om het effect van een toename in Tpm ten opzichte van afname in Hs te bepalen worden de twee criteria uit hoofdstuk 3.2 gebruikt. Hieronder volgen twee voorbeelden om de werking van de twee criteria te verduidelijken.

In tabel 3.3 is een tabel gegeven met Hs en Tpm waarden op een fictief uitvoerpunt, voor vijf windrichtingen en één waterstand (kolom 1, 2 en 3). Als eerste schatting van de maatgevende Hs en Tpm combinatie wordt de combinatie van maximale Hs en daarbijbehorende Tpm gekozen (in dit geval bij een windrichting van 300 °, zie ¹ in tabel 3.3). Vervolgens worden de procentuele afwijkingen van Hs en Tpm bij andere windrichtingen ten opzichte van deze situatie bepaald (kolom 4 en 5). Volgens criterium 1 is een procentuele toename in Hs net zo belangrijk voor de golfoploop als dezelfde procentuele toename in Tpm. De procentuele afname/toename van Hs en Tpm worden daarom bij elkaar opgeteld (kolom 6). Hierin is te zien dat er bij een windrichting van 285 ° sprake is van een "maatgevender" situatie als de situatie bij een windrichting van 300 °. Dit komt omdat de procentuele toename van Tpm groter is dan de afname van Hs.

Tabel 3.3 Voorbeeldtabel 1:

criterium 1: Hs en Tpm voor 5 windrichtingen bij één waterstand

1	2	3	4	5	6
wind (°)	Hs (m)	Tpm (s)	ΔH_s t.o.v. $H_{s_{max}}$ (%)	ΔTpm t.o.v. $Tpm_{H_{s_{max}}}$ (%)	Totaal (kolom 4+5) (%)
240	1,2	6,0	- 40	0	- 40
270	1,6	7,2	- 20	+20	0
285 ²	1,8	6,8	-10	+13	+ 3
300	2,0 ¹	6,0	0	0	0
315	1,7	5,8	- 15	- 3	- 18

¹ : maximale Hs ($H_{s_{max}}$)

² : uiteindelijk maatgevende situatie

Als we op hetzelfde voorbeeld het tweede criterium toepassen (tabel 3.4), moeten we kolom 5 met een factor 2 vermenigvuldigen (Tpm heeft namelijk twee maal zoveel effect op de golfploop dan Hs). In de kolom totaal is nu te zien dat de situatie bij een windrichting van 270 ° maatgevender is dan de uitgangssituatie bij een windrichting van 300 ° en ook maatgevender dan de situatie bij 285 ° (tabel 3.4). De maatgevende situatie heeft dus een lagere Hs dan de maximale Hs, maar wel een hogere piekperiode.

Tabel 3.4 Voorbeeldtabel 2:

criterium 2: Hs en Tpm voor 5 windrichtingen bij één waterstand

1	2	3	4	5	6
wind (°)	Hs (m)	Tpm (s)	ΔH_s t.o.v. $H_{s_{max}}$ (%)	ΔTpm t.o.v. $Tpm_{H_{s_{max}}} \times 2$ (%)	Totaal (kolom 4+5) (%)
240	1,2	6,0	- 40	0	- 40
270 ²	1,6	7,2	- 20	+ 40	+ 20
285	1,8	6,8	- 10	+ 26	+ 16
300	2,0 ¹	6,0	0	0	0
315	1,7	5,8	- 15	- 7	- 22

¹ : maximale Hs ($H_{s_{max}}$)

² : uiteindelijk maatgevende situatie

Het resultaat van deze analyse is dus een maatgevende Hs en Tpm combinatie, per uitvoerpunt, per waterstand (⊗). *De Hs en Tpm horen dus bij elkaar en zijn niet onafhankelijk van elkaar bepaald.*

Bepalen maximale Hs en Tpm per dijkvaksegment

Voor alle uitvoerpunten zijn nu twee maatgevende Hs en Tpm combinaties bekend. De randvoorwaarden worden in principe per dijkvak gegeven. Als een dijkvak erg lang is, of één of meerdere hoeken heeft, kunnen de golfcondities binnen een dijkvak sterk variëren. In deze gevallen is het beter de dijkvakken op te splitsen in segmenten en per segment de randvoorwaarden af te geven. Dijkvakken worden opgedeeld als de variatie in Hs over het dijkvak (bij één van de waterstanden) groter is dan 0,3 meter. Ook als de Tpm sterk varieert wordt het dijkvak opgedeeld. Dijkvakken waarbinnen de orientatie varieert worden soms ook opgedeeld in segmenten.

Voor elk van de dijksegmenten moet nu een randvoorwaarde bepaald worden uit de maatgevende Hs en Tpm combinatie van alle uitvoerpunten in het segment. Dit gebeurt op dezelfde manier als het bepalen van de maatgevende combinatie voor een uitvoerpunt uit verschillende windrichtingen. In plaats van verschillende windrichtingen zijn er nu verschillende uitvoerpunten waaruit de maatgevende Hs en Tpm combinatie bepaald moet worden. Dit gebeurt voor alle drie de

waterstanden en de twee situaties met verschillende invloed van H_s en T_{pm} op de golfaanval.

De resultaten van wat na het doorlopen van deze procedure is verkregen, zijn twee voorlopige sets randvoorwaarden voor drie waterstanden, per dijkvaksegment (4).

Spectrumvorm

Voor de situatie dat H_s evenveel invloed op de golfaanval heeft als T_{pm} (situatie ① in paragraaf 3.2) wordt ook de spectrumvorm bepaald. De spectrumvorm kan extra informatie verschaffen over hoe de golfcondities voor een dijkvaksegment zijn. Voor de maatgevende situatie wordt aangegeven wat de vorm van het spectrum is. Het spectrum is geklassificeerd aan de hand van enkele spectrale parameters. In totaal worden er zes klassen onderscheiden:

1. enkeltoppig smal spectrum
2. enkeltoppig breed spectrum
3. meertoppig spectrum (die niet aan klasse 4 of 5 voldoet)
4. meertoppig spectrum met relatief veel laagfrequente energie (vanuit zee)
5. meertoppig spectrum met relatief veel hoogfrequente energie (lokaal)
6. afwijkende spectrumvorm

De spectra zijn geklassificeerd aan de hand van enkele spectrale parameters (zie tabel 3.5). Hiervoor zijn de volgende parameters gebruikt (zie voor betekenis tabel 3.2):

1. het aantal pieken in het spectrum (N_p)
2. κ (K) (maat voor de breedte van het spectrum)
3. frequentie behorend bij piek met laagste frequentie (F_{p1})
4. quotiënt van $T_{m_{2-1}}$ en $T_{m_{02}}$ over gehele spectrum
5. quotiënt van T_{p1} en T_{p2}

De grenzen van elke klasse zijn aangegeven in tabel 3.5.

Tabel 3.5 Klassificatie Spectrumvormen

spectrum vorm	hoofdvorm	subvorm	N_p	K	F_{p1}	$T_{m_{2-1}}/T_{m_{02}}$	T_{p1}/T_{p2}
1	enkeltoppig	smal	1	$>0,35$	-	-	-
2	enkeltoppig	breed	1	$<0,35$	-	-	-
3	meertoppig		$> 1, < 5$	-	-	< 3	< 4
4	meertoppig	laagfr. piek	$> 1, < 4$	-	$< 0,1 \text{ Hz}$	$< 2,25$	< 5
5	meertoppig	hoogfr. Piek	$> 1, < 5$	-	-	$< 1,8, > 3$	< 4
6	afwijkend		> 1	als niet aan één van bovenstaande wordt voldaan			

In de bijlagen 1 tot 6 is van elke spectrumvorm een voorbeeld opgenomen. In de tabel linksonder op ieder spectrumplaatje staan de waarden van de enkele parameters. Bijlage 1 toont een "gewoon" enkeltoppig spectrum (spectrumvorm 1) voor alle drie de waterstanden. In bijlage 2 staat ook een enkeltoppig spectrum. Dit is echter veel breder dan het spectrum uit bijlage 1, met een κ van kleiner dan 0,35 voor alle drie de waterstanden. Dit is dus een breed spectrum (spectrumvorm 2). Bijlage 3 toont, voor een waterstand van +6 m en +4 m NAP, een gewoon tweetoppig spectrum (spectrumvorm 3). Het spectrum in bijlage 4 is meertoppig, maar heeft voor alle drie de waterstanden relatief veel energie in een laagfrequente piek (spectrumvorm 4). Het spectrum in bijlage 5 heeft juist relatief veel energie in een hoogfrequente piek (voor een

waterstand van +6 m en +4 m NAP) en wordt dus als spectrumvorm 5 geklassificeerd. Tenslotte is in bijlage 6 een spectrum opgenomen dat in geen van de bovenstaande categoriën thuis hoort. Dit spectrum wordt geklassificeerd als spectrumvorm 6 (een bijzondere spectrumvorm). Voor alle dijkvaksegmenten is de spectrumvorm van de maatgevende situatie opgenomen in de randvoorwaardentabel. In tabel 3.6 is te zien wat het aandeel van de verschillende spectrumvormen is op het totale aantal maatgevende spectra.

**Tabel 3.6 aandeel van spectrumvormen
in totaal**

Spectrumvorm	L (+2m NAP) %	M (+4m NAP) %	H (+6m NAP) %
1	46	48	52
2	15	8	9
3	3	6	4
4	23	35	34
5	9	1	0
6	4	2	1
totaal	100	100	100

Uit de tabel blijkt dat voor ongeveer de helft van de dijkvaksegmenten een gewoon enkeltoppig spectrum maatgevend is. Voor ongeveer een kwart tot een derde van de dijkvaksegmenten is een meertoppig spectrum met relatief veel laagfrequente energie maatgevend. De overige spectrumvormen hebben allen een aandeel van enkele procenten in het totaal. Verder blijkt dat bij een lage waterstand (+2m NAP) het aandeel van brede spectra (spectrumvorm 2) en meertoppige spectra met relatief veel hoogfrequente energie (spectrumvorm 5) toeneemt, en het aandeel van de spectra met relatief veel laagfrequente energie afneemt. Dit is te verwachten omdat door de geringere diepte er meer energie vanuit dieper water gedissipeerd is (vooral het laagfrequente deel) en het aandeel van lokaal opgewekte golven (vooral hoogfrequente deel) dus relatief groter is.

4 Effect van stroming op golven

4.1 Inleiding

Stroming heeft invloed op het golfveld. Dit uit zich in veranderingen in golfhogtes en golfperiodes. Deze veranderingen kunnen lokaal tot energie toename of afname leiden, er is dus geen behoud van energie. De richting en de snelheid van de stroming ten opzichte van de golven bepaalt deze verandering. De twee specifieke situaties meestroom en tegenstroom geven enig inzicht in de veranderingen van het golfveld.

Effect van tegenstroom:

- golfrichting tegengesteld aan stroomrichting
- golven worden steiler (hoger en korter)
- korte golven worden geblokt (kunnen niet tegen stroom in)
- korte golven breken meer dan zonder stroming
- bij grote stroomgradienten treedt 'tunnel' effect op voor langere golven. Langere golven worden in de geul gehouden en refracteren niet naar de ondiepere kust (stroomrefractie richting geul).
- spectrum wordt minder breed ten opzichte van de situatie zonder stroming.

Effect van meestroom:

- golfrichting wordt evenwijdig aan stroomrichting
- golven worden minder steiler (lager en langer)
- korte golven breken minder dan zonder stroming

De grootste verschillen zijn te verwachten bij tegenstroom; hier zijn hogere golfhogtes en grotere piekperiodes mogelijk. De verschillen komen vooral voor bij grote stromingsgradienten, dus bij geulen en geulranden.

4.2 Model aspecten

In het golfmodel SWAN wordt een aantal van de in de literatuur bekende effecten van stroming op golven meegenomen. De volgende golfvoortplantingsprocessen aangaande stroming zijn geïmplementeerd in het model:

- refractie door stromingsvariaties;
- shoaling door stromingsvariaties;
- blocking en reflectie van golven door stroming.

Stroming wordt niet door het golfmodel berekend, dus golfgedreven set-up en golfgedreven stroming kunnen niet tezamen met golven berekend worden. Stroming moet apart berekend worden, bijvoorbeeld door het stromingsmodel en als externe randvoorwaarde aan het golvenmodel worden opgelegd.

SWAN heeft twee uitvoermogelijkheden: de absolute piekperiode (ATP) en de relatieve piekperiode (RTP). De relatieve piekperiode is de periode ten opzichte van de stroming. Dit wil zeggen de periode wanneer je

meebeweegt met de stroming. De absolute piekperiode is de periode ten opzichte van een vast punt (meetpunt of kade).

Voor een vast punt zoals bijvoorbeeld een dijk of kering is dus de absolute piekperiode maatgevend.

De algemene formule die geldt is :

$$\omega = \sigma + \underline{u} * \underline{k}$$

$\underline{u}$ = stroomsnelheid

$\underline{k}$ = golfgetal

ω = absolute frequentie

σ = relatieve frequentie ten opzichte van meebewegende stroming

Er kunnen drie verschillende toestanden worden onderscheiden:

- | | |
|--|-------------|
| 1. geen stroming | $ATp = RTp$ |
| 2. meebewegende stroming / vloedstroom | $RTp > ATp$ |
| 3. tegen stroming / ebstroom | $RTp < ATp$ |

4.3

Onzekerheden

Er zijn een aantal onzekerheden wat betreft de invloed van stroming op golven en wat betreft de toepasbaarheid voor deze studie:

- Golfrichting en stroomrichting staan vaak niet loodrecht op elkaar of in één richting maar onder een hoek. Dit maakt het effect en analyse van de invloed van stroming op golven gecompliceerd.
- Vloedstroom is over het algemeen gelijk aan meebewegende stroom en ebstroom gelijk aan tegenstroom. Lokaal hoeft dit niet altijd het geval te zijn bijvoorbeeld bij wind uit een andere richting dan de stroomrichting kan op zeer ondiepe platen (waar wind dominant is) ebstroom niet gelijk zijn aan tegenstroom.
- De toegepaste stromingsberekeningen zijn verricht bij slechts één windrichting (285°) en slechts één waterstand (+6 m NAP). Er is niet gerekend met een extreme stroming maar met een gemiddelde stroming voor eb en voor vloed (zie figuren rapport ALKYON [lit. 2]). Dit zijn slechts twee situaties uit een hele range aan mogelijkheden.
- Het toegepaste stromingsrooster ligt op een net iets ander rooster dan het golfveld. Door middel van interpolatie vindt de vertaalslag plaats van stromingsrooster naar golfrooster.
- Het golfmodel SWAN is in de Westerschelde nog niet uitgebreid geverifieerd en gevalideerd in combinatie met stromingen.

4.4

Aanpassing van de golfrandvoorwaarden als gevolg van stroming

Het stromingseffect op golven wordt in de Westerschelde meegenomen door een correctie uit te voeren op de randvoorwaarden die bepaald zijn zonder stroming. Dit gebeurt door middel van een correctie omdat niet voor elke conditie (richting, waterstand) stromingsberekeningen zijn uitgevoerd. Deze correctie is vastgesteld uit golfberekeningen inclusief

stromingsberekeningen bij één windrichting (285°) en één waterstand (+6 m NAP).

De gehanteerde procedure is voor het eerste deel ongeveer hetzelfde als bij geen stroming (beschreven in hst 3). Het bovenste deel van kolom 5 (fig 3.1) is hetzelfde als kolom 1. Er hoeft hier alleen geen max Hs-Tpm combinatie bepaald te worden uit verschillende windrichtingen, omdat er maar met één windrichting gerekend wordt. Bij ① (fig 3.1) is het tussenprodukt de Hs en Tpm per uitvoerpunt, voor ebstroom (E), vloedstroom (V) en geen stroming (H). Vanaf dit punt volgt er een andere procedure voor de stromingsberekeningen:

1) Bepaling van de gemiddelde Hs en Tpm voor ebstroom, vloedstroom en geen stroming, per dijkvaksegment (②).

2) Bepaling van de verschillen (delta's) voor Hs en Tpm tussen:

- geen stroming en ebstroom ($\Delta H-E$)
- geen stroming en vloedstroom ($\Delta H-V$)

De berekening van de delta's over het gemiddelden van Hs en Tpm per dijkvaksegment zorgt voor het afvangen van lokale uitschieters. Het resultaat is een afwijking van Hs en Tpm veroorzaakt door eb- en vloedstroming voor Hs en Tpm, per dijkvaksegment (③).

3) Bepaling maatgevende Hs-Tpm combinatie, voor twee gevallen, volgens de criteria uit paragraaf 3.2. Criterium ① stelt dat Hs en Tpm een even grote invloed hebben op de golfaanval. Criterium ② stelt dat de invloed van Tpm op de golfaanval twee maal zo groot is als de invloed van Hs. Er wordt bepaald of de combinatie Hs - Tpm van vloedstroom of ebstroom maatgevend is (hogere Hs - Tpm combinaties oplevert) ten opzichte van geen stroming (windrichting 285°, waterstand 6m+). Is één van de stromingscondities maatgevend dan wordt de absolute afwijking van Hs en Tpm tussen die maatgevende situatie en de situatie zonder stroom bepaald (④).

Voor allebei de situaties met verschillende invloed van Hs en Tpm op de golfaanval is nu bekend wat de absolute afwijking van Hs en Tpm is als gevolg van stroming.

4) De bij 3) bepaalde correctie wordt, voor beide situaties met verschillende invloed van Hs en Tpm op de golfaanval, toegepast op de randvoorwaarden zonder stroming (hoofdstuk 3, ④). De correctie wordt op alle drie de waterstanden toegepast.

Omdat er een absolute correctie op de randvoorwaarden bij alle drie de waterstanden wordt uitgevoerd kunnen er problemen ontstaan. De correctie is berekend bij een waterstand van +6 m NAP. Bij lagere waterstanden kan het voorkomen dat enkele decimeters verhoging van de golfhoogte tot oorzaak hebben dat de golfhoogte/waterdiepte verhouding (H/d) te hoog wordt. In deze gevallen is een bovengrens gesteld aan de maximaal voorkomende golfhoogte. De maximaal voorkomende golfhoogte/waterdiepte verhouding is 0,8 ($Hs/d < 0.8$).

Dit resulteert tenslotte in de uiteindelijke set randvoorwaarden:

Een maximale Hs en Tpm combinatie per dijkvaksegment, per waterstand, aangepast voor stroming (⑤).

Deze randvoorwaarden zijn gegeven voor de twee situaties waarin de procentuele toename van Hs en Tpm respectievelijk wel en niet dezelfde invloed op de golfaanval hebben (zie paragraaf 3.2). Als het verschil tussen de beide situaties 0.2 m in Hs en/of 0.3 s in Tpm is, zijn voor beide situaties de randvoorwaarden gegeven.

4.5

Effect van stroming op golftrandvoorwaarden

In tabel 4.1 wordt een overzicht gegeven van de gecorrigeerde randvoorwaarden door stroming. Deze waarden zijn gebaseerd op de 60 % van de Westerschelde II gebieden waar stroming van belang is. De overige 40% van de gebieden waar geen invloed van stroming is zijn, voor de berekening van de gemiddelde correctie door stroming, buiten beschouwing gelaten.

Tabel 4.1 gecorrigeerde
randvoorwaarden door
stroming

	Ebstroom		vloedstroom	
	Hs	Tpm	Hs	Tpm
gemiddelde correctie	+0,06 m	+ 0,5 s	+0,06 m	+0,03 s
extreemste correctie	+0,70 m	+ 2,1 s	+0,26 m	+0,48 s

Tabel 4.2 verandering golfparameters
door ebstroming, behorend
bij bijlage 7

zonder stroming		ebstroom		vloedstroom	
Hs	Tpm	Hs	Tpm	Hs	Tpm
0,8 m	5,0 s	0,9 m	5,8 s	0,7 m	4,3 s

In tabel 4.2 is te zien dat de Hs en Tpm hoger worden bij ebstroom (tegenstroom). Dat golven hoger worden volgt uit de theorie bij tegenstroom. Dat de golven ook langer kunnen worden is te verklaren door het tunnel effect. Dit tunnel effect is te zien in de 2d spectra van bijlage 7. De energie blijft geconcentreerd rond de piek, terwijl dit bij geen stroming breder is. Hier treedt veel meer refractie op naar ondieptes. Bij vloedstroming worden de golven in dit geval lager door meer refractie (breder spectrum) en het aandeel korte golven hoger door minder breken van deze korte golven.

Tabel 4.3 verandering golfparameters
door vloedstroming,
behorend bij bijlage 8

zonder stroming		ebstroom		vloedstroom	
Hs	Tpm	Hs	Tpm	Hs	Tpm
1,5 m	10,1 s	1,3 m	10,1 s	1,9 m	10,0 s

Ook vloedstroom kan tot hogere golfhoogten leiden. In tabel 4.3 is te zien dat de golfhoogte ook door Vloedstroming kan toenemen. De Tpm blijft ongeveer hetzelfde. In bijlage 8 is te zien dat de energie, in het geval van vloedstroom, over de gehele frequentierange van het spectrum toeneemt. Er zijn ook voorbeelden van een toename in Tpm, maar dan blijft de golfhoogte ongeveer gelijk. Een toename van zowel de golfhoogte als de piekperiode door vloedstroming komt over het algemeen niet voor.

5 Resultaten

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zal een toelichting op de randvoorwaardentabel worden gegeven. De tabel is als bijlage bijgevoegd (bijlage 19). In deze tabel zijn ook de reeds eerder opgeleverde randvoorwaarden voor de Westerschelde (Randvoorwaardenberekening Westerschelde deel I [lit. 1]) opgenomen. Alleen de dijkvakken 21 t/m 25 (Borsselepolder) zijn, vanwege een iets nadere opzet, niet in de tabel opgenomen. Voor deze dijkvakken is in de volgende paragraaf een aparte tabel opgenomen. Ook wordt een overzicht gegeven van de uiteindelijke randvoorwaarden langs de Westerschelde.

5.2 Randvoorwaardentabel

In bijlage 19 is de tabel met randvoorwaarden gegeven. Door bij de bepaling van de maatgevende combinatie van H_s en T_{pm} uit te gaan van twee situaties met verschillend gewicht van H_s en T_{pm} (paragraaf 3.2) ontstaan er twee maatgevende combinaties. Standaard wordt uitgegaan van combinatie ① (paragraaf 3.2). Deze staat in tabel 1. Als de randvoorwaarden voor combinatie ② meer dan 0.2 m in golfhoopte en/of 0.3 s in periode van elkaar verschillen, wordt dit apart per dijkvak vermeld in een nadere tabel, tabel 2 (in de voorlaatste kolom wordt dit aangegeven met t_2). Er zijn dus twee tabellen voor twee situaties, die qua indeling verder aan elkaar gelijk zijn. De tabellen met de golfrandvoorwaarden voor de Westerschelde zijn als volgt opgebouwd.

In de eerste acht kolommen is de lokatie en de naamgeving van de dijkvaksegmenten waarvoor de randvoorwaarden worden afgegeven weergegeven. De naamgeving van de dijkvakken in de tabel is gebaseerd op de indeling van "Hydraulische randvoorwaarden voor primaire waterkeringen" [lit. 12]. In kolom 1 staat de opdeling in dijkringen. Kolom 2 bevat de dijknummering. Soms is echter een opdeling van dijkvakken in segmenten gemaakt. Dit is gedaan omdat er bijvoorbeeld een te grote variatie in golfhoopte en of periode binnen een dijkvak optreedt of omdat er verschil is in oriëntatie van de dijk binnen een dijkvak. Wanneer er een opsplitsing in segmenten is gemaakt wordt in kolom 4-7 van de tabel aangegeven van waar tot waar het segment loopt. Voor de dijkvakken uit de randvoorwaardenberekening Westerschelde deel I, is een opsplitsing van een dijkvak aangegeven in kolom 3. Hierin staat aangegeven aan welk dijkvak het opgesplitste deel van een dijkvak ligt. Wanneer een dijkvaknummer is gegeven tussen haakjes, dan betreft het een uitvoerpunt voor een haven, sluis of uitwateringskanaal. De golfrandvoorwaarden zijn dan alleen voor dat punt geldig. In kolom 8 staan de geldende poldernamen voor het betreffende dijkvaksegment.

De kolommen 9-11 geven voor het betreffende dijksegment de maatgevende waarden voor de golfhoopte (voor dit tweede deel van de randvoorwaardenberekening is dit de H_s uit de maatgevende combinatie

van Hs en Tpm) voor elk van de drie waterstanden. Deze maatgevende combinatie is bepaald aan de hand van het criterium dat een procentuele verandering in golfhoogte een even grote invloed heeft als een procentuele verandering van Tpm. In het geval dat de tweede combinatie van belang is staat deze gegeven in tabel 2. De verwijzing t2 in de voorlaatste kolom is dan aanwezig.

In sommige gevallen wordt voor de waterstand van Nap +2 m geen waarde gegeven. De teen van de betreffende dijk ligt dan boven NAP + 2m.

In kolom 12-14 wordt voor de dijkvakken uit de randvoorwaarden-berekening Westerschelde deel I de piekperiode Tp gegeven voor drie waterstanden.

In kolom 15-17 worden (voor dit tweede deel van de randvoorwaarden-berekening) vervolgens de bij de golfhoogten behorende waarden voor de Tpm gegeven. Deze waarde is bepaald in combinatie met de maatgevende golfhoogte uit de bijbehorende kolom (zowel Hs als Tpm bij NAP +2m etc.).

In kolom 18 wordt de maatgevende windrichting gegeven behorend bij een waterstand van +6 m NAP. Dit is de windrichting bij welke de meest extreme combinatie van Hs en Tpm voor het betreffende dijkvak (of segment) berekend is. In de kolommen 19 en 20 staat de golfrichtingsrange. De range is bepaald uit alle uitvoerpunten voor het betreffende dijkvak (of segment) bij de drie waterstanden voor een aantal (3, 4 of 5) windrichtingen van Hs en Tpm.

In de kolommen 21-23 staan vervolgens de waterdieptes behorend bij de maatgevende combinaties van Hs en Tpm voor het betreffende dijkvak (of segment) voor elk van de drie waterstanden.

Dan volgt een parameter die voor elke waterstand de vorm van het maatgevende spectrum voor het dijkvak (of segment) beschrijft (kolom 24-26). Er worden in de tabel 6 mogelijke spectrale vormen onderscheiden (zie tabel 3.5).

Als voorlaatste kolom (kolom 27) staat aangegeven of een verandering van het criterium voor de combinatie van Hs en Tpm invloed heeft op de randvoorwaarden. Als dit zo is wordt nog een tweede maatgevende combinatie van Hs en Tpm gegeven in tabel 2.

Als laatste kolom (kolom 28) is een kolom opgenomen met bijzonderheden voor het betreffende dijkvak of segment.

De randvoorwaarden voor de dijkvakken 21 t/m 25 (Borsselepolder) zijn al eerder afgegeven (werkdokument RIKZ/AB-96.868x en-97.801x [lit. 13 en 14]. De randvoorwaarden voor deze dijkvakken zijn in tabel 5.1 gegeven.

**Tabel 4.1 randvoorwaarden
Borsselepolder**

dijk- vak	≥ NAP +4,4 m			+3,5			+3			+2		
	Hs	Tp	richt.	Hs	Tp	richt.	Hs	Tp	richt.	Hs	Tp	richt.
21	1,87	8,4	211	1,78	8,4	211	1,72	8,4	211	1,55	8,4	211
22	1,87	8,4	245	1,78	8,4	245	1,72	8,4	245	1,55	8,4	245
	1,20	5	<200									
23	2,02	8,4	226	1,86	8,4	226	1,78	8,4	226	1,64	8,4	226
24	2,26	8,4	232	2,12	8,4	232	1,06	8,4	232	1,94	8,4	232
25	2,26	8,4	223	2,12	8,4	223	1,06	8,4	223	1,94	8,4	223

5.3

Overzicht Randvoorwaarden Westerschelde

In de bijlagen 9-17 zijn een aantal overzichtplaatjes van de Westerschelde opgenomen. Hierin is voor elk dijkvaksegment de randvoorwaarde geplot door middel van een bolletje. De kleur van het bolletje geeft aan in welke golfhoogte, periode of spectrumklasse het punt valt. In de plaatjes staan twee zwarte lijnen. Deze geven de dijklijn aan en de 0 m NAP contour. De ruimte tussen deze twee lijnen geeft een idee van de breedte van het voorland voor de dijk. Ook worden de platen in de Westerschelde zichtbaar.

Bijlage 9 geeft het verloop van de golfhoogte randvoorwaarden langs de Westerschelde weer voor een waterstand van +6m NAP. Het beeld is dat de golfhoogten het hoogst zijn langs de monding van de Westerschelde en het laagst achterin de Westerschelde. De hoogste waarden komen voor langs de westkappelse zeewering. Ook is te zien dat dijken met een voorland (plaat van Baarland b.v.) lagere golfrandvoorwaarden hebben dan dijken die aan een geul liggen (Hansweert, Terneuzen).

In bijlage 10 is het verloop van de piekperiode te zien. Dit vertoont ongeveer hetzelfde beeld als de golfhoogte, alleen zijn de lokale verschillen vaak minder groot.

Bijlage 11 geeft de lokaties weer waar voor eb en/of vloed stroming correcties zijn uitgevoerd. In ongeveer 60% van het totaal aantal berekende dijksegmenten is er een correctie op ebstroom of vloedstroom toegepast. De correcties vinden vooral plaats op lokaties waar geulen dicht langs de dijken lopen.

De bijlagen 12-15 geven de correcties weer van vloedstroom en ebstroom op de golfhoogte H_s en de piekperiode T_{pm} . Uit de figuren blijkt dat ebstroom tot de meeste en grootste correcties leidt. Vloedstroom correcties komen alleen voor in de monding van de Westerschelde.

De bijlagen 16 en 17 geven een overzicht van de maatgevende spectrumvormen langs de Westerschelde. In bijlage 16 is de spectrumvorm voor een waterstand van 6m + NAP gegeven. De overheersende vormen zijn spectrumvorm 1 (normaal enkeltoppig) in het oostelijk deel van de Westerschelde en spectrumvorm 4 (tweetoppig met relatief veel laagfrequente energie) in de Westerscheldemonding. In bijlage 17 is de spectrumvorm gegeven bij een waterstand van +2 m NAP. Nu zijn er meer andere spectrumvormen zichtbaar, vooral bij gebieden met voorlanden. Door de lagere waterstand neemt de invloed van de voorlanden sterk toe. Voorlanden zullen de meeste invloed hebben op de energie in het laagfrequente deel van het spectrum. Het hoogfrequente deel van het spectrum gaat dan sterker meespelen en er gaan meer brede spectrumvormen (2) en meertoppige spectrumvormen met relatief veel hoogfrequente energie (5) optreden.

In de bijlagen 11-17 zijn alleen de dijkvakken uit dit deel (deel II) van de Westerscheldeberekeningen opgenomen. Bijlagen 9 (H_s) en 10 (T_{pm} (T_p)) geven wel een overzicht voor alle dijkvakken langs de Westerschelde.

5.4

Periodemaat T_{pm}

In plaats van de piekperiode T_p is in deze randvoorwaardenberekening de maatgevende periode T_{pm} gebruikt. Om een vergelijking te maken met T_p is in bijlage 18 een overzicht gegeven van T_p en T_{pm} voor enkele gebieden in de Westerschelde. In bijlage 18 1) is het verloop van T_{pm} (gestippelde lijn) en T_p (getrokken lijn) langs de zuidoever van de Westerscheldemonding van het Zwin tot Breskens weergegeven. In dit gebied is sprake van tweetoppigheid. De piekperiode, T_p , wordt in het meest westelijke gedeelte bepaald door de laagfrequente deïningspiek. Op

een gegeven moment wordt de lokale windpiek groter en verspringt de piekperiode van 14 seconden naar 6 seconden. Het verloop van T_{pm} over hetzelfde stuk is veel gelijkmatiger. In het westelijke deel ligt T_{pm} lager dan T_p . In het oostelijke deel, rond Breskens, ligt T_{pm} hoger dan T_p . De T_p die hier in de grafieken staat is de piekperiode uit SWAN. In de vorige randvoorwaardenberekening in de Westerschelde is voor een dergelijke situatie niet zomaar deze piekperiode uit SWAN genomen, maar is in het bepalen van de piekperiode ook enigszins rekening gehouden met tweetoppigheid. De afgegeven piekperiode uit de golfberekeningen Westerschelde deel I kent dus niet zulke extreme omslagpunten (van 14 naar 6 seconde) als uit deze figuur blijkt.

Hetzelfde is te zien in bijlage 18 2). T_{pm} loopt langzaam op van Vlissingen naar de Westkappelse zeewering. T_p vertoont weer sprongen, veroorzaakt door de tweetoppigheid.

In bijlage 18 3) is het meest oostelijke deel van de Westerschelde geplot. Hier zijn T_{pm} en T_p bijna gelijk. Wel is ook hier te zien dat de piekperiode T_p soms op en neer springt tussen twee waarden. T_{pm} vertoont een geleidelijker verloop.

Over het gehele gebied is T_{pm} gemiddeld 0,08 seconde lager dan T_p .

6 Conclusies

Met het golfmodel SWAN cycle 2 zijn op betrouwbare wijze golfrandvoorwaarden bepaald voor het tweede deel van de Westerschelde (105 dijkvakken). Samen met de golfrandvoorwaarden Westerschelde deel I [lit. 1] zijn nu voor de gehele Westerschelde golfrandvoorwaarden bepaald.

In afwachting van de verdere afregeling van SWAN zijn de modeluitkomsten aangepast aan de hand van toetsingen in de Westerschelde. De piekperiode is verhoogd met 1 seconde. De significante golfhoogte is niet aangepast (conform golfrandvoorwaarden Westerschelde deel I [lit. 1]).

Er is rekening gehouden met een eventuele toekomstige bodemverandering door middel van een kunstmatige verlaging van platen en slikken met 0.5 meter. Ten oosten van Ossensse is voor de platen een verlaging van 1 meter aangehouden. Het land van Saeftinge is niet verlaagd (conform golfrandvoorwaarden Westerschelde deel I [lit. 1]).

Voor deze studie is een bodemschematisatie gebruikt die, ten opzichte van de golfrandvoorwaarden Westerschelde deel I, de laatste gridpunten voor de dijk beter schematiseert.

Door interpolaties en randeffecten mogen de laatste twee gridcellen van het 20 meter rooster niet in beschouwing genomen worden. De uitvoerpunten van de sommen met het 20 meter rooster liggen daarom allemaal 50 meter uit de teen van de dijk. Op deze afstand van de dijk worden de randvoorwaarden bepaald.

In deze studie is een meer robuuste periodemaat gebruikt om de dominante periode in het spectrum te beschrijven. Dit is de gemiddelde piekperiode (T_{pm}). In deze maat wordt de invloed van meertoppige en brede spectra op de piekperiode meegenomen. Deze T_{pm} levert bevredigende resultaten op voor de toepassing voor dijkbekledingen. Deze maat kan niet zomaar als algemene maat voor het beschrijven van brede en meertoppige spectra worden gebruikt.

Als extra informatie over het golfveld ter plaatse van de dijk is ook voor elk dijkvaksegment de spectrumvorm gegeven. De indeling van spectra in klassen is op een voor deze toepassing werkbaar manier gedaan.

Er is bij de bepaling van de randvoorwaarden rekening gehouden met de invloed van stroming. Hiervoor is de invloed van twee stromingssituaties op de golfcondities berekend. De invloed van stroming in deze situaties ten opzichte van de situatie zonder stroming is karakteristiek verondersteld voor de invloed van stroming op golven in andere situaties.

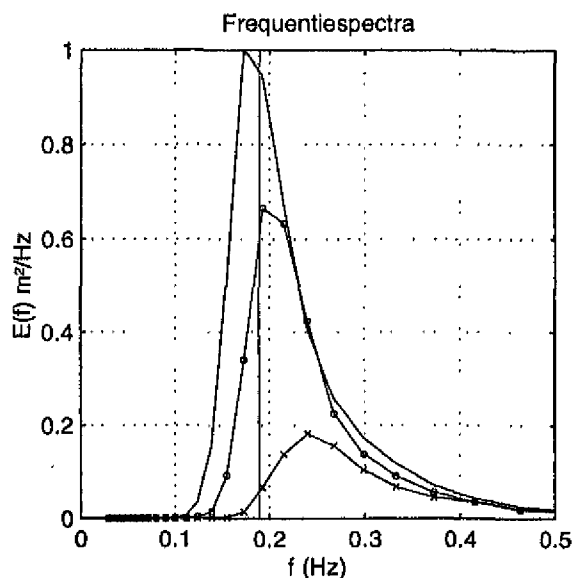
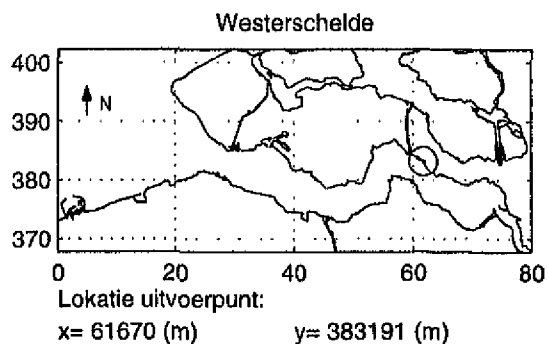
Literatuurlijst

[1]	J.H. Andorka Gal, J.C.M. de Jong, A.T. Kamsteeg, J.G. de Ronde, 1997, Golfrandvoorwaarden op de Westerschelde gegeven een 1/4000 windsnelheid, Rapport RIKZ-97.046
[2]	G.Ph. van Vledder en G. van Banning, Golfberekeningen Westerschelde 2, maart 1998, A224, ALKYON Hydraulic Consultancy & Research.
[3]	R.C. Ris, 1997, Spectral modelling of wind waves in coastal areas.
[4]	R.C. Ris, N.Booij, L.H. Holthuijsen, R. Padilla-Hernandez, 1997, SWAN user manual.
[5]	J.G. de Ronde, J.G.A. van Marle, A.P. Roskam, J.H. Andorka Gal, 1995, Golfrandvoorwaarden langs de Nederlandse kust op relatief diep water, Rapport RIKZ - 95.024
[6]	A.P. Roskam, J. Hoekema, 1996, Randvoorwaarden voor golfperioden langs de Nederlandse kust, Rapport RIKZ-96.019
[7]	J. Wierenga en P.J. Rijkoort, 1983, Windklimaat van Nederland, KNMI, Staatsuitgeverij, Den Haag.
[8]	J.G. de Ronde en A. van Urk, 1994, Extreme windsnelheden langs de kust en in de estuaria, RIKZ/OS.101x
[9]	J.H. Andorka Gal, 1997, Golfrandvoorwaarden dijkbekleding Hans van Kruiningenpolder, RIKZ/OS-97.110x
[10]	J.W. Seljffert, 1993, Golfoverslag bij tweetoppige spectra, WBO-M-93.045
[11]	A.P. Roskam, 1997, Piekperioden van brede of meertoppige golfspectra, RIKZ/OS-97.130x
[12]	DWW, 1996, Hydraulische randvoorwaarden voor primaire waterkeringen, ISBN-90-3693-718-3
[13]	P. Roelse, 1996, Golfrandvoorwaarden dijkbekleding Borsselepolder Zuid-Beveland, werkdocument RIKZ/AB-96.868x
[14]	P. Roelse, 1997, Dijkbekleding dijkvak Borsselepolder Zuid-Beveland advies golfbelasting, werkdocument RIKZ/AB-97.801x

Bijlagen

1	voorbeeld spectrumvorm 1
2	voorbeeld spectrumvorm 2
3	voorbeeld spectrumvorm 3
4	voorbeeld spectrumvorm 4
5	voorbeeld spectrumvorm 5
6	voorbeeld spectrumvorm 6
7	voorbeeld spectrum met grote invloed van ebstroom
8	voorbeeld spectrum met grote invloed van vloedstroom
9	Overzicht randvoorwaarden H_s (waterstand = +6m NAP)
10	Overzicht randvoorwaarden T_{pm} (waterstand = +6m NAP)
11	Overzicht locaties met correctie voor eb- of vloedstroom
12	overzicht correctie voor H_s bij vloedstroom (waterstand = +6 m NAP)
13	overzicht correctie voor H_s bij ebstroom (waterstand = +6 m NAP)
14	overzicht correctie voor T_{pm} bij vloedstroom (waterstand = +6 m NAP)
15	overzicht correctie voor T_{pm} bij ebstroom (waterstand = +6 m NAP)
16	overzicht spectrumvormen bij waterstand +6m NAP
17	overzicht spectrumvormen bij waterstand +2m NAP
18	vergelijking T_p en T_{pm} langs Westerschelde
19	Randvoorwaardentabel

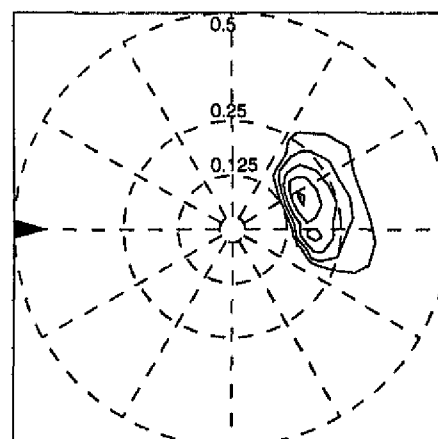
file: specplot.m Version: 1998/03/17 13:37:14 Printed: 1998/07/07 11:53:13


 $E_{\max} = 2.657 \text{ m}^2/\text{Hz}$

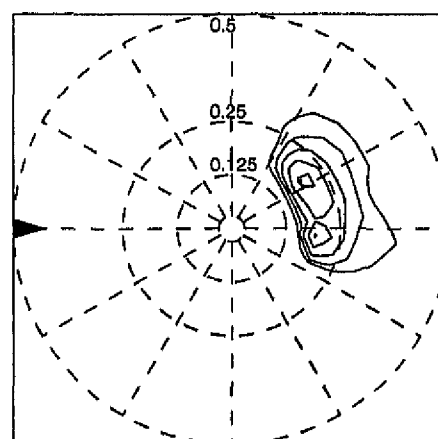
— H = 6 m +NAP
 ○ M = 4 m +NAP
 × L = 2 m +NAP

Parameter		L	M	H
Depth	[m]	2.59	4.59	6.59
Hs	[m]	1.07	1.73	2.10
Tpbeq	[s]	3.96	4.81	5.29
Tpb	[s]	3.95	4.78	5.26
Tpeq	[s]	3.94	4.88	5.43
Tp	[s]	4.17	5.18	5.78
Tm-2-1	[sec]	3.84	4.61	5.08
Tm02	[sec]	2.71	3.53	3.77
Tp1	[s]	4.17	5.18	5.78
Tp2	[s]	3.73	4.65	5.18
Fsplit	[Hz]	.24	.19	.17
NP	[—]	1.00	1.00	1.00
Dir	[N°]	247.00	250.00	252.00
kappa	[—]	.43	.52	.48
Dspr	[—]	24.74	23.41	21.76
Tpm	[—]	3.96	4.81	5.29

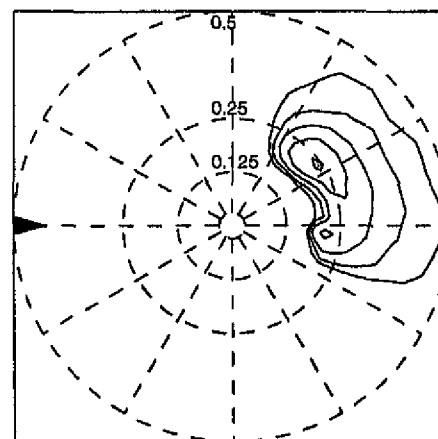
Polair spectrum 6 (m) + NAP



Polair spectrum 4 (m) + NAP



Polair spectrum 2 (m) + NAP


Contourlijnen t.o.v. $E_{\max}$:

0.99 0.9 0.5 0.25 0.125 0.0625

Lokatie dijkvak 050

Golfspectra nabij de dijk voor raai c

Lokaties in Parljse coördinaten

SWAN berekeningen Westerschelde

SWAN

Vs. 2.62

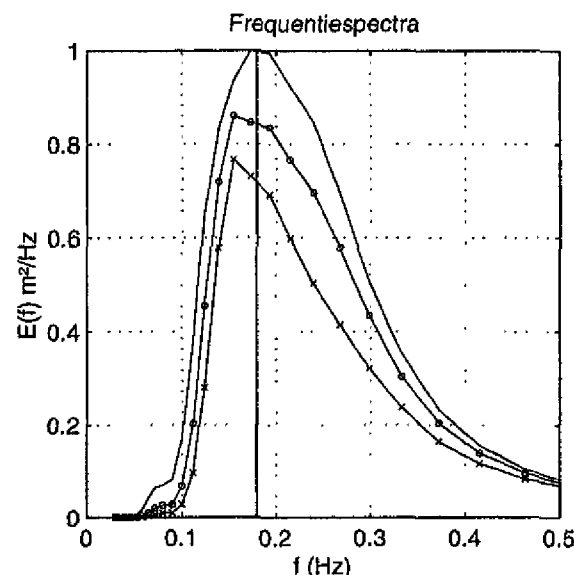
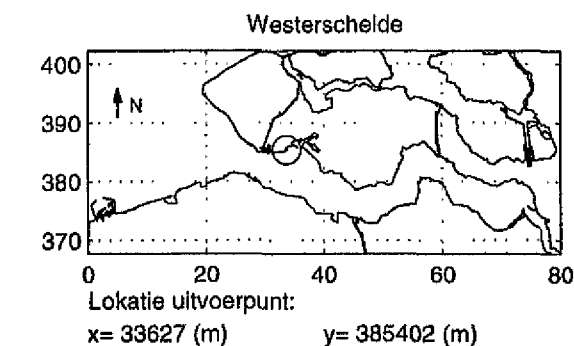
Grid D26

Windrichting 270

Alkyon

Bijlage 2

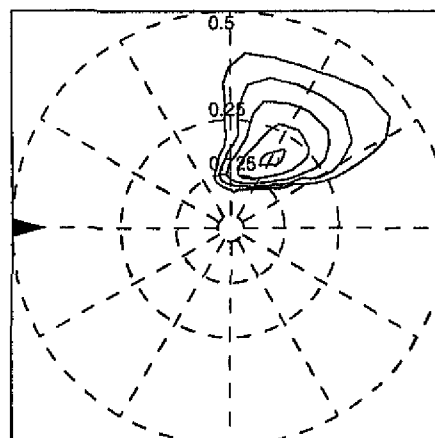
file: specplot.m Version: 1998/03/17 15:07 30 Printed: 1998/07/07 11:55:08


 $E_{\max} = 0.368 \text{ m}^2/\text{Hz}$

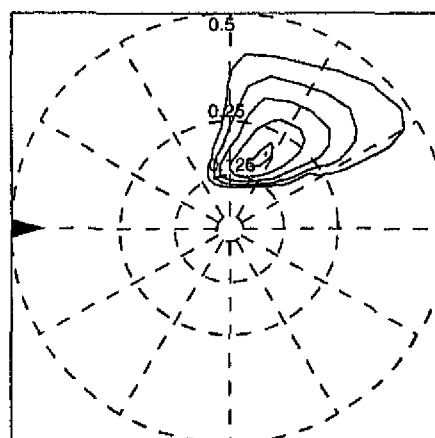
— H = 6 m +NAP
 ○ M = 4 m +NAP
 × L = 2 m +NAP

Parameter		L	M	H
Depth	[m]	4.40	6.40	8.40
Hs	[m]	.93	1.04	1.14
Tpbeq	[s]	5.21	5.34	5.57
Tpb	[s]	5.12	5.05	5.12
Tpeq	[s]	5.27	5.01	5.29
Tp	[s]	6.45	6.45	5.78
Tm-2-1	[sec]	5.15	5.28	5.57
Tm02	[sec]	2.62	2.78	2.90
Tp1	[s]	12.50	6.45	6.45
Tp2	[s]	5.18	4.17	4.17
Fsplit	[Hz]	.09	.16	.17
NP	[—]	2.00	1.00	1.00
Dir	[N°]	202.00	207.00	209.00
kappa	[—]	.32	.28	.26
Dspr	[°]	22.74	20.63	20.19
Tpm	[—]	5.21	5.34	5.57

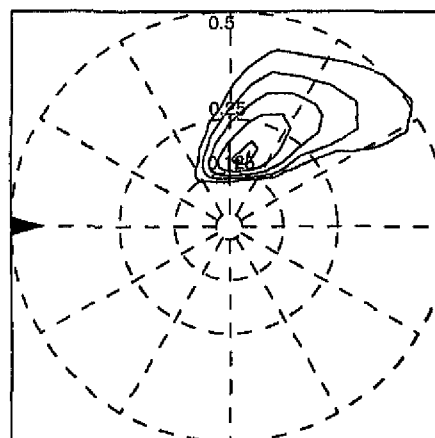
Polair spectrum 6 (m) + NAP



Polair spectrum 4 (m) + NAP



Polair spectrum 2 (m) + NAP


Contourlijnen t.o.v. $E_{\max}$:

0.99 0.9 0.5 0.25 0.125 0.0625

Lokatie dijkvak 012

Golfspectra nabij de dijk voor raai z

Lokaties in Parijse coördinaten

SWAN berekeningen Westerschelde

SWAN

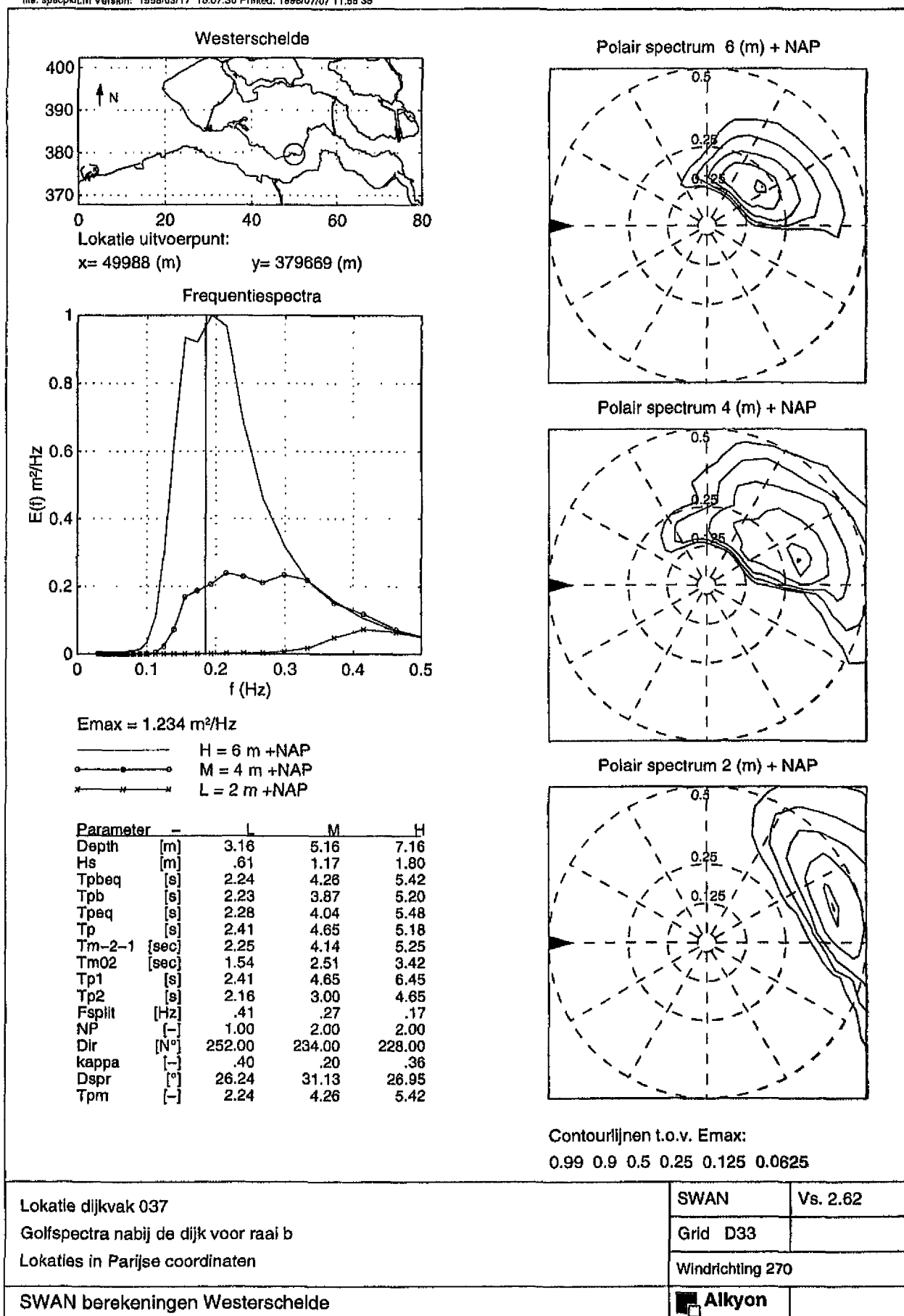
Vs. 2.62

Grid D37

Windrichting 270

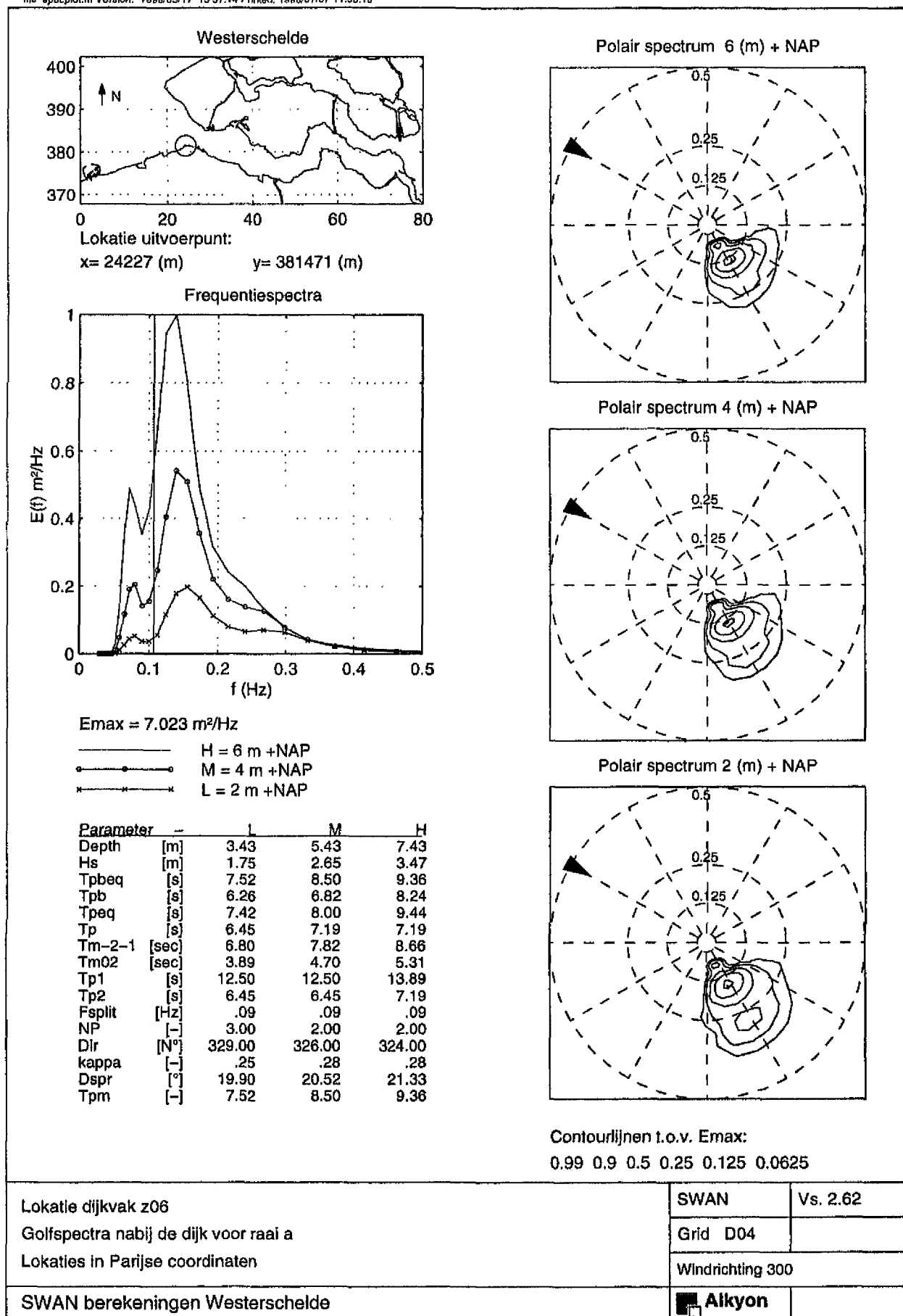
Alkyon

file: specplot.m Version: 1998/03/17 16:07:30 Printed: 1998/07/07 11:55 35

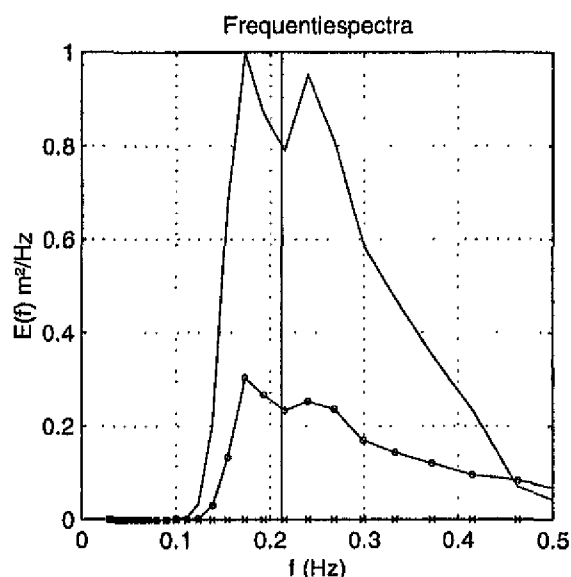
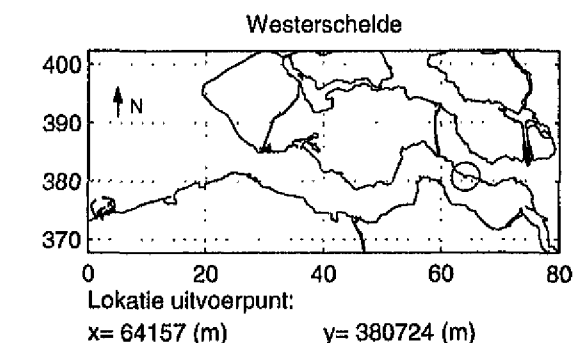


Bijlage 4

file: specplot.m Version: 1998/03/17 13:37:14 Printed: 1998/07/07 11:56:19



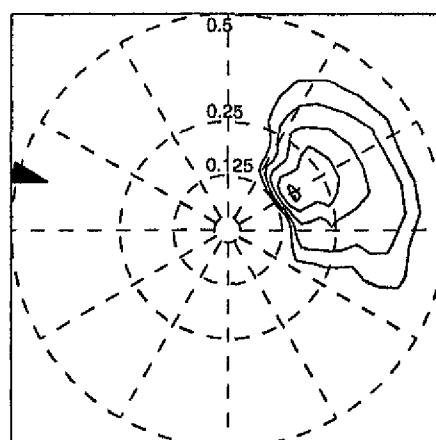
file: specplot.m Version: 1998/03/17 13:37:14 Printed: 1998/07/07 11:57:00


 $E_{\max} = 0.402 \text{ m}^2/\text{Hz}$

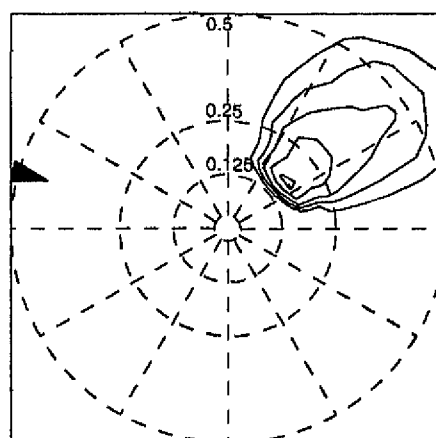
— H = 6 m +NAP
 ○— M = 4 m +NAP
 ×— L = 2 m +NAP

Parameter		L	M	H
Depth	[m]	-.36	1.64	3.64
Hs	[m]	-10.00	.66	1.13
Tpbeq	[s]	-10.00	4.40	4.72
Tpb	[s]	-10.00	4.22	4.38
Tpeq	[s]	-10.00	4.72	4.87
Tp	[s]	-10.00	5.78	5.78
Tm-2-1	[sec]	-10.00	4.16	4.49
Tm02	[sec]	-10.00	2.30	2.90
Tp1	[s]	-10.00	5.78	5.78
Tp2	[s]	-10.00	3.73	3.73
Fsplit	[Hz]	.14	.22	.22
NP	[—]	1.00	2.00	2.00
Dir	[N°]	-10.00	232.00	246.00
kappa	[—]	-10.00	.27	.26
Depr	[°]	-10.00	17.84	23.88
Tpm	[—]	-10.00	4.40	4.72

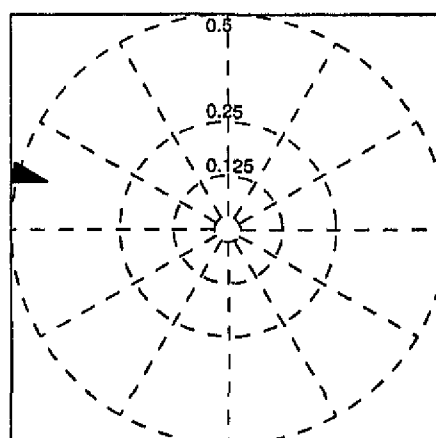
Polair spectrum 6 (m) + NAP



Polair spectrum 4 (m) + NAP



Polair spectrum 2 (m) + NAP


Contourlijnen t.o.v. $E_{\max}$:

0.99 0.9 0.5 0.25 0.125 0.0625

Lokatie dijkvak 058

Golfspectra nabij de dijk voor raal y

Lokaties in Parijse coördinaten

SWAN berekeningen Westerschelde

SWAN

Vs. 2.62

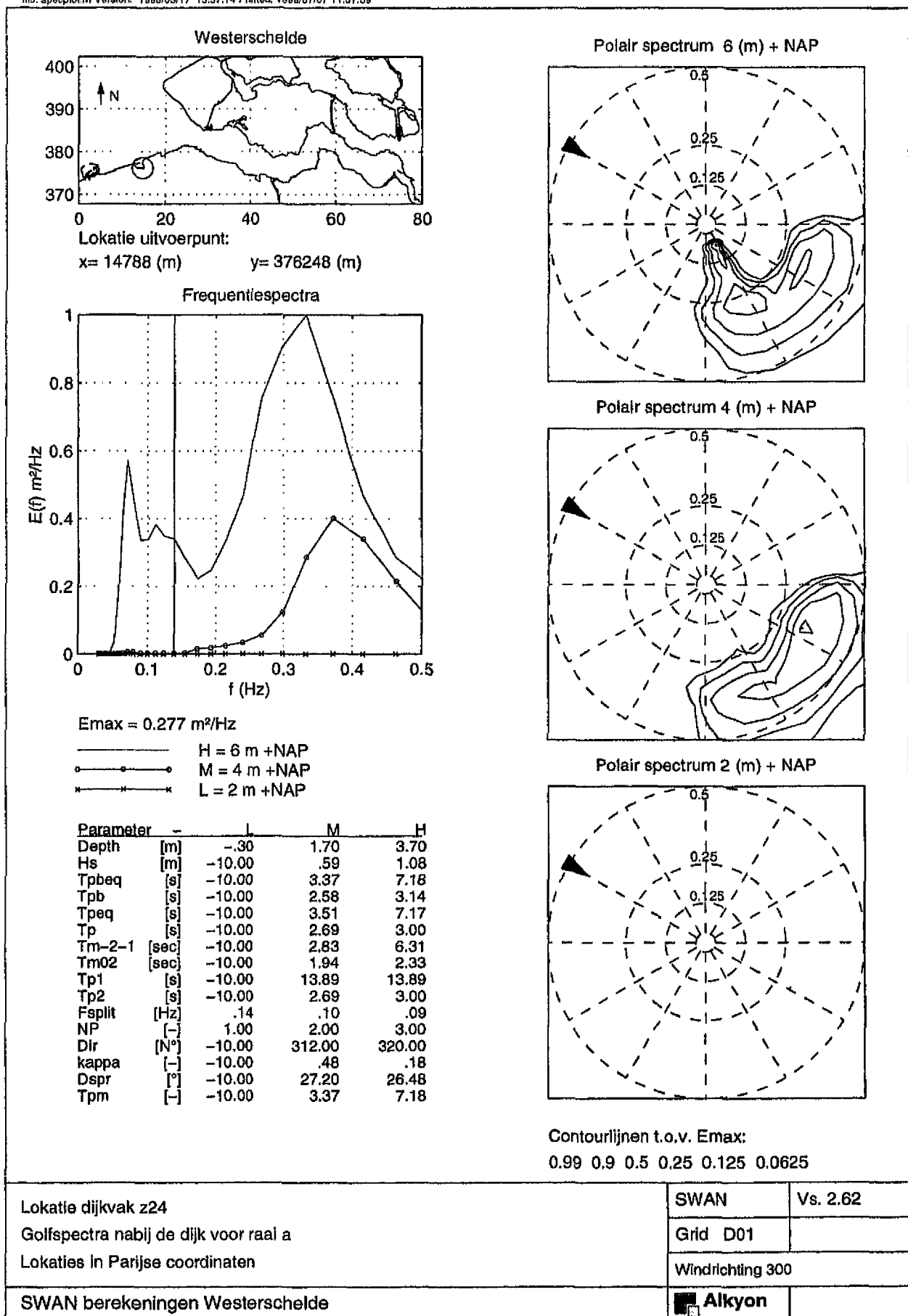
Grid D24

Windrichting 285

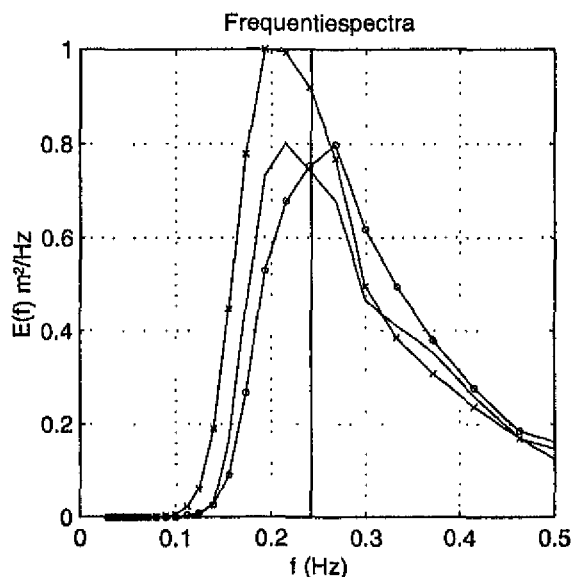
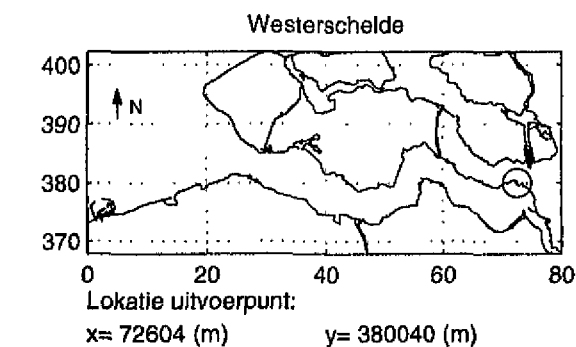
Alkyon

Bijlage 6

file: specplot.m Version: 1998/03/17 13:37:14 Printed: 1998/07/07 11:57:39



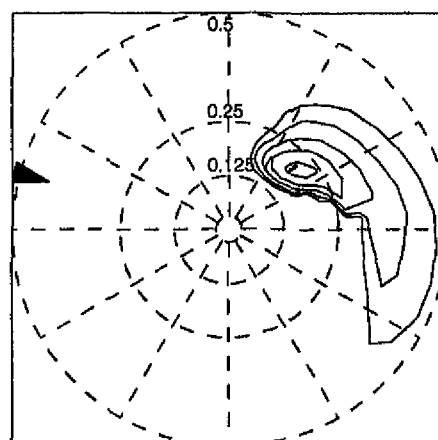
file: specplot.m Version: 1998/03/17 13:37 14 Printed: 1998/07/07 11:58:29


 $E_{\max} = 0.567 \text{ m}^2/\text{Hz}$

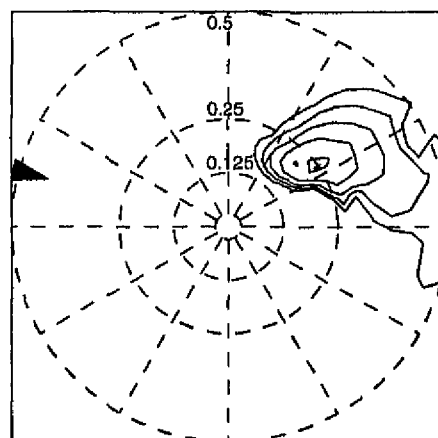
—○— H = 6 m +NAP
- - -○- V = 6 m +NAP vloed-stroom
—×— E = 6 m +NAP eb-stroom

Parameter		H	V	E
Depth	[m]	5.46	5.46	5.46
Hs	[m]	1.24	1.29	1.38
Tpbeq	[s]	4.14	3.88	4.50
Tpb	[s]	4.01	3.76	4.46
Tpeq	[s]	4.36	4.04	4.52
Tp	[s]	4.65	3.73	5.18
Tm-2-1	[sec]	4.02	3.74	4.34
Tm02	[sec]	2.58	2.24	2.44
Tp1	[s]	5.18	4.65	5.18
Tp2	[s]	3.73	3.00	4.17
Fsplit	[Hz]	.22	.27	.19
NP	[—]	1.00	1.00	1.00
Dir	[N°]	243.00	241.00	235.00
kappa	[—]	.29	.32	.34
Dspr	[°]	28.55	22.82	25.39
Tpm	[—]	4.14	3.88	4.50

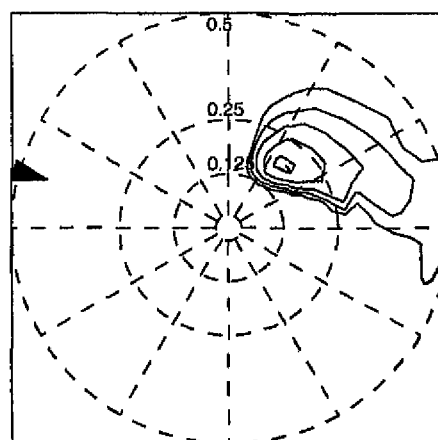
Polair spectrum 6 (m) + NAP



Polair spectrum 6 (m) + NAP vloed



Polair spectrum 6 (m) + NAP eb


Contourlijnen t.o.v. $E_{\max}$:

0.99 0.9 0.5 0.25 0.125 0.0625

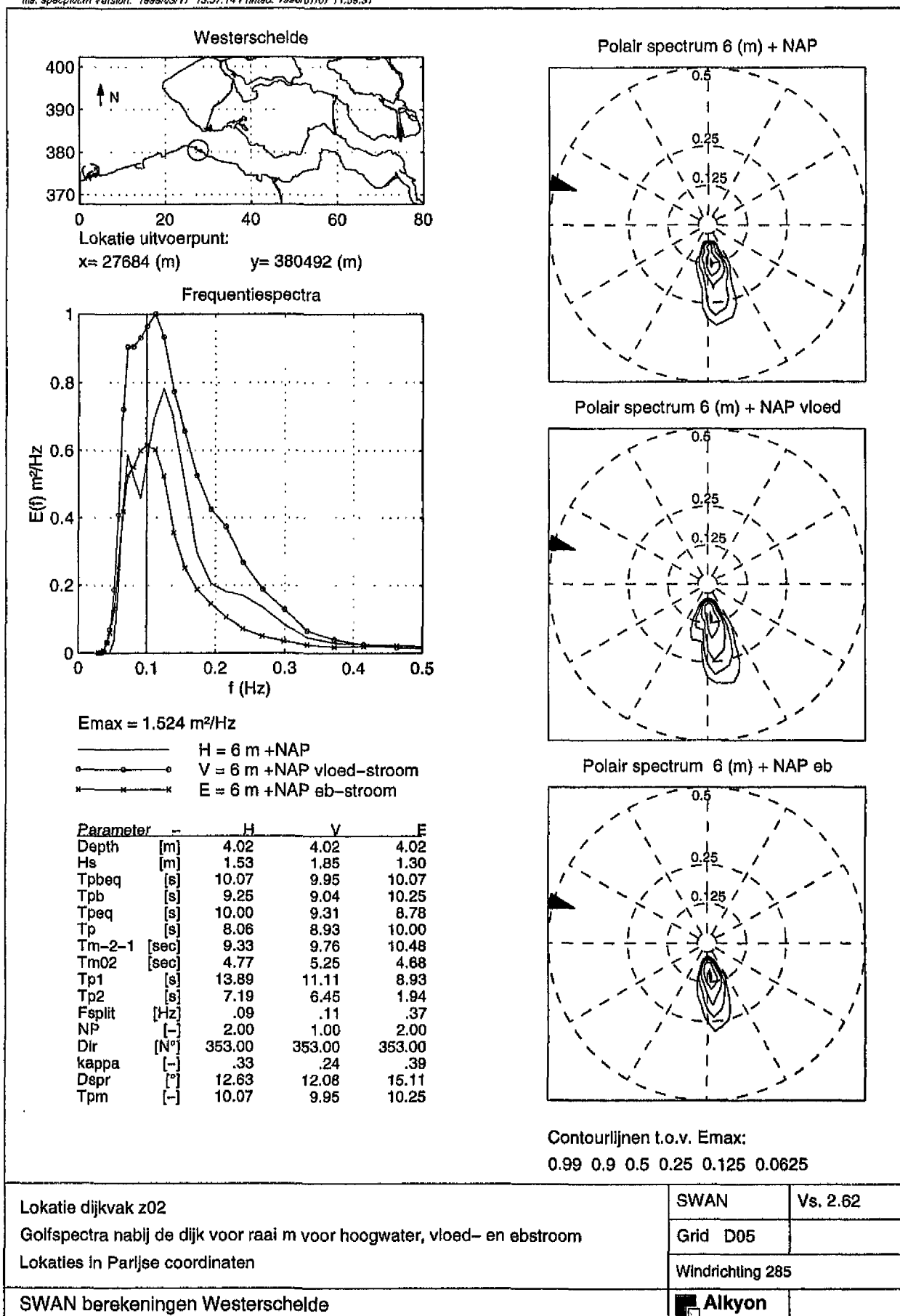
Lokatie dijkvak 070
Golfspectra nabij de dijk voor raal m voor hoogwater, vloed- en ebstroom
Lokaties in Parijse coördinaten

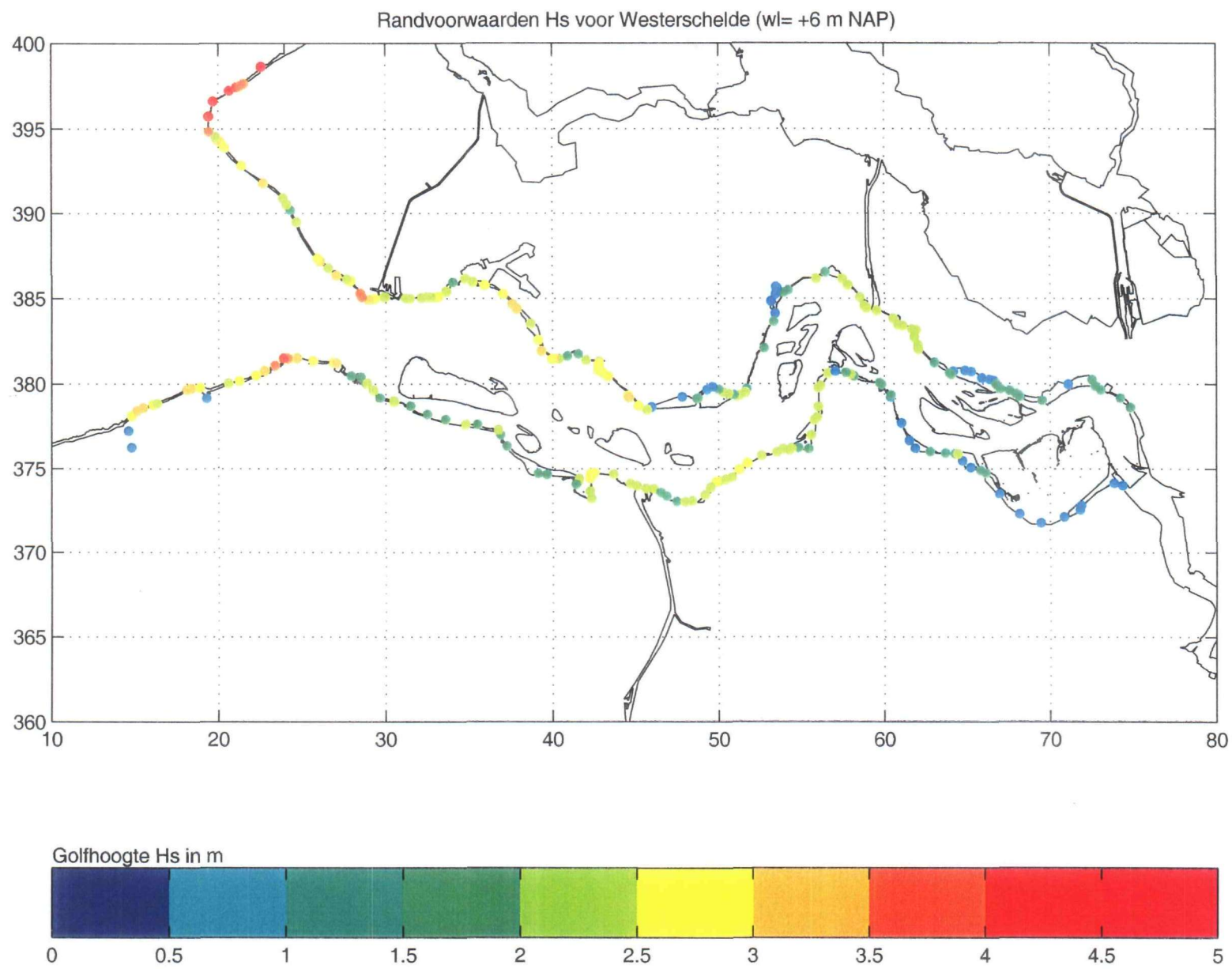
SWAN berekeningen Westerschelde

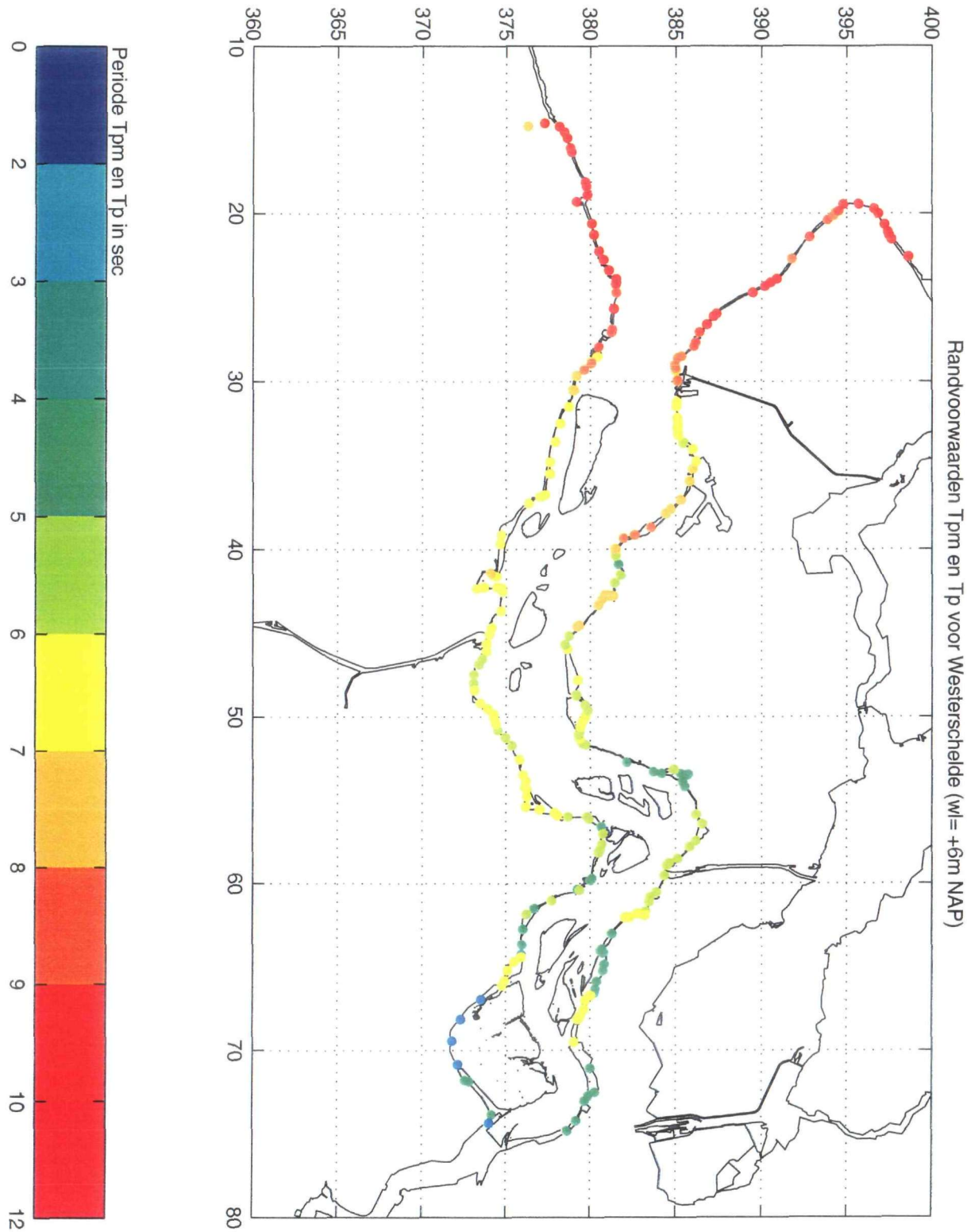
SWAN Vs. 2.62
Grid D23
Windrichting 285
Alkyon

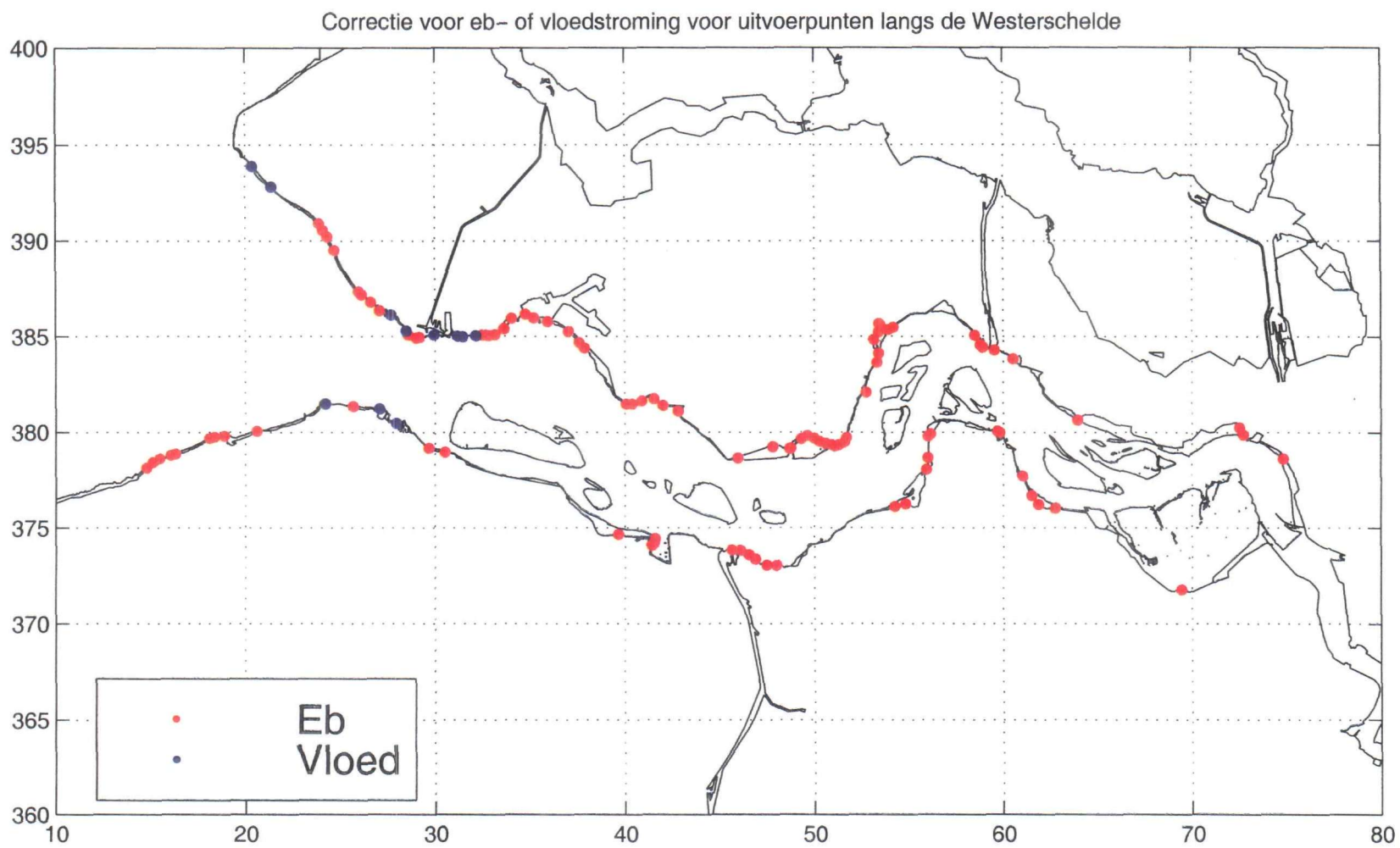
Bijlage 8

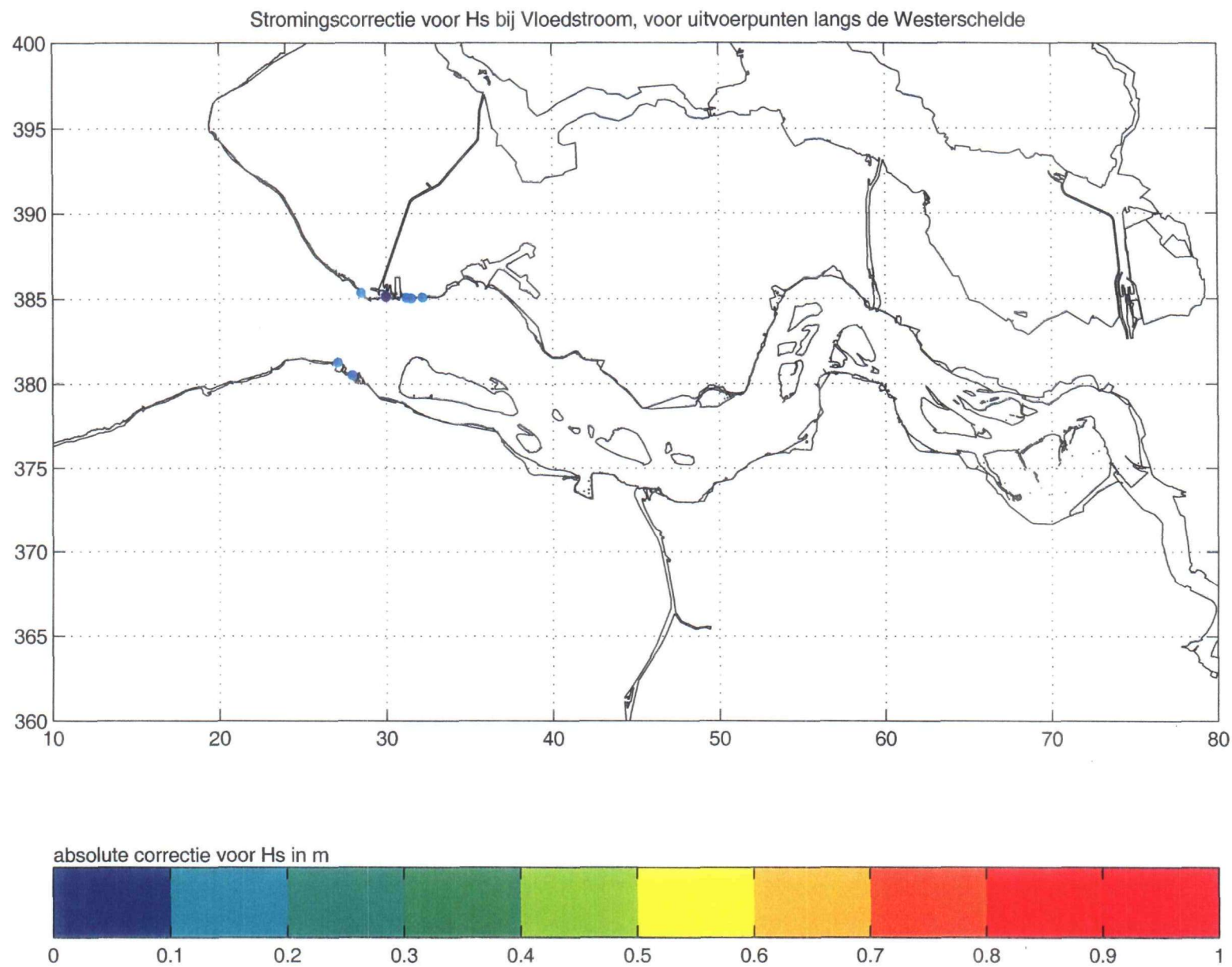
file: specplot.m Version: 1998/03/17 13:37:14 Printed: 1998/07/07 11:59:31

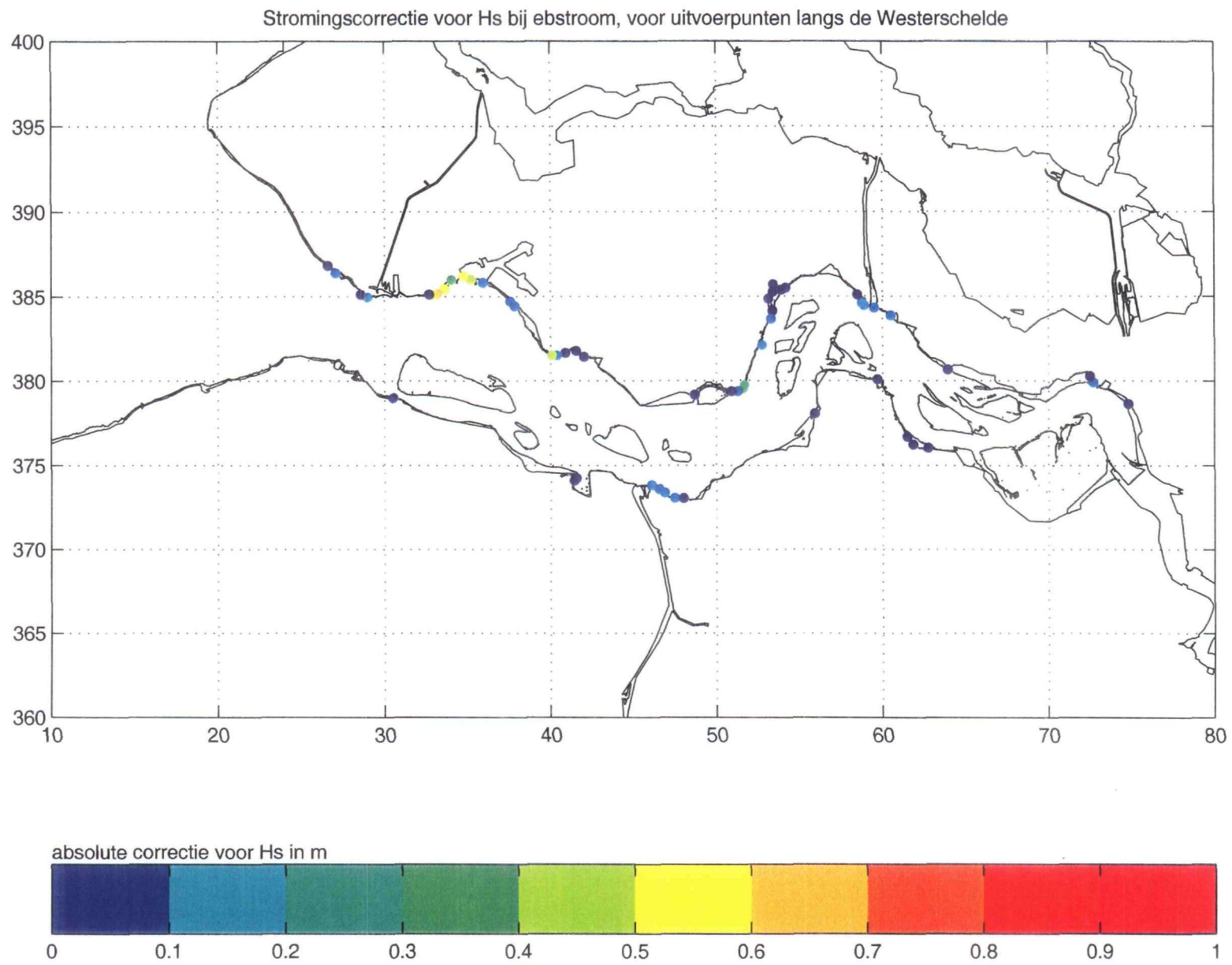




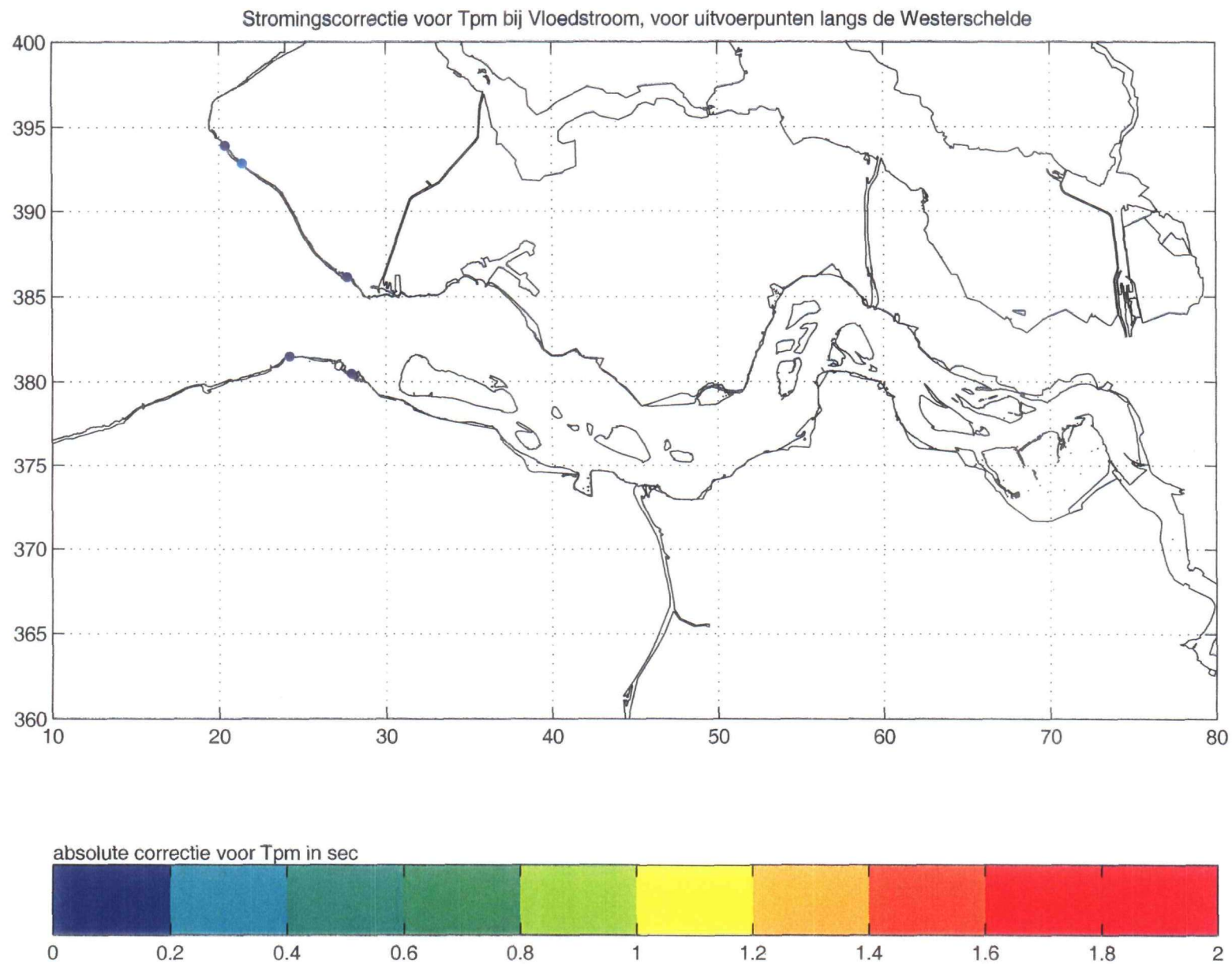


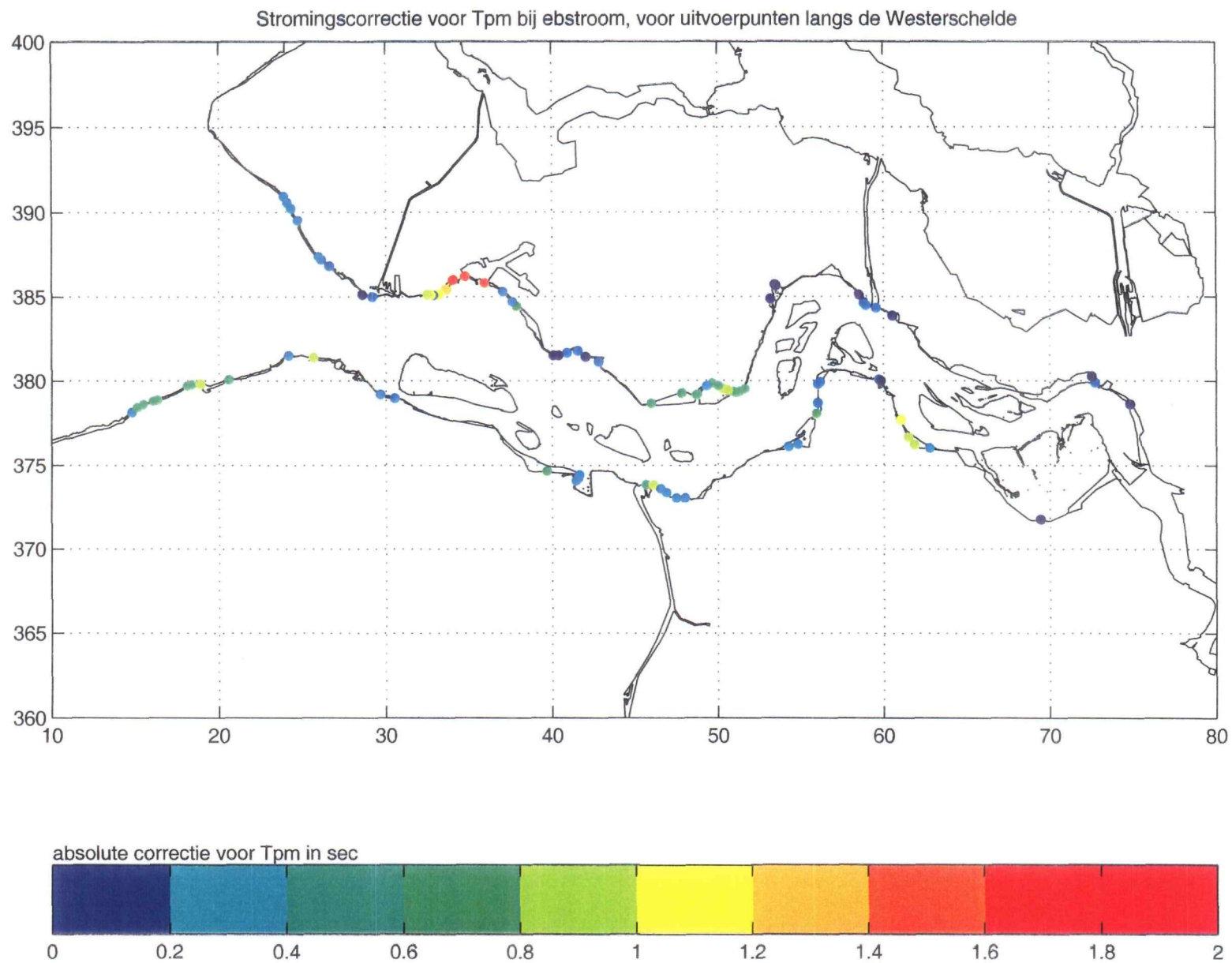


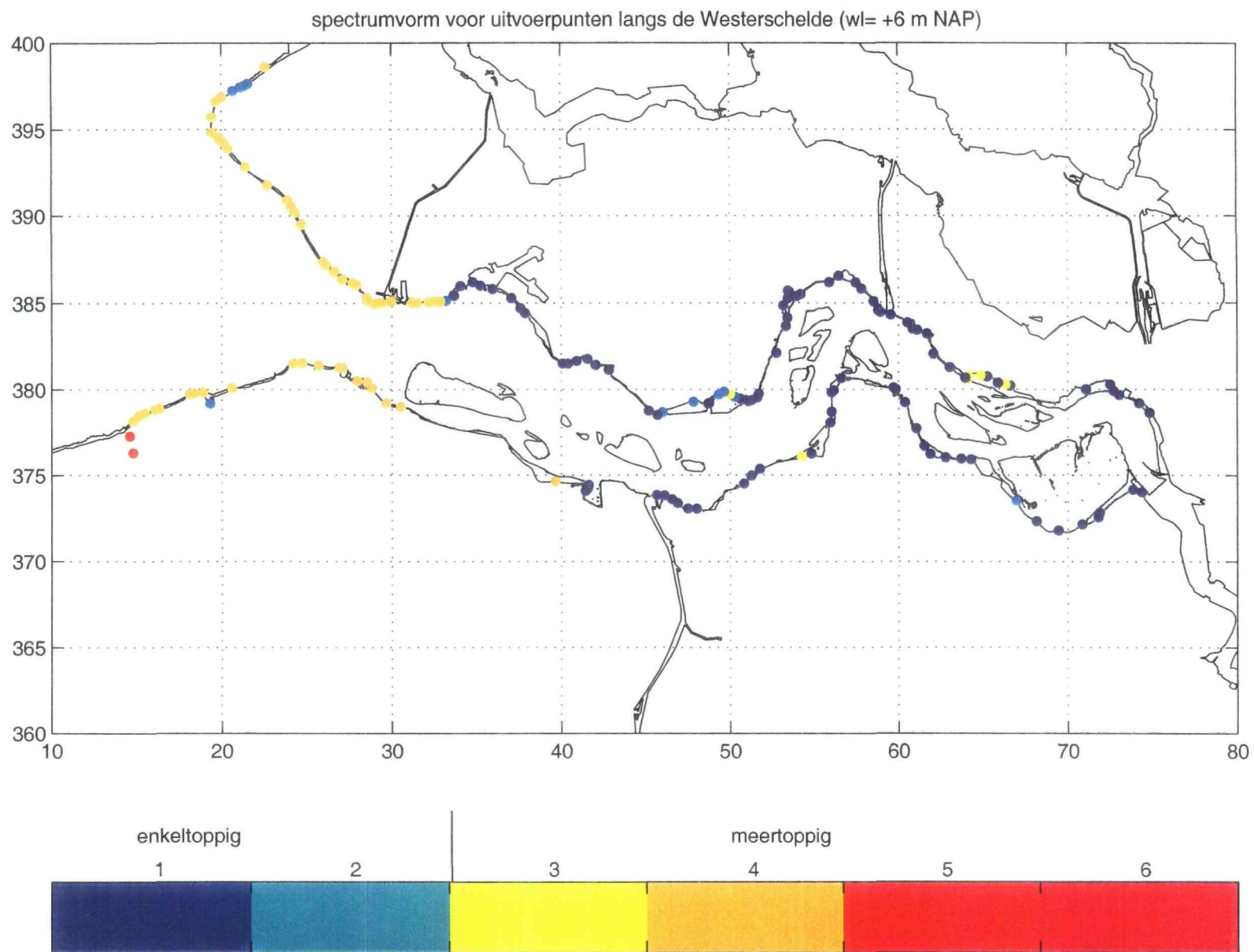




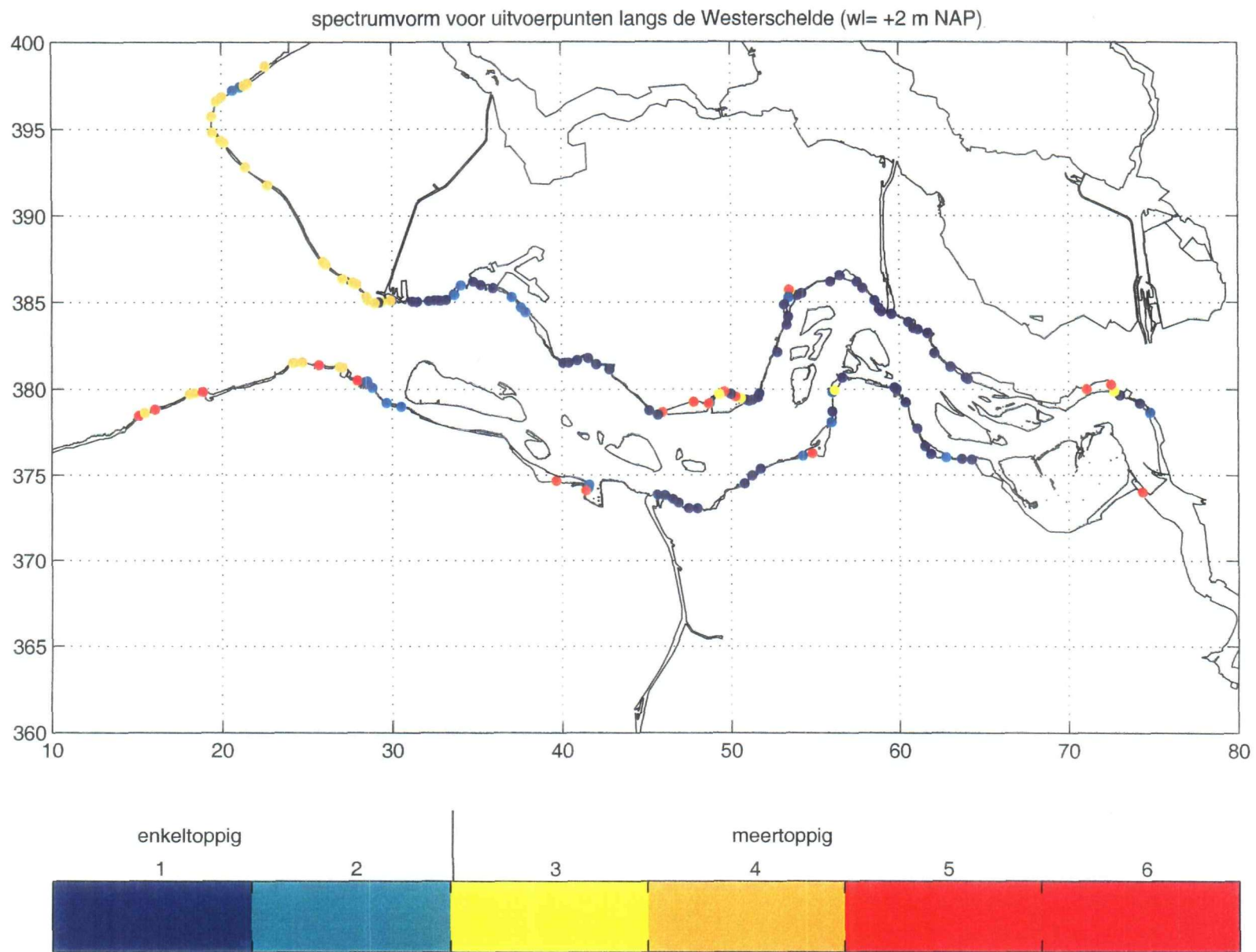
Bijlage 14

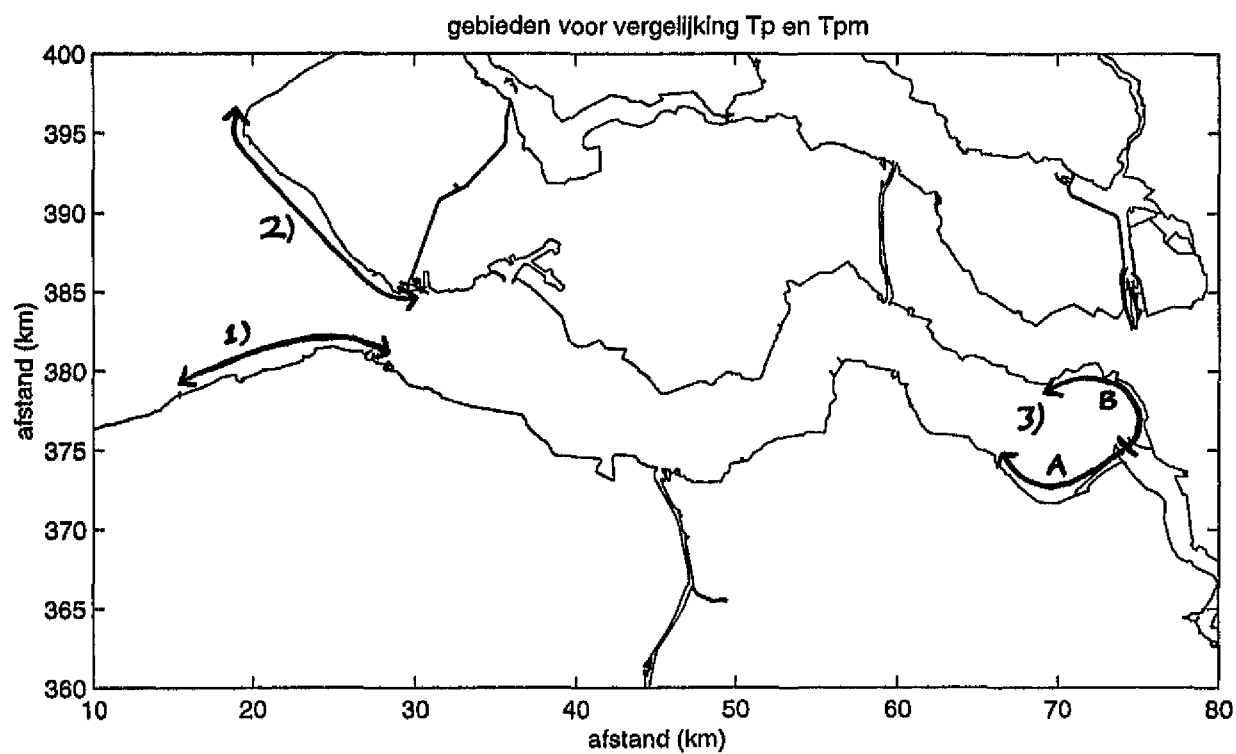




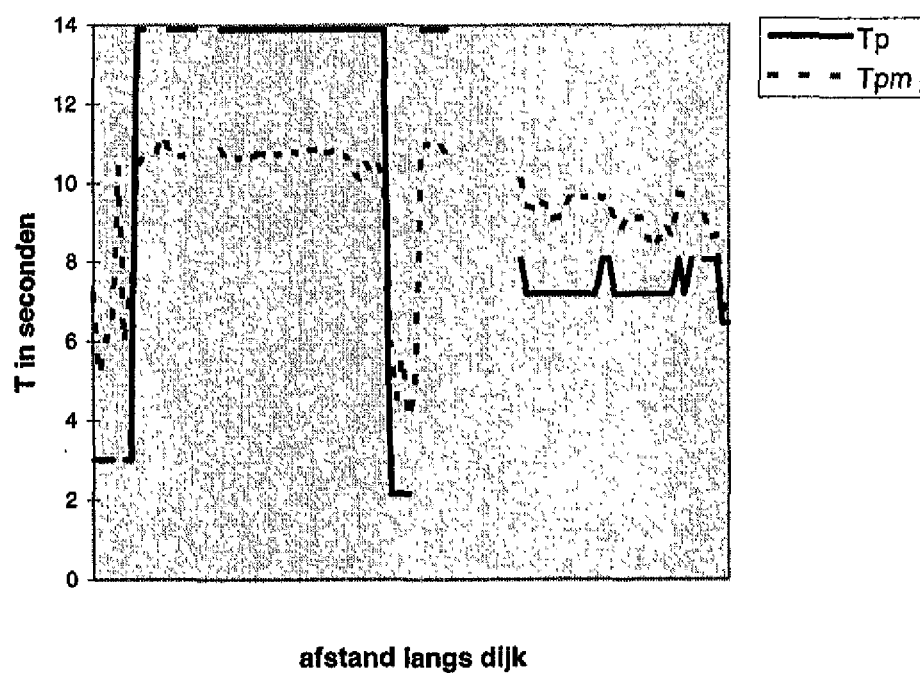


Bijlage 17

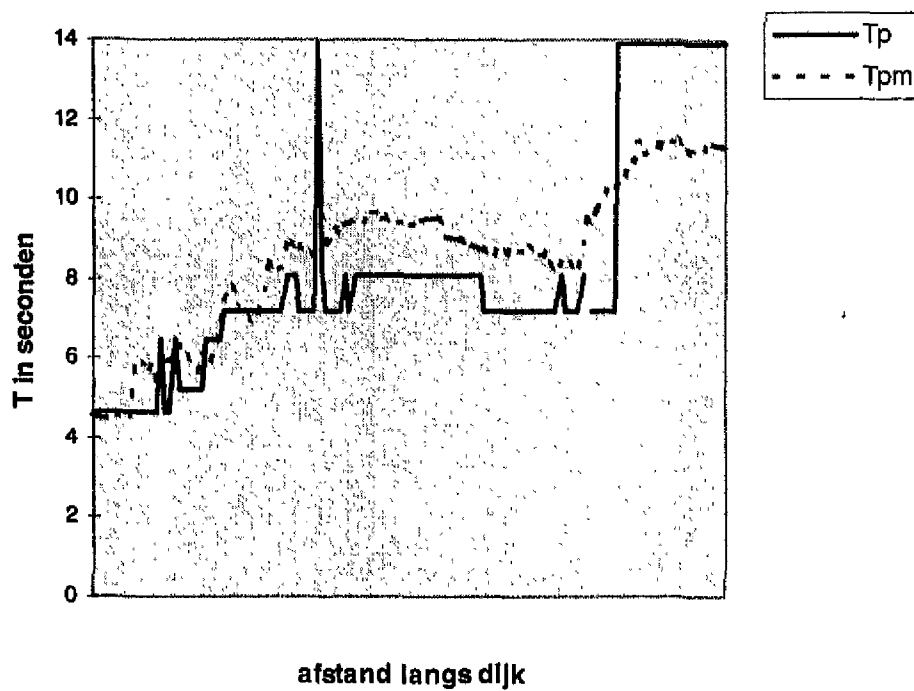




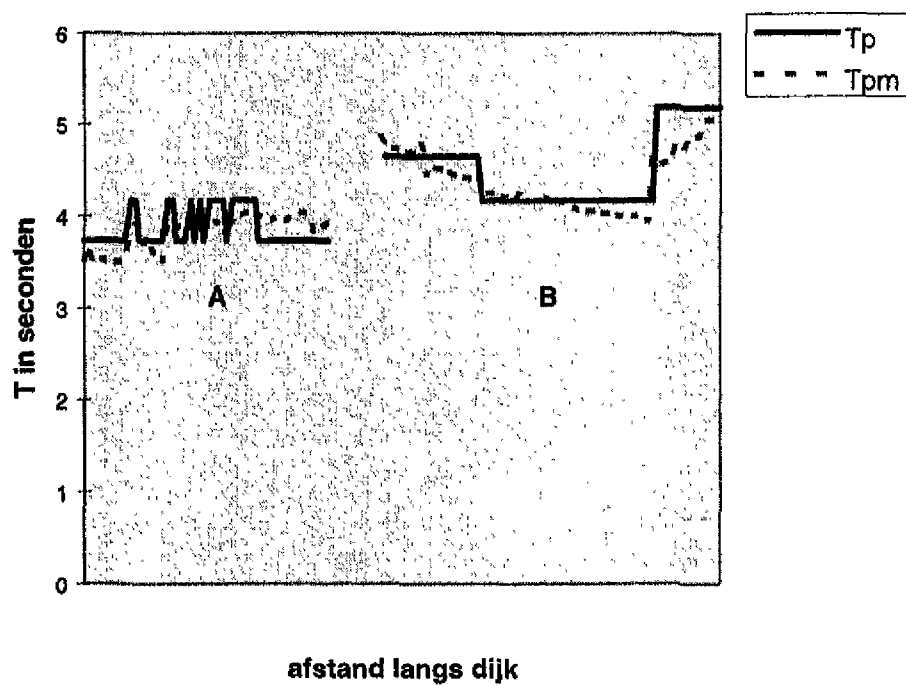
1) T_p en T_{pm} voor Zuid-West oever Westerschelde



2) T_p en T_{pm} voor Zulkust Walcheren



3) T_p en T_{pm} voor oostelijk gedeelte Westerschelde



**Bijlage 19 Randvoorwaardentabel
(zie volgende pagina's)**

[illegible]

Dijkvak no	Dijkvak grens aan	Coördinaten van		(Par)P tot	Poldernaam	Hs Waterstand Lo v. NAP			Tp Waterstand Lo v. NAP			Tpm Waterstand Lo v. NAP			Wind- richting 8m+	Golfrichtingsband nautisch	waterdiepte (m) bij waterstanden			Spectrum vorm			zie tabel 2	Bijzonderheden
		x	y			2m+	4m+	6m+	2m+	4m+	6m+	2m+	4m+	6m+			2m+	4m+	6m+	2m+	4m+	6m+		
107	108				Kleine Huissempolder	1,5	2,2	2,4	6,2	6,8	6,8					350								
107	106				Kleine Huissempolder	2,2	2,6	2,8	6,2	6,8	6,8					350								
106					Kleine Huissempolder	2,2	2,6	2,8	6,2	6,8	6,8					350								
105					Eendagpolder	2,2	2,6	2,8	6,2	6,8	6,8					350								
104	105				Eendagpolder	1,8	2,2	2,5	6,2	6,8	6,8				290	350	4,6	6,5	6,6					
104	103				Eendagpolder	1,3	1,9	2,2	6,2	6,8	6,8				290	350	3,0	5,0	7,0					
103					Eendagpolder	1,3	1,9	2,2	6,2	6,8	6,8				290	350	3,0	5,0	7,0					
102					Eendagpolder	1,1	1,8	2,2	6,2	6,8	6,8				290	350	2,7	4,7	6,7					
101	vanaf dijkvak 102			54730 378180	Hellegatpolder	1,0	1,8	2,1	6,2	6,2	6,8				290	350	2,3	4,3	6,3					
101	54730 378180			tot dijkvak 100	Hellegatpolder	0,5	1,3	1,9	6,2	6,2	6,8				280	350	1,0	3,0	5,0					
100	101				Ser. Arends	0,9	1,6	2,1	6,2	6,2	6,8				280	280	1,9	3,9	5,9					
100					Ser. Arends	1,1	1,8	2,2	6,2	6,2	6,8				280	280	3,0	5,0	7,0					
100	99				Ser. Arends	1,2	1,8	2,2	6,2	6,2	6,8				280	280	3,0	5,0	7,0					
99	vanaf dijkvak 100			58100 378600	Nijs-Hooglandpolder	1,3	2,0	2,3				5,1	6,8	7,3	270	257	2,8	4,8	7,0	2	1	1		
99	58100 378600			tot dijkvak 98	Nijs-Hooglandpolder	1,6	2,0	2,4				6,0	6,8	6,9	270	243	4,2	5,6	7,6	1	1	1		
98	vanaf dijkvak 99			58150 378780	Nijspolder	1,3	1,9	2,4				6,0	6,4	6,8	270	244	2,2	4,2	6,2	2	1	1		
98	58150 378780			58500 380340	Nijspolder	0,6	1,4	2,1				5,1	6,1	7,0	270	234	1,1	3,1	5,1	3	2	1	12	
98	58500 380340			tot dijkvak 97	Nijspolder	1,1	1,7	2,1				5,0	5,6	6,0	270	261	2,2	4,2	6,2	1	1	1		
97					Molen	1,5	1,9	2	4,8	5,7	5,7				360	360	6,2	8,2	10,2					
96	97				Molen	1,5	1,8	2	4,8	5,7	5,7				360	360	5,0	7,0	9,0					
96	95				Molen	1,5	1,9	2,1	4,8	5,7	5,7				360	360	9,8	11,8	13,8					
95	96				Kevit	1,5	1,9	2,1	4,8	5,7	5,7				360	20	9,8	11,8	13,8					
95					Kevit	0,9	1,6	1,9	4,8	5,7	5,7				360	20	1,8	3,8	5,8					
95	94				Kevit	0,9	1,6	1,9	4,8	5,7	5,7				360	20	1,8	3,8	5,8					
94					Pedpolder (west)	1,2	1,5	1,7				4,8	5,2	5,7	300	317	3,8	5,8	7,8	1	1	1		
93					V. Haven Perkpolder	1,2	1,4	1,6				4,9	5,2	5,6	300	326	4,7	5,8	7,8	1	1	1		ingang veehaven Perkpolder
92					Pedpolder (oost)	1,0	1,2	1,4				5,1	5,3	5,6	300	338	3,3	4,6	6,6	1	1	1		
91					Noorddijk	1,3	1,7	1,9	5,7	5,7	5,7				360	40	2,6	4,6	6,6					
90					Noorddijk	1,5	1,6	1,7	5,7	5,7	5,7				360	40								
89					Noorddijk	1,5	1,6	1,7	5,7	5,7	5,7				360	40								
88					Wilhelms	1,5	1,6	1,7	5,7	5,7	6,2					15								
87					Wilhelms	1,5	1,6	1,7	5,7	5,7	6,2					355								
86					Wilhelms	1,2	1,8	1,7	5,7	5,7	6,2					355								
85	86				Kruis	1,2	1,6	1,8	5,7	5,7	6,2					355								
85	84				Kruis	1,2	1,7	2,1	5,7	5,7	6,2					355								
84					Kruis	1,2	1,7	2,1	5,7	5,7	6,2					345								
83	84				Kruis	1,2	1,7	2,1	5,2	5,7	6,2				360	360	2,8	4,8	6,8					
83	82				Kruis	-	0,7	1,5	-	5,7	6,2				360	30	-0,4	1,6	3,6					
82					Kleine Molen	-	0,8	1,5	-	5,7	6,2				380	20	-0,3	1,7	3,7					
81	82				Kleine Molen	-	1,1	1,6	-	5,7	6,2				360	20	0,4	2,4	4,4					
81	80				Kleine Molen	0,7	1,2	1,6	4	5,2	6,2				360	20	2,2	4,2	6,2					
80					Melo	0,7	1,2	1,6	4	5,2	6,2				360	20	2,2	4,2	6,2					
79					van Alstein	-	0,7	1,4	-	4,4	5,2				360	20	6,2	8,2	10,2					
78					Kon. Emmaspolder	-	0,7	1,1				-	3,9	4,8	315	9	358	-	1,8	3,7	-	1	2	
77					Kon. Emmaspolder	-	0,7	1,2				-	3,9	4,9	330	286	358	-	1,9	3,4	-	1	1	
76					Kon. Emmaspolder	-	0,5	1,1				-	3,6	5,0	315	288	356	-	1,4	2,9	-	1	1	
75					Kon. Emmaspolder	-	0,5	1,1				-	3,3	5,0	300	275	343	-	1,4	3,4	-	1	1	
74					Prosperpolder	-	0,5	1,2				-	3,3	5,1	300	274	340	-	1,5	3,5	-	1	1	
73					Her. Hedwigepolder	-	0,5	1,2				-	3,6	5,1	300	266	336	-	1,4	3,2	-	2	1	
72					Her. Hedwigepolder	-	0,5	1,2				-	4,4	5,1	300	268	351	-	1,2	3,2	-	5	1	
71					Her. Hedwigepolder	0,3	0,8	1,3				4,4	4,4	4,9	300	302	48	1,0	2,2	4,1	5	2	1	
31	70	vanaf dijkvak 71		74860 378625	Reijersbergse polder	0,8	1,5	1,9				5,0	5,8	5,9	270	228	278	1,6	3,7	5,7	2	1	1	
70		74880 378625		74360 379175	Reijersbergse polder	1,1	1,8	2,0				4,8	5,5	5,8	270	218	284	2,9	3,7	5,7	2	1	1	
70		74380 379175		73050 379670	Reijersbergse polder	1,3	1,6	1,9				5,2	5,4	5,6	240	207	256	3,6	4,9	6,4	1	1	1	
70		73050 379670		72790 379720	Reijersbergse polder	1,4	1,6	1,8				5,1	5,3	5,5	240	183	249	2,9	4,9	6,7	1	1	1	
70		72790 379720		72650 380156	Reijersbergse polder	1,0	1,5	1,8				5,2	5,5	5,7	240	190	246	2,0	4,0	6,0	3	1	1	
70		72650 380156		tot dijkvak 69	Reijersbergse polder	0,4	1,2	1,6				5,4	5,3	5,5	210	189	239	0,8	2,5	4,5	5	1	1	
69					Reijersbergse polder	0,5	1,2	1,5				4,5	5,1	5,8	270	173	227	0,9	2,9	4,9	5	1	1	12
68	69				Zimmermanspolder	0,6	1,3	1,7	5,2	6,8	6,8				270	180	2,1	4,1	6,1					

Dijkwing	Dijkvak vak m	grens aan	Coördinaten		(Paris) tot	Poldernaam	Hs			Tp			Tpm	Wind- richting 6m+	Golftichtingsband naarisch	waterdiepte (m)			Spectrum vorm			zie tabel 2	Bijzonderheden					
			van	y			x	y	Waterstand t.o.v. NAP			Waterstand t.o.v. NAP				Waterstand t.o.v. NAP			bij waterstanden					Spectrum vorm				
									2m+	4m+	8m+	2m+				4m+	8m+	2m+	4m+	8m+	2m+			4m+	8m+	2m+	4m+	8m+
	54					Waardepolder	2	2,3	2,5	5,7	6,2	6,8		270	270	8,2	10,2	12,2										
	53					Waardepolder	1,7	2,1	2,4	5,7	6,2	6,8		270	220	3,6	5,6	7,6										
	52					Waardepolder	1,6	2	2,3	5,7	6,2	6,8		270	280	3,6	5,6	7,6										
	51					Waardepolder	0,9	1,6	2,1	5,7	6,2	6,8		270	270	1,9	3,9	5,9										
	50	vanaf dijkvak 51			61625	383290	V.haven/Waarde-polder	1,1	1,8	2,1			5,0	5,8	6,3	270	216	2,6	4,6	6,6	1	1	1					
	50	61625	383290	tot dijkvak 49		V.haven/Waarde-polder	1,4	1,9	2,2				5,0	5,8	6,3	270	213	2,6	3,7	5,7	1	1	1					
	(49)					V.haven Kruiningen	1,7	2,1	2,4				5,2	5,8	6,3	270	206	2,72	4,2	6,2	1	1	1	ingang voorhaven Kruiningen				
	49					B.haven/V.haven	1,6	2,1	2,4				5,5	5,7	6,4	240	203	2,61	4,4	6,4	1	1	1					
	48					Monding Buitenhaven	1,9	2,2	2,5				5,7	6,0	6,4	240	207	2,82	4,2	6,2	1	1	1	ingang zijder voorhaven				
30	(47)					-	2,0	2,2	2,4				5,6	5,9	6,2	240	215	2,85	6,3	8,3	1	1	1	ingang west				
	(47)				58900	384800	-	2,1	2,3	2,5				5,6	6,0	6,3	240	215	2,63	9,0	11,0	1	1	1	westoel			
	47	58900	384800	tot dijkvak 46		Kan. d. 2-Bewestend	1,7	2,0	2,3				5,5	5,9	6,3	240	219	2,57	4,5	6,5	1	1	1					
	46	vanaf dijkvak 47			57575	386030	dp 132 - dp 106	1,7	2,0	2,2				5,4	5,8	6,3	240	211	2,57	4,5	6,5	1	1	1				
	46	57575	386030	tot dijkvak 45		dp 132 - dp 106	1,3	1,6	2,1				5,3	5,6	6,3	240	203	2,43	2,6	4,6	1	1	1					
	45	vanaf dijkvak 46			56340	386485	W.A. polder	1,1	1,6	1,8				5,0	5,6	6,4	240	180	2,28	2,7	4,7	1	1	1				
	45	56340	386485	54440	385740	W.A. polder	1,6	1,9	2,1				5,0	5,6	6,3	240	170	2,44	10,8	12,8	1	1	1					
	45	54440	385740	tot dijkvak 44		W.A. polder	1,3	1,6	1,8				4,9	5,2	5,6	210	185	2,67	4,1	6,4	1	1	1	12				
	44	vanaf dijkvak 45			53640	385590	Heerjansz-polder	1,2	1,6	1,7				5,0	5,3	5,5	210	155	2,71	2,7	4,7	1	1	1	12			
	44	53640	385590	tot dijkvak 43		Heerjansz-polder	0,6	1,1	1,3				4,4	5,5	5,7	210	154	2,71	1,7	3,7	3	1	1	12				
	43	vanaf dijkvak 44			53280	385450	Boonepolder	0,5	1,0	1,2				5,2	5,8	5,8	210	131	2,90	1,4	3,4	5	1	1	12			
	43	53280	385450	53040	384975	Noordpolder	0,8	1,1	1,3				4,5	5,4	5,6	210	147	3,04	2,6	4,2	6,2	2	1	1	12			
	43	53040	384975	53350	384230	Noordpolder	0,8	1,0	1,0				4,7	5,2	6,1	210	137	3,01	2,5	4,5	3,8	1	1	1	12			
	42	53350	384230	53380	383840	Hoedekerspolder	1,0	1,3	1,5				4,6	4,9	5,2	210	153	2,87	2,9	4,9	6,9	1	1	1	12			
	42	53380	383840	tot dijkvak 41		Hoedekerspolder	1,6	1,7	1,9				4,6	4,7	4,9	210	166	2,46	20,8	22,2	24,2	1	1	1	12			
	41					Hoedekerspolder	1,7	1,8	1,8				4,3	4,3	4,3	210	163	2,29	23,3	25,3	27,3	1	1	1	12			
	40	vanaf dijkvak 41			51580	379640	Baarlandpolder	1,7	1,7	1,8				4,8	5,3	5,7	240	168	2,18	18,5	11,2	13,2	1	1	1	12		
	40	51580	379640	tot dijkvak 39		Baarlandpolder	1,8	2,0	2,2				5,9	6,2	6,9	270	192	2,17	9,4	11,4	13,4	1	1	1				
39B	vanaf dijkvak 40				51000	379470	Baarlandpolder	1,7	2,0	2,3				6,3	6,8	7,1	240	185	2,28	3,8	4,8	6,8	1	1	1			
(39A)	51075	379325				Baarlandpolder	1,4	1,8	2,1				6,3	6,5	6,9	240	191	2,35	4,1	6,1	8,1	1	1	1	punt bij Scheldedoord			
39A	51000	379470	50620	379490		Baarlandpolder	1,3	1,7	2,0				6,3	6,3	6,9	240	184	2,36	3,5	5,5	7,5	1	1	1				
39A	50620	379490	tot dijkvak 38			Baarlandpolder	0,7	1,4	2,0				5,8	6,3	7,2	270	185	2,34	2,2	4,2	6,2	3	1	1				
38						Baarlandpolder	0,8	1,5	2,0				5,6	6,3	7,3	270	190	2,71	2,7	4,7	7,4	5	2	2				
37						Zuidpolder	0,6	1,1	1,7				4,0	6,2	7,2	270	202	2,60	3,2	5,2	7,2	1	3	3				
36						Zuidpolder	0,2	1,0	1,5				4,9	5,7	7,0	240	192	2,42	0,4	2,4	4,4	5	2	2	12			
35	vanaf dijkvak 36				48770	379300	Everingpolder	0,7	1,2	1,4				4,8	5,5	6,4	240	188	2,54	2,2	4,9	6,9	3	1	2			
35	48770	379300	tot dijkvak 34			Everingpolder	0,8	1,3	1,8				5,2	6,0	6,7	270	193	2,25	3,0	5,0	7,0	2	1	1	12			
34	vanaf dijkvak 35				47950	379300	Everingpolder	0,8	1,5	1,9				6,2	6,2	6,6	240	183	2,53	2,0	4,0	6,0	5	1	1	12		
34/33	47950	379300	47880	379290		Ellewoutsdijkpolder	0,2	0,8	1,4				4,4	6,5	7,1	270	193	2,44	0,3	2,3	4,3	5	3	2				
33	47880	379290	45760	378620		Ellewoutsdijkpolder	0,3	1,1	1,4				6,2	6,4	7,1	270	181	2,57	0,6	2,6	4,4	5	1	2				
32	45760	378620	45500	378570		Ellewoutsdijkpolder	1,7	2,0	2,2				5,6	5,9	6,4	270	212	2,60	9,2	11,2	13,2	1	1	1	Fort Ellewoutsdijk			
32	45500	378570	tot dijkvak 31			Ellewoutsdijkpolder	2,2	2,4	2,7				5,9	6,2	6,7	270	223	2,73	21,3	23,3	24,6	1	1	1	Fort Ellewoutsdijk			
31						Ellew.dijkpolder	2,5	2,8	3,1	6,8	6,8	7,5				270		260							incl. +0,20 m golthoogte door stroming			
30						Ellew.dijkpolder	2,3	2,6	2,9	6,2	6,2	7,5				270		260	11,8	13,8	15,8							
29						Ellew.dijkpolder	2,1	2,5	2,8	5,7	6,2	7,5				270		250	8,1	10,1	12,1							
28						Ellew.dijkpolder	2	2,4	2,8	5,7	6,2	7,5				270		250	16,7	18,7	20,7							
27						Ellew.dijkpolder	2	2,4	2,8	5,7	6,2	7,5				270		250	1,5	3,5	5,5							
26	27					Ellew.dijkpolder	1,9	2,3	2,7	5,7	6,2	7,5				270		260										
28						Ellew.dijkpolder	1,4	1,8	2,4	5,7	6,2	7,5				270		260										
28	26					Ellew.dijkpolder	0,6	1,4	2,1	5,7	6,2	7,5				270		260										
25						Borselle polder	zie tabel in paragraaf 5.2																					
24						Borselle polder	zie tabel in paragraaf 5.2																					
23						Borselle polder	zie tabel in paragraaf 5.2																					
22						Borselle polder	zie tabel in paragraaf 5.2																					
22						Borselle polder	zie tabel in paragraaf 5.2																					
21						Borselle polder	zie tabel in paragraaf 5.2																					
20	21					Borsellepolder	2,3	2,6	2,9	6,8	7,5	7,5				270		270										
20	19					Borsellepolder	2,7	3,1	3,4	6,8	7,5	7,5				270		270	12,9	14,9	16,9				incl. +0,20 m golthoogte door stroming			
19	20					Borsellepolder	2,7	3,1	3,4	6,8	7,5	8,2				270		260	12,9	14,9	16,9				incl. +0,20 m golthoogte door stroming			
19	18					Borsellepolder	1	1,9	2,7	6,8	7,5	8,2				270		260	1,8	3,8	5,8							
18						v. Citterspolder	0,5	1,4	2,3	6,8	7,5	8,2				270		260	1,0	3,0	5,0							
toeloot sloot zuid		vanaf dijkvak 18			37610	384850		0,7	1,8	2,6			6,5	7,2	8,0	270	224	2,61	1,1	3,1	5,1	2	2	1				
		37610	384850	oostelijk havenhoofd		-	1,8	2,1	2,6				7,4	7,7	8,2	270	209	2,42	4,2	6,2	8,2	2	4	1				

Datum	Druk val no.	Druk aan	Coördinaten			(P-ings)		Pakketnaam	Hs		Td		Tpm		Wied. richting	Gedragingsgedrag	waterdiepte (m)		Spectrum vorm		2e tabel	Bijzonderheden		
			x	y	z	x	y		2m+	4m+	2m+	4m+	2m+	4m+			2m+	4m+	2m+	4m+				
4							Elanck	1,7	2,2	2,0		7,1	8,0	270	214	232	4,9	5,7	8,0	1	4			
3							Elanck	1,7	2,1	2,4		7,4	8,6	9,4	270	218	234	4,3	6,0	8,0	4	4		
2							Vormt, Aankomsten	1,8	2,2	2,6		7,5	7,7	8,5	270	218	236	4,3	6,0	8,0	4	4		
1							Omploeg	2,1	2,5	2,9		7,5	8,9	9,2	270	225	239	5,2	7,2	9,2	1	4		
							Omploeg	2,7	3,0	3,5		7,3	8,4	9,4	270	228	239	6,3	8,1	10,1	4	4		
							Omploeg	2,8	3,3	3,7		7,2	8,2	9,3	270	228	239	6,3	8,1	10,1	4	4		
							Omploeg	2,7	3,2	3,6		7,8	8,8	9,9	270	220	234	4,8	6,8	8,8	4	4		
							Omploeg	1,0	2,0	2,8		8,3	9,1	9,9	270	220	235	1,5	3,5	5,5	4	4		
							Omploeg	1,9	1,8	2,3		8,5	9,3	10,2	270	189	227	2,5	4,5	6,5	4	4		
							Omploeg	1,9	2,7	3,4		7,9	9,2	10,5	270	213	245	2,7	4,7	6,7	4	4		
							Omploeg	1,2	2,1	3,2		8,0	10,5	11,1	270	222	251	1,9	3,9	5,9	4	4		
							Omploeg	0,8	1,8	2,8		8,5	10,5	11,2	270	225	251	1,2	3,2	5,2	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
							Omploeg	1,1	1,1	2,2		8,9	11,6	12,0	254	246	246	0,5	2,9	3,5	4	4		
		</																						

Tabel 2 (fz) op basis van criterium: effect van 10% verandering in Hs is gelijk aan het effect van 5% verandering in Tp

Dijktype	Dijkvak volk	grens aan	Coördinaten			(F-ag)	lief	y	Fiedermuun	Hs			Tp			Tm			Wind- richting	Gedrukt niveau	waterdiepte (m)			Spectrum			Bijzondere omstandigheden	
			x	y	x					Zm	4m	6m	Zm	4m	6m	Zm	4m	6m			Zm	4m	6m	Zm	4m	6m		
32	6		24620	381450	24620	381450	5		L-Beschermingsdijk	1,7	2,7	3,4				9,2	10,0	11,1	300	317	335	3,4	4,0	4,7	4	4	4	
5	6		24620	381450	24620	381450	5		L-Beschermingsdijk	1,3	2,0	2,9				9,3	10,4	11,1	300	319	346	3,4	4,6	5,6	4	4	4	
4									O-Beschermingsdijk	1,3	2,0	2,8				9,2	10,0	10,5	300	331	362	2,4	4,4	6,4	4	4	4	
3									Alleen Beschermings	2,3	2,5	3,1				8,2	9,7	10,6	300	325	346	7,2	6,1	8,1	4	4	4	
2									HandelsVerkeers	0,7						9,4			270	246	246	1,9			5			
1									HandelsVerkeers	1,1	0,8	1,1				7,4	10,5	10,8	300	246	246	8,0	4,0	4,2	2	6	6	
30	60		35150	378780	35150	378780			Beveiligingsdijk	0,5	1,0	1,5				5,5	6,4		270	284	316	1,1	3,1		5	1	1	
31	60								Beveiligingsdijk	0,3	1,0	1,5				4,8	5,4		270	270	270	0,9	2,9	4,9	5	1	1	
32	60		34440	385740	34440	385740			Beveiligingsdijk			1,2							270	270	270							
40	40		35150	378780	35150	378780			Beveiligingsdijk			0,9							270	270	270							
44	44		35150	378780	35150	378780			Beveiligingsdijk			1,2							270	270	270							
43	43		35150	378780	35150	378780			Beveiligingsdijk			0,7							270	270	270							
43	43		35150	378780	35150	378780			Beveiligingsdijk			0,5							270	270	270							
43	43		35150	378780	35150	378780			Beveiligingsdijk			0,7							270	270	270							
42	42		35150	378780	35150	378780			Beveiligingsdijk			0,6							270	270	270							
42	42		35150	378780	35150	378780			Beveiligingsdijk			0,8							270	270	270							
41	41		35150	378780	35150	378780			Beveiligingsdijk			1,1							270	270	270							
40	40		35150	378780	35150	378780			Beveiligingsdijk			1,0							270	270	270							
38	38		43770	379200	43770	379200			Beveiligingsdijk			1,6							240	192	242							
35	35		43770	379200	43770	379200			Beveiligingsdijk			0,7							240	192	242							
34	34		43770	379200	43770	379200			Beveiligingsdijk			0,8							240	192	242							
									Beveiligingsdijk			1,7							270	270	270							
									Beveiligingsdijk			2,2							240	203	242							
20	15		35150	378780	35150	378780			Beveiligingsdijk			2,1							240	194	232							
12	12		35150	378780	35150	378780			Beveiligingsdijk			2,2							240	194	232							
11	11		35150	378780	35150	378780			Beveiligingsdijk			1,5							270	177	211							
10	10		35150	378780	35150	378780			Beveiligingsdijk			1,8							270	177	211							
9	9								Beveiligingsdijk			2,5							270	156	217							
8	8								Beveiligingsdijk			1,5							285	187	224							
7	7								Beveiligingsdijk			1,9							270	189	228							
6	6								Beveiligingsdijk			1,9							285	200	232							
5	5								Beveiligingsdijk			2,1							285	201	230							
3	3								Beveiligingsdijk			2,3							270	201	232							
2	2								Beveiligingsdijk			2,1							270	216	234							
1	1								Beveiligingsdijk			2,2							285	215	235							
									Beveiligingsdijk			2,6							285	225	238							
									Beveiligingsdijk			2,4							285	225	238							
									Beveiligingsdijk			1,7							270	213	245							
									Beveiligingsdijk			2,9							300	222	251							