

Update detailadvies Maria-, Anna Friso en Jacobapolder inclusief Sophiahaven en Roompot

Aan : Yvo Provoost (Projectbureau Zeeweringen)
Van : Pol van de Rest (Svašek Hydraulics)
Tweede lezer : Dennis Hordijk (Royal Haskoning DHV) – samenvattende deel en bijlage 1
Erik Arnold (Royal Haskoning DHV) – bijlage 2 en 3
Datum : 25 januari 2013
Betreft : 2012.19C Update detailadvies Maria-, Anna Friso en Jacobapolder inclusief
Sophiahaven en Roompot
Status : Definitief
Ref. Svašek : 1587/U13040/C/PvdR

Let op: Dit detailadvies is een tweede herziening van het oorspronkelijke detailadvies Maria-, Anna Friso en Jacobapolder, inclusief Sophiahaven en Roompot [ref 8]. In het oorspronkelijke detailadvies is bij bepaling van de maatgevende golfcondities gebruik gemaakt van de drie klassieke belastingfuncties (Z1, Z2, Z3) [ref 5 en 6] en de correctiefactoren uit een studie van WL uit 2005 [ref 22]. In de eerste herziening [ref 23] zijn aanpassingen doorgevoerd t.g.v. nieuwe belastingfuncties [ref 19] en aangescherpte correctiefactoren [ref 4]. In de voorliggende (tweede) revisie zijn de maatgevende golfcondities opnieuw bepaald met (opnieuw) aangescherpte correctiefactoren [ref 24]. Deze correctiefactoren zijn bepaald op basis van hindcasts op de Oosterschelde, alwaar in voorgaande revisie [ref 23] de correctiefactoren zijn bepaald op basis van hindcasts op de Westerschelde [ref 4]. Daarnaast zijn in dit advies de golfcondities in de Jacobahaven bepaald met het golfmodel HARES, alwaar in voorgaande revisie [ref 23] de golfcondities zijn bepaald met SWAN. Daarbij is dijkvak 1 opgedeeld in 6 verschillende dijkvakken (1a t/m 1f). Het voorliggende advies vervangt al voorgaande versies.

In dit detailadvies zijn de golfcondities beschreven voor de Maria-, Anna Friso en Jacobapolder, inclusief Sophiahaven en Roompot, welke betrekking heeft op het traject vanaf dijkkilometer 190.05 tot 194.86. Het ontwerptraacé loopt van dijkkilometer 190.50 tot 194.86. Dijkkilometer 190.50 ligt in dijkvak 7 en dijkkilometer 194.86 ligt op de grens van dijkvak 1a.

Het detailadvies is opgebouwd uit twee delen: het samenvattende advies (ontwerpwaarden en korte toelichting) en de bijlagen (uitgebreide beschrijving van de aanpak en de 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 11]). De dijkvakken 1a t/m 1f (Jacobahaven) en de dijkvakken 5a t/m 5d (Sophiahaven) zijn nieuw gecreëerde dijkvakken, welke niet zijn opgenomen in de standaard dijkvakindeling voor de Oosterschelde [ref 11]. Daarnaast is de grens van dijkvak 2a verschoven. De ligging van de dijkvakken 1a t/m 1f en dijkvak 2a is weergegeven in Figuur 3 en de ligging van de dijkvakken 5a t/m 5d in Figuur 4. De ligging van de dijkvakken 2b t/m 4 en de dijkvakken 6 en 7 is weergegeven in Figuur 2 (conform ref. 11).

Tabel 1: Beschouwde dijkvakken

Dijk- vak no.	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrering (km)		Poldernaam
	van		tot		van	tot	
	x	y	x	y			
7	40642	401938	40226	401630	190,05	190,65	(voorland duintjes) inlaag Thoorpolder
6	40226	401630	39535	401518	190,65	191,35	(voorland duintjes) Mariapolder
5δ	39114	401622	39022	401938	--	--	Sofiahaven
5γ	39022	401938	39416	402026	--	--	Sofiahaven
5β	39510	401650	39114	401622	--	--	Sofiahaven
5α	39416	402026	39000	401998	--	--	Noordelijke dam Sophiahaven
4	39000	401998	38016	402435	--	193,35	inlaag
3	38016	402435	37692	402353	193,35	193,70	Anna Frisopolder
2b	37692	402353	37389	402395	193,70	--	havenplateau Rippolder
2a	37389	402395	37400	402566	--	--	oostelijke zijde dam Jacobahaven
1f	37400	402566	37300	402570	--	--	kop dam Jacobahaven
1e	37300	402570	37293	402523	--	--	damwand Jacobahaven
1d	37293	402523	37252	402426	--	--	Jacobahaven
1c	37252	402426	37043	402371	--	--	Jacobahaven
1b	37043	402371	36949	402600	--	--	Jacobahaven
1a	36949	402600	36867	402585	--	194,86	kering tot Jacobahaven

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
7	190,05	190,65	0,75	1,68	1,93	1,54	4,85	6,08	6,34	4,87	1,1	3,1	4,1	5,1	330	300	300	360
6	190,65	191,35	-	0,52	0,95	1,24	-	4,04	5,46	4,88	-	0,8	1,8	2,8	-	360	330	360
5a	--	--	1,46	1,81	1,89	1,58	5,44	5,84	6,40	5,42	4,2	6,2	5,2	5,4	300	300	300	60
4	--	193,35	0,98	1,86	2,17	1,72	5,33	6,58	6,96	5,50	1,7	3,7	4,7	5,7	315	300	300	60
3	193,35	193,70	1,23	1,98	2,23	1,74	6,22	7,07	7,60	5,50	2,1	4,1	5,1	6,2	300	300	300	60
2b	193,70	--	-	0,72	1,42	1,16	-	4,76	6,68	5,45	-	1,2	1,9	2,9	-	60	300	60
2a	--	--	0,98	1,75	2,01	1,58	5,55	7,16	7,16	5,69	2,0	4,0	5,0	6,0	60	300	300	60
1f	--	--	1,40	1,90	2,12	1,62	6,38	7,16	7,16	5,69	3,6	5,6	6,6	7,6	300	300	300	60
1e	--	--	0,91	1,06	1,33	1,15	5,35	5,77	6,46	5,69	3,0	5,0	6,0	7,0	330	330	330	60
1d	--	--	1,04	1,36	1,47	1,13	5,71	6,54	6,79	5,69	3,0	5,0	6,0	7,0	330	330	330	60
1c	--	--	0,74	1,06	1,33	1,15	4,82	5,77	6,46	5,69	3,0	5,0	6,0	7,0	60	330	330	60
1b	--	--	0,74	0,90	1,07	1,36	4,82	5,32	5,69	6,38	3,0	5,0	6,0	7,0	60	60	60	90
1a	--	194,86	1,09	1,30	1,40	1,48	5,69	5,69	5,69	5,69	3,8	5,8	6,8	7,8	60	60	60	60

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 19]. 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 1a t/m 1f, 2a, 4 en 5a 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 veranderen. Het geldigheidsbereik voor de andere dijkvakken is een taludhelling van 1:3,2 tot 1:4,2 voor dijkvak 2b, 1:3,2 tot 1:4,5 voor dijkvak 3, 1:3,0 tot 1:3,5 voor de dijkvakken 4 en 6 en 1:3,2 tot 1:3,6 voor dijkvak 7. 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 geopeneteerde breuksteen: Tabel 5.1
 - Betonzuilen: Tabel 2 of 5.2
 - Afschuiving en de bekledingstypen WAB, OSA en vol en zat geopeneteerde breuksteen: Tabel 5.3
 - Losse breuksteen van de kreukelberm: Tabel 5.4.
- De stabiliteit van betonzuilen is het kleinst bij $\xi_{op} = 2$. Indien $\xi_{op} > 2$ en er een ondiep voorland voor de dijk aanwezig is, zijn de maatgevende golfcondities voor betonzuilen mogelijk niet de maatgevende golfcondities [ref 19]. Daarom moeten golfcondities waarvoor geldt $\xi_{op} > 2$ (bij de aanwezigheid van een hoog voorland) aangepast worden [ref 19], zodat geldt $\xi_{op} = 2$. Voor de dijkvakken 1b t/m 1e, 2a, 2b, 3, 6 en 7 is bij enkele waterstanden $\xi_{op} > 2$. Bij deze dijkvakken wordt het voorland aangemerkt als een ondiep voorland. Daarom zijn de golfcondities (de golfperiode T_{pm}) voor deze situaties naar beneden bijgesteld. De aangepaste waarden zijn met een rode arcering aangegeven in Tabel 2 en Tabel 5.2.
- Er is een overlap met het detailadvies 'Vlietepolder, Thoorpolder' [ref 9], waarin de dijkvakken 6 t/m 12 zijn beschouwd. De randvoorwaarden van de overlap (dijkvak 6 en 7) zijn niet gelijk aan dit advies, doordat deze met andere belastingfuncties [ref 19] en met aangescherpte correcties [ref 24] zijn bepaald. De getallen in het voorliggende detailadvies voor dijkvakken 6 en 7 vervangen de waarden uit het voorgaande advies [ref 9]. Daarnaast is er een overlap met het advies 'Update Maria-, Anna Friso en Jacobapolder inclusief Sophiahaven en Roompot, ECO-beach' [ref 10]. De randvoorwaarden van de overlappende delen zijn niet gelijk aan dit advies, omdat in dit advies gebruik is gemaakt van aangescherpte correcties [ref 24]. De getallen in het voorliggende detailadvies voor alle beschouwde dijkvakken vervangen de waarden uit het voorgaande advies [ref 9].
- Voor alle dijkvakken is de golfhoogte en/of golfperiode bij NAP +3m hoger dan bij NAP +4m (zie oranje arcering in de Tabellen 5.1 t/m 5.4 en Tabel 2). Dit komt doordat de kering bij een waterstand van NAP+4m is gesloten, waardoor er (vrijwel) geen golfenergie bij westelijke winden vanaf de Noordzee via de kering de Oosterschelde

bereikt. Daarnaast is bij dijkvak 7 (zie tabel 5.1) bij de maatgevende golfcondities voor (gekantelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen de golfperiode hoger bij een waterstand van NAP +0m i.v.m. NAP +2m (oranje gearceerd). Dit wordt veroorzaakt doordat bij een hogere waterstand een andere windrichting maatgevend wordt.

- Voor de omgeving van de Jacobahaven zijn nieuwe dijkvakken en dijkvakgrenzen gecreëerd ten opzichte van de ligging van de dijkvakken, zoals aangegeven in Figuur 2. De nieuwe dijkvakken worden dijkvak 1a t/m dijkvak 1f genoemd, waarvan de ligging is weergegeven in Figuur 3. Daarnaast is de begrenzing van dijkvak 2a gewijzigd. De golfcondities van de dijkvakken 1a t/m 1f zijn bepaald met het golfmodel HARES [ref 26] en zijn beschreven in [ref 25]. Bij berekening van deze golfcondities is aangenomen dat de oostelijke dam van de Jacobahaven bestand wordt gemaakt tegen maatgevende (1/4000^{ste}) stormcondities. **De golfcondities van deze dijkvakken zijn dus alleen te gebruiken indien de voorliggende oostelijke dam daadwerkelijk bestand is tegen de 1/4000 jr golfcondities.** Dit geldt alleen voor de dijkvakken 1b t/m 1e (in de haven) en dijkvak 2a, omdat alleen de golfcondities van deze dijkvakken een golfreducerend effect ondervinden van deze dam. De golfcondities van dijkvak 2a zijn bepaald met het golfmodel SWAN, waarbij een nieuw uitvoerpunt (X= 37445, Y= 402564) is gecreëerd (zie Figuur 3).
- Voor de omgeving van de Sophiahaven zijn nieuwe dijkvakken en dijkvakgrenzen gecreëerd ten opzichte van de standaard dijkvakindeling, zoals aangegeven in Figuur 2. De nieuwe dijkvakken worden dijkvak 5a t/m dijkvak 5d genoemd, waarvan de ligging is weergegeven in Figuur 4. De golfcondities van de dijkvakken 5b t/m 5d zijn berekend met behulp van de spreadsheet "Rekeninstrument -Golfbelasting in Havens - v2-0.xls" volgens de handleiding van het RIKZ [ref 14], de zogenaamde VTV-methode (zie bijlage 2). Bij berekening van deze golfcondities is aangenomen dat alleen de voorliggende noordelijke dam bestand wordt gemaakt tegen maatgevende stormcondities, de oostelijke gelegen dam is als "verloren" beschouwd. **De golfcondities van de dijkvakken 5b t/m 5d zijn dus alleen te gebruiken indien de voorliggende noordelijke dam bestand wordt gemaakt tegen de 1/4000 jr golfcondities.** Voor het dijkgedeelte tussen dijkvak 5b en dijkvak 6 moeten de golfcondities van dijkvak 6 gebruikt worden. Opgemerkt moet worden dat de golfcondities voor de dijkvakken 5b t/m 5d zijn bepaald m.b.v. de klassieke belastingfuncties [ref 5 en 6] en niet met de nieuwe belastingfuncties [ref 19]. Daarnaast zijn de randvoorwaarden niet gecorrigeerd met de aangescherpte correctiewaarden [ref 24], maar met de correctiewaarden uit [ref 22]. Er wordt echter vanuit gegaan dat de berekende randvoorwaarden voldoende robuust zijn (zie bijlage 2).
- De bodemligging van de dijkvakken in de haven (dijkvak 5b t/m 5d) is gebaseerd op lodingen van het Waterschap (Bron: R. Derksen, Waterschap Zeeuwse Eilanden) en mondelinge communicatie met de havenbeheerder (dhr. Oostdijk). Omdat de beschikbare lodingen circa 15 jaar oud zijn wordt aangeraden de bodemligging tijdens het ontwerp te controleren. Indien de werkelijke bodemligging lager is dan de aangehouden ligging dient contact opgenomen te worden met de adviesschrijver.

Figuur 1: Overzicht projectgebied met daarop o.a. de Jacobahaven, Sophiahaven en duin en strand bij Roompot (bron: Google Earth)



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
7	3,5	1,35	-1,25	1,55	-1,25	1,10	-1,10
6	3,5	1,35	-1,25	1,55	-1,25	1,10	-1,10
5δ	3,5	1,35	-1,25	1,55	-1,25	1,10	-1,10
5γ	3,5	1,35	-1,25	1,55	-1,25	1,10	-1,10
5β	3,5	1,35	-1,25	1,55	-1,25	1,10	-1,10
5α	3,5	1,35	-1,25	1,55	-1,25	1,10	-1,10
4	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
3	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
2b	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
2a	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
1f	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
1e	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
1d	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
1c	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
1b	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
1a	3,5	1,35	-1,20	1,50	-1,25	1,10	-1,10

Tabel 4: Bodemligging

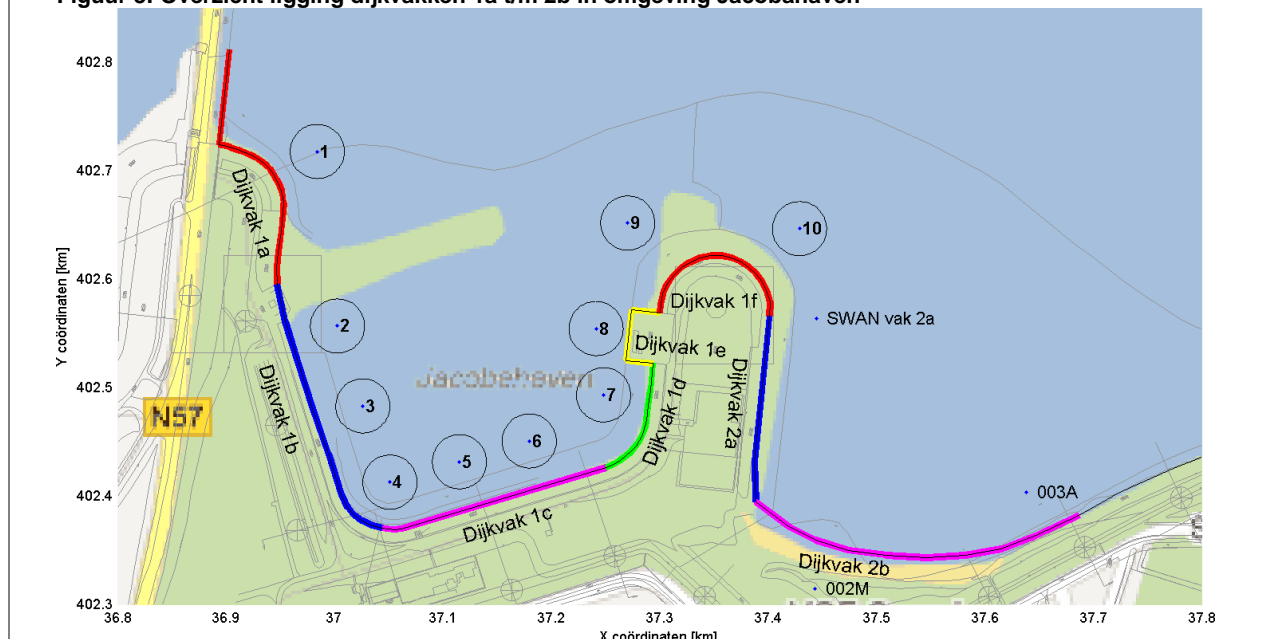
Dijk- vak no.	Dijk kilometrering (km)		Representatieve bodemligging [m] tov NAP	Gemiddelde bodemligging [m] tov NAP	Stand.dev. bodemligging [m] tov. NAP
	van	tot			
7	190,05	190,65	-1,13	-1,13	0,00
6	190,65	191,35	1,18	1,75	0,58
5δ	--	--	-6,00	-6,00	0,00
5γ	--	--	-6,00	-6,00	0,00
5β	--	--	-6,00	-6,00	0,00
5α	--	--	-4,05	-2,89	1,16
4	--	193,35	-1,37	-0,73	0,64
3	193,35	193,70	-2,54	-1,04	1,49
2b	193,70	--	0,85	0,99	0,14
2a	--	--	-2,02	-2,02	0,00
1f	--	--	-3,58	-3,57	0,01
1e	--	--	-3,00	-3,00	0,00
1d	--	--	-3,00	-3,00	0,00
1c	--	--	-3,00	-3,00	0,00
1b	--	--	-3,00	-3,00	0,00
1a	--	194,86	-3,75	-3,75	0,00

Figuur 2: Overzicht ligging dijkvakken 1 t/m 7

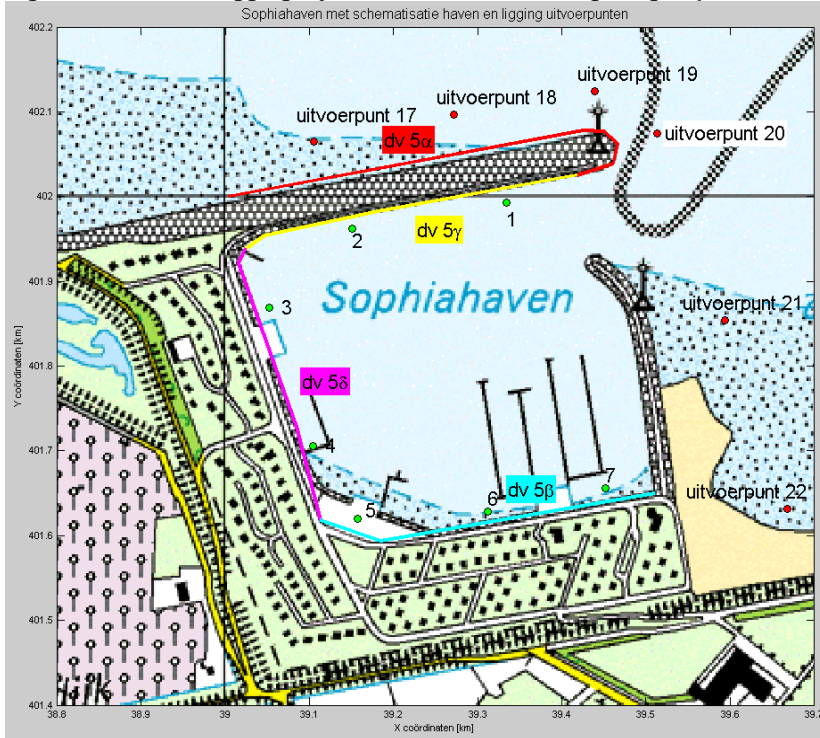


Let op: Dijkvak 1 uit Figuur 2 wordt niet in dit advies beschouwd, vanwege de mogelijke versterking van de dammen van de Jacobahaven. Daarom zijn voor de omgeving van de Jacobahaven nieuwe dijkvakken gecreëerd, genaamd 1a t/m 1f en de begrenzing van dijkvak 2a is gewijzigd. De ligging van deze dijkvakken is weergegeven in Figuur 3. Eveneens worden de dijkvakken 5a en 5b uit Figuur 2 niet in dit advies beschouwd, vanwege de mogelijke versterking van de dammen van de Sophiahaven. Daarom zijn voor de omgeving van de Sophiahaven nieuwe dijkvakken gecreëerd, genaamd 5a t/m 5f. De ligging van deze dijkvakken is weergegeven in Figuur 4.

Figuur 3: Overzicht ligging dijkvakken 1a t/m 2b in omgeving Jacobahaven



Figuur 4: Overzicht ligging dijkvakken 5a t/m 5δ in omgeving Sophiahaven



Bijlagen 1: Aanpak en resultaten detailadvies

1 Ligging dijkvakken

Dit detailadvies heeft betrekking op de dijkvakken 1a t/m 7 (zie Figuur 2, 3 en 4). De dijkvakken liggen op Noord-Beveland (westzijde van de Oosterschelde), vlakbij de Oosterscheldekering. Het ontwerptraject loopt van dijkkilometer 190.50 tot 194.86. Dijkkilometer 190.50 ligt in dijkvak 7 en dijkkilometer 194.86 is de grens van dijkvak 1a. Dit advies beslaat traject dijkkilometer 190.05 tot 194.86 en komt dus overeen met een iets ruimer traject.

Dit detailadvies is een tweede herziening van het oorspronkelijke detailadvies Maria-, Anna Friso en Jacobapolder, inclusief Sophiahaven en Roompot [ref 8]. In het oorspronkelijke detailadvies is bij bepaling van de maatgevende golfcondities gebruik gemaakt van de drie klassieke belastingfuncties (Z1, Z2, Z3) [ref 5 en 6] en de correctiefactoren uit een studie van WL uit 2005 [ref 22]. In de eerdere herziening [ref 23] zijn aanpassingen doorgevoerd t.g.v. nieuwe belastingfuncties [ref 19] en aangescherpte correctiefactoren [ref 4]. In de voorliggende (tweede) revisie zijn de maatgevende golfcondities opnieuw bepaald met (opnieuw) aangescherpte correctiefactoren [ref 24]. Deze correctiefactoren zijn bepaald op basis van hindcasts op de Oosterschelde, alwaar in voorgaande revisie [ref 23] de correctiefactoren zijn bepaald op basis van hindcasts op de Westerschelde [ref 4]. De waarden in dit detailadvies vervangen de vorige afgegeven waarden.

Er is een overlap met het detailadvies 'Vlietepolder, Thoornpolder' [ref 9], waarin de dijkvakken 6 t/m 12 zijn beschouwd. De randvoorwaarden van de overlap (dijkvakken 6 en 7) zijn niet gelijk aan dit advies, doordat deze met andere belastingfuncties [ref 19] en met aangescherpte correcties [ref 24] zijn bepaald. De randvoorwaarden in het voorliggende detailadvies voor de dijkvakken 6 en 7 vervangen de waarden uit het voorgaande advies [ref 9]. Daarnaast is er een overlap met het advies 'Update Maria-, Anna Friso en Jacobapolder inclusief Sophiahaven en Roompot, ECO-beach' [ref 10]. De randvoorwaarden van de overlappende delen zijn niet gelijk aan dit advies, doordat deze met aangescherpte correcties [ref 24] zijn bepaald. De randvoorwaarden in het voorliggende detailadvies vervangen de waarden uit het voorgaande advies [ref 10].

Voor de omgeving van de Jacobahaven zijn nieuwe dijkvakken en dijkvakgrenzen gecreëerd ten opzichte van de ligging van de dijkvakken, zoals aangegeven in Figuur 2. De nieuwe dijkvakken worden dijkvak 1a t/m dijkvak 1f genoemd en vervangen dijkvak 1 uit het voorgaande advies [ref 23]. De ligging van deze nieuwe dijkvakken is weergegeven in Figuur 3. Daarnaast is de begrenzing van dijkvak 2a gewijzigd. Bij berekening van de golfcondities van de dijkvakken is aangenomen dat de oostelijke dam bestand wordt gemaakt tegen maatgevende stormcondities. **De golfcondities van deze dijkvakken zijn dus alleen te gebruiken indien de voorliggende oostelijke dam bestand wordt gemaakt tegen de 1/4000 jr golfcondities.** Dit geldt alleen voor de dijkvakken 1b t/m 1e (in de haven) en dijkvak 2a, omdat alleen de golfcondities van deze dijkvakken een golfreducerend effect ondervinden van deze dam.

De golfcondities van dijkvak 2a zijn bepaald met het golfmodel SWAN, waarbij een nieuw uitvoerpunt (X= 37445, Y= 402564) is gecreëerd (zie Figuur 3).

De dammen die de Sophiahaven beschermen worden mogelijk onderdeel gemaakt van de primaire waterkering. In dit advies is er vanuit gegaan dat alleen de noordelijke dam van de Sophiahaven bestand worden gemaakt tegen 1/4000^e golfcondities, de oostelijke dam wordt als "verloren" beschouwd. De noordelijke dam beschermt vooral de bebouwing en de boten in de haven. De oostelijke dam heeft hetzelfde doel (echter in minder mate). Voor de omgeving van de Sophiahaven zijn nieuwe dijkvakken en dijkvakgrenzen gedefinieerd ten opzichte van de ligging van de dijkvakken, zoals aangegeven in Figuur 2. Deze nieuwe dijkvakken worden de dijkvakken 5a t/m

5δ genoemd, waarvan de ligging is weergegeven in Figuur 3. De dijkvakken 5a en 5b uit Figuur 2 worden niet in dit advies beschouwd. Dijkvak 5α heeft betrekking op de buitenzijde en kop van de noordelijke dam, waarbij de golfcondities zijn bepaald op basis van de uitvoerpunten 17 t/m 20 (zie Figuur 4 voor de ligging van de uitvoerpunten). Voor het dijkgedeelte tussen dijkvak 5β en dijkvak 6 moeten de golfcondities van dijkvak 6 gebruikt worden.

De golfcondities van de dijkvakken 5β t/m 5δ zijn berekend met behulp van de spreadsheet "Rekeninstrument -Golfbelasting in Havens - v2.0.xls" volgens de handleiding van het RIKZ [ref 14]. Daarbij zijn de golfcondities van uitvoerpunt 20 (zie Figuur 3) doorvertaald naar golfcondities in de haven, waarbij het golfreducerende effect van de noordelijke dam is meegenomen en de oostelijke gelegen dam als "verloren" is beschouwd. **Deze golfcondities zijn daarom alleen te gebruiken indien de voorliggende noordelijke dam bestand worden gemaakt tegen 1/4000 jr golfcondities.** De berekening van deze golfcondities is beschreven in Bijlage 2.

Let op: De golfcondities voor de dijkvakken 5β t/m 5δ zijn bepaald m.b.v. de klassieke belastingfuncties [ref 5 en 6] en niet met de nieuwe belastingfuncties [ref 19]. De verschillen die hierdoor ontstaan voor de golfcondities in de haven worden echter klein verondersteld (zie paragraaf 2, Bijlage 2). De randvoorwaarden zijn niet gecorrigeerd met de aangescherpte correctiewaarden [ref 24], maar met de correctiewaarden uit [ref 22]. Er wordt echter vanuit gegaan dat de berekende randvoorwaarden voldoende robuust zijn (zie bijlage 2). Zie voor een onderbouwing van deze keuze bijlage 2.

Dijkvak 5γ betreft de binnenzijde van de noordelijke dam. De dijkvakken 5β en 5δ betreffen dijkgedeeltes in de haven, aan de rand van de kade. De ligging van de dijkvakken in en rond de Sophiahaven zijn weergegeven in Figuur 4.

De bodemligging van de dijkvakken in de haven (dijkvak 5β t/m 5δ) is gebaseerd op lodingen van het Waterschap (Bron: R. Derksen, Waterschap Zeeuwse Eilanden) en mondelinge communicatie met de havenbeheerder (dhr. Oostdijk). Omdat de beschikbare lodingen circa 15 jaar oud zijn wordt aangeraden de bodemligging tijdens het ontwerp te controleren. Indien de werkelijke bodem lager ligt dan de aangehouden bodem dient contact te worden opgenomen met de adviesschrijver.

2 Situatiebeschrijving

Langs het traject zijn enkele bijzondere objecten te onderscheiden, die in Figuur 1 zijn weergegeven (van west naar noord):

- Jacobahaven: Direct ten oosten van de Oosterscheldekering ligt de Jacobahaven met twee havendammen, welke hier de noordelijke en oostelijke dam worden genoemd. De noordelijk gelegen dam is een relatief lage dam van 35 meter breed en bestaat uit losse breuksteen. De kruin van deze dam ligt op NAP+0m tot NAP+0,5m. De oostelijke dam bestaat uit een plateau van circa 100 meter breed met een hoogte van ca. NAP+5,0m. In dit advies is er vanuit gegaan dat de oostelijke dam bestand worden gemaakt tegen 1/4000^{ste} golfcondities. De noordelijke dam wordt niet versterkt, maar omdat het niet aannemelijk is dat deze tijdens een storm in zijn geheel afslaat is in overleg met het waterschap besloten bij bepaling van de golfcondities in de haven er vanuit te gaan dat deze dam niet verder af zal slaan dan NAP (zie ref 25)
- Strekdam: Tussen dijkvak 3 en 4 bevindt zich een strekdam. Omdat deze niet gedimensioneerd is op een maatgevende storm, is deze bij de berekening van de golfcondities als "verloren" beschouwd.
- Sophiahaven: De Sophiahaven wordt beschermd door een tweetal havendammen. In dit advies is er vanuit gegaan dat de noordelijke dam bestand worden gemaakt tegen 1/4000^{ste} golfcondities en de oostelijke dam niet. Daarom is alleen het golfreducerende effect van de noordelijke dam bij berekening van de golfcondities van de dijkvakken 5β t/m 5δ

meegenomen. De berekening van deze golfcondities is beschreven in Bijlage 2.

- Strand Roompot: Ter plaatse van de Roompot (dijkvakken 6 en 7) bevindt zich een duin en een strand voor de achterliggende harde waterkering. Reductie van de golfcondities door het voorliggende strand is wel meegenomen in berekening van de golfcondities, reductie van de golfbelasting ten gevolge van het aanwezige duingebied is niet meegenomen. De golfcondities van de dijkvakken 6 en 7 gelden voor steenbekledingen voor een situatie zonder duinen. Voor dit gebied zijn eveneens indicatieve duinafslagberekeningen uitgevoerd, waarvan de aannames en conclusies in Bijlage 3 beschreven zijn [ref 16].

3 Golfcondities

De dijkvakken in het beschouwde traject worden bij de waterstanden NAP+0m, +2m en +3m het zwaarst belast door golven uit (noord-) westelijke windrichtingen, namelijk tussen de 270 en 330 graden (zie tabellen 5.1 t/m 5.4). De kering is bij deze waterstanden immers open. Uitzondering hierop zijn in enkele gevallen de dijkvakken 1a, 1b, 1c, 2a en 6 alwaar de windrichtingen 360 of 60 maatgevend zijn. Over het algemeen betreffen dit dijkvakken welke beschut liggen voor golven uit (noord-) westelijke windrichtingen.

Bij de waterstand NAP+4m worden alle dijkvakken het zwaarst belast door golven uit (noord-) oostelijke windrichtingen, namelijk tussen de 360 en 60 graden (zie tabellen 5.1 t/m 5.4). Dit wordt veroorzaakt doordat bij deze waterstand de Oosterscheldekering gesloten is, waardoor lokaal opgewekte golven maatgevend worden. Door het sluiten van de kering zijn de golfcondities bij een waterstand van NAP +4m aanzienlijk lager dan bij een waterstand van NAP +3m voor alle dijkvakken, met uitzondering van de dijkvakken 1a, 1b en 6.

In de Figuren 5 en 6 is het met SWAN berekende golfveld (zonder modelcorrecties) weergegeven voor de windrichtingen 300° en 60°, bij een waterstand van NAP +2m en +4m. De windrichting 300° is in veel gevallen maatgevend bij de waterstanden NAP +0m t/m +3m en de windrichting 60° bij een waterstand van NAP +4m. In de eerste figuur is het dijktraject met rood aangegeven. Duidelijk is te zien dat bij een waterstand van NAP +2m de golfcondities (zowel H_s als T_{pm}) bij een windrichting van 300° aanzienlijk hoger zijn dan bij een windrichting van 60°. Bij een waterstand van NAP +4m zijn echter de golfcondities juist hoger bij een windrichting van 60° ten opzichte van 300°. In een aantal situaties is de hoek van golfinval vrij groot, en in enkele gevallen zijn (vrijwel) aflandige windrichtingen maatgevend (bijvoorbeeld dijkvak 5 α , bij waterstand van NAP+0m tot NAP+3m voor alle belastinggevallen). De betreffende situaties blijken echter fysisch realistisch te zijn en zijn daarom niet uitgesloten.

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 memo "Afleiding correctiewaarden Oosterschelde" [ref 24] 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.

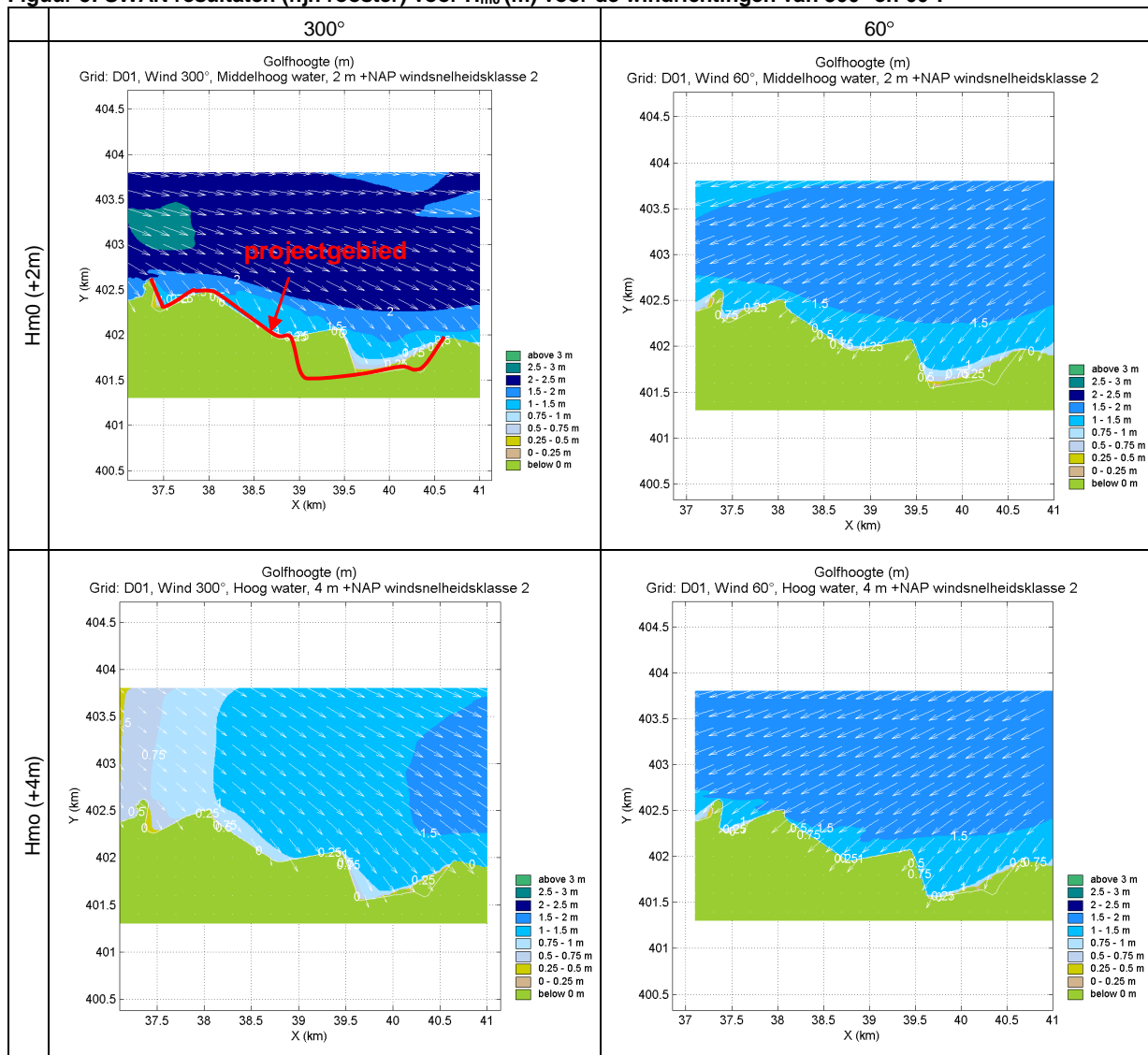
De golfcondities zijn over het algemeen geheel gebaseerd op SWAN-berekeningen. Uitzondering hierop zijn de golfcondities van de dijkvakken 1a t/m 1f en de golfcondities voor de dijkvakken 5 β t/m 5 δ :

- Voor de dijkvakken 1a t/ 1f zijn de golfcondities bepaald met HARES (zie ref 25). De golfcondities op de modelrand van het HARES-model zijn echter gebaseerd op SWAN-berekeningen, inclusief de aangescherpte correctiefactoren [ref 24]. Ten behoeve van dijkvak 2a is een nieuw SWAN-uitvoerpunt gecreëerd, omdat vanwege verlegging van de dijkvakgrenzen van dijkvak 2a de bestaande SWAN-uitvoerpunten niet representatief meer zijn

voor de golfcondities van dit dijkvak. De coördinaten van het nieuwe uitvoerpunt zijn $X= 37445$ en $Y= 402564$ (zie Figuur 3).

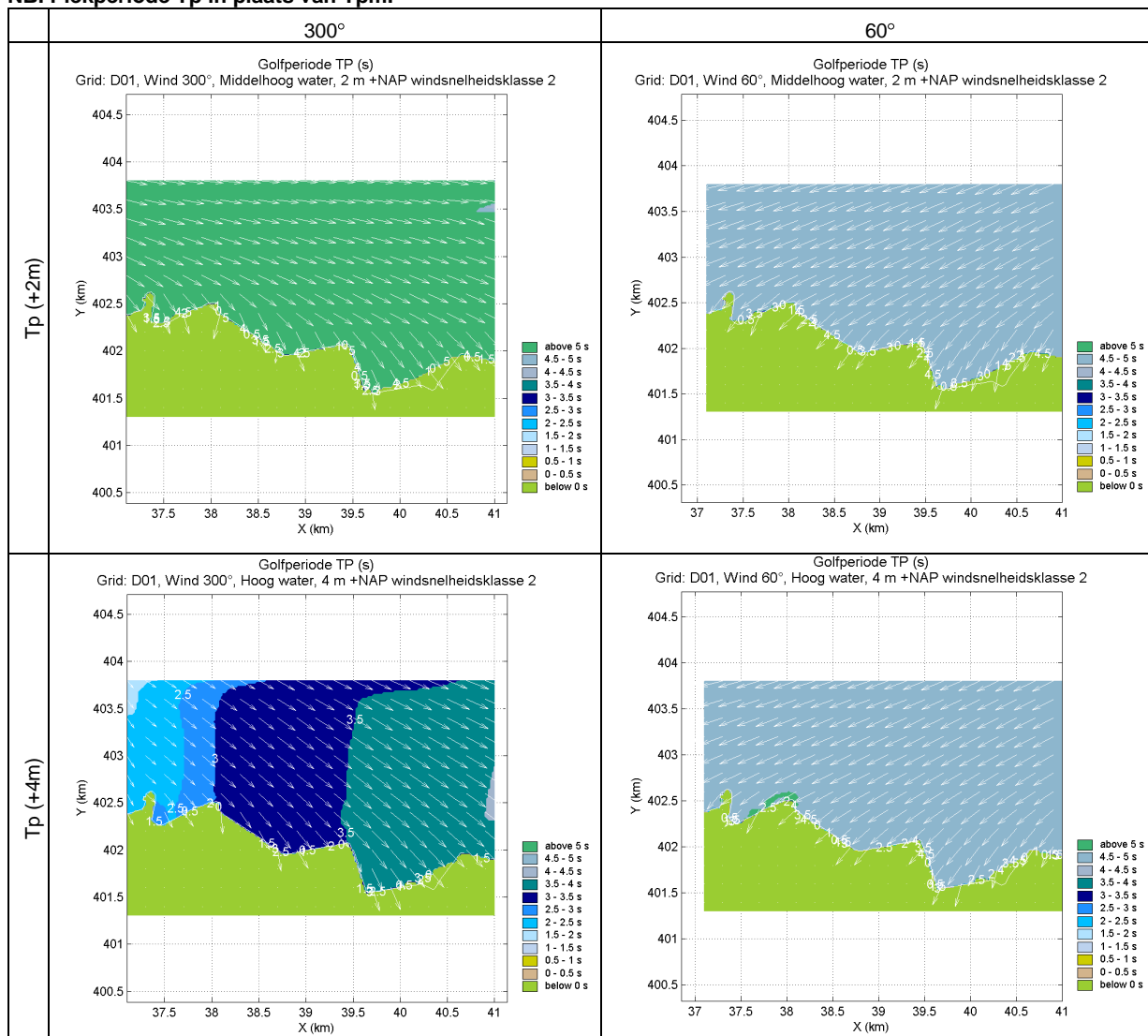
- De golfcondities van de dijkvakken 5β t/m 5δ zijn berekend met behulp van de spreadsheet "Rekeninstrument -Golfbelasting in Havens - v2-0.xls" volgens de handleiding van het RIKZ [ref 14], de zogenaamde VTV-methode (zie bijlage 2). Daarbij worden de golfcondities in de monding van de haven doorvertaald naar de dijkvakken in de haven. De golfcondities in de monding van de haven zijn echter weer gebaseerd op de genoemde SWAN-berekeningen.

Figuur 5: SWAN resultaten (fijn rooster) voor H_{m0} (m) voor de windrichtingen van 300° en 60°.



Figuur 6: SWAN resultaten (fijn rooster) voor T_p voor de windrichtingen van 300° en 60°.

NB. Piekperiode T_p in plaats van T_{pm} .



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 19].

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 1, 2a, 4 en 5a in het ontwerp steiler is dan 1:3,0 of flauwer dan 1:4,5 of de F-waarde is niet gelijk aan 6 kunnen de maatgevende golfcondities afwijken. Het geldigheidsbereik voor de andere dijkvakken is een taludhelling van 1:3,2 tot 1:4,2 voor dijkvak 2b, 1:3,2 tot 1:4,5 voor dijkvak

3, 1:3,0 tot 1:3,5 voor de dijkvakken 4 en 6 en 1:3,2 tot 1:3,6 voor dijkvak 7. 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 19]. Daarom moeten golfcondities waarvoor geldt $\xi_{op} > 2$ (bij de aanwezigheid van een hoog voorland) aangepast worden [ref 19], zodat geldt $\xi_{op} = 2$. Voor de dijkvakken 1b t/m 1e, 2a, 2b, 3, 6 en 7 is bij enkele waterstanden $\xi_{op} > 2$. Bij deze dijkvakken wordt het voorland aangemerkt als een ondiep voorland. Daarom zijn de golfcondities (de golfperiode T_{pm}) voor deze situaties naar beneden bijgesteld, welke waarden met een rode arcering zijn aangegeven in Tabel 2 en Tabel 5.2.

Voor de meeste dijkvakken is de golfhoogte en/of golfperiode bij NAP +3m hoger dan bij NAP +4m (zie oranje arcering en deels rode arcering in de Tabellen 5.1 t/m 5.4 en Tabel 2). Dit komt omdat bij NAP +4m de Oosterscheldekering is gesloten, waardoor er (vrijwel) geen golfenergie bij westelijke winden vanaf de Noordzee via de kering de Oosterschelde bereikt. Daarnaast is bij dijkvak 7 bij de maatgevende golfcondities voor (gekatelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen (Tabel 5.1) de golfperiode hoger bij een waterstand van NAP +0m i.v.m. NAP +2m (oranje gearceerd). Dit wordt veroorzaakt doordat bij een hogere waterstand een andere windrichting maatgevend wordt.

Opvallend is dat de waterdiepte bij dijkvak 5a afneemt bij NAP +3m ten opzichte van NAP +2m (zie Tabel 5.2 t/m 5.4). Dit wordt veroorzaakt doordat een ander uitvoerpunt maatgevend wordt, alwaar de bodem hoger ligt, maar de maatgevende golfcondities hoger zijn.

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

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerig (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
7	190,05	190,65	0,73	1,63	1,83	1,54	6,62	6,31	6,75	4,87	1,1	3,1	4,1	5,1	270	285	285	360
6	190,65	191,35	-	0,49	0,90	1,24	-	7,06	7,32	4,88	-	0,8	1,8	2,8	-	285	285	360
5a	--	--	1,37	1,70	1,82	1,58	5,79	6,29	6,76	5,42	4,2	6,2	5,2	5,4	285	285	285	60
4	--	193,35	0,97	1,86	2,17	1,72	6,32	6,58	6,96	5,50	1,7	3,7	4,7	5,7	285	300	300	60
3	193,35	193,70	1,23	1,98	2,23	1,74	6,36	7,07	7,60	5,50	2,1	4,1	5,1	6,2	300	300	300	60
2b	193,70	--	-	0,76	1,42	1,16	-	7,79	8,18	5,45	-	0,9	1,9	2,9	-	300	300	60
2a	--	--	0,99	1,75	2,01	1,44	7,01	7,16	7,16	6,38	2,0	4,0	5,0	6,0	315	300	300	90
1f	--	--	1,40	1,90	2,12	1,47	6,38	7,16	7,16	6,38	3,6	5,6	6,6	7,6	300	300	300	90
1e	--	--	0,91	1,06	1,33	1,03	6,38	7,16	7,16	6,38	3,0	5,0	6,0	7,0	330	330	330	90
1d	--	--	1,04	1,36	1,47	1,10	6,38	7,16	7,16	6,38	3,0	5,0	6,0	7,0	330	330	330	90
1c	--	--	0,74	1,06	1,33	1,03	5,69	7,16	7,16	6,38	3,0	5,0	6,0	7,0	60	330	330	90
1b	--	--	0,74	0,90	1,07	1,36	5,69	5,69	5,69	6,38	3,0	5,0	6,0	7,0	60	60	60	90
1a	--	194,86	1,07	1,27	1,34	1,48	6,38	7,16	7,16	5,69	3,8	5,8	6,8	7,8	330	330	330	60

Tabel 5.2 Maatgevende golfcondities voor betonzulen

Dijk- vak no.	Dijk kilometering (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
7	190,05	190,65	0,75	1,68	1,93	1,54	4,85	6,08	6,34	4,87	1,1	3,1	4,1	5,1	330	300	300	360
6	190,65	191,35	-	0,52	0,95	1,24	-	4,04	5,46	4,88	-	0,8	1,8	2,8	-	360	330	360
5α	--	--	1,46	1,81	1,89	1,58	5,44	5,84	6,40	5,42	4,2	6,2	5,2	5,4	300	300	300	60
4	--	193,35	0,98	1,86	2,17	1,72	5,33	6,58	6,96	5,50	1,7	3,7	4,7	5,7	315	300	300	60
3	193,35	193,70	1,23	1,98	2,23	1,74	6,22	7,07	7,60	5,50	2,1	4,1	5,1	6,2	300	300	300	60
2b	193,70	--	-	0,72	1,42	1,16	-	4,76	6,68	5,45	-	1,2	1,9	2,9	-	60	300	60
2a	--	--	0,98	1,75	2,01	1,58	5,55	7,16	7,16	5,69	2,0	4,0	5,0	6,0	60	300	300	60
1f	--	--	1,40	1,90	2,12	1,62	6,38	7,16	7,16	5,69	3,6	5,6	6,6	7,6	300	300	300	60
1e	--	--	0,91	1,06	1,33	1,15	5,35	5,77	6,46	5,69	3,0	5,0	6,0	7,0	330	330	330	60
1d	--	--	1,04	1,36	1,47	1,13	5,71	6,54	6,79	5,69	3,0	5,0	6,0	7,0	330	330	330	60
1c	--	--	0,74	1,06	1,33	1,15	4,82	5,77	6,46	5,69	3,0	5,0	6,0	7,0	60	330	330	60
1b	--	--	0,74	0,90	1,07	1,36	4,82	5,32	5,69	6,38	3,0	5,0	6,0	7,0	60	60	60	90
1a	--	194,86	1,09	1,30	1,40	1,48	5,69	5,69	5,69	5,69	3,8	5,8	6,8	7,8	60	60	60	60

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

Dijk- vak no.	Dijk kilometering (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
7	190,05	190,65	0,75	1,68	1,93	1,54	5,29	6,08	6,34	4,87	1,1	3,1	4,1	5,1	315	300	300	360
6	190,65	191,35	-	0,53	0,95	1,24	-	5,04	5,79	4,88	-	0,8	1,8	2,8	-	60	315	360
5α	--	--	1,46	1,81	1,93	1,59	5,44	5,84	5,98	5,30	4,2	6,2	7,2	8,2	300	300	300	60
4	--	193,35	0,98	1,86	2,17	1,72	6,22	6,58	6,96	5,50	1,7	3,7	4,7	5,7	300	300	300	60
3	193,35	193,70	1,23	1,98	2,28	1,74	6,36	6,46	6,89	5,50	2,1	4,2	5,2	6,2	300	300	300	60
2b	193,70	--	-	0,76	1,42	1,16	-	7,79	8,18	5,45	-	0,9	1,9	2,9	-	300	300	60
2a	--	--	0,99	1,75	2,01	1,58	7,01	7,16	7,16	5,69	2,0	4,0	5,0	6,0	315	300	300	60
1f	--	--	1,40	1,90	2,12	1,47	6,38	7,16	7,16	6,38	3,6	5,6	6,6	7,6	300	300	300	90
1e	--	--	0,91	1,06	1,33	1,15	6,38	7,16	7,16	5,69	3,0	5,0	6,0	7,0	330	330	330	60
1d	--	--	1,04	1,36	1,47	1,13	6,38	7,16	7,16	5,69	3,0	5,0	6,0	7,0	330	330	330	60
1c	--	--	0,74	1,06	1,33	1,15	5,69	7,16	7,16	5,69	3,0	5,0	6,0	7,0	60	330	330	60
1b	--	--	0,74	0,90	1,09	1,36	5,69	5,69	5,34	6,38	3,0	5,0	6,0	7,0	60	60	30	90
1a	--	194,86	1,09	1,30	1,40	1,48	5,69	5,69	5,69	5,69	3,8	5,8	6,8	7,8	60	60	60	60

Tabel 5.4 Maatgevende golfcondities voor losse breuksteen kreukelberm

Dijk- vak no.	Dijk kilometering (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
7	190,05	190,65	0,73	1,68	1,93	1,54	6,62	6,08	6,34	4,87	1,1	3,1	4,1	5,1	270	300	300	360
6	190,65	191,35	-	0,49	0,90	1,24	-	7,06	7,32	4,88	-	0,8	1,8	2,8	-	285	285	360
5α	--	--	1,46	1,81	1,89	1,58	5,44	5,84	6,40	5,42	4,2	6,2	5,2	5,4	300	300	300	60
4	--	193,35	0,98	1,86	2,17	1,72	6,22	6,58	6,96	5,50	1,7	3,7	4,7	5,7	300	300	300	60
3	193,35	193,70	1,23	1,98	2,23	1,74	6,36	7,07	7,60	5,50	2,1	4,1	5,1	6,2	300	300	300	60
2b	193,70	--	-	0,76	1,42	1,16	-	7,79	8,18	5,45	-	0,9	1,9	2,9	-	300	300	60
2a	--	--	0,99	1,75	2,01	1,58	7,01	7,16	7,16	5,69	2,0	4,0	5,0	6,0	315	300	300	60
1f	--	--	1,40	1,90	2,12	1,62	6,38	7,16	7,16	5,69	3,6	5,6	6,6	7,6	300	300	300	60
1e	--	--	0,91	1,06	1,33	1,15	6,38	7,16	7,16	5,69	3,0	5,0	6,0	7,0	330	330	330	60
1d	--	--	1,04	1,36	1,47	1,10	6,38	7,16	7,16	6,38	3,0	5,0	6,0	7,0	330	330	330	90
1c	--	--	0,74	1,06	1,33	1,15	5,69	7,16	7,16	5,69	3,0	5,0	6,0	7,0	60	330	330	60
1b	--	--	0,74	0,90	1,07	1,36	5,69	5,69	5,69	6,38	3,0	5,0	6,0	7,0	60	60	60	90
1a	--	194,86	1,07	1,27	1,34	1,48	6,38	7,16	7,16	5,69	3,8	5,8	6,8	7,8	330	330	330	60

4 Waterstanden

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

Tabel 6: Waterstanden en ontwerppeilen

Dijk- vak no.	Poldernaam	Ontwerppeil [m] tov NAP	GHW [m] tov NAP	GLW [m] tov. NAP	Springtij		Doottij	
					HW [m] tov NAP	LW [m] tov. NAP	HW [m] tov NAP	LW [m] tov. NAP
7	(voorland duintjes) inlaag Thoornpolder	3,5	1,35	-1,25	1,55	-1,25	1,10	-1,10
6	(voorland duintjes) Mariapolder	3,5	1,35	-1,25	1,55	-1,25	1,10	-1,10
5δ	Sofiahaven	3,5	1,35	-1,25	1,55	-1,25	1,10	-1,10
5γ	Sofiahaven	3,5	1,35	-1,25	1,55	-1,25	1,10	-1,10
5β	Sofiahaven	3,5	1,35	-1,25	1,55	-1,25	1,10	-1,10
5α	Noordelijke dam Sophiahaven	3,5	1,35	-1,25	1,55	-1,25	1,10	-1,10
4	inlaag	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
3	Anna Frisopolder	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
2b	havenplateau Rippolder	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
2a	oostelijke zijde dam Jacobahaven	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
1f	kop dam Jacobahaven	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
1e	damwand Jacobahaven	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
1d	Jacobahaven	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
1c	Jacobahaven	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
1b	Jacobahaven	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
1a	kering tot Jacobahaven	3,5	1,35	-1,20	1,50	-1,25	1,10	-1,10

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 +1,18m (dijkvak 6) tot NAP -6,00m (dijkvakken 5β t/m 5δ). Voor de dijkvakken 2b, 6 en 7 ligt een strand, waardoor bij deze dijkvakken de representatieve bodemligging aanzienlijk hoger is dan de andere dijkvakken (zie Figuur 7).

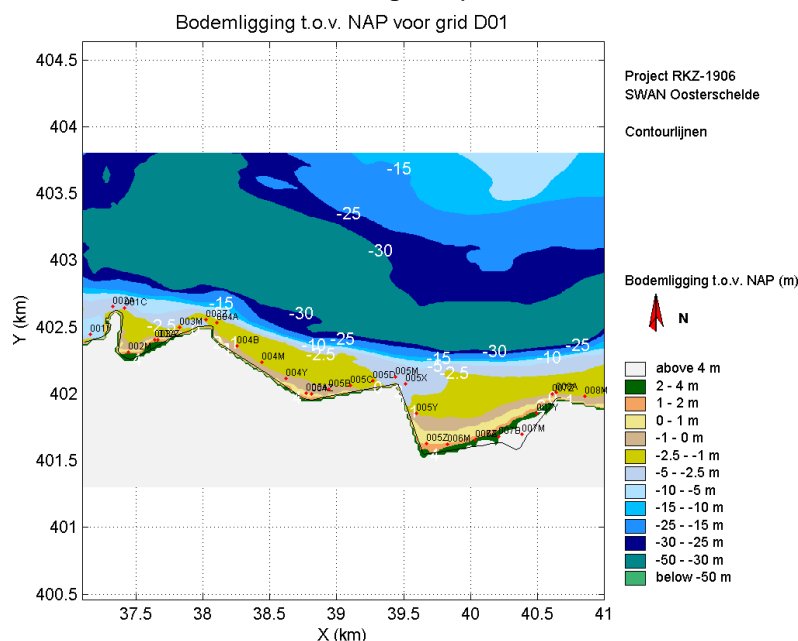
De representatieve bodemligging van dijkvak 7 is aangepast ten opzichte van het voorgaande advies [ref 23]. De golfcondities en de representatieve bodemligging van dit dijkvak zijn in het voorgaande advies gebaseerd op de uitvoerpunten 007A, 007B, 007Y en 007Z (zie Figuur 1). De bodemligging van de uitvoerpunt 007Z is echter veel lager dan de andere uitvoerpunten (NAP - 1,1m ten opzichte van NAP +2,5m tot NAP +3,9m). Om de representatieve bodemligging beter aan te laten sluiten op de maatgevende golfcondities van dit dijkvak (uitvoerpunt 007Z is maatgevend) is deze bodemligging gebaseerd op alleen uitvoerpunt 007Z in plaats van alle vier de uitvoerpunten. Door het grote verschil in bodemligging en daardoor ook in golfcondities binnen dit dijkvak, zal opsplitsing van dit dijkvak voor het (zuid-)westelijke gedeelte van dit dijkvak in lagere golfcondities resulteren. In overleg met het projectbureau Zeeweringen heeft deze opsplitsing (vooralnog) niet plaatsgevonden in dit advies.

Voor de bodemligging van de dijkvakken 5β t/m 5δ (dijkvakken in de Sophiahaven) is voor alle dijkvakken dezelfde bodemligging aangehouden. De bodemligging van deze dijkvakken is gebaseerd op lodingen van het Waterschap (Bron: R. Derksen, Waterschap Zeeuwse Eilanden) en mondelinge communicatie met de havenbeheerder (dhr. Oostdijk). Omdat de beschikbare lodingen circa 15 jaar oud zijn wordt aangeraden de bodemligging tijdens het ontwerp te controleren. Indien de werkelijke bodem lager ligt dan de aangehouden bodem dient contact te worden opgenomen met de adviesschrijver.

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			
7	190,05	190,65	-1,13	-1,13	0,00
6	190,65	191,35	1,18	1,75	0,58
5δ	--	--	-6,00	-6,00	0,00
5γ	--	--	-6,00	-6,00	0,00
5β	--	--	-6,00	-6,00	0,00
5α	--	--	-4,05	-2,89	1,16
4	--	193,35	-1,37	-0,73	0,64
3	193,35	193,70	-2,54	-1,04	1,49
2b	193,70	--	0,85	0,99	0,14
2a	--	--	-2,02	-2,02	0,00
1f	--	--	-3,58	-3,57	0,01
1e	--	--	-3,00	-3,00	0,00
1d	--	--	-3,00	-3,00	0,00
1c	--	--	-3,00	-3,00	0,00
1b	--	--	-3,00	-3,00	0,00
1a	--	194,86	-3,75	-3,75	0,00

Figuur 7: Bodemligging rond dijktraject (de bodemligging in de haven is niet weergegeven, omdat de haven geen deel uitmaakte van het SWAN rekengebied)



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. De waarden van de dijkvakken 5β t/m 5δ zijn niet in deze tabellen opgenomen, omdat deze golfcondities niet zijn bepaald o.b.v. de belastingfunctie voor losse breuksteen.

Bij de dijkvakken 1d, 1e en 3 bij de waterstand van NAP -2m en bij dijkvak 4 en 7 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. De betreffende waarden zijn met grijs gearceerd. 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. 17]. In Tabel 8 en 9 zijn deze situaties waarbij de golfcondities gewijzigd zijn om voorgaande reden blauw gearceerd.

In Tabel 9 is voor de maatgevende golfcondities voor losse breuksteen gecontroleerd of de voorwaarde $H_s/L_0=0.06$ wordt overschreden bij de waterstanden NAP -1m en NAP -2m. Daarbij staan in de vierde en vijfde kolom de al dan niet gecorrigeerde waarden van H_s uit Tabel 8. In geen enkel geval blijkt deze voorwaarde overschreden te worden.

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
7	190,05	190,65	-	0,26	-	0,13	-	1,96	-	0,25
6	190,65	191,35	-	-	-	-	-	-	-	-
5α	--	--	1,11	1,29	2,05	3,05	0,54	0,42	1,11	1,29
4	--	193,35	0,10	0,54	-	0,37	-	1,46	-	0,26
3	193,35	193,70	0,48	0,86	0,54	1,54	0,89	0,56	0,38	0,86
2b	193,70	--	-	-	-	-	-	-	-	-
2a	--	--	0,23	0,61	0,02	1,02	11,50	0,60	0,25	0,61
1f	--	--	0,90	1,15	1,58	2,58	0,57	0,45	0,90	1,15
1e	--	--	0,76	0,84	1,00	2,00	0,76	0,42	0,70	0,84
1d	--	--	0,72	0,88	1,00	2,00	0,72	0,44	0,70	0,88
1c	--	--	0,42	0,58	1,00	2,00	0,42	0,29	0,42	0,58
1b	--	--	0,58	0,66	1,00	2,00	0,58	0,33	0,58	0,66
1a	--	194,86	0,86	0,96	1,75	2,75	0,49	0,35	0,86	0,96

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

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerings (km)		Hs [m]		Tpm [s]		L0 [m]		Hs/L0 [-]		Aan te houden Hs [m]	
	van	tot	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
7	190,05	190,65	-	0,25	-	6,62	-	68,4	-	0,004	-	0,25
6	190,65	191,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5α	--	--	1,11	1,29	5,04	5,24	39,6	42,8	0,028	0,030	1,11	1,29
4	--	193,35	-	0,26	-	6,04	-	56,9	-	0,005	-	0,26
3	193,35	193,70	0,38	0,86	5,65	6,01	49,8	56,3	0,008	0,015	0,38	0,86
2b	193,70	--	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2a	--	--	0,25	0,61	6,86	6,94	73,4	75,0	0,000	0,008	0,25	0,61
1f	--	--	0,90	1,15	5,60	5,99	48,9	56,0	0,018	0,021	0,90	1,15
1e	--	--	0,70	0,84	5,60	5,99	48,9	56,0	0,014	0,015	0,70	0,84
1d	--	--	0,70	0,88	5,60	5,99	48,9	56,0	0,014	0,016	0,70	0,88
1c	--	--	0,42	0,58	4,22	4,96	27,8	38,3	0,015	0,015	0,42	0,58
1b	--	--	0,58	0,66	5,69	5,69	50,5	50,5	0,011	0,013	0,58	0,66
1a	--	194,86	0,86	0,96	5,60	5,99	48,9	56,0	0,018	0,017	0,86	0,96

6 Bodemprognose

De golfbrandvoorwaarden 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.

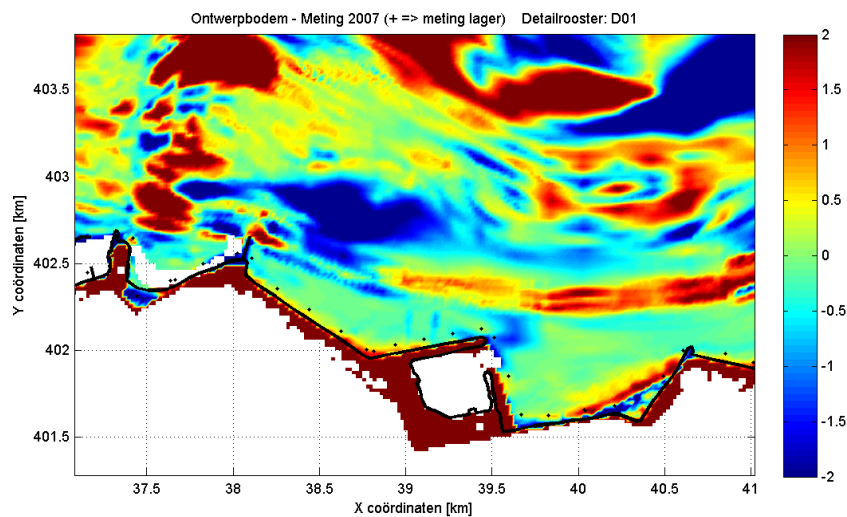
Recent is er op basis van de gemeten bodemligging van 1990, 2001 en 2007 een toekomstprognose gemaakt voor de ontwikkeling van de bodemligging van de Oosterschelde tot het jaar 2112 [ref 20]. De hieruit volgende bodemschematisatie voor het jaar 2062 wordt de "prognosebodem" genoemd. Uit deze toekomstprognose blijkt dat de ontwikkeling van de Oosterschelde op enkele locaties sneller gaat dan voorzien was in 1998.

De impact op de golfbrandvoorwaarden door de het gebruik van deze prognosebodem in plaats van de ontwerpbodem is bestudeerd in ref 20 en 21. Hieruit blijkt dat de golfbrandvoorwaarden op basis van de 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 21]. 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 8 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 8 blijkt dat op een aantal locaties en met name in de omgeving van de dijkvakken 6 en 7, de bodem die volgt uit metingen van 2007 lager ligt dan de ontwerpbodem. De bodemontwikkeling lijkt hier sneller te gaan dan in 1998 was voorzien en wij raden de ontwerper aan hier rekening mee te houden bij het ontwerp van de kreukelberm. Uit berekeningen op basis van de prognosebodem in vergelijking met de ontwerpbodem blijkt dat de totale golfbelasting Z1

voor dijkvak 5a licht toeneemt en voor de dijkvakken 6 en 7 redelijk toeneemt [tabel 7.1 uit ref 21]. Aangeraden wordt om voor deze dijkvakken enige robuustheid in het ontwerp in te bouwen.

Figuur 8: Verschil in ligging ontwerpbodemp minus bodemp die volgt uit meting 2007



Bijlagen 2: Berekening golfcondities Sophiahaven

1 Vraagstelling

Projectbureau Zeeweringen heeft in de planning om de bekleding van de Sophiahaven (deels) te vervangen door nieuwe bekleding. De Sophiahaven wordt afgeschermd door een tweetal havendammen. De kruin van de noordelijke gelegen dam ligt op circa NAP +6.0m en de kruin van de oostelijke dam loopt geleidelijk af van ca. NAP +3.0m tot ca. NAP +1.0m richting de kop van de dam. De noordelijke dam beschermt vooral de bebouwing en de boten in de haven. De oostelijke dam heeft hetzelfde doel (echter in minder mate).

In dit advies is er vanuit gegaan dat alleen de noordelijke bestand worden gemaakt tegen 1/4000^{ste} golfcondities en de oostelijke dam niet. Daarom is alleen het golfreducerende effect van de noordelijke dam bij berekening van de golfcondities meegenomen. Opgemerkt moet worden dat indien de oostelijke dam niet wordt versterkt, dat het oostelijke gelegen strand en duin bij Roompot versneld wordt wegslagen indien deze dam bezwijkt. Het projectbureau Zeeweringen overweegt om ook aan de binnenkant van de haven de bestaande bekledingen te versterken, en heeft daarom gevraagd om de golfcondities in de monding van de haven door te vertalen naar de binnenkant van de haven.

Deze golfcondities zijn alleen te gebruiken indien de voorliggende noordelijke dam bestand worden gemaakt tegen de 1/4000^{jr} golfcondities, de oostelijke dam behoeft echter niet te worden versterkt.

2 Verschil in golfcondities monding door nieuwe inzichten

Let op: De golfcondities in de haven, zoals beschreven in deze bijlage, zijn bepaald m.b.v. de klassieke belastingfuncties [ref 5 en 6] en niet met de nieuwe belastingfuncties [ref 19]. Daarnaast zijn de randvoorwaarden niet gecorrigeerd met de aangescherpte correctiewaarden [ref 24], maar met de correctiewaarden uit [ref 22].

Om te bekijken of de berekende randvoorwaarden in de Sophiahaven m.b.t de dijkvakken 5β t/m 5δ gebruikt kunnen worden bij het ontwerp zijn in deze paragraaf de verschillen bekeken voor de monding tussen: “de randvoorwaarden op basis van nieuwe belastingfuncties [ref 19] en de aangescherpte correctiewaarden [ref 24]” en anders “de randvoorwaarden op basis van klassieke belastingfuncties [ref 5 en 6] en de oude correctiewaarden [ref 22]”. In WindWater2010 zijn zowel de klassieke als de nieuwe belastingfuncties geprogrammeerd (zie Tabel 10), waardoor de golf randvoorwaarden op basis van beide sets gemakkelijk met elkaar vergeleken kunnen worden.

Tabel 10: Belastingfuncties

Klassieke belastingfuncties	
Z1	Hs:Tpm (veelal geldig voor betonzuilen)
Z2	Hs:Tpm*Tpm
Z3	Hs*Hs:Tpm (veelal geldig voor betonblokken en asfalt)
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 11.1 en 11.2 zijn de verschillen in golf randvoorwaarden voor de monding (uitvoerpunt 20) van de Sophiahaven gegeven voor een tweetal bekledingstypen, namelijk voor betonblokken en

betonzuilen. De nieuwe belastingfunctie voor betonblokken (Z4) is vergeleken met de klassieke belastingfunctie (Z3) die veelal geldig is voor betonblokken en de nieuwe belastingfunctie voor betonzuilen (Z5) met de klassieke belastingfunctie (Z1) die veelal geldig is voor betonzuilen. Positieve waarden komen overeen met een toename van de golfcondities op basis van de nieuwe belastingfuncties [ref 19] en aangescherpte correctiewaarden [ref 24] i.v.m. de klassieke belastingfuncties [ref 5 en 6] en de oude correctiewaarden [ref 22].

Voor betonzuilen neemt de golfhoogte (H_s) over het algemeen toe (maximaal 0,17 m) en voor betonblokken neemt de golfhoogte (H_s) afhankelijk van de waterstand zowel toe als af. De golfperiode (T_{pm}) neemt voor alle waterstanden toe voor betonblokken (maximaal 0,87 s), maar neemt afhankelijk van de waterstand zowel toe als af bij de golfcondities voor betonzuilen. Voor de situaties waarbij de grootste toename in H_s waarneembaar is neemt tegelijk de T_{pm} af en alwaar de grootste toename in T_{pm} waarneembaar neemt tegelijk de H_s af. De totale golfbelasting lijkt echter toch enigszins toe te nemen. Omdat de toegepaste VTV-methode als conservatief wordt beschouwd, wordt er vanuit gegaan dat de berekende randvoorwaarden voldoen robuust zijn en dat Tabel 13.1 t/m 13.3 geldig zijn voor het ontwerp van steenbekledingen in de haven.

Tabel 11.1: Verschil in randvoorwaarden (gekantelde) betonblokken (Z4-Z3) voor uitvoerpunt 20

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
-0,11	-0,09	0,06	0,01	0,85	0,87	0,36	0,22	0,0	0,0	0,0	0,0	-15	-15	0	0

Tabel 11.2: Verschil in golfrandvoorwaarden betonzuilen (Z5-Z1) voor uitvoerpunt 20

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
0,05	0,15	0,17	0,01	0,09	-0,09	-0,04	0,22	0,0	0,0	0,0	0,0	15	15	15	0

3 Uitgangspunten en aannamen

De golfcondities zijn berekend met behulp van de spreadsheet "Rekeninstrument -Golfbelasting in Havens - v2-0.xls" volgens de handleiding van het RIKZ [ref 14], de zogenaamde VTV-methode. De in het VTV opgenomen methode voor golven in havens en afgeschermd gebied leent zich goed voor het doorrekenen van een dergelijke haven, omdat we te maken hebben met een diepe haven met een eenvoudige geometrie.

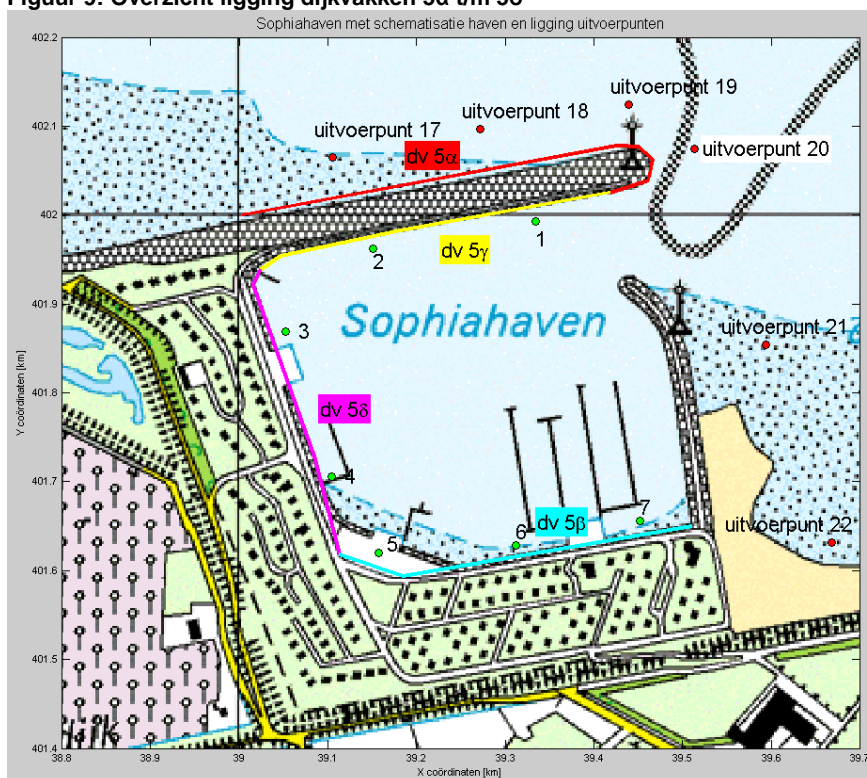
Uitvoerpunt 20 (zie Figuur 9) is representatief gesteld voor de golfcondities in de havenmond. De golfcondities van de havenmond zijn weergegeven in Tabel 12. De golfcondities ter plaatse van uitvoerpunt 20 zijn gecorrigeerd met de oude correctiewaarden [ref 22].

Tabel 12: Golfcondities monding haven (op basis van uitvoerpunt 20 in Figuur 8, ofwel uitvoerpunt 005X in Figuur 2)

Windrichting (°) nautisch	Hs [m]				Tpm [s]				Golfrichting (°) nautisch bij w aterstand NAP +3m	Windsnelheid (m/s)
	bij w aterstand t.o.v. NAP				bij w aterstand t.o.v. NAP					
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m		
270	1,19	1,38	1,48	1,03	5,75	6,18	6,17	3,52	316	33
285	1,30	1,54	1,63	1,21	5,46	5,98	6,04	3,74	319	32
300	1,37	1,65	1,74	1,33	5,09	5,51	5,64	3,85	324	31
315	1,36	1,62	1,72	1,30	4,97	5,09	5,58	3,77	330	28
330	1,31	1,55	1,63	1,30	4,35	4,82	5,08	3,73	338	25
360	1,20	1,38	1,45	1,48	3,94	4,39	4,54	4,46	19	21
30	1,14	1,38	1,45	1,52	4,07	4,69	4,82	4,94	34	20
60	1,17	1,39	1,47	1,51	4,57	4,93	5,07	4,99	44	19
90	0,98	1,16	1,25	1,30	4,89	5,11	5,20	5,06	54	20

De Sophiahaven is opgedeeld in een aantal dijkvakken, waarbij dijkvak 5α betrekking heeft op de buitenzijde en kop van de noordelijke dam en dijkvak 5γ op de binnenzijde van de noordelijke dam. De dijkvakken 5β en 5δ betreffen dijkgedeeltes in de haven, aan de rand van de kade. De ligging van de dijkvakken in en rond de Sophiahaven zijn weergegeven in Figuur 8.

Figuur 9: Overzicht ligging dijkvakken 5α t/m 5δ



Voor de windrichtingen 270 t/m 90 graden zijn de golfcondities voor waterstanden NAP+0, +2, +3 en +4m in de monding van de haven doorvertaald naar golfcondities in de haven. Hierbij zijn de volgende aannamen gedaan:

- Uitvoerpunt 20 (zie Figuur 9) is representatief voor de golfcondities in de havenmond. De golfcondities van de havenmond zijn weergegeven in Tabel 12.
- Alleen de noordelijke dam blijft onder maatgevende stormcondities (1/4.000 jr) behouden en de oostelijke dam wordt als “verloren” beschouwd.

- De hoogte van de noordelijke dam is NAP + 6.0m, waarbij voor de berekening van de bijdrage van transmissie aan de golfcondities ter plaatse van de uitvoerpunten, de dam beschouwd is als een gladde dichte dam met een flauw talud. De bijbehorende coëfficiënten zijn: $\alpha = 2.4$ en $\beta = 0.40$.
- De golfrichting wordt voor de 4 verschillende waterstanden gelijk gekozen, namelijk de golfrichtingen behorende bij de waterstand NAP +3m, en alleen per windrichting gevarieerd.
- Er zijn 7 uitvoerlocaties in de haven gecreëerd, genaamd 1 t/m 7 (zie Figuur 8). De uitvoerpunten 1 en 2 hebben betrekking op dijkvak 5 γ , de uitvoerpunten 3 en 4 op dijkvak 5 δ , de uitvoerpunten 5, 6 en 7 op dijkvak 5 β .
- In de berekeningen is rekening gehouden met diffractie, transmissie over de noordelijke dam en lokale golfgroei.
- **Transmissie:** Ter plaatse van de uitvoerpunten 1 t/m 4 is voor de windrichtingen 270 t/m 360 graden (golfrichtingen 316 t/m 19) de bijdrage van transmissie over de noordelijke dam meegenomen in de berekening van de golfcondities van deze uitvoerpunten. Voor de uitvoerpunten 5 t/m 7 (golfrichtingen 316 t/m 338) is voor de windrichtingen 270 t/m 330 graden transmissie over de noordelijke dam meegenomen.
- **Diffractie:** Voor alle windrichtingen is de bijdrage van diffractie berekend uitgaande van 1 havendam (type 1, zie blz. 24 ref 14).
- Voor de maatgevende windsnelheden zijn de waarden aangehouden die gelden voor het binnengebied van de Oosterschelde [ref 1].
- 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 15]. Daarom zijn een aantal aanpassingen aan de spreadsheet doorgevoerd volgens de memo van ref 15.

4 Golfrandvoorwaarden in de Sophiahaven

Met de VTV methode voor golven in havens en afgeschermd gebieden [ref 14] zijn de golfcondities vanaf de havenmonding doorvertaald naar 7 uitvoerpunten in de haven. De golfcondities van deze 7 uitvoerpunten zijn vervolgens samengevoegd tot golfcondities van de dijkvakken 5 β t/m 5 δ .

In Tabellen 13.1 t/m 13.3 zijn de maatgevende golfcondities van de dijkvakken 5 β t/m 5 δ weergegeven, gebaseerd op $H_s \cdot T_{pm}$, $H_s \cdot T_{pm}^2$ en $H_s^2 \cdot T_{pm}$. De golfcondities nemen geleidelijk toe bij hogere waterstanden. Voor alle dijkvakken, voor alle waterstanden en belastingsgevallen blijken de oostelijke windrichtingen 60 en 90 graden maatgevend te zijn.

Tabel 13.1: Golfcondities met gewicht H_s en T_{pm} volgens verhouding $H_s \cdot T_{pm}$

Dijkvak	H_s [m]				T_{pm} [s]				Maatgevende windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				nautisch			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
no.	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
5 β	1,2	1,4	1,5	1,5	4,6	4,9	5,1	5,0	60	60	60	60
5 γ	0,9	1,0	1,1	1,3	4,6	4,9	5,2	5,0	60	60	90	60
5 δ	1,0	1,2	1,2	1,4	4,6	4,9	5,1	5,0	60	60	60	60

Tabel 13.2: Golfcondities met gewicht Hs en Tpm volgens verhouding Hs*Tpm*Tpm

Dijkvak	Hs [m]				Tpm [s]				Maatgevende windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				nautisch			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
no.	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
5β	1,2	1,4	1,5	1,5	4,6	4,9	5,1	5,0	60	60	60	60
5γ	0,9	1,0	1,1	1,3	4,6	4,9	5,2	5,0	60	60	90	60
5δ	1,0	1,2	1,2	1,4	4,6	4,9	5,1	5,0	60	60	60	60

Tabel 13.3: Golfcondities met gewicht Hs en Tpm volgens verhouding Hs*Hs*Tpm

Dijkvak	Hs [m]				Tpm [s]				Maatgevende windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				nautisch			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
no.	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
5β	1,2	1,4	1,5	1,5	4,6	4,9	5,1	5,0	60	60	60	60
5γ	0,9	1,0	1,1	1,3	4,6	4,9	5,2	5,0	60	60	90	60
5δ	1,0	1,2	1,2	1,4	4,6	4,9	5,1	5,0	60	60	60	60

Bijlagen 3: Duinafslagberekeningen Roompot

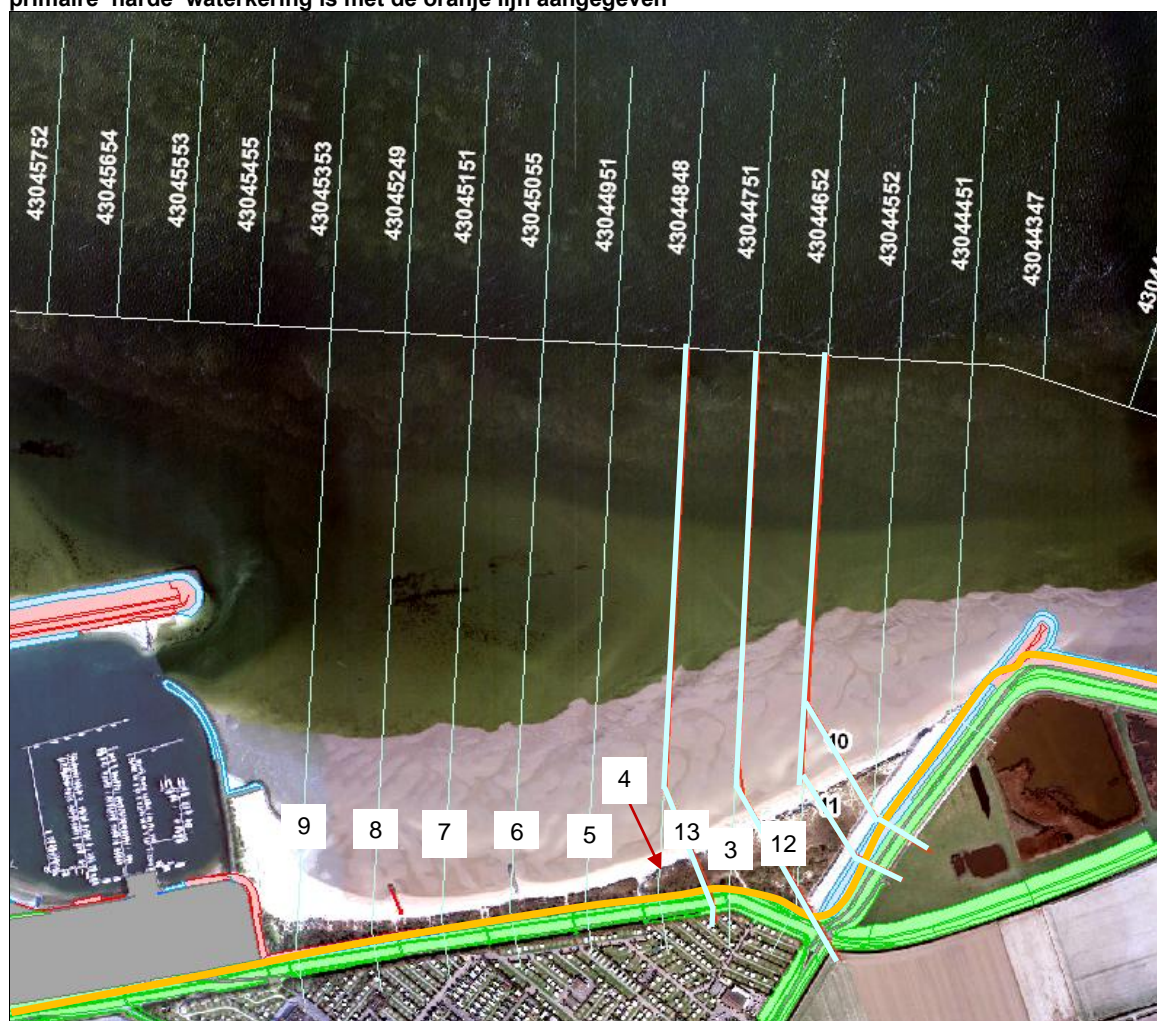
1 Vraagstelling

Projectbureau Zeeweringen heeft in de planning om de bekleding van de 'harde' waterkering ter plaatse van de Roompot (deels) te vervangen door nieuwe bekleding. Er bevinden zich een duin en een strand voor de harde waterkering (zie Figuur 9). Indien er voldoende zand voor de harde waterkering aanwezig is, behoeft mogelijk de achterliggende waterkering niet versterkt te worden. De vraag is in hoeverre het strand en duin afslaat onder maatgevende stormcondities. Met behulp van duinafslagberekeningen is daarom het afslagprofiel berekend, zodat bepaald kan worden op welke locaties de achterliggende waterkering voldoet door de aanwezigheid van het voorliggende zandvolume.

De duinafslagberekeningen zijn uitgevoerd met de formuleringen zoals beschreven in het "Technisch rapport duinafslag" [ref 12]. De gebruikte formuleringen zijn daardoor overeenkomstig aan die van het programma DUROS-plus.

De duinafslagberekeningen zoals hier beschreven zijn een samenvatting van een uitgebreider advies. Voor meer achtergrondinformatie wordt verwezen naar ref 16. De beschouwde profielen en het projectgebied zijn weergegeven in Figuur 10.

Figuur 10: Ligging primaire waterkering en dwarsprofielen, strand en duin bij Roompot (Bron: Google Earth), de primaire 'harde' waterkering is met de oranje lijn aangegeven



2 Uitgangspunten en aannamen

De Duros-plus berekeningen, zoals beschreven in dit advies, zijn bedoeld als een eerste inschatting. Indien er meer bekend is over de oplossingsrichting, wordt aangeraden de processen van afslag en langtransport nader te beschouwen. Daarnaast is in deze studie de reststerkte van de dijk niet meegenomen. In een vervolgstudie wordt aangeraden ook de sterkte combinatie van dijk-duin te beschouwen.

Aannamen

Bij het gebruik van Duros-plus zijn de volgende aannamen gemaakt:

- 1.) Het model Duros-plus is toepasbaar in de Oosterschelde. De toepasbaarheid van het model is afgestemd met RWS-WD (Quirijn Lodder).
- 2.) Het model is toepasbaar voor deze kustvorm (licht convex).
- 3.) De oostelijke strekdam van de Sophiahaven is in de huidige situatie niet bestand tegen de tegen 1/4000 jr golfcondities. Hierdoor bestaat het risico dat indien deze dam bezwijkt, dat het oostelijke gelegen strand en duin bij Roompot versneld wordt wegslagen. Hierdoor kunnen deze afslagberekeningen een onderschatting geven van de daadwerkelijk optredende duinafslag.
- 4.) Er wordt gerekend als ware het een volledig zandig profiel. Als korreldiameter wordt een D50 van 200 μm aangehouden. Dit is een conservatieve benadering van de werkelijkheid, want de gegevens uit het Technisch Rapport duinafslag [ref 12] en de ervaring van de beheerder (Waterschap Zeeuwse Eilanden, Ad Beaufort) komen uit op een grovere korreldiameter. Het nemen van extra zandmonsters levert mogelijk een grovere korreldiameter op, wat zal resulteren in minder erosie van het duin.
- 5.) Het effect van variatie in de duur van de hoogwaterpiek en de onnauwkeurigheid van het rekenmodel zijn meegenomen door het berekende afslagvolume boven het Rekenpeil (A) te vermeerderen met een extra volume van 0,25A.
- 6.) De vorm van het afslagprofiel is onafhankelijk van de ligging van het kustprofiel vóór de storm, het stormvloedpeil en van de richting van golfaanval. De vorm van het afslagprofiel is een functie van de significante golfhoogte, de golfperiode (beide op diep water) en de valsnelheid van het afgeslagen duinzand (korreldiameter) [ref 12].
- 7.) In het model is de golfrichting geen invoerparameter, waardoor de golfaanval altijd als loodrecht invallend wordt verondersteld. Dit is een conservatieve benadering.
- 8.) Het afgeslagen zand van de duinen, het strand en de ondiepe gedeeltes van het dwarsprofiel wordt uitsluitend in zeewaartse richting getransporteerd. Het duinafslagproces wordt als een twee-dimensionaal proces opgevat, dat uitgaat van een herverdeling van zand in dwarsrichting, zodat er een sluitende zandbalans ontstaat. Langtransport wordt dus verwaarloosd, waardoor de totale duinafslag mogelijk groter is. Vanwege de beschutte ligging en omdat het dwarstransport vele malen groter zal zijn dan het langtransport, wordt verwacht dat het effect door verwaarlozing van het langtransport nihil is.
- 9.) Er hoeft geen grensprofiel [zie ref 12] in het bestaande profiel te passen na de maatgevende stormvloed voor goedkeuring van het profiel, omdat er een 'harde waterkering' achter het duin aanwezig is, die alswaare fungeert als grensprofiel. Er wordt echter geen sterkte aan de achterliggende dijk toegekend, zodat gedurende de gehele storm het duinprofiel voldoende weerstand moet kunnen bieden.
- 10.) De toegepaste golfcondities zijn: $H_{0,s} = 2,51 \text{ m}$, $T_p = 12 \text{ s}$ en $h_{\text{max}} = \text{NAP} + 3,70 \text{ m}$

3 Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

- De duinen aan de oostelijke zijde van het traject blijken een stuk 'veiliger' te zijn dan aan de

westelijke zijde. Bij de huidige ligging van het strand en duin (huidige situatie) voldoet ongeveer 2/3 deel van het duin aan de veiligheidseisen, namelijk de profielen 9, 6, 4, 3, 13 en 12. Het duingebied erodeert echter met circa 2 m per jaar, waardoor het gehele projectgebied binnen een aantal jaar niet aan de gestelde veiligheid zal voldoen.

- Indien de veiligheid volledig uit het strand en duin wordt gehaald zijn er regelmatig suppleties benodigd. Een grove inschatting van de hoeveelheid te suppleren zand is een eenmalige grootschalige suppletie van circa 77.000 m³, waarbij om de 10 jaar een onderhoudssuppletie van circa 72.000 m³ moet worden uitgevoerd. Om dit volume exacter te bepalen zullen aanvullende berekeningen benodigd zijn.

Aanbevelingen

- De Duros-plus berekeningen, zoals beschreven in dit advies, zijn bedoeld als een eerste inschatting. Indien er meer bekend is betreffende het ontwerp, wordt aangeraden de processen van afslag en langtransport nader te beschouwen.
- De oostelijke strekdam van de Sophiahaven is in de huidige situatie niet bestand tegen de tegen 1/4000 jr golfcondities. Hierdoor bestaat het risico dat indien deze dam bezwijkt, dat het oostelijke gelegen strand en duin bij Roompot versneld wordt wegslagen. Hierdoor kunnen deze afslagberekeningen een onderschatting geven van de daadwerkelijk optredende afslag. Aangeraden wordt daarom om deze dam te versterken, zodat deze bestand is tegen 1/4000^{ste} stormcondities of anderzijds te zorgen dat deze voldoende is gefixeerd.
- In deze studie is de reststerkte van de dijk niet meegenomen. In een vervolgstudie wordt aangeraden ook de sterkte combinatie dijk-duin te beschouwen.
- In alle berekeningen is een korreldiameter (D50) van 200 µm aangehouden. Dit is een conservatieve benadering van de werkelijkheid. Het nemen van extra monsters levert mogelijk een grovere korreldiameter op, wat zal resulteren in minder erosie van het duin. Daarnaast kan een mogelijk toe te passen suppletie met grover zand gebeuren, waardoor er minder gesuppleerd zal moeten worden.
- Aanbevolen wordt, indien de veiligheid alleen uit het duin wordt gehaald, de profielontwikkelingen goed te monitoren en een basiskustlijn te definiëren. Daarnaast wordt aanbevolen om tot (regelmatige) suppleties over te gaan, zodat er minder erosieve trend zal ontstaan.

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.] Svašek Hydraulics, 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 2011 t.b.v. projectbureau Zeeweringen; Deel 1A van 3: Checklist detailadviezen vanaf april 2010', d.d. 23 februari 2011
- [6.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: 'Handleiding hydraulische detailadviezen Oosterschelde en Westerschelde 2011 t.b.v. projectbureau Zeeweringen; Deel 2 van 3: Achtergrond detailadviezen', d.d. 23 februari 2011
- [7.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '2012.19C Factsheet Update detailadvies Maria-, Anna Friso en Jacobapolder, inclusief Sophiahaven en Roompot.xls', d.d. 25 januari 2013
- [8.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: 'Detailadvies Maria-, Anna Friso en Jacobapolder inclusief Sophiahaven en Roompot (RIKZ-1906.019E)', d.d. 23 november 2009.
- [9.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: 'Detailadvies Vlietepolder, Thoornpolder (opdracht 2005.0706a)', d.d. 23 september 2005.
- [10.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '2010.20C Update detailadvies Maria-, Anna Friso en Jacobapolder inclusief Sophiahaven en Roompot, ECO-beach', d.d. 1 november 2010
- [11.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: 'Overzichtskaart Oosterschelde en Westerschelde (RKZ1906.25)', mei 2010.
- [12.] ENW-rapport: 'Technisch rapport duinafslag; Beoordeling van de veiligheid van duinen als waterkering ten behoeve van het Voorschrift op Veiligheid', mei 2007
- [13.] RIKZ: 'Waterstanden, Nederlandse kust en estuaria. Statistieken t.b.v. de hydraulische randvoorwaarden 2006', d.d. 27 juni 2006
- [14.] RIKZ: 'Golfbelastingen in havens en afgeschermd gebieden' RIKZ\2004.001, d.d. 15 februari 2004
- [15.] Svašek Hydraulics in opdracht van RIKZ, van de Rest, P: 'Memo inventarisatie problemen spreadsheet havens' d.d. 13 augustus 2007
- [16.] Svašek Hydraulics, Van de Rest, P: 'Duinafslagberekeningen Roompot met en zonder ECOBEACH', PvdR/1463/09292/C, d.d. 23 november 2009
- [17.] Groenendaal. E.: 'Toepassen minimale H_s en T_{pm} voor hydraulische advisering aan Projectbureau Zeeweringen, Memo H5102/EG/01, 31 maart 2008.
- [18.] Deltares, Klein Breteler, M.: 'Belastingfunctie voor keuze maatgevende golfcondities', d.d. 21 oktober 2009.
- [19.] Svašek Hydraulics, van de Rest, P.: 'Memo Nieuwe belastingfuncties steenbekledingen' d.d. 18 januari 2010, PvdR/09358/1573/D.

- [20.] Royal Haskoning: *'Toekomstprognose ontwikkeling intergetijdengebied Oosterschelde'*, kenmerk 9T4814.A0/R0002/SJAC/SSOM/Rott, d.d. 12 december 2008.
- [21.] 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.
- [22.] WL Delft: *'Correctiewaarden Zeeland, Fase 1: Bepaling correctiefuncties voor ontwerp'*, d.d. augustus 2005, WL-rapport H4576
- [23.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: *'2010.19C_Update detailadvies Maria-, Anna Friso en Jacobapolder, inclusief Sophiahaven en Roompot'*, d.d. 1 november 2010, kenmerk: 1605/U10283/C/PvdR.
- [24.] Svašek Hydraulics, van de Rest, P.: *'Memo afleiding correctiewaarden Oosterschelde'*, d.d. 4 september 2012, kenmerk: 1665/U12188/B/PvdR.
- [25.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: *'Mantel 2012.13C HARES berekeningen Jacobahaven'*, 14 januari 2013, kenmerk: 1587/U12370/C/PvdR
- [26.] Svašek Hydraulics: *'HARES – Numerical model for the determination of wave penetration in harbour basins – Validation report (rev. 2)'*, november 2012, kenmerk: 1331/05490/C/BE