



010397 2006 PZDB-N-06103

3swetDetailadvies Van Haaftepolder, Opdracht 2006.0

3 Golfbelasting en waterstanden

3.1 Inleiding

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 Oosterscheldedekering, herzien in 2005 [ref 2].

De rekenresultaten zijn gecorrigeerd voor stroming en tevens voor de bekende onderschatting van golfparameters door het golfmodel SWAN:

- De stromingscorrectie wordt toegepast voor de waterstanden NAP+0, NAP+2 en NAP+3 meter. Bij een gesloten kering (NAP+4 meter) wordt geen stromingscorrectie toegepast.
- De recent op basis van het rapport H4576 [lit 6] aangescherpte correctiefactoren, welke dienen ter compensatie van de door SWAN gemaakte fout, zijn voor alle waterstanden (zowel bij open als gesloten kering) van toepassing. Deze correctiefactoren zijn in tegenstelling tot de in het verleden gehanteerde grovere correctiewaarden ($T_{pm}+1$ sec en $H_s+15\%$ voor dijkvakken aan diep water) afhankelijk van o.a. waterdiepte, strijklengte, golfsteilheid en golfhoogte/diepteverhouding en variëren daardoor per dijkvak, per waterstand en per windrichting.

Paragraaf 3.2 beschrijft de bepaalde maatgevende golfbelastingen op basis van de bovengenoemde berekeningen (ref 1 en ref 2) en correcties. Vervolgens worden in paragraaf 3.3 de condities voor NAP+3 m en NAP+4 m vergeleken. Paragraaf 3.4 beschrijft de waterstanden en de ontwerppeilen.

3.2 Golfbelasting

Tabellen 2.1 t/m 2.3 tonen de maatgevende golfcondities, gebaseerd op respectievelijk $H_s \cdot T_{pm}$, $H_s \cdot T_{pm}^2$, en $H_s^2 \cdot T_{pm}$. De in deze tabellen opgenomen condities bevatten reeds de correctie voor stroming en de nieuwe correctiewaarden ter compensatie van de bekende onderschatting van golfparameters door SWAN. De tabellen 2.1 t/m 2.3 vertonen logische waarden: zowel de significante golfhoogte (H_s) als de golfperiode (T_{pm}) nemen toe bij een toenemende waterdiepte. In dijkvak 124 zijn er geen waarden voor zowel H_s als T_{pm} gegeven bij een waterstand van NAP+0m, omdat dan het voortland droog valt. Voor dit dijkvak zijn voor NAP de waarden genomen van een naastliggend punt (grens met vak 125), omdat deze wel representatief zijn voor het noordelijke deel van dijkvak 124. Hierdoor wordt voor het ondiepe gedeelte van dijkvak 124 bij een waterstand van NAP zowel H_s als T_{pm} overschat.

De dijkvakken in het beschouwde traject worden het zwaarst door golven belast bij storm vanuit het westen tot noordwesten (270° tot 300°). In de meeste gevallen is 285° de maatgevende windrichting. De golven worden hierbij in het westelijke deel van de Oosterschelde opgewekt en gaan via de geulen het Mastgat en de Krabbenkreek richting de Van Haaftenpolder. Door refractie buigen ze naar de ondiepere oevers toe en bereiken daardoor de beschouwde dijkvakken, weliswaar met een vrij grote hoek van inval. Omdat het dijktraject in het uiterste oostelijke deel van de Oosterschelde ligt zijn de golfbelastingen uit de westelijke windrichtingen aanzienlijk hoger dan die uit de andere richtingen met kortere strijklengtes.

Figuur 2.1 en 2.2 tonen het met SWAN berekende golfveld (zonder enige correcties) voor de windrichtingen 285° en 330° bij een waterstand van NAP+4 m. De figuren 3.1 t/m 3.2 tonen dezelfde golfcondities, maar dan voor een fijn rooster, ingezoomd op het

dijktraject. Duidelijk is te zien dat de golven bij noordwestenwind hoger zijn dan bij wind uit het noord-noordwesten. Dit wordt veroorzaakt door zowel de langere strijklengte als de hogere windsnelheid.

3.3 Vergelijking condities NAP +3 m 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+3 m zwaarder zijn dan voor NAP+4 m kan dit uitvoeringstechnisch problemen geven. Om na te gaan of deze situatie zich hier voordoet zijn de condities voor 3+ en 4+ hierop nagelopen. Gebleken is dat voor geen van beide dijkvakken dit het geval is. Hier hoeft bij het gebruik voor het ontwerp dus geen rekening mee gehouden te worden.

3.4 Waterstanden

In Tabel 3 zijn de ontwerppeilen weergegeven die bij het ontwerp gebruikt dienen te worden volgens Hydraulische Randvoorwaarden 2001 [ref 4]. Vanwege het 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 dat ook in de tabel is opgenomen. Tabel 3 bevat ook de gemiddeld hoog waterstand (GHW). Verder zijn de waterstanden opgenomen bij gemiddeld getij, springtij en doottij (uit [ref 5]).

4 Gebruik tabellen voor ontwerp

Op dit moment is nog niet duidelijk hoe het ontwerp van de nieuwe dijk zal zijn. We adviseren de ontwerper daarom om voor één of twee representatieve dijkvakken de benodigde bekleding uit te rekenen op basis van de golfcondities uit de tabellen 2.1 t/m 2.3 en vervolgens te bepalen welke tabel de grootste steendikte oplevert en dus maatgevend is. Deze tabel kan dan gebruikt worden voor het verdere ontwerp.

Met het programma WindWater (versie 3.2.1) zijn indicatieve steendiktes zonder correctiefactoren berekend. Deze zijn gepresenteerd in Tabel 4.1 t/m 4.3. Deze steendiktes zijn bepaald met standaardinstellingen (representatieve taludhelling en een uniforme wrijvingloze bekleding).

In de tabellen 4.1 t/m 4.3 is te zien dat er geen verschillen zijn tussen indicatieve steendiktes voor de belastinggevallen $H_s * T_{pm}$, $H_s * T_{pm}^2$, en $H_s^2 * T_{pm}$. We adviseren de ontwerper om met behulp van de resultaten van dijkvak 125 uit de tabellen 2.1 t/m 2.3 de maatgevende tabel te bepalen. Dit dijkvak vertoont namelijk de meeste variatie tussen $H_s * T_{pm}$, $H_s * T_{pm}^2$ en $H_s^2 * T_{pm}$ uit de tabellen 2.1 t/m 2.3. De maatgevende tabel kan voor het gehele ontwerp toegepast worden, maar er wordt geadviseerd om in de loop van het ontwerp voor het andere dijkvak een controle uit te voeren.

5 Bodemligging

Voor de Oosterschelde heeft het RIKZ golfcondities bepaald voor de waterstanden NAP +0m, NAP +2m, NAP +3m en NAP +4m. Voor het ontwerpen van lage dijktafels, teenconstructies of kreukelbermen zijn regelmatig golfcondities nodig bij waterstanden lager dan NAP. Deze golfcondities worden bepaald d.m.v. extrapolatie op basis van de golfcondities van NAP en NAP +2 meter. Belangrijk voor deze extrapolatie is de controle

of de bepaalde golfcondities fysisch-realistisch zijn t.o.v. de aanwezige bodemdiepte en de lokale golfsteilheid. 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. De representatieve bodemligging varieert in de beschouwde dijkvakken van NAP -1,57 m tot NAP +0,14 m. Een groot deel van het aanliggende voorland valt bij lagere waterstanden droog.

Bij de extrapolatie naar lagere waterstanden mag de waarde $H_s/D=0.7$ niet overschreden worden. In Tabel 6 is voor belastingsgeval $H_s \cdot T_{pm}$ gecontroleerd of de waarde $H_s/D=0.7$ wordt overschreden. Dit blijkt nergens te gebeuren in dit dijktraject.

Referenties

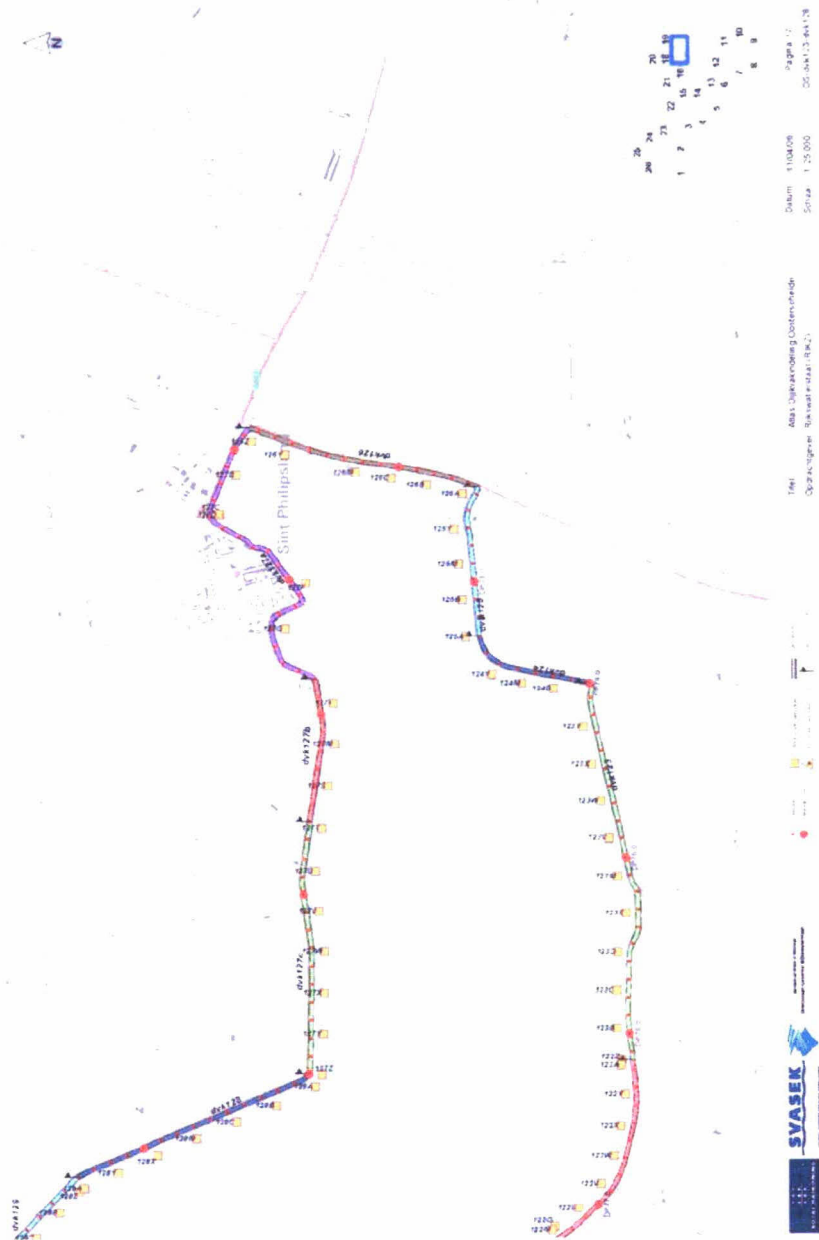
- [1] Kamsteeg, A.T. et al: 'Golfberekeningen Oosterschelde', RIKZ/2001.006
- [2] Alkyon: 'Update golfcondities RAND2001: beïnvloedingsgebied OS-kering, Herberekening westelijke winden', d.d. augustus 2005, Alkyonrapport A1483r1
- [3] Jacobse, J.J.: 'Evaluatie van de ontwerpwaarden voor golfcondities 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
- [6] WL Delft: 'Correctiewaarden Zeeland, Fase 1: Bepaling correctiefuncties voor ontwerp', d.d. augustus 2005, WL-rapport H4576

Figuren en Tabellen

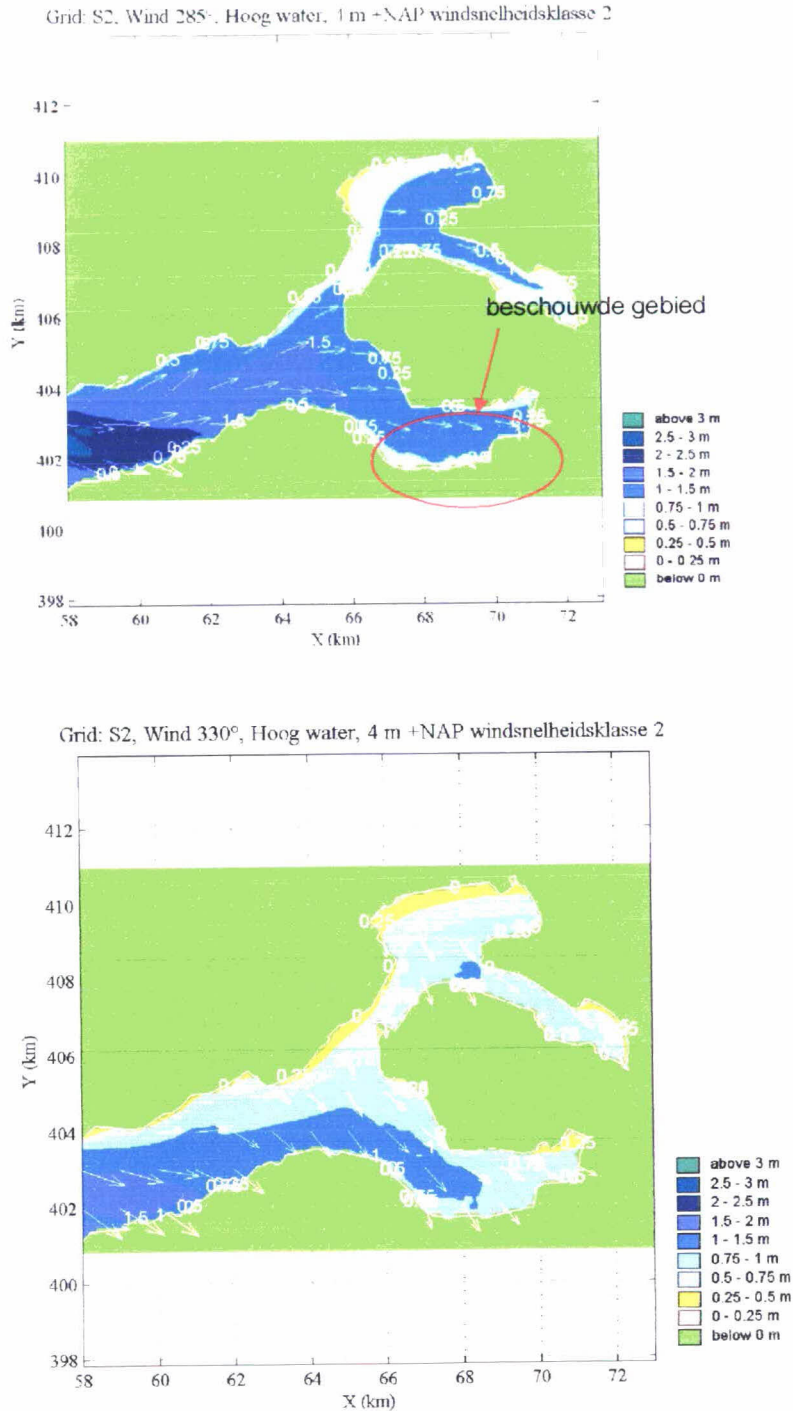
- Figuur 1: Ligging dijkvakken in Oosterschelde
- Figuur 2: SWAN resultaten (groot rooster)
- Figuur 3: SWAN resultaten (fijn rooster)

- Tabel 1: Ligging dijkvakken
- Tabel 2: Golfcondities
- Tabel 3: Ontwerppeilen
- Tabel 4: Steendiktes
- Tabel 5: Bodemligging
- Tabel 6: Hs/d

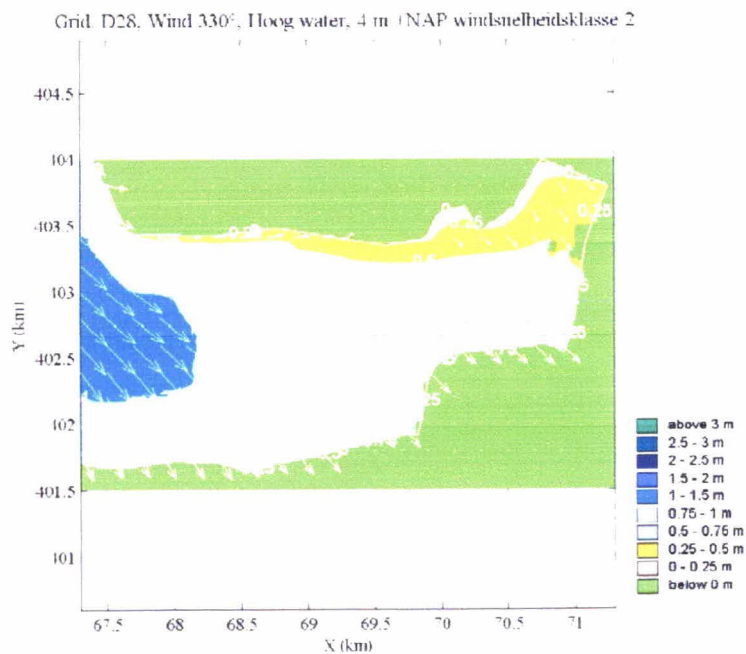
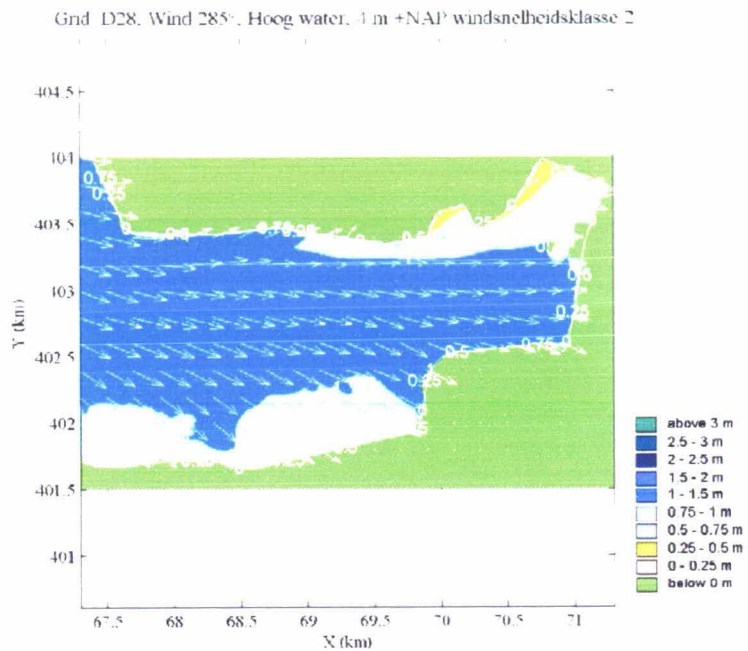
Figuur 1: Ligging dijkvakken in Oosterschelde



Figuur 2.1 en 2.2: SWAN resultaten (groot rooster)



Figuur 3.1, 3.2 SWAN resultaten (fijn rooster)



Tabel 1: Ligging dijkvakken.

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk klometrereng (km)		Poldemaam
	no.	van x	y	tot x	y	van	
124	69845	401926	70110	402512	74,00	73,30	Van Haaftepolder
125	70110	402512	70925	402527	73,30	72,45	Van Haaftepolder

Tabel 2: Maatgevende golfcondities

Tabel 2.1 Gecorrigeerde golfcondities met gewicht Hs en Tpm volgens verhouding Hs*Tpm

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrering (km)		Hs [m]				Tpm [s]				Waterdiepte (m)				Windrichting (°)				golfrichtingsband;								spectrumvorm				
							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								bij waterstand t.o.v. NAP				
	van	y	x	tot	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	van	tot	van	tot	van	tot	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	
124	69845	401926	70110	402512	74.00	73.30	0.4	0.7	1.1	1.4	1.6	2.9	3.5	4.2	1.6	2.0	3.0	4.0	270	300	285	285	-	-	296	326	280	310	279	309	-	3	3	3	3
125	70110	402512	70925	402527	73.30	72.45	0.4	0.9	1.1	1.3	1.7	2.9	3.4	4.0	1.3	3.6	4.6	5.1	270	285	285	285	248	278	270	300	270	300	271	301	3	3	3	3	

Tabel 2.2 Gecorrigeerde golfcondities met gewicht Hs en Tpm volgens verhouding Hs*Tpm*Tpm

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrering (km)		Hs [m]				Tpm [s]				Waterdiepte (m)				Windrichting (°)				golfrichtingsband;								spectrumvorm				
							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								bij waterstand t.o.v. NAP				
	van	y	x	tot	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	van	tot	van	tot	van	tot	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	
124	69845	401926	70110	402512	74.00	73.30	0.4	0.7	1.1	1.4	1.6	2.9	3.5	4.2	1.6	2.0	3.0	4.0	285	300	285	285	-	-	296	326	280	310	279	309	-	3	3	3	3
125	70110	402512	70925	402527	73.30	72.45	0.4	0.9	1.1	1.3	1.7	2.9	3.4	4.0	1.1	3.6	4.6	5.1	270	285	285	270	255	285	270	300	270	300	267	297	3	3	3	3	

Tabel 2.3 Gecorrigeerde golfcondities met gewicht Hs en Tpm volgens verhouding Hs*Hs*Tpm

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrering (km)		Hs [m]				Tpm [s]				Waterdiepte (m)				Windrichting (°)				golfrichtingsband;								spectrumvorm				
							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								bij waterstand t.o.v. NAP				
	van	y	x	tot	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	van	tot	van	tot	van	tot	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	
124	69845	401926	70110	402512	74.00	73.30	0.4	0.7	1.1	1.4	1.6	2.8	3.5	4.2	1.6	2.0	3.0	4.0	270	285	285	285	-	-	281	311	280	310	279	309	-	3	3	3	3
125	70110	402512	70925	402527	73.30	72.45	0.4	0.9	1.1	1.4	1.6	2.9	3.4	3.9	1.6	3.6	4.6	5.6	270	285	270	270	257	287	270	300	264	294	264	294	3	3	3	3	

Opmerking bij tabel 2.1 t/m 2.3:

In dijkvak 124 valt het grootste gedeelte van het voorland droog bij een waterstand van NAP. De waarde voor Hs en Tpm van dijkvak 124 komen daarom van een naastliggend punt (grens met dijkvak 125), zie paragraaf 3.2. Hs en Tpm worden daardoor bij NAP voor het grootste gedeelte van het dijkvak overschat.

Tabel 3: GHW-standen en ontwerppeilen

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrering (km)		Poldernaam	Ontwerppeil [m] tov NAP	GHW [m] tov NAP	GLW [m] tov NAP	Springtij		Doodtij	
											HW	LW	HW	LW
	van	y	x	tot	van	tot					[m] tov NAP	[m] tov NAP	[m] tov NAP	[m] tov NAP
124	69845	401926	70110	402512	74.00	73.30	Van Haftenpolder	3.85	1.65	-1.35	1.90	-1.40	1.40	-1.20
125	70110	402512	70925	402527	73.30	72.45	Van Haftenpolder	3.85	1.70	-1.35	1.90	-1.40	1.40	-1.20

Tabel 4: Steendiktes

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
no.	x	y	x	y	van	tot					
124	69845	401926	70110	402512	74.00	73.30	Van Haaffepolder	-	0.09	0.13	0.18
125	70110	402512	70925	402527	73.30	72.45	Van Haaffepolder	0.04	0.11	0.14	0.17

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
no.	x	y	x	y	van	tot					
124	69845	401926	70110	402512	74.00	73.30	Van Haaffepolder	-	0.09	0.13	0.18
125	70110	402512	70925	402527	73.30	72.45	Van Haaffepolder	0.04	0.11	0.14	0.17

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
no.	x	y	x	y	van	tot					
124	69845	401926	70110	402512	74.00	73.30	Van Haaffepolder	-	0.09	0.13	0.18
125	70110	402512	70925	402527	73.30	72.45	Van Haaffepolder	0.04	0.11	0.14	0.17

Tabel 5: Bodemligging

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrerings (km)		Poldernaam	Representatieve bodemligging [m] tov NAP	Gemiddelde bodemligging [m] tov NAP	Stand.dev. bodemligging [m] tov NAP
	van		tot		van	tot				
no.	x	y	x	y	van	tot				
124	69845	401926	70110	402512	74.00	73.30	Van Haaffepolder	0.14	0.60	0.46
125	70110	402512	70925	402527	73.30	72.45	Van Haaffepolder	-1.57	-1.36	0.20

Tabel 6: Hs/D

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrerings (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
no.	x	y	x	y	van	tot							
124	69845	401926	70110	402512	74.00	73.30	Van Haaffepolder	-	-	-	-	-	-
125	70110	402512	70925	402527	73.30	72.45	Van Haaffepolder	-	0.15	-	0.57	-	0.26