

Memo

Werkgroep

Kennis

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Projectbureau Zeeweringen

Betreft (actie en nr.)
aanpassing golfrandvoorwaarden paviljoenpolder

Vraagsteller	Datum
v/d Bosch / Elzinga	6-00
Beantwoord door	Datum
Ard Kamsteeg	9-00
Doorkiesnummer	Bijlage(n)
070-3114207	1
Status	Kenmerk
definitief	k-00-08-45

Inleiding

Voor het zuidelijke deel van dijkvak 70 (paviljoenpolder), direct tegen de Belgische grens, ligt een stuk hoog voorland. Dit voorland (met maximale hoogte van +/- NAP +5m) is niet in rekening gebracht bij het bepalen van de golfrandvoorwaarden voor dijkbekledingen langs de Westerschelde (lit.1). Door het projectbureau Zeeweringen is verzocht de invloed van het voorland alsnog mee te nemen in de golfrandvoorwaarden voor dat dijkvak.

Uitgangspunten

1. Van het voorland zijn een aantal bodemprofielen bekend (zie bijlage 1). Deze bodemprofielen zijn met waarden tussen 0.5 m en 1.0 m verlaagd om rekening te houden met mogelijke negatieve morfologische ontwikkelingen in de periode tot 2050. Dit is conform de methode die is toegepast voor het berekenen van golfrandvoorwaarden in de gehele westerschelde (lit. 1). De keuze van het te gebruiken bodemprofiel is aan de beheerder van de waterkering. De beheerder is akkoord met het voor deze studie toegepaste bodemprofiel.
2. Uit de oeverkaart van het gebied (lit.2) is bepaald dat het hoge voorland zich uitstrekt vanaf dijkpaal 0 tot voorbij dijkpaal 9.
3. Alleen voor de maatgevende windrichting zijn nieuwe randvoorwaarden bepaald. Hierbij wordt er dus van uitgegaan dat het meenemen van het voorland geen invloed heeft op de maatgevende windrichting voor dat dijkvak.

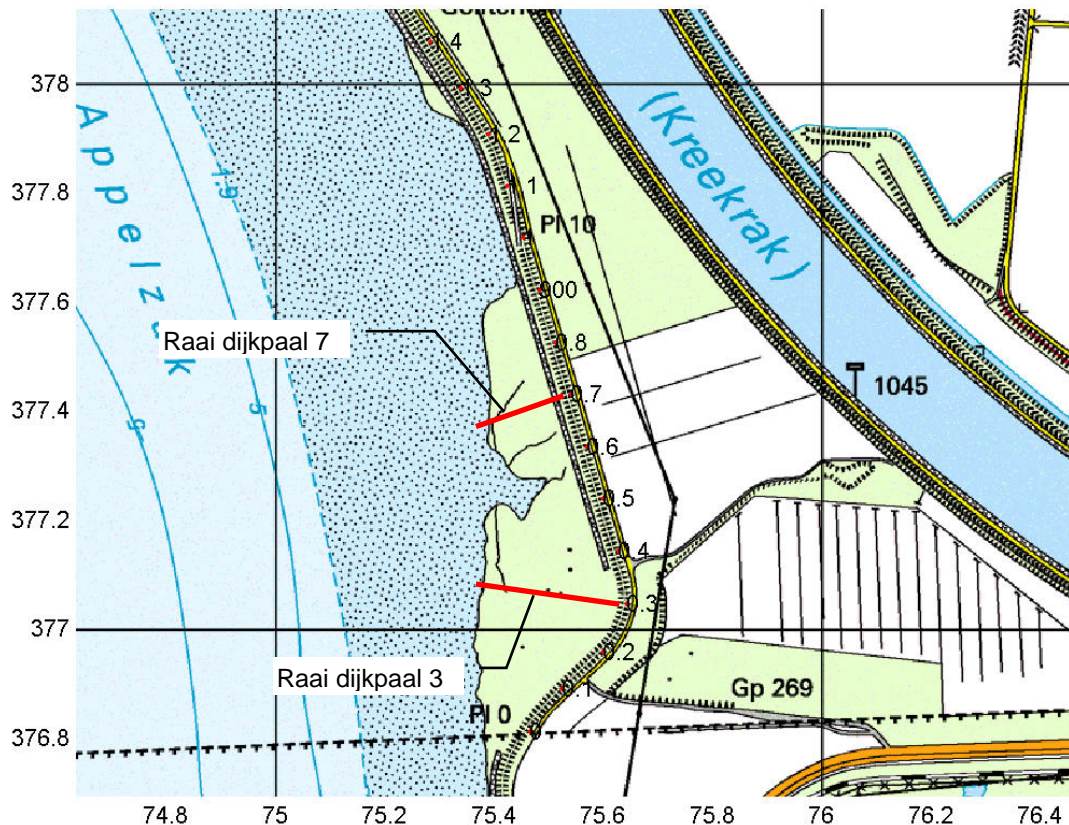
Golfmodel

Voor het bepalen van de golfrandvoorwaarden is gebruik gemaakt van het golfmodel SWAN-1D (swan versie 40.01).

Projectbureau Zeeweringen
Postadres p/a postbus 114, 4460 AC Goes
Bezoekadres p/a waterschap Zeeuwse Eilanden,
Piet-Heinstraat 77 Goes

Telefoon (0113) 24 13 70
Telefax (0113) 21 61 24

Het project Zeeweringen wordt uitgevoerd i.s.m. de Zeeuwse waterschappen en de provincie Zeeland.
Vanaf NS station richting centrum, na 150 m. rechts.



Figuur 1: Ligging gemeten raaien paviljoenpolder

Bodemprofielen

Er zijn berekeningen gemaakt voor 2 bodemprofielen afkomstig van het waterschap Zeeuwse Eilanden. Deze bodemprofielen liggen ter hoogte van dijkpaal 3 en dijkpaal 7 (Zie figuur 1).

Consistentie SWAN-1D met resultaten golfberekeningen uit 1998

Om SWAN-1D te mogen gebruiken moet eerst worden gekeken of, voor identieke gevallen, SWAN-1D dezelfde resultaten geeft als de 2D berekeningen met SWAN. Om dit te verifiëren is een vergelijking gemaakt tussen de resultaten van SWAN-1D en de resultaten van SWAN in '98 (lit. 1) voor dezelfde locatie en met dezelfde bodemschematisatie. Als deze resultaten vergelijkbaar zijn is er voldoende grond om voor die locatie SWAN-1D in te zetten voor andere bodemschematisaties.

Voor de profielen bij dijkpaal 3 en dijkpaal 7 is de bodemligging bepaald, zoals die is toegepast bij de golfberekeningen voor dijkbekledingen in 1998 (lit. 1). Deze profielen zijn te zien in bijlage 1. Vervolgens is uit de gegevens van de golfberekeningen uit 1998 aan de zeewaartse kant van de profielen een randvoorwaarde bepaald. Deze golf randvoorwaarden zijn doorgerekend tot aan de uitvoerpunten 50 meter uit de teen van de dijk. De ligging van het uitvoerpunt in het profiel is weergegeven in bijlage 1. Op deze uitvoerpunten kunnen de resultaten worden vergeleken. In tabel 1 zijn zowel de SWAN-1D berekeningen als de resultaten van de golfberekeningen uit 1998

opgenomen. Als de resultaten worden vergeleken blijkt dat de waarden voor SWAN 1998 en SWAN-1D in de tabel goed overeen komen. Op basis hiervan kan worden gesteld dat de berekeningen met SWAN-1D dezelfde resultaten geven als de 2D berekeningen met SWAN. SWAN-1D kan daarom worden gebruikt voor het berekenen van de golfrandvoorwaarden bij het hoge voorland.

Tabel 1: vergelijking SWAN 1998* en SWAN-1D met bodem zonder hoog voorland.

	Hs dijkpaal 3		Tpm dijkpaal 3		Hs dijkpaal 7		Tpm dijkpaal 7	
	SWAN 1998*	SWAN-1D	SWAN 1998*	SWAN-1D	SWAN 1998*	SWAN-1D	SWAN 1998*	SWAN-1D
NAP +6 m	1,9	1,9	4,9	4,6	1,9	1,9	4,8	4,6
NAP +4 m	1,2	1,3	4,1	4,1	1,3	1,3	4,2	4,2

* met SWAN 1998 wordt bedoeld de resultaten van de golfrandvoorwaardenberekeningen voor dijkbekledingen uit 1998 (lit. 1)

Randvoorwaarden SWAN-1D golfberekeningen.

Om golfberekeningen te maken voor het bepalen van golfrandvoorwaarden, zijn de gemeten profielen eerst verlaagd om rekening te houden met de mogelijke nadelige morfologische ontwikkelingen in de komende 50 jaar. De verlagingen zijn conform de toegepaste verlaging voor de golfrandvoorwaardenberekening voor dijkbekledingen uit 1998 (lit.1). In bijlage 1 zijn voor de raaien bij dijkpaal 3 en dijkpaal 7 de gemeten raaprofielen gegeven en de profielen waarmee de SWAN-1D berekeningen zijn gemaakt. In de profielen is aangegeven waar de locatie van het uitvoerpunt zich bevindt. Op deze locatie zijn de golfrandvoorwaarden berekend.

Aan het begin van de raai zijn de golfrandvoorwaarden nodig. Deze zijn bepaald uit de golfrandvoorwaardenberekening voor dijkbekledingen uit 1998 (lit.1). De golfrandvoorwaarden zijn bepaald uit de 2D golfvelden van SWAN.

Vervolgens is een standaard spectrumvorm aangenomen (JONSWAP met $\gamma=3,3$). Uit de golfberekeningen van 1998 blijkt dat het spectrum op die locaties niet veel afwijkt van het standaard JONSWAP spectrum.

De berekeningen zijn gemaakt voor de maatgevende windrichting (270°). In tabel 2 is een samenvatting gegeven van de parameters die als randvoorwaarde in de SWAN-1D berekeningen zijn gebruikt.

Tabel 2: Golfrandvoorwaarden aan begin van 1D raai

	waterstand = NAP + 6m		waterstand = NAP + 4m	
	dijkpaal 3	dijkpaal 7	dijkpaal 3	dijkpaal 7
Hs (m)	1,95	1,90	1,40	1,35
Tp (s)	4,65	4,65	4,16	4,16
windsnelheid (m/s)	33	33	33	33
windrichting (°)	270	270	270	270
golfrichting (°)	270	270	270	270
richtingsspreiding (°)	31,5	31,5	31,5	31,5

Resultaten

SWAN-1D berekeningen

Voor beide voorlandprofielen (bij dijkpaal 3 en dijkpaal 7) zijn golfberekeningen gemaakt. In bijlage 2 is het verloop van Hs over het voorland voor beide profielen weergegeven. In de figuren in bijlage 2 is de locatie van het uitvoerpunt aangegeven. De resultaten op de uitvoerpuntlocaties (weergegeven in tabel 3) worden gebruikt voor het bepalen van de nieuwe randvoorwaarden.

Tabel 3: Resultaten SWAN-1D op uitvoerpunt locaties

	Dp3		Dp7	
	Hs	Tpm	Hs	Tpm
NAP +6m	1,1	4,7	1,6	4,7
NAP +4m	0,2	4,3	0,7	4,2

Er zijn nu dus op twee locaties randvoorwaarden bekend. Deze randvoorwaarden moeten worden vertaald naar randvoorwaarden voor het gehele stuk dijk van dijkpaal 0 tot dijkpaal 9. Dit is als volgt gedaan:

Indeling in segmenten

Op basis van de beschikbare bodemkaart (lit. 2) is het gebied in twee dijkvaksegmenten ingedeeld. Hierbij is gekeken of de (hoogte)ligging van de bodem ongeveer uniform is. In figuur 2 zijn de twee dijkvaksegmenten weergegeven. Dijkvaksegment 1 loopt van dijkpaal 0 tot dijkpaal 4, dijkvaksegment 2 loopt van dijkpaal 4 tot dijkpaal 9. Voor dijkvaksegment 1 worden de resultaten van de berekeningen voor de raai bij dp 3 gebruikt. Voor dijkvaksegment 2 worden de resultaten van de berekeningen voor de raai bij dp 7 gebruikt.

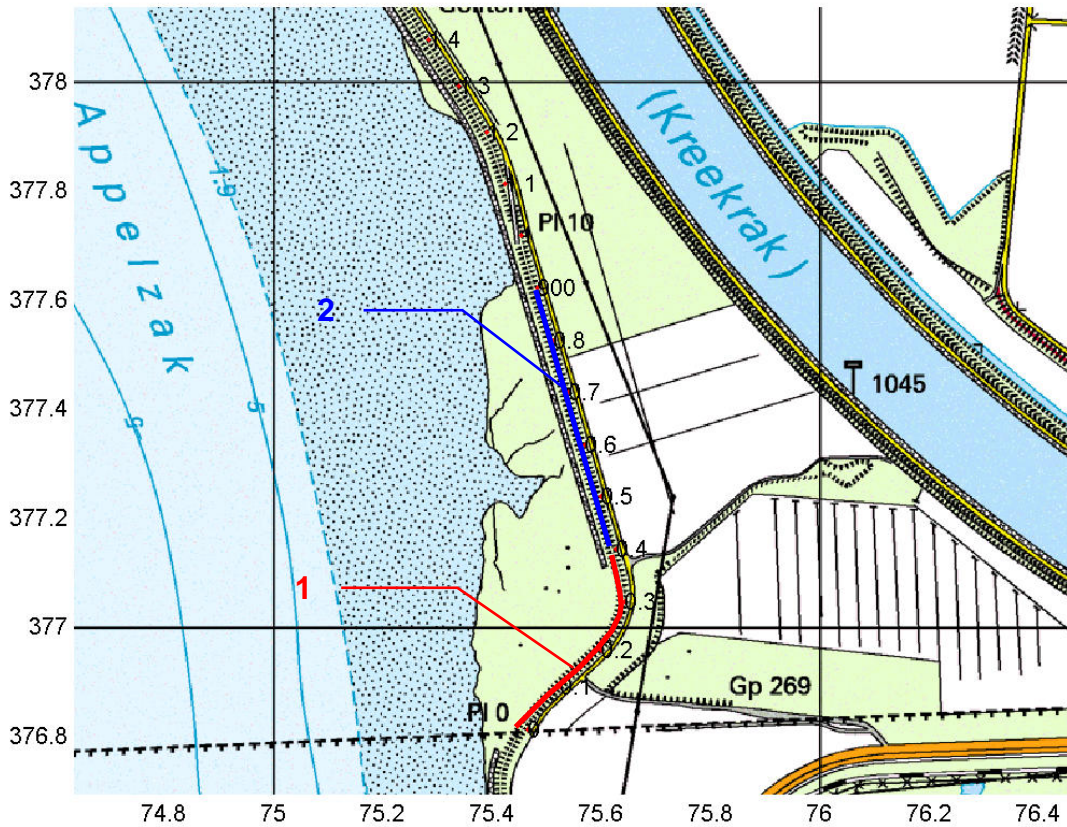
Bepaling randvoorwaarden

Voor dijkvaksegment 1 worden de waarden van de berekeningen bij dp 3 gebruikt. Bij een waterstand van NAP +4 m wordt hier een golfhoogte van Hs = 0,2 m berekend. Dit is erg laag. Om toch rekening te houden met onzekerheden wordt bij een waterstand van NAP +4m een minimale golfhoogte Hs van 0,5 meter aangehouden. Om een consistent verloop van de golfrandvoorwaarden te krijgen is besloten de golfhoogte voor dijkvaksegment 1 bij een waterstand van NAP +6m ook met 0,3 m te verhogen. Tevens biedt dit extra zekerheid tegen enkele onregelmatigheden in het voorland. Het verschil in golfhoogte Hs tussen de twee waterstanden is dan voor beide dijkvaksegmenten gelijk.

De golfperiode die met SWAN-1D is berekend dient met 1 seconde te worden verhoogd vanwege afwijkingen in het model (lit. 2). Als bij de golfperiodes uit tabel 3 één seconde wordt opgeteld blijkt dat de golfperiodes een fractie lager zijn dan de golfperiodes van de golfberekeningen uit 1998 (lit. 2). Dit heeft te maken met het feit dat de spectrumvorm die is gebruikt voor de SWAN-1D berekeningen niet precies hetzelfde is als de spectrumvorm bij de golfberekeningen in 1998 (lit. 1). Omdat er geen fysische verklaring te geven is waarom de golfperiode in deze situatie mogelijk lager zou kunnen worden, is besloten de golfperiodes van de golfberekeningen uit 1998 (lit. 2) te handhaven.

Stroming heeft geen invloed op de golven voor het traject tussen dijkpaal 0 en 9, zodat de golfrandvoorwaarden niet voor stroming hoeven te worden gecorrigeerd.

In tabel 3 zijn de golfrandvoorwaarden voor beide dijkvaksegmenten gegeven. De waarden voor de golperiode Tpm zijn hetzelfde als de huidige golfrandvoorwaarden voor de Westerschelde. De waarde van TPM is inclusief de verhoging van 1 seconde.



Figuur 2: Ligging dijkvaksegmenten paviljoenpolder

Tabel 3: Randvoorwaarden paviljoenpolder

dijkvak-segment	dijkpaal	van		tot		Hs (m)			Tpm (s)		
		x	y	x	y	+2	+4	+6	+2	+4	+6
1	0 - 4	75465	376811	75628	377142	-	0,5	1,4	-	5,6	5,9
2	4 - 9	75628	377142	75483	377621	-	0,7	1,6	-	5,6	5,9
70*	9 - ...	75483	377621	74860	378625	0,8	1,5	1,9	5,0	5,6	5,9

*vanaf dijkpaal 9 randvoorwaarden ongewijzigd

Literatuur

- Lit. 1 Golfrandvoorwaarden op de Westerschelde gegeven een 1/4000 windsnelheid (deel 2), 1998, RIKZ-98.018
- Lit. 2 Oeverkaart Zuid-Beveland: ZB1, overzicht dijkpaal 0 tot 11