

## Detailadvies golfcondities Borssele

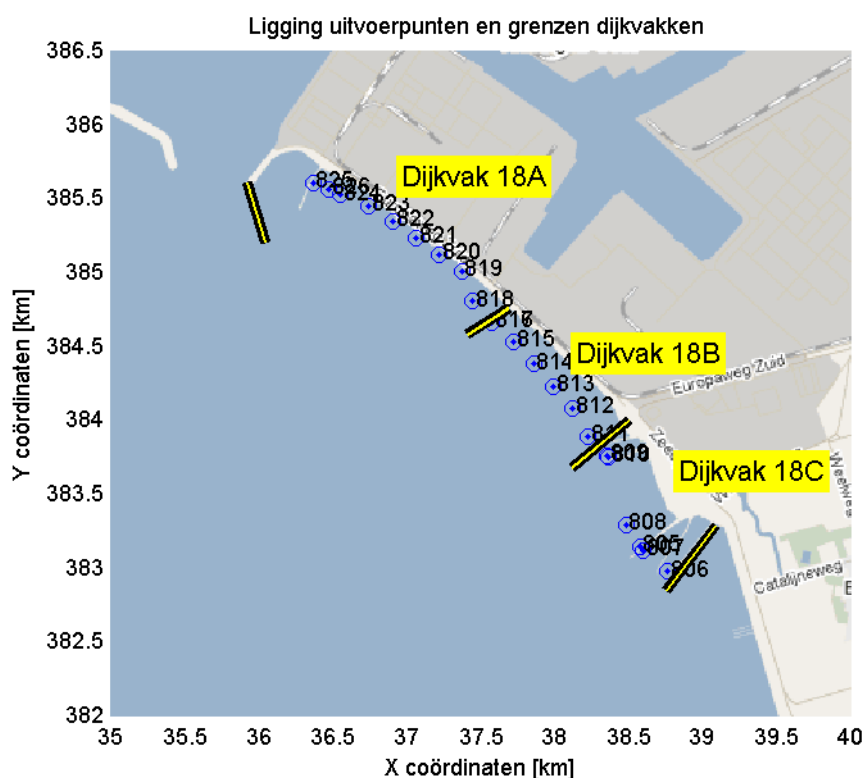
Aan	:	Kees van der Vliet, Simon Vereeke en Yvo Provoost (PBZ)
Van	:	Pol van de Rest (Svašek Hydraulics)
Kwaliteitsborger	:	Erik Arnold (Royal Haskoning)
Datum	:	27 juli 2011
betreft	:	Detailadvies golfcondities Borssele
status	:	Definitief
ref	:	1587/U11117/D/PvdR
kenmerk PBZ	:	PZDT-M-11211 inv

**Let op:** Dit detailadvies heeft een overlap met het detailadvies Oostelijke Sloehavendam waarin de dijkvakken 18A en 18B zijn beschouwd [ref. 7]. De waarden van het overlappende deel (dijkvakken 18A en 18B) in dit detailadvies vervangen de vorige afgegeven waarden.

### 1 Inleiding

Projectbureau Zeeweringen is momenteel bezig met het ontwerp van de dijkverbetering bij Borssele. Voor het projectgebied heeft het projectbureau gevraagd golfcondities aan te leveren uitgaande van een maatgevende wind met een overschrijdingskans van eens per 4.000 jaar.

Het traject waarvoor golfcondities zijn bepaald is weergegeven in Figuur 1 en heeft betrekking op de dijkvakken 18A t/m 18C. Daarnaast zijn in Figuur 1 en bijlage 1 de gehanteerde SWAN-uitvoerpunten en de ligging van de dijkvakgrenzen weergegeven. De begrenzing van deze dijkvakken is ook weergegeven in Tabel 1. Het projectgebied bevindt zich op de noordoever van de Westerschelde. Aan de landwaartse zijde van de waterkering bevindt zich de kerncentrale van Borssele.



Figuur 1: Ligging uitvoerpunten en dijkvakken

Dijkvak nr.	Coördinaten [RD-stelsel in m.]			
	van		tot	
	X	Y	X	Y
18A	36000	385570	37608	384703
18B	37608	384703	38500	384000
18C	38500	384000	39088	383286

Tabel 1: Ligging dijkvakgrenzen

Er is een overlap met het detailadvies 'Oostelijke Sloehavendam' [ref 7], waarin de dijkvakken 18A en 18B zijn beschouwd. De golfcondities van het overlappende deel (dijkvak 18A en 18B) zijn niet gelijk aan dit advies. De verschillen in golfcondities tussen dit advies en voorgaand advies kunnen deels verklaard worden doordat de waarden in dit advies met andere belastingfuncties [ref. 5] en met aangescherpte correcties [ref. 6] zijn bepaald. Het grootste deel van het verschil in golfcondities kan echter worden verklaard doordat de golfcondities in voorgaand advies [ref. 7] zijn gebaseerd op berekeningen uit 1997 [ref. 8], waarbij een doorvertaling van de golfcondities heeft plaatsgevonden vanaf het uitvoerpunt richting de teen van de dijk. De golfcondities uit dit advies zijn gebaseerd op berekeningen uit 1999 [ref. 3], waarbij deze doorvertaling niet heeft plaatsgevonden, overeenkomstig de aanpak voor de bepaling van de golfcondities in de Oosterschelde.

De getallen in dit detailadvies voor dijkvak 18A en 18B vervangen de waarden uit het voorgaande advies [ref. 7].

## 2 Beschrijving traject

Langs het traject zijn enkele bijzondere obstakels aanwezig: een hoog voorland, een nol en een aantal dammetjes langs het uitwateringskanaal van de kerncentrale (zie bijlage 1). De nol en de dammetjes zijn niet gedimensioneerd op de voor de waterkering geldende maatgevende storm. Er is in het voorliggende advies dan ook geen rekening gehouden met een golfreducerende werking door de aanwezigheid van deze constructies. Het hoge voorland is onderdeel van de bodemschematisatie in het SWAN-model, de golfreducerende werking van dit voorland is dus impliciet meegenomen in berekening van de golfrandvoorwaarden.

## 3 Waterstanden en ontwerppeil

Het ontwerppeil voor de 1/4000<sup>ste</sup> situatie voor het einde van de planperiode (2060) wordt bepaald door bij het Basispeil 1985 de hoogwaterstijging binnen de planperiode op te tellen [ref. 2]. Voor de hoogwaterstijging bij Borselle binnen de planperiode 1985-1960 wordt uitgegaan van 55 centimeter. Deze waarde is berekend op basis van 60 cm zeespiegelstijging per eeuw plus een toeslag voor de zogeheten hoogwaterstijging van 10 cm [ref. 2]: 75 jaar \* (60+10) cm/eeuw, afgerond naar boven op 5 cm. De Basispeilen 1985 volgen uit de tabel 'WS-rww-PBZ-060724'.

De bepaling van het ontwerppeil is weergegeven in Tabel 2.

dijk- vak	Hoogwaterstijging 75 jaar	Basispeil 1985	Ontwerppeil 2060
no.	[m]	[m] tov NAP	[m] tov. NAP
18A	0,55	5,35	5,90
18B	0,55	5,35	5,90
18C	0,55	5,40	5,95

Tabel 2: Bepaling ontwerppeil

Voor de dagelijkse omstandigheden kunnen de waarden uit tabel 3 worden gehanteerd [ref 4]. Deze zijn gebaseerd op de getij-informatie (slotgemiddelde 1991) bij Vlissingen. Hierin is geen zeespiegelstijging en/of hoogwaterstijging verdisconteerd, omdat deze zijn bedoeld voor de uitvoering van het werk.

	Hoog water	Laag water	Getijslag
Gemiddeld tij	NAP +2,05 m	NAP -1,81 m	3,86 m
Springtij	NAP +2,43 m	NAP -2,04 m	4,47 m
Doodtij	NAP +1,55 m	NAP -1,47 m	3.02 m

Tabel 3: Waterstanden dagelijkse omstandigheden

#### 4 Maatgevende golfcondities

De beschouwde dijkvakken liggen aan de noordoever van de Westerschelde ten oosten van Vlissingen. Deze dijkvakken zijn noordwest-zuidoost georiënteerd en worden het zwaarst belast bij wind uit westelijke richtingen (240 t/m 270°). Bij westenwind kan golfgroei plaatsvinden over een grote afstand (Rede van Vlissingen) met een grote diepte (15 m). Ter plaatse van het dijktraject draaien de golven naar de kust toe (golfinvalshoek ca. 30 graden).

De resultaten van berekeningen 'SWAN golfberekeningen in de Westerschelde voor 6 windklassen [ref. 3], vormen de basis voor de golfbelastingen. Daarnaast zijn aangescherpte correctiefactoren toegepast [ref. 6] voor alle waterstanden bij de bepaling van de golfcondities. Deze correctiefactoren dienen ter compensatie van de door SWAN gemaakte fout. Voor achtergrondinformatie bij het detailadvies wordt verwezen naar [ref. 1].

Voor de verschillende bekledingstypen en faalmechanismen zijn vier verschillende belastingfuncties gebruikt om de maatgevende golfcondities te bepalen. Hierdoor dient voor het ontwerp per bekledingstype en/of faalmechanisme een afzonderlijke tabel toegepast te worden. De tabellen 4.1 t/m 4.4 tonen de maatgevende golfcondities voor de verschillende bekledingstypen en faalmechanismen. Deze golfcondities zijn bepaald op basis van de belastingfuncties uit [ref. 6].

De tabellen vertonen logische waarden: zowel de significante golfhoogte ( $H_s$ ) als de golfperiode ( $T_{pm}$ ) nemen over het algemeen toe bij een toenemende waterdiepte. Alleen bij dijkvak 18A (bij belastingfunctie Z4, zie tabel 4.1) neemt de golfperiode af bij toename van de waterstand van NAP+4m naar NAP+6m. Dit kan verklaard worden doordat er een andere windrichting maatgevend is.

Tabel 4.1 is maatgevend voor (gekantelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen, Tabel 4.2 voor betonzuilen, Tabel 4.3 voor het mechanisme afschuiving en de bekledingstypen WAB, OSA en vol en zat gepenetreerde breuksteen en Tabel 4.4 voor losse breuksteen van de kreukelberm.

De maatgevende golfcondities voor betonzuilen zijn afhankelijk van de taludhelling en de constructie afhankelijke constante (F). Bij bepaling van de maatgevende golfcondities in Tabel 4.2 is uitgegaan van een taludhelling van 1:3,5 en een F-waarde van 6. Indien de taludhelling in het ontwerp steiler is dan 1:3,0 of flauwer dan 1:4,5 of de F-waarde is niet gelijk aan 6 kunnen de maatgevende golfcondities veranderen. In dat geval dient contact te worden opgenomen met de adviesschrijver.

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		
	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m
	18A	2,26	2,72	3,44	6,74	7,53	7,51	4,2	5,2	7,2	270	285
18B	2,18	3,08	3,61	6,76	7,22	7,80	3,6	5,3	7,3	285	270	270
18C	2,09	2,98	3,65	6,85	7,31	7,81	3,8	5,8	7,8	270	270	270

**Tabel 4.1 Maatgevende golfcondities voor (gekantelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen**

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		
	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m
	18A	2,26	2,93	3,44	6,74	6,94	7,51	4,2	5,2	7,2	270	270
18B	2,26	3,08	3,65	6,47	7,22	7,67	3,6	5,8	7,8	270	270	270
18C	2,20	2,98	3,65	6,18	7,31	7,81	4,2	5,8	7,8	240	270	270

**Tabel 4.2 Maatgevende golfcondities voor betonzuilen**

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		
	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m
	18A	2,32	2,94	3,44	6,24	6,33	7,51	4,2	5,2	7,2	240	240
18B	2,27	3,10	3,65	6,32	7,11	7,67	3,6	5,4	7,4	240	270	270
18C	2,21	2,98	3,65	5,21	6,35	6,85	4,2	5,8	7,8	240	270	270

**Tabel 4.3 Maatgevende golfcondities voor afschuiving, WAB, OSA en vol en zat gepenetreerde breuksteen**

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		
	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m
	18A	2,26	2,93	3,44	6,74	6,94	7,51	4,2	5,2	7,2	270	270
18B	2,26	3,08	3,65	6,47	7,22	7,67	3,6	5,3	7,4	270	270	270
18C	2,14	2,98	3,65	6,69	7,31	7,81	4,2	5,8	7,8	270	270	270

**Tabel 4.4 Maatgevende golfcondities voor losse breuksteen kreukelberm**

## 5 Bodemligging

De representatieve bodemligging [ref. 1] voor de dijkvakken is weergegeven in Tabel 5. De representatieve bodemligging varieert in de beschouwde dijkvakken van NAP -2,03 m tot NAP -2,77 m. De waarden van de bodemligging uit tabel 5 wijken voor dijkvak 18A en 18B enigszins af van de waarden uit voorgaand advies [ref.7]. De waarden uit dit advies vervangen de eerder afgegeven waarden.

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Rep. bodemligging [m] tov. NAP	Gem. bodemligging [m] tov. NAP	Stand.dev. bodemligging [m] tov. NAP
	van		tot				
	x	y	x	y			
18A	36000	385570	37608	384703	-2,03	-1,01	1,02
18B	37608	384703	38500	384000	-2,08	-1,52	0,57
18C	38500	384000	39088	383286	-2,77	-2,11	0,66

Tabel 5: Bodemligging

Bij de extrapolatie naar lagere waterstanden mogen de waarden  $H_s/D=0.7$  en  $H_s/L_0=0.06$  (= golfsteilheid) niet worden overschreden. In Tabel 6 en 7 is voor de maatgevende golfcondities voor losse breuksteen (Tabel 4.4) gecontroleerd of de waarden  $H_s/D=0.7$  en  $H_s/L_0=0.06$  niet worden overschreden. De golfcondities die weergegeven zijn bij een waterstand van NAP +0m en +1m zijn bepaald door de golfcondities die horen bij een waterstand van NAP +2m en NAP +4m lineair naar beneden te extrapoleren.

Bij dijkvak 18A bij een waterstand van NAP+0m blijkt de waarde van  $H_s/D=0.7$  overschreden te worden (zie grijze arcering in Tabel 6). Omdat deze berekende waarden fysisch niet realistisch is, is de betreffende golfhoogtes naar beneden bijgesteld, welke gecorrigeerde waarden met grijs zijn gearceerd.

In Tabel 7 is voor de maatgevende golfcondities voor losse breuksteen gecontroleerd of de voorwaarde  $H_s/L_0=0.06$  wordt overschreden bij de waterstanden NAP +0m en NAP +1m. Daarbij staan in de tweede en derde kolom de al dan niet gecorrigeerde waarden van  $H_s$  uit Tabel 6. In geen enkel geval blijkt deze voorwaarde overschreden te worden en daarom behoeven de golfcondities niet te worden bijgesteld.

Dijk- vak	Hs [m]		D (m)		Hs/D		Hs en 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.	+0m	+1m	+0m	+1m	+0m	+1m	+0m	+1m
18A	1,59	1,93	2,03	3,03	0,78	0,64	1,42	1,93
18B	1,44	1,85	2,08	3,08	0,69	0,60	1,44	1,85
18C	1,30	1,72	2,77	3,77	0,47	0,46	1,30	1,72

Tabel 6: Controle criterium  $H_s/D \leq 0.7$

Dijk- vak	Hs [m]		Tpm [s]		Lo [m]		Hs/Lo [-]		Aan te houden 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.	+0m	+1m	+0m	+1m	+0m	+1m	+0m	+1m	+0m	+1m
18A	1,42	1,93	6,54	6,64	66,72	68,78	0,02	0,03	1,42	1,93
18B	1,44	1,85	5,72	6,10	51,04	57,95	0,03	0,03	1,44	1,85
18C	1,30	1,72	6,07	6,38	57,48	63,50	0,02	0,03	1,30	1,72

Tabel 7: Controle criterium  $H_s/Lo \leq 0.06$

## Referenties

- [1.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: *'Handleiding hydraulische detailadviezen Oosterschelde en Westerschelde 2011 t.b.v. projectbureau Zeeweringen; Deel 1A, 1B en 2'*, d.d. 23 februari 2011
- [2.] Werkgroep Kennis, A. Kamsteeg, S. Jacobse: *'Ontwerppeilen Westerschelde, uitleg over de totstandkoming van de ontwerppeilen-tabel'*, K-01-09-53, september 2001
- [3.] Alkyon, G. van Vledder: *'SWAN golfberekeningen in de Westerschelde voor 6 windklassen'*, referentie A384R0r2, februari 1999
- [4.] RIKZ: *'Gemiddelde getijkromme 1991'*, 1994.
- [5.] Svašek Hydraulics, P. van de Rest: *'Memo nieuwe belastingfuncties steenbekledingen'*, PvdR/09358/1573/D, 18 januari 2010
- [6.] Svašek Hydraulics, P. van de Rest.: *'Update correctiewaarden Zeeland'*, 1585/U10250/C/PvdR, 1 november 2010
- [7.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: *'Detailadvies Oostelijke Sloehavendam'*, opdracht 2006.03.28, d.d. 31 maart 2006
- [8.] Alkyon: *'Golfrandvoorwaarden op de Westerschelde gegeven een 1/4000 windsnelheid'*, november 1997, RIKZ\1997.046

**Bijlage 1: Ligging dijkvakken 18A t/m 18C**

