



ROYAL HASKONING

11 APR 2006

P2DB-M-06071
Yvo Provoost

SVASEK
HYDRAULICS

Ray old boort
Simon Verbeek

DETAILADVIES Oostelijke Sloehavendam

Aan : Dennis Hordijk, RIKZ
Van : Erik Arnold
2e Lezer: Maarten Jansen
Datum : 31 maart 2006
Ref : MJA/06148/1340
Betreft : Opdracht 2006.03.28 van mantelovereenkomst RKZ-1563
Status : Definitief
Aanvraag: Yvo Provoost

1

Inleiding

Het projectbureau Zeeweringen heeft in de planning staan om in 2009 de dijkbekleding langs de Westerschelde bij Oostelijke Sloehavendam 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, RIKZ\1998.018 en RIKZ\2003.044, 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-1563.

Het ontwerp zal gemaakt worden voor een dijktraject dat ligt in buitendijksgebied. Het traject loopt van de oostelijke Sloehavendam tot aan de primaire waterkering (dijkkilometer 57.30) bij de elektriciteitscentrale van Borssele. Het dijktraject bestrijkt dijkvakken 18a en 18b en is ca. 3200m lang. Dijkvak 18a loopt van dijkkilometer -54.08 tot -56.30 en dijkvak 18b van dijkkilometer -56.30 tot -57.30. Er staat een minteken (-) voor de dijkkilometers omdat dit dijktraject geen onderdeel uitmaakt van de primaire waterkering. Dijkkilometers 54.08 tot 57.30 (zonder minteken) staan namelijk voor de primaire waterkering ten westen van Borssele.

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\1997.046 of RIKZ 1998.018. Aanvullend hierop worden de in RIKZ\2003.044 geadviseerde correctiewaarden voor Hs en Tpm toegepast;
- Vergelijken golfcondities met het eerder afgegeven detailadvies [ref 6] voor de Westelijke Sloehavendam.
- Advies uitbrengen voor het gebruik van de tabel met golfcondities;
- Controleren en 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

Dit detailadvies gaat over dijkvakken 18a en 18b. Het gaat bij het ontwerp van vervanging van de dijkbekleding om het traject tussen dijkkilometer -54.08 en -57.30.



010365 2006 PZDB-M-06071

van die Detailadvies Oostelijke Sloehavendam

010365 2006 PZDB-M-06071

1 10365 2006





ROYAL HASKONING

SVASEK
HYDRAULICS

Aan de uiteinden van het dijktraject gaat de waterkering over een havendam (zie figuur 1). Het traject ligt ten oosten van Vlissingen aan de Westerschelde. In Figuur 1 is de ligging van de dijkvakken gepresenteerd. In Tabel 1 staan de grenzen van de dijkvakken. Dijkkilometer -57.30 ligt in dijkvak 18b. Dijkpaal -54.08 ligt in dijkvak 18a.

Hoewel het beschouwde dijktraject geen primaire waterkering is heeft projectbureau Zeeweringen besloten deze bekleding ook te versterken. Dit komt omdat tijdens storm in 1998 schade is geconstateerd aan deze waterkering. Bij het bepalen van de golfrandvoorwaarden wordt net als bij een primaire waterkering rekening gehouden met een maatgevende storm (1/4000 windsnelheid). Langs het traject zijn bijzondere obstakels aanwezig: hoog voorland, (oostelijke) havendam en een nol (zie figuur 1). De nol is niet gedimensioneerd op een maatgevende storm en wordt dus niet als reducerend voor de randvoorwaarden verondersteld. Met het projectbureau Zeeweringen is afgestemd dat ook de golfrandvoorwaarden bepaald zullen worden voor de oostelijke havendam.

De uitvoerpunten liggen globaal 50 meter uit de teen van de dijk en er zijn geen grote variaties aanwezig voor wat betreft de geometrie per dijkvak (alle twee de dijkvakken zijn noordwest-zuidoost georiënteerd). Er is der halve geen reden om de randvoorwaarden aan te passen.

3 Golfbelasting en waterstanden

3.1 Inleiding

De resultaat tabellen van RIKZ 1997.046 en RIKZ 1998.018 vormen de basis voor de golfbelastingen. Voor dit detailadvies zijn de randvoorwaarden gecontroleerd op basis van het programma WindWater. Aangezien voor eerdere detailadviezen (Westelijke Sloehavendam) gebruik is gemaakt van de oude set en de verschillen klein zijn is gekozen om de oude randvoorwaarden te hanteren in dit detailadvies.

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 behandelt de waterstanden.

3.2 Golfbelasting

Dijkvakken 18a en 18b

Tabel 2.1 toont de maatgevende golfcondities, gebaseerd op $H_s \cdot T_{pm}$. De tabel vertoont logische waarden: zowel de significante golfhoogte (H_s) als de golfperiode (T_{pm}) neemt toe bij een toenemende waterdiepte. De beschouwde dijkvakken (18a en 18b) liggen aan de noordoever van de Westerschelde ten oosten van Vlissingen. De beschouwde dijkvakken zijn noordwest-zuidoost georiënteerd en worden het zwaarst belast bij westenwind (270°). Bij westenwind kan golfgroei plaatsvinden over een grote afstand (Rede van Vlissingen) met een grote diepte (15m). Ter plaatse van het dijktraject draaien de golven naar de kust toe (golfinvalshoek ca. 30 graden). In figuur 2 en 3 is de golfhoogte gegeven bij verschillende waterstanden (NAP +4m en +6m).

De bodem voor dijkvak 18b (NAP +0.9m) ligt hoger dan voor 18a (NAP -2.2m). In figuur 2 is dit goed te zien. Bij dijkvak 18b ondervinden de golven meer hinder van de bodem (bij lage waterstanden) en zijn hierdoor minder hoog.

Oostelijke Sloehavendam

Voor de Sloehaven liggen twee havendammen (een westelijke en een oostelijke havendam). De westelijke havendam schermt de haven af van golven uit het zuiden en het westen terwijl de oostelijke havendam de haven afschermt tegen golven uit het zuidoosten. De zwaarste golfcondities treden op bij een westenwind en daarom speelt de westelijke havendam een belangrijke rol bij een maatgevende storm. Dit geldt in mindere mate voor de oostelijke havendam. Bij een zuidoostenwind vindt golfgroei plaats over kleinere afstand en komt de wind aan over land in plaats over zee (minder hoge windsnelheid) en zijn de golfcondities minder zwaar.

Hoewel de oostelijke havendam een minder belangrijke rol speelt bij een maatgevende storm heeft projectbureau Zeeweringen gevraagd om de golfcondities te bepalen bij de oostelijke havendam. In [ref 6] zijn de golfcondities bepaald ter plaatse van de westelijke havendam, de kop van de westelijke havendam en de monding van de haven. Wanneer de golfcondities voor NAP+4m worden vergeleken ter plaatse van de monding en ten oosten en westen van de monding dan blijkt dat de golfcondities bij de havenmonding het zwaarst zijn ($H_s=2.5m$ en $T_p=8.5s$). Dit komt door de grote waterdiepte benodigd voor de scheepvaart. Ten oosten van de monding (dit detailadvies) zijn de golfcondities minder zwaar ($H_s=2.1$ en $T_p=7.8s$) dan ten westen van de monding ($H_s=2.4m$ en $T_p=8.3s$). Dit komt omdat ten oosten van de monding voor de dijkvakken (18a en 18b) hoog voorland aanwezig is en ten westen van de monding niet.

Aangezien de golfcondities ten westen en in de monding [ref 6] in lijn zijn met de golfcondities ten oosten van de monding (dit detailadvies) wordt geadviseerd om bij het ontwerpen van de oostelijke havendam gebruik te maken van de golfcondities ter plaatse van de monding (tabel 2.2). Tabel 2.2 komt uit detailadvies: Golfcondities Westelijke havendam Sloe en Schorepolder [ref 6]. Hierin wordt een correctie toegepast op de golfperiode van $T_{pm}+15\%$, waarbij als ondergrens een correctie van +1 seconde gekozen is. In de monding treden de maatgevende golfcondities op bij een zuidwestenwind (240°) Deze dienen gebruikt te worden voor het ontwerp van de bekleding van de havendam (grijs gemarkeerd).

3.3 Correctie n.a.v. evaluatie golfcondities Westerschelde

In de Westerschelde [ref 3] is vastgesteld dat een correctie doorgevoerd moet worden voor het mondingsgebied (Sloehaven wordt tot mondingsgebied gerekend). Uit de studie bleek dat SWAN in het mondingsgebied de golfperiode onderschat. De gemiddelde onderschatting van de golfperiode door het golfmodel SWAN is 15%. Op basis hiervan wordt gesteld dat de golfperiode met 15% gecorrigeerd moet worden. In Tabellen 2.1 en 2.2 is dit reeds gebeurd, waarbij een ondergrens van 1 seconde is aangehouden (conform de originele correcties van $T_p(m)+1$ seconde).

3.4 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. 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 bodemdpte 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.

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 -1m, +0m en +1m. Bij één dijkvak wordt de waarde overschreden: dijkvak 18a (NAP -1m). Wij adviseren hier bij gegeven diepte de maximale H_s toe te passen, namelijk $H_s = 0.69m$.

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] Jacobse, j.j.: *'Golfcondities Westelijke havendam Sloe en Schorepolder'*, d.d.13 juli 2004, memo K-04-08-21

Figuren en Tabellen bij detailadvies Oostelijke Sloehavendam

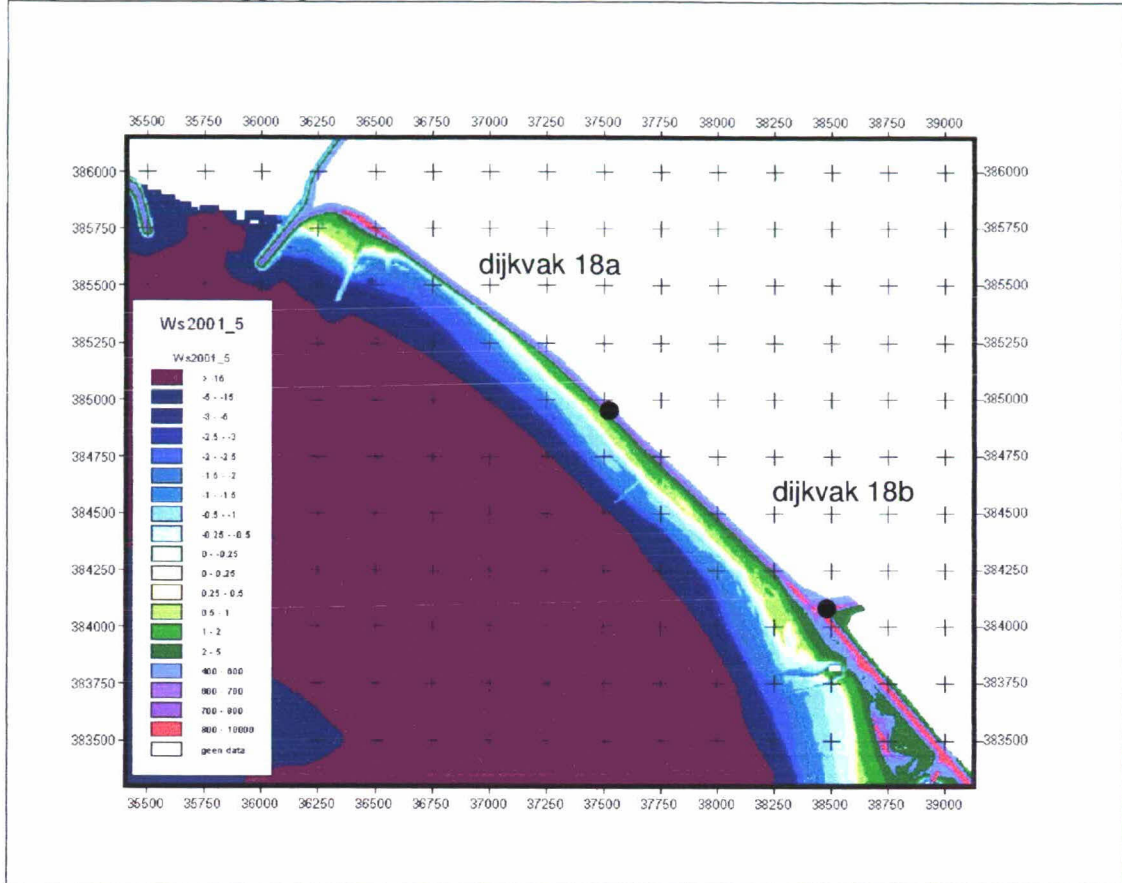
- **Figuur 1: Ligging dijkvakken**
- **Figuur 2: Bodemligging 2001**
- **Figuur 3: SWAN resultaten (klein rooster)**

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

Figuur 1 Ligging dijkvakken (18a en 18b)

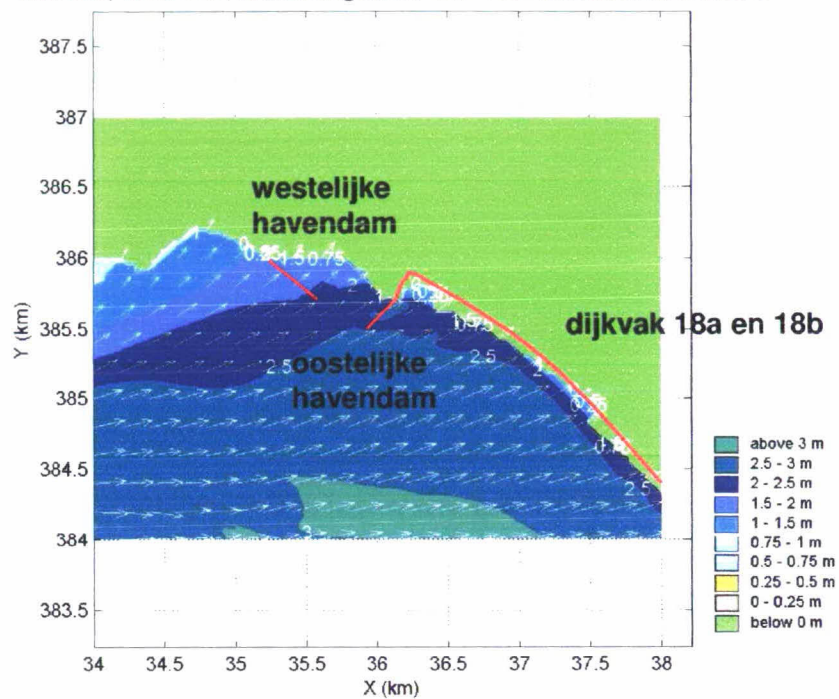


Figuur 2 Bodemligging 2001



Figuur 3 SWAN resultaten (klein rooster)

Grid: D36, Wind 270°, Middelhoog water, 4 m +NAP windsnelheidsklasse 2



***** OUT OF MEMORY *****

Tabel 1: Ligging dijkvakken met coördinaten en dijkkilometrerings

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrerings (km)		Poldemaam
	van		tot		van	tot	
no.	x	y	x	y	van	tot	
18b	38500	384000	37608	384703	-57.30	-56.30	Oostelijke Sloehavendam
18a	37608	384703	36000	385570	-56.30	-54.08	Oostelijke Sloehavendam

Tabel 2: Golfcondities

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

Dijk- valk no.	Dijkvekscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometreering (km)		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
	van		tot		van	tot	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m	+6m
	x	y	x	y												
18b	38500	384000	37608	384703	-57.30	-56.30	0.7	1.8	2.6	6.5	7.2	8.1	1.1	3.1	5.1	270
18a	37608	384703	36000	385570	-56.30	-54.08	1.8	2.1	2.6	7.4	7.8	8.3	4.2	6.2	6.3	270

Tabel 2.2 Golfcondities bij de monding van de Sloehaven

	Monding Sloehaven + kop Westelijke havendam + Oostelijke havendam								
	NAP +2m			NAP +4m			NAP +6m		
	Hs [m]	Tp[s]	Golfrichting [°]	Hs [m]	Tp[s]	Golfrichting [°]	Hs [m]	Tp[s]	Golfrichting [°]
180	1.9	6.9	180	2.0	7.0	180	2.0	7.1	180
210	2.3	7.5	200	2.4	7.7	200	2.5	7.8	200
240	2.4	8.2	220	2.5	8.5	220	2.6	8.8	220
270	2.2	8.5	240	2.3	8.9	240	2.4	9.2	240

Tabel 3: GHW-standen en ontwerppeilen

Dijk- vak	Dijkvaksheldings- coördinaten tov Parijs (m)				Poldemaam	Zeespiegelrijzing 75 jaar (m)	Basisspel 1985 (m) tov NAP
	no.	x	van y	x			
18b	38500	384000	37608	384703	Oostelijke Sloehavendam	0.55	5.35
18a	37608	384703	36000	385570	Oostelijke Sloehavendam	0.55	5.35

Tabel 4: Bodemligging

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parls (m)				Dijk klometrerling (km)		Poldernaam	F bode
	van		tot		van	tot		
no.	x	y	x	y	van	tot		t.o.
18b	38500	384000	37608	384703	-57.3	-56.30	Oostelijke Sloehavendam	-
18a	37608	384703	36000	385570	-56.30	-54.08	Oostelijke Sloehavendam	-

Tabel 5: Hs/D bepaling bij lage waterstanden

Dijk- vak	Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP			D [m] bij waterstand t.o.v. NAP			Hs/D bij waterstand t.o.v. NAP		
	-1m	0m	+1m	-1m	0m	+1m	-1m	0m	+1m
	no.								
18b	-	-	0.2	-	0.03	1.03	-	-	0.1
18a	1.4	1.5	1.7	0.98	1.98	2.98	1.4	0.8	0.6