

ROYAL HASKONING



REVISIE DETAILADVIES Vijgheter en Zwanenburg

Aan : Dennis Hordijk, RIKZ
Van : Erik Arnold, Pol van de Rest
2e Lezer: Maarten Jansen
Datum : 5 juli 2007
Ref : PvdR/1340/07291/B
Betreft : Opdracht 2006.11.48 van mantelovereenkomst RKZ-1563
Status : Definitief
Aanvraag: Yvo Provoost

NB: Dit detailadvies is een herziening van de versie van 29 november 2006, ref MJA/06707/1340. In het detailadvies van 29 november 2006 bleken de dijkvakscheidingascoördinaten niet te corresponderen met de dijkpaalnummers en deze zijn daarom verbeterd in deze memo. Betreffende de dijkpaalnummers vervangt deze revisie de vorige memo, de randvoorwaarden blijven ongewijzigd.

1 Inleiding

Het projectbureau Zeeweringen heeft in de planning staan om in 2010/2011 de dijkbekleding langs de Westerschelde bij Vijgheter Vlissingen te gaan vervangen. Momenteel wordt de toetsing van deze dijk geactualiseerd door het Waterschap.

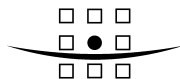
Voor het ontwerp en de actualisatie van de toetsing is het van belang om de golfcondities en het gebruik daarvan, zoals vastgelegd in RIKZ\1997.046 [ref. 1] en RIKZ\1998.018 [ref. 2], grondig te controleren en vast te stellen in een detailadvies. Dit detailadvies is op verzoek van het RIKZ opgesteld door Svašek Hydraulics/Royal Haskoning als onderdeel van de mantelovereenkomst RKZ-1563A.

Het ontwerp zal gemaakt worden voor de **harde** waterkering ten westen van Vlissingen. In het verleden zijn al twee detailadviezen geschreven voor dit gebied. Het eerste detailadvies *Boulevard Vlissingen* (K-05-03-10) loopt van dijkkilometer 34.00 tot 37.75 en het tweede detailadvies *Boulevard Bankert Evertse* van dijkkilometer 32.45 tot 35.26 (2006.02.24). Dit detailadvies gaat over dijktraject van dijkkilometer 29.61 tot ca. 33.50 en sluit aan op detailadvies *Boulevard Bankert Evertse*. In tegenstelling tot de twee eerder uitgebrachte detailadviezen zijn de golfcondities in dit detailadvies gecorrigeerd met de correctiewaarden op basis van de huidige inzichten [ref. 6].

De volgende onderdelen worden behandeld in het advies:

- Analyse van de ligging van de randvoorwaardenvakken.
- Bepalen van de maatgevende golfbelastingen en waterstanden zoals vastgesteld in RIKZ 98.08 [ref. 2]. Aanvullend hierop worden de in het begin van 2006 [ref. 6] geadviseerde correctiewaarden voor Hs en Tpm toegepast.
- Advies uitbrengen voor het gebruik van de drie tabellen met golfcondities
- Controleren en bepalen van de bodemligging per dijkvak.

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



2 Omschrijving traject

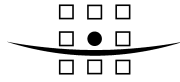
Het traject ligt ten westen van Vlissingen aan de Westerschelde. Dit detailadvies gaat over dijkvakken D t/m G. Deze dijkvakken sluiten aan op dijkvakken A t/m C beschreven in detailadvies *Boulevard Bankert Evertse*. Dijkvak D begint bij de strekdam ten zuiden van het Nollenstrand (zie Figuur op de volgende pagina). De golfstrandvoorwaarden van dijkvak D zijn bepaald op basis van 3 uitvoerpunten (W09D, W09E en W09M); de golfcondities op deze uitvoerpunten zijn representatief voor de harde waterkering van dijkvak D. **De golfcondities bij het Nollenstrand zijn minder zwaar, omdat de golven door het voorliggende strand en duin hun energie verliezen. Tijdens storm zal eerst het duin aangevallen worden waarna door afslag de harde kering komt bloot te liggen. De twee uitvoerpunten op het strand (W09B en W09C) liggen op NAP +4.11m en NAP +3.38m en zijn ongeschikt om de duin en de daar onderliggende harde waterkering te toetsen. Voor het toetsen van de harde waterkering liggen de uitvoerpunten namelijk te hoog (levert alleen golfcondities op bij een waterstand van NAP +6m en hoger) en voor het toetsen van het duin (afslagberekeningen) dienen golfcondities op diep water gebruikt te worden.**

In Figuur 1 (zie Bijlage) is de ligging van de dijkvakken gepresenteerd. In Tabel 1 staan de grenzen van de dijkvakken. Het ontwerp heeft betrekking op het traject tussen dijkkilometers 32.30 tot 33.25. Dijkkilometer 32.30 ligt in dijkvak E en dijkkilometer 33.25 ligt in dijkvak D.



Boulevard Vlissingen en Nollenstrand van Vlissingen (bron: Google Earth)

Op het traject zijn enkele bijzondere obstakels aanwezig. In de Tweede Wereldoorlog is ter plaatse van het Nollenstrand de dijk gebombardeerd. De strekdam aan de zuidzijde van het Nollenstrand is toen bedoeld als afsluitingsconstructie voor het



stroomgat (350 meter). Nu heeft de strekdam als doel de vaargeul dat vlak langs de kust loopt van de kust af te houden. Door de ligging (zuidwest-noordoost georiënteerd) vermindert de strekdam nauwelijks de golfwerking en daarom is het effect van de strekdam op de golfcondities niet meegenomen.

Verder zijn over het gehele traject nollen aanwezig in het strand. Deze nollen voorkomen sterke erosie van het strand. De nollen zijn echter niet gedimensioneerd op maatgevende stormcondities en worden daarom bij het bepalen van de golfcondities als verloren beschouwd.

3 Golfbelasting en waterstanden

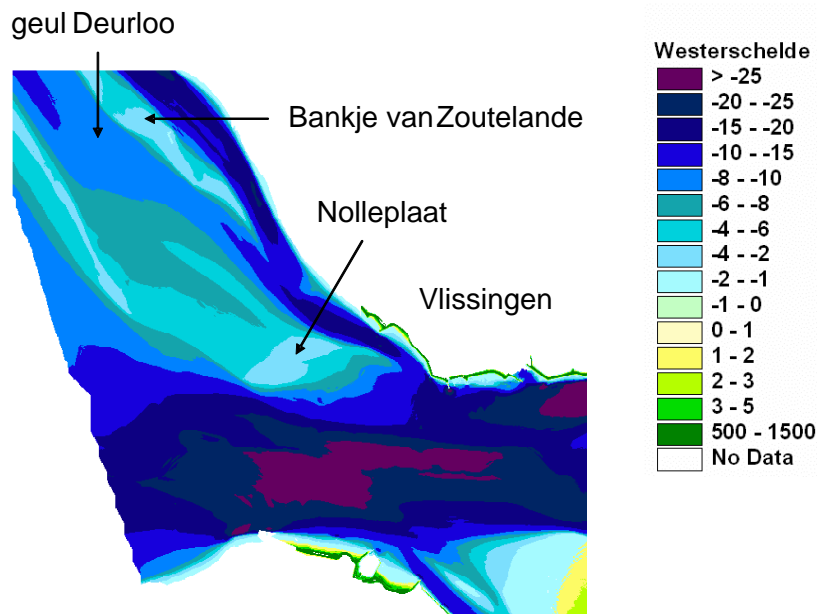
3.1 Inleiding

SWAN-berekeningen die ten grondslag liggen aan RIKZ\1998.018 [ref. 2] vormen de basis voor de golfbelastingen. Paragraaf 3.2 gaat in op de golfbelasting op basis van de bovengenoemde berekeningen (ref 1 en 2). Vervolgens worden in paragraaf 3.3 de waterstanden behandeld.

3.2 Golfbelasting

Tabel 2.1 toont de maatgevende golfcondities, gebaseerd op $H_s * T_{pm}$, $H_s * T_{pm}^2$ en $H_s^2 * T_{pm}$. De tabel vertoont logische waarden: zowel de significante golfhoogte (H_s) als de golfperiode (T_{pm}) neemt toe bij een toenemende waterdiepte. Alleen bij dijkvak F en G neemt de golfperiode af. Dit komt omdat bij een hogere waterstand een andere windrichting maatgevend wordt met lagere golfperiode en een hogere golfhoogte. De beschouwde dijkvakken (D, E, F en G) liggen aan de noordoever van de Westerschelde in het mondingsgebied (zie Figuur 1). Het golfklimaat bij Vlissingen wordt sterk beïnvloed door golven die over Vlake van de Raan vanaf de Noordzee de Westerschelde binnendringen.

Voor het dijktraject liggen twee platen: 'Nolleplaat' (voor dijkvak D, E en F) en 'Bankje van Zoutelande' (voor dijkvak G). Tussen de platen loopt de geul 'Deurloo' (zie onderstaande Figuur). Bij lage waterstanden (NAP +2m) ondervinden golven uit de westelijke richtingen (270° - 300°) hinder van de platen; golven uit de noordwestelijke richtingen (300° - 330°) kunnen via de geul van 'Deurloo' de kust goed bereiken. Bij hoge waterstanden (NAP +6m) is het effect van de platen op de golfcondities kleiner en zijn golven uit westelijke richtingen (270° - 300°) maatgevend (zie Figuur 2).



Bodemligging bij Vlissingen

3.3 Waterstanden

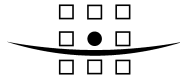
In Tabel 3 zijn de peilen weergegeven die bij het ontwerp gebruikt dienen te worden. Deze ontwerppeilen zijn berekend door de basispeilen 1985 te verhogen met de hoogwaterstijging op de Westerschelde die veroorzaakt wordt de zeespiegelrijzing. Hierbij is gerekend met een zeespiegelstijging over 75 jaar, gerekend vanaf het basispeil van 1985 (dus tot 2060). Tabel 3 bevat ook de gemiddeld hoog waterstand (GHW) (uit ref 5).

4 Bodemligging

Voor de Westerschelde heeft het RIKZ golfcondities bepaald voor de waterstanden NAP +2, NAP +4 en NAP +6m. Voor het ontwerpen van lage dijktafels, teenconstructies of kreukelbermen zijn regelmatig golfcondities nodig bij waterstanden lager dan NAP +2m. Deze golfcondities worden bepaald m.b.v. extrapolatie van de golfcondities van NAP+2 en NAP +4m. Belangrijk voor deze extrapolatie is de controle of de bepaalde golfcondities realistisch zijn bij de aanwezige bodemdpte. Hiervoor beschouwen we een representatieve bodemligging per dijkvak die als volgt gedefinieerd is:

representatieve bodemligging =
gemiddelde bodemligging over alle uitvoerpunten van het dijkvak – standaardafwijking
bodemligging over alle uitvoerpunten van het dijkvak.

De representatieve bodemligging voor de dijkvakken is gepresenteerd in Tabel 4.



ROYAL HASKONING



Bij de extrapolatie naar lagere waterstanden mag de waarde $H_s/D=0.7$ niet overschreden worden. In Tabel 5 is voor belastinggeval $H_s \cdot T_{pm}$ gecontroleerd of de waarde $H_s/D=0.7$ niet wordt overschreden bij NAP +0m en +1m. Bij twee dijkvakken wordt de waarde overschreden: dijkvak D (NAP +0m en NAP +1m) en dijkvak F (NAP 0m). Wij adviseren hier bij gegeven diepte de maximale H_s toe te passen, namelijk $H_s = 0.3$ en 1.0m (dijkvak D) en $H_s = 0.6$ m (dijkvak F).

Referenties

- [1] 'Golfrandvoorwaarden op de Westerschelde gegeven een 1/4000 windsnelheid', RIKZ, november 1997, RIKZ\1997.046
- [2] 'Golfrandvoorwaarden op de Westerschelde gegeven een 1/4000 windsnelheid' (deel II), RIKZ, juli 1998, RIKZ\1998.018
- [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] Ministerie van Verkeer en Waterstaat: '*Gemiddelde Getijkrommen 1991.0*', Den Haag 1994
- [6] '*Correctiewaarden Zeeland, Fase 1: Bepaling correctiefuncties voor ontwerp*', WL-rapport H4576, augustus 2005.

Figuren en Tabellen bij detailadvies

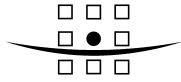
Vijgheter en Zwanenburg

- Figuur 1: Ligging dijkvakken
- Figuur 2: SWAN resultaten

- Tabel 1: Ligging dijkvakken met coördinaten en dijkkilometrerings
- Tabel 2: Golfcondities
- Tabel 3: Ontwerppeilen
- Tabel 4: Bodemligging
- Tabel 5: Hs/D bepaling bij lage waterstanden

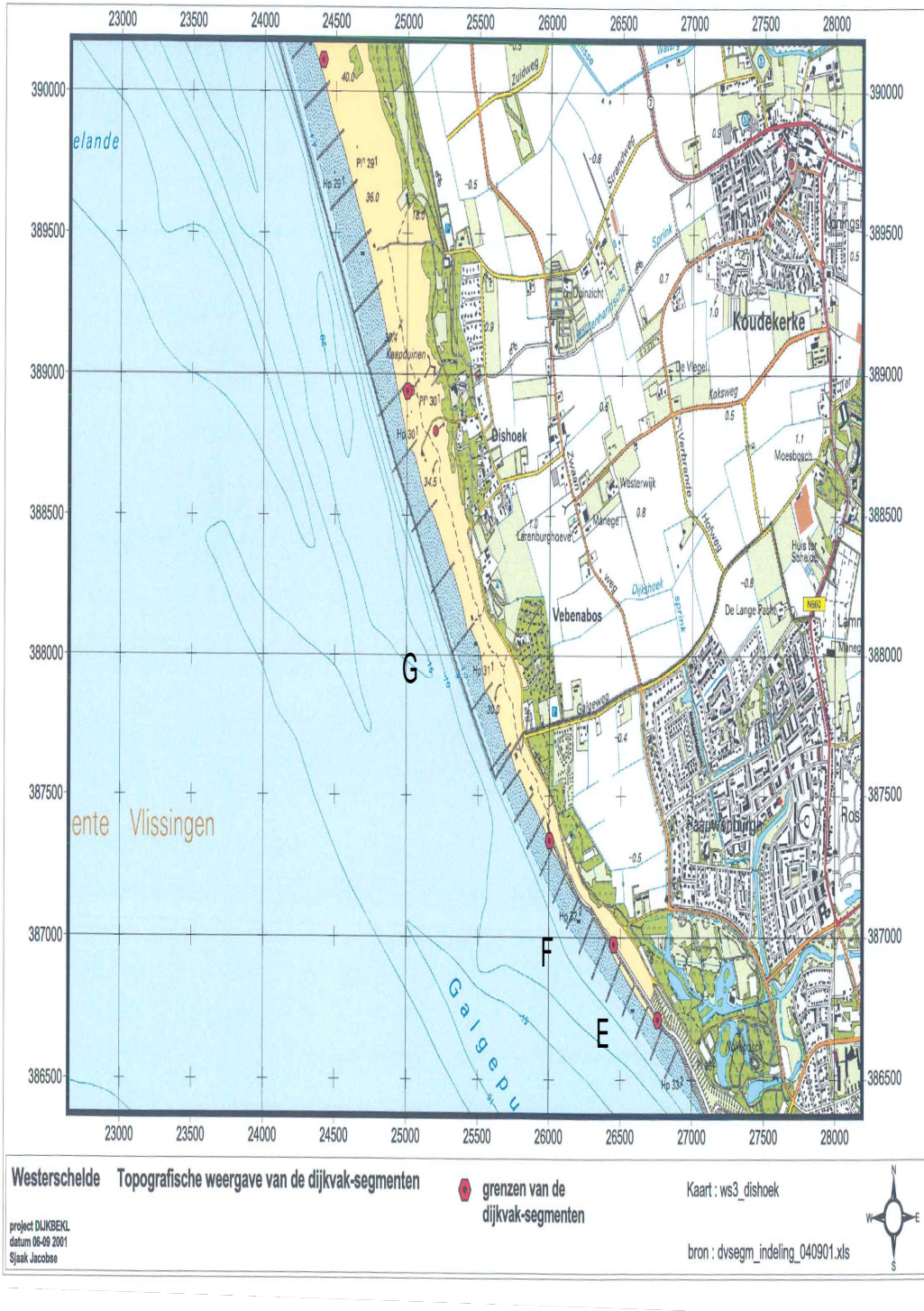
Figuur 1 Ligging dijkvakken



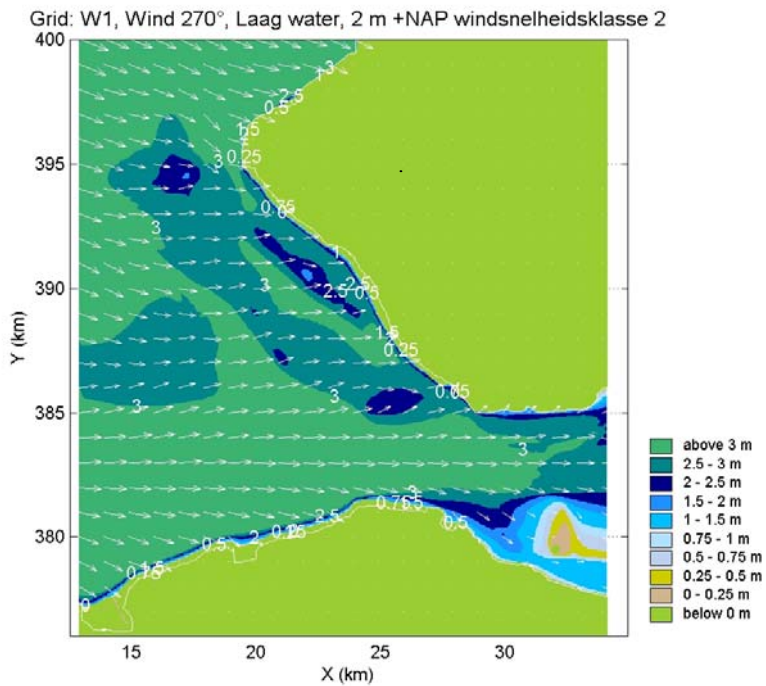
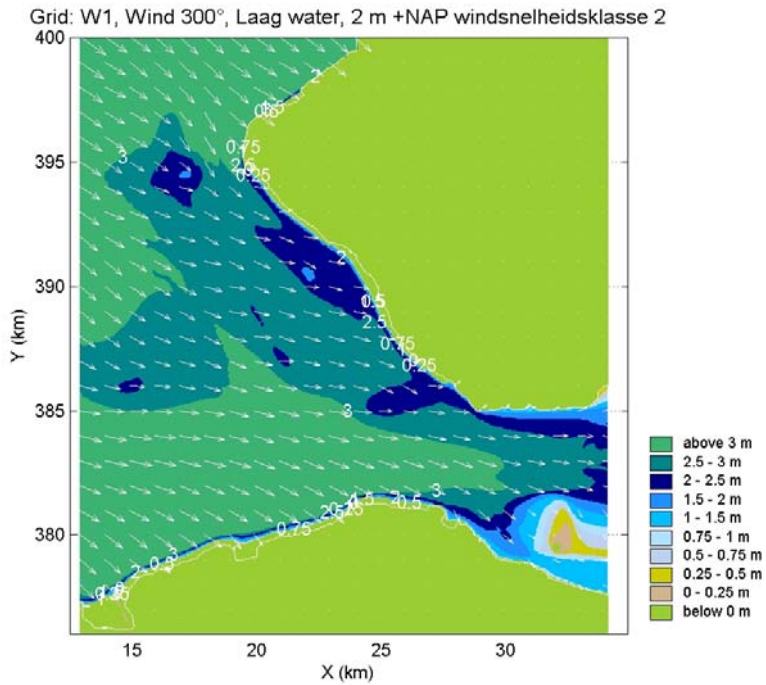


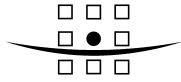
ROYAL HASKONING

SVASEK
HYDRAULICS



Figuur 2: SWAN resultaten (waterstand NAP +2m)

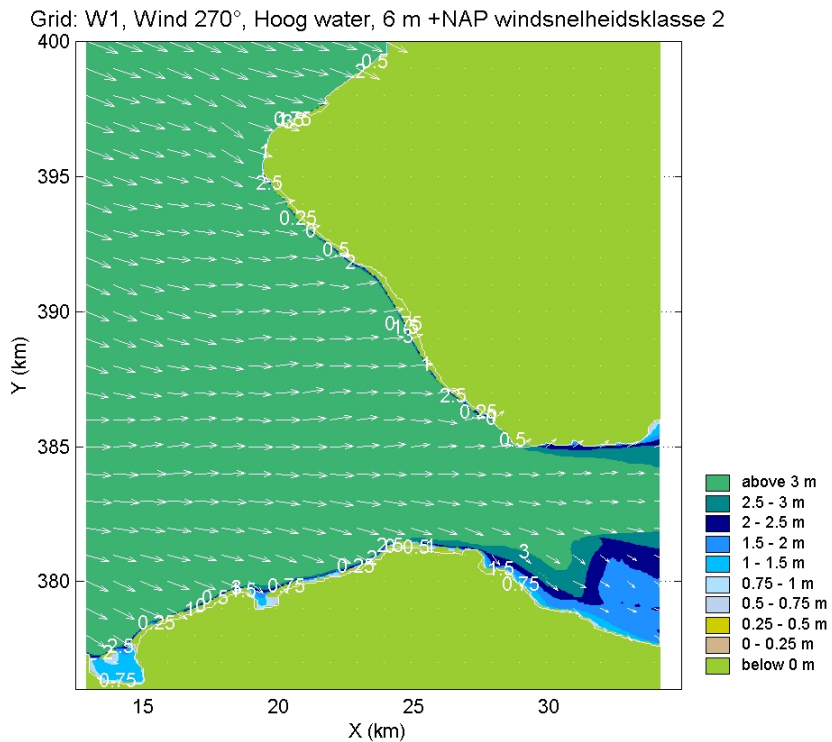
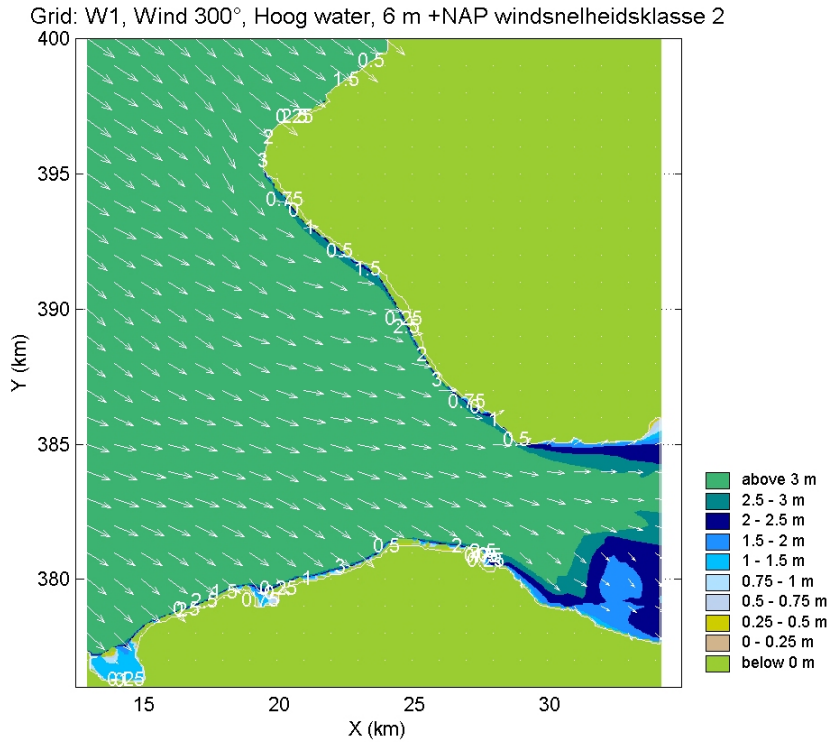




ROYAL HASKONING



Figuur 2: SWAN resultaten (waterstand NAP +6m)



Tabel 1: Ligging dijkvakken met coördinaten en dijkkilometrerings

Dijk- vak no.	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrerings (km)		Poldernaam
	van x	y	tot x	y	van	tot	
D	27500	386100	26760	386710	*1	32,50	Nollendijk
E	26760	386710	26450	386975	32,50	32,08	
F	26450	386975	26000	387340	32,08	31,54	
G	26000	387340	25000	388940	31,54	29,61	

¹ dijkvakgrens ligt óp de nol, 151m westwaarts vanaf dijkpaal 33.60

Tabel 2: Golfcondities

Tabel 2.1 Golfcondities met gewicht Hs en Tpm volgens verhouding Hs*Tpm

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrerings (km)		Hs [m]			Tpm [s]			Waterdiepte (m)			Windrichting (°)			spectrumvorm		
	van		tot		van	tot	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			bij waterstand t.o.v. NAP		
	x	y	x	y			+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m
D	27500	386100	26760	386710	*1	32,50	1,9	2,8	3,5	7,3	8,6	9,8	2,8	4,8	6,8	270	270	270	6	6	6
E	26760	386710	26450	386975	32,50	32,08	--	1,5	2,5	--	10,9	11,1	0,2	2,2	4,2	--	330	300	--	6	6
F	26450	386975	26000	387340	32,08	31,54	1,2	2,2	3,4	10,1	10,2	10,5	1,9	3,9	5,9	330	300	270	6	6	6
G	26000	387340	25000	388940	31,54	29,61	0,8	1,9	3,0	10,6	10,5	10,8	1,2	3,2	5,2	330	300	270	6	6	6

Tabel 2.2 Golfcondities met gewicht Hs en Tpm volgens verhouding Hs*Tpm*Tpm

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrerings (km)		Hs [m]			Tpm [s]			Waterdiepte (m)			Windrichting (°)			spectrumvorm		
	van		tot		van	tot	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			bij waterstand t.o.v. NAP		
	x	y	x	y			+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m
D	27500	386100	26760	386710	*1	32,50	1,3	2,6	3,5	9,3	8,9	9,8	2,8	4,8	6,8	330	285	270	6	6	6
E	26760	386710	26450	386975	32,50	32,08	--	1,5	2,5	--	10,9	11,1	0,2	2,2	4,2	--	330	300	--	6	6
F	26450	386975	26000	387340	32,08	31,54	1,2	2,1	3,1	10,1	10,6	11,1	1,9	3,9	5,9	330	315	300	6	6	6
G	26000	387340	25000	388940	31,54	29,61	0,8	1,8	2,8	10,6	10,9	11,3	1,2	3,2	5,2	330	315	300	6	6	6

Tabel 2.3 Golfcondities met gewicht Hs en Tpm volgens verhouding Hs*Hs*Tpm

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrerings (km)		Hs [m]			Tpm [s]			Waterdiepte (m)			Windrichting (°)			spectrumvorm		
	van		tot		van	tot	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			bij waterstand t.o.v. NAP		
	x	y	x	y			+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m
D	27500	386100	26760	386710	*1	32,50	1,9	2,8	3,5	7,3	8,6	9,8	2,8	4,8	6,8	270	270	270	6	6	6
E	26760	386710	26450	386975	32,50	32,08	--	1,6	2,7	--	10,0	10,2	0,2	2,2	4,2	--	300	270	--	6	6
F	26450	386975	26000	387340	32,08	31,54	1,2	2,4	3,4	9,6	9,3	10,5	1,9	3,9	5,9	315	270	270	6	6	6
G	26000	387340	25000	388940	31,54	29,61	0,8	2,0	3,0	10,6	9,7	10,8	1,2	3,2	5,2	330	270	270	6	6	6

Tabel 3: GHW-standen en ontwerppeilen

Dijk- vak no.	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrering (km)		Poldernaam	Zeespiegelstijging [m]	Basispeil 1985 [m] tov NAP	Ontwerppeil 2060 [m] tov. NAP	GHW- standen [m] tov NAP
	van x	y	tot x	y	van	tot					
D	27500	386100	26760	386710	*1	32,50	Nollendijk	0,55	5,10	5,65	2,00
E	26760	386710	26450	386975	32,50	32,08		0,55	5,10	5,65	2,00
F	26450	386975	26000	387340	32,08	31,54		0,55	5,05	5,60	1,95
G	26000	387340	25000	388940	31,54	29,61		0,55	5,05	5,60	1,95

Tabel 4: Bodemligging

Dijk- vak no.	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrerings (km)		Representatieve bodemligging [m] tov NAP	Gemiddelde bodemligging [m] tov NAP	Stand.dev. bodemligging [m] tov. NAP
	van x	y	tot x	y	van	tot			
D	27500	386100	26760	386710	*1	32,50	-0,52	0,35	0,76
E	26760	386710	26450	386975	32,50	32,08	1,85	1,91	0,06
F	26450	386975	26000	387340	32,08	31,54	0,27	0,64	0,37
G	26000	387340	25000	388940	31,54	29,61	2,05	2,75	0,71

Tabel 5: Hs/D bepaling bij lage waterstanden

Dijk- vak no.	Hs [m]		D [m]		Hs/D		bijgestelde Hs [m]	
	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	+1m	0m	+1m	0m	+1m	0m	+1m
D	1.0	1.5	0.42	1.42	2.4	1.0	0.3	1.0
E	-	-	-	-	-	-	-	-
F	0.2	0.7	-	0.73	-	1.0	-	0.6
G	-	0.3	-	-	-	-	-	-