

Revisie Detailadvies Wilhelminapolder, Oostbevelandpolder

Aan : Annette Kieftenburg (Deltares)
 Van : Pol van de Rest (Svašek)
 Tweede lezer : Maarten Jansen (Svašek)
 Datum : 24 november 2009
 Betreft : RKZ-1906.022_B_Revisie_Wilhelminapolder, Oostbevelandpolder
 Status : Definitief
 Ref. Svasek : PvdR/1463/09284/B

Let op: dit advies is een revisie van het advies Wilhelminapolder, Oostbevelandpolder van 16 augustus 2007 [ref 10]. Ten opzichte van het voorgaande advies is het dijkvak 45b opgedeeld in twee aparte dijkvakken, genaamd 45b1 en 45b2. De randvoorwaarden van de dijkvakken 45b1 en 45b2 vervangen de randvoorwaarden van dijkvak 45b uit het vorige advies [ref 10]. Er is een overlap aan de oostzijde van het traject met het detailadvies Stormsandepolder, Polder Breede Watering [ref 7], waarin de dijkvakken 45b t/m 52b zijn beschouwd. De randvoorwaarden voor dijkvak 45b die in dat advies zijn afgegeven zijn hoger dan in dit advies. De randvoorwaarden in dit advies vervangen de eerder afgegeven waarden. Deze verlaging is het gevolg van aangescherpte modelcorrecties [ref 3]. Daarnaast is er een overlap met het advies Wilhelminapolder, Zandkreekdijk [ref 15], waarin de dijkvakken 30b t/m 36 zijn beschouwd. De randvoorwaarden van dijkvak 36 zijn gelijk aan het voorgaande advies.

In dit detailadvies zijn de golfcondities beschreven voor de Wilhelminapolder, Oostbevelandpolder, welke betrekking heeft op het traject vanaf dijkkilometer 162.05 tot 167.70. Het ontwerptraject loopt van dijkkilometer 162.20 tot 167.65.

Het detailadvies is opgebouwd uit twee delen: het samenvattende advies (ontwerpwaarden) en de bijlagen (aanpak en resultaten). Voor achtergrondinformatie bij het detailadvies wordt verwezen naar [ref. 5 en 6]. Bij het detailadvies hoort ook een excel-spreadsheet met randvoorwaarden, waarin de randvoorwaarden overeenkomstig dit advies zijn opgenomen [ref. 8]. Tabel 1 geeft de dijkvaknummering, coördinaten en dijkkilometrering (zie [ref. 12]).

Tabel 1: Beschouwde dijkvakken

Dijk- vak no.	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrering (km)		Poldernaam
	van x	y	tot x	y	van	tot	
36	51913	395739	51990	395963	167.70	167.45	Oostbevelandpolder
37	51990	395963	52334	395977	167.45	167.10	Oostbevelandpolder
38	52334	395977	52617	396179	167.10	166.75	Oostbevelandpolder
39a	52617	396179	52760	396185	166.75	166.60	Oostbevelandpolder
39b	52760	396185	53118	396008	166.60	166.20	Oostbevelandpolder
40a	53118	396008	53515	395959	166.20	165.80	(poldergrens) Oostbevelandpolder
40b	53515	395959	53662	395929	165.80	165.65	(poldergrens) Oostbevelandpolder
41	53662	395929	53793	395722	165.65	165.40	Wilhelminapolder (inlaag)
42	53793	395722	53921	395454	165.40	165.10	Wilhelminapolder (inlaag)
43	53921	395454	53776	395239	165.10	164.50	Goesse Sas
44	53776	395239	54633	393901	164.50	162.90	Wilhelminapolder
45a	54633	393901	55075	394106	162.90	162.40	(Kattendijke) Polder Breede Watering
45b1	55075	394106	55255	394267	162,40	162,25	(Kattendijke) Polder Breede Watering
45b2	55255	394267	55381	394275	162,25	162,05	(Kattendijke) Polder Breede Watering

Tabel 2: Maatgevende belastingcombinatie (Hs*Tpm) voor steenbekledingen

Dijkvak no.	Hs [m]				Tpm [s]				Waterdiepte (m)				Windrichting (°) nautisch			
	bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
36	-	0.9	1.1	1.4	-	4.9	5.4	4.8	-	2.0	3.0	4.0	-	315	315	315
37	0.3	1.0	1.2	1.5	4.0	5.1	5.7	5.1	0.1	2.1	3.1	4.1	315	315	315	315
38	-	1.2	1.5	1.6	-	5.6	5.8	5.1	-	2.4	3.4	4.4	-	315	315	315
39a	0.8	1.3	1.6	1.8	4.8	5.6	5.6	5.1	1.6	3.6	4.6	5.6	300	300	300	300
39b	0.8	1.4	1.6	1.8	4.9	5.7	5.9	5.3	1.7	3.3	4.3	5.3	300	315	315	315
40a	1.1	1.6	1.8	1.9	5.1	5.8	6.0	5.4	1.9	3.9	4.9	4.4	330	315	315	315
40b	1.5	1.8	2.0	2.1	5.1	5.4	5.6	5.3	7.4	9.4	10.4	11.4	315	315	315	315
41	1.2	1.4	1.5	1.6	4.8	5.9	6.1	5.6	2.9	3.7	4.7	5.7	90	315	315	315
42	1.0	1.3	1.5	1.7	4.6	5.5	5.9	5.3	1.9	3.7	4.7	5.7	90	330	315	330
43	1.2	1.4	1.6	1.5	4.2	4.5	4.4	5.1	5.3	7.3	8.3	6.4	90	90	60	330
44	-	1.1	1.2	1.3	-	4.3	4.4	5.4	-	2.2	3.2	3.5	-	90	90	330
45a	-	0.9	1.2	1.6	-	5.1	5.4	5.3	-	1.8	2.8	3.8	-	315	330	330
45b1	0.3	1.1	1.4	1.7	5.1	5.2	5.3	5.4	0.1	2.1	3.1	4.1	285	300	315	330
45b2	0.8	1.5	1.7	1.9	5.2	5.4	5.6	5.5	1.6	3.6	4.6	5.6	300	315	315	315

Aandachtspunten:

- **Geldigheid Tabel 2:** De in Tabel 2 opgenomen golfcondities zijn gebaseerd op belastingfunctie $Z1=H_s \cdot T_{pm}$ en zijn alleen geldig voor het mechanisme stabiliteit van steenbekledingen (betonzuilen). De maatgevende belastingfunctie is afhankelijk van ξ en de lekhoogte en daardoor onafhankelijk van de dichtheid van de toplaag. Deze belastingfunctie is bij het ontwerp voor steenbekledingen (betonzuilen) in ieder geval maatgevend indien:
 - de taludhelling steiler dan 1:5
 - dikte toplaag D tussen 0,30 m en 0,50 m
 - dikte bovenste filterlaag tussen 0,05 m en 0,15 m en D15 tussen 0,01 m en 0,02 m, porositeit 0,35
 Indien het ontwerp buiten dit bereik valt, dient het ontwerp voor alle 3 de tabellen (Tabel 4.1 t/m 4.3) door gerekend te worden. Mogelijk wordt dan namelijk een andere belastingfunctie maatgevend, waardoor de maatgevende golfcondities kunnen veranderen.
- Voor het mechanisme afschuiving is $Z2=H_s \cdot T_{pm} \cdot T_{pm}$ (zie Tabel 4.2) maatgevend en voor (gekantelde) blokken, asfaltbekledingen en kleidijken is belastingfunctie $Z3=H_s \cdot H_s \cdot T_{pm}$ (zie Tabel 4.3) maatgevend.
- Voor alle dijkvakken behalve 41 t/m 43 liggen slikken. In de berekeningen van de golfcondities is hiermee rekening gehouden. Voor dijkvak 36 ligt een schor, welk schor volgens de prognose in de periode tot 2060 zal verdwijnen [ref 9]. Dit heeft geen gevolgen voor de afgegeven golfcondities, omdat de toegepaste uitvoerpunten zich buiten het schorgebied bevinden.
- Het sluisencomplex bij het Goesse Sas (ter hoogte van dijkvak 43) is beschermd door een tweetal strekdammen (zie Figuur 7), welke echter momenteel geen onderdeel van de primaire waterkering uitmaken. Bij het bepalen van de golfcondities voor maatgevende stormomstandigheden zijn de aanwezige dammen bij de sluisen 'Het Sas' als verloren beschouwd, omdat deze niet zijn ontworpen op de 1/4000ste stormcondities. De primaire waterkering loopt achter de dammen bij de sluisen van 'Het Sas' langs (zie rode lijn Figuur 7). Uitvoerpunt 186, welke is weergegeven in Figuur 6, is maatgevend voor dijkvak 43. Voordat golven het sluisencomplex bereiken, zullen de inkomende golven echter aanzienlijk reduceren ten opzichte van de condities in uitvoerpunt 186 door diffractie en wrijving langs oevers en bodem. Daarom zijn gereduceerde golfcondities voor het sluisencomplex afgeleid, welke zijn beschreven in ref 14. De gereduceerde golfcondities zijn alleen geldig voor het met blauw aangegeven traject in Figuur 7, welke randvoorwaardenvak 43** wordt genoemd.
- Bij alle dijkvakken, met uitzondering van de dijkvakken 43 en 44, is de golfperiode bij NAP +3m hoger dan bij NAP +4m en bij dijkvak 43 is de golfhoogte bij NAP +3m hoger dan bij NAP +4m (zie oranje arcering in de tabellen 4.1 t/m 4.3). Daarnaast is dijkvak 45b1 (belastingsgeval Z3) is de golfperiode (Tpm) bij NAP +0m hoger dan bij NAP +2m (oranje gearceerd). Dit wordt veroorzaakt doordat bij een waterstand van NAP +2m een andere windrichting maatgevend wordt.
- Dijkvak 45b is op verzoek van projectbureau Zeeweringen opgedeeld in een tweetal dijkvakken, ten opzichte van het

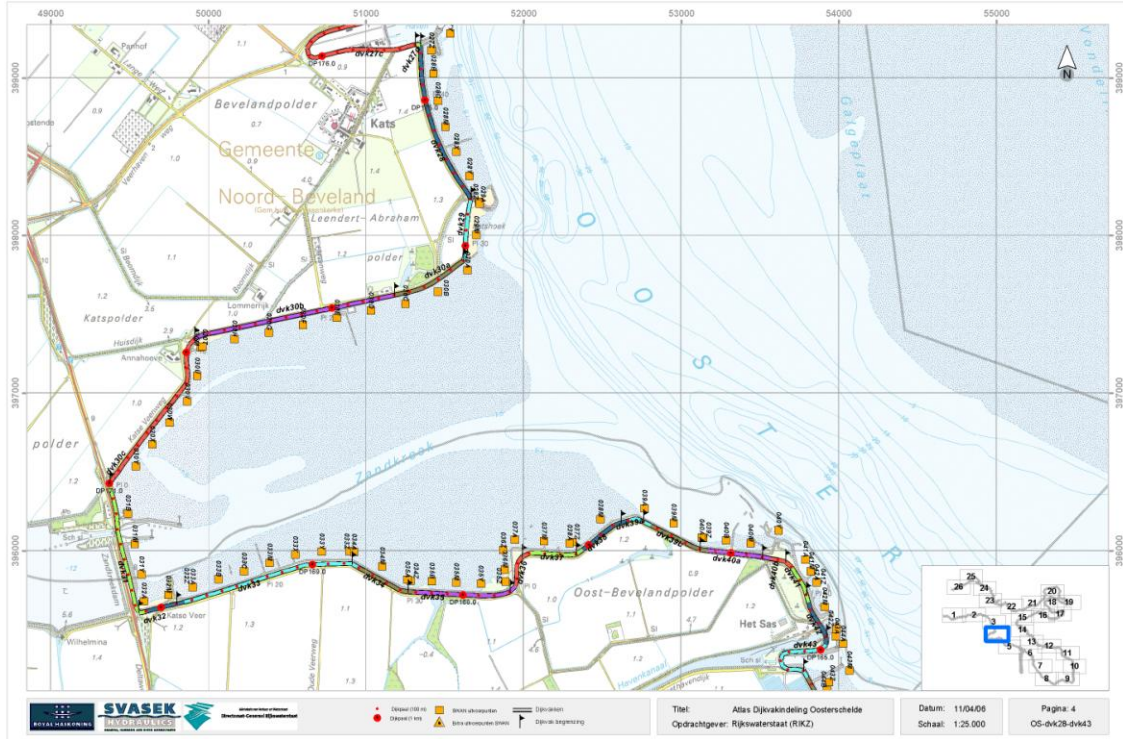
vorige advies [ref 10], welke dijkvakken 45b1 en 45b2 worden genoemd. De nieuwe ligging van de dijkvakken is weergegeven in Figuur 3 en aangegeven in Tabel 1. Bij het ontwerp is gebleken dat op basis van de randvoorwaarden uit het vorige advies [ref 10], geen gekantelde betonblokken toegepast kunnen worden in dijkvak 45b als geheel, maar echter wel in dijkvak 45a. Praktisch gezien blijft er daardoor een kort stuk dijktraject over van dp 162.25 tot dp 162.40, waar geen gekantelde betonblokken toegepast kunnen worden. Door opdeling van dijkvak 45b in twee aparte dijkvakken sluiten de randvoorwaarden specifieker aan op de opgesplitste dijkvakken, waardoor gekantelde betonblokken (van dp 162.25 tot dp 162.40) alsnog kunnen worden toegepast en een praktischer ontwerper kan worden gemaakt.

- Indien de berekende $H_s \leq 0.3$ m en/of $T_{pm} \leq 2.5$ s zijn, wordt geadviseerd de betreffende golfcondities te verhogen naar $H_s = 0.3$ m en/of $T_{pm} = 2.5$ s (zie blauwe arcering in de Tabel 2), omdat de berekende golfcondities in die situaties mogelijk een onderschatting geven van de werkelijke optredende golfcondities [ref 11].
- Er is een overlap met het detailadvies Stormsandepolder, Polder Breede Watering [ref 7], waarin de dijkvakken 45b t/m 52b zijn beschouwd. De randvoorwaarden voor dijkvak 45b die in dat advies zijn afgegeven zijn hoger dan in dit advies. De randvoorwaarden in dit advies vervangen de eerder afgegeven waarden. Deze verlaging is het gevolg van aangescherpte modelcorrecties [ref 3]. Daarnaast is er een overlap met het advies Wilhelminapolder, Zandkreekdijk [ref 15], waarin de dijkvakken 30b t/m 36 zijn beschouwd. De randvoorwaarden van dijkvak 36 zijn gelijk aan het voorgaande advies.

Tabel 3: Waterstanden en ontwerppeilen

Dijkvak 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
36	3.45	1.55	-1.35	1.80	-1.40	1.25	-1.20
37	3.45	1.55	-1.35	1.80	-1.40	1.25	-1.20
38	3.45	1.55	-1.40	1.80	-1.40	1.25	-1.20
39a	3.45	1.55	-1.40	1.80	-1.40	1.25	-1.20
39b	3.45	1.55	-1.40	1.80	-1.40	1.30	-1.25
40a	3.45	1.55	-1.40	1.80	-1.40	1.30	-1.25
40b	3.45	1.55	-1.40	1.80	-1.40	1.30	-1.25
41	3.45	1.55	-1.40	1.80	-1.40	1.30	-1.25
42	3.45	1.55	-1.40	1.80	-1.40	1.30	-1.25
43	3.45	1.55	-1.40	1.80	-1.40	1.30	-1.25
44	3.45	1.60	-1.40	1.80	-1.45	1.30	-1.25
45a	3.45	1.60	-1.40	1.80	-1.45	1.30	-1.25
45b1	3.45	1.60	-1.40	1.85	-1.45	1.30	-1.25
45b2	3.45	1.60	-1.40	1.85	-1.45	1.30	-1.25

Figuur 1: Dijkvakken 36 t/m 43



Figuur 2: Dijkvakken 43 t/m 45b

Let op: de begrenzing van dijkvak 45b is gewijzigd en daardoor niet juist in onderstaande figuur. De juiste begrenzing is weergegeven in Figuur 3.



Bijlagen: Aanpak en resultaten detailadvies

1 Ligging dijkvakken

Het ontwerp zal gemaakt worden voor het traject van dijkpaal 162.20 tot 167.65. In dit detailadvies worden de dijkvakken 36 t/m 45b beschouwd (zie Figuur 1 en 2), overeenkomend met een iets ruimer traject. Dijkvak 45b loopt namelijk tot dijkpaal 162.05 en dijkvak 36 tot 167.70. De dijkvakken liggen op Zuid-Beveland (zuidover van de Oosterschelde).

Er is een overlap aan de oostzijde van het traject met het detailadvies Stormsandepolder, Polder Breede Watering [ref 7], waarin de dijkvakken 45b t/m 52b zijn beschouwd. De randvoorwaarden voor dijkvak 45b die in dat advies zijn afgegeven zijn hoger dan in dit advies. De randvoorwaarden in dit advies vervangen de eerder afgegeven waarden. Deze verlaging is het gevolg van aangescherpte modelcorrecties [ref 3]. Daarnaast is er een overlap met het advies Wilhelminapolder, Zandkreekdam [ref 15], waarin de dijkvakken 30b t/m 36 zijn beschouwd. De randvoorwaarden van dijkvak 36 zijn gelijk aan het voorgaande advies.

Dijkvak 45b is op verzoek van projectbureau Zeeweringen opgedeeld in een tweetal dijkvakken, ten opzichte van het vorige advies [ref 10], welke dijkvakken 45b1 en 45b2 worden genoemd. De nieuwe ligging van de dijkvakken is weergegeven in Figuur 3 en aangegeven in Tabel 1. Bij het ontwerp is gebleken dat op basis van de randvoorwaarden uit het vorige advies [ref 10], geen gekantelde betonblokken toegepast kunnen worden in dijkvak 45b, maar echter wel in dijkvak vak 45a. Praktisch gezien blijft er daardoor een kort stuk dijkttraject over van dp 162.25 tot dp 162.40, waar geen gekantelde betonblokken toegepast kunnen worden. Door opdeling van dijkvak 45b in twee aparte dijkvakken sluiten de randvoorwaarden specifiek aan op de opgesplitste dijkvakken, waardoor gekantelde betonblokken (van dp 162.25 tot dp 162.40) alsnog kunnen worden toegepast en een praktischer ontwerper kan worden gemaakt.

Figuur 3: Ligging dijkvakken 45a, 45b1 en 45b2 (met blauw zijn de ongewijzigde dijkvakgrenzen t.o.v. ref 10 aangegeven en met rood de nieuwe dijkvakgrens tussen de dijkvakken 45b1 en 45b2)



2 Situatiebeschrijving

Op het traject zijn enkele bijzondere obstakels aanwezig. Ter hoogte van dp 165 bevinden zich twee dammen bij de sluizen van 'Het Sas'. Beide dammen maken geen onderdeel uit van de primaire waterkering, omdat deze niet zijn ontworpen op de 1/4000^{ste} stormcondities en worden daarom bij een maatgevende storm als 'verloren' beschouwd (mededeling Yvo Provoost, PBZ). Er wordt dan ook geen reductie op de ontwerpwaarden voor de achterliggende primaire waterkering toegepast.

Daarnaast zijn er een aantal strekdammen en nollen aanwezig. Voor de strekdammen en nollen geldt net als voor de dammen dat ze niet ontworpen zijn op de 1/4000^{ste} stormcondities en worden om deze reden als verloren beschouwd. Voor alle dijkvakken behalve 41 t/m 43 liggen slikken. In de berekeningen van de golfcondities is hiermee rekening gehouden. Voor dijkvak 36 ligt een schor, welk schor volgens de prognose in de periode tot 2060 zal verdwijnen [ref 9]. Dit heeft geen gevolgen voor de afgegeven golfcondities, omdat de toegepaste uitvoerpunten zich buiten het schorgebied bevinden.

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

3 Golfcondities

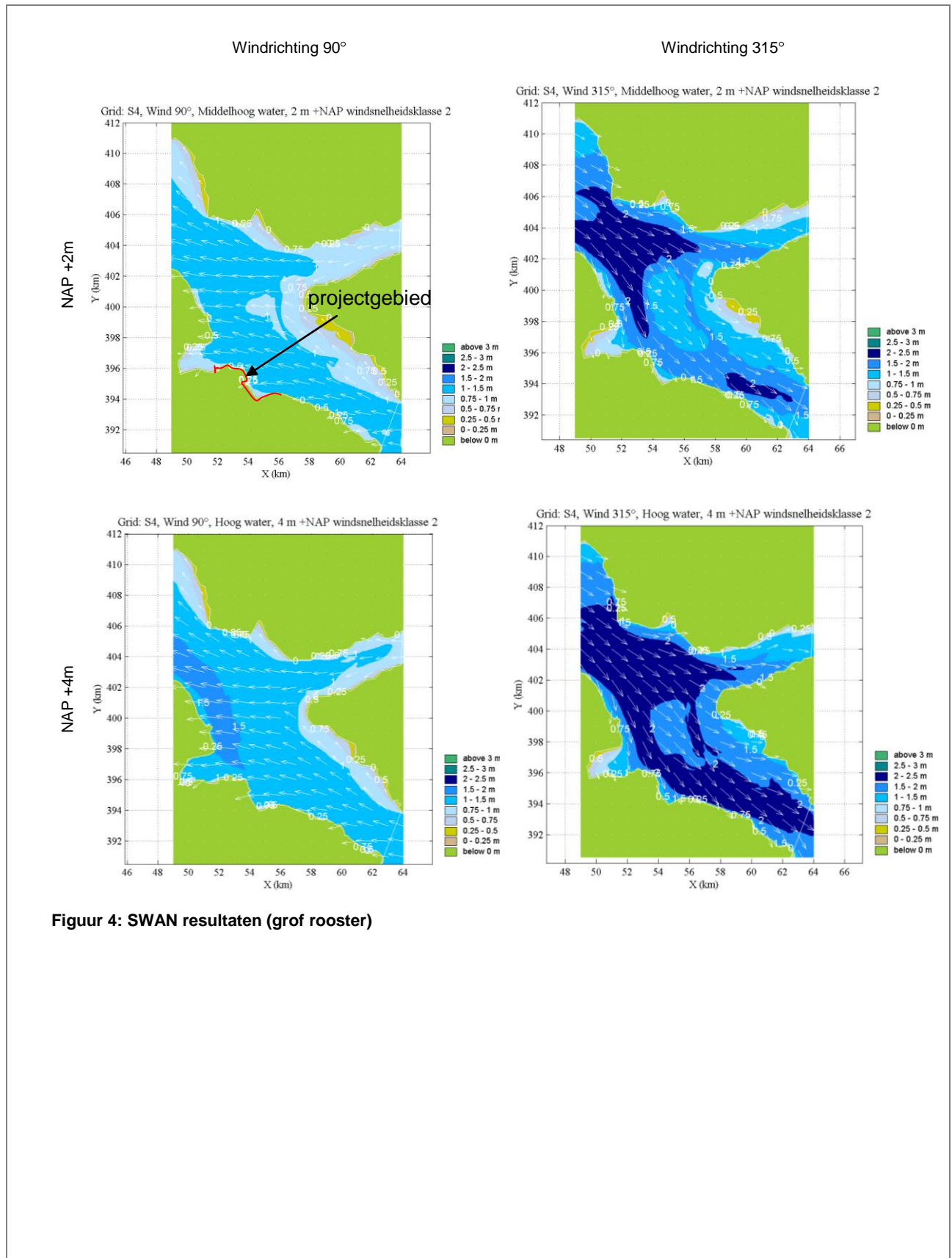
De dijkvakken in het beschouwde traject worden over het algemeen het zwaarst belast door golven uit noordwestelijke windrichtingen, namelijk tussen de 300 en 330 graden (zie tabellen 4.1 t/m 4.3). Deze windrichting is vooral maatgevend doordat de bijbehorende windsnelheden en strijklengtes groot zijn. De golven worden in het westelijk deel van de Oosterschelde opgewekt en bereiken via de geul 'Engelsche vaarwater' de dijk, weliswaar onder een grote hoek van inval.

Ter plaatse van de dijkvakken 41 t/m 44 zijn echter in veel gevallen, vooral bij lage waterstanden, de oostelijke windrichtingen van 60 en 90 graden maatgevend. Dit wordt veroorzaakt door de oriëntatie van dit dijkgedeelte, dat op het oosten gericht is.

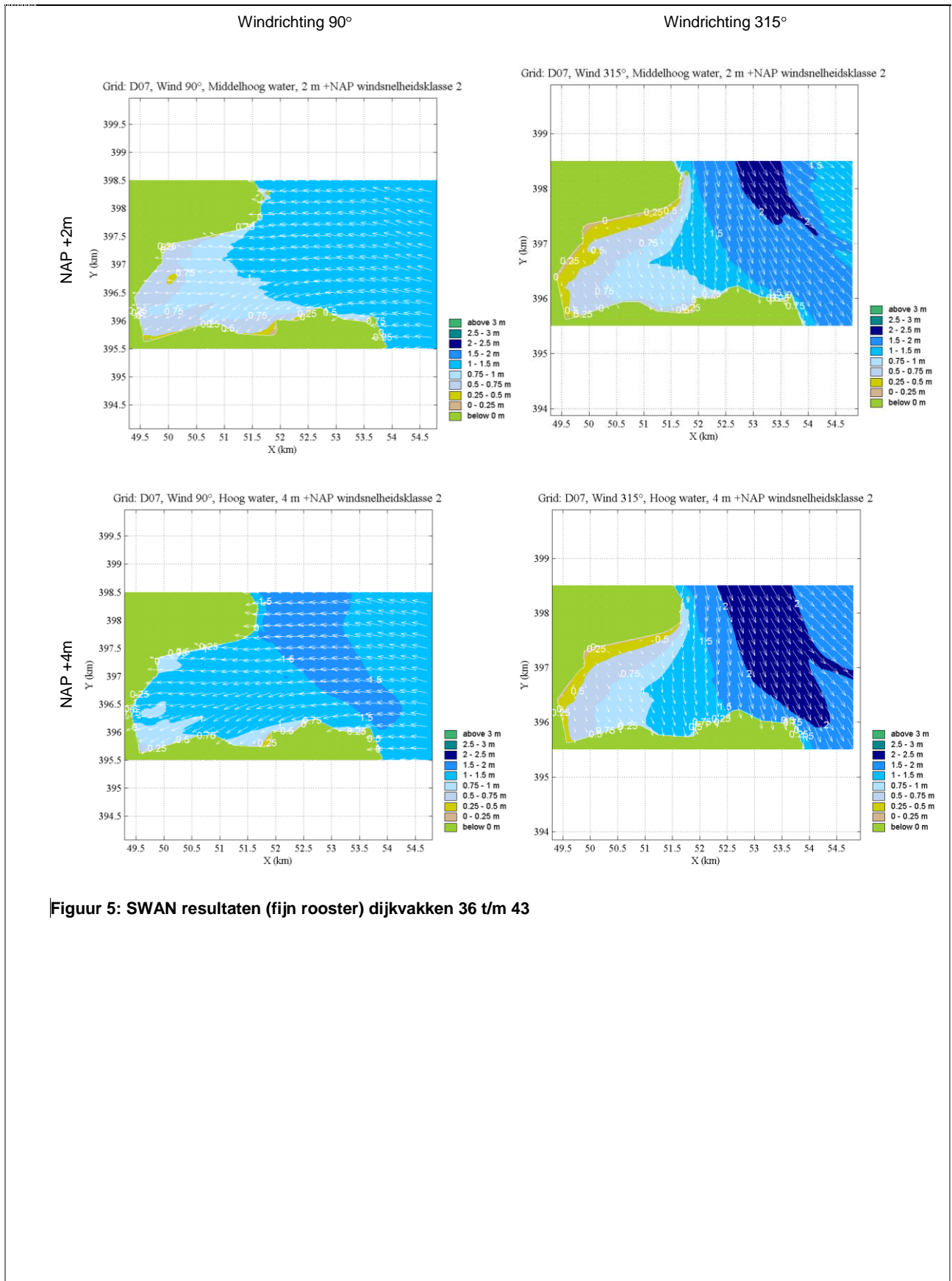
Figuur 4 toont het met SWAN berekende golfhoogteveld (zonder enige correcties) voor de windrichtingen 90° en 315° bij de waterstanden NAP+2m en NAP+4m. Figuur 5 en 6 tonen de golfcondities voor dezelfde waterstanden en windrichtingen, maar dan voor een fijn rooster, ingezoomd op het dijktraject.

Duidelijk is te zien dat het middendeel van het dijktraject (dijkvak 41 t/m 44) bij westenwind, maar vooral bij lage waterstanden, minder belast wordt door de oriëntatie van dit dijkgedeelte en dat voor het overige deel van het beschouwde dijktraject de golven uit westelijke richting (300 t/m 330 graden) juist hoger zijn bij wind uit deze richtingen.

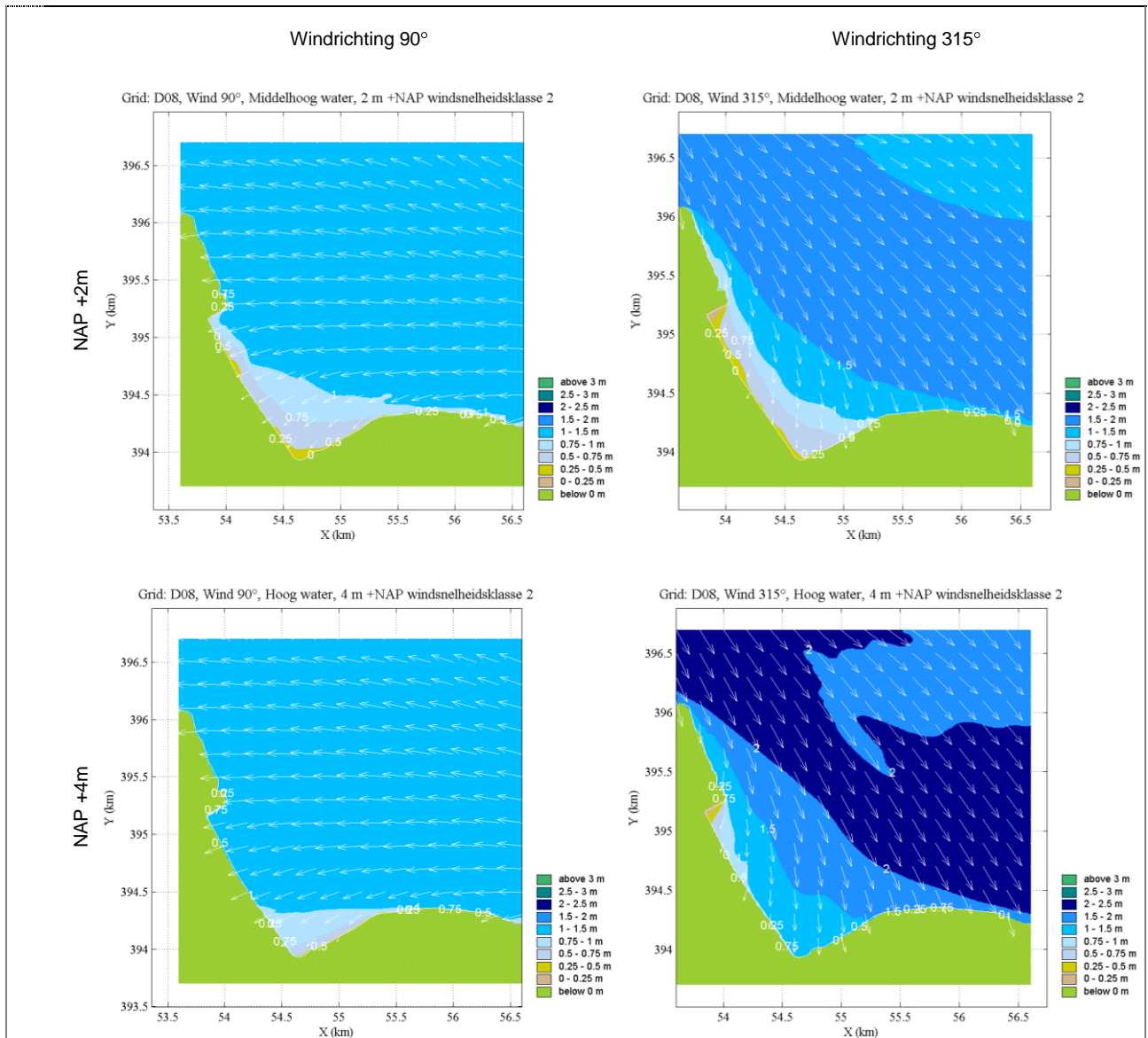
De resultaten van "Golfberekeningen Oosterschelde, Rapport RIKZ/2001.006" [ref 1], vormen de basis voor de golfbelastingen. Deze zijn naar aanleiding van nieuwe inzichten op het gebied van transmissie van golfenergie door de Oosterscheldekering, herzien in 2005 [ref 2]. De op basis van het rapport H4576 [ref 3] 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.



Figuur 4: SWAN resultaten (grof rooster)



Figuur 5: SWAN resultaten (fijn rooster) dijkvakken 36 t/m 43



Figuur 6: SWAN resultaten (fijn rooster) dijkvakken 43 t/m 45b2

Voor dijkvak 44 geeft SWAN voor een waterstand van NAP +3m bij belastingsgeval $H_s * T_{pm}^2$ een maatgevende windrichting van 285° . Gezien de geografische ligging en de oriëntatie van het dijkvak is dit niet realistisch (SWAN overschat hier de golfperiode door afluiddige wind). Daarom is voor dijkvak 44 deze windrichting uitgesloten, waardoor 300° de maatgevende windrichting wordt. Dit is ook afluiddig wind maar het ruimtelijke verloop van golfrichtingen toont aan dat de golfcondities hier realistisch zijn.

De tabellen 4.1 t/m 4.3 tonen de maatgevende golfcondities, gebaseerd op $H_s * T_{pm}$, $H_s * T_{pm}^2$ en $H_s^2 * T_{pm}$. Tabel 4.1 is maatgevend voor het mechanisme stabiliteit steenbekledingen (betonzuilen) voor taludhellingen steiler dan 1:5 voor de op pagina 2 gegeven uitgangspunten. Indien het ontwerp buiten dit bereik valt, dient het ontwerp voor alle 3 de tabellen door gerekend te worden. Voor het mechanisme afschuiving is $Z2 = H_s * T_{pm} * T_{pm}$ (zie Tabel 4.2) maatgevend en voor (gekantelde) blokken, asfaltbekledingen en kleidijken is belastingfunctie $Z3 = H_s * H_s * T_{pm}$ (zie Tabel

4.3) maatgevend.

Indien de berekende $H_s \leq 0.3$ m en/of $T_{pm} \leq 2.5$ s zijn, wordt geadviseerd de betreffende golfcondities te verhogen 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 11]. De betreffende situaties zijn blauw gearceerd weergegeven in de Tabellen 4.1 t/m 4.3.

De tabellen vertonen logische waarden: zowel de significante golfhoogte (H_s) als de golfperiode (T_{pm}) nemen toe bij een toenemende waterdiepte. In vrijwel alle gevallen neemt de T_{pm} af bij toenemende waterdiepte van NAP+3m naar NAP+4m, evenals de H_s in dijkvak 43 bij belastingsgeval Z1. Dit komt doordat bij NAP +4m de Oosterscheldekering gesloten is en het verhogende effect van stroming op de golfcondities niet wordt meegenomen. Daarnaast is dijkvak 45b1 (belastingsgeval Z3) is de golfperiode (T_{pm}) bij NAP +0m hoger dan bij NAP +2m (oranje gearceerd). Dit wordt veroorzaakt doordat bij een waterstand van NAP +2m een andere windrichting maatgevend wordt.

Tabel 4.1 Gecorrigeerde golfcondities met gewicht H_s en T_{pm} volgens verhouding $H_s \cdot T_{pm}$

Dijk- vak no.	H_s [m] bij waterstand t.o.v. NAP				T_{pm} [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte (m) bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
	36	-	0.9	1.1	1.4	-	4.9	5.4	4.8	-	2.0	3.0	4.0	-	315	315
37	0.3	1.0	1.2	1.5	4.0	5.1	5.7	5.1	0.1	2.1	3.1	4.1	315	315	315	315
38	-	1.2	1.5	1.6	-	5.6	5.8	5.1	-	2.4	3.4	4.4	-	315	315	315
39a	0.8	1.3	1.6	1.8	4.8	5.6	5.6	5.1	1.6	3.6	4.6	5.6	300	300	300	300
39b	0.8	1.4	1.6	1.8	4.9	5.7	5.9	5.3	1.7	3.3	4.3	5.3	300	315	315	315
40a	1.1	1.6	1.8	1.9	5.1	5.8	6.0	5.4	1.9	3.9	4.9	4.4	330	315	315	315
40b	1.5	1.8	2.0	2.1	5.1	5.4	5.6	5.3	7.4	9.4	10.4	11.4	315	315	315	315
41	1.2	1.4	1.5	1.6	4.8	5.9	6.1	5.6	2.9	3.7	4.7	5.7	90	315	315	315
42	1.0	1.3	1.5	1.7	4.6	5.5	5.9	5.3	1.9	3.7	4.7	5.7	90	330	315	330
43	1.2	1.4	1.6	1.5	4.2	4.5	4.4	5.1	5.3	7.3	8.3	6.4	90	90	60	330
44	-	1.1	1.2	1.3	-	4.3	4.4	5.4	-	2.2	3.2	3.5	-	90	90	330
45a	-	0.9	1.2	1.6	-	5.1	5.4	5.3	-	1.8	2.8	3.8	-	315	330	330
45b1	0.3	1.1	1.4	1.7	5.1	5.2	5.3	5.4	0.1	2.1	3.1	4.1	285	300	315	330
45b2	0.8	1.5	1.7	1.9	5.2	5.4	5.6	5.5	1.6	3.6	4.6	5.6	300	315	315	315

Tabel 4.2 Gecorrigeerde golfcondities met gewicht Hs en Tpm volgens verhouding Hs*Tpm*Tpm

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
36	-	0.9	1.1	1.4	-	4.9	5.4	4.8	-	2.0	3.0	4.0	-	315	315	315
37	0.3	1.0	1.2	1.5	4.0	5.1	5.7	5.1	0.1	2.1	3.1	4.1	315	315	315	315
38	-	1.2	1.5	1.6	-	5.6	5.8	5.1	-	2.4	3.4	4.4	-	315	315	315
39a	0.8	1.3	1.6	1.8	4.8	5.6	5.6	5.1	1.6	3.6	4.6	5.6	300	300	300	300
39b	0.8	1.4	1.6	1.8	4.9	5.7	5.9	5.3	1.7	3.3	4.3	5.3	300	315	315	315
40a	1.1	1.6	1.8	1.9	5.4	5.8	6.0	5.4	1.9	3.9	4.9	4.4	300	315	315	315
40b	1.5	1.8	2.0	2.1	5.1	5.4	5.6	5.3	7.4	9.4	10.4	11.4	315	315	315	315
41	0.9	1.4	1.5	1.6	5.6	5.9	6.1	5.6	2.9	3.7	4.7	5.7	300	315	315	315
42	1.0	1.2	1.5	1.6	4.6	5.8	5.9	5.5	1.9	3.7	4.7	5.7	90	300	315	315
43	1.2	1.4	1.1	1.3	4.2	4.5	5.2	5.5	5.3	7.3	5.4	6.4	90	90	300	300
44	-	1.1	0.8	1.2	-	4.3	5.6	5.8	-	2.2	2.4	3.4	-	90	300	300
45a	-	0.8	1.2	1.5	-	5.2	5.5	5.4	-	1.8	2.8	3.8	-	300	315	315
45b1	0.3	1.1	1.3	1.6	5.1	5.2	5.5	5.5	0.1	2.1	3.1	4.1	285	300	300	315
45b2	0.8	1.5	1.7	1.9	5.2	5.4	5.6	5.5	1.6	3.6	4.6	5.6	300	315	315	315

Tabel 4.3 Gecorrigeerde golfcondities met gewicht Hs en Tpm volgens verhouding Hs*Hs*Tpm

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
36	-	0.9	1.2	1.4	-	4.9	5.3	4.8	-	2.0	3.0	4.0	-	315	330	315
37	0.3	1.0	1.2	1.5	3.8	5.1	5.7	5.1	0.1	2.1	3.1	4.1	330	315	315	315
38	-	1.2	1.5	1.6	-	5.6	5.8	5.1	-	2.4	3.4	4.4	-	315	315	315
39a	0.8	1.4	1.6	1.8	4.5	5.2	5.4	5.1	1.6	3.6	4.6	5.6	330	330	315	300
39b	0.8	1.4	1.6	1.8	4.7	5.6	5.8	5.2	1.7	3.3	4.3	5.3	315	330	330	330
40a	1.1	1.6	1.8	1.9	5.1	5.8	6.0	5.4	1.9	3.9	4.9	5.9	330	315	315	315
40b	1.5	1.8	2.0	2.1	5.1	5.4	5.6	5.3	7.4	9.4	10.4	11.4	315	315	315	315
41	1.2	1.5	1.6	1.7	4.8	5.1	5.8	5.3	2.9	3.7	4.7	5.7	90	90	330	330
42	1.1	1.4	1.6	1.7	4.1	5.0	5.1	5.3	1.9	3.7	4.7	5.7	90	330	330	330
43	1.2	1.5	1.6	1.7	4.2	4.2	4.4	4.5	5.3	7.3	8.3	9.3	90	60	60	60
44	-	1.1	1.2	1.3	-	4.3	4.3	5.4	-	2.2	3.2	3.5	-	90	60	330
45a	-	0.9	1.2	1.6	-	5.0	5.4	5.3	-	1.8	2.8	3.8	-	330	330	330
45b1	0.3	1.1	1.4	1.7	5.1	4.9	5.2	5.4	0.1	2.1	3.1	4.1	285	315	330	330
45b2	0.8	1.5	1.7	1.9	5.2	5.4	5.6	5.5	1.6	3.6	4.6	5.6	300	315	315	315

Golfcondities sluizencomplex het Goesse Sas

Het sluizencomplex bij het Goesse Sas (ter hoogte van dijkvak 43) is beschermd door een tweetal strekdammen (zie Figuur 7), welke echter momenteel geen onderdeel van de primaire waterkering uitmaken. Deze dammen moeten als 'verloren' worden beschouwd bij een 1/4.000 jaar storm. Golfreductie door deze dammen kan daarom niet meegenomen worden in de ontwerpwaarden. De primaire waterkering loopt achter de dammen bij de sluisen van 'Het Sas' langs (zie rode lijn Figuur 7). Uitvoerpunt 186, welke is weergegeven in Figuur 7 is maatgevend voor dijkvak 43. Voordat golven het sluizencomplex bereiken, zullen de inkomende golven echter

aanzienlijk reduceren ten opzichte van de condities in uitvoerpunt 186 door diffractie en wrijving langs oevers en bodem. Daarom zijn gereduceerde golfcondities voor het sluisencomplex afgeleid, welke zijn beschreven in ref 14. De gereduceerde golfcondities zijn alleen geldig voor het met blauw aangegeven traject in Figuur 7, welke randvoorwaardenvak 43** wordt genoemd.



Figuur 7: Overzicht sluisencomplex, met daarbij in het rood aangegeven de ligging van de huidige primaire waterkering en met blauw randvoorwaardenvak 43**

4 Waterstanden

In Tabel 6 zijn de ontwerppeilen weergegeven die bij het ontwerp gebruikt dienen te worden. Vanwege het (nood)sluiten van de stormvloedkering bij een waterstand boven NAP+3 m neemt men in de Oosterschelde geen zeespiegelrijzing in beschouwing. Het ontwerppeil is daardoor gelijk aan het toetspeil 2006. Tabel 6 bevat ook de gemiddeld hoog en laag waterstand (GHW, GLW), springtij en doortij (uit [ref 4]).

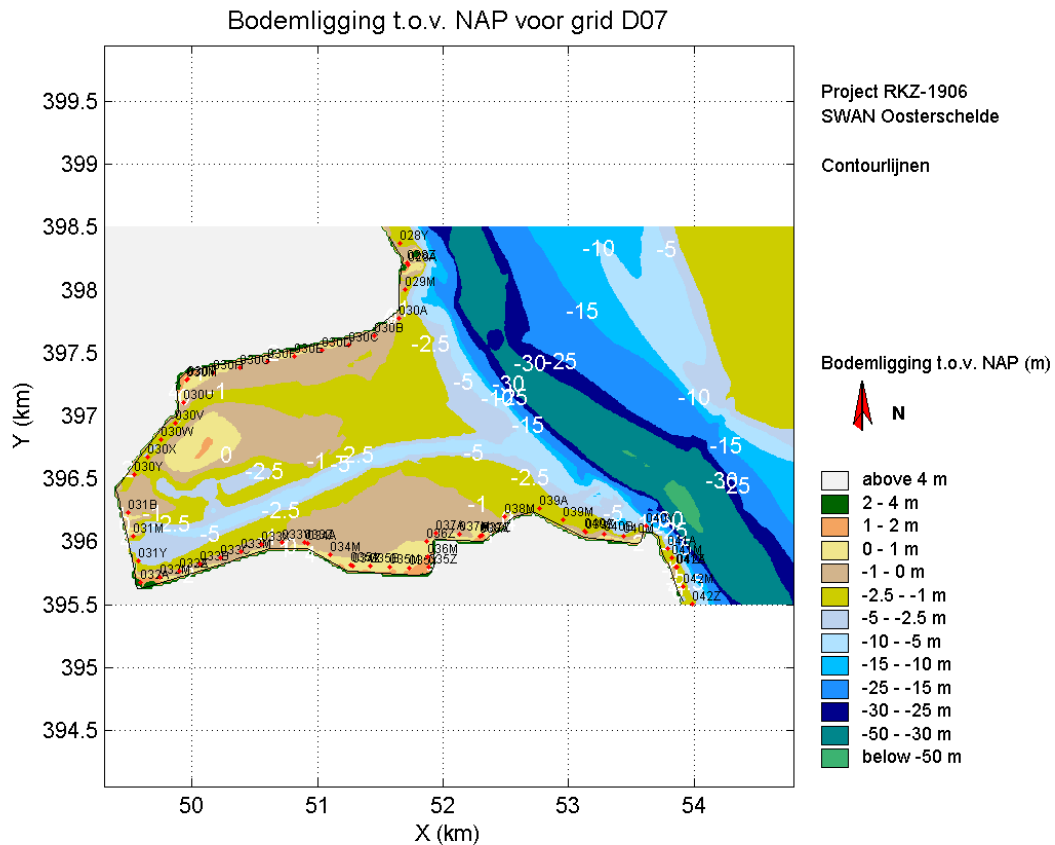
Tabel 6: Waterstanden en ontwerppeilen

Dijk- vak no.	Dijk kilometrering (km)		Ontwerppeil [m] tov NAP	GHW [m] tov NAP	GLW [m] tov NAP	Springtij		Doodtij	
	Van	tot				HW [m] tov NAP	LW [m] tov. NAP	HW [m] tov NAP	LW [m] tov. NAP
36	167.70	167.45	3.45	1.55	-1.35	1.80	-1.40	1.25	-1.20
37	167.45	167.10	3.45	1.55	-1.35	1.80	-1.40	1.25	-1.20
38	167.10	166.75	3.45	1.55	-1.40	1.80	-1.40	1.25	-1.20
39a	166.75	166.60	3.45	1.55	-1.40	1.80	-1.40	1.25	-1.20
39b	166.60	166.20	3.45	1.55	-1.40	1.80	-1.40	1.30	-1.25
40a	166.20	165.80	3.45	1.55	-1.40	1.80	-1.40	1.30	-1.25
40b	165.80	165.65	3.45	1.55	-1.40	1.80	-1.40	1.30	-1.25
41	165.65	165.40	3.45	1.55	-1.40	1.80	-1.40	1.30	-1.25
42	165.40	165.10	3.45	1.55	-1.40	1.80	-1.40	1.30	-1.25
43	165.10	164.50	3.45	1.55	-1.40	1.80	-1.40	1.30	-1.25
44	164.50	162.90	3.45	1.60	-1.40	1.80	-1.45	1.30	-1.25
45a	162.90	162.40	3.45	1.60	-1.40	1.80	-1.45	1.30	-1.25
45b1	162.40	162.18	3.45	1.60	-1.40	1.85	-1.45	1.30	-1.25
45b2	162.18	162.05	3.45	1.60	-1.40	1.85	-1.45	1.30	-1.25

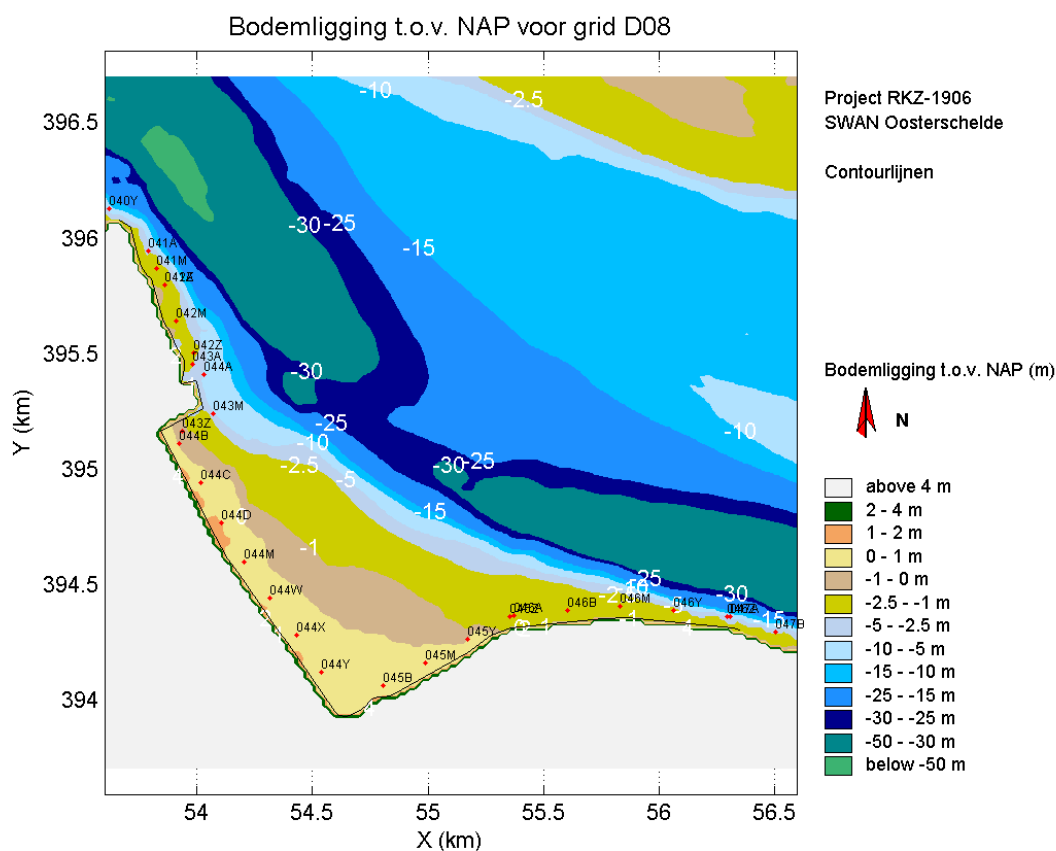
5 Bodemligging en golfcondities lagere waterstanden

De representatieve bodemligging [ref. 5 en 6] voor de dijkvakken is weergegeven in Tabel 7. De representatieve bodemligging van de dijkvakken varieert van NAP -7.44m (dijkvak 40b) tot NAP +0.27m (dijkvak 36). De representatieve hoogte van de beschouwde dijkvakken is in lijn met Figuur 8 en 9, waar de bodemligging van het dijktraject is weergegeven.

Figuur 8: Bodemligging rond dijktraject dijkvakken 36 t/m 41



Figuur 9: Bodemligging rond dijktraject dijkvakken 42 t/m 45b



Tabel 7: Bodemligging

Dijkvak no.	Dijk kilometrerings (km)		Representatieve bodemligging [m] tov NAP	Gemiddelde bodemligging [m] tov NAP	Stand.dev. bodemligging [m] tov. NAP
	van	tot			
36	167.70	167.45	0.27	0.99	0.72
37	167.45	167.10	-0.27	0.19	0.45
38	167.10	166.75	-0.40	0.27	0.67
39a	166.75	166.60	-1.55	-1.55	0.00
39b	166.60	166.20	-1.70	-1.51	0.19
40a	166.20	165.80	-1.82	-1.20	0.62
40b	165.80	165.65	-7.44	-7.44	0.00
41	165.65	165.40	-2.69	-2.12	0.56
42	165.40	165.10	-1.87	-1.76	0.11
43	165.10	164.50	-4.85	-3.08	1.76
44	164.50	162.90	0.19	0.52	0.33
45a	162.90	162.40	0.22	0.38	0.16
45b1	162.40	162.18	-0.10	-0.10	0.00
45b2	162.18	162.05	-1.57	-1.57	0.00

Bij de extrapolatie naar lagere waterstanden mogen de waarden $H_s/D=0.7$ en $H_s/L_o=0.06$ (= golfsteilheid) niet overschreden worden. In Tabel 8 en 9 is voor belastinggeval $H_s \cdot T_{pm}$ (Z1) gecontroleerd of de waarden $H_s/D=0.7$ en $H_s/L_o=0.06$ worden overschreden. Bij de dijkvakken 39a t/m 42 en dijkvak 45b2 wordt de voorwaarde $H_s/D=0.7$ in enkele gevallen overschreden en is de H_s aangepast. In Tabel 8 zijn deze situaties gearceerd. Omdat deze berekende waarden

fysisch niet realistisch zijn, is de betreffende golfhoogte naar beneden bijgesteld, welke gecorrigeerde waarden in de laatste twee kolommen met grijs zijn gearceerd. Daarnaast valt bij een aantal dijkvakken bij waterstanden van NAP -1m en/of NAP -2m het voorland droog. Geadviseerd wordt bij betreffende waterstanden H_s gelijk te stellen aan 0m. De bijgestelde waarden voor H_s bij lage waterstanden staan aangegeven in Tabel 8.

In Tabel 9 is voor belastinggeval $H_s \cdot T_{pm}$ (Z1) gecontroleerd of de waarde $H_s/L_0 \leq 0.06$ worden overschreden bij de waterstanden NAP -1m en NAP -2m. Daarbij staan in de tweede en derde kolom de al dan niet gecorrigeerde waarden van H_s uit Tabel 8. In geen van de situaties blijkt de waarden van $H_s/L_0 \leq 0.06$ overschreden te worden en derhalve behoeven de golfcondities hiervoor niet gecorrigeerd te worden.

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

Dijk- vak no.	Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP		D (m) bij waterstand t.o.v. NAP		Hs/D bij waterstand t.o.v. NAP		Hs en bijgestelde Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP	
	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m
36	--	--	--	--	--	--	--	--
37	--	--	--	--	--	--	--	--
38	--	--	--	--	--	--	--	--
39a	0,30	0,55	--	0,55	--	1,00	--	0,40
39b	0,20	0,50	--	0,70	--	0,71	--	0,50
40a	0,60	0,85	--	0,82	--	1,04	--	0,60
40b	1,20	1,35	5,44	6,44	0,22	0,21	1,20	1,35
41	1,00	1,10	0,69	1,69	1,45	0,65	0,40	1,10
42	0,70	0,85	--	0,87	--	0,98	--	0,60
43	1,00	1,10	2,85	3,85	0,35	0,29	1,00	1,10
44	--	--	--	--	--	--	--	--
45a	--	--	--	--	--	--	--	--
45b1	--	--	--	--	--	--	--	--
45b2	0,10	0,45	--	0,57	--	0,79	--	0,40

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

Dijk- vak no.	Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP		Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP		L0 [m] bij waterstand t.o.v. NAP		Hs/L0 [-] bij waterstand t.o.v. NAP		Aan te houden Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP	
	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m
36	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
37	--	--	2,90	3,45	13,12	18,57	--	--	--	--
38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
39a	--	0,40	4,00	4,40	24,96	30,20	0,000	0,013	--	0,40
39b	--	0,50	4,10	4,50	26,22	31,59	0,000	0,016	--	0,50
40a	--	0,60	4,40	4,75	30,20	35,20	0,000	0,017	--	0,60
40b	1,20	1,35	4,80	4,95	35,94	38,22	0,033	0,035	1,20	1,35
41	0,40	1,10	3,70	4,25	21,36	28,18	0,019	0,039	0,40	1,10
42	--	0,60	3,70	4,15	21,36	26,87	0,000	0,022	--	0,60
43	1,00	1,10	3,90	4,05	23,73	25,59	0,042	0,043	1,00	1,10
44	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
45a	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
45b1	--	--	5,00	5,05	39,00	39,78	--	--	--	--
45b2	--	0,40	5,00	5,10	39,00	40,58	--	0,010	--	0,40

6 Vergelijking Windwater 2006 en 2004

Voor het beschouwde dijktraject (met dijkvak 45b als geheel) is gecontroleerd of er verschillen optreden in bekledingdikte voor asfaltbekledingen, steenbekledingen en stortsteen als Windwater2006 wordt gebruikt in plaats van Windwater2004. In Windwater2006 (WW2006) zijn de belastingfuncties $H_s \cdot T_{pm}$, $H_s \cdot T_{pm}^2$ en $H_s^2 \cdot T_{pm}$ vervangen door gedetailleerdere formules voor verschillende faalmechanismen [13]. Hieronder zijn de resultaten beschreven hiervan voor de verschillende dijkbekledingstypen.

Asfaltbekledingen

Toepassing van WW2004 en WW2006 leidt voor de beschouwde dijkvakken tot gelijke laagdikte. De ontwerpwaarden berekend met WW2004 zijn daarom robuust en kunnen worden toegepast.

Stortsteen

Uit de vergelijking van de rekenresultaten voor stortsteen is gebleken dat toepassing van WW2006 voor alle dijkvakken resulteert in een gelijke of iets grotere steendiameter dan bij toepassing van WW2004. De berekende verschillen vallen echter binnen de marge van de in de praktijk toegepaste steensorteringen. Op basis van deze bevindingen is geconcludeerd dat nadere analyse van de verschillen niet relevant is voor het projectbureau [13].

Steenbekledingen

Uit de vergelijking van de rekenresultaten voor steenbekledingen (type c1 en c2) is gebleken dat (generieke) toepassing van WW2006 voor alle beschouwde dijkvakken niet leidt tot grotere steendikten (>1 cm) dan indien WW2004 zou worden toegepast. De ontwerpwaarden berekend met WW2004 worden daarom als robuust beschouwd en kunnen worden toegepast.

Het ligt in de lijn der verwachting dat het opsplitsen van het dijkvak 45b, in dijkvak 45b1 en 45b2, geen wezenlijk andere conclusie oplevert dan hierboven beschreven. Echter, in geval het voor een ontwerp kritiek wordt, wordt aanbevolen nader te beschouwen of het splitsen van het dijkvak mogelijk toch uitmaakt.

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.] WL Delft: '*Correctiewaarden Zeeland, Fase 1: Bepaling correctiefuncties voor ontwerp*', d.d. augustus 2005.
- [4.] Jansen, M: '*Hoog- en laagwaterstand en ontwerppeil per dijkvak Oosterschelde*', d.d. 9 november 2004, werkdocument 2004.09.07 van mantelovereenkomst RKZ-1420.
- [5.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: '*Handleiding hydraulische detailadviezen Oosterschelde en Westerschelde t.b.v. projectbureau Zeeweringen; Deel 1 van 2: Checklist detailadviezen*', d.d. 8 augustus 2006.
- [6.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: '*Handleiding hydraulische detailadviezen Oosterschelde en Westerschelde t.b.v. projectbureau Zeeweringen; Deel 2 van 2: Achtergrond detailadviezen*', d.d. 8 augustus 2006.
- [7.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Detailadvies Stormsandepolder, Polder Breede Watering*' Opdracht 2006.01.18, d.d. 16 januari 2006
- [8.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*RKZ-1906.022_Wilhelminapolderpolder_Oostbevelandpolder_definitief.xls*', d.d. 24 november 2009.
- [9.] Royal Haskoning: '*Prognose van Schor- en slikontwikkelingen in de Oosterschelde - een analyse naar de te verwachten ontwikkelingen*, Rapportnr 9T4814.B, herziene uitgave september 2008.
- [10.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Detailadvies Wilhelminapolder, Oostbevelandpolder*', opdracht 2007.09.62, PvdR/1340/D07334/B, d.d. 16 augustus 2007
- [11.] Deltares, Groenendaal, E: '*Toepassen minimale Hs en Tpm voor: hydraulische advisering aan Projectbureau Zeeweringen*', maart 2008, kenmerk H5102/EG/01.
- [12.] Royal Haskoning en Svasek Hydraulics: '*Overzichtskaart Oosterschelde en Westerschelde (RKZ-1906_011)*', oktober 2008.
- [13.] Royal Haskoning en Svasek Hydraulics: '*Evaluatie robuustheid hydraulische ontwerpwaarden projectbureau Zeeweringen; Vergelijking WindWater2004 en WindWater2006 voor de Oosterschelde*', d.d. 11 september 2008.
- [14.] Royal Haskoning en Svasek Hydraulics: '*Memo golfcondities Sluizencomplex Goesse Sas, dijkvak 43*', (RKZ-1906.021, aanvulling op opdracht 2007.09.62), PvdR/1463/09102/C, d.d. 24 juni 2009.
- [15.] Royal Haskoning en Svasek Hydraulics: '*Detailadvies Wilhelminapolder Zandkreekdam*', (RKZ-1906.012), 9S9077/N0001/EARN/SSOM/Rott1, d.d. 2 februari 2009.