

STARTNOTITIE Leendert Abraham polder

Aan : Dennis Hordijk, RIKZ
Van : Maarten Jansen
2^e lezer: Caroline Gautier
Datum : 24 oktober 2005
Ref : MJA /05361/1340
Status : Definitief
Betreft : Startnotitie 2005.10.11
Contactpersoon PBZ: Yvo Provoost

Dit detailadvies is aangepast voor dijkvak 30a waarbij bij aflandige wind grote golfperiodes berekend werden.

1 Inleiding

Momenteel is het ontwerp van de dijkverbetering langs de Oosterschelde in voorbereiding. Voor het ontwerp is het belangrijk om de eerder afgegeven golfcondities te controleren, en waar nodig aan te scherpen of te detailleren. Deze startnotitie is geschreven voor het startoverleg om een hydraulisch advies uit te brengen ter ondersteuning van het projectbureau Zeeweringen.

De volgende onderdelen worden behandeld in het advies:

- Omschrijving en controle van de ligging van de randvoorwaardenvakken op basis van de resultaten van opdracht 2004.07.01 en 2004.09.06 van de mantelovereenkomst.
- Controle van de maatgevende golfbelastingen en waterstanden zoals vastgesteld in RIKZ\2001.006. Aanvullend hierop worden de in RIKZ\2003.044 (hindcast) geadviseerde correctiewaarden voor Hs en Tpm toegepast. Tevens zijn de in 2005 aangepaste randvoorwaarden [ref 2] waarbij nieuwe inzichten voor wat betreft transmissie door de kering zijn meegenomen in het detailadvies verwerkt.
- Advies voor het gebruik van de drie tabellen met golfcondities.
- Bepalen van de bodemligging per dijkvak.
- Figuren + tabellen

Doel van de werkzaamheden is om de hydraulische condities die voor het ontwerp gebruikt worden, te controleren en vast te stellen.

2 Omschrijving traject en eventueel aanpassen randvoorwaardenvakken

Deze startnotitie gaat over de dijkvakken 27b t/m 30b van de Oosterschelde. Het ontwerp traject is iets kleiner en loopt van dijkpaal 172.90 – 176.80. Deze dijkvakken liggen ter hoogte van Kats, zie figuur 1. Het ontwerp is inclusief de haven van Kats. Dijkvak 27b valt buiten het ontwerptraject en dijkvak 30b valt gedeeltelijk buiten het ontwerptraject.

Dijkvak 27b t/m 27d zijn de dijken die achter de haven van Kats langslopen. De havendammen van Kats zijn geen onderdeel van de primaire waterkering. In samenspraak met Yvo Provoost (Projectbureau Zeeweringen) is besloten om deze

obstakels voor maatgevende condities als ‘verloren’ te beschouwen. Er wordt dan ook geen reductie op de ontwerpwaarden voor de achterliggende primaire kering toegepast.

Bij dijkvak 28, 30a en 30b is een ondiep voorland aanwezig. In tabel 1 zijn de grenzen van de dijkvakken gegeven.

De ligging van de randvoorwaardenvakken is niet aangepast op dit traject.

3 Golfbelasting en waterstanden

3.1 Inleiding

De resultaten van "Golfberekeningen Oosterschelde, Rapport RIKZ/2001.006" [ref 1], en de herziene resultaten in 2005 [ref 2] waarbij nieuwe inzichten voor wat betreft transmissie door de kering zijn meegenomen vormen de basis voor de golfbelastingen. De basistabellen zijn geproduceerd met het deterministisch programma Windwater (v 3.2.1). Ze bevatten reeds de correctie voor stroming (van invloed op H_s en T_{pm}), de transmissie door de kering en de verhoging van T_{pm} met 1 seconde vanwege de bekende onderschatting van SWAN [ref 1]. Overigens wordt de stroomcorrectie niet toegepast bij waterstanden boven NAP+3 m, omdat de Oosterscheldekering dan gesloten is.

Paragraaf 3.2 gaat in op de golfbelasting op basis van de bovengenoemde berekeningen (ref 1 en ref 2). Vervolgens komen in paragraaf 3.3 de correcties aan de orde. Paragraaf 3.4 bespreekt het gebruik van de tabellen voor de boventafel. Paragraaf 3.5 behandelt de waterstanden

3.2 Golfbelasting

Tabellen 2.1 t/m 2.3 tonen de maatgevende waarden, gebaseerd op respectievelijk de belastingsfuncties $H_s * T_{pm}$, $H_s * T_{pm}^2$, en $H_s^{2.5} * T_{pm}$. Deze tabellen bevatten reeds de invloed van transmissie, de correctie voor stroming en de verhoging van T_{pm} met 1 seconde vanwege de bekende onderschatting van SWAN.

In de tabellen zijn de correcties zoals beschreven in paragraaf 3.3 al verwerkt. De gekleurde vakken hebben betrekking op paragraaf 3.4.

De dijkvakken 27b t/m 27d worden afhankelijk van de waterstand en de beschouwde belastingsfunctie het zwaarst belast bij noordwestelijke óf noordoostelijke tot oostelijke wind. Voor de oostelijke windrichting is de golfhoogte groter, terwijl voor de noordwestelijke windrichting de periode hoger is (figuur 2). De golven die de dijk bij noordwestenwind bereiken komen vanuit het westelijke richting door de Roompot en Schaar van Colijnsplaat en refracteren richting kust. Het blijkt dat door refractie de golfperiode in SWAN iets toeneemt. Dit is fysisch niet geheel juist. De periode van dijkvak 27b t/m 27d wordt daardoor voor noordwestelijke richting iets overschat.

De dijkvakken 28 t/m 30b worden bij NAP+2m en NAP+4m voornamelijk bij oostelijke windrichting zwaar belast (figuur 2 en 3).

Dijkvak 30a is voor belastingsfunctie $H_s * T_{pm}^2$ aangepast, omdat bij aflandige wind de golfperiode overschat werd (door refractie), waardoor golfcondities bij een windrichting van 300° maatgevend werden. Besloten is om aflandige wind uit te sluiten, waardoor een windrichting van 150° maatgevend werd (groen gekleurd in tabel 2.2).

3.3 Correctie n.a.v. evaluatie golfcondities Westerschelde

In de Westerschelde [ref 3] is vastgesteld dat een correctie doorgevoerd moet worden op de H_s voor locaties aan diep water. Voor de Oosterschelde wordt dit ook gedaan. Als diepe locaties geldt in principe een bodemligging van NAP - 4 m of lager. Van de dijkvakken voldoen alleen 27b t/m 27d hier aan (zie Tabel 2.1).

Dijkvak 28 ligt dicht bij diep water (ca 40 m diepe geul), zie figuur 1. Daarom wordt hier nog een extra controle worden uitgevoerd. Het water voor dit dijkvak wordt fysisch als 'diep water' beschouwd wanneer aan het volgende criterium wordt voldaan:

$$kh > 1.5$$

k: golfgetal ($= 2\pi/L$)
 L: golflengte ($= 1.56 T^{2.2} \tanh(k \cdot h)$)
 h: waterdiepte

In onderstaande tabel zijn de waarden van T, L, h en kh gepresenteerd voor de vier waterstanden (NAP 0m, NAP +2m, NAP+3m, NAP +4m) en voor de 3 belastinggevallen (Z1, Z2 en Z3). Hierbij is de golflengte iteratief bepaald en op basis van de piekperiode. De waarden van de piekperiodes en de waterdieptes zijn berekend en te vinden in Tabel 2.1.

Dijkvak	Op basis van	Waterstand [NAP +m]	T [s]	L [m]	h [m]	kh [-]
28	$H_s \cdot T_p$	0	6	23	1.6	0.43
		2	5.7	32	3.6	0.71
		3	5.8	36	4.6	0.81
		4	5.2	34	5.6	1.04
28	$H_s \cdot T_p^2$	0	6	23	1.6	0.43
		2	5.7	32	3.6	0.71
		3	5.8	36	4.6	0.81
		4	5.2	34	5.6	1.04
28	$H_s^{2.2} \cdot T_p$	0	4.6	17	1.6	0.58
		2	5.1	28	3.6	0.82
		3	5.2	31	4.6	0.92
		4	5.2	34	5.6	1.04

Uit bovenstaande tabel blijkt dat de waarde kh niet boven 1,5 uitkomt. Daarom hoeven de condities voor dijkvak 28 niet gecorrigeerd te worden voor diep water.

Derhalve adviseren wij dijkvakken 27b t/m 27d als 'diep' te beschouwen en rekening te houden met zwaardere golfcondities (golfhoogte +15%). Deze correctie is verwerkt in tabel 2.1 t/m 2.3.

4.1 Vergelijking condities NAP +3m en NAP+4 m

De tabellen 2.1 t/m 2.3 worden gebruikt voor het ontwerp van de dijkbekleding. Wanneer de condities voor NAP+3m zwaarder zijn dan voor NAP+4m kan dit uitvoeringstechnisch problemen geven. Bovendien kan het door het projectbureau gebruikte toetsprogramma STEENTOETS hier niet goed mee omgaan (zie kennismemo K-05-08-28). Om na te gaan of deze situatie zich hier voordoet zijn de condities voor 3+ en 4+ hierop nagelopen.

Gebleken is dat voor een aantal dijkvakken het product en/of de Tpm voor 3+ groter zijn dan voor 4+. Hierbij moet bij het gebruik van Steentoets rekening gehouden worden. In tabel 2.1 t/m 2.3 zijn deze situaties gekleurd.

4.2 Waterstanden

In Tabel 3 zijn de Ontwerppeilen weergegeven die bij het ontwerp gebruikt dienen te worden. Normaal gesproken bestaat het Ontwerppeil uit het Toetspeil 2006 (ref. 4) vermeerderd met een toeslag voor het effect van het gemiddelde zeespiegelstijging op de hoogwater stijging. Voor de Oosterschelde gaat deze stelregel niet op omdat de zeespiegelstijging geen effect heeft op de stijging van de hoogwaters in de Oosterschelde. De waterstand bij een gesloten kering is namelijk alleen afhankelijk van het sluitpeil van de Oosterscheldekering. Als Ontwerppeilen worden daarom de Toetspeilen 2006 gehanteerd zoals weergegeven in 'Hydraulische Randvoorwaarden 2001'. Tabel 3 bevat ook de gemiddeld hoog waterstand (GHW) en laag waterstand (GLW). De waarden daarvan zijn overgenomen van opdracht 2004.09.07 (ref. 5) van de mantelovereenkomst, gebaseerd op ruimtelijke interpolatie.

5 Gebruik tabellen voor ontwerp

Op dit moment is nog niet duidelijk hoe het ontwerp van de nieuwe dijk zal zijn, en dus ook niet welk belastinggeval (Z1, Z2 of Z3) gehanteerd dient te worden. Daarom bepalen we in eerste instantie indicatieve steendiktes om te zien of er veel variatie tussen Z1, Z2 en Z3 optreedt. Het advies is om als volgt te werk te gaan:

- Kijk welk dijkvak veel variatie tussen Z1, Z2 en Z3 vertoont.
- Kijk voor dat dijkvak welk belastinggeval de maatgevende steendikte oplevert.
- Pas (de tabel behorende bij) dat belastinggeval toe op alle dijkvakken.

De indicatieve steendiktes zijn te vinden in Tabellen 4.1 t/m 4.3. Zij zijn met het programma WindWater (versie 3.2.1) zonder correctiefactoren berekend. Het ontbreken van correctiefactoren heeft geen invloed op het onderscheid tussen de verschillende dijkvakken, omdat dit voor alle dijkvakken dezelfde invloed heeft.

De steendiktes zijn bepaald met standaardinstellingen (representatieve taludhelling en een uniforme wrijvingloze bekleding).

Het verschil tussen de belastinggevallen ($H_s * T_{pm}$, $H_s * T_{pm}^2$, en $H_s^2 * T_{pm}$) is bij alle dijkvakken zichtbaar. Met name bij dijkvakken 27b t/m 27d treden verschillen op.

Dijkvakken 27b t/m 28 zijn bij verschillende waterdiepten maatgevend.

We adviseren de ontwerper om met behulp van de resultaten van dijkvak 27b t/m 28 uit de tabellen 2.1 t/m 2.3 de maatgevende tabel te bepalen.

6 Bodemligging

Voor de Oosterschelde heeft het RIKZ golfcondities bepaald voor de waterstanden NAP+0, NAP+2 en NAP+3 en NAP+4 meter. Voor het ontwerpen van lage dijktafels, teenconstructies of kreukelbermen zijn regelmatig golfcondities nodig bij waterstanden lager dan NAP. Deze golfcondities worden bepaald m.b.v. extrapolatie van de golfcondities van NAP en NAP +2 meter. Belangrijk voor deze extrapolatie is de controle of de bepaalde golfcondities realistisch zijn bij de aanwezige bodemdiepte. Hiervoor beschouwen we een representatieve bodemdiepte per dijkvak die als volgt gedefinieerd is:

representatieve bodemligging =

gemiddelde bodemligging over alle uitvoerpunten van het desbetreffende dijkvak–
standaardafwijking bodemligging over alle uitvoerpunten van het desbetreffende dijkvak.

De representatieve bodemligging voor de dijkvakken is weergegeven in tabel 5.

Bij de extrapolatie naar lagere waterstanden mag de waarde $H_s/D=0.7$ niet overschreden worden. In het beschouwde dijktraject wordt deze waarde overschreden bij dijkvak 27b en dijkvak 29 voor NAP-1m (zie Tabel 6). In de tabel zijn de maximale golfhoogtes in haakjes weergegeven voor de betreffende dijkvakken.

Referenties

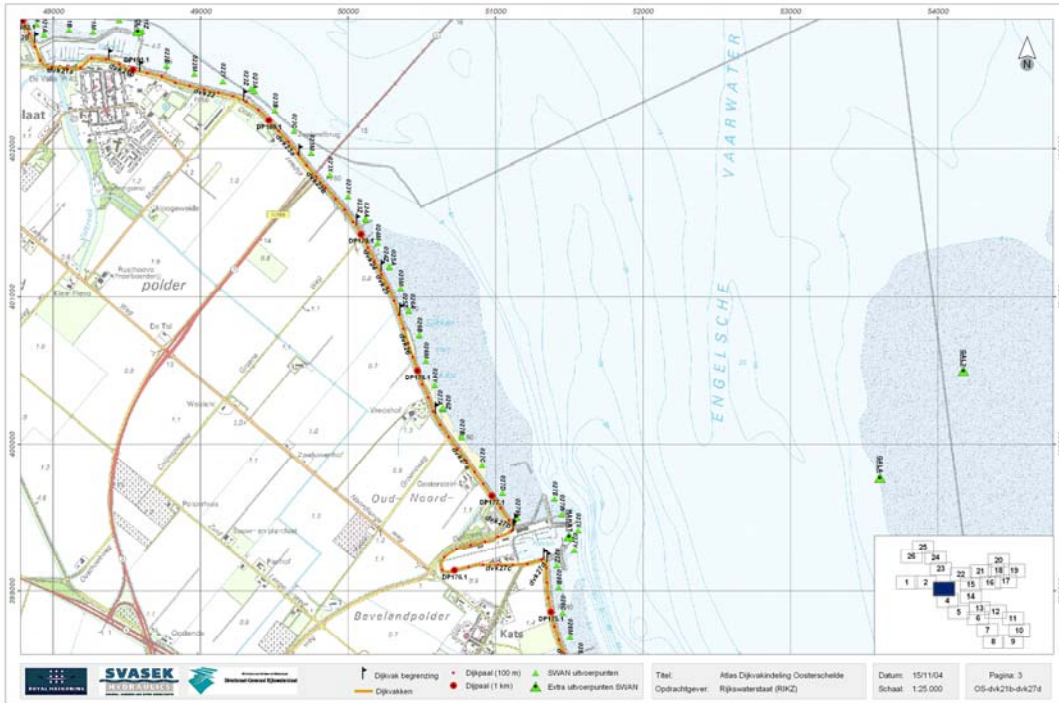
- [1] Kamsteeg, A.T. et al: '*Golfberekeningen Oosterschelde*', RIKZ/2001.006
- [2] Alkyon: '*Update golfcondities RAND2001 beïnvloedingsgebied OS-kering, Herberekening westelijke winden*', d.d. augustus 2005, Alkyonrapport A1483r1
- [3] Jacobse, J.J.: '*Evaluatie van de ontwerpwaarden voor golfcondities in de Westerschelde*', d.d. 15 december 2003, ref RIKZ/2003.044
- [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

Figuren en Tabellen

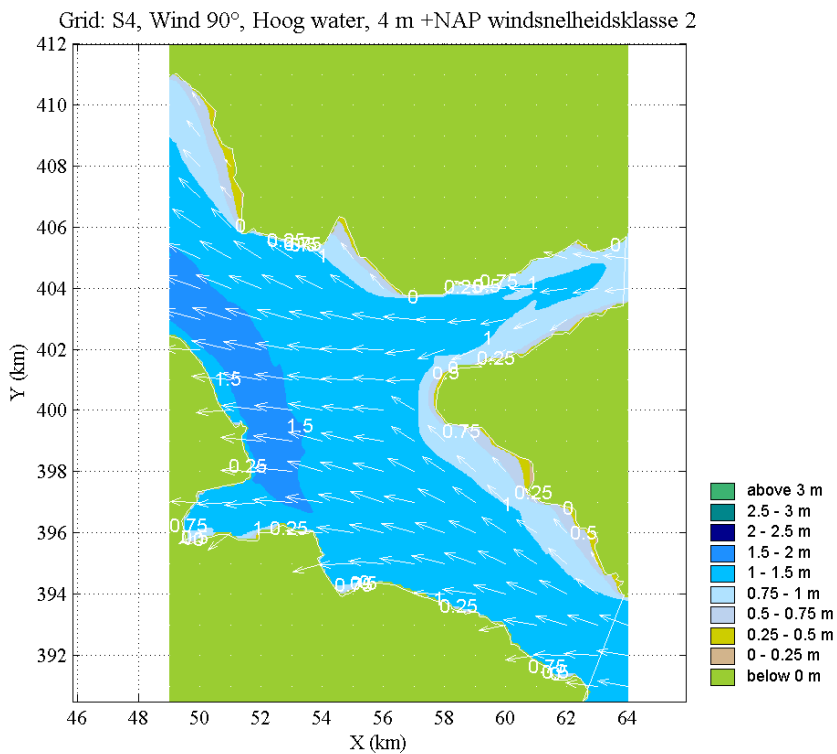
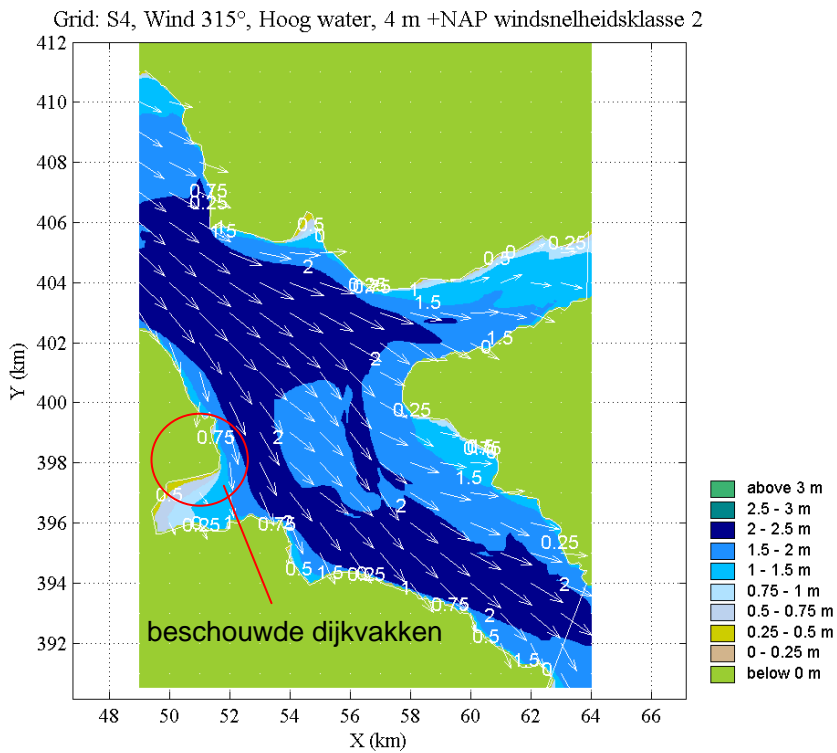
- Figuur 1: Ligging dijkvakken in Oosterschelde
- Figuur 2: SWAN resultaten (groot rooster)
- Figuur 3: SWAN resultaten (fijn rooster)

- Tabel 1: Ligging dijkvakken met coördinaten en dijkkilometreering
- Tabel 2: Golfcondities
- Tabel 3: Ontwerppeilen
- Tabel 4: Steendiktes
- Tabel 5: Bodemligging

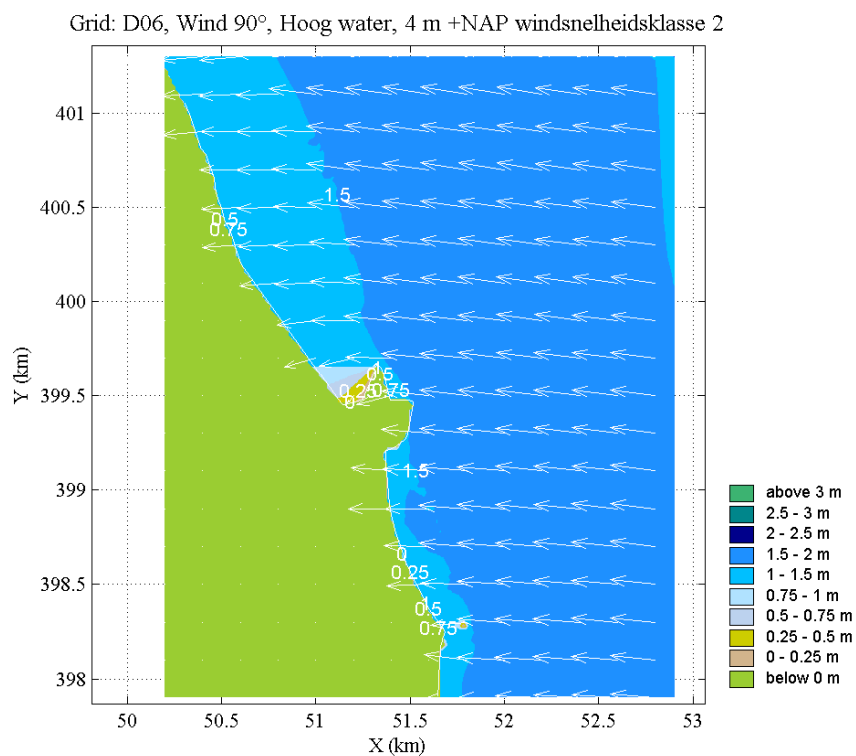
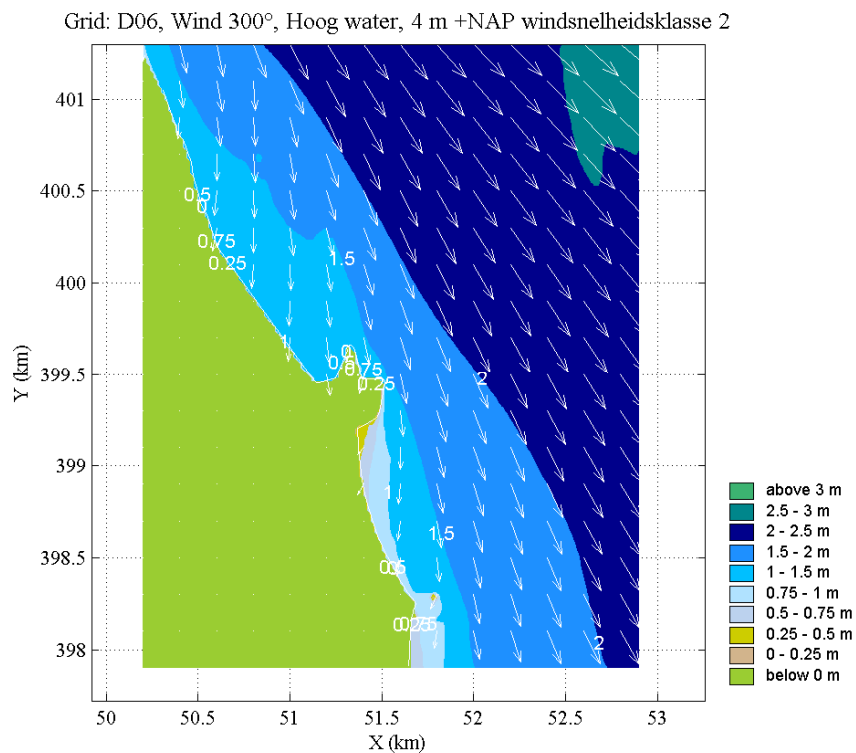
Figuur 1 Ligging dijkvakken



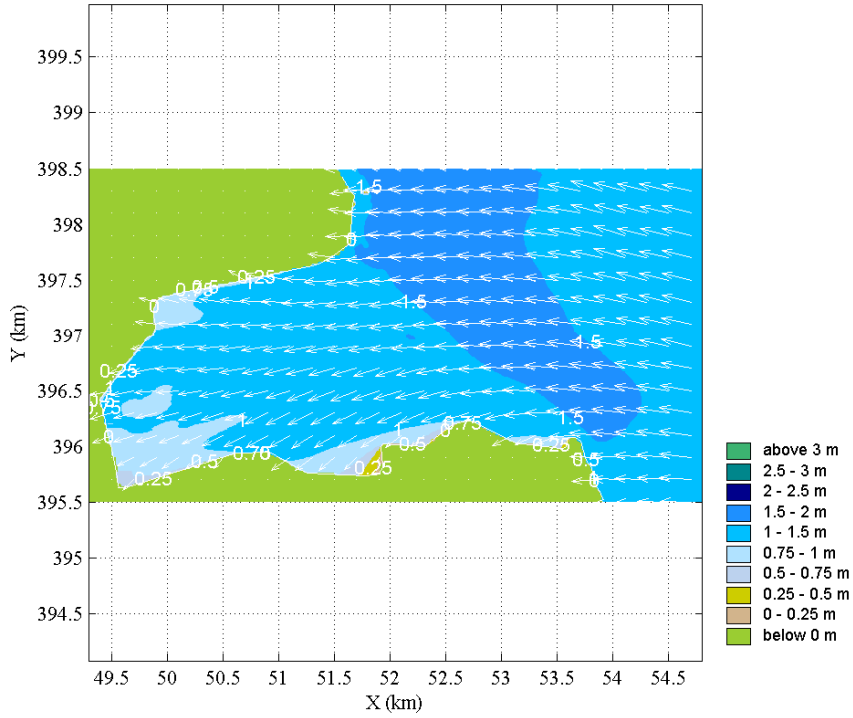
Figuur 2: SWAN resultaten (grof rooster)



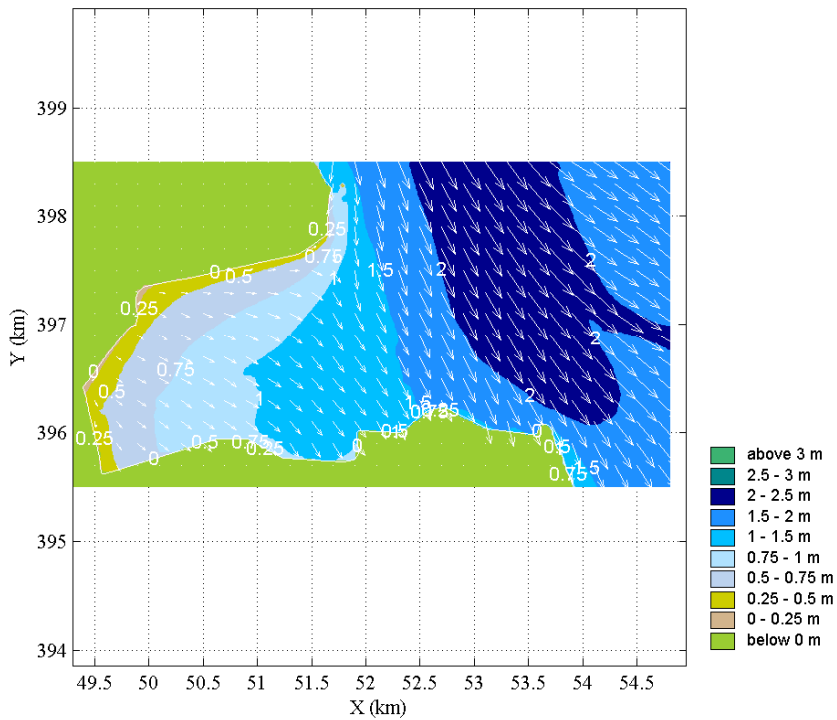
Figuur 3: SWAN resultaten (fijn rooster)



Grid: D07, Wind 90°, Hoog water, 4 m +NAP windsnelheidsklasse 2



Grid: D07, Wind 300°, Hoog water, 4 m +NAP windsnelheidsklasse 2



Tabel 1 Ligging dijkvakken

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrerings (km)		Poldernaam
	no.	van		tot		van	
	x	y	x	y			
27b	51126	399454	51115	399416	176.85	176.80	haven Kats
27c	51115	399416	51324	399217	176.80	175.45	haven Kats
27d	51324	399217	51347	399198	175.45	175.40	haven Kats
28	51347	399198	51665	398236	175.40	174.40	Leendert Abrahamspolder
29	51665	398236	51618	397839	174.40	174.00	(Katshoek) Leender Abrahamspolder
30a	51618	397839	51165	397618	174.00	173.45	Leendert Abrahamspolder - Zandkreekdam
30b	51165	397618	49901	397333	173.45	172.15	Leendert Abrahamspolder - Zandkreekdam

Tabel 3 GHW-standen en ontwerppeilen

Dijk- vak no.	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrering (km)		Poldernaam	Ontwerppeil [m] tov NAP	GHW [m] tov NAP	GLW [m] tov. NAP	Springtij		Doodtij	
	van		tot		van	tot					HW [m] tov NAP	LW [m] tov. NAP	HW [m] tov NAP	LW [m] tov. NAP
	x	y	x	y										
27b	51126	399454	51115	399416	176.85	176.80	haven Kats	3.45	1.50	-1.30	1.70	-1.35	1.20	-1.20
27c	51115	399416	51324	399217	176.80	175.45	haven Kats	3.45	1.50	-1.30	1.70	-1.35	1.20	-1.20
27d	51324	399217	51347	399198	175.45	175.40	haven Kats	3.45	1.50	-1.35	1.70	-1.35	1.20	-1.20
28	51347	399198	51665	398236	175.40	174.40	Leendert Abrahamspolder	3.45	1.50	-1.35	1.70	-1.35	1.20	-1.20
29	51665	398236	51618	397839	174.40	174.00	(Katshoek) Leender Abrahamspolder	3.45	1.50	-1.35	1.70	-1.35	1.25	-1.20
30a	51618	397839	51165	397618	174.00	173.45	Leendert Abrahamspolder - Zandkreekdarn	3.45	1.50	-1.35	1.70	-1.35	1.25	-1.20
30b	51165	397618	49901	397333	173.45	172.15	Leendert Abrahamspolder - Zandkreekdarn	3.45	1.50	-1.35	1.75	-1.35	1.25	-1.20

Tabel 4.1 Steendikten bij golfcondities horend bij verhouding Hs*Tpm

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrerings (km)		Poldernaam	Steendikte (indicatief) bij waterstand t.o.v. NAP			
	van		tot		van	tot		+0m	+2m	+3m	+4m
	x	y	x	y							
27b	51126	399454	51115	399416	176.85	176.80	haven Kats	0.18	0.21	0.23	0.24
27c	51115	399416	51324	399217	176.80	175.45	haven Kats	0.22	0.24	0.26	0.26
27d	51324	399217	51347	399198	175.45	175.40	haven Kats	0.19	0.22	0.23	0.24
28	51347	399198	51665	398236	175.40	174.40	Leendert Abrahamspolder	0.14	0.22	0.23	0.24
29	51665	398236	51618	397839	174.40	174.00	(Katshoek) Leender Abrahamspolder	0.13	0.20	0.21	0.23
30a	51618	397839	51165	397618	174.00	173.45	Leendert Abrahamspolder - Zandkreekdam	0.08	0.19	0.21	0.22
30b	51165	397618	49901	397333	173.45	172.15	Leendert Abrahamspolder - Zandkreekdam	0.03	0.15	0.17	0.19

Tabel 4.2 Steendikten bij golfcondities horend bij verhouding Hs*Tpm*Tpm

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrerings (km)		Poldernaam	Steendikte (indicatief) bij waterstand t.o.v. NAP			
	van		tot		van	tot		+0m	+2m	+3m	+4m
	x	y	x	y							
27b	51126	399454	51115	399416	176.85	176.80	haven Kats	0.18	0.21	0.22	0.22
27c	51115	399416	51324	399217	176.80	175.45	haven Kats	0.22	0.24	0.26	0.26
27d	51324	399217	51347	399198	175.45	175.40	haven Kats	0.18	0.21	0.23	0.23
28	51347	399198	51665	398236	175.40	174.40	Leendert Abrahamspolder	0.14	0.22	0.23	0.24
29	51665	398236	51618	397839	174.40	174.00	(Katshoek) Leender Abrahamspolder	0.13	0.20	0.21	0.23
30a	51618	397839	51165	397618	174.00	173.45	Leendert Abrahamspolder - Zandkreekdam	0.07	0.19	0.21	0.22
30b	51165	397618	49901	397333	173.45	172.15	Leendert Abrahamspolder - Zandkreekdam	0.03	0.15	0.17	0.19

Tabel 4.3 Steendikten bij golfcondities horend bij verhouding Hs*Hs*Tpm

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrerings (km)		Poldernaam	Steendikte (indicatief) bij waterstand t.o.v. NAP			
	van		tot		van	tot		+0m	+2m	+3m	+4m
	x	y	x	y							
27b	51126	399454	51115	399416	176.85	176.80	haven Kats	0.17	0.20	0.22	0.23
27c	51115	399416	51324	399217	176.80	175.45	haven Kats	0.19	0.22	0.24	0.23
27d	51324	399217	51347	399198	175.45	175.40	haven Kats	0.18	0.21	0.22	0.23
28	51347	399198	51665	398236	175.40	174.40	Leendert Abrahamspolder	0.13	0.20	0.21	0.22
29	51665	398236	51618	397839	174.40	174.00	(Katshoek) Leender Abrahamspolder	0.12	0.19	0.20	0.21
30a	51618	397839	51165	397618	174.00	173.45	Leendert Abrahamspolder - Zandkreekdam	0.08	0.19	0.21	0.22
30b	51165	397618	49901	397333	173.45	172.15	Leendert Abrahamspolder - Zandkreekdam	0.03	0.15	0.17	0.19

Tabel 5 Bodemligging

Dijk- vak no.	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrering (km)		Poldernaam	Representatieve	Gemiddelde	Stand.dev.
	van		tot		van	tot		bodemligging	bodemligging	bodemligging
	x	y	x	y	van	tot		[m]	[m]	[m]
								tov NAP	tov NAP	tov NAP
27b	51126	399454	51115	399416	176.85	176.80	haven Kats	-1.42	-1.42	0.00
27c	51115	399416	51324	399217	176.80	175.45	haven Kats	-10.41	-10.41	0.00
27d	51324	399217	51347	399198	175.45	175.40	haven Kats	-5.27	-2.44	2.84
28	51347	399198	51665	398236	175.40	174.40	Leendert Abrahamspolder	-1.95	-1.17	0.78
29	51665	398236	51618	397839	174.40	174.00	(Katshoek) Leender Abrahamspolder	-1.30	-0.19	1.12
30a	51618	397839	51165	397618	174.00	173.45	Leendert Abrahamspolder - Zandkreekdam	-0.69	-0.58	0.11
30b	51165	397618	49901	397333	173.45	172.15	Leendert Abrahamspolder - Zandkreekdam	-0.28	0.09	0.37

Tabel 6 Hs/D

Dijk- vak no.	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrering (km)		Poldernaam	Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP		D (m) bij waterstand t.o.v. NAP		Hs/D bij waterstand t.o.v. NAP	
	van		tot		van	tot		-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m
	x	y	x	y	van	tot							
27b	51126	399454	51115	399416	176.85	176.80	haven Kats	0.90	1.05 (0.29)	negatief	0.42	-	2.50
27c	51115	399416	51324	399217	176.80	175.45	haven Kats	1.10	1.20	8.41	9.41	0.13	0.13
27d	51324	399217	51347	399198	175.45	175.40	haven Kats	1.00	1.15	3.27	4.27	0.31	0.27
28	51347	399198	51665	398236	175.40	174.40	Leendert Abrahamspolder	0.10	0.40	negatief	0.95	-	0.42
29	51665	398236	51618	397839	174.40	174.00	(Katshoek) Leender Abrahamspolder	0.20	0.45 (0.21)	negatief	0.30	-	1.50
30a	51618	397839	51165	397618	174.00	173.45	Leendert Abrahamspolder - Zandkreekdam	negatief	0.00	negatief	negatief	-	-
30b	51165	397618	49901	397333	173.45	172.15	Leendert Abrahamspolder - Zandkreekdam	negatief	negatief	negatief	negatief	-	-