

24 NOV 2010

Update detailadvies Karelpolder, Nieuwlandepolder

Aan : Yvo Provoost (Projectbureau Zeeweringen)
 Van : Pol van de Rest (Svašek Hydraulics)
 Tweede lezer : Erik Arnold (Royal Haskoning)
 Datum : 1 november 2010
 Betreft : 2010.04C Update detailadvies Karelpolder Nieuwlandepolder
 Status : Definitief
 Ref. Svašek : 1605/U10280/C/PvdR
 Ref. Royal Haskoning : 9V9006.A0/N0040/EARN/ILAN/Rott1

Let op: Dit detailadvies is een herziening van het oorspronkelijke detailadvies Karelpolder Nieuwlandepolder [ref 8]. In het kader van het Onderzoeksprogramma Kennisleemtes Steenbekledingen zijn recentelijk nieuwe formules ontwikkeld voor het toetsen en ontwerpen van steenzettingen [ref 11]. 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 Karelpolder, Nieuwlandepolder, welke betrekking heeft op het traject van dijkkilometer 127.00 tot 131.70. Het ontwerp tracé loopt van dijkkilometer 127.25 tot 131.60. Dijkkilometer 127.25 ligt in dijkvak 68 en dijkkilometer 131.60 ligt in dijkvak 64.

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 dijkkilometring (zie ook [ref 13]).

Tabel 1: Beschouwde dijkvakken

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometring (km)		Poldernaam
	van		tot		van	tot	
	x	y	x	y			
no.							
68	67444	383730	67142	383727	127,00	127,40	Oostpolder
67	67142	383727	65650	384730	127,40	129,20	Karelpolder
66	65650	384730	65027	384908	129,20	129,85	Karelpolder
65	65027	384908	64431	386228	129,85	131,30	Nieuwlandepolder
64	64431	386228	64061	386320	131,30	131,70	Nieuwlandepolder



Tabel 2: Maatgevende golfcondities voor betonzuilen

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerings (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				T _{pm} [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
	68	127,00	127,40	-	0,67	1,05	1,43	-	3,92	4,71	5,55	-	1,2	2,2	3,2	-	315	315
67	127,40	129,20	0,25	0,91	1,20	1,52	2,50	4,16	4,59	5,15	0,2	2,0	3,2	4,2	300	330	315	315
66	129,20	129,85	-	0,89	1,18	1,43	-	4,23	4,62	5,29	-	2,1	3,1	4,1	-	330	330	315
65	129,85	131,30	0,38	1,09	1,34	1,63	2,54	4,26	4,45	4,82	0,8	2,8	3,8	4,8	330	330	315	315
64	131,30	131,70	0,37	1,06	1,30	1,54	3,34	4,93	5,25	5,00	0,8	2,8	3,8	4,8	315	330	330	315

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 65 t/m 67 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 1:3,5 voor dijkvak 64, en 1:3,4 tot 1:4,5 voor dijkvak 68. 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 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 markering 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 12].
- Bij dijkvak 64 is de golfperiode T_{pm} bij NAP +3m hoger dan bij NAP +4m (zie oranje arcering in de Tabellen 5.1, 5.2, 5.4 en Tabel 2).
- Aan de noordwestzijde van het beschouwde traject is er een overlap met het detailadvies 'St. Pieterspolder, Nieuw Olzendepolder' [ref 9], waarin de dijkvakken 62a t/m 64 zijn beschouwd. De randvoorwaarden van het overlappende deel (dijkvak 64) zijn gelijk aan het voorgaande advies [ref 9]. Aan de oostzijde is er ook een overlap met het detailadvies 'Tweede Bathpolder en Strodorpepolder' [ref 10], waarin de dijkvakken 68 t/m 72b zijn beschouwd. De randvoorwaarden van het overlappende deel (dijkvak 68) in dit advies zijn niet gelijk aan het voorgaande advies [ref 10], doordat deze met andere belastingfuncties [ref 14] en met aangescherpte correcties [ref 4] zijn bepaald.
- Dit detailadvies is een herziening van het oorspronkelijke detailadvies Karelpolder, Nieuwlandepolder [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 alle dijkvakken bevinden zich slikken, het zogenaamde "Verdronken land van Zuid-Beveland". In de berekening van de golfcondities is hiermee rekening gehouden.
- Ter hoogte van dijkvak 68 bevinden zich de resten van een oude oesterput. In samenspraak met Yvo Provoost (Project Bureau Zeeweringen) is besloten deze voor maatgevende golfcondities (1/4000^{ste} situatie) als 'verloren' te beschouwen. Er wordt dan ook geen reductie op de ontwerpwaarden voor de achterliggende waterkering toegepast.

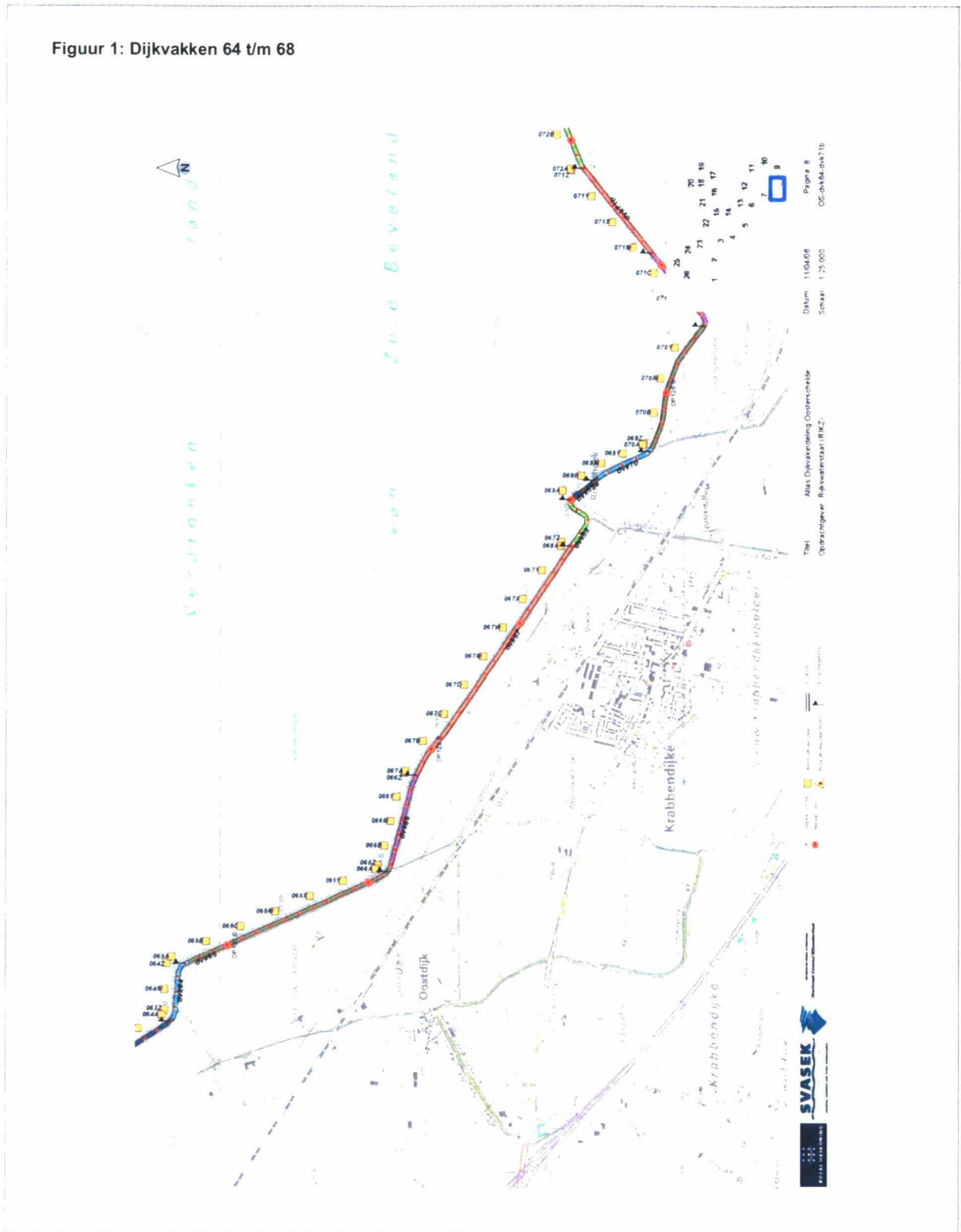
Tabel 3: Waterstanden en ontwerppeilen

Dijk- vak no.	Ontwerppeil [m] tov NAP	GHW [m] tov NAP	GLW [m] tov. NAP	Springtij		Doodtij	
				HW	LW	HW	LW
				[m] tov NAP	[m] tov. NAP	[m] tov NAP	[m] tov. NAP
68	3,9	1,85	-1,60	2,15	-1,65	1,50	-1,40
67	3,9	1,85	-1,60	2,15	-1,65	1,50	-1,40
66	3,9	1,85	-1,60	2,15	-1,65	1,50	-1,40
65	3,9	1,85	-1,60	2,15	-1,65	1,50	-1,40
64	3,9	1,85	-1,60	2,10	-1,65	1,50	-1,40

Tabel 4: Bodemligging

Dijk- vak no.	Dijk kilometrering (km)		Representatieve bodemligging [m] tov NAP	Gemiddelde bodemligging [m] tov NAP	Stand.dev. bodemligging [m] tov. NAP
	van	tot			
	68	127,00			
67	127,40	129,20	-0,19	0,15	0,33
66	129,20	129,85	0,06	0,21	0,15
65	129,85	131,30	-0,47	-0,07	0,40
64	131,30	131,70	-0,77	-0,61	0,16

Figuur 1: Dijkvakken 64 t/m 68



Bijlagen: Aanpak en resultaten detailadvies

1 Ligging dijkvakken

Dit detailadvies heeft betrekking op de dijkvakken 64 t/m 68 (zie Figuur 1). De dijkvakken liggen op Zuid-Beveland (zuidoever van de Oosterschelde), vlakbij het dorp Krabbendijke. Het ontwerptraject loopt van dijkkilometer 127.25 tot 131.60. Dijkkilometer 127.25 ligt in dijkvak 68 en dijkkilometer 131.60 in dijkvak 64. Dit advies komt dus overeen met een iets ruimer traject.

Aan de noordwestzijde van het beschouwde traject is er een overlap met het detailadvies 'St. Pieterspolder, Nieuw Olzendepolder' [ref 9], waarin de dijkvakken 62a t/m 64 zijn beschouwd. De randvoorwaarden van het overlappende deel (dijkvak 64) zijn gelijk aan het voorgaande advies [ref 9]. Aan de oostzijde is er ook een overlap met het detailadvies 'Tweede Bathpolder en Strodorpepolder' [ref 10], waarin de dijkvakken 68 t/m 72b zijn beschouwd. De randvoorwaarden van het overlappende deel (dijkvak 68) in dit advies zijn niet gelijk aan het voorgaande advies [ref 10], doordat deze met andere belastingfuncties [ref 14] en met aangescherpte correcties [ref 4] zijn bepaald.

Dit detailadvies is een herziening van het oorspronkelijke detailadvies Karelpolder, Nieuwelandepolder [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

Op het traject zijn enkele bijzondere obstakels aanwezig. Voor alle dijkvakken bevinden zich slikken, het zogenaamde "Verdronken land van Zuid-Beveland". In de berekening van de golfcondities is hiermee rekening gehouden.

Ter hoogte van dijkvak 68 bevinden zich de resten van een oude oesterput. In samenspraak met Yvo Provoost (Project Bureau Zeeweringen) is besloten deze voor maatgevende golfcondities(1/4000^{ste} situatie) als 'verloren' te beschouwen. Er wordt dan ook geen reductie op de ontwerpwaarden voor de achterliggende waterkering toegepast.

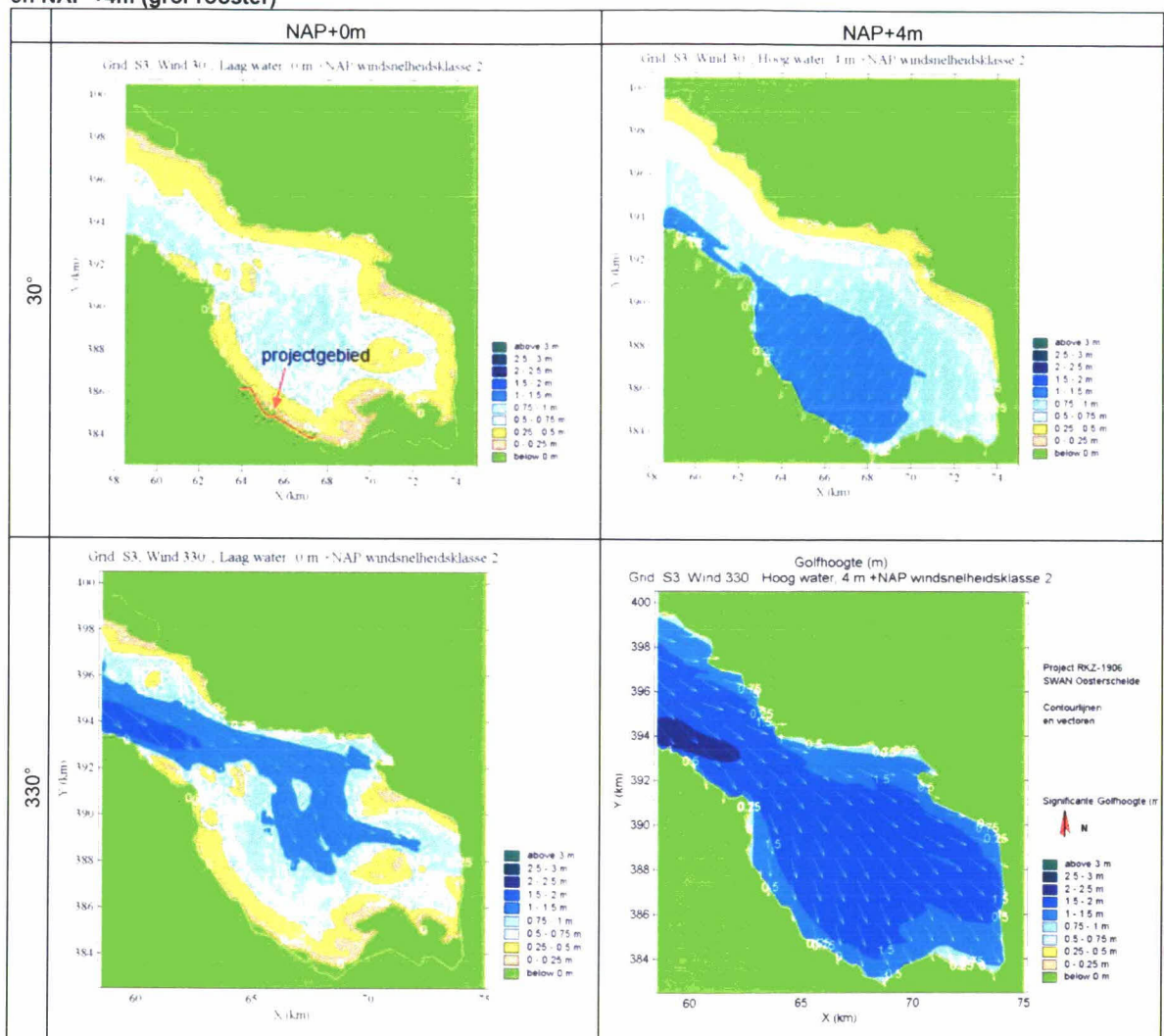
De uitvoerpunten van de berekeningen liggen globaal 50 meter uit de teen van de dijk en er zijn geen grote variaties aanwezig voor wat betreft de geometrie en golfbelasting per dijkvak. Er is derhalve geen reden om de indeling in randvoorwaardenvakken aan te passen.

3 Golfcondities

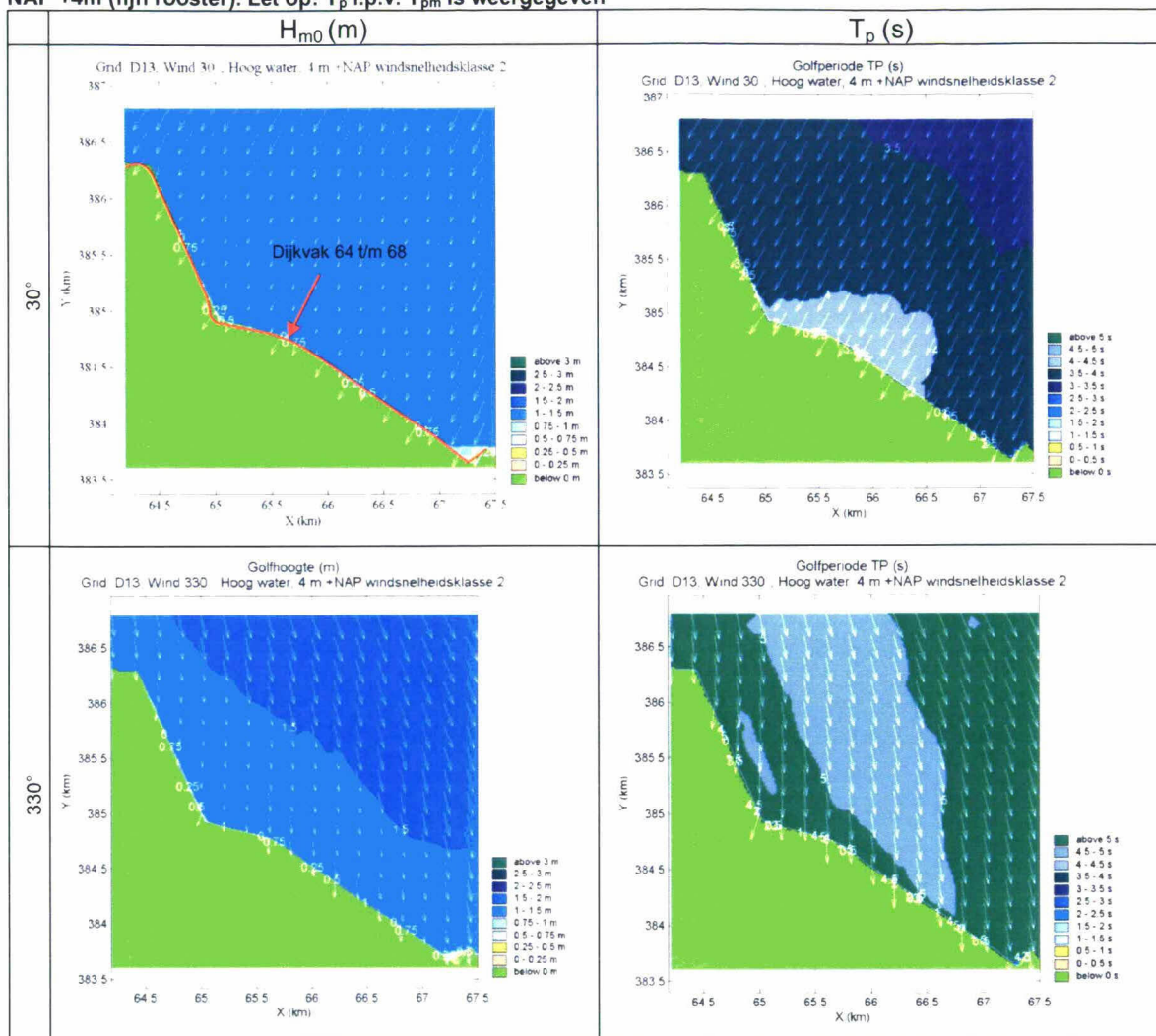
De dijkvakken in het beschouwde traject worden over het algemeen het zwaarst belast door golven bij wind uit noordwestelijke richtingen, namelijk tussen de 300 en 330 graden (zie tabellen 5.1 t/m 5.4). Uitzondering hierop is dijkvak 65 bij een waterstand van NAP +0m en dijkvak 66 bij een waterstand van NAP +2m (beiden tabel 5.3), alwaar achtereenvolgens de windrichtingen 90 en 30 graden maatgevend zijn. De noordwestelijke windrichtingen zijn vooral maatgevend, doordat de bijbehorende windsnelheden en strijklengtes groot zijn. De golven worden in het westelijke deel en het middendeel van de Oosterschelde opgewekt en bereiken via de geul 'Schaar van Yerseke' en over de slikken van het 'Verdronken land van Zuid-Beveland' de betreffende dijkvakken. Met uitzondering van dijkvak 68 bereiken de golven bij maatgevende golfcondities de dijk met een grote hoek van golfinval, vanwege de oriëntatie van dit dijkgedeelte. Dijkvak 68 is namelijk op het noordwesten georiënteerd, in tegenstelling tot de dijkvakken 64 t/m 67 die op het noorden en noordoosten zijn georiënteerd.

Figuur 2 toont het met SWAN berekende golfveld (zonder enige correcties) voor de windrichtingen 30° en 330° bij de waterstanden NAP+0m en NAP+4m. Figuur 3 toont zowel de golfhoogte (H_{m0}) als de golfperiode T_p voor een waterstand van NAP +4m voor dezelfde windrichtingen, maar dan voor een fijn rooster, ingezoomd op het dijktraject. Er zijn niet direct duidelijke verschillen tussen de windrichtingen 30° en 330° te zien voor de golfhoogte, maar de golfperiodes blijken wel aanzienlijk te verschillen. De golfperiodes uit noordwestelijke windrichtingen zijn aanzienlijk hoger, doordat de wind uit deze richtingen een grotere strijklengte heeft dan de wind uit noordoostelijke richtingen. De golfcondities bij noordwestelijke windrichtingen zijn daarom maatgevend.

Figuur 2: SWAN resultaten voor H_{m0} (m) voor de windrichting 30 en 330 graden bij de waterstanden van NAP+0m en NAP +4m (grof rooster)



Figuur 3: SWAN resultaten voor H_{m0} (m) en T_p (s) voor de windrichting 30 en 330 graden bij een waterstand van NAP +4m (fijn rooster). Let op: T_p i.p.v. T_{pm} 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 14].

Tabel 5.1 is maatgevend voor (gekatelde) 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 65 t/m 67 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 1:3,5 voor dijkvak 64, en 1:3,4 tot 1:4,5 voor dijkvak 68. 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 $\xi_{op} = 2$. Voor het beschouwde dijktraject geldt in alle gevallen dat $\xi_{op} < 2$ en daarom hoeven de golfcondities niet te worden bijgesteld.

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. Voor dijkvak 64 (tabellen 5.1, 5.2, 5.4 en 2) geldt echter dat bij NAP +4m de golfperiode lager is dan bij NAP +3m (oranje gearceerd). Dit komt omdat bij NAP +4m de Oosterscheldekering gesloten is en het verhogende effect van stroming op de golfcondities 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 (zie blauwe markering 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 12].

Tabel 5.1 Maatgevende golfcondities voor (gekatelde) 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
68	127,00	127,40	-	0,63	1,05	1,43	-	4,35	4,71	5,55	-	1,2	2,2	3,2	-	300	315	315
67	127,40	129,20	0,25	0,91	1,18	1,47	2,50	4,16	4,72	5,56	0,2	2,0	3,0	3,6	300	330	315	315
66	129,20	129,85	-	0,89	1,16	1,43	-	4,23	4,76	5,29	-	2,1	3,1	4,1	-	330	315	315
65	129,85	131,30	0,37	1,07	1,33	1,63	2,66	4,38	4,57	4,82	0,8	2,8	3,8	4,8	330	330	315	315
64	131,30	131,70	0,37	1,06	1,30	1,54	3,54	4,93	5,25	5,00	0,8	2,8	3,8	4,8	330	330	330	315

Tabel 5.2 Maatgevende golfcondities voor betonzuilen

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
68	127,00	127,40	-	0,67	1,05	1,43	-	3,92	4,71	5,55	-	1,2	2,2	3,2	-	315	315	315
67	127,40	129,20	0,25	0,91	1,20	1,52	2,50	4,16	4,59	5,15	0,2	2,0	3,2	4,2	300	330	315	315
66	129,20	129,85	-	0,89	1,18	1,43	-	4,23	4,62	5,29	-	2,1	3,1	4,1	-	330	330	315
65	129,85	131,30	0,38	1,09	1,34	1,63	2,54	4,26	4,45	4,82	0,8	2,8	3,8	4,8	330	330	315	315
64	131,30	131,70	0,37	1,06	1,30	1,54	3,34	4,93	5,25	5,00	0,8	2,8	3,8	4,8	315	330	330	315

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				T _{pm} [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
68	127,00	127,40	-	0,67	1,05	1,44	-	3,92	4,71	5,16	-	1,2	2,2	3,2	-	315	315	330
67	127,40	129,20	0,25	0,92	1,21	1,52	2,50	3,83	4,19	5,15	0,2	2,0	3,2	4,2	315	330	330	315
66	129,20	129,85	-	0,89	1,18	1,46	-	3,59	4,43	4,93	-	2,1	3,1	4,1	-	30	330	330
65	129,85	131,30	0,39	1,09	1,34	1,63	2,50	4,26	4,45	4,82	0,8	2,8	3,8	4,8	90	330	315	315
64	131,30	131,70	0,41	1,07	1,31	1,54	2,50	4,13	4,44	5,00	0,8	2,8	3,8	4,8	300	330	330	315

Tabel 5.4 Maatgevende golfcondities voor losse breuksteen krukelberm

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerings (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				T _{pm} [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
68	127,00	127,40	-	0,67	1,05	1,43	-	3,92	4,71	5,55	-	1,2	2,2	3,2	-	315	315	315
67	127,40	129,20	0,25	0,91	1,20	1,47	2,50	4,16	4,59	5,56	0,2	2,0	3,2	3,6	300	330	315	315
66	129,20	129,85	-	0,89	1,16	1,43	-	4,23	4,76	5,29	-	2,1	3,1	4,1	-	330	315	315
65	129,85	131,30	0,38	1,09	1,34	1,63	2,54	4,26	4,45	4,82	0,8	2,8	3,8	4,8	330	330	315	315
64	131,30	131,70	0,37	1,06	1,30	1,54	3,54	4,93	5,25	5,00	0,8	2,8	3,8	4,8	330	330	330	315

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 doodtij (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
68	3,9	1,85	-1,60	2,15	-1,65	1,50	-1,40
67	3,9	1,85	-1,60	2,15	-1,65	1,50	-1,40
66	3,9	1,85	-1,60	2,15	-1,65	1,50	-1,40
65	3,9	1,85	-1,60	2,15	-1,65	1,50	-1,40
64	3,9	1,85	-1,60	2,10	-1,65	1,50	-1,40

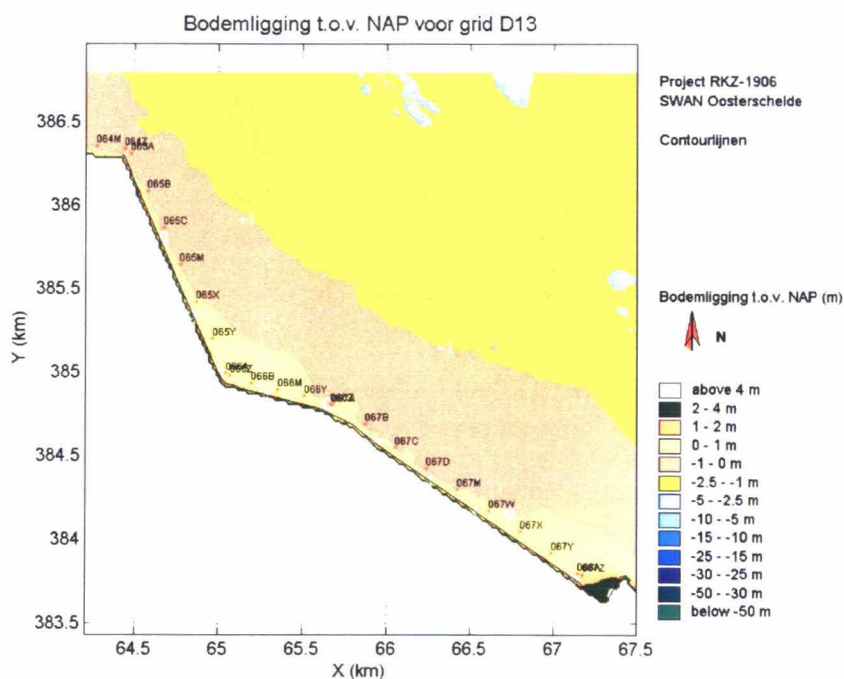
5 Bodemligging en golfcondities lagere waterstanden

De representatieve bodemligging [ref. 5 en 6] voor de dijkvakken is weergegeven in Tabel 7. De representatieve bodemligging van de dijkvakken varieert van NAP -0.71m (dijkvak 64) tot NAP +0.80m (dijkvak 68). Door het voorliggende "Verdronken land van Zuid-Beveland" is de bodemligging vrij hoog en valt het voorland dagelijks droog bij eb. Er is weinig variatie in bodemligging langs het dijktraject en de representatieve bodemligging is in lijn met Figuur 4 en hoeft daarom niet te worden aangepast.

Tabel 7: Bodemligging

Dijk- vak no.	Dijk kilometering (km)		Representatieve bodemligging [m] tov NAP	Gemiddelde bodemligging [m] tov NAP	Stand.dev. bodemligging [m] tov. NAP
	van	tot			
68	127,00	127,40	0,80	0,80	0,00
67	127,40	129,20	-0,19	0,15	0,33
66	129,20	129,85	0,06	0,21	0,15
65	129,85	131,30	-0,47	-0,07	0,40
64	131,30	131,70	-0,77	-0,61	0,16

Figuur 4: 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.

Beide voorwaarden blijken niet overschreden te worden en de golfcondities hoeven daarvoor dus niet te worden gecorrigeerd. In alle gevallen valt het voorland droog bij waterstanden van NAP -1m en NAP -2m, waardoor er geen golfbelasting op de dijk op zal treden.

Tabel 8: Controle criterium $H_s/D=0.7$

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
68	127,00	127,40	-	-	-	-	-	-	-	-
67	127,40	129,20	-	-	-	-	-	-	-	-
66	129,20	129,85	-	-	-	-	-	-	-	-
65	129,85	131,30	-	0,03	-	-	-	-	-	-
64	131,30	131,70	-	0,03	-	-	-	-	-	-

Tabel 9: Controle criterium $H_s/L_0=0.06$

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
68	127,00	127,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
67	127,40	129,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
66	129,20	129,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65	129,85	131,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
64	131,30	131,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

6 Bodemprognose

De golftrandvoorwaarden 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.

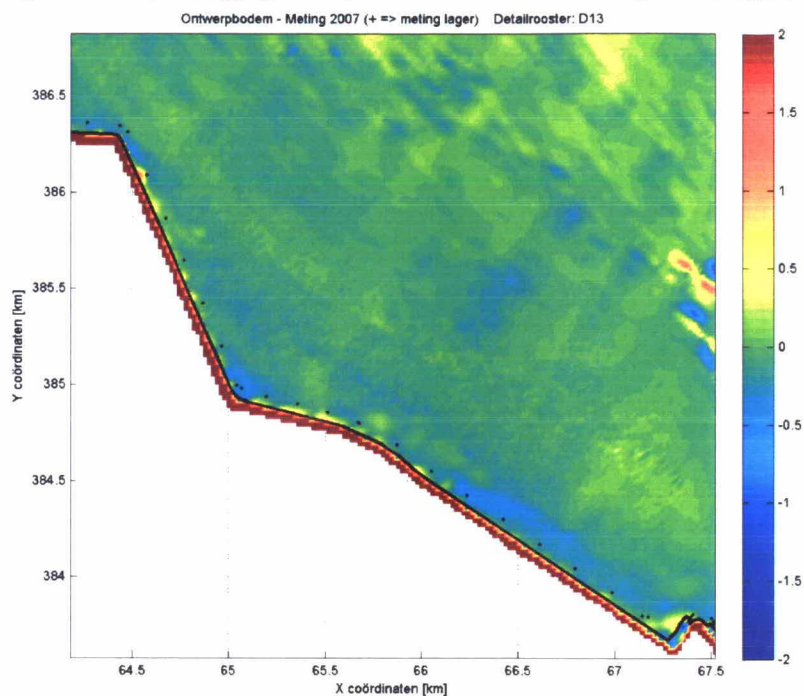
De impact op de golftrandvoorwaarden door de het gebruik van deze prognosebodem in plaats van de ontwerpbodem is bestudeerd in ref 15 en 16. Hieruit blijkt dat de golftrandvoorwaarden op basis van prognosebodem op een aantal locaties hoger zijn dan bij de ontwerpbodem. In deze paragraaf wordt geadviseerd 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 5 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 5 blijkt dat voor het gehele voorland op veel plaatsen (zie geel gekleurde delen), 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 64 en 65 licht toeneemt en voor de dijkvakken 66 t/m 68 redelijk toeneemt [tabel 7.1 uit ref 16]. Aangeraden wordt om voor deze dijkvakken enige robuustheid in het ontwerp in te bouwen.

Figuur 5: 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.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Handleiding hydraulische detailadviezen Oosterschelde en Westerschelde 2007 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 2007 t.b.v. projectbureau Zeeweringen; Deel 2 van 2: Achtergrond detailadviezen*', d.d. 23 november 2007.
- [7.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: '*2010.04C Factsheet Update detailadvies Karelpolder Nieuwelandepolder.xls*', d.d. 1 november 2010.
- [8.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Detailadvies Karelpolder Nieuwelandepolder (RKZ-1906.002)*', d.d. 11 januari 2008.
- [9.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*2010.18D Update detailadvies St. Pieterspolder, Nieuw Olzendepolder*', d.d. 1 november 2010.
- [10.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Detailadvies Tweede Bathpolder en Strodorpepolder (opdracht 2005.06.04)*', d.d. 2 september 2005.
- [11.] Deltares, Klein Breteler, M.: '*Belastingfunctie voor keuze maatgevende golfcondities*', d.d. 21 oktober 2009.
- [12.] Groenendaal. E.: '*Toepassen minimale H_s en T_{pm} voor hydraulische advisering aan Projectbureau Zeeweringen*', Memo H5102/EG/01, 31 maart 2008.
- [13.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Overzichtskaart Oosterschelde en Westerschelde (RKZ1906.25)*', mei 2010.
- [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.

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

Dijk- vak	Dijk kilometrer (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			
			+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
68	127.00	127.40	-	0,63	1,05	1,43	-	4,35	4,71	5,55	-	1,2	2,2	3,2	-	300	315	315
67	127.40	129.20	0,25	0,91	1,18	1,47	2,50	4,16	4,72	5,56	0,2	2,0	3,0	3,6	300	330	315	315
66	129.20	129.85	-	0,89	1,16	1,43	-	4,23	4,76	5,29	-	2,1	3,1	4,1	-	330	315	315
65	129.85	131.30	0,37	1,07	1,33	1,63	2,66	4,38	4,57	4,82	0,8	2,8	3,8	4,8	330	330	315	315
64	131.30	131.70	0,37	1,06	1,30	1,54	3,54	4,93	5,25	5,00	0,8	2,8	3,8	4,8	330	330	330	315

Tabel 5.2: Maatgevende golfcondities voor betonzuilen

Dijk- vak	Dijk kilometrer (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			
			+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
68	127.00	127.40	-	0,67	1,05	1,43	-	3,92	4,71	5,55	-	1,2	2,2	3,2	-	315	315	315
67	127.40	129.20	0,25	0,91	1,20	1,52	2,50	4,16	4,59	5,15	0,2	2,0	3,2	4,2	300	330	315	315
66	129.20	129.85	-	0,89	1,18	1,43	-	4,23	4,62	5,29	-	2,1	3,1	4,1	-	330	330	315
65	129.85	131.30	0,38	1,09	1,34	1,63	2,54	4,26	4,45	4,82	0,8	2,8	3,8	4,8	330	330	315	315
64	131.30	131.70	0,37	1,06	1,30	1,54	3,34	4,93	5,25	5,00	0,8	2,8	3,8	4,8	315	330	330	315

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

Dijk- vak	Dijk kilometrer (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			
			+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
68	127.00	127.40	-	0,67	1,05	1,44	-	3,92	4,71	5,16	-	1,2	2,2	3,2	-	315	315	330
67	127.40	129.20	0,25	0,92	1,21	1,52	2,50	3,83	4,19	5,15	0,2	2,0	3,2	4,2	315	330	330	315
66	129.20	129.85	-	0,89	1,18	1,46	-	3,59	4,43	4,93	-	2,1	3,1	4,1	-	30	330	330
65	129.85	131.30	0,39	1,09	1,34	1,63	2,50	4,26	4,45	4,82	0,8	2,8	3,8	4,8	90	330	315	315
64	131.30	131.70	0,41	1,07	1,31	1,54	2,50	4,13	4,44	5,00	0,8	2,8	3,8	4,8	300	330	330	315

Tabel 5.4: Maatgevende golfcondities voor losse breuksteen kreukelberm

Dijk- vak	Dijk kilometrer (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			
			+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
68	127.00	127.40	-	0,67	1,05	1,43	-	3,92	4,71	5,55	-	1,2	2,2	3,2	-	315	315	315
67	127.40	129.20	0,25	0,91	1,20	1,47	2,50	4,16	4,59	5,56	0,2	2,0	3,2	3,6	300	330	315	315
66	129.20	129.85	-	0,89	1,16	1,43	-	4,23	4,76	5,29	-	2,1	3,1	4,1	-	330	315	315
65	129.85	131.30	0,38	1,09	1,34	1,63	2,54	4,26	4,45	4,82	0,8	2,8	3,8	4,8	330	330	315	315
64	131.30	131.70	0,37	1,06	1,30	1,54	3,54	4,93	5,25	5,00	0,8	2,8	3,8	4,8	330	330	330	315

Tabel 6.1: Maatgevende golfcondities voor (gekatelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen formaat Steentoets

Dijk kilometrer (km)	Dijk- vak	Poldernaam	Waterstand NAP		Waterstand NAP +2 m		Waterstand NAP +3 m		Waterstand NAP +4 m		
			H _s [m]	T _{pm} [s]	H _s [m]	T _{pm} [s]	H _s [m]	T _{pm} [s]	H _s [m]	T _{pm} [s]	
127.00	127.40	68	Oostpolder	-	-	0,63	4,35	1,05	4,71	1,43	5,55
127.40	129.20	67	Karelpolder	0,25	2,50	0,91	4,16	1,18	4,72	1,47	5,56
129.20	129.85	66	Karelpolder	-	-	0,89	4,23	1,16	4,76	1,43	5,29
129.85	131.30	65	Nieuwandepolder	0,37	2,66	1,07	4,38	1,33	4,57	1,63	4,82
131.30	131.70	64	Nieuwandepolder	0,37	3,54	1,06	4,93	1,30	5,25	1,54	5,00

Tabel 6.2: Maatgevende golfcondities voor betonzuilen formaat Steentoets

Dijk kilometrer (km)	Dijk- vak	Poldernaam	Waterstand NAP		Waterstand NAP +2 m		Waterstand NAP +3 m		Waterstand NAP +4 m		
			H _s [m]	T _{pm} [s]	H _s [m]	T _{pm} [s]	H _s [m]	T _{pm} [s]	H _s [m]	T _{pm} [s]	
127.00	127.40	68	Oostpolder	-	-	0,67	3,92	1,05	4,71	1,43	5,55
127.40	129.20	67	Karelpolder	0,25	2,50	0,91	4,16	1,20	4,59	1,52	5,15
129.20	129.85	66	Karelpolder	-	-	0,89	4,23	1,18	4,62	1,43	5,29
129.85	131.30	65	Nieuwandepolder	0,38	2,54	1,09	4,26	1,34	4,45	1,63	4,82
131.30	131.70	64	Nieuwandepolder	0,37	3,34	1,06	4,93	1,30	5,25	1,54	5,00

Tabel 6.3: Maatgevende golfcondities voor afschuiving, WAB, OSA en vol en zat gepenetreerde breuksteen formaat Steentoets

Dijk kilometrer (km)	Dijk- vak	Poldernaam	Waterstand NAP		Waterstand NAP +2 m		Waterstand NAP +3 m		Waterstand NAP +4 m		
			H _s [m]	T _{pm} [s]	H _s [m]	T _{pm} [s]	H _s [m]	T _{pm} [s]	H _s [m]	T _{pm} [s]	
127.00	127.40	68	Oostpolder	-	-	0,67	3,92	1,05	4,71	1,44	5,16
127.40	129.20	67	Karelpolder	0,25	2,50	0,92	3,83	1,21	4,19	1,52	5,15
129.20	129.85	66	Karelpolder	-	-	0,89	3,59	1,18	4,43	1,46	4,93
129.85	131.30	65	Nieuwandepolder	0,39	2,50	1,09	4,26	1,34	4,45	1,63	4,82
131.30	131.70	64	Nieuwandepolder	0,41	2,50	1,07	4,13	1,31	4,44	1,54	5,00

Tabel 6.4: Maatgevende golfcondities voor losse breuksteen kreukelberm formaat Steentoets

Dijk kilometrer (km)	Dijk- vak	Poldernaam	Waterstand NAP		Waterstand NAP +2 m		Waterstand NAP +3 m		Waterstand NAP +4 m		
			H _s [m]	T _{pm} [s]	H _s [m]	T _{pm} [s]	H _s [m]	T _{pm} [s]	H _s [m]	T _{pm} [s]	
127.00	127.40	68	Oostpolder	-	-	0,67	3,92	1,05	4,71	1,43	5,55
127.40	129.20	67	Karelpolder	0,25	2,50	0,91	4,16	1,20	4,59	1,47	5,56
129.20	129.85	66	Karelpolder	-	-	0,89	4,23	1,16	4,76	1,43	5,29
129.85	131.30	65	Nieuwandepolder	0,38	2,54	1,09	4,26	1,34	4,45	1,63	4,82
131.30	131.70	64	Nieuwandepolder	0,37	3,54	1,06	4,93	1,30	5,25	1,54	5,00