

Update detailadvies Bruinissepolder tot Grevelingendam

Aan : [redacted] (Projectbureau Zeeweringen)
 Van : [redacted] (Royal Haskoning)
 Tweede lezer : [redacted] (Svašek Hydraulics)
 Datum : 1 november 2010
 Betreft : 2010.02D Update detailadvies Bruinissepolder tot Grevelingendam
 Status : Definitief
 Ref. Royal Haskoning : 9V9006.A0/N0020/EARN/ILAN/Rott1

Let op: Dit detailadvies is een herziening van detailadvies Bruinissepolder tot Grevelingendam [ref. 16]. In het kader van het Onderzoeksprogramma Kennisleemtes Steenbekledingen zijn recentelijk nieuwe formules ontwikkeld voor het toetsen en ontwerpen van steenzettingen [ref 17]. Deze nieuwe ontwerpformules worden reeds gebruikt bij projectbureau Zeeweringen bij het ontwerp van dijkbekledingen. Met deze nieuwe ontwerpformules zijn nieuwe belastingfuncties bepaald [ref 18], 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 voorgaand advies [ref 16].

In dit detailadvies zijn de golfcondities beschreven voor de 'Bruinissepolder tot Grevelingendam' welke betrekking heeft op het traject vanaf dijkkilometer 39.90 tot 44.10. Het ontwerptraac loopt van dijkkilometer 40.10 tot 42.85.

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 in overeenstemming met 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		Poldernaam
	van		tot		(km)		
no.	x	y	x	y	van	tot	
148d	65622	407467	65669	407661	39.90	40.10	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr
148c	65669	407661	66240	408525	40.10	41.40	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr
148b	66240	408525	65809	409059	41.40	42.10	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr
148a	65809	409059	65616	409510	42.10	43.00	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr
147d	65616	409510	66361	410220	43.00	44.10	G.dam : aansl. Philipsdam tot aan Bruinisse


Tabel 2: Maatgevende golfcondities voor betonzuilen

Dijk- vak no.	Hs [m]				Tpm [s]				Waterdiepte (m)				Windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				bij waterstand				nautisch bij			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				waterstand t.o.v. NAP			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
148d	1.24	1.31	1.35	1.21	4.94	5.11	5.23	4.96	22.1	24.1	25.1	26.1	240	240	240	240
148c	1.05	1.11	1.15	1.07	4.14	4.28	4.38	4.11	13.8	15.8	16.8	17.8	210	210	210	210
148b	0.82	0.87	0.88	0.92	3.52	3.66	3.70	3.22	8.8	10.8	11.8	12.8	60	90	90	60
148a	0.60	0.81	0.86	0.90	2.52	3.04	3.17	3.30	2.7	4.7	5.7	6.7	90	90	90	90
147d	0.61	0.80	0.84	0.89	2.50	3.06	3.20	3.34	2.0	4.6	5.6	6.6	210	90	90	90

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 18]. 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 gepenetreerde breuksteen: Tabel 5.1 in bijlage 1
 - Betonzuilen: Tabel 2 of 5.2 in bijlage 1
 - Afschuiving en de bekledingstypen WAB, OSA, vol en zat gepenetreerde breuksteen: Tabel 5.3 in bijlage 1
 - Losse breuksteen van de kreukelberm: Tabel 5.4 in bijlage 1.
- De stabiliteit van betonzuilen is het kleinst bij $\xi_{op} = 2$. Indien $\xi_{op} > 2$ en er is ondiep voorland voor de dijk aanwezig is, zijn de maatgevende golfcondities voor betonzuilen mogelijk niet de maatgevende golfcondities [ref 18]. Daarom moeten golfcondities waarvoor geldt $\xi_{op} > 2$ (bij de aanwezigheid van een hoog voorland) aangepast worden [ref 18], zodat geldt $\xi_{op} = 2$. Bij het beschouwde dijktraject is $\xi_{op} < 2$ en hoeven de golfcondities niet te worden bijgesteld.
- Voor de dijkvakken 148b, 148c en 148d is de golfhoopte en/of golfperiode bij NAP +4m lager dan bij NAP +3m (zie oranje arcering). Dit komt door de relatief grote invloed van de stroming op de golfcondities tot en met NAP +3 meter.
- Dit advies is een herziening van detailadvies Bruinissepolder tot Grevelingendam [ref 16]. De randvoorwaarden zijn niet gelijk aan het voorgaande advies, omdat deze met andere belastingfuncties [ref 18] zijn bepaald. De randvoorwaarden van dit advies vervangen de eerder afgegeven waarden.
- Er is een overlap met het detailadvies "Polder Bruinisse", opdracht 2005.07.06h, november 2005 [ref 8], waarin de dijkvakken 148d t/m 149 zijn beschouwd en met het advies "Grevelingendam", opdracht 2006.01.22, januari 2006 [ref 9], waarin de dijkvakken 147a t/m 147d zijn beschouwd. De randvoorwaarden zijn niet gelijk aan dit advies voor dijkvak 147d en 148d, omdat deze met andere belastingfuncties en aangescherpte correcties [ref 4] zijn bepaald. De randvoorwaarden van dit advies vervangen de eerder afgegeven waarden.
- De dijkvakgrens tussen de dijkvakken 147d en 148a is verschoven vergeleken met het advies [ref 9], van dijkkilometer 42.50 naar dijkkilometer 43.00, zoals weergegeven in Figuur 2. De gewijzigde coördinaten en dijkkilometers zijn vetgedrukt weergegeven in Tabel 1.
- Ter plaatse van dijkvak 148b volgt uit de SWAN-berekeningen dat een afluwindige windrichting (210 graden) maatgevend is. Omdat het fysisch niet realistisch wordt verondersteld dat deze windrichting maatgevend is, is besloten voor dit dijkvak de afluwindige windrichtingen uit te sluiten (210 tot 300 graden), waardoor de windrichting van 90 graden maatgevend wordt.
- Ter hoogte van dijkvak 148a ligt de Grevelingsluis (inclusief haventje). Aanliggend aan de sluis is een dam aangelegd, zodat de scheepvaart de sluis goed kan bereiken met minimale hinder door golven. Het golfreducerende effect van deze dam op de achterliggende waterkering is niet meegenomen in de golfcondities van de

achterliggende waterkering.

- Bij dijkvak 148c bevindt zich de zogenaamde "Vluchthaven". Het is nog niet zeker of de aanwezige havendammen bij deze haven bestand worden gemaakt tegen 1/4000^{ste} stormcondities. In Tabel 2 en de Tabellen 5.1 t/m 5.4 is ervan uitgegaan dat de dammen geen deel uitmaken van de primaire waterkering en zijn deze dammen dus niet meegenomen bij het bepalen van de golfcondities voor de achterliggende waterkering. In de Tabellen 3 en 6.1 t/m 6.3 is er wel vanuit gegaan dat de voorliggende dammen deel uitmaken van de primaire waterkering en zijn deze dammen dus wel meegenomen bij het bepalen van de golfcondities voor de achterliggende waterkering (voor meer uitleg zie Bijlage 2). **Let op: de randvoorwaarden in de haven zijn niet bepaald met de nieuwe belastingfuncties per bekledingstype. Voor de randvoorwaarden in de haven zijn de klassieke belastingfuncties gebruikt ($H_s \cdot T_{pm}$, $H_s \cdot T_{pm}^2$ en $H_s^2 \cdot T_{pm}$). Buiten de haven zijn de verschillen tussen de randvoorwaarden bepaald met de klassieke belastingfuncties en de nieuwe belastingfuncties echter klein en daarom wordt verondersteld dat de golfcondities in Tabel 6.1 t/m 6.3 geldig zijn voor het ontwerp van de bekleding in de haven (zie ook bijlage 1, paragraaf 6).**
- Bij dijkvak 148d bevindt zich een oude veerhaven, welke beschermd wordt door een strekdam. Bij de berekening van de golfcondities van dijkvak 148d is deze dam als "verloren" beschouwd en is het golfreducerende effect van deze dam dus niet meegenomen in de berekening van de golfcondities voor de dijk achter de veerhaven.
- Afslagberekeningen van de voormalige Veerhaven en de Vluchthaven worden in een aanvullend document opgenomen.

Tabel 3: Maatgevende belastingcombinatie ($H_s \cdot T_{pm}$) voor steenbekledingen voor dijkvak 148c_1 t/m 148c_7, waarbij het golfreducerende effect van voorliggende dammen is meegenomen

dijkvak nr	Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Maatgevende windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
148c_1	0,5	0,6	0,6	0,5	3,7	3,8	3,9	3,7	60	60	60	60
148c_2	0,6	0,6	0,7	0,7	4,2	4,4	4,5	4,2	240	240	240	240
148c_3	0,5	0,5	0,5	0,5	3,4	3,5	3,6	3,3	180	180	180	180
148c_4	0,4	0,5	0,4	0,4	3,9	3,5	4,1	3,8	210	180	210	210
148c_5	0,5	0,6	0,6	0,6	3,7	3,8	3,9	3,7	60	60	60	60
148c_6	0,4	0,4	0,5	0,4	3,7	3,8	3,9	3,7	60	60	60	60
148c_7	0,5	0,5	0,5	0,5	4,2	4,4	4,5	4,2	240	240	240	240

Opmerking:

- Randvoorwaarden in de haven zijn bepaald op basis van klassieke belastingfuncties ($H_s \cdot T_{pm}$, $H_s \cdot T_{pm}^2$ en $H_s^2 \cdot T_{pm}$).
- Bij een aantal dijkvakken zijn de golfcondities bij NAP +2m of +3m hoger dan bij NAP +3m of +4m (zie oranje arcering in de Tabel 3).

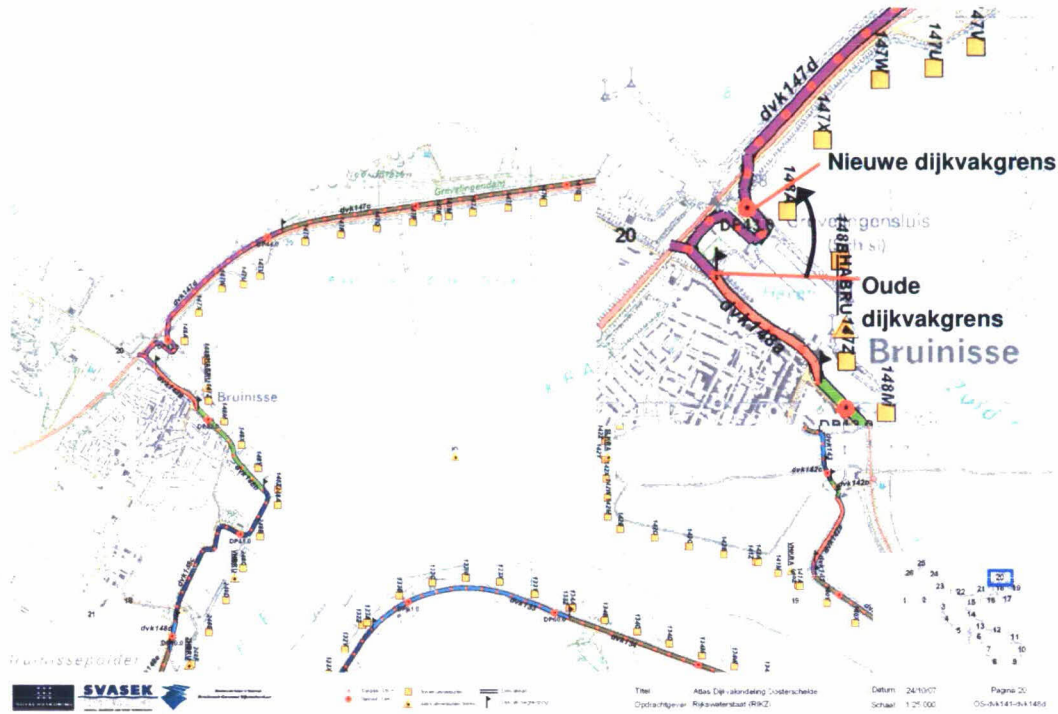


Figuur 1: Overzicht projectgebied (bron: Google Earth)

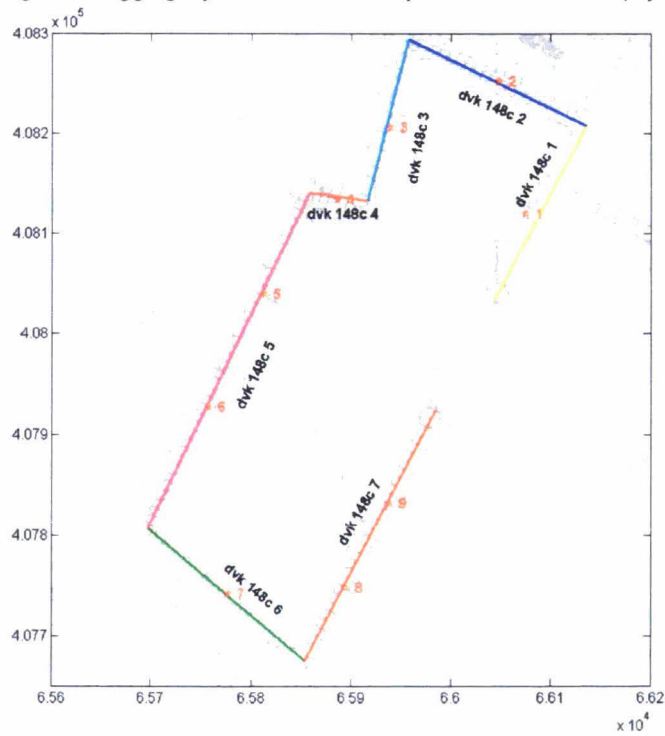
Tabel 4: Waterstanden en ontwerppeilen [ref 3]

Dijk- vak no.	Poldernaam	Ontwerppeil [m] tov NAP	GHW		GLW		Springtij		Doodtij	
			[m]	[m]	[m]	[m]	HW	LW	HW	LW
			tov NAP	tov NAP	tov NAP	tov NAP	tov NAP	tov NAP	tov NAP	tov NAP
148d	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpldr	3.7	1.55	-1.40	1.80	-1.45	1.30	-1.25		
148c	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpldr	3.7	1.60	-1.40	1.80	-1.45	1.30	-1.25		
148b	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpldr	3.7	1.60	-1.40	1.80	-1.45	1.30	-1.25		
148a	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpldr	3.7	1.60	-1.40	1.80	-1.45	1.30	-1.25		
147d	G.dam : aansl. Philipsdam tot aan Bruinisse	3.7	1.60	-1.40	1.80	-1.45	1.30	-1.25		

Figuur 2: Dijkvakken 147d t/m 148d en dijkvakgrensverschuiving tussen dijkvak 147d en 148a



Figuur 3: Ligging dijkvakken en uitvoerpunten Vluchthaven (dijkvakken 148c_1 t/m 148c_7)



Bijlagen 1: Aanpak en resultaten detailadvies

1 Ligging dijkvakken

Dit detailadvies gaat over de dijkvakken 147d t/m 148d (zie Figuur 2). Het tracé ligt ten westen van Bruinisse deels op Schouwen-Duiveland en deels op de Grevelingendam, in het westelijke deel van de Oosterschelde. Het ontwerptracé loopt van dijkkilometer 40.10 tot 42.85. Dijkkilometer 40.10 ligt tussen dijkvak 148c en 148d. Dijkkilometer 42.85 ligt in dijkvak 147c.

Dit advies is een herziening van detailadvies Bruinissepolder tot Grevelingendam [ref 16]. De randvoorwaarden zijn niet gelijk aan het voorgaande advies, omdat deze met andere belastingfuncties [ref 18] zijn bepaald. Aan de zuidzijde heeft het traject een overlap met detailadvies "Polder Bruinisse", opdracht 2005.07.06h [ref 8], waarin de dijkvakken 148d t/m 149 zijn beschouwd. Aan de noordzijde is er een overlap met het advies "Grevelingendam", opdracht 2006.01.22 [ref 9], waarin de dijkvakken 147a t/m 147d zijn beschouwd. De randvoorwaarden zijn niet gelijk aan dit advies voor dijkvak 147d en 148d, omdat deze met andere belastingfuncties en aangescherpte correcties [ref 4] zijn bepaald. De randvoorwaarden van dit advies vervangen de eerder afgegeven waarden.

De dijkvakgrens tussen de dijkvakken 147d en 148a is in overleg met projectbureau Zeeweringen verschoven vergeleken met het advies [ref 9], van dijkkilometer 42.50 naar dijkkilometer 43.00, zoals weergegeven in Figuur 2. De dijkvakgrens is hier opgeschoven, omdat op deze manier een logischere grens wordt gecreëerd en de golfcondities in het tussenliggende gebied niet worden onderschat. De gewijzigde coördinaten en dijkkilometers zijn vetgedrukt weergegeven in Tabel 1. De dijkvakken 147d, 148c en 148d zijn zuidwest-noordoost georiënteerd en de dijkvakken 148a en 148b noordwest-zuidoost georiënteerd.

2 Situatiebeschrijving

Langs het traject zijn enkele bijzondere objecten te onderscheiden (van noord naar zuid):

- Ter hoogte van dijkvak 148a ligt de Grevelingensluis (inclusief haventje). Aanliggend aan de sluis is een dam aangelegd, zodat de scheepvaart de sluis goed kan bereiken met minimale hinder door golven. Het golfreducerende effect van deze dam op de achterliggende waterkering is niet meegenomen in de golfcondities van de achterliggende waterkering.
- Bij dijkvak 148c bevindt zich de zogenaamde "Vluchthaven". Het is nog niet zeker of de aanwezige havendammen bij deze haven bestand worden gemaakt tegen 1/4000^{ste} stormcondities. In Tabel 2 en de Tabellen 5.1 t/m 5.4 is ervan uitgegaan dat de dammen geen deel uitmaken van de primaire waterkering en zijn deze dammen dus niet meegenomen bij het bepalen van de golfcondities voor de achterliggende waterkering. In de Tabellen 3 en 6.1 t/m 6.3 is er wel vanuit gegaan dat de voorliggende dammen deel uitmaken van de primaire waterkering en zijn deze dammen dus wel meegenomen bij het bepalen van de golfcondities voor de achterliggende waterkering (voor meer uitleg zie Bijlage 2).
- Bij dijkvak 148d bevindt zich een oude veerhaven, welke beschermd wordt door een strekdam. Bij de berekening van de golfcondities van dijkvak 148d is deze dam als verloren beschouwd en is het golfreducerende effect van deze dam dus niet meegenomen in de berekening van de golfcondities voor de dijk achter de veerhaven.

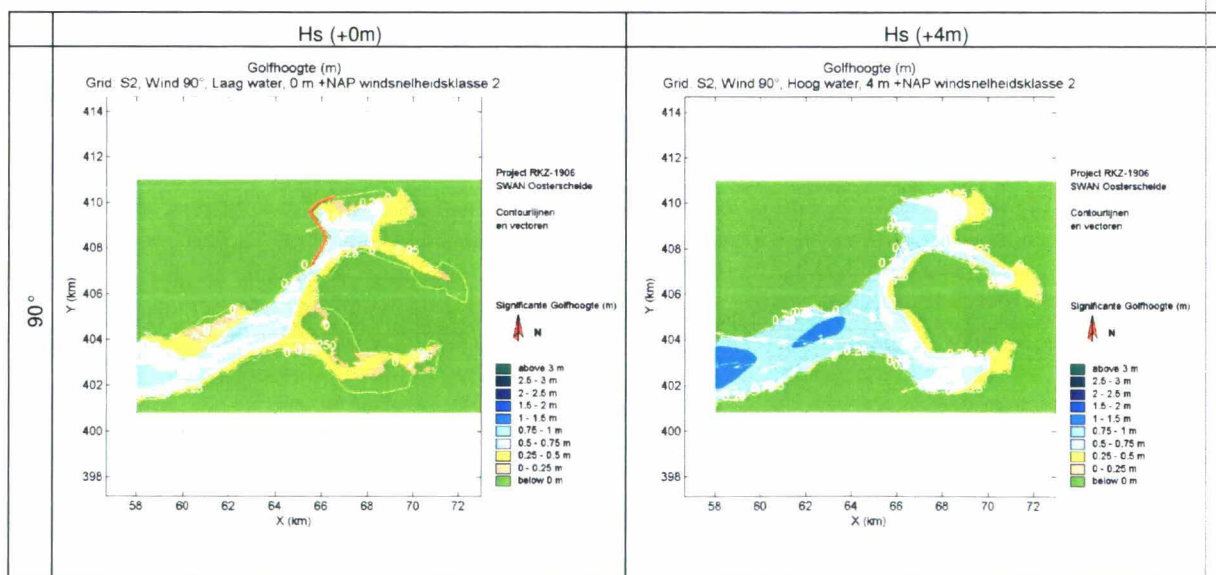
3 Golfcondities

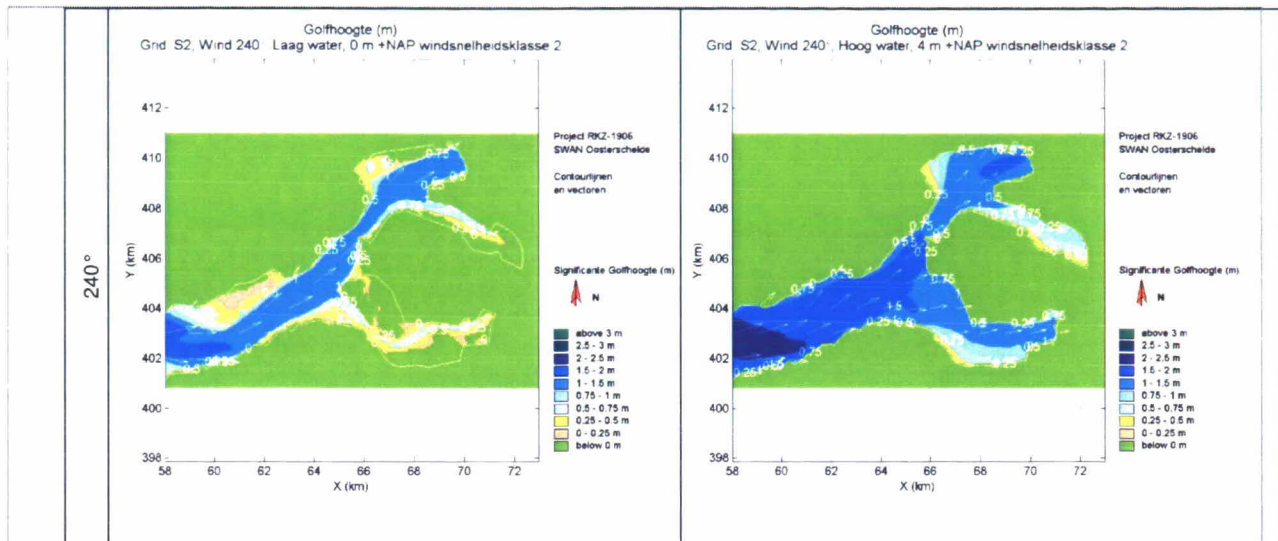
De dijkvakken 147d t/m 148b worden het zwaarst belast door golven uit westelijke windrichtingen, namelijk tussen de 60 en 120 graden (zie Tabellen 5.1 t/m 5.4). Uitzondering hierop is dijkvak 147d voor de bekledingstypen en/of faalmechanisme betonzuilen, afschuiving, WAB, OSA, vol en zat

gepenetreeerde breuksteen en losse breuksteen kreukelberm (Tabellen 5.2 t/m 5.4), waarvoor bij een waterstand van NAP +0m de windrichting 210 graden maatgevend blijkt te zijn. Dijkvak 147d is zuidoostelijk georiënteerd, maar bij een lage waterstand (NAP +0m) is de strijklengte in deze richting beperkt door de ondiepte van Plaat van Oude Tonge waardoor de dijk door een zuidwestelijke storm wordt belast. De dijkvakken 148c en 148d liggen minder beschut voor golven uit zuidwestelijke windrichtingen, waardoor deze maatgevend worden. De golven bereiken deze dijkvakken via de geulen Mastgat en Zijpe, waarbij deze door refractie naar de ondiepere oevers toe buigen.

Ter plaatse van dijkvak 148b volgt uit de SWAN-berekeningen dat een aflandige windrichting (210 graden) maatgevend is. Omdat het fysisch niet realistisch wordt verondersteld dat deze windrichting maatgevend is, is besloten voor dit dijkvak de aflandige windrichtingen uit te sluiten (210 tot 300 graden), waardoor de windrichting van 90 graden maatgevend wordt.

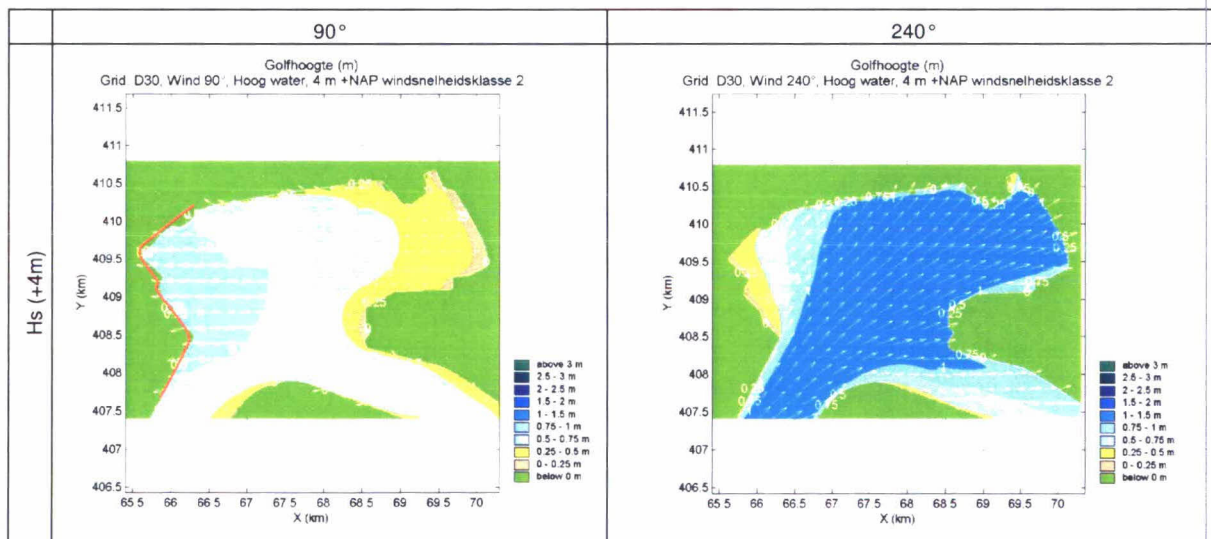
In Figuur 4 is het met SWAN berekende golfveld (zonder correcties) weergegeven voor de windrichtingen 90° en 240° bij een waterstand van NAP +0m en +4m. In de eerste figuur is het dijktraject met rood aangegeven. Duidelijk is te zien dat de golven ter plaatse van het noordelijke gedeelte van het traject (dijkvakken 147d t/m 148b) bij de windrichting 90° hoger zijn dan bij 240°. Dit wordt vooral veroorzaakt door de beschutte ligging voor golven uit zuid en westelijke windrichtingen. Bij de dijkvakken 148c en 148d zijn golven bij de windrichting 240° juist hoger dan bij 90°, door de minder beschutte ligging voor golven bij wind uit deze richtingen. Strijklengte en windsnelheden bij de windrichting 240° zijn aanzienlijk hoger dan bij oostelijke windrichtingen, waardoor deze windrichting voor deze dijkvakken maatgevend wordt.

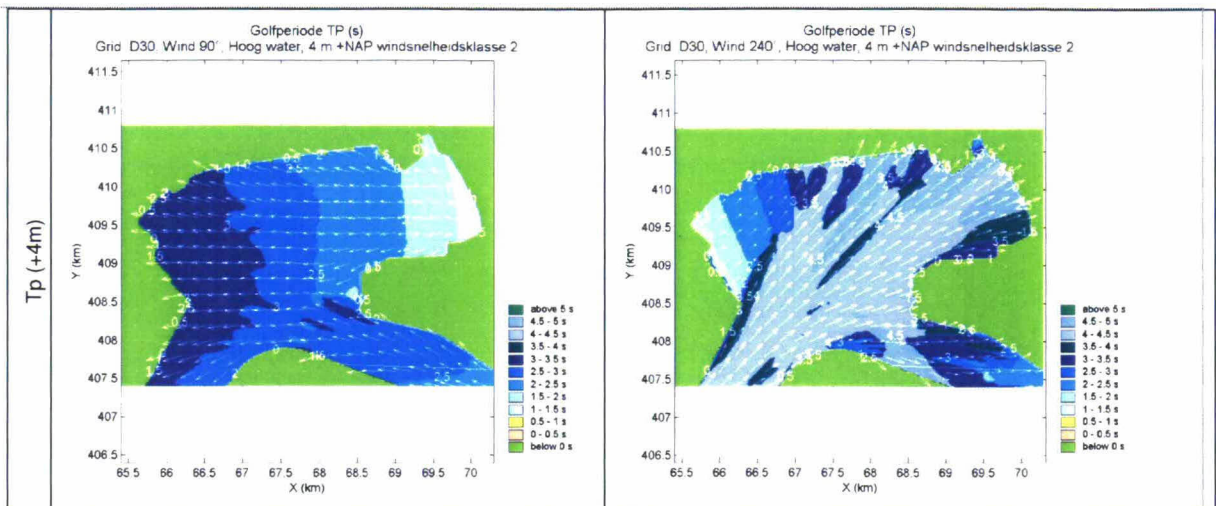




Figuur 4: SWAN resultaten voor H_s bij een waterstand van NAP +0m en +4m

In Figuur 5 zijn de golfhoogte (H_s) en de golfperiode (T_p) gegeven bij een waterstand van NAP +4 meter bij de windrichtingen 90° en 240°. In de figuur is goed te zien dat ter plaatse van de noordelijke gelegen dijkvakken de oostelijke windrichtingen maatgevend zijn en bij de zuidelijk gelegen dijkvakken de zuidwestelijke windrichtingen. Daarnaast is goed te zien dat de dijkvakken 147d t/m 148b goed beschermt liggen voor golven uit zuidwestelijke windrichtingen.





Figuur 5: SWAN resultaten voor H_s en T_p bij een waterstand van NAP+4m en een windrichting van 90 en 240 graden (met rood is in de eerste figuur het dijktraject aangegeven)

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 H4576 [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..

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 18]. De tabellen vertonen logische waarden: zowel de significante golfhoogte (H_s) als de golfperiode (T_{pm}) nemen toe bij een toenemende waterdiepte.

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 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.

De stabiliteit van betonzuilen is het kleinst bij $\xi_{op} = 2$. Indien $\xi_{op} > 2$ en er is ondiep voorland voor de dijk aanwezig is, zijn de maatgevende golfcondities voor betonzuilen mogelijk niet de maatgevende golfcondities [ref 18]. Daarom moeten golfcondities waarvoor geldt $\xi_{op} > 2$ (bij de aanwezigheid van een hoog voorland) aangepast worden [ref 18], 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. Alleen bij een waterstand van NAP +4m zijn de golfcondities bij de dijkvakken 148b, 148c en 148d in enkele gevallen minder zwaar dan bij NAP +3m. Dit komt omdat bij NAP +4m de Oosterscheldekering is gesloten en het verhogende effect van stroming op de golfcondities daarom niet wordt meegenomen. Stroming kan in bepaalde omstandigheden de golfcondities verhogen; de ontwerpwaarden zonder stroming zijn hier dan ook lager.

Indien de berekende $H_s \leq 0.3$ m en/of $T_{pm} \leq 2.5$ s zijn, zijn de betreffende golfcondities verhoogd naar $H_s = 0.3$ 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 situatie is gearceerd weergegeven in Tabel 5.2 t/m 5.4.

Bij dijkvak 147d bij een waterstand van NAP+0m bij de maatgevende golfcondities voor betonzuilen, afschuiving, WAB, OSA, vol en zat gepenetreerde breuksteen en losse breuksteen kreukelberm (Tabellen 5.2 t/m 5.4) blijken de golfcondities van de windrichting 210 graden maatgevend te zijn, in plaats van een oostelijke windrichting. De hogere golfhoogte bij de windrichting is echter wel fysisch realistisch en wordt daarom niet uitgesloten.

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

Dijk- vak no.	Hs [m]				Tpm [s]				Waterdiepte (m)				Windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				bij waterstand				nautisch bij			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				waterstand t.o.v. NAP			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
148d	1.24	1.31	1.35	1.21	4.94	5.11	5.23	4.96	22.1	24.1	25.1	26.1	240	240	240	240
148c	0.97	1.05	1.08	1.00	4.61	4.83	4.96	4.73	13.8	15.8	16.8	17.8	240	240	240	240
148b	0.82	0.87	0.88	0.91	3.52	3.66	3.70	3.28	8.8	10.8	11.8	12.8	60	90	90	90
148a	0.60	0.81	0.86	0.90	2.52	3.04	3.17	3.30	2.7	4.7	5.7	6.7	90	90	90	90
147d	0.57	0.80	0.84	0.89	2.57	3.06	3.20	3.34	2.6	4.6	5.6	6.6	120	90	90	90

Tabel 5.2 Maatgevende golfcondities voor betonzuilen

Dijk- vak no.	Hs [m]				Tpm [s]				Waterdiepte (m)				Windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				bij waterstand				nautisch bij			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				waterstand t.o.v. NAP			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
148d	1.24	1.31	1.35	1.21	4.94	5.11	5.23	4.96	22.1	24.1	25.1	26.1	240	240	240	240
148c	1.05	1.11	1.15	1.07	4.14	4.28	4.38	4.11	13.8	15.8	16.8	17.8	210	210	210	210
148b	0.82	0.87	0.88	0.92	3.52	3.66	3.70	3.22	8.8	10.8	11.8	12.8	60	90	90	60
148a	0.60	0.81	0.86	0.90	2.52	3.04	3.17	3.30	2.7	4.7	5.7	6.7	90	90	90	90
147d	0.61	0.80	0.84	0.89	2.50	3.06	3.20	3.34	2.0	4.6	5.6	6.6	210	90	90	90

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
	148d	1.26	1.32	1.37	1.23	4.47	4.56	4.64	4.34	22.1	24.1	25.1	26.1	210	210	210
148c	1.05	1.11	1.15	1.08	4.14	4.28	4.38	3.53	13.8	15.8	16.8	17.5	210	210	210	60
148b	0.82	0.87	0.89	0.92	3.07	3.14	3.18	3.22	8.8	10.8	11.8	12.8	60	60	60	60
148a	0.60	0.81	0.86	0.90	2.52	3.04	3.17	3.30	2.7	4.7	5.7	6.7	90	90	90	90
147d	0.61	0.80	0.84	0.89	2.50	3.06	3.20	3.34	2.0	4.6	5.6	6.6	210	90	90	90

Tabel 5.4 Maatgevende golfcondities voor losse breuksteen kreukelberm

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
	148d	1.24	1.31	1.35	1.21	4.94	5.11	5.23	4.96	22.1	24.1	25.1	26.1	240	240	240
148c	1.05	1.05	1.08	1.00	4.14	4.83	4.96	4.73	13.8	15.8	16.8	17.8	210	240	240	240
148b	0.82	0.87	0.88	0.92	3.52	3.66	3.70	3.22	8.8	10.8	11.8	12.8	60	90	90	60
148a	0.60	0.81	0.86	0.90	2.52	3.04	3.17	3.30	2.7	4.7	5.7	6.7	90	90	90	90
147d	0.61	0.80	0.84	0.89	2.50	3.06	3.20	3.34	2.0	4.6	5.6	6.6	210	90	90	90

De Tabellen 6.1 t/m 6.3 tonen de maatgevende golfcondities voor de dijkvakken in 'de Vluchthaven' (zie Figuur 3) en aan de binnenzijde van havendammen van deze haven. Bij de berekening van deze golfcondities is het golfreducerende effect van de voorliggende dammen meegenomen. De golfcondities in de Tabellen 6.1 t/m 6.3 zijn dus alleen geldig indien beiden voorliggende havendammen bestand worden gemaakt tegen de 1/4000^{ste} stormcondities. Voor de buitenzijde van de dammen bij 'de Vluchthaven' dienen de golfcondities uit de Tabellen 5.1 t/m 5.4 gebruikt te worden. **Let op: de randvoorwaarden in de haven zijn niet bepaald met de nieuwe belastingsfuncties per bekledingstype. Voor de randvoorwaarden in de haven zijn de klassieke belastingsfuncties gebruikt ($H_s \cdot T_{pm}$, $H_s \cdot T_{pm}^2$ en $H_s^2 \cdot T_{pm}$). Buiten de haven zijn de verschillen tussen de randvoorwaarden bepaald met de klassieke belastingsfuncties en de nieuwe belastingsfuncties echter klein en daarom wordt verondersteld dat de golf randvoorwaarden in Tabel 6.1 t/m 6.3 geldig zijn voor het ontwerp van de bekleding in de haven (zie ook bijlage 1, paragraaf 6). Meer uitleg over berekeningen van de golfcondities in deze haven is gegeven in Bijlage 2.**

Tabel 6.1 Gecorrigeerde golfcondities met gewicht Hs en Tpm volgens verhouding Hs*Tpm

dijkvak nr	Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Maatgevende windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP				Maatgevende uitvoerpunt
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	
	148c_1	0,5	0,6	0,6	0,5	3,7	3,8	3,9	3,7	60	60	60	
148c_2	0,6	0,6	0,7	0,7	4,2	4,4	4,5	4,2	240	240	240	240	2
148c_3	0,5	0,5	0,5	0,5	3,4	3,5	3,6	3,3	180	180	180	180	3
148c_4	0,4	0,5	0,4	0,4	3,9	3,5	4,1	3,8	210	180	210	210	4
148c_5	0,5	0,6	0,6	0,6	3,7	3,8	3,9	3,7	60	60	60	60	6
148c_6	0,4	0,4	0,5	0,4	3,7	3,8	3,9	3,7	60	60	60	60	7
148c_7	0,5	0,5	0,5	0,5	4,2	4,4	4,5	4,2	240	240	240	240	9

Tabel 6.2 Gecorrigeerde golfcondities met gewicht Hs en Tpm volgens verhouding Hs*Tpm*Tpm

dijkvak nr	Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Maatgevende windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP				Maatgevende uitvoerpunt
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	
	148c_1	0,4	0,6	0,6	0,4	4,2	3,8	3,9	4,2	240	60	60	
148c_2	0,6	0,6	0,7	0,7	4,2	4,4	4,5	4,2	240	240	240	240	2
148c_3	0,5	0,5	0,5	0,5	3,4	3,5	3,6	3,3	180	180	180	180	3
148c_4	0,4	0,4	0,4	0,4	3,9	4,1	4,1	3,8	210	210	210	210	4
148c_5	0,5	0,6	0,6	0,6	3,7	3,8	3,9	3,7	60	60	60	60	6
148c_6	0,4	0,4	0,5	0,4	3,7	3,8	3,9	3,7	60	60	60	60	7
148c_7	0,5	0,5	0,5	0,5	4,2	4,4	4,5	4,2	240	240	240	240	9

Tabel 6.3 Gecorrigeerde golfcondities met gewicht Hs en Tpm volgens verhouding Hs*Hs*Tpm

dijkvak nr	Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Maatgevende windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP				Maatgevende uitvoerpunt
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	
	148c_1	0,4	0,6	0,6	0,5	4,2	3,8	3,9	3,7	240	60	60	
148c_2	0,6	0,6	0,7	0,7	4,2	4,4	4,5	4,2	240	240	240	240	2
148c_3	0,5	0,5	0,5	0,5	3,4	3,5	3,6	3,3	180	180	180	180	3
148c_4	0,5	0,5	0,5	0,4	2,8	3,5	3,0	3,8	150	180	150	210	4
148c_5	0,5	0,6	0,6	0,6	3,7	3,8	3,9	3,7	60	60	60	60	6
148c_6	0,4	0,4	0,5	0,4	3,7	3,8	3,9	3,7	60	60	60	60	7
148c_7	0,5	0,5	0,5	0,5	4,2	4,4	4,5	4,2	240	240	240	240	9

Tabellen 6.1 t/m 6.3: Maatgevende golfcondities, gebaseerd op $H_s \cdot T_{pm}$, $H_s \cdot T_{pm}^2$ en $H_s^2 \cdot T_{pm}$ voor de dijkvakken in 'de Vluchthaven', waarbij de voorliggende dammen zijn beschouwd als onderdeel van de primaire waterkering

4 Waterstanden

In Tabel 7 zijn de ontwerppeilen weergegeven die bij het ontwerp gebruikt dienen te worden. Vanwege het (nood)sluiten van de stormvloedkering bij een verwachte waterstand boven NAP+3 meter neemt men in de Oosterschelde geen zeespiegelrijzing en geen buistoten of seiches in beschouwing. Het ontwerppeil is daardoor gelijk aan het toetspeil 2006 dat ook in de tabel is opgenomen [ref 5 en 6]. Tabel 7 bevat ook de gemiddeld hoog waterstand en gemiddeld laag water (GHW en GLW). Verder zijn de waterstanden opgenomen bij gemiddeld getij, springtij en doodtij (uit [ref 3]).

Tabel 7: Waterstanden en ontwerppeilen

Dijk- vak no.	Poldernaam	Ontwerppeil [m] tov NAP	GHW GLW		Springtij		Doodtij	
			[m]	[m]	HW	LW	HW	LW
			[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
			tov NAP	tov NAP	tov NAP	tov NAP	tov NAP	tov NAP
148d	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpldr	3.7	1.55	-1.40	1.80	-1.45	1.30	-1.25
148c	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpldr	3.7	1.60	-1.40	1.80	-1.45	1.30	-1.25
148b	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpldr	3.7	1.60	-1.40	1.80	-1.45	1.30	-1.25
148a	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpldr	3.7	1.60	-1.40	1.80	-1.45	1.30	-1.25
147d	G.dam : aansl. Philipsdam tot aan Bruinisse	3.7	1.60	-1.40	1.80	-1.45	1.30	-1.25

5 Bodemligging en golfcondities lagere waterstanden

De representatieve bodemligging [ref. 5 en 6] voor de dijkvakken is weergegeven in Tabel 8. Voor het zuidelijke gedeelte van het traject neemt de diepte sterk toe. De bodem ligt hier gemiddeld op ca. NAP -14 m tot NAP - 22m (zie ook Figuur 6). Het noordelijke gelegen deel bevindt zich aan veel ondieper water.

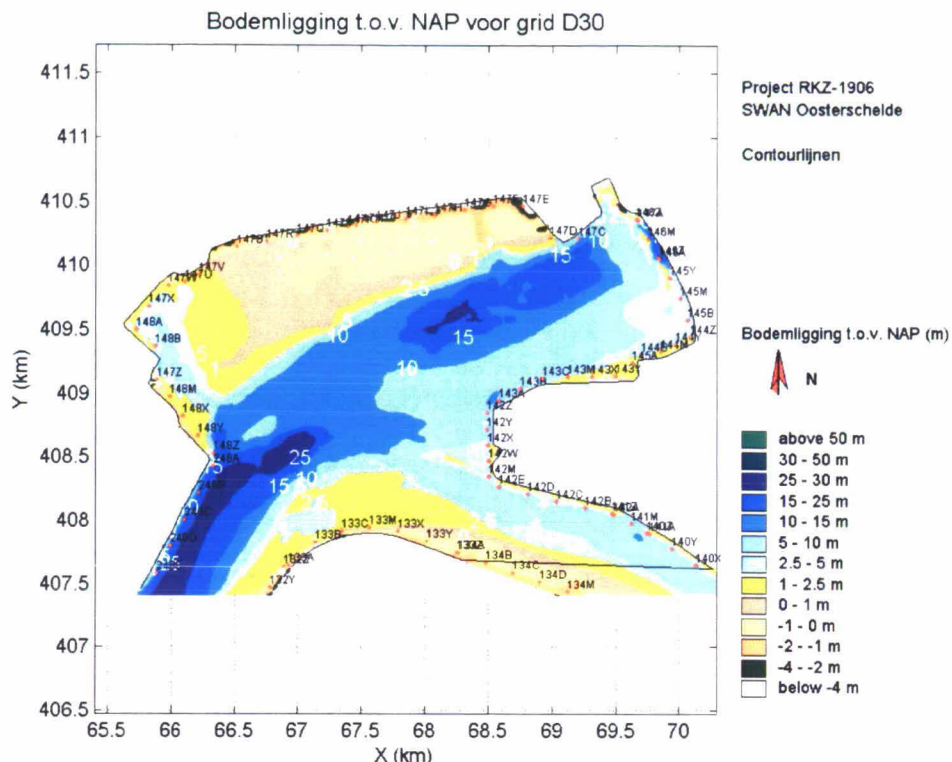
De uitvoerpunten op basis waarvan de bodemligging (en golfcondities) van de dijkvakken 148c en 148d zijn bepaald, liggen buiten de haven op diep water en zijn niet representatief voor de achterliggende waterkering in de haven. Voor het ontwerp van de waterkering in de haven wordt aangeraden om gebruik te maken van bodemlodingen in de haven. De bodemligging in Tabel 8 is wel representatief voor de buitenzijde van de dammen.

Tabel 8: 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
148d	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpldr	-22.09	-22.09	0.00
148c	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpldr	-14.57	-13.76	0.82
148b	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpldr	-5.70	-2.42	3.28
148a	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpldr	-2.66	-2.58	0.08
147d	G.dam : aansl. Philipsdam tot aan Bruinisse	-2.36	-1.99	0.37

Merk op: de representatieve bodemligging voor dijkvak 148b wijkt af van het vorige advies [ref 8]. De waarden uit dit advies vervangen de eerder afgegeven waarden.

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 9 en 10 is voor de maatgevende golfcondities voor losse breuksteen (Tabel 5.4) gecontroleerd of de waarden $H_s/D \leq 0.7$ en $H_s/L_0 \leq 0.06$ worden overschreden.

Voor dijkvak 147d bij een waterstand van NAP -2m geldt dat de voorwaarde $H_s/D \leq 0.7$ wordt overschreden. De golfhoogte is voor dit dijkvak naar beneden bijgesteld. Geadviseerd wordt daar bij gegeven diepte de fysisch maximaal haalbare H_s toe te passen, welke is aangegeven in de laatste twee kolommen van Tabel 9. Daarnaast wordt geadviseerd indien de berekende $H_s \leq 0.25$ m en/of $T_{pm} \leq 2.5$ 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. 11]. De geadviseerde golfcondities zijn aangegeven in de derde en zesde kolom van Tabel 10. In Tabel 10 zijn deze situaties waarbij de golfcondities gewijzigd zijn blauw gearceerd. De voorwaarde $H_s/L_0 \leq 0.06$ wordt niet overschreden.

Tabel 9: Controle criterium $H_s/D \leq 0.7$

Dijk- vak	Hs [m]		D [m]		Hs/D		Hs en bijgestelde Hs [m]	
	bij waterstand		bij waterstand		bij waterstand		bij waterstand	
	t.o.v. NAP		t.o.v. NAP		t.o.v. NAP		t.o.v. NAP	
no.	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m
148d	1.17	1.21	20.09	21.09	0.06	0.06	1.17	1.21
148c	1.05	1.05	12.57	13.57	0.08	0.08	1.05	1.05
148b	0.77	0.80	3.70	4.70	0.21	0.17	0.77	0.80
148a	0.39	0.50	0.66	1.66	0.59	0.30	0.39	0.50
147d	0.42	0.52	0.36	1.36	1.17	0.38	0.26	0.52

Tabel 10: Controle criterium Hs/Lo ≤ 0.06

Dijk- vak	Hs [m]		Aan te houden Tpm [s]		Lo [m]		Hs/Lo		Aan te houden Hs [m]	
	bij waterstand		bij waterstand		bij waterstand		bij waterstand		bij waterstand	
	t.o.v. NAP		t.o.v. NAP		t.o.v. NAP		t.o.v. NAP		t.o.v. NAP	
no.	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m
148d	1.17	1.21	4.77	4.86	35.49	36.77	0.033	0.033	1.17	1.21
148c	1.05	1.05	3.45	3.80	18.57	22.47	0.057	0.047	1.05	1.05
148b	0.77	0.80	3.38	3.45	17.82	18.57	0.043	0.043	0.77	0.80
148a	0.39	0.50	2.50	2.50	9.75	9.75	0.040	0.051	0.39	0.50
147d	0.26	0.52	2.50	2.50	9.75	9.75	0.027	0.053	0.26	0.52

6 Vergelijking klassieke belastingfuncties met nieuwe belastingfunctie per bekledingstype

In deze paragraaf zijn voor een aantal bekledingstypen de verschillen in golfrandvoorwaarden inzichtelijk gemaakt indien deze worden bepaald op basis van de nieuwe belastingfuncties in plaats van de klassieke belastingfuncties. In WindWater2010 zijn zowel de klassieke als de nieuwe belastingfuncties geprogrammeerd (zie Tabel 11) waardoor de golfrandvoorwaarden op basis van beide sets gemakkelijk met elkaar vergeleken kunnen worden.

Tabel 11: Belastingfuncties

Klassieke belastingfuncties	
Z1	Hs:Tpm (veelal geldig voor betonzuilen)
Z2	Hs:Tpm*Tpm
Z3	Hs*Hs:Tpm (veelal geldig voor betonblokken)
Belastingfuncties per bekledingstype	
Z4	(gekantelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen
Z5	betonzuilen
Z6	afschuiving, asfalt (OSA en WAB), vol en zat gepenetreerde breuksteen
Z7	losse breuksteen kreukelberm

In tabel 12.1 en 12.2 zijn de verschillen in golfrandvoorwaarden gegeven. Voor betonblokken en betonzuilen neemt de golfhoogte (H_s) met maximaal 0.08 m op of af. De golfperiode (T_{pm}) verschilt maximaal 0.6s.

Tabel 12.1: Verschil in randvoorwaarden (gekantelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen (Z4-Z3)

Dijk- vak	Hs [m]				Tpm [s]				Waterdiepte (m)				Windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				bij waterstand				nautisch bij			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				waterstand t.o.v. NAP			
no.	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
148d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
148c	-0.08	0.00	0.00	0.00	0.47	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	30	0	0	0
148b	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.06	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	30
148a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
147d	-0.04	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.5	0.0	0.0	0.0	-90	0	0	0

Tabel 12.2: Verschil in golfrandvoorwaarden betonzuilen (Z5-Z1)

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
	148d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0
148c	0.08	0.06	0.07	0.07	-0.47	-0.55	-0.58	-0.62	0.0	0.0	0.0	0.0	-30	-30	-30	-30
148b	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.06	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	-30
148a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
147d	0.04	0.00	0.00	0.00	-0.31	0.00	0.00	0.00	-0.5	0.0	0.0	0.0	90	0	0	0

Bijlagen 2: Berekening golfcondities Vluchthaven bij behoud voorliggende dammen

1 Inleiding en aanpak

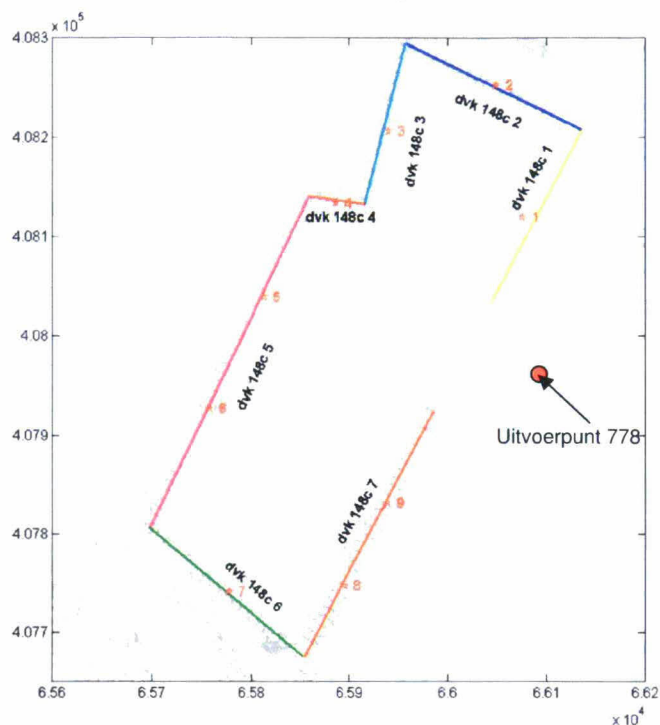
Bij berekening van de golfcondities van dijkvak 148c in Tabel 2 en de Tabellen 5.1 t/m 5.4 zijn de voorliggende dammen niet meegenomen in de berekening van de golfcondities. Indien de voorliggende dammen worden versterkt, zodat deze bestand zijn tegen de 1/4000^{ste} golfcondities kan het golfreducerende effect van deze dammen meegenomen worden in de golfcondities van de achterliggende waterkering en aan de binnenzijde van de dammen. In deze bijlage wordt de berekening van deze golfcondities in de haven beschreven, waarbij de golfcondities in de monding van de haven, zijn doorberekend naar golfcondities langs de binnenzijde van de haven.

Let op: de randvoorwaarden in de haven zijn niet bepaald met de nieuwe belastingsfuncties per bekledingstype [ref. 18]. Voor de randvoorwaarden in de haven zijn de klassieke belastingsfuncties gebruikt ($H_s \cdot T_{pm}$, $H_s \cdot T_{pm}^2$ en $H_s^2 \cdot T_{pm}$). De verschillen tussen de randvoorwaarden bepaald met de klassieke belastingsfuncties en de nieuwe belastingsfuncties zijn echter klein en daarom zijn de golf randvoorwaarden in Tabel 13.1 t/m 13.3 geldig voor het ontwerp van steenbekledingen in de haven (zie ook bijlage 1, paragraaf 6). Merk daarnaast op dat deze golfcondities alleen te gebruiken zijn als de voorliggende havendammen bestand worden gemaakt tegen de 1/4000 jr golfcondities.

De maatgevende golfbelastingen zijn bepaald voor de drie klassieke belastingsfuncties ($Z1=H_s \cdot T_{pm}$, $Z2=H_s^2 \cdot T_{pm}$ en $Z3=H_s \cdot T_{pm}^2$) per dijkvak met behulp van de spreadsheet "Rekeninstrument - Golfbelasting in Havens - v2-0.xls" [ref 11]. De waterkering is daarbij vrij eenvoudig met rechte lijnen geschematiseerd. Er zijn langs deze lijnen op de waterkering een negental uitvoerpunten gecreëerd, waarvoor de golfcondities uitgerekend worden. De schematisatie van de haven, alsmede de uitvoerpunten en dijkvakken zijn weergegeven in Figuur 7.

De golfcondities langs de binnenzijde van de haven worden doorgerekend op basis van de golfcondities in de monding van de haven voor de windrichtingen 30°, 60°, 90°, 120°, 150°, 180°, 210° en 240° en voor de waterstanden NAP+0, +2, +3 en +4 meter. De golfcondities van de aflandige windrichtingen zijn niet meegerekend. De golfcondities in de monding van de haven zijn weergegeven in Tabel 11 en zijn gebaseerd op uitvoerpunt 778 uit WindWater.

Figuur 7: Overzicht uitvoerpunten en dijkvakken



Tabel 11: Richtingsafhankelijk golfcondities in de monding (uitvoerpunt 778)

Windrichting (°) uitvoerpunt 778	Hs [m]				Tpm [s]				Golfrichting (°)				Windsnelheid [m/s]
	bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP				nautisch (°) bij waterstand t.o.v. NAP				
no.	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	no.
30	0.82	0.88	0.92	0.86	3.52	3.65	3.76	3.51	50	50	51	52	19
60	0.97	1.03	1.08	1.02	3.70	3.82	3.93	3.68	60	61	61	61	20
90	0.87	0.96	1.00	0.94	3.44	3.68	3.79	3.54	75	75	75	75	19
120	0.70	0.76	0.79	0.71	2.93	3.20	3.21	2.85	105	102	102	101	17
150	0.69	0.75	0.77	0.69	2.76	2.90	2.97	2.68	157	158	159	159	19
180	0.88	0.93	0.96	0.88	3.35	3.47	3.55	3.26	188	189	190	190	23
210	1.03	1.07	1.09	1.00	3.92	4.05	4.10	3.79	200	201	201	201	28
240	0.90	0.96	0.97	0.89	4.18	4.37	4.46	4.19	208	208	208	208	31

2. Aannamen

Op basis van een aantal toetsstappen uit de handleiding [ref 11], blijkt de spreadsheetmethode direct toegepast te kunnen worden, omdat:

- De golfrandvoorwaarden (H_s en T_{pm}) in de monding van de haven zijn voor verschillende hoofdrichtingen beschikbaar
- Er treedt geen meervoudige transmissie en/of diffractie op in het havenbekken
- Er zijn geen kademuren aanwezig die reflectie van golfenergie teweeg kunnen brengen
- Er wordt geen significante stroming in het havenbekken verwacht.

In eerdere studies is gebleken dat in een aantal situaties de spreadsheet foutmeldingen en/of onnodig conservatieve waarden geeft met betrekking tot de diffractie diagrammen in de spreadsheet [ref 12]. Daarom zijn een aantal aanpassingen aan de spreadsheet doorgevoerd volgens de memo van ref 12.

Verder zijn de volgende aannamen gedaan:

- Beide voorliggende havendammen blijven onder maatgevende stormcondities behouden.
- Voor beide dammen is een hoogte aangehouden van NAP + 4.75m
- Bij de berekening van de bijdrage van transmissie aan de golfcondities ter plaatse van de uitvoerpunten, is de dam beschouwd als een gladde dichte dam met een flauw talud. De bijbehorende coëfficiënten zijn: $\alpha = 2.4$ en $\beta = 0.40$.
- De volgende processen zijn geactiveerd bij de golfdoordringingsberekeningen: diffractie, transmissie, interactie transmissie en diffractie, lokale golfgroei. De golfhoogtebeperking door ondiepe voorlanden is dus niet geactiveerd, omdat deze door vanwege de diepte van de haven niet relevant is.
- De openingsbreedte (B) tussen deze dammen is 135 m.

In Tabel 12 is voor elk uitvoerpunt weergegeven voor de beschouwde windrichtingen of transmissie wordt meegenomen in de berekeningen. Transmissie wordt alleen meegenomen indien het uitvoerpunt bij betreffende windrichting zich in de transmissiezone bevindt [ref 11].

Tabel 12: Invloed door transmissie over havendammen ter plaatse van uitvoerpunten

uitvoerpunt nr	Windrichting (°)							
	30	60	90	120	150	180	210	240
1	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
2	nee	nee	nee	ja	ja	ja	ja	ja
3	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nee	nee
4	nee	nee	ja	ja	ja	ja	nee	nee
5	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nee	nee
6	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nee	nee
7	ja	ja	ja	ja	nee	nee	nee	nee
8	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
9	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja

3. Resultaten

In de Tabellen 13.1 t/m 13.3 zijn alle resultaten van de berekeningen voor alle uitvoerpunten weergegeven voor de waterstanden NAP +0, +2, +3 en +4m, gebaseerd op $H_s^*T_{pm}$, $H_s^*T_{pm}^2$ en $H_s^{2*}T_{pm}$. Daarnaast zijn in de Tabellen 6.1 t/m 6.3 de golfcondities per dijkvak weergegeven.

Opvallend is dat de golfcondities weinig toenemen bij toenemende waterdiepte. Dit wordt veroorzaakt doordat golven hier bij lage (en hoge) waterstanden weinig hinder ondervinden van de bodem door de grote waterdiepte buiten de haven.

Tabel 13.1 Gecorrigeerde golfcondities met gewicht Hs en Tpm volgens verhouding Hs*Tpm

Uitvoerpunt nr	Hs [m]				Tpm [s]				Maatgevende windrichting (°)			
	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
1	0,5	0,6	0,6	0,5	3,7	3,8	3,9	3,7	60	60	60	60
2	0,6	0,6	0,7	0,7	4,2	4,4	4,5	4,2	240	240	240	240
3	0,5	0,5	0,5	0,5	3,4	3,5	3,6	3,3	180	180	180	180
4	0,4	0,5	0,4	0,4	3,9	3,5	4,1	3,8	210	180	210	210
5	0,5	0,6	0,6	0,5	3,4	3,2	3,8	3,7	90	120	90	60
6	0,5	0,6	0,6	0,6	3,7	3,8	3,9	3,7	60	60	60	60
7	0,4	0,4	0,5	0,4	3,7	3,8	3,9	3,7	60	60	60	60
8	0,4	0,4	0,4	0,4	4,2	4,4	4,5	4,2	240	240	240	240
9	0,5	0,5	0,5	0,5	4,2	4,4	4,5	4,2	240	240	240	240

Tabel 13.2 Gecorrigeerde golfcondities met gewicht Hs en Tpm volgens verhouding Hs*Tpm*Tpm

Uitvoerpunt nr	Hs [m]				Tpm [s]				Maatgevende windrichting (°)			
	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
1	0,4	0,6	0,6	0,4	4,2	3,8	3,9	4,2	240	60	60	240
2	0,6	0,6	0,7	0,7	4,2	4,4	4,5	4,2	240	240	240	240
3	0,5	0,5	0,5	0,5	3,4	3,5	3,6	3,3	180	180	180	180
4	0,4	0,4	0,4	0,4	3,9	4,1	4,1	3,8	210	210	210	210
5	0,4	0,5	0,6	0,5	3,9	3,8	3,8	3,7	210	60	90	60
6	0,5	0,6	0,6	0,6	3,7	3,8	3,9	3,7	60	60	60	60
7	0,4	0,4	0,5	0,4	3,7	3,8	3,9	3,7	60	60	60	60
8	0,4	0,4	0,4	0,4	4,2	4,4	4,5	4,2	240	240	240	240
9	0,5	0,5	0,5	0,5	4,2	4,4	4,5	4,2	240	240	240	240

Tabel 13.3 Gecorrigeerde golfcondities met gewicht Hs en Tpm volgens verhouding Hs*Hs*Tpm

Uitvoerpunt nr	Hs [m]				Tpm [s]				Maatgevende windrichting (°)			
	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
1	0,4	0,6	0,6	0,5	4,2	3,8	3,9	3,7	240	60	60	60
2	0,6	0,6	0,7	0,7	4,2	4,4	4,5	4,2	240	240	240	240
3	0,5	0,5	0,5	0,5	3,4	3,5	3,6	3,3	180	180	180	180
4	0,5	0,5	0,5	0,4	2,8	3,5	3,0	3,8	150	180	150	210
5	0,5	0,6	0,6	0,5	3,4	3,2	3,8	3,7	90	120	90	60
6	0,5	0,6	0,6	0,6	3,7	3,8	3,9	3,7	60	60	60	60
7	0,4	0,4	0,5	0,4	3,7	3,8	3,9	3,7	60	60	60	60
8	0,4	0,4	0,4	0,4	4,2	4,4	4,5	4,2	240	240	240	240
9	0,5	0,5	0,5	0,5	4,2	4,4	4,5	4,2	240	240	240	240

Tabellen 13.1 t/m 13.3: Maatgevende golfcondities per uitvoerpunt, gebaseerd op $H_s \cdot T_{pm}$, $H_s \cdot T_{pm}^2$ en $H_s^2 \cdot T_{pm}$, waarbij de voorliggende dammen zijn beschouwd als onderdeel van de primaire waterkering

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.] WL Delft: '*Correctiewaarden Zeeland, Fase 1: Bepaling correctiefuncties voor ontwerp*', d.d. augustus 2005, WL-rapport H4576
- [5.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: '*Handleiding hydraulische detailadviezen Oosterschelde en Westerschelde 2007 t.b.v. projectbureau Zeeweringen; Deel 1 van 2: Checklist detailadviezen*', d.d. 22 november 2007.
- [6.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: '*Handleiding hydraulische detailadviezen Oosterschelde en Westerschelde 2007 t.b.v. projectbureau Zeeweringen; Deel 2 van 2: Achtergrond detailadviezen*', d.d. 22 november augustus 2007.
- [7.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*2010.02D Factsheet Update Bruinissepolder tot Grevelingendam*', d.d. 1 november 2010.
- [8.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Detailadvies Polder Bruinisse, opdracht 2005.07.06h*', november 2005.
- [9.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Detailadvies Grevelingendam, opdracht 2006.01.22*', januari 2006.
- [10.] Deltares, Groenendaal, E: '*Toepassen minimale Hs en Tpm voor hydraulische advisering aan Projectbureau Zeeweringen*', maart 2008, kenmerk H5102/EG/01.
- [11.] RIKZ: '*Golfbelastingen in havens en afgeschermd gebied*' RIKZ\2004.001, d.d. 15 februari 2004
- [12.] Svašek Hydraulics in opdracht van RIKZ, van de Rest, P: '*Memo inventarisatie problemen spreadsheet havens*' d.d. 13 augustus 2007
- [13.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: '*Overzichtskaart Oosterschelde en Westerschelde (RKZ1906.25)*', mei 2010.
- [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.] Hordijk, D.: '*Prognose schor en slikontwikkelingen Oosterschelde*', 21 maart 2007.
- [16.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: '*Detailadvies 'RKZ-1906.009_B Bruinissepolder tot Grevelingendam*', d.d. 25 maart 2008.
- [17.] Deltares, Klein Breteler, M.: '*Belastingfunctie voor keuze maatgevende golfcondities*', d.d. 21 oktober 2009
- [18.] Svašek Hydraulics, van de Rest, P.: '*Memo Nieuwe belastingfuncties steenbekledingen*' d.d. 18 januari 2010, PvdR/09358/1573/D

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

Dijk- vak	Dijk kilometrering (km)		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			
no.	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
148d	39,90	40,10	1,24	1,31	1,35	1,21	4,94	5,11	5,23	4,96	22,1	24,1	25,1	26,1	240	240	240	240
148c	40,10	41,40	0,97	1,05	1,08	1,00	4,61	4,83	4,96	4,73	13,8	15,8	16,8	17,8	240	240	240	240
148b	41,40	42,10	0,82	0,87	0,88	0,91	3,52	3,66	3,70	3,28	8,8	10,8	11,8	12,8	60	90	90	90
148a	42,10	43,00	0,60	0,81	0,86	0,90	2,52	3,04	3,17	3,30	2,7	4,7	5,7	6,7	90	90	90	90
147d	43,00	44,10	0,57	0,80	0,84	0,89	2,57	3,06	3,20	3,34	2,6	4,6	5,6	6,6	120	90	90	90

Tabel 5.2: Maatgevende golfcondities voor betonzuilen

Dijk- vak	Dijk kilometrering (km)		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			
no.	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
148d	39,90	40,10	1,24	1,31	1,35	1,21	4,94	5,11	5,23	4,96	22,1	24,1	25,1	26,1	240	240	240	240
148c	40,10	41,40	1,05	1,11	1,15	1,07	4,14	4,28	4,38	4,11	13,8	15,8	16,8	17,8	210	210	210	210
148b	41,40	42,10	0,82	0,87	0,88	0,92	3,52	3,66	3,70	3,22	8,8	10,8	11,8	12,8	60	90	90	60
148a	42,10	43,00	0,60	0,81	0,86	0,90	2,52	3,04	3,17	3,30	2,7	4,7	5,7	6,7	90	90	90	90
147d	43,00	44,10	0,61	0,80	0,84	0,89	2,50	3,06	3,20	3,34	2,0	4,6	5,6	6,6	210	90	90	90

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

Dijk- vak	Dijk kilometrering (km)		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			
no.	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
148d	39,90	40,10	1,26	1,32	1,37	1,23	4,47	4,56	4,64	4,34	22,1	24,1	25,1	26,1	210	210	210	210
148c	40,10	41,40	1,05	1,11	1,15	1,08	4,14	4,28	4,38	3,53	13,8	15,8	16,8	17,5	210	210	210	60
148b	41,40	42,10	0,82	0,87	0,89	0,92	3,07	3,14	3,18	3,22	8,8	10,8	11,8	12,8	60	60	60	60
148a	42,10	43,00	0,60	0,81	0,86	0,90	2,52	3,04	3,17	3,30	2,7	4,7	5,7	6,7	90	90	90	90
147d	43,00	44,10	0,61	0,80	0,84	0,89	2,50	3,06	3,20	3,34	2,0	4,6	5,6	6,6	210	90	90	90

Tabel 5.4: Maatgevende golfcondities voor losse breuksteen kreukelberm

Dijk- vak	Dijk kilometrering (km)		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			
no.	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
148d	39,90	40,10	1,24	1,31	1,35	1,21	4,94	5,11	5,23	4,96	22,1	24,1	25,1	26,1	240	240	240	240
148c	40,10	41,40	1,05	1,05	1,08	1,00	4,14	4,83	4,96	4,73	13,8	15,8	16,8	17,8	210	240	240	240
148b	41,40	42,10	0,82	0,87	0,88	0,92	3,52	3,66	3,70	3,22	8,8	10,8	11,8	12,8	60	90	90	60
148a	42,10	43,00	0,60	0,81	0,86	0,90	2,52	3,04	3,17	3,30	2,7	4,7	5,7	6,7	90	90	90	90
147d	43,00	44,10	0,61	0,80	0,84	0,89	2,50	3,06	3,20	3,34	2,0	4,6	5,6	6,6	210	90	90	90

Tabel 5.1: Maatgevende golfcondities voor (gekankeide) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen formaat Steentoets

Dijk kilometrering (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]	
van	tot	no.									
39,90	40,10	148d	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr	1,24	4,94	1,31	5,11	1,35	5,23	1,21	4,96
40,10	41,40	148c	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr	0,97	4,61	1,05	4,83	1,08	4,96	1,00	4,73
41,40	42,10	148b	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr	0,82	3,52	0,87	3,66	0,88	3,70	0,91	3,28
42,10	43,00	148a	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr	0,60	2,52	0,81	3,04	0,86	3,17	0,90	3,30
43,00	44,10	147d	G.dam : aansl. Philipsdam tot aan Bruiniss	0,57	2,57	0,80	3,06	0,84	3,20	0,89	3,34

Tabel 5.2: Maatgevende golfcondities voor betonzuilen formaat Steentoets

Dijk kilometrering (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]	
van	tot	no.									
39,90	40,10	148d	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr	1,24	4,94	1,31	5,11	1,35	5,23	1,21	4,96
40,10	41,40	148c	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr	1,05	4,14	1,11	4,28	1,15	4,38	1,07	4,11
41,40	42,10	148b	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr	0,82	3,52	0,87	3,66	0,88	3,70	0,92	3,22
42,10	43,00	148a	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr	0,60	2,52	0,81	3,04	0,86	3,17	0,90	3,30
43,00	44,10	147d	G.dam : aansl. Philipsdam tot aan Bruiniss	0,61	2,50	0,80	3,06	0,84	3,20	0,89	3,34

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

Dijk kilometrering (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]	
van	tot	no.									
39,90	40,10	148d	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr	1,26	4,47	1,32	4,56	1,37	4,64	1,23	4,34
40,10	41,40	148c	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr	1,05	4,14	1,11	4,28	1,15	4,38	1,08	3,53
41,40	42,10	148b	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr	0,82	3,07	0,87	3,14	0,89	3,18	0,92	3,22
42,10	43,00	148a	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr	0,60	2,52	0,81	3,04	0,86	3,17	0,90	3,30
43,00	44,10	147d	G.dam : aansl. Philipsdam tot aan Bruiniss	0,61	2,50	0,80	3,06	0,84	3,20	0,89	3,34

Tabel 5.4: Maatgevende golfcondities voor losse breuksteen kreukelberm formaat Steentoets

Dijk kilometrering (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]	
van	tot	no.									
39,90	40,10	148d	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr	1,24	4,94	1,31	5,11	1,35	5,23	1,21	4,96
40,10	41,40	148c	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr	1,05	4,14	1,05	4,83	1,08	4,96	1,00	4,73
41,40	42,10	148b	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr	0,82	3,52	0,87	3,66	0,88	3,70	0,92	3,22
42,10	43,00	148a	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr	0,60	2,52	0,81	3,04	0,86	3,17	0,90	3,30
43,00	44,10	147d	G.dam : aansl. Philipsdam tot aan Bruiniss	0,61	2,50	0,80	3,06	0,84	3,20	0,89	3,34