

## Update detailadvies Vierbannepolder / Klein Beijerenpolder

Aan : Yvo Provoost (Projectbureau Zeeweringen)  
 Van : Erik Arnold (Royal Haskoning)  
 Tweede lezer : Pol van de Rest (Svašek Hydraulics)  
 Datum : 21 oktober 2011  
 Betreft : 2011.06F Update detailadvies Vierbannepolder / Klein Beijerenpolder  
 Status : Definitief  
 Ref. Royal Haskoning : 9V9006.A0/N0060/EARN/ILAN/Rott1

**Let op: Dit detailadvies is een herziening van het oorspronkelijke detailadvies Vierbannepolder / Klein Beijerenpolder [ref 8] en is ten opzichte van update detailadvies Vierbannepolder / Klein Beijerenpolder [ref 18] uitgebreid met dijkvak 148j.**

In het kader van het Onderzoeksprogramma Kennisleemtes Steenbekledingen zijn recentelijk nieuwe formules ontwikkeld voor het toetsen en ontwerpen van steenzettingen [ref 12]. Deze nieuwe ontwerpformules worden reeds gebruikt bij projectbureau Zeeweringen bij het ontwerp van dijkbekledingen. Met deze nieuwe ontwerpformules zijn nieuwe belastingfuncties bepaald [ref 13], 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].

Dit detailadvies gaat over de dijkvakken 148j t/m 151 (zie Figuur 3). Het tracé ligt ten zuiden van Ouwerkerk in het noordelijke deel van de Oosterschelde. Het ontwerptraacé loopt van dijkkilometer 30.9 tot 32.3. Dijkkilometer 30.9 ligt in dijkvak 150. Dijkkilometer 32.3 ligt in dijkvak 148j.

Het detailadvies is opgebouwd uit twee delen: het samenvattende advies (ontwerpwaarden) en de bijlagen (aanpak en resultaten). 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 ook [ref. 14]).

**Tabel 1: Beschouwde dijkvakken**

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrering		Poldernaam
	van		tot		(km)		
no.	x	y	x	y	van	tot	
151	56730	403807	57978	403850	29.25	30.50	Vierbannepolder (inlaag)
150	57978	403850	58387	404199	30.50	31.05	Vierbannepolder (inlaag)
149	58387	404199	59555	404167	31.05	32.25	Oosterlandpolder / Vierbannepolder
148j	59555	404167	60717	404797	32.25	33.60	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpldr

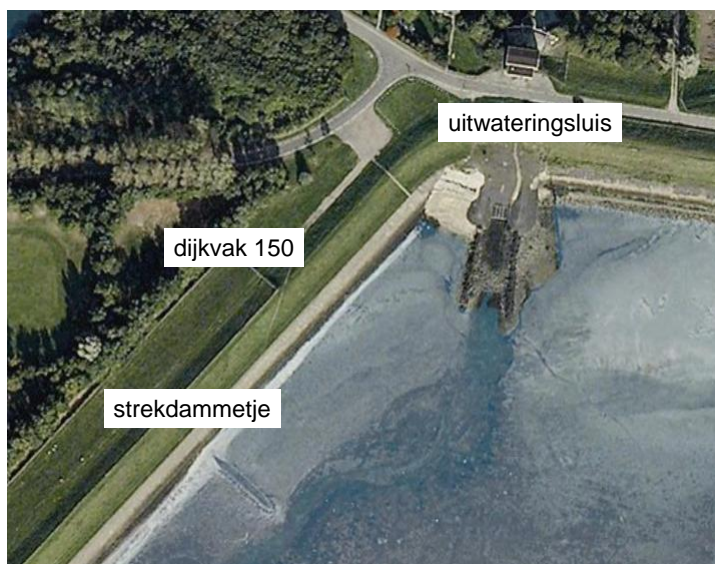
**Tabel 2: Maatgevende golfcondities voor betonzuilen**

Dijk- vak  no.	Hs [m]				Tpm [s]				Waterdiepte (m)				Windrichting (°)			
	bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP				nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
151	1.72	2.07	2.24	2.36	4.44	4.73	4.79	4.78	4.8	4.9	5.9	6.9	240	240	240	240
150	0.89	1.46	1.59	1.72	3.89	4.51	4.68	4.83	1.9	3.9	4.9	5.9	210	210	210	210
149	0.72	1.43	1.72	2.06	3.01	4.62	5.01	5.12	1.6	3.4	4.6	5.6	210	210	240	240
148j	0.43	1.20	1.41	1.70	2.63	4.57	5.29	5.73	0.9	2.9	3.9	4.4	210	210	240	240

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 13]. 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 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. In dat geval 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 geopeneteerde breuksteen: Tabel 5.1
  - Betonzuilen: Tabel 2 of 5.2
  - Afschuiving en de bekledingstypen WAB, OSA en vol en zat geopeneteerde 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 ondiep voorland voor de dijk aanwezig is, zijn de maatgevende golfcondities voor betonzuilen mogelijk niet de maatgevende golfcondities [ref 13]. Daarom moeten golfcondities waarvoor geldt  $\xi_{op} > 2$  (bij de aanwezigheid van een hoog voorland) aangepast worden [ref 13], zodat geldt  $\xi_{op} = 2$ . Voor het beschouwde dijktraject geldt in alle gevallen dat  $\xi_{op} < 2$  en daarom hoeven de golfcondities niet te worden bijgesteld.
- Bij dijkvak 151 is de golfperiode bij NAP +3m hoger dan bij NAP +4m (zie oranje arcering in Tabel 2). Daarnaast neemt de golfperiode bij dijkvak 150 en 149 af bij toenemende waterstanden in de tabel met maatgevende golfcondities voor (gekantelde) betonblokken en patroon geopeneteerde breuksteen (Tabel 5.1). Deze afname wordt veroorzaakt door toepassing van nieuwe correctiewaarden.
- Voor dijkvak 151 ligt ca. 50 meter aan steenbestorting voor de dijk. Dit stukje dijk is een van de meest aangevallen trajecten en heeft een enorme steile vooroever. Bij het verzwaren van de dijkbekleding moet daarom rekening gehouden worden met een mogelijk onstabiele vooroever. De steile vooroever heeft echter geen effect op de randvoorwaarden.
- Voor dijkvak 150 ligt een uitwateringsluis en een klein strekdammetje (Zie Figuur 1). Bij de uitstroomopening van de uitwateringsluis is bodembescherming aangelegd. Zowel de bodembescherming als het strekdammetje is niet gedimensioneerd op een maatgevende storm. Daarom is bij het bepalen van de golfcondities voor de dijk geen rekening gehouden met de aanwezigheid van de bodembescherming en het dammetje. In het ontwerp dient voor het uitwateringssluisje rekening gehouden te worden met het feit dat onder extreme omstandigheden de bodembescherming en dam verdwenen zijn.
- Voor dijkvak 149, 148j en oostelijk daarvan liggen de slikken van Viane (zie Figuur 3). Bij het bepalen van de golfcondities met het golfgroeimodel SWAN is rekening gehouden met een afnemende bodemhoogte van deze slikken.
- Dit advies is een uitbreiding van de update detailadvies Vierbannepolder / Klein Beijerenpolder [ref 18], waarbij het advies is uitgebreid met dijkvak 148j. Er is een overlap met het detailadvies "Oosterlandpolder", opdracht 2006.04.34, juni 2006 [ref 9], waarin de dijkvakken 148i t/m 149 zijn beschouwd. Daarnaast is een overlap met detailadvies Bruinissepolder, opdracht 2005.04.17 / 2005.07.06h [ref. 19], waarin de dijkvakken 148d t/m 149 zijn

beschouwd. Er is ook een overlap met het detailadvies "Vierbannenpolder / Klein Beijerenpolder", opdracht RKZ-1906-010 [ref 8], waarin de dijkvakken 149 t/m 151 zijn beschouwd. Ten slotte is ook een overlap met het detailadvies "Vierbannenpolder", opdracht 2005.06.02, oktober 2005 [ref 10], waarin de dijkvakken 150 t/m 153 zijn beschouwd. Alle randvoorwaarden zijn niet gelijk aan de voorgaande adviezen, omdat deze met andere belastingfuncties [ref 13] en aangescherpte correcties [ref 4] zijn bepaald. De randvoorwaarden van dit advies vervangen de eerder afgegeven waarden.



**Figuur 1: Uitwateringsluis en strekdammetje (bron: Google Earth)**



**Figuur 2: Schor (bron: Google Earth)**

Tabel 3: Waterstanden en ontwerppeilen

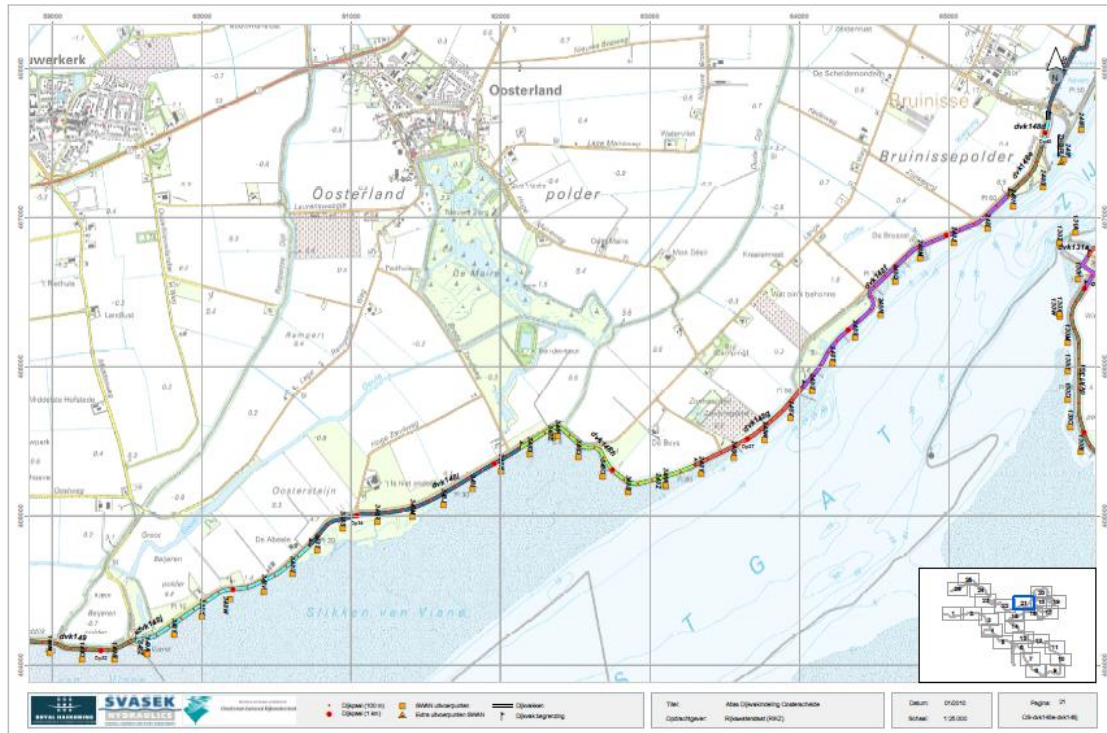
Dijk- vak no.	Poldernaam	Ontwerppeil [m] tov NAP	GHW GLW		Springtij		Doodtij	
			[m] tov NAP	[m] tov NAP	HW [m] tov NAP	LW [m] tov NAP	HW [m] tov NAP	LW [m] tov NAP
151	Vierbannepolder (inlaag)	3.5	1.50	-1.35	1.70	-1.40	1.25	-1.20
150	Vierbannepolder (inlaag)	3.5	1.50	-1.35	1.70	-1.40	1.25	-1.20
149	Oosterlandpolder / Vierbannepolder	3.6	1.50	-1.35	1.70	-1.40	1.25	-1.20
148j	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpldr	3.7	1.55	-1.35	1.75	-1.40	1.25	-1.25

Tabel 4: Bodemligging

Dijk- vak no.	Poldernaam	Repr. bodemligging (m) t.o.v. NAP	Gemiddelde bodemligging (m) t.o.v. NAP	Bodemligging st. dev. (m) t.o.v. NAP
151	Vierbannepolder (inlaag)	-4.27	-3.46	0.81
150	Vierbannepolder (inlaag)	-1.90	-1.83	0.07
149	Oosterlandpolder / Vierbannepolder	-1.60	-1.42	0.18
148j	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpldr	-0.76	-0.52	0.24

Figuur 3: Dijkvakken 148j t/m 151





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

## 1 Ligging dijkvakken

Dit detailadvies gaat over de dijkvakken 148j t/m 151 (zie Figuur 3). Het tracé ligt ten zuiden van Ouwkerk in het noordelijke deel van de Oosterschelde. Het ontwerptraacé loopt van dijkkilometer 30.9 tot 32.3. Dijkkilometer 30.9 ligt in dijkvak 150. Dijkkilometer 32.3 ligt in dijkvak 148j.

Dit advies is een uitbreiding van de update detailadvies Vierbannepolder / Klein Beijerenpolder [ref 18], waarbij het advies is uitgebreid met dijkvak 148j. Er is een overlap met het detailadvies "Oosterlandpolder", opdracht 2006.04.34, juni 2006 [ref 9], waarin de dijkvakken 148i t/m 149 zijn beschouwd. Daarnaast is een overlap met detailadvies Bruinissepolder, opdracht 2005.04.17 / 2005.07.06h [ref. 19], waarin de dijkvakken 148d t/m 149 zijn beschouwd. Er is ook een overlap met het detailadvies "Vierbannepolder / Klein Beijerenpolder", opdracht RKZ-1906-010 [ref 8], waarin de dijkvakken 149 t/m 151 zijn beschouwd. Ten slotte is ook een overlap met het detailadvies "Vierbannepolder", opdracht 2005.06.02, oktober 2005 [ref 10], waarin de dijkvakken 150 t/m 153 zijn beschouwd. Alle randvoorwaarden zijn niet gelijk aan de voorgaande adviezen, omdat deze met andere belastingfuncties [ref 13] en aangescherpte correcties [ref 4] zijn bepaald. De randvoorwaarden van dit advies vervangen de eerder afgegeven waarden.

De oriëntatie van de dijk varieert niet veel langs het traject. Dijkvakken 149 en 151 zijn oost-west en dijkvak 148j en 150 zijn zuidwest-noordoost georiënteerd.

## 2 Situatiebeschrijving

Langs het traject zijn enkele bijzondere objecten te onderscheiden (van west naar oost):

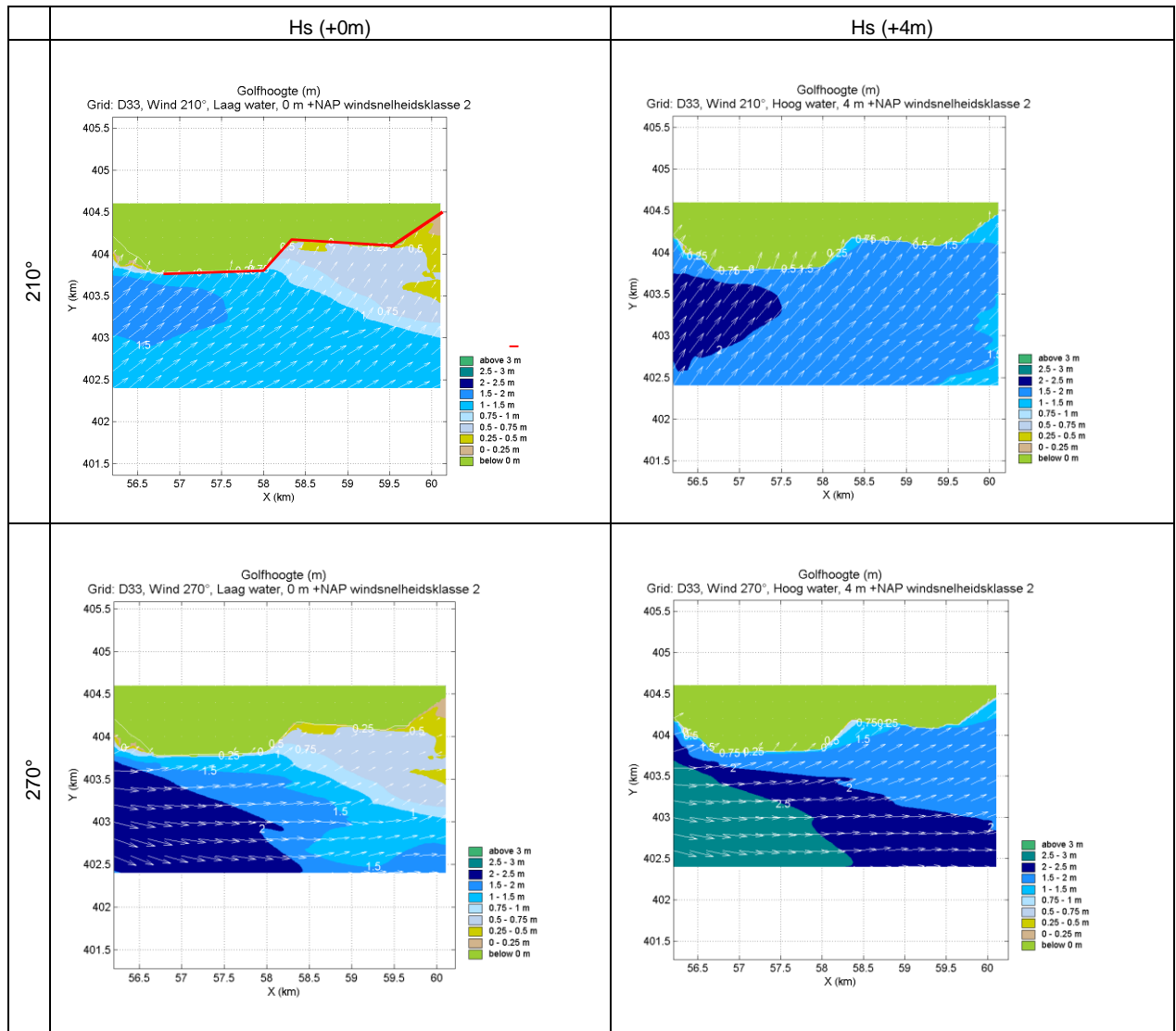
- Voor dijkvak 151 ligt ca. 50 meter aan steenbestorting voor de dijk (zie Figuur 2). Dit stukje dijk is een van de meest aangevallen trajecten en heeft een enorm steile vooroever. Bij het verzwaren van de dijkbekleding moet daarom rekening gehouden worden met een mogelijk onstabiele vooroever. De steile vooroever beïnvloedt echter de randvoorwaarden niet.
- Voor dijkvak 150 ligt een uitwateringsluis en een klein strekdammetje (zie Figuur 1). Het strekdammetje is aangelegd om de uitstroomgeul van de uitwateringsluis van de dijk af te houden. Bij de uitstroom opening van de uitwateringsluis is bodembescherming aangelegd. Zowel de bodembescherming als het strekdammetje is niet gedimensioneerd op een maatgevende storm. Daarom is bij het bepalen van de golfcondities voor de dijk geen rekening gehouden met de aanwezigheid van de bodembescherming en het dammetje.
- Voor dijkvak 148j en 149 en oostelijk daarvan liggen de slikken van Viane (niet of nauwelijks begroeid voorland wat beneden gemiddeld hoogwater ligt), zie Figuur 3. Bij het bepalen van de golfcondities met het golfgroeimodel SWAN is rekening gehouden met een afnemende bodemhoogte van deze slikken.

## 3 Golfcondities

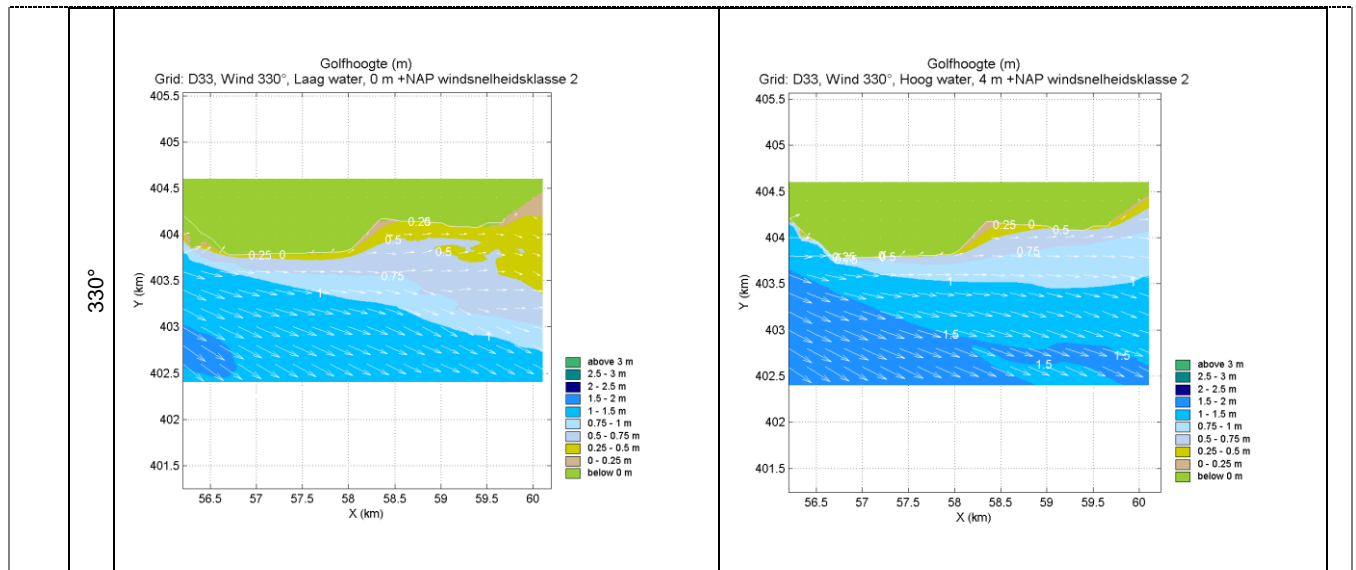
Alle dijkvakken (148j t/m 151) in het beschouwde traject worden het zwaarst belast door golven uit (zuid-) westelijke windrichtingen, namelijk tussen de 210 en 270 graden. De golven worden hierbij in het westelijke deel van de Oosterschelde opgewekt. Door refractie buigen ze naar de ondiepere oevers toe en bereiken daardoor de beschouwde dijkvakken onder een hoek (zie Figuur 4). Bij dijkvak 149 geeft SWAN de maatgevende windcondities bij afluende wind (300° t/m 315°). In Figuur 5 is goed te zien dat de golfperiode bij een afluende wind (330°) hoger is dan bij (zuid-) westelijke windrichtingen (210° en 270°). De hoge golfperiode bij afluende wind is niet realistisch en daarom zijn de afluende windrichtingen uitgesloten: windrichtingen 270° t/m 360° voor dijkvak 148j en de windrichtingen 285° t/m 360° voor dijkvak 149 en 150 (zie Tabellen 5.1 t/m 5.4). In detailadvies

Oosterlandpolder [ref. 9] zijn de afindige windrichtingen ook uitgesloten voor dijkvak 148j en 149.

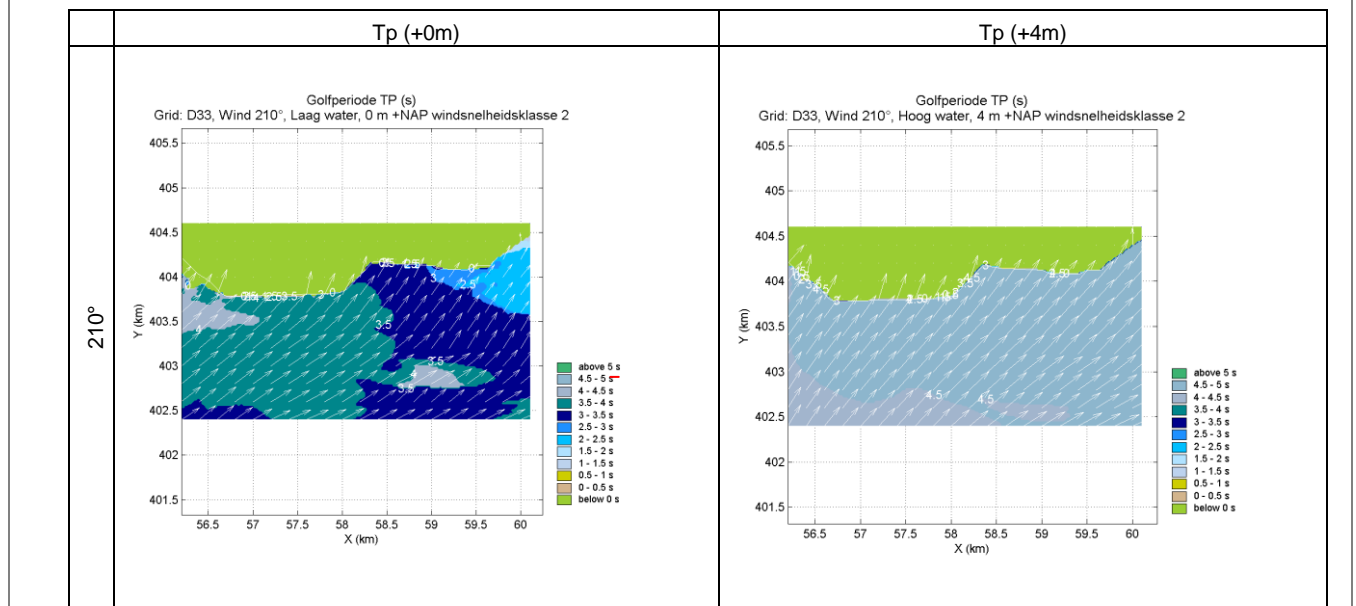
Opvallend is de sprong in golfhoogte tussen de dijkvakken 149 en 148j. Dit wordt veroorzaakt door het ondiepere voorland bij dijkvak 148j, wat ook is terug te zien in Figuur 6 van het advies. Door de strekdam die ligt tussen dijkvak 148j en 149 is de overgang in bodemhoogte vrij abrupt. Bij dijkvak 148j zijn de uitvoerpunten 815 (348Y, bodem op NAP -0.87m) en 812 (348V, bodem op -0.42m) maatgevend en voor dijkvak 149 zijn de uitvoerpunten 820 (149M, bodem op NAP -1.48m) en 816 (348Z, bodem op NAP -1.17m) maatgevend.

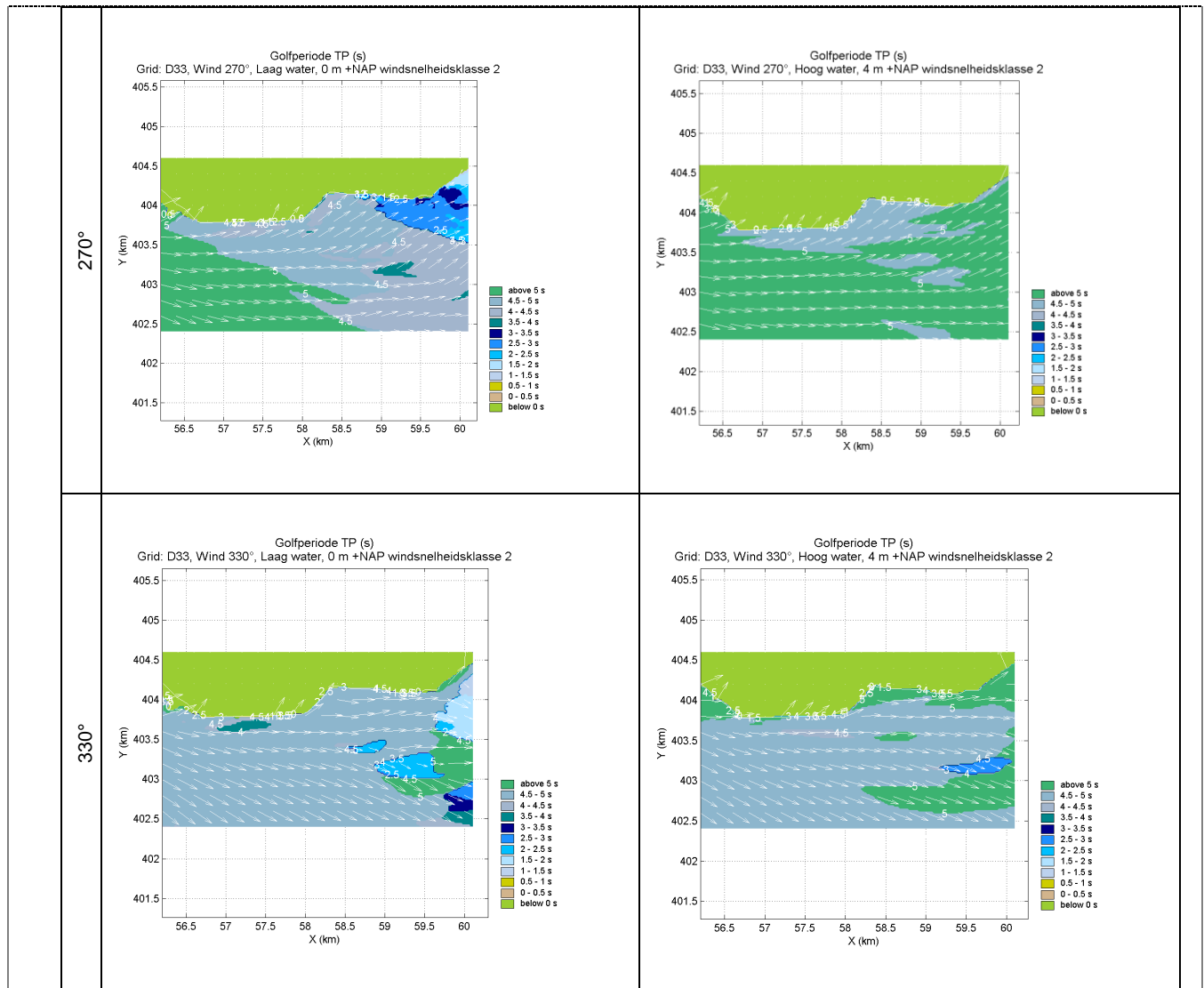






**Figuur 4: SWAN resultaten voor  $H_s$  bij een waterstand NAP +0m en +4m. Met ruimende wind van boven naar onder.**





**Figuur 5: SWAN resultaten voor  $T_p$  bij een waterstand NAP +0m en +4m. Met ruimende wind van boven naar onder.**

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 13].

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 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 13]. Daarom moeten golfcondities waarvoor geldt  $\xi_{op} > 2$  (bij de aanwezigheid van een hoog voorland) aangepast worden [ref 15], zodat geldt  $\xi_{op} = 2$ . Voor het beschouwde dijktraject geldt in alle gevallen dat  $\xi_{op} < 2$  en daarom hoeven de golfcondities niet te worden bijgesteld.

Zowel de golfhoogte ( $H_s$ ) als de golfperiode ( $T_{pm}$ ) nemen toe bij een toenemende waterstand. Het westelijke deel van het traject (dijkvak 151) ligt aan dieper water dan het oostelijke deel van het traject (dijkvak 148j t/m 150). Voor het oostelijke deel liggen namelijk de Slikken van Viane (zie Figuur 3). Golven worden voor het westelijke deel van het traject vooral bij lagere waterstanden minder gehinderd vanwege de diepere bodemligging en daardoor zijn de golfcondities voor dit dijkvak zwaarder (vooral bij een waterstand van NAP+0m) dan overige dijkvakken.

Bij dijkvak 149 (Tabel 5.1) en dijkvak 151 (Tabellen 5.1 t/m 5.4 en Tabel 2) is de golfperiode bij NAP +3m hoger dan bij NAP +4m. Bij dijkvak 150 neemt de golfperiode ook af bij toename van de waterstand van NAP+0m naar NAP+2m en van NAP+2m naar NAP+3m. Betreffende situaties zijn met een oranje arcering aangegeven in deze tabellen.

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

Dijk- vak no.	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			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
	151	1.72	2.07	2.24	2.36	4.44	4.73	4.79	4.78	4.8	4.9	5.9	6.9	240	240	240
150	0.77	1.39	1.59	1.72	4.93	4.81	4.68	4.83	1.9	3.9	4.9	5.9	270	240	210	210
149	0.60	1.28	1.59	1.99	4.05	5.54	5.61	5.45	1.5	3.2	4.2	5.2	270	270	270	240
148j	0.43	1.15	1.41	1.70	2.63	5.01	5.29	5.73	0.9	2.9	3.9	4.4	210	240	240	240

**Tabel 5.2 Maatgevende golfcondities voor betonzuilen**

Dijk- vak no.	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			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
	151	1.72	2.07	2.24	2.36	4.44	4.73	4.79	4.78	4.8	4.9	5.9	6.9	240	240	240
150	0.89	1.46	1.59	1.72	3.89	4.51	4.68	4.83	1.9	3.9	4.9	5.9	210	210	210	210
149	0.72	1.43	1.72	2.06	3.01	4.62	5.01	5.12	1.6	3.4	4.6	5.6	210	210	240	240
148j	0.43	1.20	1.41	1.70	2.63	4.57	5.29	5.73	0.9	2.9	3.9	4.4	210	210	240	240

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

Dijk- vak no.	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			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
	151	1.72	2.09	2.25	2.36	4.44	4.55	4.70	4.78	4.8	4.9	5.9	6.9	240	210	210
150	0.89	1.46	1.59	1.72	3.89	4.51	4.68	4.83	1.9	3.9	4.9	5.9	210	210	210	210
149	0.72	1.43	1.72	2.06	3.01	4.62	5.01	5.12	1.6	3.4	4.6	5.6	210	210	240	240
148j	0.43	1.20	1.45	1.72	2.63	4.57	4.70	4.83	0.9	2.9	3.9	4.9	210	210	210	210

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

Dijk- vak  no.	Hs [m]				Tpm [s]				Waterdiepte (m)				Windrichting (°)			
	bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP				nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
151	1.72	2.07	2.24	2.36	4.44	4.73	4.79	4.78	4.8	4.9	5.9	6.9	240	240	240	240
150	0.89	1.46	1.59	1.72	3.89	4.51	4.68	4.83	1.9	3.9	4.9	5.9	210	210	210	210
149	0.67	1.39	1.72	2.06	3.51	4.92	5.01	5.12	1.5	3.4	4.6	5.6	240	240	240	240
148j	0.43	1.15	1.41	1.70	2.63	5.01	5.29	5.73	0.9	2.9	3.9	4.4	210	240	240	240

#### 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 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**

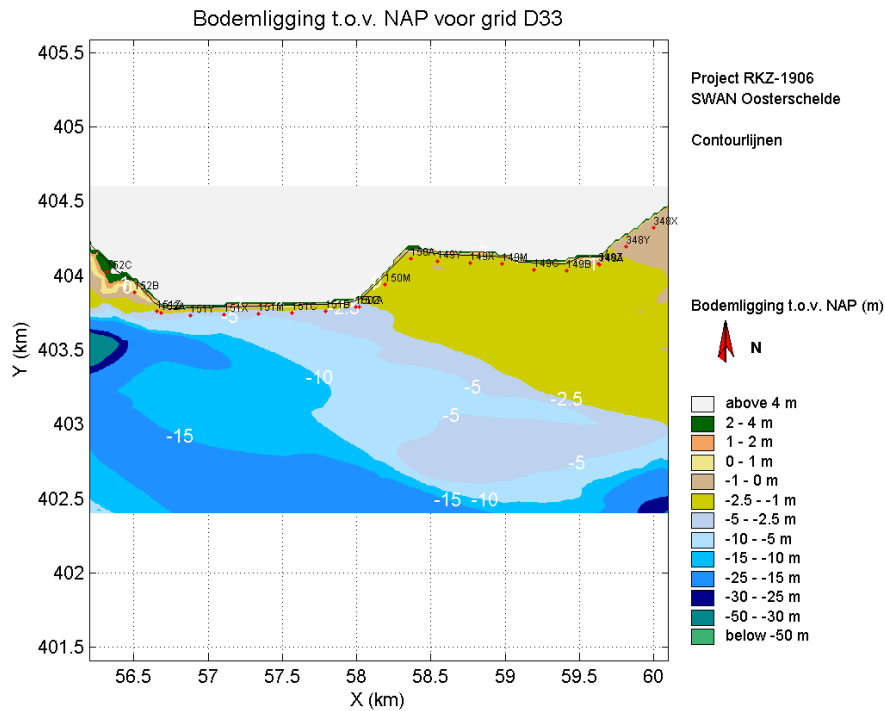
Dijk- vak  no.	Poldernaam	Ontwerppeil [m] tov NAP	GHW GLW		Springtij		Doottij	
			[m]	[m]	HW	LW	HW	LW
			[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
151	Vierbannepolder (inlaag)	3.5	1.50	-1.35	1.70	-1.40	1.25	-1.20
150	Vierbannepolder (inlaag)	3.5	1.50	-1.35	1.70	-1.40	1.25	-1.20
149	Oosterlandpolder / Vierbannepolder	3.6	1.50	-1.35	1.70	-1.40	1.25	-1.20
148j	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpldr	3.7	1.55	-1.35	1.75	-1.40	1.25	-1.25

#### 5 Bodemligging en golfcondities lagere waterstanden

De representatieve bodemligging [ref. 5 en 6] voor de dijkvakken is weergegeven in Tabel 7. Aan de westzijde van het traject (dijkvak 151) grenst het dijktraject aan dieper water dan aan de oostzijde. De bodem ligt hier gemiddeld op ca. NAP -4m. Voor dijkvak 148j t/m 150 liggen de 'Slikken van Viane' en ligt de bodem hoger, namelijk gemiddeld op ca. NAP -2m (dijkvak 149 en 150) en NAP -1m (dijkvak 148j).

**Tabel 6: Bodemligging**

Dijk- vak  no.	Poldernaam	Repr. bodemligging (m) t.o.v. NAP	Gemiddelde bodemligging (m) t.o.v. NAP	Bodemligging st. dev. (m) t.o.v. NAP
151	Vierbannepolder (inlaag)	-4.27	-3.46	0.81
150	Vierbannepolder (inlaag)	-1.90	-1.83	0.07
149	Oosterlandpolder / Vierbannepolder	-1.60	-1.42	0.18
148j	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpldr	-0.76	-0.52	0.24



**Figuur 6: 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 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. In geen van de situaties worden deze waarden overschreden en behoeven de golfcondities gecorrigeerd te worden. Er wordt geadviseerd indien de berekende  $H_s < 0.25$  m en/of  $T_{pm} < 2.5$  s zijn, 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. 15]. De geadviseerde golfcondities zijn aangegeven in de vijfde kolom van Tabel 8 en de zesde kolom van Tabel 9. In Tabel 8 en 9 zijn deze situaties waarbij de golfcondities gewijzigd zijn blauw gearceerd.

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

Dijk- vak no.	Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP		D [m] bij waterstand t.o.v. NAP		Hs/D bij waterstand t.o.v. NAP		Hs en bijgestelde Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP	
	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m
	151	1.37	1.55	2.27	3.27	0.60	0.47	1.37
150	0.32	0.61	-	0.90	-	0.67	-	0.61
149	-	0.31	-	0.60	-	0.52	-	0.31
148j	-	-	-	-	-	-	-	-

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

Dijk- vak  no.	Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP		Aan te houden Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP		L <sub>0</sub> [m] bij waterstand t.o.v. NAP		Hs/L <sub>0</sub> bij waterstand t.o.v. NAP		Aan te houden Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP	
	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m
	151	1.37	1.55	4.15	4.30	26.87	28.78	0.05	0.05	1.37
150	-	0.61	-	3.58	-	19.99	-	0.03	-	0.61
149	-	0.31	-	2.81	-	12.27	-	0.03	-	0.31
148j	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

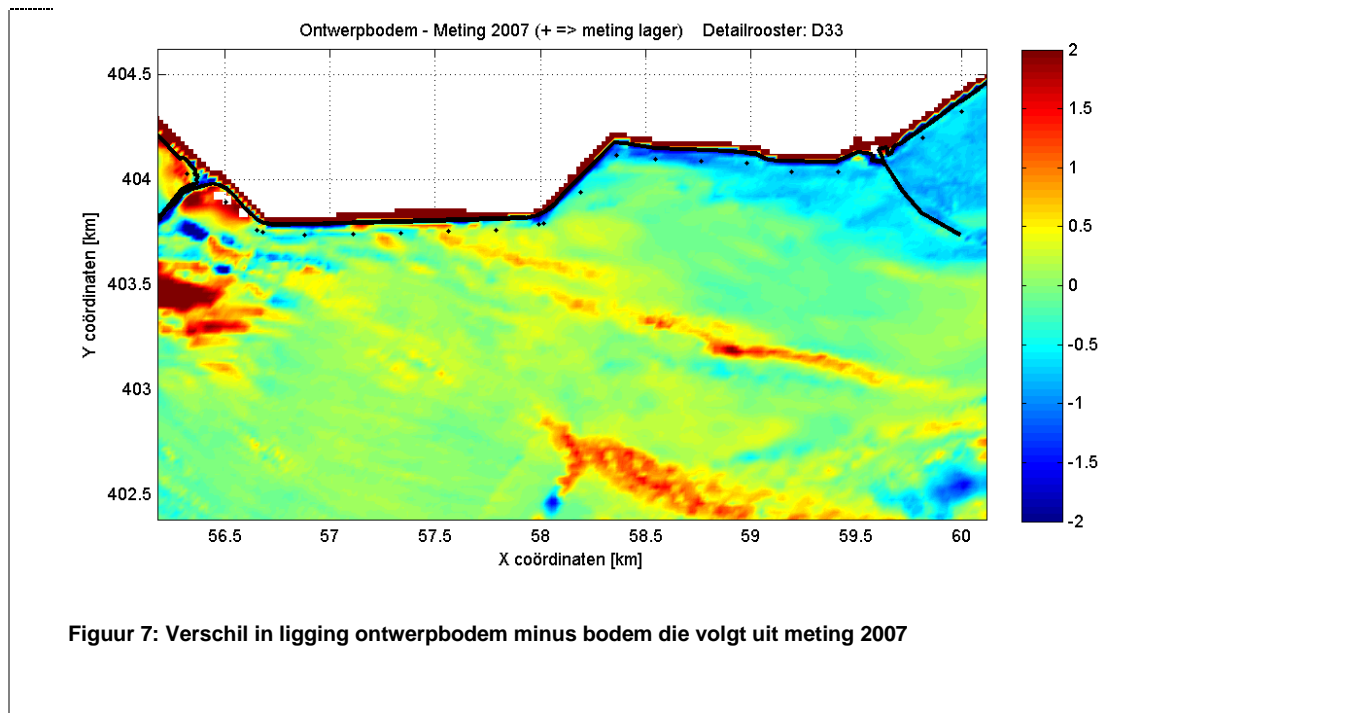
## 6 Bodemprognose

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 16]. 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 16 en 17. 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 17]. 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 7 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 7 blijkt dat de bodem in de directe omgeving van dijkvak 151 die volgt uit metingen van 2007 lager ligt dan de ontwerpbodem. De bodemontwikkeling voor dijkvak 151 lijkt sneller te gaan dan in 1998 was voorzien en wij raden de ontwerper aan hier rekening mee te houden bij het ontwerp van de kreukelberm. Uit berekeningen op basis van de prognosebodem in vergelijking met de ontwerpbodem blijkt dat de totale golfbelasting Z1 voor dijkvak 148j en 149 niet toeneemt en voor de dijkvakken 150 en 151 licht toeneemt [tabel 7.1 uit ref 17]. Aangeraden wordt om bij de dijkvakken waar de golfbelasting licht toeneemt robuustheid in het ontwerp in te bouwen.



## 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 1 november 2010, kenmerk: 1585/U10250/D/PvdR.
- [5.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: *'Handleiding hydraulische detailadviezen Oosterschelde en Westerschelde 2011 t.b.v. projectbureau Zeeweringen; Deel 1A van 3: Checklist detailadviezen vanaf april 2010'*, d.d. 23 februari 2011.
- [6.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: *'Handleiding hydraulische detailadviezen Oosterschelde en Westerschelde 20aa t.b.v. projectbureau Zeeweringen; Deel 2 van 3: Achtergrond detailadviezen'*, d.d. 23 februari 2011.
- [7.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: *'2011.06F Factsheet Update Vierbannenpolder / Klein Beijerenpolder.xls'*, d.d. 21 oktober 2011.
- [8.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: *'Detailadvies Vierbannenpolder / Klein Beijerenpolder (RKZ-1906.010)'*, d.d. 14 april 2008.
- [9.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: *'Detailadvies Oosterlandpolder (2006.04.34)'*, juni 2006.
- [10.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: *'Detailadvies Vierbannenpolder (2005.06.02)'*, oktober 2005.
- [11.] Hordijk, D.: *'Impact schor-erosie op golfbelastingen (K-07-05-16)'*, 23 mei 2007.
- [12.] Deltares, Klein Breteler, M.: *'Belastingfunctie voor keuze maatgevende golfcondities'*, d.d. 21 oktober 2009
- [13.] Svašek Hydraulics, van de Rest, P.: *'Memo Nieuwe belastingfuncties steenbekledingen'* d.d. 18 januari 2010, PvdR/09358/1573/D.
- [14.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: *'Overzichtskaat Oosterschelde en Westerschelde (RKZ1906.25)'*, mei 2010.
- [15.] Deltares, Groenendaal, E: *'Toepassen minimale Hs en Tpm voor hydraulische advisering aan Projectbureau Zeeweringen'*, maart 2008, kenmerk H5102/EG/01.
- [16.] Royal Haskoning: *'Toekomstprognose ontwikkeling intergetijdengebied Oosterschelde'*, kenmerk 9T4814.A0/R0002/SJAC/SSOM/Rott, d.d. 12 december 2008.
- [17.] 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.
- [18.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: *'2010.06C Update detailadvies Vierbannenpolder / Klein Beijerenpolder'*, d.d. 1 november 2010.
- [19.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: *'Bruinissepolder (2005.04.17/2005.07.06h)'*, 24 november 2005.