

Update detailadvies Nieuwe- Annex- Stavenissepolder, Noordpolder

Aan : Yvo Provoost (Projectbureau Zeeweringen)
 Van : Pol van de Rest (Svašek Hydraulics)
 Tweede lezer : Erik Arnold (Royal Haskoning)
 Datum : 13 juni 2012
 Betreft : Revisie 2010.12C Update detailadvies Nieuwe- Annex- Stavenissepolder, Noordpolder
 Status : Definitief
 Ref. Svašek : 1638/U12191/A/PvdR
 Ref. Royal Haskoning : 9V9006.A0/N0120/EARN/ILAN/Rott1

Let op: Dit detailadvies is een herziening van het oorspronkelijke detailadvies Nieuwe- Annex- Stavenissepolder, Noordpolder [ref 8]. 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]. De waarden in dit detailadvies vervangen de vorige afgegeven waarden.

Het advies [ref 18] is gereviseerd, omdat de grens tussen dijkvak 106a en 106b incorrect was, deze is vervangen in dijkkilometer 92.9 i.p.v. 92.7.

In dit detailadvies zijn de golfcondities beschreven voor de Nieuwe- Annex- Stavenissepolder, Noordpolder, welke betrekking heeft op het traject van dijkkilometer 91.90 tot 95.85. Het ontwerptraject loopt van dijkkilometer 92.20 tot 95.50. Dijkkilometer 92.20 ligt in dijkvak 106b en dijkkilometer 95.50 ligt in dijkvak 102. 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 dijkkilometering (zie [ref. 11]).

Tabel 1: Beschouwde dijkvakken

Dijk- vak no.	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometering (km)		Poldernaam
	van		tot		van	tot	
	x	y	x	y			
106b	59734	398866	60635	398438	91,90	92,90	Nieuwe- Annex- Stavenissepolder
106a	60635	398438	60820	398365	92,90	93,10	Nieuwe- Annex- Stavenissepolder
105b	60820	398365	60911	398091	93,10	93,40	Noordpolder
105a	60911	398091	60937	397695	93,40	93,80	Noordpolder
104	60937	397695	60801	397332	93,80	94,20	Noordpolder
103	60801	397332	61178	397038	94,20	94,70	Noordpolder
102	61178	397038	62286	396776	94,70	95,85	Noordpolder

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
106b	91,90	92,90	-	0,60	1,03	1,46	-	2,99	3,80	4,56	-	1,4	2,4	3,4	-	240	240	240
106a	92,90	93,10	-	0,26	0,73	1,13	-	2,59	3,40	5,38	-	0,5	1,5	2,5	-	210	240	270
105b	93,10	93,40	-	0,25	0,65	1,16	-	2,61	4,38	5,30	-	0,2	1,2	2,2	-	270	285	270
105a	93,40	93,80	-	0,67	1,09	1,51	-	4,13	4,86	5,43	-	1,3	2,3	3,3	-	285	285	285
104	93,80	94,20	0,28	1,07	1,44	1,87	2,50	3,93	4,71	5,21	0,6	2,6	3,6	4,6	210	240	270	270
103	94,20	94,70	0,75	1,39	1,72	2,04	3,07	4,36	4,41	4,84	1,5	3,5	4,5	5,5	210	240	240	270
102	94,70	95,85	0,74	1,42	1,72	2,04	2,96	4,33	4,36	4,85	1,5	3,2	4,5	5,5	210	240	240	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 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 voor de dijkvakken 102 t/m 104 en 106b 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 1:3,4 tot 1:4,5 voor dijkvak 105a, 1:3,4 tot 1:4,0 voor dijkvak 105b en 1:3,4 tot 1:3,5 voor dijkvak 106a. 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 13]. Daarom moeten golfcondities waarvoor geldt $\xi_{op} > 2$ (bij de aanwezigheid van een hoog voorland) aangepast worden [ref 13], zodat geldt $\xi_{op} = 2$. Bij het beschouwde dijktraject is $\xi_{op} < 2$ en hoeven de golfcondities niet te worden bijgesteld.
- 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 10].
- Aan de westzijde van het beschouwde traject is er een overlap met het detailadvies 'Update Nieuwe- Annex- Stavenissepolder' [ref 9], waarin de dijkvakken 106a t/m 113 zijn beschouwd. De randvoorwaarden in dit advies van het overlappende deel (dijkvakken 106a en 106b) zijn gelijk aan het voorgaande advies [ref 9].
- Dit detailadvies is een herziening van het oorspronkelijke detailadvies Nieuwe- Annex- Stavenissepolder, Noordpolder [ref 8]. De randvoorwaarden in dit advies zijn niet gelijk aan het voorgaande advies, doordat deze met andere belastingfuncties [ref 13] en met aangescherpte correcties [ref 4] zijn bepaald.
- Bij de dijkvakken 102 en 105b t/m 106b is de golfperiode bij NAP +3m hoger dan bij NAP +4m bij de maatgevende golfcondities voor (gekantelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen (zie oranje arcering in tabel 5.1). Bij de dijkvakken 105b en 106b bij de maatgevende golfcondities voor losse breuksteen kreukelberm is de golfperiode bij NAP +2m hoger dan bij NAP +3m (zie oranje arcering in tabel 5.4).
- Door het terugtrekken van de schorrand bij de slikken van den Dorstman wordt voor het westelijke gedeelte van dijkvak 106a een toename van de golfrandvoorwaarden verwacht. **Daarom wordt aan PBZ geadviseerd de grens tussen de dijkvakken 106a en 106b honderd meter in zuidoostelijke richting te schuiven [ref. 15], zoals aangegeven in Figuur 1. Hierdoor wordt in de advisering rekening gehouden met de toekomstige schorrandontwikkeling.**

Figuur 1: Verschoven grens tussen dijkvak 106a en 106b (zie pijltje)



Tabel 3: 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
106b	3,6	1,65	-1,45	1,90	-1,50	1,35	-1,30
106a	3,6	1,65	-1,45	1,90	-1,50	1,35	-1,30
105b	3,6	1,65	-1,45	1,90	-1,50	1,35	-1,30
105a	3,6	1,65	-1,45	1,90	-1,50	1,35	-1,30
104	3,6	1,65	-1,45	1,90	-1,50	1,35	-1,30
103	3,6	1,70	-1,45	1,90	-1,50	1,40	-1,30
102	3,7	1,70	-1,45	1,95	-1,50	1,40	-1,30

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			
106b	91,90	92,90	0,62	0,81	0,19
106a	92,90	93,10	1,54	1,63	0,08
105b	93,10	93,40	1,80	1,80	0,00
105a	93,40	93,80	0,74	1,15	0,42
104	93,80	94,20	-0,57	-0,01	0,56
103	94,20	94,70	-1,47	-1,17	0,30
102	94,70	95,85	-1,45	-1,25	0,20

Figuur 2: Dijkvakken 102 t/m 106b



Bijlagen: Aanpak en resultaten detailadvies

1 Ligging dijkvakken

Dit detailadvies heeft betrekking op de dijkvakken 102 t/m 106b (zie Figuur 2). De dijkvakken liggen op Tholen (oostzijde van de Oosterschelde), vlakbij het dorp Sint Maartensdijk en de slikken van den Dortsman. Het ontwerptraject loopt van dijkkilometer 92.20 tot 95.50. Dijkkilometer 92.20 ligt in dijkvak 106b en dijkkilometer 95.50 in dijkvak 102. Dit advies komt dus overeen met een iets ruimer traject.

Door het terugtrekken van de schorrand bij de slikken van den Dorstman wordt voor het westelijke gedeelte van dijkvak 106a een toename van de golfrandvoorwaarden verwacht. Daarom wordt aan PBZ geadviseerd de grens tussen de dijkvakken 106a en 106b honderd meter in zuidoostelijke richting te schuiven [ref. 15], zoals aangegeven in Figuur 1.

Aan de westzijde van het beschouwde traject is er een overlap met het detailadvies 'Update Nieuwe- Annex- Stavenissepolder' [ref 9], waarin de dijkvakken 106a t/m 113 zijn beschouwd. De randvoorwaarden in dit advies van het overlappende deel (dijkvakken 106a en 106b) zijn gelijk aan het voorgaande advies [ref 9].

Dit detailadvies is een herziening van het oorspronkelijke detailadvies Nieuwe- Annex- Stavenissepolder, Noordpolder [ref 8]. De randvoorwaarden in dit advies zijn niet gelijk aan het voorgaande advies, doordat deze met andere belastingfuncties [ref 13] en met aangescherpte correcties [ref 4] zijn bepaald. De waarden in dit detailadvies vervangen de vorige afgegeven waarden.

Het advies [ref 18] is in juni 2012 nogmaals gereviseerd, omdat de grens tussen dijkvak 106a en 106b incorrect was, deze is vervangen in dijkkilometer 92.9 i.p.v. 92.7.

2 Situatiebeschrijving

Langs het traject zijn enkele bijzondere objecten te onderscheiden:

- Slikken van den Dortsman: Deze slikken zijn bij de berekening van de golfcondities meegenomen.
- Schorren: recent is een onderzoek uitgevoerd [ref. 14] naar de ontwikkeling van de in de Oosterschelde aanwezige schorren. De resultaten van dit onderzoek tonen aan dat de omvang van deze schorren afneemt. Om instabiliteit op termijn tegen te gaan, wordt voor locaties met potentiële erosie, aangeraden de dijkteen verdiept aan te leggen. Voor dijkvak 106a kan het verdwijnen van schorren consequenties hebben voor de golfbelastingen op de bekledingen. In Figuur 3 is de verwachte achteruitgang gedurende de periode tot 2060 weergegeven. Door het terugtrekken van de schorrand wordt voor het noordelijke gedeelte van dit dijkvak een toename van de golfrandvoorwaarden verwacht. Daarom wordt aan PBZ geadviseerd de grens tussen de dijkvakken 106a en 106b iets in zuidoostelijke richting te verschuiven [ref 15] (van dijkkilometer 92.8 naar 92.9). Hierdoor kunnen voor dit deel de hogere (robuuste) golfrandvoorwaarden van naastliggend dijkvak 106b aangehouden worden (zie Figuur 3). De nieuwe dijkvakgrenzen en RD-coördinaten zijn weergegeven in Tabel 1.

Figuur 3: Voorspelde ligging van de schorrand in 2060 [ref. 14]



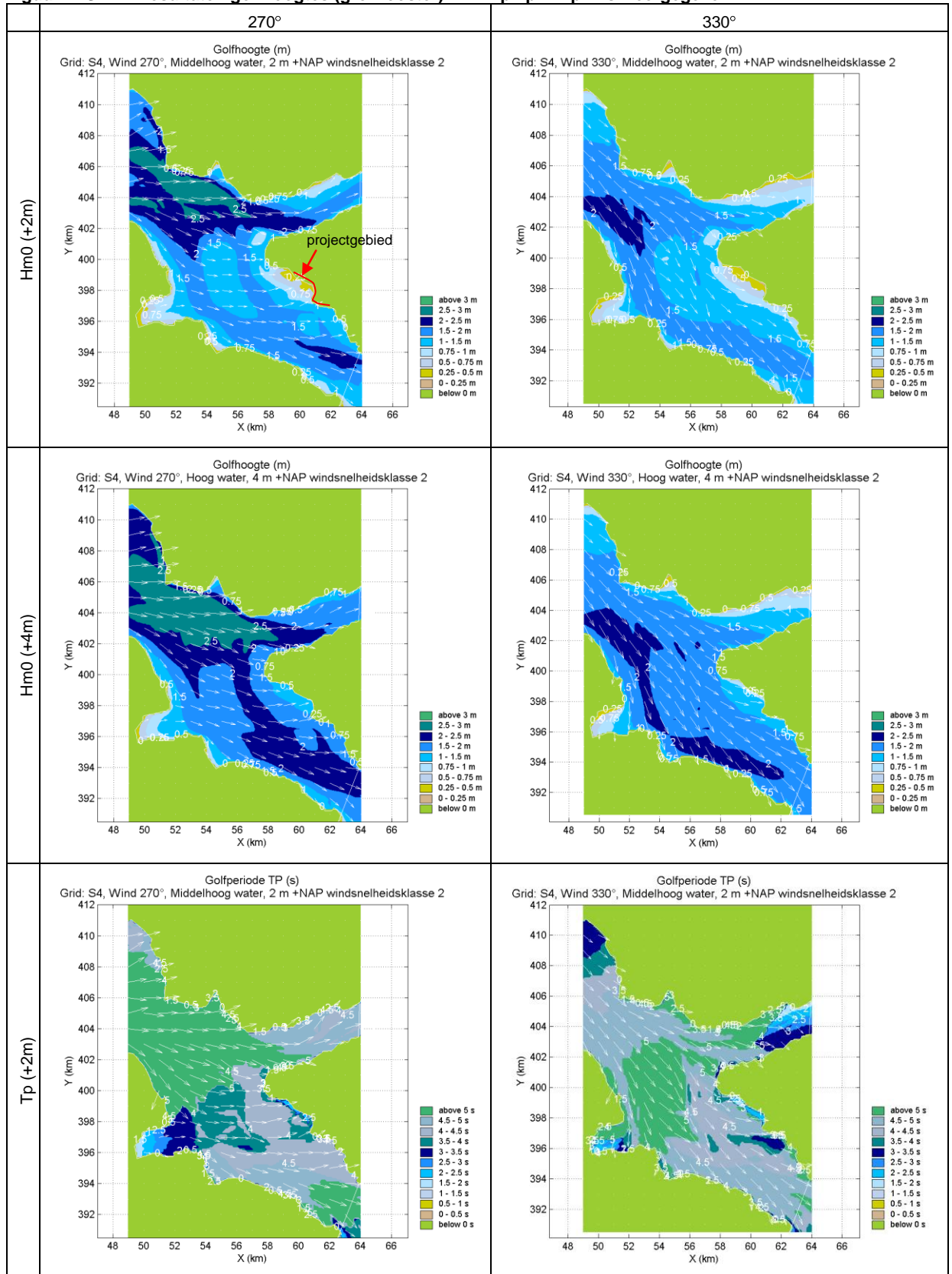
3 Golfcondities

De dijkvakken 102 t/m 104 in het beschouwde traject worden het zwaarst belast door golven uit (zuid-) westelijke windrichtingen, namelijk tussen de 210 en 270 graden (zie tabellen 5.1 t/m 5.4). De dijkvakken 105a t/m 106b worden het zwaarste belast door golven uit zuidwestelijke tot noordwestelijke windrichtingen, namelijk tussen de 210 en 330 graden. Bij de noordelijke gelegen dijkvakken (105b t/m 106b) in het beschouwde traject zijn vooral de noordwestelijke windrichtingen maatgevend, wat wordt veroorzaakt door de relatief hoge golfperiode bij deze windrichtingen. Bij de meer zuidelijke gelegen dijkvakken (vooral dijkvak 102 en 103) zijn de (zuid-) westelijke windrichtingen maatgevend, doordat deze dijkvakken beschut liggen voor golven uit noordwestelijke windrichtingen.

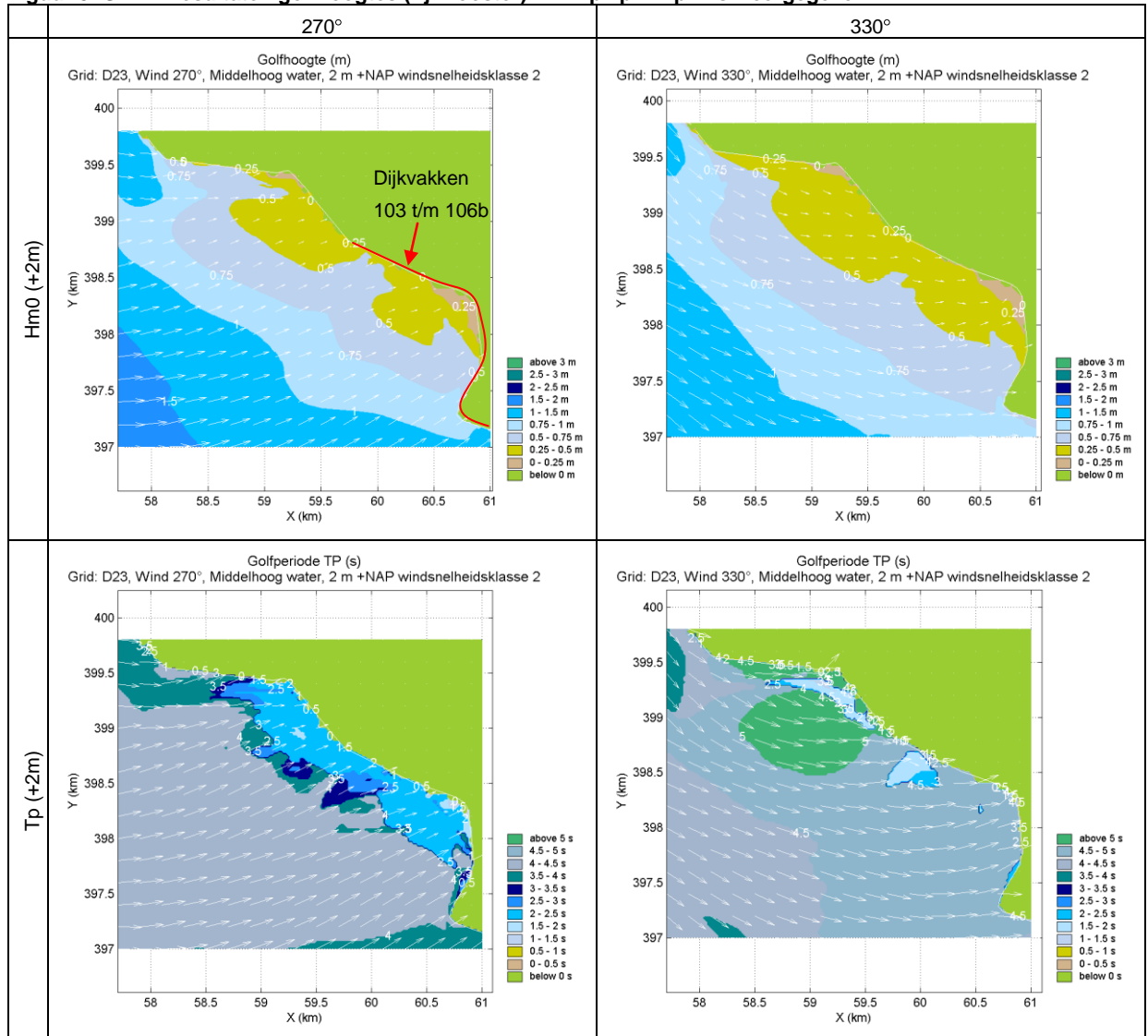
De golven worden in het westelijke deel en het middendeel van de Oosterschelde opgewekt en bereiken via de geul "het Brabantsche vaarwater" en over de slikken van den Dortsman de betreffende dijkvakken. Vooral voor de dijkvakken 106a en 106b geldt dat de hoek van inval groot is en de golven flink bij moeten draaien voordat ze de teen van de dijk bereiken. Het is mogelijk dat SWAN in dat geval de golfperiode overschat. Golfgroei uit het noord-noordwesten (330 graden), via de geul "het Brabantsche vaarwater" voor deze dijkvakken is echter goed mogelijk en daarom zijn er geen windrichtingen uitgesloten.

Figuur 4 toont het met SWAN berekende golfveld (zonder enige correcties) voor de windrichtingen 270° en 330°. De golfhoogte is weergegeven bij de waterstanden NAP+2m en NAP+4m en de golfperiode bij de waterstand NAP+2m. Figuur 5 toont dezelfde golfcondities bij een waterstand van NAP+2m, maar dan voor een fijn rooster, ingezoomd op het dijktraject. Het dijktraject is in het eerste figuur met rood aangegeven. Voor de noordelijk gelegen dijkvakken van het beschouwde dijktraject liggen de slikken van den Dortsman. In de figuren is duidelijk te zien dat over het slik de golfhoogte sterk afneemt, maar de golfperiode neemt nauwelijks af.

Figuur 4: SWAN resultaten golfhoogtes (grof rooster). NB: Tp i.p.v. Tpm is weergegeven



Figuur 5: SWAN resultaten golfhoogtes (fijn rooster) NB: Tp i.p.v. Tpm is weergegeven



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 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 102 t/m 104 en 106b 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 1:3,4 tot 1:4,5 voor dijkvak 105a, 1:3,4 tot 1:4,0 voor dijkvak 105b en 1:3,4 tot 1:3,5 voor dijkvak 106a. 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 13]. Daarom moeten golfcondities waarvoor geldt $\xi_{op} > 2$ (bij de aanwezigheid van een hoog voorland) aangepast worden [ref 13], zodat geldt $\xi_{op} = 2$. Bij het beschouwde dijktraject is $\xi_{op} < 2$ en hoeven de golfcondities niet te worden bijgesteld.

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 10]. De betreffende situaties zijn blauw gearceerd weergegeven in de Tabellen 5.1 t/m 5.4 en Tabel 2.

De tabellen vertonen logische waarden: zowel de significante golfhoogte (H_s) als de golfperiode (T_{pm}) nemen voor de meeste dijkvakken toe bij een toenemende waterdiepte. Bij de dijkvakken 102 en 105b t/m 106b is de golfperiode bij NAP +3m hoger dan bij NAP +4m bij de maatgevende golfcondities voor (gekantelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen (zie oranje arcering in tabel 5.1). Dit komt omdat bij NAP +4m de Oosterscheldekering gesloten is en het verhogende effect van stroming op de golfcondities niet wordt meegenomen. Merk op dat er enig effect van stroming aanwezig is, ondanks dat het traject ver van de kering ligt.

Bij de dijkvakken 105b en 106b bij de maatgevende golfcondities voor losse breuksteen kreukelberm is de golfperiode bij NAP +2m hoger dan bij NAP +3m (zie oranje arcering in tabel 5.4). Dit wordt in die gevallen veroorzaakt doordat bij een waterstand van NAP +3m een andere windrichting maatgevend wordt.

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

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerings (km) van tot		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
106b	91,90	92,90	-	0,45	0,76	1,36	-	5,50	5,86	5,35	-	1,4	2,4	3,4	-	330	330	270
106a	92,90	93,10	-	0,25	0,52	1,01	-	6,31	6,53	6,18	-	0,5	1,3	2,3	-	330	330	315
105b	93,10	93,40	-	0,25	0,53	1,14	-	6,20	6,23	5,44	-	0,2	1,2	2,2	-	330	330	285
105a	93,40	93,80	-	0,67	1,09	1,51	-	4,13	4,86	5,43	-	1,3	2,3	3,3	-	285	285	285
104	93,80	94,20	0,27	1,06	1,43	1,87	2,50	4,08	4,86	5,21	0,6	2,6	3,6	4,6	210	240	270	270
103	94,20	94,70	0,75	1,39	1,67	1,92	3,07	4,36	4,66	5,19	1,5	3,5	4,5	4,8	210	240	270	270
102	94,70	95,85	0,74	1,34	1,60	2,02	2,96	4,63	4,96	4,93	1,5	3,1	4,1	5,5	210	270	270	270

Tabel 5.2 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
106b	91,90	92,90	-	0,60	1,03	1,46	-	2,99	3,80	4,56	-	1,4	2,4	3,4	-	240	240	240
106a	92,90	93,10	-	0,26	0,73	1,13	-	2,59	3,40	5,38	-	0,5	1,5	2,5	-	210	240	270
105b	93,10	93,40	-	0,25	0,65	1,16	-	2,61	4,38	5,30	-	0,2	1,2	2,2	-	270	285	270
105a	93,40	93,80	-	0,67	1,09	1,51	-	4,13	4,86	5,43	-	1,3	2,3	3,3	-	285	285	285
104	93,80	94,20	0,28	1,07	1,44	1,87	2,50	3,93	4,71	5,21	0,6	2,6	3,6	4,6	210	240	270	270
103	94,20	94,70	0,75	1,39	1,72	2,04	3,07	4,36	4,41	4,84	1,5	3,5	4,5	5,5	210	240	240	270
102	94,70	95,85	0,74	1,42	1,72	2,04	2,96	4,33	4,36	4,85	1,5	3,2	4,5	5,5	210	240	240	270

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

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
106b	91,90	92,90	-	0,61	1,04	1,46	-	2,88	3,69	4,56	-	1,4	2,4	3,4	-	240	240	240
106a	92,90	93,10	-	0,26	0,73	1,19	-	2,50	3,40	4,26	-	0,5	1,5	2,3	-	240	240	210
105b	93,10	93,40	-	0,25	0,67	1,17	-	2,76	3,61	4,65	-	0,2	1,2	2,2	-	270	240	240
105a	93,40	93,80	-	0,70	1,13	1,54	-	3,49	4,29	5,10	-	1,3	2,3	3,3	-	270	270	270
104	93,80	94,20	0,28	1,07	1,49	1,89	2,50	3,93	4,34	4,77	0,6	2,6	3,6	4,6	210	240	240	240
103	94,20	94,70	0,75	1,39	1,73	2,06	2,90	4,19	4,24	4,36	1,5	3,5	4,5	5,5	210	240	240	240
102	94,70	95,85	0,74	1,42	1,72	2,06	2,96	4,33	4,36	4,36	1,5	3,2	4,5	5,5	210	240	240	240

Tabel 5.4 Maatgevende golfcondities voor losse breuksteen kreukelberm

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
106b	91,90	92,90	-	0,46	1,03	1,36	-	5,44	3,80	5,35	-	1,4	2,4	3,4	-	330	240	270
106a	92,90	93,10	-	0,25	0,67	1,13	-	3,01	4,62	5,38	-	0,5	1,5	2,5	-	210	285	270
105b	93,10	93,40	-	0,25	0,65	1,16	-	6,20	4,71	5,30	-	0,2	1,2	2,2	-	330	285	270
105a	93,40	93,80	-	0,67	1,09	1,51	-	4,13	4,86	5,43	-	1,3	2,3	3,3	-	285	285	285
104	93,80	94,20	0,28	1,07	1,44	1,87	2,50	3,93	4,71	5,21	0,6	2,6	3,6	4,6	210	240	270	270
103	94,20	94,70	0,75	1,39	1,67	2,04	3,07	4,36	4,66	4,84	1,5	3,5	4,5	5,5	210	240	270	270
102	94,70	95,85	0,74	1,42	1,72	2,04	2,96	4,33	4,36	4,85	1,5	3,2	4,5	5,5	210	240	240	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 waterstand boven NAP+3 m 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 (GHW). Verder zijn de waterstanden opgenomen bij gemiddeld getij, springtij en doortij (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
106b	3,6	1,65	-1,45	1,90	-1,50	1,35	-1,30
106a	3,6	1,65	-1,45	1,90	-1,50	1,35	-1,30
105b	3,6	1,65	-1,45	1,90	-1,50	1,35	-1,30
105a	3,6	1,65	-1,45	1,90	-1,50	1,35	-1,30
104	3,6	1,65	-1,45	1,90	-1,50	1,35	-1,30
103	3,6	1,70	-1,45	1,90	-1,50	1,40	-1,30
102	3,7	1,70	-1,45	1,95	-1,50	1,40	-1,30

5 Bodemligging en golfcondities lagere waterstanden

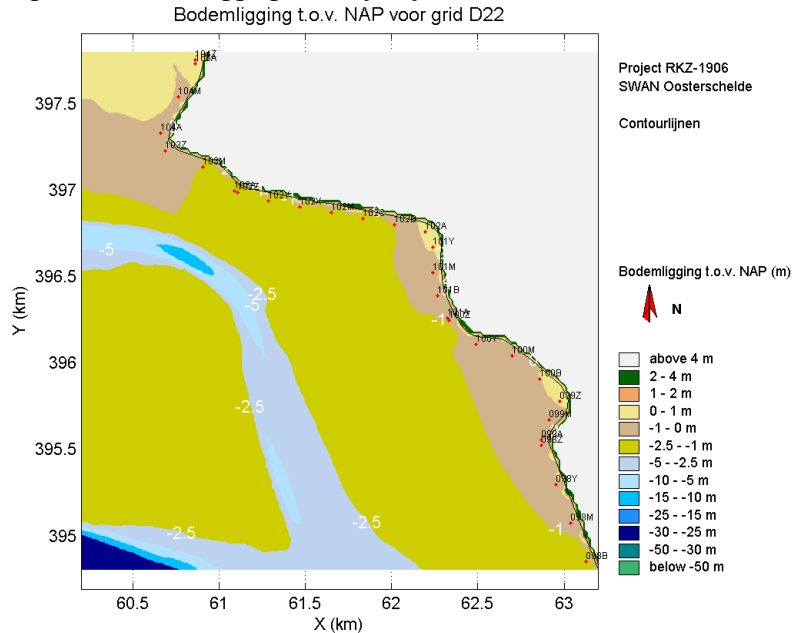
De representatieve bodemligging [ref. 5 en 6] voor de dijkvakken is weergegeven in Tabel 7. De representatieve bodemligging van de dijkvakken varieert van NAP -1.47m (dijkvak 103) tot NAP +1.80m (dijkvak 105b). Door de voorliggende slikken van den Dortsman is de bodemligging vrij hoog en valt het voorland dagelijks droog bij eb. Bij de dijkvakken 105a t/m 106b geldt dat de bodemligging boven NAP ligt. Er is weinig variatie in bodemligging langs het dijktraject. De representatieve bodemligging is in lijn met de Figuren 6.1 en 6.2 en hoeft daarom niet te worden aangepast.

Tabel 7: Bodemligging

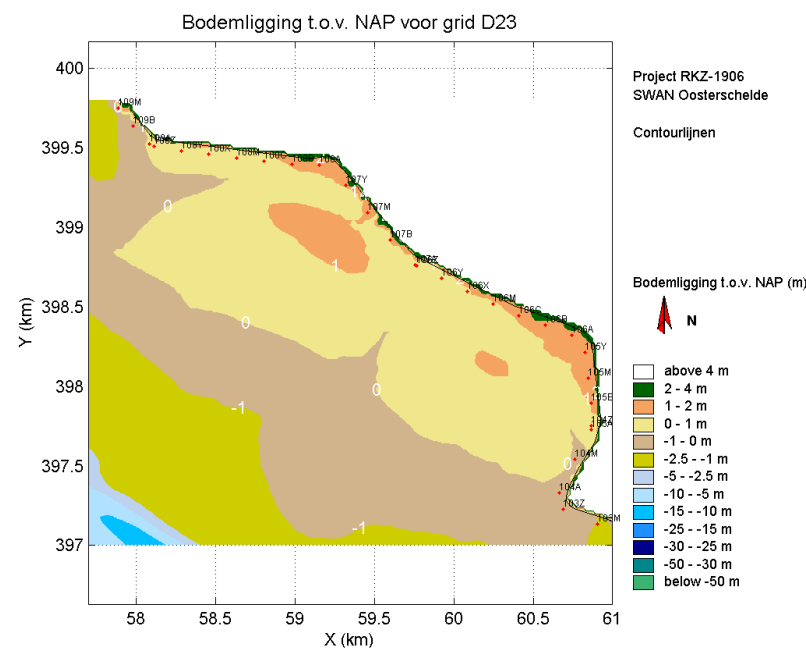
Dijk- vak no.	Dijk kilometrerings (km)		Representatieve bodemligging [m] tov NAP	Gemiddelde bodemligging [m] tov NAP	Stand.dev. bodemligging [m] tov. NAP
	van	tot			
106b	91,90	92,90	0,62	0,81	0,19
106a	92,90	93,10	1,54	1,63	0,08
105b	93,10	93,40	1,80	1,80	0,00
105a	93,40	93,80	0,74	1,15	0,42
104	93,80	94,20	-0,57	-0,01	0,56
103	94,20	94,70	-1,47	-1,17	0,30
102	94,70	95,85	-1,45	-1,25	0,20

Geadviseerd wordt rekening te houden met achtergang van de schorren [ref 14, 15], door de dijkvakgrens tussen de dijkvakken 106a en 106b te verschuiven, zoals aangegeven in Figuur 1. Daarnaast wordt geadviseerd extra maatregelen te nemen op de locaties waar het schor volgens de prognose grotendeels verdwijnt (zie Figuur 3). Hierbij kan gedacht worden aan het verdiept aanleggen van de teen of aanbrengen van schorrand-verdedigingen.

Figuur 6.1: Bodemligging rond dijktraject detailrooster D22



Figuur 6.2: Bodemligging rond dijktraject detailrooster D23



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 de dijkvakken 102 en 103 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 waarden fysisch

niet realistisch zijn, zijn de betreffende golfhoogtes naar beneden bijgesteld, welke gecorrigeerde waarden met grijs zijn 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 dijkvakken 102 en 103 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. 10]. 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
106b	91,90	92,90	-	-	-	-	-	-	-	-
106a	92,90	93,10	-	-	-	-	-	-	-	-
105b	93,10	93,40	-	-	-	-	-	-	-	-
105a	93,40	93,80	-	-	-	-	-	-	-	-
104	93,80	94,20	-	-	-	-	-	-	-	-
103	94,20	94,70	0,11	0,43	-	0,47	-	0,91	-	0,33
102	94,70	95,85	0,06	0,40	-	0,45	-	0,89	-	0,32

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
106b	91,90	92,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
106a	92,90	93,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
105b	93,10	93,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
105a	93,40	93,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
104	93,80	94,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
103	94,20	94,70	-	0,33	-	2,50	-	9,8	-	0,034	-	0,33
102	94,70	95,85	-	0,32	-	2,50	-	9,8	-	0,033	-	0,32

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.

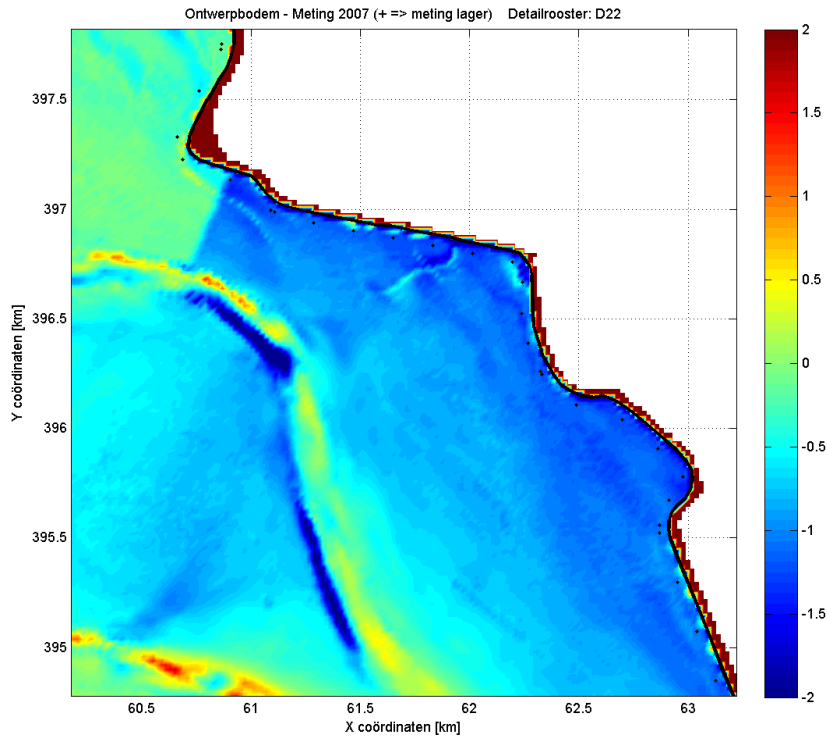
Recent is er op basis van de gemeten bodemligging van 1990, 2001 en 2007 een toekomstprognose gemaakt voor de ontwikkeling van de bodemligging van de Oosterschelde tot het jaar 2112 [ref 16]. De hieruit volgende bodemschematisatie voor het jaar 2062 wordt de “prognosebodem” genoemd. Uit deze toekomstprognose 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.

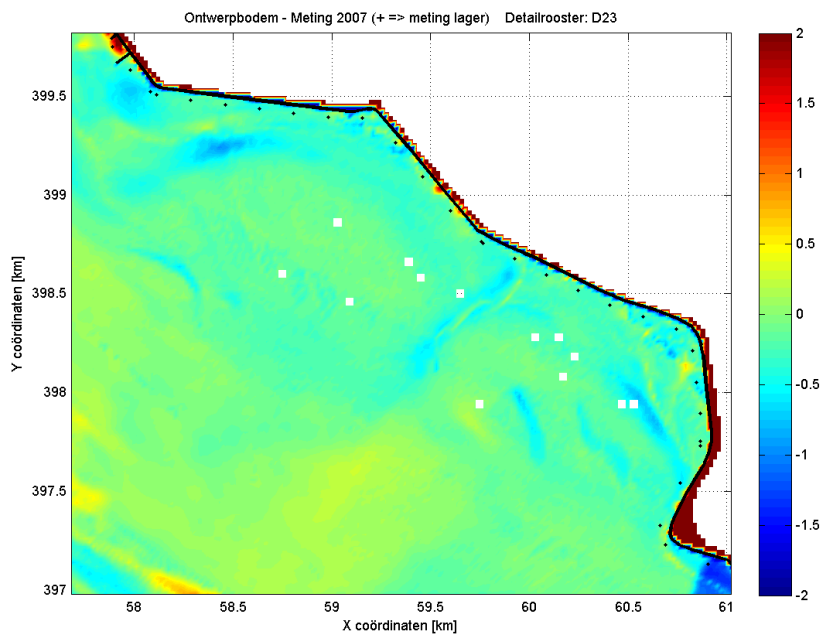
In de Figuren 7.1 en 7.2 is het verschil weergegeven tussen de bodemligging uit de ontwerpbodem, waarop de randvoorwaarden in dit advies gebaseerd zijn, minus de bodemligging op basis van metingen uit 2007. Positieve waarden geven aan dat de huidige bodemligging (meting uit 2007) lager ligt dan de ontwerpbodem. Uit de Figuren 7.1 en 7.2 blijkt dat op een aantal locaties en met name het noordelijke deel van het dijktraject (dijkvak 104 t/m 106b), de bodem die volgt uit metingen van 2007 plaatselijk 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 104 en 105a licht toeneemt [tabel 7.1 uit ref 17]. Aangeraden wordt om voor deze dijkvakken enige robuustheid in het ontwerp in te bouwen.

Figuur 7.1: Verschil in ligging ontwerpbodem minus bodem die volgt uit meting 2007 detailrooster D22



Figuur 7.2: Verschil in ligging ontwerpbodem minus bodem die volgt uit meting 2007 detailrooster D23



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.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Handleiding hydraulische detailadviezen Oosterschelde en Westerschelde t.b.v. projectbureau Zeeweringen; Deel 1 van 2: Checklist detailadviezen*', d.d. 23 november 2007.
- [6.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Handleiding hydraulische detailadviezen Oosterschelde en Westerschelde t.b.v. projectbureau Zeeweringen; Deel 2 van 2: Achtergrond detailadviezen*', d.d. 23 november 2007.
- [7.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*2010.12D Factsheet Update detailadvies Nieuwe- Annex- Stavenissepolder, Noordpolder.xls*', d.d. 13 juni 2012.
- [8.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Detailadvies Nieuwe- Annex- Stavenissepolder, Noordpolder (RKZ-1906.003)*', 16 januari 2008.
- [9.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: '*Update detailadvies Nieuwe- Annex- Stavenissepolder (2010.21D)*', d.d. 1 november 2010.
- [10.] Groenendaal. E.: '*Toepassen minimale H_s en T_{pm} voor hydraulische advisering aan Projectbureau Zeeweringen*, Memo H5102/EG/01, 31 maart 2008.
- [11.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Overzichtskaart Oosterschelde en Westerschelde (RKZ1906.25)*', mei 2010.
- [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, Jacobse, S.: '*Prognose van Schor- en slikontwikkelingen in de Oosterschelde; Een Analyse naar de te verwachten ontwikkelingen tot 2060*', herziene uitgave 8 september 2008, kenmerk: 9T4814.B0/R0002/SJAC/SSOM/Rott
- [15.] Memo Werkgroep Kennis, Dennis Hordijk: '*Impact schor-erosie op golfbelastingen*', d.d. 23 mei 2007, Kenmerk: K-07-05-16
- [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.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Update detailadvies Nieuwe- Annex- Stavenissepolder, Noordpolder*', 1 november 2010.