

## Update detailadvies Moggershilpolder, Anna Vosdijkpolder

Aan : Yvo Provoost (Projectbureau Zeeweringen)  
 Van : Pol van de Rest (Svašek Hydraulics)  
 Tweede lezer : Erik Arnold (Royal Haskoning)  
 Datum : 1 november 2010  
 Betreft : 2010.11C Update detailadvies Moggershilpolder, Anna Vosdijkpolder  
 Status : Definitief  
 Ref. Svašek : 1605/U10281/C/PvdR  
 Ref. Royal Haskoning : 9V9006.A0/N0110/EARN/ILAN/Rott1

**Let op: Dit detailadvies is een herziening van het oorspronkelijke detailadvies Moggershilpolder, Anna Vosdijkpolder [ref 8]. In het kader van het Onderzoeksprogramma Kennisleemtes Steenbekledingen zijn recentelijk nieuwe formules ontwikkeld voor het toetsen en ontwerpen van steenzettingen [ref 13]. Deze nieuwe ontwerpformules worden reeds gebruikt bij projectbureau Zeeweringen bij het ontwerp van dijkbekledingen. Met deze nieuwe ontwerpformules zijn nieuwe belastingfuncties bepaald [ref 14], waarmee in dit detailadvies de maatgevende golfcondities zijn bepaald. Deze nieuwe belastingfuncties zijn een verbetering van de drie klassieke belastingfuncties (Z1, Z2, Z3), zoals gebruikt in het voorgaande advies [ref 8]. Daarnaast zijn de maatgevende golfcondities in dit advies bepaald met aangescherpte correctiefactoren [ref 4]. De waarden in dit detailadvies vervangen de vorige afgegeven waarden.**

In dit detailadvies zijn de golfcondities beschreven voor de Moggershilpolder, Anna Vosdijkpolder, welke betrekking heeft op het traject van dijkkilometer 78.85 tot 83.85. Het ontwerptraject loopt van dijkkilometer 80.30 tot 83.60. Dijkkilometer 80.30 ligt in dijkvak 121 en dijkkilometer 83.60 ligt in dijkvak 117.

Het detailadvies is opgebouwd uit twee delen: het samenvattende advies (ontwerpwaarden) en de bijlagen (aanpak/resultaten detailadvies). Voor achtergrondinformatie bij het detailadvies wordt verwezen naar [ref. 5 en 6]. Bij het detailadvies hoort ook een excel-spreadsheet met randvoorwaarden, waarin de randvoorwaarden overeenkomstig dit advies zijn opgenomen [ref.7]. Tabel 1 geeft de dijkvaknummering, coördinaten en dijkkilometrering (zie [ref. 12]).

**Tabel 1: Beschouwde dijkvakken**

Dijk- vak  no.	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrering (km)		Poldernaam
	van		tot		van	tot	
	x	y	x	y			
121	66016	403088	64332	403480	78,85	80,65	Anna Vosdijkpolder / Suzannapolder
120	64332	403480	63366	403319	80,65	81,65	Anna Vosdijkpolder
119	63366	403319	62669	403054	81,65	82,50	Moggershilpolder / Anna Vosdijkpolder
118	62669	403054	62103	402509	82,50	83,30	Moggershilpolder
117	62103	402509	61599	402534	83,30	83,85	O. Kempenshofstedepldr / Moggershilpolder

**Tabel 2: Maatgevende golfcondities voor betonzuilen**

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerings (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte (m) bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
121	78,85	80,65	0,77	1,21	1,43	1,64	2,67	3,85	4,39	5,08	9,2	3,1	4,1	5,1	300	300	285	270
120	80,65	81,65	0,26	1,13	1,39	1,79	2,55	4,19	4,91	5,23	0,4	2,4	3,0	4,0	330	285	270	270
119	81,65	82,50	0,25	1,24	1,55	1,87	2,80	5,25	5,48	5,29	0,3	2,3	3,3	4,3	330	270	270	270
118	82,50	83,30	0,27	1,21	1,56	1,94	2,91	5,25	5,51	5,31	0,5	2,5	3,5	4,5	330	270	270	270
117	83,30	83,85	1,22	1,89	2,03	2,16	5,05	5,46	5,64	5,71	1,6	3,6	4,6	4,8	270	270	270	270

**Aandachtspunten:**

- **Geldigheid Tabel 2:** De in Tabel 2 opgenomen golfcondities zijn alleen geldig voor het ontwerp van **betonzuilen**. Deze golfcondities zijn bepaald op basis van nieuwe belastingfuncties [ref 14]. De maatgevende golfcondities zijn afhankelijk van de taludhelling en de constructie afhankelijke constante (F). Bij bepaling van de maatgevende golfcondities is uitgegaan van een taludhelling van 1:3,5 en een F-waarde van 6. Indien de taludhelling voor de dijkvakken 117, 120 en 121 in het ontwerp steiler is dan 1:3,0 of flauwer dan 1:4,5 of de F-waarde is niet gelijk aan 6 kunnen de maatgevende golfcondities afwijken. Het geldigheidsbereik voor de andere dijkvakken is een taludhelling van 1:3,2 tot 1:4,0 voor dijkvak 118, en 1:3,0 tot 1:4,0 voor dijkvak 119. In de gevallen dat het ontwerp buiten dit bereik valt dient contact te worden opgenomen met de adviesschrijver.
- Voor de verschillende bekledingstypen en faalmechanismen zijn vier verschillende belastingfuncties gebruikt om de maatgevende golfcondities te bepalen. Hierdoor dient voor het ontwerp per bekledingstypen en/of faalmechanisme een afzonderlijke tabel toegepast te worden.
  - (gekantelde) Betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen: Tabel 5.1
  - Betonzuilen: Tabel 2 of 5.2
  - Afschuiving en de bekledingstypen WAB, OSA en vol en zat gepenetreerde breuksteen: Tabel 5.3
  - Losse breuksteen van de kreukelberm: Tabel 5.4.
- De stabiliteit van betonzuilen is het kleinst bij  $\xi_{op} = 2$ . Indien  $\xi_{op} > 2$  en er een ondiep voorland voor de dijk aanwezig is, zijn de maatgevende golfcondities voor betonzuilen mogelijk niet de maatgevende golfcondities [ref 14]. Daarom moeten golfcondities waarvoor geldt  $\xi_{op} > 2$  (bij de aanwezigheid van een hoog voorland) aangepast worden [ref 14], zodat geldt  $\xi_{op} = 2$ . Bij de dijkvakken 118 en 119 bij een waterstand van NAP +0m is  $\xi_{op} > 2$  en wordt het voorland aangemerkt als een ondiep voorland. Daarom zijn de golfcondities (de golfperiode  $T_{pm}$ ) voor deze situatie bijgesteld, welke waarden met een rode arcering zijn aangegeven in Tabel 2 en Tabel 5.2.
- Bij de dijkvakken 118 en 119 is de golfperiode bij NAP +3m hoger dan bij NAP +4m (zie oranje arcering in de Tabellen 5.1 t/m 5.4 en Tabel 2), met uitzondering van tabel 5.3 bij dijkvak 118.
- Indien de berekende  $H_s \leq 0.25$  m en/of  $T_{pm} \leq 2.5$  s zijn, wordt geadviseerd de betreffende golfcondities te verhogen naar  $H_s = 0.25$  m en/of  $T_{pm} = 2.5$  s (zie blauwe arcering in Tabel 2 en de Tabellen 5.1 t/m 5.4), omdat de berekende golfcondities in die situaties mogelijk een onderschatting geven van de werkelijke optredende golfcondities [ref 11].
- Aan de oostzijde van het beschouwde traject is er een overlap met het detailadvies 'Suzannapolder, havendam St. Anna' [ref 10], waarin de dijkvakken 121 t/m 122b zijn beschouwd. De randvoorwaarden in dit advies van het overlappende deel (dijkvak 121) zijn niet gelijk aan het voorgaande advies [ref 10], doordat deze met aangescherpte correcties [ref 4] zijn bepaald. Aan de oostzijde is er ook een overlap met het detailadvies 'Oude Kempenshofstedepolder' [ref 9], waarin de dijkvakken 114 t/m 118 zijn beschouwd. De randvoorwaarden van het overlappende deel (dijkvak 117 en 118) in dit advies zijn niet gelijk aan het voorgaande advies [ref 9], doordat deze met andere belastingfuncties [ref 14] en met aangescherpte correcties [ref 4] zijn bepaald.
- Dit detailadvies is een herziening van het oorspronkelijke detailadvies Moggershilpolder, Anna Vosdijkpolder [ref 8]. De randvoorwaarden in dit advies zijn niet gelijk aan het voorgaande advies, doordat deze met andere belastingfuncties [ref 14] en met aangescherpte correcties [ref 4] zijn bepaald.
- Voor dijkvak 118 geeft SWAN voor een waterstand van NAP +0m bij de golfcondities voor (gekantelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen (tabel 5.1) een maatgevende windrichting van 210 graden. Gezien de geografische ligging en oriëntatie van het dijkvak is dit niet realistisch (SWAN overschat hier de golfperiode door afluende wind). Daarom is voor dijkvak 118 deze windrichting uitgesloten, waardoor 270 graden de

maatgevende windrichting wordt.

- Langs het dijktraject bevinden zich een aantal strekdammen. Deze strekdammen maakt geen onderdeel uit van de primaire waterkering en zijn niet gedimensioneerd op een maatgevende storm. Daarom zijn bij de berekening van de golfcondities deze als “verloren” beschouwd en is het golfreducerende effect van deze strekdammen dus niet meegenomen in de berekening van de golfcondities.
- Voor alle dijkvakken bevindt zich een hoog voorland. Bij het berekenen van de golfcondities met het golfgroeimodel SWAN is rekening gehouden met de aanwezigheid van dit hoge voorland.
- De waterdiepte bij een waterstand van NAP +0m bij dijkvak 121 is 9,2 meter, terwijl bij hogere waterstanden een lagere waterdiepte hoort. Dit wordt veroorzaakt doordat het bewuste maatgevende uitvoerpunt in een diepe geul, de Krabbenkreek ligt, bij een waterstand van NAP+0m, terwijl bij hogere waterstanden een ander uitvoerpunt maatgevend wordt, welke op ondieper water ligt .

**Figuur 1: Overzicht projectgebied (bron: Google Earth)**



**Tabel 3: Waterstanden en ontwerppeilen [ref 3]**

Dijk- vak no.	Ontwerppeil [m] tov NAP	GHW [m] tov NAP	GLW [m] tov. NAP	Springtij		Doodtij	
				HW [m] tov NAP	LW [m] tov. NAP	HW [m] tov NAP	LW [m] tov. NAP
121	3,7	1,60	-1,40	1,80	-1,45	1,35	-1,25
120	3,6	1,60	-1,40	1,80	-1,45	1,30	-1,25
119	3,6	1,60	-1,40	1,80	-1,45	1,30	-1,25
118	3,6	1,60	-1,40	1,80	-1,45	1,30	-1,25
117	3,6	1,60	-1,40	1,80	-1,45	1,30	-1,25

**Tabel 4: Bodemligging**

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerig (km)		Representatieve bodemligging [m] tov NAP	Gemiddelde bodemligging [m] tov NAP	Stand.dev. bodemligging [m] tov. NAP
	van	tot			
121	78,85	80,65	-4,94	-2,21	2,72
120	80,65	81,65	-0,38	-0,22	0,15
119	81,65	82,50	-0,25	0,01	0,26
118	82,50	83,30	-0,62	-0,22	0,40
117	83,30	83,85	-1,34	-0,89	0,45

Figuur 2.1 : Dijkvakken 117 t/m 118





Figuur 2.2 : Dijkvakken 118 t/m 121



## **Bijlagen 1: Aanpak en resultaten detailadvies**

## 1 Ligging dijkvakken

Dit detailadvies heeft betrekking op de dijkvakken 117 t/m 121 (zie Figuur 2.1 en 2.2). De dijkvakken liggen op Tholen (oostzijde van de Oosterschelde), vlakbij het dorp Sint Annaland. Het ontwerptraacé loopt van dijkkilometer 80.30 tot 83.60. Dijkkilometer 80.30 ligt in dijkvak 121 en dijkkilometer 83.60 in dijkvak 117. Dit advies komt dus overeen met een iets ruimer traject.

Aan de oostzijde van het beschouwde traject is er een overlap met het detailadvies 'Suzannapolder, havendam St. Anna' [ref 10], waarin de dijkvakken 121 t/m 122b zijn beschouwd. De randvoorwaarden in dit advies van het overlappende deel (dijkvak 121) zijn niet gelijk aan het voorgaande advies [ref 10], doordat deze met aangescherpte correcties [ref 4] zijn bepaald. Aan de oostzijde is er ook een overlap met het detailadvies 'Oude Kempenshofstedepolder' [ref 9], waarin de dijkvakken 114 t/m 118 zijn beschouwd. De randvoorwaarden van het overlappende deel (dijkvak 117 en 118) in dit advies zijn niet gelijk aan het voorgaande advies [ref 9], doordat deze met andere belastingfuncties [ref 14] en met aangescherpte correcties [ref 4] zijn bepaald.

Dit detailadvies is een herziening van het oorspronkelijke detailadvies Moggershilpolder, Anna Vosdijkpolder [ref 8]. De randvoorwaarden in dit advies zijn niet gelijk aan het voorgaande advies, doordat deze met andere belastingfuncties [ref 14] en met aangescherpte correcties [ref 4] zijn bepaald. De waarden in dit detailadvies vervangen de vorige afgegeven waarden.

## 2 Situatiebeschrijving

Langs het traject zijn enkele bijzondere objecten te onderscheiden:

- Langs het dijktraject bevinden zich een aantal strekdammen. Deze strekdammen maakt geen onderdeel uit van de primaire waterkering en zijn niet gedimensioneerd op een maatgevende storm. Daarom zijn bij de berekening van de golfcondities deze als "verloren" beschouwd en is het golfreducerende effect van deze strekdammen dus niet meegenomen in de berekening van de golfcondities.
- Voor alle dijkvakken bevindt zich een hoog voorland. Bij het bepalen van de golfcondities met het golfgroeimodel SWAN is rekening gehouden met de aanwezigheid van dit hoge voorland.

## 3 Golfcondities

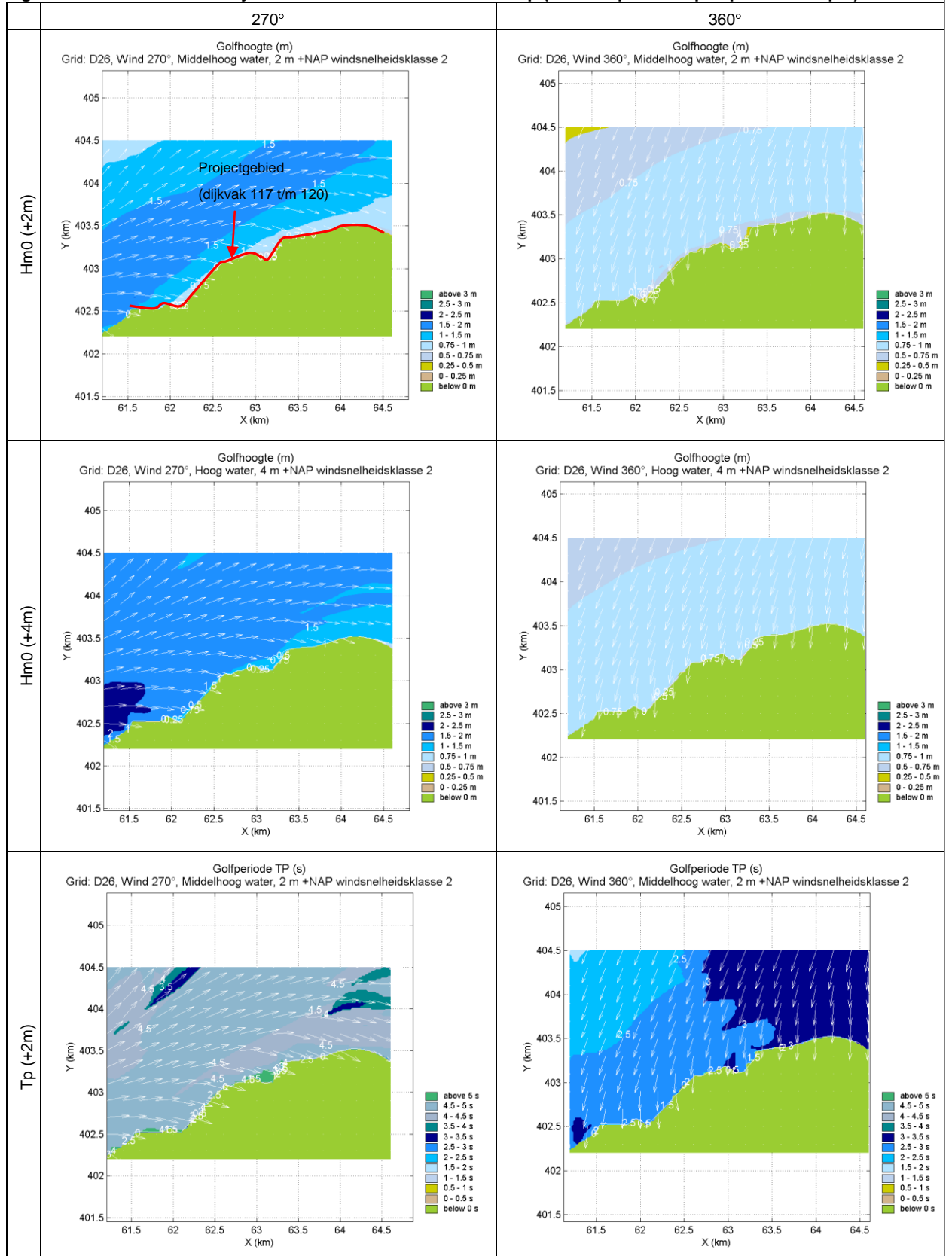
De dijkvakken in het beschouwde traject worden het zwaarst belast door golven uit (noord-) westelijke windrichtingen, namelijk tussen de 270 en 330 graden (zie Tabellen 5.1 t/m 5.4). Uitzondering hierop is dijkvak 119 bij een waterstand van NAP +0m bij de golfcondities voor (gekantelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen (tabel 5.1) en voor losse breuksteen kreukelberm (tabel 5.4), alwaar de windrichtingen 60 (tabel 5.1) en 30 graden (tabel 5.4) maatgevend zijn.

De golven uit westelijke richtingen worden in het westelijke deel en het middendeel van de Oosterschelde opgewekt en bereiken via de geulen "Keeten" en "Mastgat" de betreffende dijkvakken. Voor alle dijkvakken, maar vooral voor de dijkvakken 120 en 121 geldt dat de hoek van inval groot is en de golven flink bij moeten draaien voordat ze de teen van de dijk bereiken.

In de Figuren 3 en 4 is het met SWAN berekende golfveld (zonder correcties) weergegeven voor de windrichtingen 270° en 360°, bij een waterstand van NAP +2m en +4m. In de eerste figuur is het dijktraject met rood aangegeven. Duidelijk is te zien dat de golven bij de windrichting 270° hoger zijn dan bij 360°, ondanks de oriëntatie van het dijkvak. Dit wordt vooral veroorzaakt doordat de strijklengte en windsnelheden bij de windrichting 270° aanzienlijk hoger zijn dan bij noordelijke

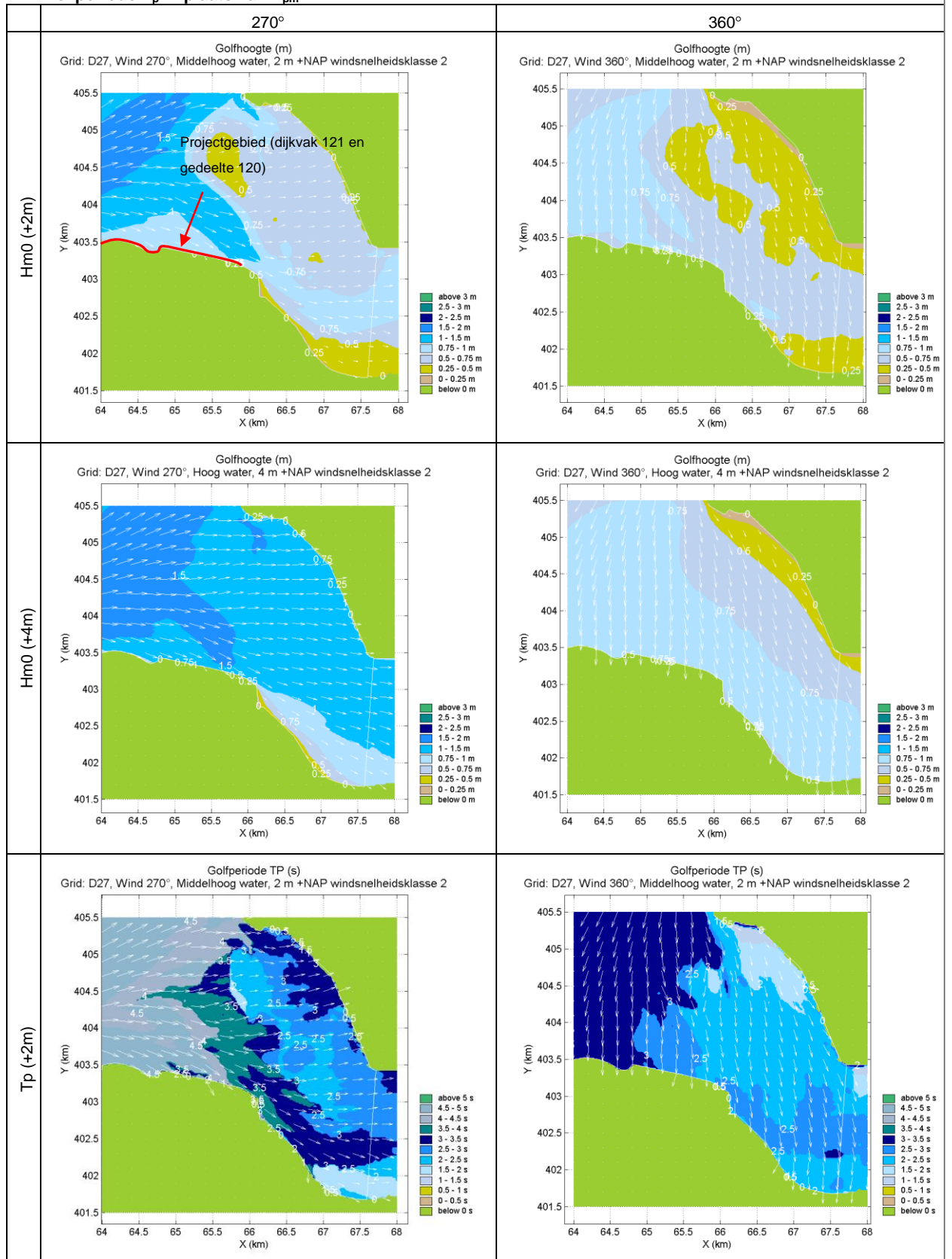
windrichtingen, waardoor deze windrichting voor deze dijkvakken maatgevend wordt.

**Figuur 3: SWAN resultaten dijkvakken 117 t/m 120 voor  $H_{m0}$  en  $T_p$  (NB. Piekperiode  $T_p$  in plaats van  $T_{pm}$ )**





**Figuur 4: SWAN resultaten voor  $H_{m0}$  en  $T_p$  dijkvak 121 (met rood is in de eerste figuur het dijktraject aangegeven)**  
**NB. Piekperiode  $T_p$  in plaats van  $T_{pm}$**



De resultaten van "Golfberekeningen Oosterschelde, Rapport RIKZ/2001.006" [ref 1], vormen de basis voor de golfbelastingen. Deze zijn naar aanleiding van nieuwe inzichten op het gebied van transmissie van golfenergie door de Oosterscheldekering, herzien in 2005 [ref 2]. De op basis van het rapport "Update correctiewaarden Zeeland" [ref 4] aangescherpte correctiefactoren, welke dienen ter compensatie van de door SWAN gemaakte fout, zijn voor alle waterstanden (zowel bij open als gesloten kering) toegepast bij de bepaling van de golfcondities. De tabellen 5.1 t/m 5.4 bevatten de waarden van de golfcondities na al deze correcties.

Voor de verschillende bekledingstypen en faalmechanismen zijn vier verschillende belastingfuncties gebruikt om de maatgevende golfcondities te bepalen. Hierdoor dient voor het ontwerp per bekledingstypen en/of faalmechanisme een afzonderlijke tabel toegepast te worden. De tabellen 5.1 t/m 5.4 tonen de maatgevende golfcondities voor de verschillende bekledingstypen en faalmechanismen. Deze golfcondities zijn bepaald op basis van de belastingfuncties uit [ref 14].

Tabel 5.1 is maatgevend voor (gekantelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen, Tabel 5.2 voor betonzuilen, Tabel 5.3 voor het mechanisme afschuiving en de bekledingstypen WAB, OSA en vol en zat gepenetreerde breuksteen en Tabel 5.4 voor losse breuksteen van de kreukelberm.

De maatgevende golfcondities voor betonzuilen zijn afhankelijk van de taludhelling en de constructie afhankelijke constante (F). Bij bepaling van de maatgevende golfcondities in Tabel 5.2 is uitgegaan van een taludhelling van 1:3,5 en een F-waarde van 6. Indien de taludhelling voor de dijkvakken 117, 120 en 121 in het ontwerp steiler is dan 1:3,0 of flauwer dan 1:4,5 of de F-waarde is niet gelijk aan 6 kunnen de maatgevende golfcondities afwijken. Het geldigheidsbereik voor de andere dijkvakken is een taludhelling van 1:3,2 tot 1:4,0 voor dijkvak 118, en 1:3,0 tot 1:4,0 voor dijkvak 119. In de gevallen dat het ontwerp buiten dit bereik valt dient contact te worden opgenomen met de adviesschrijver.

De stabiliteit van betonzuilen is het kleinst bij  $\xi_{op} = 2$ . Indien  $\xi_{op} > 2$  en er een ondiep voorland voor de dijk aanwezig is, zijn de maatgevende golfcondities voor betonzuilen mogelijk niet de maatgevende golfcondities [ref 14]. Daarom moeten golfcondities waarvoor geldt  $\xi_{op} > 2$  (bij de aanwezigheid van een hoog voorland) aangepast worden [ref 14], zodat geldt  $\xi_{op} = 2$ . Bij de dijkvakken 118 en 119 bij een waterstand van NAP +0m is  $\xi_{op} > 2$  en wordt het voorland aangemerkt als een ondiep voorland. Daarom zijn de golfcondities (de golfperiode  $T_{pm}$ ) voor deze situatie bijgesteld, welke waarden met een rode arcering zijn aangegeven in Tabel 2 en Tabel 5.2.

Bij de dijkvakken 118 en 119 is de golfperiode bij NAP +3m hoger dan bij NAP +4m (zie oranje arcering in de Tabellen 5.1 t/m 5.4 en Tabel 2), met uitzondering van tabel 5.3 bij dijkvak 118. Dit komt omdat bij NAP +4m de Oosterscheldekering is gesloten en het verhogende effect van stroming op de golfcondities daarom niet wordt meegenomen.

Indien de berekende  $H_s \leq 0.25$  m en/of  $T_{pm} \leq 2.5$  s zijn, wordt geadviseerd de betreffende golfcondities te verhogen naar  $H_s = 0.25$  m en/of  $T_{pm} = 2.5$  s, omdat de berekende golfcondities in die situaties mogelijk een onderschatting geven van de werkelijke optredende golfcondities [ref 11]. De betreffende situaties zijn blauw gearceerd weergegeven in de Tabellen 5.1 t/m 5.4 en Tabel 2.

Voor dijkvak 118 geeft SWAN voor een waterstand van NAP +0m bij de golfcondities voor (gekantelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen (tabel 5.1) een maatgevende windrichting van 210 graden. Gezien de geografische ligging en oriëntatie van het dijkvak is dit niet

realistisch (SWAN overschat hier de golfperiode door afluende wind). Daarom is voor dijkvak 118 deze windrichting uitgesloten, waardoor 270 graden de maatgevende windrichting wordt.

De waterdiepte bij een waterstand van NAP +0m bij dijkvak 121 is 9,2 meter, terwijl bij hogere waterstanden een lagere waterdiepte hoort. Dit wordt veroorzaakt doordat het bewuste maatgevende uitvoerpunt in een diepe geul, de Krabbenkreek ligt, bij een waterstand van NAP+0m, terwijl bij hogere waterstanden een ander uitvoerpunt maatgevend wordt, welke op ondieper water ligt.

**Tabel 5.1 Maatgevende golfcondities voor (gekatelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen**

Dijk- vak no.	Dijk kilometering (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte (m) bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
121	78,85	80,65	0,77	1,19	1,40	1,64	2,67	4,00	4,59	5,08	9,2	3,1	4,1	5,1	300	285	270	270
120	80,65	81,65	0,25	1,10	1,36	1,79	3,20	4,35	5,07	5,23	0,4	2,4	3,0	4,0	315	285	270	270
119	81,65	82,50	0,25	1,24	1,55	1,87	4,53	5,25	5,48	5,29	0,3	2,3	3,3	4,3	60	270	270	270
118	82,50	83,30	0,26	1,21	1,56	1,94	4,06	5,25	5,51	5,31	0,5	2,5	3,5	4,5	270	270	270	270
117	83,30	83,85	1,22	1,89	2,03	2,16	5,05	5,46	5,64	5,71	1,6	3,6	4,6	4,8	270	270	270	270

**Tabel 5.2 Maatgevende golfcondities voor betonzuilen**

Dijk- vak no.	Dijk kilometering (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte (m) bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
121	78,85	80,65	0,77	1,21	1,43	1,64	2,67	3,85	4,39	5,08	9,2	3,1	4,1	5,1	300	300	285	270
120	80,65	81,65	0,26	1,13	1,39	1,79	2,55	4,19	4,91	5,23	0,4	2,4	3,0	4,0	330	285	270	270
119	81,65	82,50	0,25	1,24	1,55	1,87	2,80	5,25	5,48	5,29	0,3	2,3	3,3	4,3	330	270	270	270
118	82,50	83,30	0,27	1,21	1,56	1,94	2,91	5,25	5,51	5,31	0,5	2,5	3,5	4,5	330	270	270	270
117	83,30	83,85	1,22	1,89	2,03	2,16	5,05	5,46	5,64	5,71	1,6	3,6	4,6	4,8	270	270	270	270

**Tabel 5.3 Maatgevende golfcondities voor afschuiving, WAB, OSA en vol en zat gepenetreerde breuksteen**

Dijk- vak no.	Dijk kilometering (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte (m) bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
121	78,85	80,65	0,77	1,25	1,44	1,67	2,67	3,56	3,97	4,78	9,2	4,6	5,6	5,1	300	300	300	285
120	80,65	81,65	0,26	1,15	1,41	1,79	2,55	3,88	4,08	5,23	0,4	2,4	3,4	4,0	330	300	300	270
119	81,65	82,50	0,25	1,24	1,55	1,87	2,95	4,83	5,48	5,29	0,3	2,3	3,3	4,3	330	300	270	270
118	82,50	83,30	0,28	1,24	1,58	1,94	2,51	4,39	4,98	5,31	0,5	2,5	3,5	4,5	330	300	270	270
117	83,30	83,85	1,23	1,91	2,05	2,21	4,50	4,91	5,09	5,26	1,6	3,6	4,6	5,6	270	270	270	270

**Tabel 5.4 Maatgevende golfcondities voor losse breuksteen kreukelberm**

Dijk- vak no.	Dijk kilometering (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte (m) bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
121	78,85	80,65	0,77	1,21	1,40	1,64	2,67	3,85	4,59	5,08	9,2	3,1	4,1	5,1	300	300	270	270
120	80,65	81,65	0,26	1,13	1,39	1,79	2,55	4,19	4,91	5,23	0,4	2,4	3,0	4,0	330	285	270	270
119	81,65	82,50	0,25	1,24	1,55	1,87	4,15	5,25	5,48	5,29	0,3	2,3	3,3	4,3	30	270	270	270
118	82,50	83,30	0,26	1,21	1,56	1,94	4,06	5,25	5,51	5,31	0,5	2,5	3,5	4,5	270	270	270	270
117	83,30	83,85	1,22	1,89	2,03	2,16	5,05	5,46	5,64	5,71	1,6	3,6	4,6	4,8	270	270	270	270

#### 4 Waterstanden

In Tabel 6 zijn de ontwerppeilen weergegeven die bij het ontwerp gebruikt dienen te worden. Vanwege het (nood)sluiten van de stormvloedkering bij een verwachte waterstand boven NAP+3 meter neemt men in de Oosterschelde geen zeespiegelrijzing en geen buistoten of seiches in beschouwing. Het ontwerppeil is daardoor gelijk aan het toetspeil 2006 dat ook in de tabel is opgenomen. Tabel 6 bevat ook de gemiddeld hoog waterstand en gemiddeld laag water (GHW en GLW). Verder zijn de waterstanden opgenomen bij gemiddeld getij, springtij en doottij (uit [ref 3]).

**Tabel 6: Waterstanden en ontwerppeilen**

Dijk- vak  no.	Ontwerppeil  [m] tov NAP	GHW  [m] tov NAP	GLW  [m] tov. NAP	Springtij		Doodtij	
				HW [m] tov NAP	LW [m] tov. NAP	HW [m] tov NAP	LW [m] tov. NAP
121	3,7	1,60	-1,40	1,80	-1,45	1,35	-1,25
120	3,6	1,60	-1,40	1,80	-1,45	1,30	-1,25
119	3,6	1,60	-1,40	1,80	-1,45	1,30	-1,25
118	3,6	1,60	-1,40	1,80	-1,45	1,30	-1,25
117	3,6	1,60	-1,40	1,80	-1,45	1,30	-1,25

#### 5 Bodemligging en golfcondities lagere waterstanden

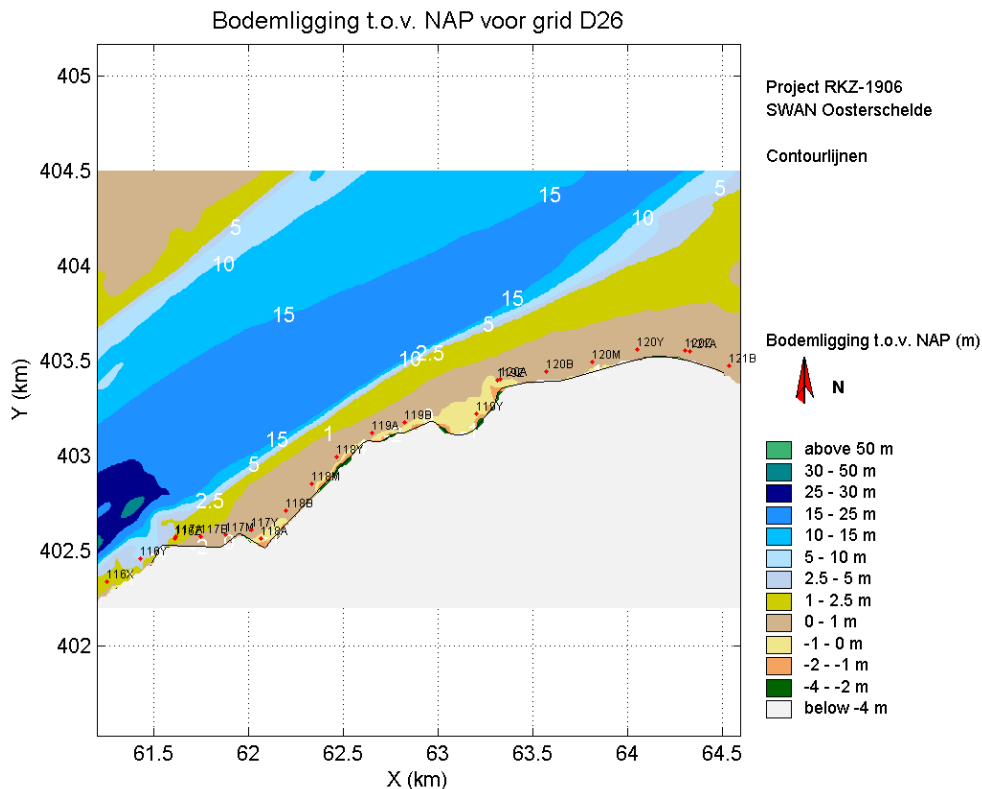
De representatieve bodemligging [ref. 5 en 6] voor de dijkvakken is weergegeven in Tabel 7. De representatieve bodemligging van de dijkvakken varieert van NAP -4,94m (dijkvak 121) tot NAP -0,25m (dijkvak 119). Alle dijkvakken bevinden zich aan relatief ondiep water door het voorliggende hoge voorland, met uitzondering van een deel van dijkvak 121, waarvan één uitvoerpunt in de geul de Krabbenkreek ligt (zie Figuur 5). Indien het tijdens het ontwerp van dijkvak 121 (van met name de kreukelberm) noodzakelijk blijkt, kan dit dijkvak opgesplitst worden, zodat langs een deel van het dijkvak met een hogere bodemligging gerekend kan worden. Althans zijn hier echter nog geen redenen voor.

**Tabel 7: Bodemligging**

Dijk- vak  no.	Dijk kilometrerig (km)		Representatieve bodemligging [m] tov NAP	Gemiddelde bodemligging [m] tov NAP	Stand.dev. bodemligging [m] tov. NAP
	van	tot			
121	78,85	80,65	-4,94	-2,21	2,72
120	80,65	81,65	-0,38	-0,22	0,15
119	81,65	82,50	-0,25	0,01	0,26
118	82,50	83,30	-0,62	-0,22	0,40
117	83,30	83,85	-1,34	-0,89	0,45



**Figuur 5: Bodemligging rond dijktraject**



Bij de extrapolatie naar lagere waterstanden mogen de waarden  $H_s/D=0.7$  en  $H_s/L_0=0.06$  (= golfsteilheid) niet worden overschreden. In Tabel 8 en 9 is voor de maatgevende golfcondities voor losse breuksteen (Tabel 5.4) gecontroleerd of de waarden  $H_s/D=0.7$  en  $H_s/L_0=0.06$  worden overschreden. De golfcondities die weergegeven zijn bij een waterstand van NAP -1m en -2m zijn bepaald door de golfcondities die horen bij een waterstand van NAP +0m en NAP +2m lineair naar beneden te extrapoleren.

Bij dijkvak 117 bij een waterstand van NAP -1m blijkt de waarde van  $H_s/D=0.7$  overschreden te worden (zie grijze arcering in Tabel 8). Omdat deze berekende waarde fysisch niet realistisch is, is de betreffende golfhoogte naar beneden bijgesteld. Daarbij is rekening gehouden met een ondergrens van  $H_s = 0.25$  m, omdat de berekende golfcondities in die situatie mogelijk een onderschatting geven van de werkelijke optredende golfcondities [ref. 11]. In Tabel 8 is deze situatie, waarbij de golfcondities hiervoor gewijzigd zijn met blauw gearceerd.

In Tabel 9 is voor de maatgevende golfcondities voor losse breuksteen gecontroleerd of de voorwaarde  $H_s/L_0=0.06$  wordt overschreden bij de waterstanden NAP -1m en NAP -2m. Daarbij staan in de vierde en vijfde kolom de al dan niet gecorrigeerde waarden van  $H_s$  uit Tabel 8. In geen enkel geval blijkt deze voorwaarde overschreden te worden. Wel is bij dijkvak 121 een ondergrens aangehouden van  $T_{pm} = 2.5$  s, omdat de berekende golfcondities in die situaties mogelijk een onderschatting geven van de werkelijke optredende golfcondities [ref. 11]. In Tabel 9 zijn deze situaties, waarbij de golfcondities hiervoor gewijzigd zijn met blauw gearceerd.

**Tabel 8: Controle criterium  $H_s/D \leq 0.7$** 

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerings (km) van   tot		Hs [m]		D (m)		Hs/D		Hs en bijgestelde Hs	
			bij waterstand t.o.v. NAP		bij waterstand t.o.v. NAP		bij waterstand t.o.v. NAP		bij waterstand t.o.v. NAP	
			-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m
121	78,85	80,65	0,33	0,55	2,94	3,94	0,11	0,14	0,33	0,55
120	80,65	81,65	-	-	-	-	-	-	-	-
119	81,65	82,50	-	-	-	-	-	-	-	-
118	82,50	83,30	-	-	-	-	-	-	-	-
117	83,30	83,85	0,55	0,89	-	0,34	-	2,60	-	0,25

**Tabel 9: Controle criterium  $H_s/L_0 \leq 0.06$** 

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerings (km) van   tot		Hs [m]		Tpm [s]		L0 [m]		Hs/L0 [-]		Aan te houden Hs [m]	
			bij waterstand t.o.v. NAP		bij waterstand t.o.v. NAP		bij waterstand t.o.v. NAP		bij waterstand t.o.v. NAP		bij waterstand t.o.v. NAP	
			-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m
121	78,85	80,65	0,33	0,55	2,50	2,50	9,8	9,8	0,034	0,056	0,33	0,55
120	80,65	81,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
119	81,65	82,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
118	82,50	83,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
117	83,30	83,85	-	0,25	-	4,85	-	36,6	-	0,052	-	0,25

## 6 Bodemprognose

De golfrandvoorwaarden in dit advies zijn gebaseerd op SWAN-berekeningen uit 1998 [ref 1], aangevuld met berekeningen uit 2005 [ref 2]. Bij berekening van de golfcondities is gebruik gemaakt van een bodemschematisatie die destijds representatief werd geacht voor een planperiode van 50 jaar [ref 1]. De hieruit volgende bodemschematisatie wordt de "ontwerpbodem" genoemd.

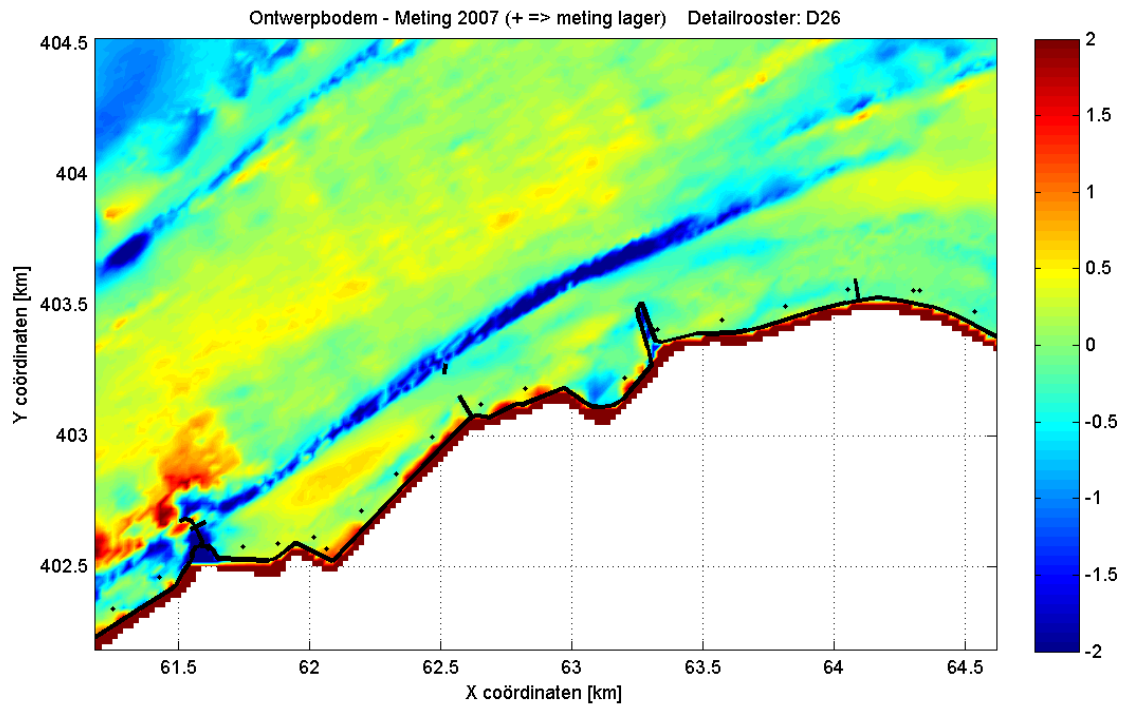
Recent is er op basis van de gemeten bodemligging van 1990, 2001 en 2007 een toekomstprognose gemaakt voor de ontwikkeling van de bodemligging van de Oosterschelde tot het jaar 2112 [ref 15]. De hieruit volgende bodemschematisatie voor het jaar 2062 wordt de "prognosebodem" genoemd. Uit deze toekomstprognose blijkt dat de ontwikkeling van de Oosterschelde op enkele locaties sneller gaat dan voorzien was in 1998.

De impact op de golfrandvoorwaarden door de het gebruik van deze prognosebodem in plaats van de ontwerpbodem is bestudeerd in ref 15 en 16. Hieruit blijkt dat de golfrandvoorwaarden op basis van prognosebodem op een aantal locaties hoger zijn dan bij de ontwerpbodem. In deze paragraaf wordt geadviseerd hoe in het ontwerp moet worden omgegaan met de uitkomsten van deze laatste studie [ref 16]. Opgemerkt moet worden dat de betrouwbaarheid van de prognosebodem niet veel groter is dan de ontwerpbodem, waardoor er opgepast moet worden om harde conclusies te trekken. Daarom worden niet zonder meer de randvoorwaarden op basis van de prognosebodem geadviseerd.

In Figuur 6 is het verschil weergegeven tussen de bodemligging uit de ontwerpbodem, waarop de randvoorwaarden in dit advies gebaseerd zijn, minus de bodemligging op basis van metingen uit 2007. Positieve waarden geven aan dat de huidige bodemligging (meting uit 2007) lager ligt dan de ontwerpbodem. Uit Figuur 6 blijkt dat op een aantal locaties en met name dijkvak 118, de bodem die volgt uit metingen van 2007 lager ligt dan de ontwerpbodem.

Uit berekeningen op basis van de prognosebodem in vergelijking met de ontwerpbodem blijkt dat de totale golfbelasting Z1 voor de dijkvakken 120 en 121 voor de laagste waterstand licht toeneemt [tabel 7.1 uit ref 16]. Aangeraden wordt om voor deze dijkvakken enige robuustheid in het ontwerp in te bouwen.

**Figuur 6: Verschil in ligging ontwerpbodem minus bodem die volgt uit meting 2007**



**Referenties**

- [1.] Kamsteeg, A.T. et al: '*Golfberekeningen Oosterschelde*', RIKZ/2001.006
- [2.] Alkyon: '*Update golfcondities RAND2001 beïnvloedingsgebied OS-kering, Herberekening westelijke winden*', d.d. augustus 2005, Alkyonrapport
- [3.] Jansen, M: '*Hoog- en laagwaterstand en ontwerppeil per dijkvak Oosterschelde*', d.d. januari 2010, RKZ-1906.016 van mantelovereenkomst RKZ-1906.
- [4.] Svašek Hydraulics, van de Rest, P.: '*Update correctiewaarden Zeeland*', d.d november 2010, kenmerk: 1585/U10250/D/PvdR.
- [5.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: '*Handleiding hydraulische detailadviezen Oosterschelde en Westerschelde 2007 t.b.v. projectbureau Zeeweringen; Deel 1 van 2: Checklist detailadviezen*', d.d. 23 november 2007.
- [6.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: '*Handleiding hydraulische detailadviezen Oosterschelde en Westerschelde 2007 t.b.v. projectbureau Zeeweringen; Deel 2 van 2: Achtergrond detailadviezen*', d.d. 23 november 2007.
- [7.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*2010.11C Factsheet Update detailadvies Moggershilpolder Annavosdijkpolder.xls*', d.d. 1 november 2010.
- [8.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Detailadvies Moggershilpolder Anna Vosdijkpolder (RKZ-1906.014)*', 27 april 2009.
- [9.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Detailadvies Oude Kempenshofstedepolder (2005.06.03)*', oktober 2005.
- [10.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*2010.10D Update detailadvies Suzannapolder, havendam St. Anna*', 1 november 2010.
- [11.] Groenendaal, E.: '*Toepassen minimale  $H_s$  en  $T_{pm}$  voor hydraulische advisering aan Projectbureau Zeeweringen*, Memo H5102/EG/01, 31 maart 2008.
- [12.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Overzichtskaart Oosterschelde en Westerschelde (RKZ1906.25)*', mei 2010.
- [13.] Deltares, Klein Breteler, M.: '*Belastingfunctie voor keuze maatgevende golfcondities*', d.d. 21 oktober 2009.
- [14.] Svašek Hydraulics, van de Rest, P.: '*Memo Nieuwe belastingfuncties steenbekledingen*' d.d. 18 januari 2010, PvdR/09358/1573/D.
- [15.] Royal Haskoning: '*Toekomstprognose ontwikkeling intergetijdengebied Oosterschelde*', kenmerk 9T4814.A0/R0002/SJAC/SSOM/Rott, d.d. 12 december 2008.
- [16.] Svašek Hydraulics, van den Boomgaard, M en van de Rest, P.: '*Impact bodemprognose op detailadviezen Oosterschelde*', MB/1565/09388/C, d.d 8 januari 2010.