

Detailadvies Oesterdam

Aan : Ester Groenendaal (RIKZ)
 Van : Erik Arnold
 Tweede lezer :
 Datum : 14 juni 2007
 Betreft : Opdracht 2007.04.56 van mantelovereenkomst RKZ-1563
 Status : Definitief
 Ref. Royal Haskoning : 9R2599.U0/N0003/EARN/MJANS/Rott1
 Ref. Svasek :

In dit detailadvies zijn de golfcondities beschreven voor de Oesterdam. Het detailadvies is opgebouwd uit twee delen: het samenvattende advies (ontwerpwaarden) en de bijlagen (aanpak/resultaten detailadvies en afslagberekeningen). Voor achtergrondinformatie bij het detailadvies wordt verwezen naar [ref. 8 en 9]. Bij het detailadvies hoort ook een excel-spreadsheet met de randvoorwaarden [ref. 10]. De randvoorwaarden in deze sheet komen exact overeen met de randvoorwaarden in voorliggend advies.

Tabel 1: Beschouwde dijkvakken

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrerings		Polder-naam
	van		tot		(km)		
no.	x	y	x	y	van	tot	
77	73614	383309	74083	383933	119.45	118.65	Oesterdam
78	74083	383933	73995	384778	118.65	117.80	Oesterdam
79	73995	384778	73882	386022	117.80	116.55	Oesterdam
80	73882	386022	74082	386689	116.55	115.85	Oesterdam (Mosselkreek)
81	74082	386689	73882	388578	115.85	113.95	Oesterdam (Marollegat)
82a	73882	388578	73789	389423	113.95	113.10	Oesterdam
82b	73789	389423	73596	389818	113.10	112.65	Oesterdam
83	73596	389818	72561	390312	112.65	111.50	Oesterdam
84	72561	390312	70849	391127	111.50	109.60	Oesterdam
85	70849	391127	70688	391727	109.60	108.95	Oesterdam
86a	70688	391727	70702	391775	108.95	108.90	Oesterdam (havendammen sluisen)
86b	70702	391775	70794	391956	108.90	108.60	Oesterdam (havendammen sluisen)
86c	70794	391956	70811	392054	108.60	108.50	Oesterdam (havendammen sluisen)
86d	70811	392054	70948	392319	108.50	108.20	Oesterdam (havendammen sluisen)
87a	70948	392319	70995	392457	108.20	108.05	Oesterdam (Tholense Gat)
87b	70995	392457	70700	392720	108.05	107.65	Oesterdam (Tholense Gat)

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

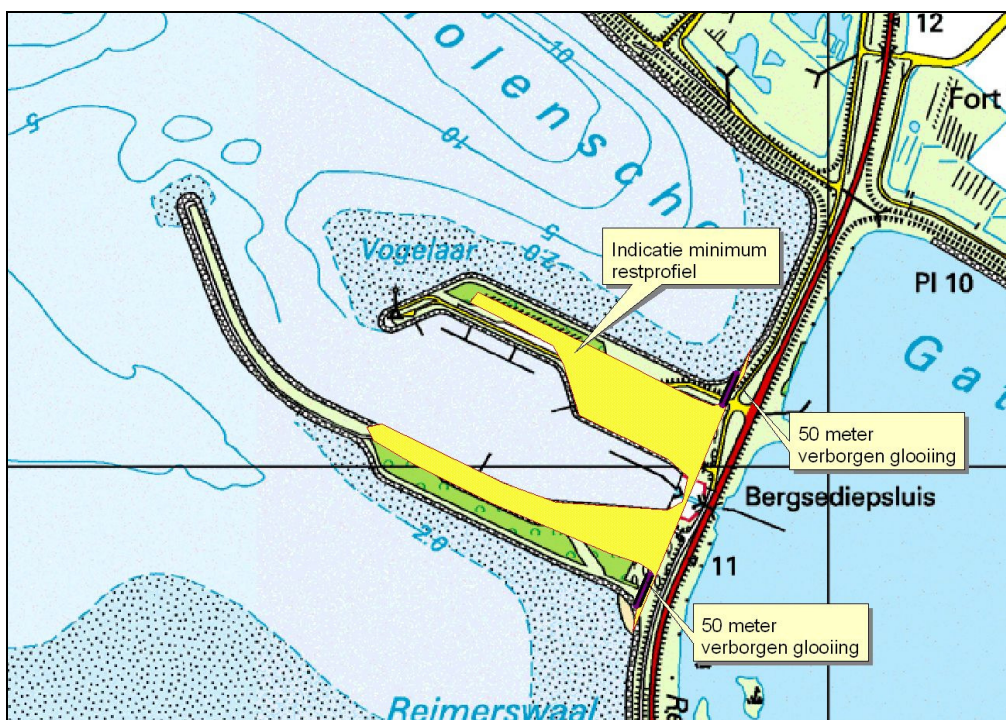
Dijk- vak	Hs [m]				Tpm [s]				Waterdiepte (m)				Windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				bij waterstand				nautisch bij			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				waterstand t.o.v. NAP			
no.	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
77	-	0.4	0.8	1.2	-	3.0	3.6	4.9	-	0.7	1.7	2.7	-	360	315	300
78	-	0.8	1.1	1.4	-	3.6	4.2	4.8	-	1.7	2.7	3.7	-	300	300	300
79	0.5	1.2	1.5	1.8	2.5	4.3	4.7	5.2	1.0	3.0	4.0	5.0	270	285	300	300
80	0.5	1.2	1.5	1.8	2.6	4.4	4.8	5.4	1.0	3.0	4.0	4.3	270	285	300	300
81	1.1	1.7	2.0	2.2	3.7	4.6	4.9	5.3	3.0	4.3	5.3	6.4	270	270	270	285
82a	1.0	1.7	2.0	2.2	3.8	4.7	5.1	5.1	2.7	4.7	5.7	6.7	270	270	270	270
82b	0.5	1.3	1.6	1.8	3.3	4.7	5.1	5.4	1.1	3.1	4.1	4.6	270	270	270	270
83	0.5	1.3	1.6	1.9	3.3	4.8	5.1	5.3	1.2	3.2	4.2	5.2	285	270	270	270
84	0.5	1.3	1.6	1.8	3.6	4.7	5.0	5.5	1.0	3.1	3.8	4.2	300	270	270	285
85	0.4	1.3	1.6	1.9	3.0	4.6	5.0	5.6	0.8	2.8	3.8	4.7	270	270	270	285
86a *	0.8	1.5	1.7	1.9	3.5	4.6	4.9	5.1	1.3	3.3	4.3	5.3	270	240	270	270
86b *	0.8	1.5	1.7	1.9	3.5	4.6	4.9	5.1	1.3	3.3	4.3	5.3	270	240	270	270
86c *	0.7	1.2	1.4	1.5	4.4	5.1	5.4	5.7	2.5	4.5	5.5	6.5	270	270	270	285
86d *	0.7	1.2	1.4	1.5	4.4	5.1	5.4	5.7	2.5	4.5	5.5	6.5	270	270	270	285
87a	1.3	1.5	1.6	1.6	4.5	5.1	5.3	5.4	4.0	6.0	7.0	8.0	270	270	270	270
87b	1.4	1.7	1.9	1.9	4.1	4.7	5.0	5.1	5.6	7.6	8.6	9.6	270	270	270	270

* zie vetgedrukte tekst bij aandachtspunten.

Aandachtspunten:

- Voor dijkvak 77 zijn al eerder randvoorwaarden afgegeven in detailadvies Eerste Bathpolder (2006.06.37). Deze blijven geldig en worden in voorliggend advies overgenomen. Voor dijkvak 87b geldt ook al eerder randvoorwaarden afgegeven (2005.07.06d Poortvlietpolder). De randvoorwaarden in dat advies zijn berekend met de oude correctiefactoren. Voor de toetsing en het ontwerp van de dijkbekleding moeten de randvoorwaarden uit dit detailadvies worden gebruikt.
- In het noordelijk deel (dijkvak 87a) van het traject ligt de bodem aanzienlijk lager omdat hier voor de aanleg van de Oesterdam een geul gelegen heeft, namelijk het Tholensche Gat. Deze bodemligging (ca. NAP -21m) is echter niet representatief voor dijkvak 87a. Daarom is de gemiddelde bodemligging van dijkvak 86a en 87b toegepast bij dijkvak 87a (de aangepaste waarden zijn in de tabel gemarkeerd).
- De in Tabel 2 opgenomen golfcondities zijn gebaseerd op belastingsfunctie $Z1=H_s \cdot T_{pm}$ en gelden voor zuilen. 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 belastingsfunctie $Z3=H_s \cdot H_s \cdot T_{pm}$ (zie Tabel 4.3) maatgevend.
- De volgende instellingen zijn gebruikt: dikte toplaag: tussen 0,25 m en 0,45m, dikte/D15 bovenste filterlaag: 0,2m/0,015m, porositeit filterlagen: 0,35. Indien in het ontwerp waarden gebruikt worden die afwijken van deze waarden, dient contact opgenomen te worden met RIKZ. Mogelijk wordt dan een andere belastingsfunctie maatgevend, waardoor de randvoorwaarden kunnen veranderen.
- Ter plaatse van de Bergse Diepsluis liggen twee havendammen (voor dijkvak 86a, b en c). De primaire waterkering loopt achter de havendammen langs en ligt op de Oesterdam (zie Figuur 2). Door middel van afslagberekeningen is aangetoond (bijlage 2) dat deze niet volledig zullen falen bij een 1/4000 jr. storm en reduceren daarom de golfbelasting op de achterliggende primaire waterkering. **Wij adviseren om uit te gaan van een maximale afslag van 50 meter vanaf de aansluiting van de sluisarmen op de Oesterdam (zie Figuur 1). Voor het aangegeven traject moeten de waarden in Tabel 2 worden gebruikt. Het overige traject (achter de sluisdammen) zal niet belast worden en de gegevens van Tabel 2 vervallen dus voor die trajecten.** De randvoorwaarden in Tabel 2 zijn niet herberekend met de afslagprofielen. De afgegeven randvoorwaarden die vallen binnen het traject van 50 m zijn dus een bovengrens.
- Schor aanwezig bij deel van dijkvak 77. Randvoorwaarden zijn gebaseerd op een uitvoerpunt buiten dit schor en

dus ook bij enige achteruitgang van de schorrand [lit 13] robuust genoeg.



Figuur 1: Indicatie minimum restprofiel en 50m verborgen glooiing

Tabel 3: Waterstanden en ontwerppeilen

Dijk- vak no.	Poldernaam	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
77	Oesterdam	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
78	Oesterdam	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
79	Oesterdam	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
80	Oesterdam (Mosselkreek)	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
81	Oesterdam (Marollegat)	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
82a	Oesterdam	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
82b	Oesterdam	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
83	Oesterdam	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
84	Oesterdam	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
85	Oesterdam	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
86a	Oesterdam (havendammen sluizen)	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
86b	Oesterdam (havendammen sluizen)	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
86c	Oesterdam (havendammen sluizen)	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
86d	Oesterdam (havendammen sluizen)	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
87a	Oesterdam (Tholense Gat)	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
87b	Oesterdam (Tholense Gat)	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40

Figuur 2: Dijkvakken 83 t/m 87b



Figuur 3: Dijkvakken 80 t/m 82b

Bijlagen 1: Aanpak en resultaten detailadvies

1 Ligging dijkvakken

Dit detailadvies gaat over de dijkvakken 77 t/m 87b (zie Figuur 2 t/m 4). Het tracé ligt aan de oostzijde van de Oosterschelde. Voor vak 77 zijn al eerder randvoorwaarden afgegeven in detailadvies Eerste Bathpolder (2006.06.37). Deze blijven geldig en worden in voorliggend advies overgenomen. Ook voor dijkvak 87b zijn al eerder (in 2005) randvoorwaarden afgegeven (2005.07.06d Poortvlietpolder). De randvoorwaarden in dat advies zijn berekend met de oude correctiefactoren. In dit detailadvies zijn aangescherpte correctiewaarden gebruikt en de randvoorwaarden zijn daarom wat lager. Voor de toetsing en het ontwerp van de dijkbekleding moeten de randvoorwaarden uit dit detailadvies worden gebruikt.

2 Situatiebeschrijving

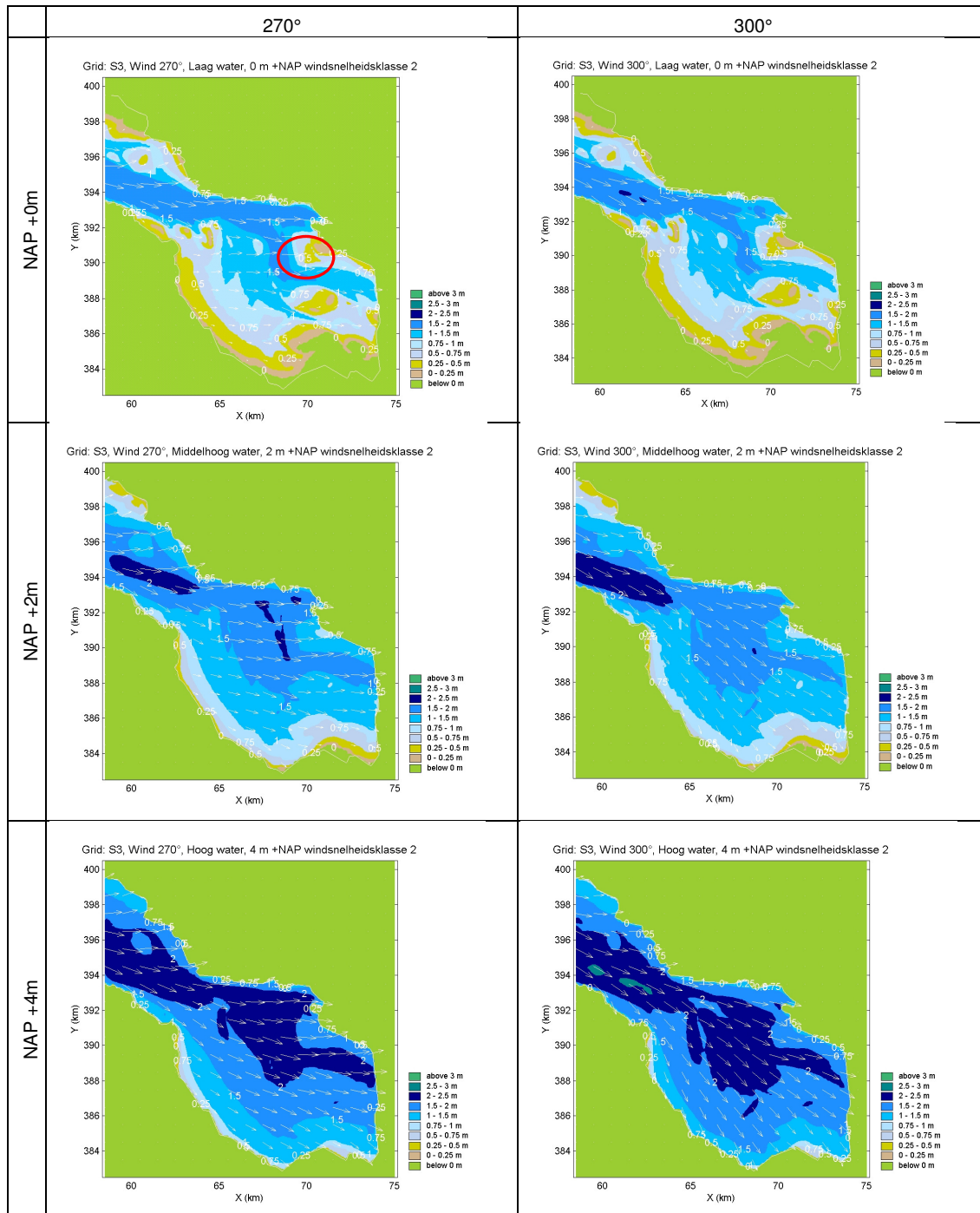
Op het traject zijn enkele bijzondere objecten te onderscheiden:

- Ter plaatse van de Bergse Diepsluis liggen twee havendammen (voor dijkvak 86a, b en c). De primaire waterkering loopt achter de havendammen langs en ligt op de Oesterdam (zie Figuur 2). Van de havendammen wordt verwacht dat deze niet volledig zullen falen bij een 1/4000 jr. storm en reduceren daarom de golfbelasting op de achterliggende primaire waterkering. Om deze veronderstelling te toetsen is door middel van afslagberekeningen het resterende profiel van de havendammen bepaald bij een 1/4000 jr. storm. Op basis van dit profiel is beoordeeld of de havendammen voldoende sterk zijn om de achterliggende primaire waterkering te beschermen. Voor de resultaten van de afslagberekeningen wordt verwezen naar bijlage 2.

3 Golfcondities

Alle dijkvakken in het beschouwde traject worden het zwaarst belast door golven bij windrichtingen tussen 270 en 360 graden. Bij deze richtingen kan over grote afstand golfgroei plaatsvinden op de Oosterschelde. Bij hoge waterstanden wordt het zuidelijk deel van het traject (dijkvak 77 t/m 80) het zwaarst belast door golven uit het noordwesten (300-315°) en het noordelijk deel van het traject (dijkvak 81 t/m 87b) door golven uit het westen. Het zuidelijk deel van het traject staat namelijk door zijn ligging in het zuidoostelijk deel van de Oosterschelde meer bloot aan golven uit het noordwesten dan het noordelijk deel.

Figuur 5 toont de met SWAN berekende golfvelden (zonder enige correcties) voor de windrichtingen 270 en 300° bij de waterstanden NAP +0m, +2m en +4m. Duidelijk zichtbaar is dat de 'Speelmansplaat' (rood gemarkeerd) bij een waterstand van NAP +4m minder invloed heeft op de golfcondities. Er is in die situatie voldoende waterdiepte beschikbaar en de golven worden minder geremd.



Figuur 5: SWAN resultaten voor H_s . Van links naar rechts met ruimende wind, van boven naar onder met toenemend waterpeil.

Tabellen 4.1 t/m 4.3 tonen de maatgevende golfcondities, gebaseerd op $H_s \cdot T_{pm}$, $H_s^2 \cdot T_{pm}^2$ en $H_s^2 \cdot T_{pm}$. De tabellen vertonen logische waarden: zowel de significante golfhoogte (H_s) als de golfperiode (T_{pm}) nemen voor alle dijkvakken toe bij een toenemende waterstand. Merk op dat het effect van stroming (bij een waterstand van NAP +4m is de kering gesloten) hier niet merkbaar is omdat het traject ver van de Oosterscheldekering ligt.

Merk op dat bij dijkvak 84 bij een waterstand van NAP +0m de golfperiode erg hoog is vergeleken met nabijgelegen dijkvakken bij een afluiddige wind (315°). Dit komt doordat SWAN de golfperiode in dit geval bij refractie sterk overschat. Daarom is deze niet-realistische windrichting uitgesloten. Windrichting 300 graden wordt dan maatgevend.

Tabel 4.1 Golfcondities met gewicht Hs en Tpm volgens verhouding Hs*Tpm

Dijk- vak no.	Hs [m]				Tpm [s]				Waterdiepte (m)				Windrichting (°)				golfrichtingsband							
	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				nautisch (°) bij waterstand t.o.v. NAP							
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m		+2m		+3m		+4m	
77	-	0.4	0.8	1.2	-	3.0	3.6	4.9	-	0.7	1.7	2.7	-	360	315	300	-	-	318	348	302	332	301	331
78	-	0.8	1.1	1.4	-	3.6	4.2	4.8	-	1.7	2.7	3.7	-	300	300	300	-	-	287	317	289	319	291	321
79	0.5	1.2	1.5	1.8	2.5	4.3	4.7	5.2	1.0	3.0	4.0	5.0	270	285	300	300	252	282	274	304	285	315	286	316
80	0.5	1.2	1.5	1.8	2.6	4.4	4.8	5.4	1.0	3.0	4.0	4.3	270	285	300	300	252	282	274	304	285	315	283	313
81	1.1	1.7	2.0	2.2	3.7	4.6	4.9	5.3	3.0	4.3	5.3	6.4	270	270	270	285	252	282	254	284	255	285	271	301
82a	1.0	1.7	2.0	2.2	3.8	4.7	5.1	5.1	2.7	4.7	5.7	6.7	270	270	270	270	249	279	248	278	249	279	250	280
82b	0.5	1.3	1.6	1.8	3.3	4.7	5.1	5.4	1.1	3.1	4.1	4.6	270	270	270	270	224	254	233	263	236	266	236	266
83	0.5	1.3	1.6	1.9	3.3	4.8	5.1	5.3	1.2	3.2	4.2	5.2	285	270	270	270	247	277	227	257	231	261	234	264
84	0.5	1.3	1.6	1.8	3.6	4.7	5.0	5.5	1.0	3.1	3.8	4.2	300	270	270	285	232	262	222	252	231	261	263	293
85	0.4	1.3	1.6	1.9	3.0	4.6	5.0	5.6	0.8	2.8	3.8	4.7	270	270	270	285	250	280	256	286	257	287	268	298
86a	0.8	1.5	1.7	1.9	3.5	4.6	4.9	5.1	1.3	3.3	4.3	5.3	270	240	270	270	259	289	259	289	258	288	260	290
86b	0.8	1.5	1.7	1.9	3.5	4.6	4.9	5.1	1.3	3.3	4.3	5.3	270	240	270	270	259	289	259	289	258	288	260	290
86c	0.7	1.2	1.4	1.5	4.4	5.1	5.4	5.7	2.5	4.5	5.5	6.5	270	270	270	285	313	343	305	335	301	331	298	328
86d	0.7	1.2	1.4	1.5	4.4	5.1	5.4	5.7	2.5	4.5	5.5	6.5	270	270	270	285	313	343	305	335	301	331	298	328
87a	1.3	1.5	1.6	1.6	4.5	5.1	5.3	5.4	4.0	6.0	7.0	8.0	270	270	270	270	276	306	275	305	275	305	274	304
87b	1.4	1.7	1.9	1.9	4.1	4.7	5.0	5.1	5.6	7.6	8.6	9.6	270	270	270	270	253	283	251	281	251	281	250	280

Tabel 4.2 Golfcondities met gewicht Hs en Tpm volgens verhouding Hs*Tpm*Tpm

Dijk- vak no.	Hs [m]				Tpm [s]				Waterdiepte (m)				Windrichting (°)				golfrichtingsband							
	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				nautisch (°) bij waterstand t.o.v. NAP							
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m		+2m		+3m		+4m	
77	-	0.4	0.7	1.2	-	3.0	3.8	4.9	-	0.7	1.7	2.7	-	360	330	300	-	-	318	348	310	340	301	331
78	-	0.8	1.1	1.4	-	3.6	4.2	4.8	-	1.7	2.7	3.7	-	300	300	300	-	-	287	317	289	319	291	321
79	0.5	1.2	1.5	1.8	2.5	4.3	4.7	5.2	1.0	3.0	4.0	5.0	270	285	300	300	252	282	274	304	285	315	286	316
80	0.5	1.2	1.5	1.8	2.6	4.4	4.8	5.4	1.0	3.0	4.0	4.3	270	285	300	300	252	282	274	304	285	315	283	313
81	1.1	1.7	1.9	2.2	3.7	4.6	5.0	5.3	3.0	4.3	5.4	6.4	270	270	285	285	252	282	254	284	273	303	271	301
82a	1.0	1.7	2.0	2.2	3.8	4.8	5.1	5.1	2.7	3.9	5.7	6.7	270	270	270	270	249	279	249	279	249	279	250	280
82b	0.5	1.3	1.6	1.7	3.3	4.7	5.1	5.6	1.1	3.1	4.1	4.6	270	270	270	285	224	254	233	263	236	266	242	272
83	0.3	1.3	1.6	1.7	4.5	4.8	5.1	5.6	0.7	3.2	4.2	4.6	330	270	270	285	253	283	227	257	231	261	241	271
84	0.5	1.3	1.6	1.8	3.6	4.7	5.0	5.6	1.0	3.1	3.8	4.2	300	270	270	300	232	262	222	252	231	261	269	299
85	0.4	1.3	1.6	1.9	3.0	4.6	5.0	5.6	0.8	2.7	3.8	4.7	285	270	270	285	256	286	256	286	257	287	268	298
86a	0.8	1.4	1.7	1.9	3.5	4.7	4.9	5.1	1.3	3.3	4.3	5.3	270	270	270	270	259	289	259	289	258	288	260	290
86b	0.8	1.4	1.7	1.9	3.5	4.7	4.9	5.1	1.3	3.3	4.3	5.3	270	270	270	270	259	289	259	289	258	288	260	290
86c	0.7	1.2	1.4	1.5	4.4	5.1	5.4	5.7	2.5	4.5	5.5	6.5	270	270	270	285	313	343	305	335	301	331	298	328
86d	0.7	1.2	1.4	1.5	4.4	5.1	5.4	5.7	2.5	4.5	5.5	6.5	270	270	270	285	313	343	305	335	301	331	298	328
87a	1.3	1.5	1.6	1.6	4.5	5.1	5.3	5.4	4.0	6.0	7.0	8.0	270	270	270	270	276	306	275	305	275	305	274	304
87b	1.4	1.7	1.9	1.9	4.1	4.7	5.0	5.1	5.6	7.6	8.6	9.6	270	270	270	270	253	283	251	281	251	281	250	280

Tabel 4.3 Golfcondities met gewicht Hs en Tpm volgens verhouding Hs³Hs³Tpm

Dijk- vak no.	Hs [m]				Tpm [s]				Waterdiepte (m)				Windrichting (°)				golfrichtingsband							
	bij waterstand				bij waterstand				bij waterstand				nautisch bij				nautisch (°) bij waterstand t.o.v. NAP							
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				waterstand t.o.v. NAP				+0m		+2m		+3m		+4m	
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	van	tot	van	tot	van	tot	van	tot
77	-	0.4	0.8	1.2	-	3.0	3.6	4.9	-	0.7	1.7	2.7	-	360	300	300	-	-	318	348	294	324	301	331
78	-	0.8	1.1	1.5	-	3.6	4.2	4.8	-	1.7	2.7	3.7	-	285	285	285	-	-	278	308	282	312	285	315
79	0.5	1.2	1.5	1.8	2.5	4.3	4.7	5.2	1.0	3.0	4.0	5.0	270	300	300	300	252	282	284	314	285	315	286	316
80	0.5	1.2	1.5	1.8	2.6	4.3	4.8	5.4	1.0	3.0	4.0	4.3	270	300	300	300	252	282	284	314	285	315	283	313
81	1.1	1.7	2.0	2.2	3.7	4.6	4.9	5.1	3.0	4.3	5.3	6.3	270	270	270	270	252	282	254	284	255	285	255	285
82a	1.0	1.7	2.0	2.2	3.8	4.7	5.1	5.1	2.7	4.7	5.7	6.7	270	270	270	270	249	279	248	278	249	279	250	280
82b	0.5	1.3	1.6	1.8	2.9	4.6	5.1	5.3	1.1	3.1	4.1	5.1	210	240	270	270	189	219	218	248	236	266	239	269
83	0.5	1.3	1.6	1.9	3.2	4.7	5.1	5.3	1.2	3.2	4.2	5.2	315	240	270	270	256	286	215	245	231	261	234	264
84	0.5	1.3	1.6	1.9	3.5	4.6	5.0	5.3	1.0	3.1	3.8	4.8	285	240	270	270	232	262	210	240	231	261	235	265
85	0.4	1.3	1.6	2.0	3.0	4.6	5.0	5.4	0.8	2.8	3.8	4.8	270	270	270	270	250	280	256	286	257	287	258	288
86a	0.8	1.5	1.7	1.9	3.5	4.6	4.8	4.9	1.3	3.3	4.3	5.3	270	240	240	240	259	289	259	289	258	288	260	290
86b	0.8	1.5	1.7	1.9	3.5	4.6	4.8	4.9	1.3	3.3	4.3	5.3	270	240	240	240	259	289	259	289	258	288	260	290
86c	0.9	1.2	1.4	1.5	3.3	5.1	5.4	5.7	7.4	4.5	5.5	6.5	300	270	270	285	300	330	305	335	301	331	298	328
86d	0.9	1.2	1.4	1.5	3.3	5.1	5.4	5.7	7.4	4.5	5.5	6.5	300	270	270	285	300	330	305	335	301	331	298	328
87a	1.3	1.5	1.6	1.6	4.5	5.1	5.3	5.4	6.5	6.0	7.0	8.0	270	270	270	270	276	306	275	305	275	305	274	304
87b	1.4	1.7	1.9	1.9	4.1	4.7	5.0	5.1	5.6	7.6	8.6	9.6	270	270	270	270	253	283	251	281	251	281	250	280

4 Waterstanden

In Tabel 5 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+3m neemt men in de Oosterschelde geen zeespiegelrijzing in beschouwing. Het ontwerppeil is daardoor gelijk aan het toetspeil 2006 dat ook in de tabel is opgenomen. Tabel 5 bevat ook de gemiddeld hoog waterstand en gemiddeld laag water (GHW en GLW). Verder zijn de waterstanden opgenomen bij gemiddeld getij, springtij en doortij (uit [ref 5]).

Tabel 5: Waterstanden en ontwerppeilen

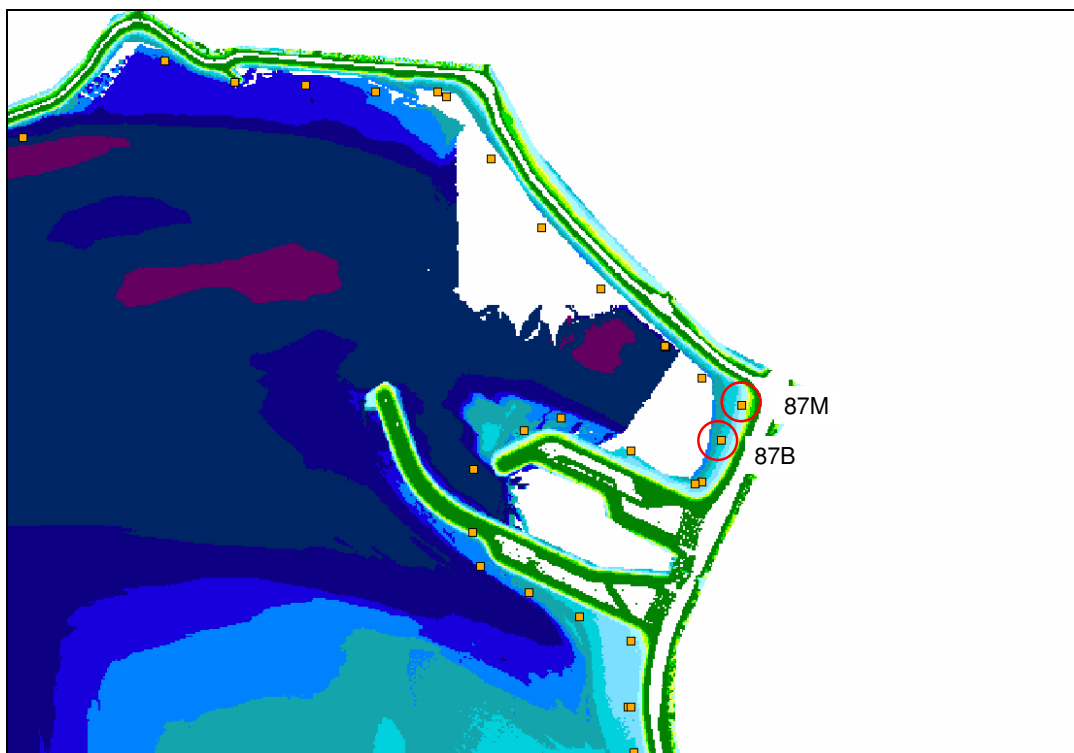
Dijk- vak no.	Poldernaam	Ontwerppeil [m] tov NAP	GHW [m] tov NAP	GLW [m] tov. NAP	Springtij		Doodtij	
					HW	LW	HW	LW
					[m] tov NAP	[m] tov. NAP	[m] tov NAP	[m] tov. NAP
77	Oesterdam	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
78	Oesterdam	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
79	Oesterdam	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
80	Oesterdam (Mosselkreek)	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
81	Oesterdam (Marollegat)	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
82a	Oesterdam	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
82b	Oesterdam	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
83	Oesterdam	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
84	Oesterdam	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
85	Oesterdam	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
86a	Oesterdam (havendammen sluizen)	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
86b	Oesterdam (havendammen sluizen)	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
86c	Oesterdam (havendammen sluizen)	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
86d	Oesterdam (havendammen sluizen)	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
87a	Oesterdam (Tholense Gat)	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40
87b	Oesterdam (Tholense Gat)	3.95	1.85	-1.60	2.15	-1.65	1.50	-1.40

5 Bodemligging en golfcondities lagere waterstanden

De representatieve bodemligging [ref. 8 en 9] voor de dijkvakken is weergegeven in Tabel 6. Voor de dijkvakken die liggen aan het 'Verdronken land van Zuid-Beveland' (dijkvak 77 en 78) geldt dat de bodemligging boven NAP 0m ligt. Deze gebieden vallen daarom bij lage waterstanden droog. Ter hoogte van de 'Speelmansplaten' (dijkvak 82b t/m 85) ligt de bodem ook wat hoger (ca. NAP -1m). In het noordelijk deel van het traject ligt de bodem lager omdat hier vóór de aanleg van de Oesterdam een geul gelegen heeft, namelijk het Tholensche Gat. Ter hoogte van dijkvak 87a wordt de laagste bodemligging waargenomen (NAP -21m). De bodemligging is echter niet representatief meer voor dit dijkvak (de teen van de Oesterdam ligt hoger; zie Figuur 6) en daarom stellen we voor een bodemligging toe te passen die ligt tussen dijkvak 86d en 87b: **NAP -6.36m** i.p.v. NAP -21.21m. Deze bodemligging is toegepast bij de extrapolatie van de golfcondities naar lagere waterstanden.

Tabel 6: Bodemligging

Dijk- vak	Poldernaam	Repr. bodemligging (m)	Gemiddelde bodemligging (m)	Bodemligging st. dev. (m)
no.		t.o.v. NAP	t.o.v. NAP	t.o.v. NAP
77	Oesterdam	1.36	1.49	0.13
78	Oesterdam	0.54	1.01	0.47
79	Oesterdam	-0.79	-0.39	0.41
80	Oesterdam (Mosselkreek)	-0.69	-0.22	0.47
81	Oesterdam (Marollegat)	-2.62	-1.53	1.08
82a	Oesterdam	-2.39	-2.01	0.39
82b	Oesterdam	-0.99	-0.75	0.24
83	Oesterdam	-0.94	-0.73	0.21
84	Oesterdam	-0.92	-0.54	0.37
85	Oesterdam	-0.79	-0.57	0.21
86a	Oesterdam (havendammen sluizen)	-1.87	-1.14	0.73
86b	Oesterdam (havendammen sluizen)	-5.74	-4.12	1.62
86c	Oesterdam (havendammen sluizen)	-2.24	-1.67	0.58
86d	Oesterdam (havendammen sluizen)	-7.14	-5.12	2.03
87a	Oesterdam (Tholense Gat)	-21.21	-14.20	7.01
87b	Oesterdam (Tholense Gat)	-5.57	-5.06	0.52



Figuur 6: Bodemligging bij dijkvak 87a (bodempunt 87B en 87M)

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 7 en 8 is voor belastingsgeval $H_s \cdot T_{pm}$ gecontroleerd of de waarden $H_s/D=0.7$ en $H_s/L_o=0.06$ worden overschreden. Bij dijkvak 81, 82a en 86c wordt de voorwaarde $H_s/D=0.7$ overschreden, maar door afronding naar 0.1 significantie valt de bijstelling weg.

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

Dijk- vak	Hs [m]		D [m]		Hs/D		bijgestelde Hs [m]	
	bij waterstand		bij waterstand		bij waterstand		bij waterstand	
	t.o.v. NAP		t.o.v. NAP		t.o.v. NAP		t.o.v. NAP	
no.	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m
77	-	-	-	-	-	-	-	-
78	-	-	-	-	-	-	-	-
79	0.2	-	-	-	-	-	-	-
80	0.2	-	-	-	-	-	-	-
81	0.8	0.5	1.62	0.62	0.5	0.8	-	0.5
82a	0.7	0.3	1.39	0.39	0.5	0.8	-	0.3
82b	0.1	-	-	-	-	-	-	-
83	0.1	-	-	-	-	-	-	-
84	0.1	-	-	-	-	-	-	-
85	-	-	-	-	-	-	-	-
86a	0.5	0.1	0.87	-	0.5	-	-	-
86b	0.5	0.1	4.74	3.74	0.1	0.0	-	-
86c	0.5	0.2	1.24	0.24	0.4	0.8	-	0.2
86d	0.5	0.2	6.14	5.14	0.1	0.0	-	-
87a	1.2	1.1	5.36	4.36	0.2	0.3	-	-
87b	1.3	1.1	4.57	3.57	0.3	0.3	-	-

Tabel 9 Controle criterium $H_s/Lo=0.06$

Dijk- vak	Hs [m]		T _{pm} [m]		Lo [m]		Hs/Lo		bijgestelde Hs [m]	
	bij waterstand		bij waterstand		bij waterstand		bij waterstand		bij waterstand	
	t.o.v. NAP		t.o.v. NAP		t.o.v. NAP		t.o.v. NAP		t.o.v. NAP	
no.	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m
77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
79	0.2	-	1.6	-	4	-	0.038	-	-	-
80	0.2	-	1.7	-	5	-	0.033	-	-	-
81	0.8	0.5	3.3	2.8	16	12	0.049	0.041	-	-
82a	0.7	0.3	3.4	2.9	18	13	0.037	0.023	-	-
82b	0.1	-	2.6	-	11	-	0.009	-	-	-
83	0.1	-	2.6	-	10	-	0.010	-	-	-
84	0.1	-	3.1	-	15	-	0.007	-	-	-
85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
86a	0.5	0.1	3.0	2.4	14	9	0.033	0.011	-	-
86b	0.5	0.1	3.0	2.4	14	9	0.033	0.011	-	-
86c	0.5	0.2	4.1	3.7	26	21	0.018	0.009	-	-
86d	0.5	0.2	4.1	3.7	26	21	0.018	0.009	-	-
87a	1.2	1.1	4.2	3.9	28	24	0.044	0.046	-	-
87b	1.3	1.1	3.8	3.5	23	19	0.055	0.058	-	-

Bijlage 2: Afslagberekeningen Bergsediepclus

1 Vraagstelling

Projectbureau Zeeweringen heeft in de planning om de bekleding van de Oesterdam (deels) te vervangen door nieuwe bekleding. Als verbinding tussen de Oosterschelde en het Schelde-Rijn-kanaal ligt de Bergsediepsluis. Deze sluis is voorzien van grote sluisarmen en een groot hoogwatervrij terrein. De dijkbekleding volgt nu de buitenkant van de sluisarmen terwijl in feite alleen het sluisencomplex en de achterliggende Oesterdam behoren tot de primaire waterkering.

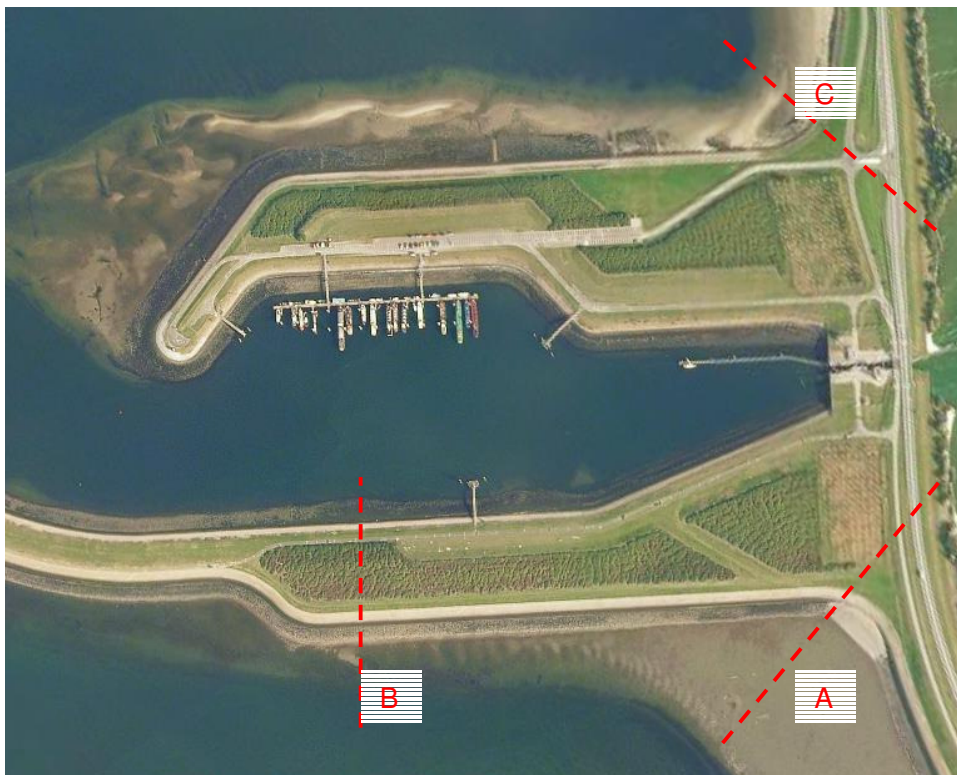
Het is kostenefficiënt om alleen de oesterdam te versterken, en de grote hoeveelheid aan dijkbekleding bij de sluisarmen buiten beschouwing te laten. Hiervoor is het wel nodig om te weten in welke mate het hoogwatervrije terrein kan afslaan onder extreme omstandigheden. Voor deze hoeveelheid afslag is het nodig om beschermende maatregelen te nemen en bijv. een verborgen glooiing aan te leggen.

Eén van de ontwerp vragen is over welke lengte er maatregelen genomen moeten worden om de invloed van afslag te beperken. Deze afstand wordt bepaald door de maximale afslag tijdens storm.

2 Profielkeuze

Het projectbureau zeeweringen heeft een kaart met diverse lengteprofielen en dwarsprofielen beschikbaar gesteld die, in aanvulling op de bestaande digitale terrein meting (5*5 meter) een goed beeld geven van de hoogteligging en helling van de sluisarmen.

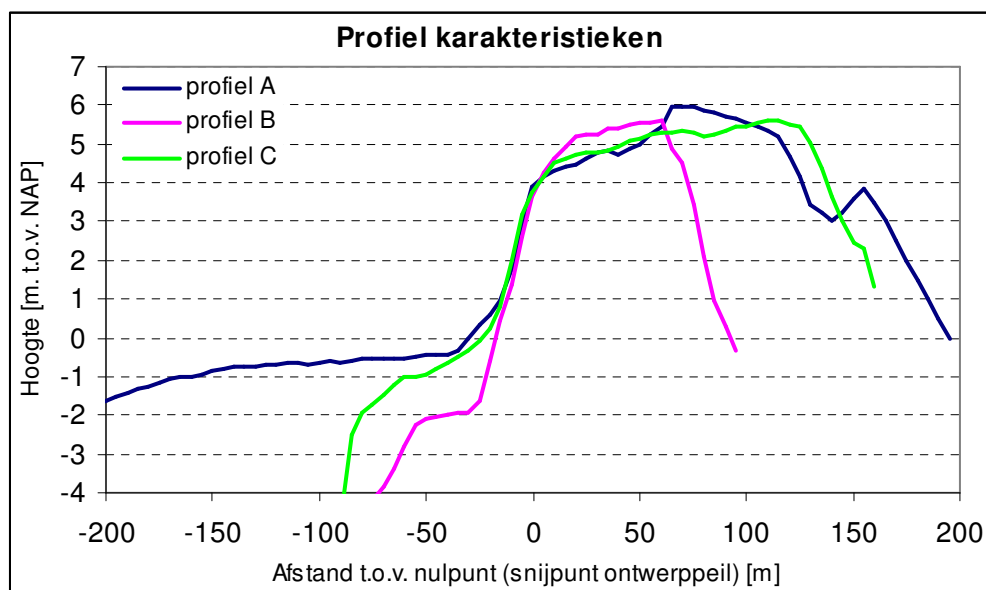
In overleg met Projectbureau Zeeweringen en het RIKZ zijn een viertal profielen gedefinieerd op de belangrijkste locaties. De locatie (figuur 1) en de profiel karakteristieken (figuur 2) zijn hieronder weergegeven.



Figuur 1 locatie profieldoorsneden

Afslagberekeningen voor A en C geven direct inzicht in de afslagdiepte t.o.v. de huidige glooiing. De berekeningen voor B beantwoorden de vraag of het reëel is dat de zuidelijke dam haar afschermde

werking onder extreme stormen geheel zal verliezen.

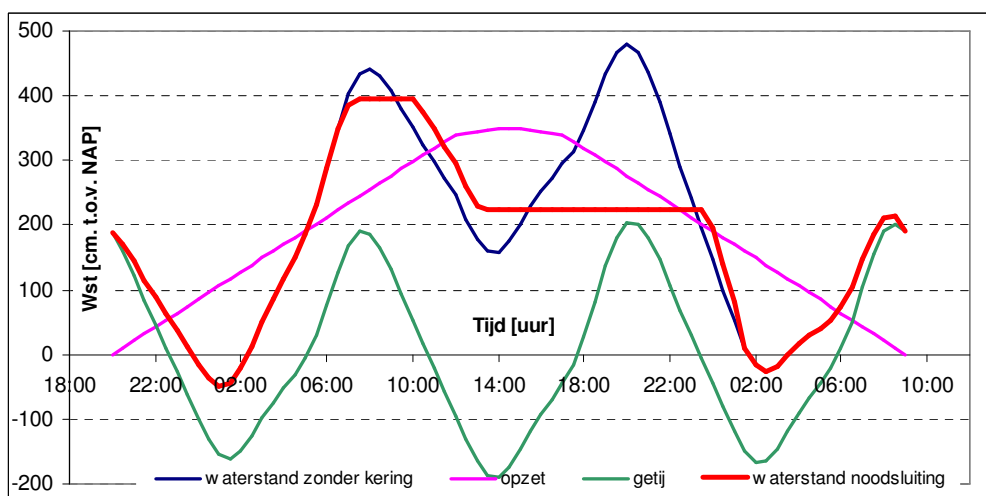


Figuur 2 profielvorm

3 1/4000^{ste} belasting

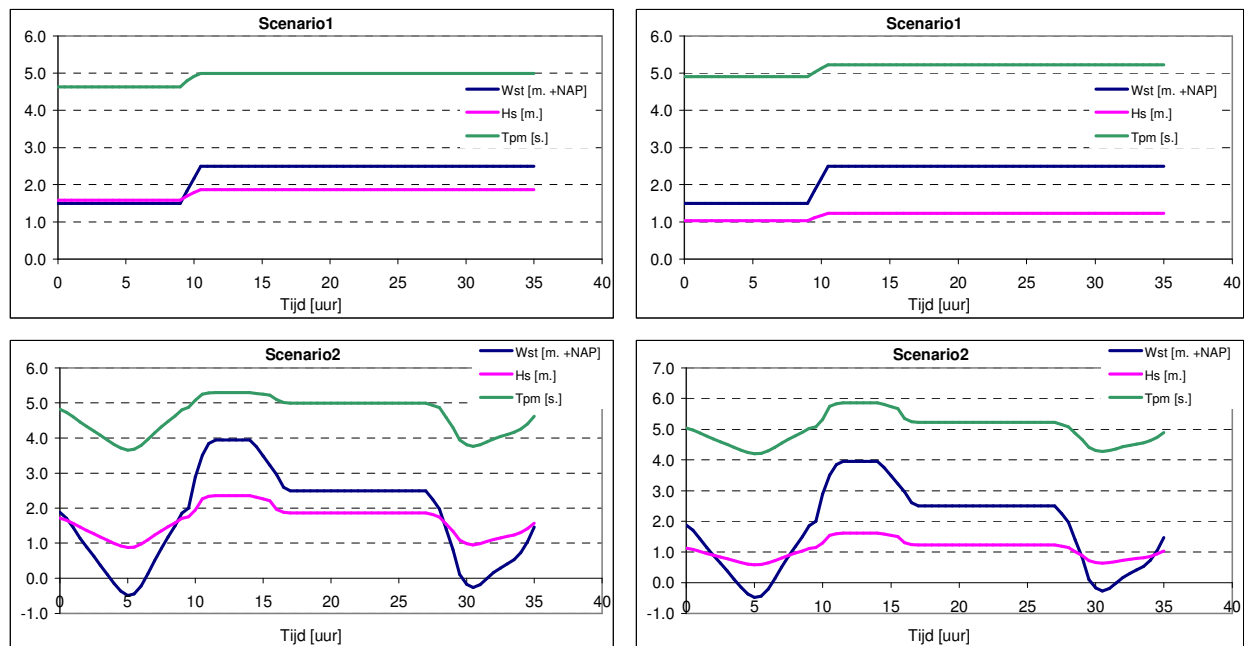
Voor afslagberekeningen is vooral de waterstand van belang. Deze bepaald in hoge mate het afslagpunt. Het waterstandverloop van de Oosterschelde onder maatgevende condities wordt gedomineerd door de Oosterscheldekering. Hierbij zijn 2 scenario's denkbaar:

- Scenario 1 conform VTV, 10 uur waterstand op NAP+1,5 en 25 uur op NAP+2,5 meter (50 cm scheefstand vanaf het kantelpunt van het OS-bekken).
- Scenario 2 conform noodsluiting, springtij bergsediepsluis + een opzetgolf op de noordzee van 36 uur lang (top 5 uur) van 3,5 meter hoogte. Bij de eerste overschrijding van het sluitpeil wordt de nood-sluitprocedure in gang gezet, en sluit de kering direct. De waterstand loopt dan op tot NAP+3,95 meter bij de Bergsediepsluis. Zodra de buitenwaterstand zakt, zal de kering open gaan en spuien totdat de waterstand NAP+2 meter bij de kering bereikt is. Op dit peil wordt de kering voor het tweede hoogwater gesloten. De waterstand loopt dan op tot NAP+2,5 meter bij de Bergsediepsluis.



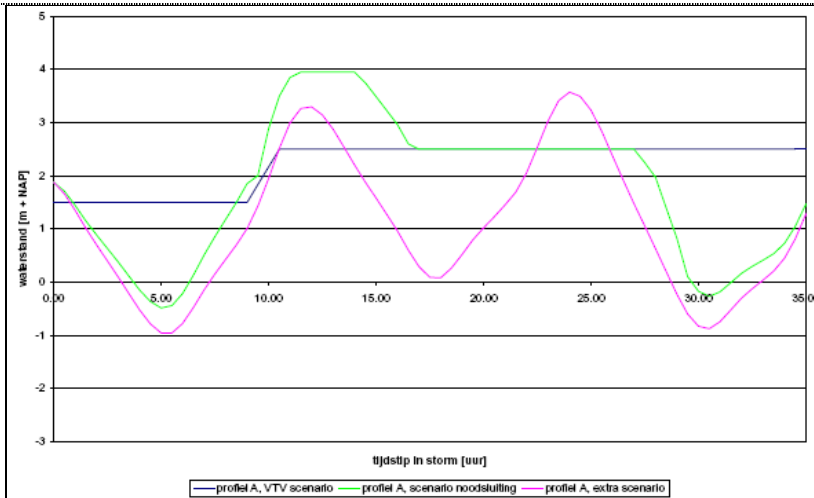
Figuur 3 waterstand scenario 2 noodsluiting

De golfcondities voor de afslagberekeningen zijn gekozen op basis van de vigerende randvoorwaardentabel. Voor profielen A en B zijn de ontwerpwaarden van dijkvak 86a aangehouden en voor profiel C die van dijkvak 86d. De golfhoogte en golfperiode zijn berekend op basis van het aangenomen waterstandverloop via lineaire interpolatie tussen de golfcondities bij de gegeven waterstanden. In figuur 4 is het belastingverloop voor scenario 1 en 2 weergegeven voor de profielen A en B (links) en C rechts.

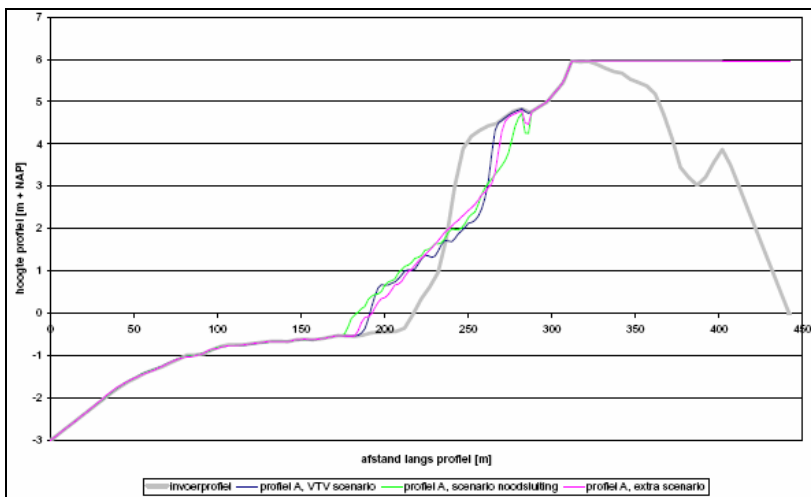


Figuur 4 golfhoogte, golfperiode en waterstand profiel A en B (linker figuur) en C (rechterfiguur)

De gekozen belastingscenario's dekken uiteraard niet de totale range aan mogelijke waterstandverlopen. Wel is het aannemelijk dat het waterstandverloop zoals dat ontwikkeld is voor een noodsluiting, een redelijk bovengrens scenario is. Een hoog getij waarbij de kering niet sluit zal bij de Bergsediepsluis niet lijden tot meer afslag. Om dit aan te tonen zijn verkennende berekeningen gemaakt voor profiel A waarbij een hoog getij opgelegd is (zie Figuur 5) en het afslagprofiel na 35 uur bepaald is (zie Figuur 6). In dit scenario lag de afslaggrens ca. 10 meter minder ver weg t.o.v het scenario met de noodsluiting. Wel wordt het afgeslagen materiaal verder uit de afslaglijn afgezet. Omdat hier sprake is van een ondiepe vooroever kan het materiaal niet makkelijk naar diep water afgevoerd worden, en remt het de golven weer. Per saldo blijft het noodsluitingsverloop dus maatgevend.



Figuur 5: Waterstandverloop



Figuur 6: Afslagprofiel bij profiel A

4 Durosta berekeningen

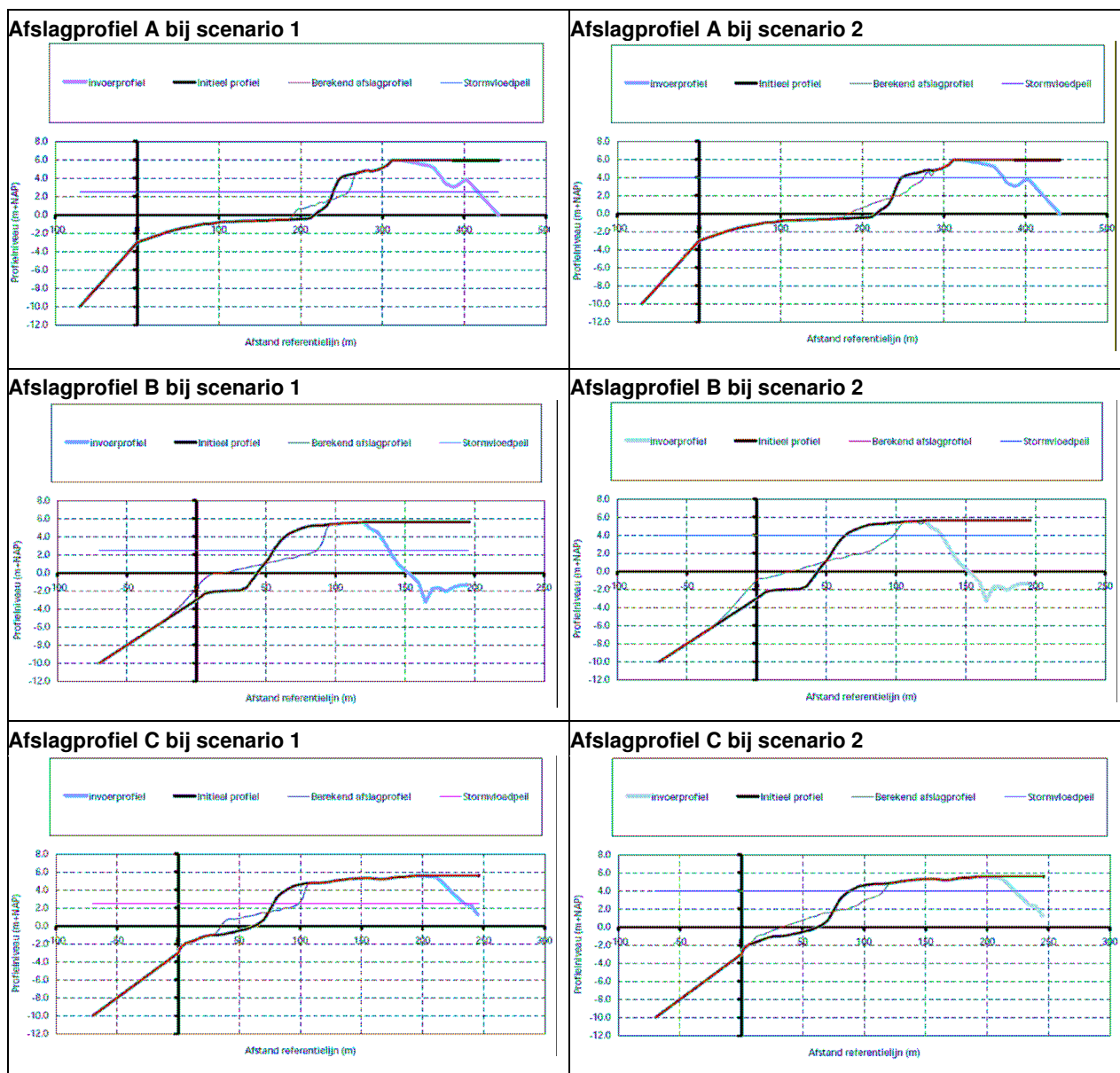
Door Alkyon is voor de gekozen profielen het aangenomen belastingverloop met het tijdsafhankelijke afslagmodel Durosta vertaald naar een grensprofiel aan het eind van de simulatie. [C.Jacobs, project A1923].

Voor Durosta zijn de volgende aannamen gebruikt:

- 1.) het gemeten profiel wordt kunstmatig naar dieper water doorgetrokken, zodat de sedimentverplaatsing binnen het profiel blijft. Dit heeft geen consequenties voor de belasting of de mate van afslag.
- 2.) Er wordt gerekend als ware het een volledig zandig profiel. Als korreldiameter wordt een D50 van 200 micrometer aangehouden. Dit is een conservatieve benadering van de werkelijkheid.
- 3.) De golfaanval wordt als loodrecht invallend. Voor profiel B wijkt deze aanname af van de werkelijkheid. Langtransport kan ook een rol spelen.

De Durosta berekeningen zijn per profiel uitgevoerd voor beide waterstandverlopen en geven als resultaat het resterende profiel na een belasting van 35 uur. In figuur 7 zijn de berekende grensprofielen weergegeven in vergelijking met het ingevoerde profiel. Aan de linkerkant zijn de profielen weergegeven

zoals deze berekend worden bij een waterstandverloop met een gesloten kering (VTV-scenario). De rechterfiguren geven het afslagprofiel bij een belasting van 35 uur conform het scenario noodsluiting.



Figuur 7 afslagprofielen bij scenario 1 en 2

Resultaten:

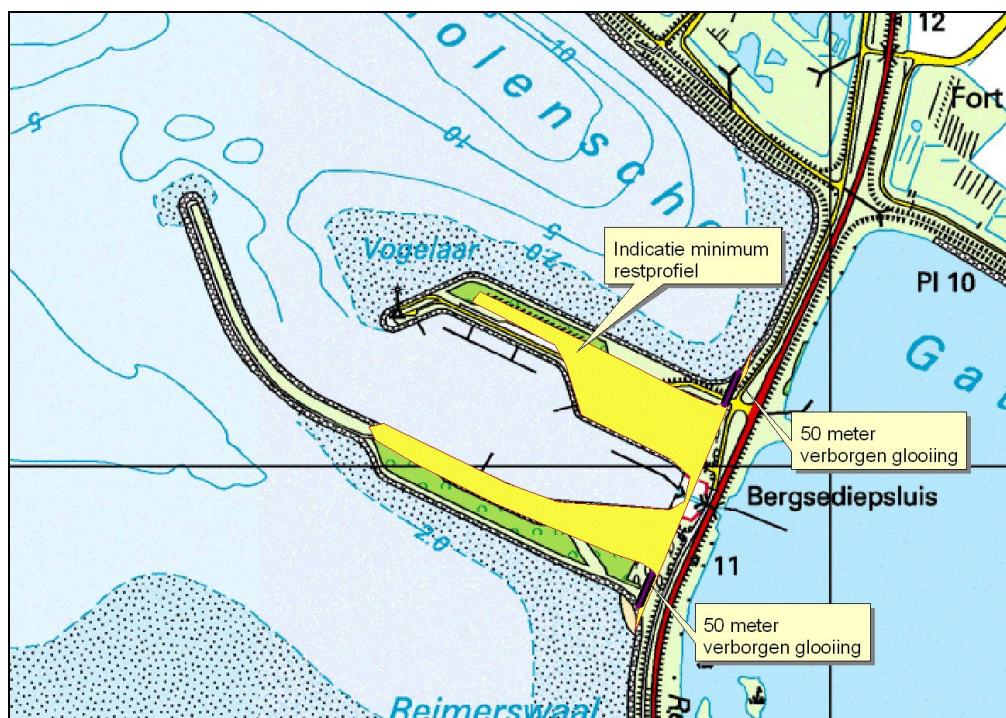
- Scenario 2 levert voor de drie profielen meer afslag op. Bij dit scenario ligt de grens van de afslagzone gemiddeld 10 meter verder in het profiel
- Bij profiel A ligt de afslaglijn op maximaal ca. 65 meter uit de NAP+0 lijn.
- Bij profiel B ligt de afslaglijn op maximaal ca. 70 meter uit de NAP+0 lijn.
- Bij profiel B is de resterende breedte van het profiel nog voldoende om deze dam als waterkerend te beschouwen.
- Bij profiel C ligt de afslaglijn op maximaal ca. 55 meter uit de NAP+0 lijn.

5 Conclusies

De Durosta berekeningen laten zien dat de sluisarmen van de Bergsediepsluis sterk overgedimensioneerd zijn, en zelfs onbeschermd waterkerend zijn. De maximale invloedzone van de afslag bedraagt ca. 70 meter ten opzichte van de teen van de dijk. Het grensprofiel wat resteert na een 1/4000^{ste} storm zal echter minder ver ten opzichte van het initiële profiel liggen agv conservatieve aannamen. Deze conservatieve aannamen worden hieronder genoemd:

- In deze berekeningen wordt uitgegaan van loodrechte golfaanval waarbij het vrijgekomen sediment naar dieper water getransporteerd wordt. In werkelijkheid zijn de oevers bij aansluiting van de sluisarmen op de oesterdam zeer ondiep en komt het afgeslagen zand daar terecht. Omdat er ook geen langstroming is zal het afgeslagen sediment niet naar dieper water getransporteerd worden, maar gaan fungeren als brekerbank voor de golven.
- In de berekeningen is uitgegaan van een zandig profiel. In werkelijkheid zal de ondergrond naast zand ook meer cohesieve bestanddelen bevatten (bijvoorbeeld klei). Er ligt ook steenbekleding.
- In de berekeningen is gedurende de gehele storm uitgegaan van een maximale belasting (piekwindsnelheid). In werkelijkheid zal de windsnelheid een verloop vertonen.
- In de berekeningen is gerekend met loodrechte golfval (ipv scheve golfval).

Wij adviseren daarom uit te gaan van een maximale afslag van 50 meter bij de aansluiting van de sluisarmen op de Oesterdam (zie Figuur 8). Over deze lengte is het raadzaam om beschermde maatregelen te nemen om verdere erosie tegen te gaan.



Figuur 8: Indicatie minimum restprofiel en 50m verborgen glooiing

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.] Jacobse, J.J.: '*Evaluatie van de ontwerpwaarden voor golfcondities in de Westerschelde*', d.d. 15 december 2003.
- [4.] Ministerie van Verkeer en Waterstaat: '*Hydraulische Randvoorwaarden 2001*', december 2001.
- [5.] Jansen, M: '*Hoog- en laagwaterstand en ontwerppeil per dijkvak Oosterschelde*', d.d. 9 november 2004, werkdocument 2004.09.07 van mantelovereenkomst RKZ-1420.
- [6.] WL Delft: '*Correctiewaarden Zeeland, Fase 1: Bepaling correctiefuncties voor ontwerp*', d.d. augustus 2005.
- [7.] Gerrit J. Schiereck: '*Introducion to bed, bank and shore protection*', Delft University Press, 2001.
- [8.] Royal Haskoning en Svasek Hydraulics: '*Handleiding hydraulische detailadviezen Oosterschelde en Westerschelde t.b.v. projectbureau Zeeweringen; Deel 1 van 2: Checklist detailadviezen*', d.d. 8 augustus 2006.
- [9.] Royal Haskoning en Svasek Hydraulics: '*Handleiding hydraulische detailadviezen Oosterschelde en Westerschelde t.b.v. projectbureau Zeeweringen; Deel 2 van 2: Achtergrond detailadviezen*', d.d. 8 augustus 2006.
- [10.] Svasek Hydraulics en Royal Haskoning: '*factsheet_2007.04.56_Oesterdam_definitief.xls*', d.d. 12 juni 2007.
- [11.] "Golfrandvoorwaarden Veerhaven Anna Jacobapolder", Memo d.d. 11-12-2006, kenmerk PZDT-M-06471 kem.
- [12.] S. Jacobse: '*Afslagberekeningen Bergsediepsluis, 14 mei 2007*', project Alkyon A1923.
- [13.] D. Hordijk: '*Prognose schor en slikontwikkelingen Oosterschelde*', 21 maart 2007.