

MEMO Update randvoorwaarden Breskens

Aan	:	Simon Vereeke, Klaas Kaslander en Yvo Provoost (PBZ)
Van	:	Pol van de Rest (Svašek Hydraulics)
Tweede lezer	:	Marloes van den Boomgaard (Svašek Hydraulics)
Datum	:	2 september 2011
ref	:	1587/U11072/PvdR/E
status	:	Definitief

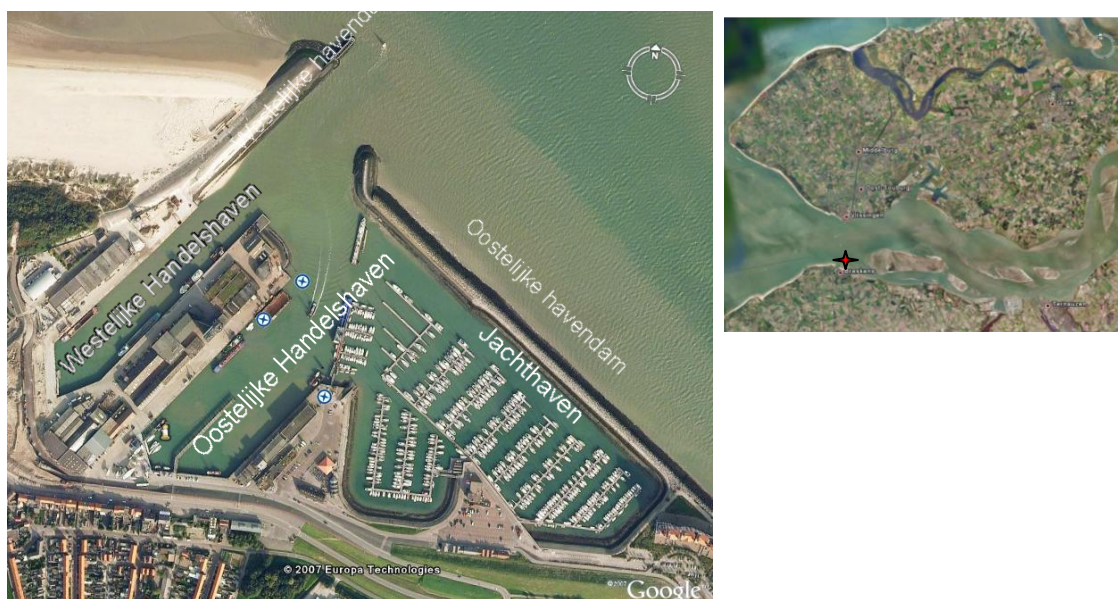
Let op: Deze memo is een update van het advies 'Extra randvoorwaarden haven Breskens' [ref. 1]. De in dit advies afgegeven waarden vervangen de golfcondities uit het voorgaande advies [ref. 1]. Daarnaast zijn in Bijlage 2 de golfcondities van de Hans van Kruiningenpolder, Elisabethpolder toegevoegd.

1 Aanleiding

Projectbureau Zeeweringen is momenteel bezig met het ontwerp van de dijkverbetering bij de Handelshaven en Jachthaven van Breskens. De Handelshaven bestaat uit een Westhaven en Oosthaven. De Jachthaven ligt ten oosten van de Handelshaven, zie Figuur 1. De haven wordt beschermd door twee havendammen. In het verleden zijn een aantal studies uitgevoerd naar de golfcondities in deze havens, waarbij de meest recente studie t.b.v. PBZ is "Extra randvoorwaarden haven Breskens" [ref. 1]. De verscheidene studies geven geen eenduidig beeld. Daarnaast zijn in het kader van het Onderzoeksprogramma Kennisleemtes Steenzettingen recentelijk nieuwe formules ontwikkeld voor het toetsen en ontwerpen van steenzettingen [ref. 2]. Met deze nieuwe ontwerpformules zijn nieuwe belastingfuncties bepaald [ref. 3], waarmee vanaf september 2010 de maatgevende golfcondities worden bepaald. Eveneens zijn recent aangescherpte correctiefactoren bepaald [ref. 4], welke dienen ter compensatie van de door SWAN gemaakte fout.

Doelstelling van deze memo is:

Het bepalen van eenduidige randvoorwaarden in de Handelshaven en Jachthaven van Breskens met behulp van de spreadsheet "Rekeninstrument - Golfbelasting in Havens - v2-0.xls", op basis van de recente kennis [ref. 3 en 4], welke kennis ook wordt toegepast bij de advisering van de overig dijktrajecten van PBZ. Omdat het ontwerp van de oostelijke havendam nog niet geheel vaststaat wordt onderscheid gemaakt tussen een viertal situaties (zie tabel 2). Daarnaast zijn golfcondities gevraagd voor de oostelijke gelegen aanliggende dijkgedeeltes.



Figuur 1: Situatie Handelshaven en Jachthaven Breskens (Bron: Google Earth)

2 Waterstanden en ontwerppeil

Het ontwerppeil voor het einde van de planperiode (2060) wordt bepaald door bij Basispeil 1985 de hoogwaterstijging binnen de planperiode op te tellen. Het Basispeil 1985 is NAP+5,2 m en de hoogwaterstijging bedraagt 0,55 m¹ [ref.7]. Het hieruit volgende Ontwerppeil (2060) komt daarmee op NAP+5,75m.

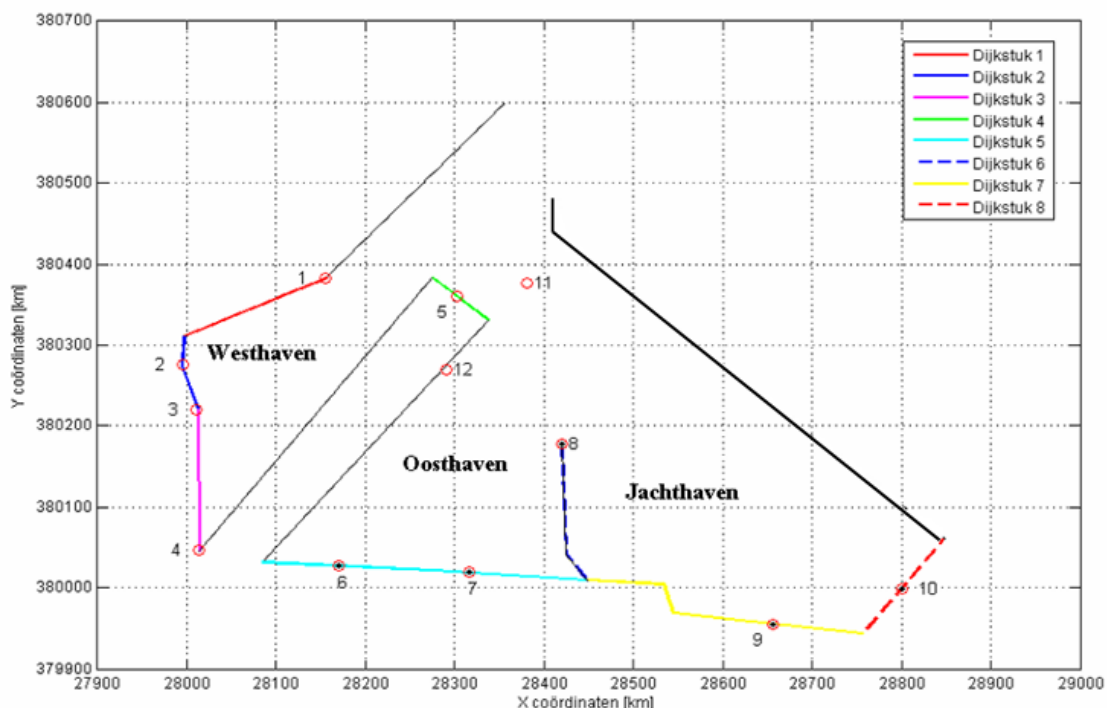
Voor de dagelijkse omstandigheden kunnen de waarden uit tabel 1 worden gehanteerd [ref 8]. Deze zijn gebaseerd op de getij-informatie (slotgemiddelde 1991) bij Vlissingen. Hierin is geen zeespiegelstijging en/of hoogwaterstijging verdisconteerd, omdat deze zijn bedoeld voor de uitvoering van het werk.

	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 1: Waterstanden dagelijkse omstandigheden

3 Schematisatie

De Oost-, West- en Jachthaven zijn geschematiseerd als een haven met twee havendammen. Daarbij zijn zowel de waterkering als de havendammen geschematiseerd met rechte lijnstukken. Er is onderscheid gemaakt tussen een 8-tal dijkstukken (zie Figuur 2). In deze memo zijn echter alleen de golfcondities van de dijkstukken 3, 5, en 7 verwerkt. De dijkstukken 5 en 7 betreffen de locaties van de dijkverbetering binnen het project Zeeweringen, dijkstuk 3 betreft het reeds verbeterde traject van de zeewering. De schematisatie is weergegeven in figuur 2.



Figuur 2: Schematisatie Handelshaven en Jachthaven Breskens

¹ Uitgegaan wordt van een zeespiegelstijging van 0,60 m/eeuw, vermeerderd met 0,10 m voor alle locaties ter hoogte van de lijn Vlissingen – Breskens. De hoogwaterstijging komt hiermee uit op 0,70 m/eeuw, wat overeenkomt met ca. 0,55 m (naar boven afgerond op 5 cm) binnen de periode 1985-2060. Het Toetspeil uit de HR 2006 [ref. 6] betreft NAP+5,3 m

Er wordt vanuit gegaan dat zowel de westelijke als de oostelijke dam bestand zijn (of worden gemaakt) tegen de 1/4000 jaar stormcondities. Volgens PBZ is de westelijke dam al bestand tegen maatgevende stormcondities, maar de oostelijke dam moet versterkt worden. Voor de bijdrage van transmissie aan de golfcondities ter plaatse van de uitvoerpunten zijn de dammen op onderstaande wijze geschematiseerd.

Westelijke havendam:

De kruin van de westelijke havendam ligt op een hoogte van NAP+ 7,50 m. Bij de berekening van de bijdrage van transmissie aan de golfcondities ter plaatse van de uitvoerpunten, is de dam beschouwd als een gladde dichte dam met een flauw talud (1:3.1). De bijbehorende coëfficiënten zijn: $\alpha = 2,4$ en $\beta = 0,4$ (Goda-formulering, zie ook ref. 5)

Oostelijke havendam:

Het ontwerp van de oostelijke dam staat nog niet geheel vast. Daarom wordt transmissie over de dam (en de golfcondities ter plaatse van de uitvoerpunten en dijkstukken) berekend voor een aantal situaties, namelijk:

Situatie	Kruinhoogte	Type dam	Coëfficiënten voor bepaling transmissie	
			α	β
1	NAP+4,5 m	golfbrekerachtige dam met een steil talud (helling 1:1,5)	2,6	0,15
2	NAP+4,5 m	dam met een dichte kern en een toplaag van losse breuksteen (helling 1:1,5)	1,8	0,25
3	NAP+5,5 m	golfbrekerachtige dam met een steil talud (helling 1:1,5)	2,6	0,15
4	NAP+5,5 m	dam met een dichte kern en een toplaag van losse breuksteen (helling 1:1,5)	1,8	0,25

Tabel 2: Beschouwde situaties oostelijke dam met bijbehorende coëfficiënten voor bepaling transmissie [ref. 5]

Onder een golfbrekerachtige dam met een steil talud (helling 1:1,5) wordt een dam verstaan, welke geheel bestaat uit losse breuksteen elementen. De bijbehorende coëfficiënten volgen uit de Goda-formulering, zoals beschreven in de handleiding [ref. 5]. In de handleiding zijn daarnaast coëfficiënten gegeven voor gladde dichte flauwe dammen met en zonder kraagstuk van losse breuksteen. De nieuwe dam wordt mogelijk een dichte dam met een soort van kraagstuk (ondoorlatende kern met een toplaag van losse breuksteen). Echter zal deze geen flauw talud (1:3 tot 1:5), maar een steiler talud krijgen. Gebruik van de coëfficiënten uit de handleiding zou een onderschatting geven van de hoeveelheid transmissie over de dam. Daarom zijn andere waarden voor de coëfficiënten gebuikt volgende uit onderzoek over de Noorderdam [ref. 11]. Een dam met een ondoorlatende kern afgedekt met losse breuksteen geeft (indien de kruin van de dam zich niet ver onder de waterspiegel bevindt) minder transmissie dan een dam die geheel bestaat uit losse breuksteen en resulteert daardoor in lagere golfcondities in de haven.

Kade tussen Oosthaven en Westhaven:

De kade aan de westzijde van de Oosthaven ligt op NAP +2.75m en is geheel bedekt met gebouwen. Deze gebouwen worden onder toetsomstandigheden echter als 'verloren' beschouwd. Er wordt dan ook geen reductie aan deze bebouwing toegekend. De kade is niet ontworpen op 1/4000^{ste} golfcondities. Vanwege de grootte breedte van de kade, de bebouwing op de kade, de bekleding op deze kade en de omvang van het zandlichaam is er vanuit gegaan dat ook indien er een deel van de kade wegslaat er een reducerend effect van deze kade blijft bestaan. Daarom is reductie door de kade wel meegenomen in de berekeningen, door middel van de transmissie coëfficiënt over de kade. Daarbij is deze beschouwd als een caisson. De bijbehorende coëfficiënten zijn: $\alpha = 2.2$ en $\beta = 0.4$ [ref. 5].

In Bijlage 1 is de schematisatie van de haven weergegeven bij opdeling van de haven (zie ook paragraaf 4.2).

4 Berekeningsmethodiek

4.1 Geactiveerde processen

De volgende processen zijn geactiveerd bij de golfdoordringingsberekeningen: diffractie, lokale golfgroei en transmissie. De golfhoogtebeperking door ondiepe voorlanden is niet geactiveerd, dit omdat de uitvoerpunten zodanig zijn gekozen dat er geen ondiep voorland aanwezig is (breedte voorland $< L_{o,p}$ en talud groter dan 1:10). Daarnaast zijn er een aantal processen die mogelijk wel een rol spelen, maar niet zijn opgenomen in het rekeninstrument. Dat zijn refractie, reflectie, dissipatie en triad en quadruplet interacties. Van deze processen zouden alleen de eerste twee nog van belang kunnen zijn. Daarbij moet opgemerkt worden dat reflectie bij lage waterstanden (vooral bij NAP+2m) van belang kan zijn door de aanwezige kademuren, waardoor plaatselijk de golfcondities mogelijk onderschat worden.

Uitgegaan wordt van een grote richtingspreiding ($S=10$) [ref. 5], behorende bij een golfveld dat wordt gedomineerd door lokale opgewekte golven.

4.2 Gebruik spreadsheetmethode

Volgens de handleiding [ref. 5] is de spreadsheet "Rekeninstrument - Golfbelasting in Havens - v2-0.xls" niet toepasbaar indien er meervoudige transmissie en/of meervoudige diffractie plaatsvindt in de haven. Beide treden op als de Handels- en Jachthaven van Breskens als één geheel wordt beschouwd. Door de haven in twee delen op te splitsen en beide apart (doch gekoppeld) te berekenen is de methode echter wel toepasbaar (zie Bijlage 1 voor schematisatie en opdeling haven). Er is een extra uitvoerpunt gecreëerd (uitvoerpunt 11), welke fungeert als randvoorwaarde-punt voor de Oosthaven en Jachthaven. De spreadsheetmethode berekent echter geen golfrichting op de uitvoerpunten, maar de golfrichting moet wel worden opgelegd voor de berekening van de Oost- en Jachthaven.

De golfrichtingen in uitvoerpunt 11 zijn als volgt geschat:

* Golfrichtingen 300°, 330° :

Bij deze golfrichtingen zal er weinig diffractie om de havendammen zijn waardoor de golfrichting tussen de havenmond van de Westhaven en de Oost- en Jachthaven nauwelijks wijzigt. Deze golfrichtingen worden daarom ook toegepast in de monding van de Oost- en Jachthaven.

* Golfrichtingen 360°, 30° en 60°:

Bij deze golfrichtingen zal veel diffractie optreden om de noordoostelijke havendam waardoor de golfrichting naar het noordwesten gedraaid zal worden. De hoeveelheid diffractie om de noordoostelijke havendam zal voor deze drie golfrichtingen verschillend zijn. De dam zal bij een golfrichting van 60° voor meer diffractie zorgen dan bij een golfrichting van 360°. Daarom is besloten om de golven met een richting van 360°, 10° te draaien, de golven met een richting van 30°, 15° te draaien en de golven met een richting van 60°, 30° te draaien

Windrichting	Golfrichtingen	
	Monding haven	Monding Oost- en Jachthaven/ uitvoerpunt 11
300°	351°	351°
330°	356°	356°
360°	6°	356°
30°	30°	15°
60°	59°	29°

Tabel 4: Toegepaste golfrichtingen voor de randvoorwaarde-punten.

De golftrandvoorwaarden worden in de spreadsheet met behulp van de volgende formules berekend [ref. 5].

$$K_{d,t} = \sqrt{((1-K_t^2) * K_d^2 + K_t^2)}$$

$$E_{d,t} = K_{d,t}^2 * (0,25 * H_{s,in})^2$$

$$E_{tot} = E_{d,t} + E_{lg}$$

$$H_s = 4 * \sqrt{E_{tot}}$$

Waarin:

K_t	Transmissie coëfficiënt (-)
K_d	DiffRACTIE coëfficiënt (-)
$K_{d,t}$	DiffRACTIE,transmissie coëfficiënt (-)
$H_{s,in}$	Golfhoogte randvoorwaarden (m)
$E_{d,t}$	Golfenergie als gevolg van transmissie en diffractie (m ²)
E_{lg}	Golfenergie als gevolg van lokale golfgroei (m ²)
E_{tot}	Totale golfenergie (m ²)
H_s	Golfhoogte op plaats van uitvoer (m)

De spreadsheet kan echter niet direct voor alle berekeningen gebruikt worden. In de spreadsheet kunnen namelijk geen verschillende types en hoogten van dammen worden ingevoerd. Daardoor moeten in enkele gevallen de berekening van diffractie en transmissie van elkaar losgekoppeld worden. De huidige formulering voor de berekening van de golfenergie voor zowel transmissie als diffractie is daarom omgezet naar:

$$E_{d,t} = 0,25 * 0,25 * ((1-K_t^2) * K_d^2 * H_{s,havenmond}^2 + K_t^2 * H_{s,havendam}^2)$$

Omdat in deze formulering twee verschillende golfhoogten worden gebruikt kan dit niet met het programma "Golfbelasting in havens en afgeschermd gebied" berekend worden. Voor deze berekeningen is een speciale Excel-spreadsheet gebouwd, waarin deze berekeningen wel kunnen worden uitgevoerd.

4.3 Stappenplan

De toegepaste methodiek is in overeenstemming met de eerder uitgevoerde studie [ref. 1] en kan uitgelegd worden met de volgende te volgen stappen:

1. Bepalen transmissie coëfficiënten over de volgende 'dammen' per golfrichting en bij behorende waterstand:
 - Westelijke havendam
 - Oostelijke havendam

Voor beide dammen is m.b.v. de spreadsheet VTV en de randvoorwaarden op de Westerschelde ($H_{s, monding}$) per waterstand/golfrichting één transmissie coëfficiënt bepaald. Omdat de hoogte van de oostelijke dam varieert is daarnaast voor elke damhoogte van de oostelijke dam een bijbehorende transmissie coëfficiënt bepaald.
2. Berekening golfcondities op uitvoerpunt 11 met spreadsheet VTV en randvoorwaarden bij de havenmonding op de Westerschelde, met diffractie tussen beide dammen en transmissie over westelijke dam (NAP+7,5m) voor de golfrichtingen 300° en 330° en transmissie over de oostelijke dam (waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen een viertal situaties, zie tabel 2) voor de richtingen 360°, 30° en 60°. Voor deze windrichtingen wordt geen transmissie over de westelijke dam meegenomen, omdat die uitvoerpunten bij deze golfrichtingen niet in de transmissiezone van de havendam liggen. Daarnaast is de laagste dam waarover golftransmissie komt maatgevend;
3. Bepaal golfcondities in Oosthaven m.b.v. eigen spreadsheet, waarbij het aandeel door diffractie (K_d) wordt bepaald m.b.v. de spreadsheet VTV en de randvoorwaarden ter plaatse

van uitvoerpunt 11 en transmissie (K_t) over de oostelijke havendam met randvoorwaarden Westerschelde $\rightarrow H_{s,6,7,9,12} = \text{functie}(K_t * H_{s, \text{mond}} + K_d * H_{s, \text{uitvoerpunt}_11})$

4. Berekening transmissie coëfficiënten over de kade van de Oosthaven naar de Westhaven m.b.v. golfcondities op uitvoerpunt 12. Per waterstand worden de transmissie coëfficiënten bepaald voor de richtingen 30° en 60°. Voor andere richtingen zal er geen transmissie over de kade van de Oosthaven naar de Westhaven optreden.
5. Bepaal golfcondities in de Westhaven m.b.v. eigen spreadsheet, waarbij diffractie (K_d) is bepaald m.b.v. de spreadsheet VTV en de randvoorwaarden Westerschelde en transmissie (K_t) over de kade (NAP+2,75m) met randvoorwaarden van uitvoerpunt 12. Per uitvoerpunt is de aanpak voor de Westhaven verschillend.
 $\rightarrow H_{s,3,4} = \text{functie}(K_t * H_{s, \text{uitvoerpunt}_12} + K_d * H_{s, \text{mond}})$

4.4 Aanpassingen op spreadsheetmethode

De spreadsheetmethode maakt gebruik van de diffractiediagrammen uit de handleiding [ref. 5], welke zijn afgeleid uit de Shore Protection Manual [ref. 9]. Er zijn een aantal situaties waarin de spreadsheet foutmeldingen en/of onnodig conservatieve waarden geeft met betrekking tot deze diagrammen [ref. 10]. Daarom zijn de volgende aanpassingen doorgevoerd, zoals aanbevolen in [ref. 10]:

Indien	Correctie Y-waarde
$X/L_0 > 3$ en $Y/L_0 < 0.5$	$Y = 0.51 * L_0$
$X/L_0 > 6$ en $Y/L_0 < 1.0$	$Y = 1.01 * L_0$
$X/L_0 > 12$ en $Y/L_0 < 2.0$	$Y = 2.01 * L_0$
$X/L_0 > 24$ en $Y/L_0 < 4.0$	$Y = 4.01 * L_0$

4.5 Golfcondities monding haven

De toegepaste golfcondities in de monding van de haven zijn bepaald met behulp van de zogenaamde BLOCK-files (SWAN-uitvoer). Daarbij zijn de volgende correcties doorgevoerd:

- Stroming: $H_s + 0,2$ m en $T_p + 0,2$ s;
- Parametercorrecties om te compenseren voor de afwijking tussen meting en berekening volgens de studie van Svasek uit 2010 [ref. 4]

De golfcondities in de monding van de haven zijn weergegeven in tabel 4. In tabel 4 zijn daarnaast de $1/4000^{\text{ste}}$ windsnelheden weergegeven, welke benodigd zijn voor de berekening van lokale golfgroei in de haven.

Windrichting (°)	Hs [m]				Tp [s]				Golfrichting (°)	Windsnelheid [m/s]
	bij waterstand				bij waterstand					
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP					
	+2m	+4m	+6m	+5,75m	+2m	+4m	+6m	+5,75m		
300	1,58	2,00	2,30	2,26	6,70	7,47	7,44	7,44	351	31
330	1,60	1,98	2,26	2,22	5,60	6,58	6,28	6,31	355	25
360	1,54	1,90	2,07	2,05	4,89	5,51	5,97	5,91	6	21
30	1,39	1,71	1,85	1,83	4,39	4,69	4,97	4,93	30	19
60	1,35	1,72	1,94	1,92	3,97	4,25	4,73	4,67	59	20

Tabel 4: Golfcondities in monding haven en windsnelheden na correctie

De golfcondities uit tabel 4 zijn ook bruikbaar voor het ontwerp van de oostelijke havendam.

5 Berekningen

Door het projectbureau zijn de volgende gegevens gevraagd:

Bepaal op basis van de golfcondities buiten de haven, golfcondities bij de waterkeringen in de haven voor:

- de windrichtingen 300°, 330°, 360° en 030°, 060°
- de waterstanden +2, +4 en +6 meter en het ontwerppeil (NAP+5,75 m).
- Golfrandvoorwaarden bij een kruinhoogte van de oostelijke havendam van NAP+4,5 m en NAP+5,5 m voor een 2-tal type dammen: golfbrekerachtige dam met geheel open opbouw en een golfbrekerachtige dam met een dichte kern en een open toplaag. In totaal zal dit leiden tot 4 sets randvoorwaarden (voor verschillende situaties), waarbij per situatie 4 verschillende tabellen worden bepaald, welke zijn toegespitst op een specifieke bekleding en/of faalmechanisme [ref. 3] ;

6 Resultaten

6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de resultaten weergegeven van de uitgevoerde berekeningen voor de volgende situaties:

1. Golfbrekerachtige dam met een steil talud (helling 1:1.5) en kruinhoogte NAP+4,5m
2. Golfbrekerachtige dam met een dichte kern en een toplaag van losse breuksteen (helling 1:1.5) en kruinhoogte NAP+4,5m
3. Golfbrekerachtige dam met een steil talud (helling 1:1.5) en kruinhoogte NAP+5,5m
4. Golfbrekerachtige dam met een dichte kern en een toplaag van losse breuksteen (helling 1:1.5) en kruinhoogte NAP+5,5m

Voor een viertal bekledingstypen en/of faalmechanisme is een afzonderlijke tabel met golfcondities bepaald met behulp van de belastingfuncties uit [ref 3].

6.2 Resultaten dam met open structuur en kruinhoogte van NAP+4,5m

Dijkstuk	Hs [m]				Tpm [s]				Windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				nautisch			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
no.	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m
3	0,65	0,87	1,18	1,28	4,39	4,69	4,93	4,97	30	30	30	30
5	0,70	0,94	1,31	1,41	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300
7	0,80	0,99	1,35	1,45	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300

Tabel 5.1: Maatgevende golfcondities voor (gekatelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen

Dijkstuk	Hs [m]				Tpm [s]				Windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				nautisch			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
no.	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m
3	0,65	0,87	1,18	1,28	4,39	4,69	4,93	4,97	30	30	30	30
5	0,73	0,91	1,28	1,41	5,60	5,51	6,31	7,44	330	360	330	300
7	0,80	0,99	1,35	1,45	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300

Tabel 5.2: Maatgevende golfcondities voor betonzuilen

Dijkstuk	Hs [m]				Tpm [s]				Windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				nautisch			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
no.	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m
3	0,65	0,87	1,18	1,28	4,39	4,69	4,93	4,97	30	30	30	30
5	0,73	0,94	1,31	1,41	5,60	7,47	7,44	7,44	330	300	300	300
7	0,80	0,99	1,35	1,45	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300

Tabel 5.3: Maatgevende golfcondities voor afschuiving, WAB, OSA en vol en zat gepenetreerde breuksteen

Dijkstuk	Hs [m]				Tpm [s]				Windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				nautisch			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
no.	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m
3	0,65	0,87	1,18	1,28	4,39	4,69	4,93	4,97	30	30	30	30
5	0,70	0,94	1,31	1,41	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300
7	0,80	0,99	1,35	1,45	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300

Tabel 5.4: Maatgevende golfcondities voor losse breuksteen kruikelberm

6.3 Resultaten dam met half open structuur en kruinhoogte van NAP+4,5m

Dijkstuk	Hs [m]				Tpm [s]				Windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				nautisch			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
no.	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m
3	0,65	0,84	1,21	1,33	4,39	4,69	4,93	4,97	30	30	30	30
5	0,69	0,89	1,32	1,46	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300
7	0,80	0,93	1,36	1,50	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300

Tabel 6.1: Maatgevende golfcondities voor (gekantelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen

Dijkstuk	Hs [m]				Tpm [s]				Windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				nautisch			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
no.	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m
3	0,65	0,84	1,21	1,33	4,39	4,69	4,93	4,97	30	30	30	30
5	0,72	0,91	1,29	1,46	5,60	6,58	6,33	7,44	330	330	330	300
7	0,80	0,93	1,36	1,50	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300

Tabel 6.2: Maatgevende golfcondities voor betonzuilen

Dijkstuk	Hs [m]				Tpm [s]				Windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				nautisch			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
no.	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m
3	0,65	0,84	1,21	1,33	4,39	4,69	4,93	4,97	30	30	30	30
5	0,72	0,91	1,32	1,46	5,60	6,58	7,44	7,44	330	330	300	300
7	0,80	0,93	1,36	1,50	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300

Tabel 6.3: Maatgevende golfcondities voor afschuiving, WAB, OSA en vol en zat gepenetreerde breuksteen

Dijkstuk	Hs [m]				Tpm [s]				Windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				nautisch			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
no.	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m
3	0,65	0,84	1,21	1,33	4,39	4,69	4,93	4,97	30	30	30	30
5	0,69	0,89	1,32	1,46	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300
7	0,80	0,93	1,36	1,50	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300

Tabel 6.4: Maatgevende golfcondities voor losse breuksteen kreukelberm

6.4 Resultaten dam met open structuur en kruinhoogte van NAP+5,5m

Dijkstuk	Hs [m]				Tpm [s]				Windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				nautisch			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
no.	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m
3	0,65	0,83	1,01	1,08	4,39	4,69	4,93	4,97	30	30	30	30
5	0,69	0,87	1,13	1,21	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300
7	0,80	0,91	1,16	1,24	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300

Tabel 7.1: Maatgevende golfcondities voor (gekantelde) betonblokken en patroon geopeneteerde breuksteen

Dijkstuk	Hs [m]				Tpm [s]				Windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				nautisch			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
no.	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m
3	0,65	0,83	1,01	1,08	4,39	4,69	4,93	4,97	30	30	30	30
5	0,72	0,90	1,12	1,19	5,60	6,58	6,33	6,28	330	330	330	330
7	0,80	0,91	1,16	1,24	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300

Tabel 7.2: Maatgevende golfcondities voor betonzuilen

Dijkstuk	Hs [m]				Tpm [s]				Windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				nautisch			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
no.	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m
3	0,65	0,83	1,01	1,08	4,39	4,69	4,93	4,97	30	30	30	30
5	0,72	0,90	1,13	1,21	5,60	6,58	7,44	7,44	330	330	300	300
7	0,80	0,91	1,16	1,24	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300

Tabel 7.3: Maatgevende golfcondities voor afschuiving, WAB, OSA en vol en zat geopeneteerde breuksteen

Dijkstuk	Hs [m]				Tpm [s]				Windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				nautisch			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
no.	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m
3	0,65	0,83	1,01	1,08	4,39	4,69	4,93	4,97	30	30	30	30
5	0,69	0,87	1,13	1,21	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300
7	0,80	0,91	1,16	1,24	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300

Tabel 7.4: Maatgevende golfcondities voor losse breuksteen kreukelberm

6.5 Resultaten dam met half open structuur en kruinhoogte van NAP+5,5m

Dijkstuk	Hs [m]				Tpm [s]				Windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				nautisch			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
no.	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m
3	0,65	0,82	0,97	1,05	4,39	4,69	4,93	4,97	30	30	30	30
5	0,69	0,85	1,08	1,17	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300
7	0,80	0,88	1,10	1,19	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300

Tabel 8.1: Maatgevende golfcondities voor (gekatelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen

Dijkstuk	Hs [m]				Tpm [s]				Windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				nautisch			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
no.	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m
3	0,65	0,82	0,97	1,05	4,39	4,69	4,93	4,97	30	30	30	30
5	0,72	0,88	1,08	1,16	5,60	6,58	6,33	6,28	330	330	330	330
7	0,80	0,88	1,10	1,19	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300

Tabel 8.2: Maatgevende golfcondities voor betonzuilen

Dijkstuk	Hs [m]				Tpm [s]				Windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				nautisch			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
no.	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m
3	0,65	0,82	0,97	1,05	4,39	4,69	4,93	4,97	30	30	30	30
5	0,72	0,88	1,08	1,17	5,60	6,58	7,44	7,44	330	330	300	300
7	0,80	0,88	1,10	1,19	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300

Tabel 8.3: Maatgevende golfcondities voor afschuiving, WAB, OSA en vol en zat gepenetreerde breuksteen

Dijkstuk	Hs [m]				Tpm [s]				Windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				nautisch			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
no.	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m
3	0,65	0,82	0,97	1,05	4,39	4,69	4,93	4,97	30	30	30	30
5	0,69	0,85	1,08	1,17	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300
7	0,80	0,88	1,10	1,19	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300

Tabel 8.4: Maatgevende golfcondities voor losse breuksteen kreukelberm

6.6 Vergelijking golfcondities voor beschouwde situaties voor belastingfunctie Z4

In deze paragraaf zijn de golfcondities voor de 3 beschouwde dijkstukken voor de 4 beschouwde situaties van versterking van de oostelijke dam gezamenlijk weergegeven. Hierdoor kunnen de verschillende situaties eenvoudig met elkaar vergeleken worden. Deze vergelijking is op basis van belastingfunctie Z4 (zie ref. 3).

Logischerwijs zijn de golven in de haven overal lager bij een hogere voorliggende havendam. Verder is de verwachting dat bij een dam met een ondoorlatende kern de golven in de haven iets lager zijn dan bij een dam die geheel bestaat uit losse breuksteen. Indien de kruin van de dam zich echter ruim onder water bevindt mag verwacht worden dat er geen onderscheid bestaat tussen beide situaties. Bij een dam met een hoogte van NAP+5,5 m komen de resultaten overeen met deze verwachting, in tegenstelling tot een dam met een hoogte van NAP+4,5 m, waarbij in



enkele gevallen de golfcondities in de haven hoger zijn bij een dam met een ondoorlatende kern in vergelijking met een dam die geheel bestaat uit losse breuksteen. De gevolgde benadering voor het bepalen van de transmissie over de oostelijke dam uitgaande van een half open structuur en een kruinhoogte van NAP+4,5m valt schijnbaar buiten het geldigheidsbereik.

Advies gebruik golfcondities:

Aangeraden wordt indien de oostelijke dam met een hoogte van NAP+4,5m wordt aangelegd, om de resultaten uit paragraaf 6.2 (dam met open structuur, bestaande uit losse breuksteen) te gebruiken voor het ontwerp van de achterliggende waterkering. De golfcondities op basis van een voorliggende dam met een dichte kern zijn weliswaar in enkele gevallen iets hoger (maximaal 5cm). Echter de aanpak van de bepaling van de golfcondities uit paragraaf 6.2 is volledig overeenkomstig de VTV-methode, welke als conservatief bekend staat, terwijl de methode uit paragraaf 6.3 afwijkt van de VTV (dam met ondoorlatende kern is geen onderdeel van de spreadsheetmethode).

Dijkstuk	Hs [m]				Tpm [s]				Windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				nautisch			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
no.	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m
3	0,65	0,87	1,18	1,28	4,39	4,69	4,93	4,97	30	30	30	30
5	0,70	0,94	1,31	1,41	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300
7	0,80	0,99	1,35	1,45	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300

Tabel 9.1: Maatgevende golfcondities uitgaande van een golfbrekerachtige dam met een steil talud (helling 1:1,5) en kruinhoogte NAP+4,5m

Dijkstuk	Hs [m]				Tpm [s]				Windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				nautisch			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
no.	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m
3	0,65	0,84	1,21	1,33	4,39	4,69	4,93	4,97	30	30	30	30
5	0,69	0,89	1,32	1,46	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300
7	0,80	0,93	1,36	1,50	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300

Tabel 9.2: Maatgevende golfcondities uitgaande van een golfbrekerachtige dam met een dichte kern en een toplaag van losse breuksteen (helling 1:1,5) en kruinhoogte NAP+4,5m

Dijkstuk	Hs [m]				Tpm [s]				Windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				nautisch			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
no.	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m
3	0,65	0,83	1,01	1,08	4,39	4,69	4,93	4,97	30	30	30	30
5	0,69	0,87	1,13	1,21	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300
7	0,80	0,91	1,16	1,24	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300

Tabel 9.3: Maatgevende golfcondities uitgaande van een golfbrekerachtige dam met een steil talud (helling 1:1,5) en kruinhoogte NAP+5,5m

Dijkstuk	Hs [m]				Tpm [s]				Windrichting (°)			
	bij waterstand				bij waterstand				nautisch			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
no.	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m	+2m	+4m	+5,75m	+6m
3	0,65	0,82	0,97	1,05	4,39	4,69	4,93	4,97	30	30	30	30
5	0,69	0,85	1,08	1,17	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300
7	0,80	0,88	1,10	1,19	6,70	7,47	7,44	7,44	300	300	300	300

Tabel 9.4: Maatgevende golfcondities uitgaande van een golfbrekerachtige dam met een dichte kern en een toplaag van losse breuksteen (helling 1:1,5) en kruinhoogte NAP+5,5m



7 Benodigde damwandhoogte kruin van de dijk

In deze paragraaf is een indicatie gegeven van de benodigde kruinhoogte uitgaande van overslagdebieten van 0,1 l/s/m en 1,0 l/s/m. Daarbij is er vanuit gegaan dat de kruinverhoging wordt gerealiseerd met behulp van een damwand. Er is onderscheid gemaakt tussen damwanden zonder een (parapet-)neus en een damwand met een neus. Omdat het ontwerp van de oostelijke havendam nog niet bekend is, en daardoor de golfcondities aan de teen van de dijk in de haven, zijn de benodigde hoogte van de damwand gegeven voor verschillende waarden van H_s .

H_s	Q= 0,1 l/s/m		Q= 1,0 l/s/m	
	Hoogte kering zonder neus [... m tov NAP]	Hoogte kering met neus [... m tov NAP]	Hoogte kering zonder neus [... m tov NAP]	Hoogte kering met neus [... m tov NAP]
0,8	8,07	7,34	7,46	6,91
0,9	8,43	7,59	7,73	7,11
1,0	8,79	7,85	8,02	7,31
1,1	9,15	8,10	8,31	7,51
1,2	9,52	8,36	8,60	7,72
1,3	9,90	8,62	8,90	7,93
1,4	10,28	8,89	9,20	8,14
1,5	10,66	9,16	9,51	8,35

Tabel 10: Benodigde hoogte damwand bij verschillende overslagdebieten

De hoogte van de damwand is bepaald met behulp van de volgende formulering uit de "Leidraad Kunstwerken" [ref 12].

$$H_{kr} = -\frac{1}{3} \cdot \gamma_{\beta} \cdot \gamma_n \cdot H_s \cdot \ln \left[\frac{q}{(0,13 \cdot \sqrt{9,81 \cdot H_s^3})} \right]$$

H_{kr} betreft de overhoogte ten opzichte van de beschouwde waterstand (het Ontwerppeil in dit geval). Daarbij is uitgegaan van loodrechte golfval ($\beta=0$ en $\gamma_{\beta}=1$). Het overslagdebiet is met een factor 3 vergroot, om te compenseren voor de overslag door wind, volgens advies van de "Leidraad Kunstwerken" [ref 12]. Er is geen rekening gehouden met overhoogte vanwege mogelijke optredende zetting en klink.

8 Aanbevelingen

Aangeraden wordt indien de oostelijke dam met een hoogte van NAP+4,5m wordt aangelegd, om bij het ontwerp van de achterliggende waterkering zowel bij een dam met een half open structuur als bij een dam met geheel open structuur de resultaten uit paragraaf 6.2 (dam bestaande uit losse breuksteen, doorlatende kern) te gebruiken. De golfcondities op basis van een voorliggende dam met een dichte kern zijn weliswaar in enkele gevallen iets hoger (maximaal 5cm). Echter de aanpak van de bepaling van de golfcondities uit paragraaf 6.2 is volledig overeenkomstig de VTV-methode, welke als conservatief bekend staat, terwijl de methode uit paragraaf 6.3 afwijkt van de VTV (dam met ondoorlatende kern is geen onderdeel van de spreadsheetmethode).

In de haven zijn een groot aantal verticale damwanden aanwezig, welke golfreflectie zullen veroorzaken. Vooral bij lage waterstanden leidt dit tot verhoging van de golfcondities. Aangezien reflectie niet meegenomen kan worden in de beschouwde methode wordt aangeraden om vooral bij lage waterstanden enige robuustheid aan te houden in het ontwerp.

De spreadsheet "Rekeninstrument - Golfbelasting in Havens - v2-0.xls" is in principe niet toepasbaar indien er sprake is van meervoudige transmissie, meervoudige diffractie of



ROYAL HASKONING



golfreflectie. Alle drie deze processen zijn echter aanwezig in de haven. Door een aantal aanpassingen door te voeren is de spreadsheet toch bruikbaar, echter de betrouwbaarheid wordt daardoor minder geacht. Desondanks is de verwachting dat er vooral bij de hoge beschouwde waterstanden (NAP+5,75m en NAP+6,0m) robuuste golfrandvoorwaarden zijn bepaald. Indien meer nauwkeurigheid en meer inzicht is gewenst wordt aangeraden om de haven met een specialistisch golfmodel zoals HARES door te rekenen. Daarbij worden naast de al beschouwde processen ook refractie en reflectie meegenomen. Eveneens geeft dit meer inzicht in de ruimtelijke verdeling van de golfcondities, waardoor eenvoudig de verschillende ontwerpen kunnen worden vergeleken en bovendien kan mogelijk worden voldaan met een lagere damwand op de kruin.

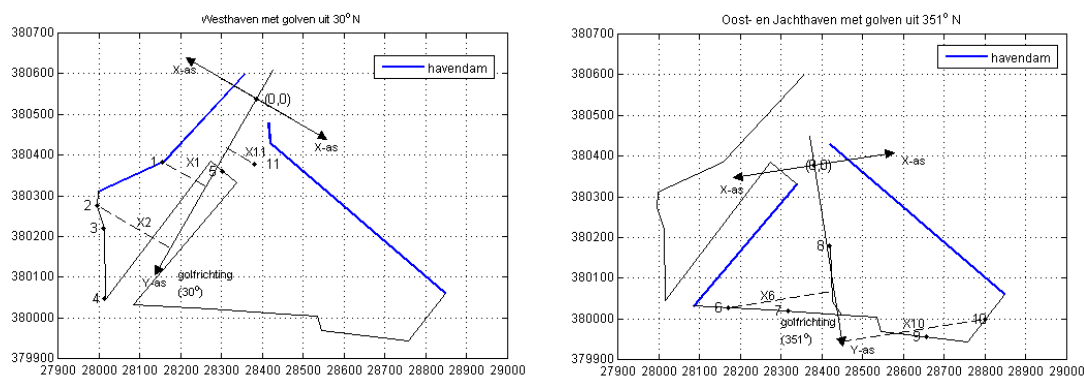
Referenties

- [1.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: *'Extra randvoorwaarden haven Breskens'*, opdracht 2005.06.05, 22 augustus 2005
- [2.] Deltares, M. Klein Breteler: *'Belastingfunctie voor keuze maatgevende golfcondities'*, 21 oktober 2009.
- [3.] Svašek Hydraulics, P. van de Rest: *'Memo Nieuwe belastingfuncties steenbekledingen'*, PvdR/09358/1573/D, 18 januari 2010
- [4.] Svašek Hydraulics, P. van de Rest.: *'Update correctiewaarden Zeeland'*, 1585/U10250/C/PvdR, 1 november 2010
- [5.] RIKZ: *'Golfbelastingen in havens en afgeschermd gebied'*, 15 februari 2004, RIKZ\2004.001.
- [6.] Ministerie van Verkeer en Waterstaat: *'Hydraulische Randvoorwaarden 2006 voor het toetsen van primaire waterkeringen'*, september 2007
- [7.] Werkgroep Kennis, A. Kamsteeg, S. Jacobse: *'Ontwerppeilen Westerschelde, uitleg over de totstandkoming van de ontwerppeilen-tabel'*, K-01-09-53, september 2001
- [8.] RIKZ: *'Gemiddelde getijkromme 1991'*, 1994.
- [9.] Coastal Engineering Research Center, Department of the Army: *'Shore Protection Manual'*, 1984
- [10.] Svašek Hydraulics, P. van de Rest: *'Memo inventarisatie problemen spreadsheet havens'*, 13 augustus 2007
- [11.] Van der Meer Consulting BV: *'Golftransmissie bij de Noorderdam en golfindringing in het Gatekanaal'*, 22 september 2008
- [12.] TAW, *'Leidraad Kunstwerken'*, mei 2003

Bijlage 1: Schematisatie bij opdeling haven

Figuur 3 geeft de schematisatie voor verschillende golfrichtingen van de Westhaven en de Oost- en Jachthaven weer. Het assenstelsel is gedefinieerd is t.o.v. het midden van de opening tussen de twee havendammen, in de richting van de golven.

- De Y-as is gedefinieerd als zijnde de as die gelijkgericht is aan de inkomende golfrichting (positief in de richting van de golf).
- De X-as staat loodrecht op de Y-as. Hierbij zijn de X-waarden altijd positief.
- De oorsprong (O) van het assenstelsel ligt in het midden van de opening tussen de twee havendammen.



Figuur 3: Schematisatie Westhaven en Oost -en Jachthaven bij een golfrichting van respectievelijk 30° en 351°

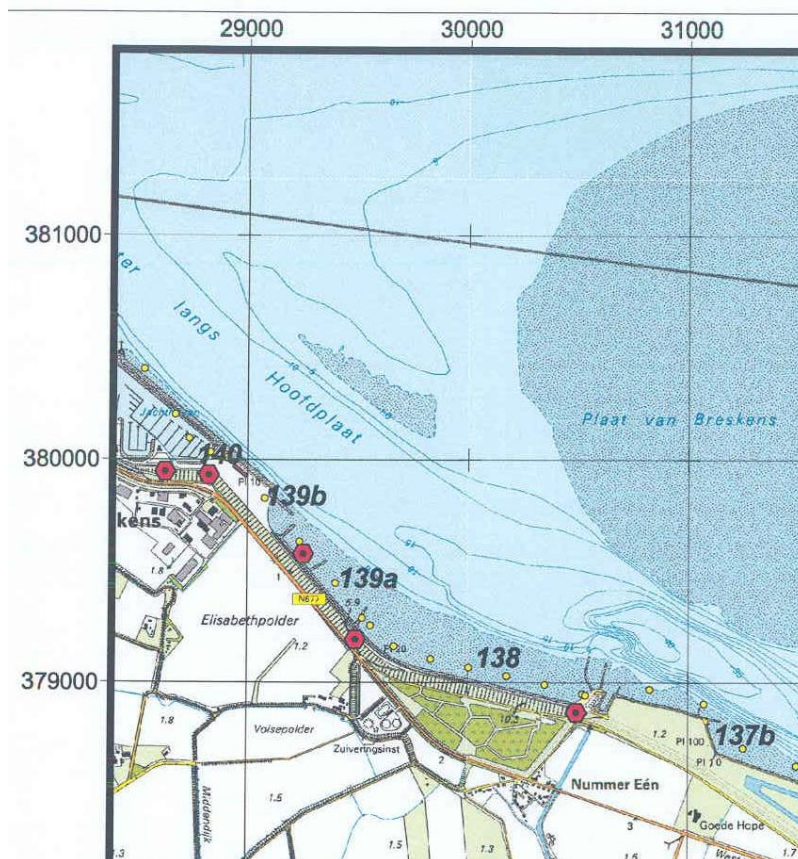
Bijlage 2: Golfcondities Hans van Kruiningenpolder, Elisabethpolder

Inleiding

In het kader van het Onderzoeksprogramma Kennisleemtes Steenbekledingen zijn recentelijk nieuwe formules ontwikkeld voor het toetsen en ontwerpen van steenzettingen [ref. 2]. Met deze nieuwe ontwerpformules zijn nieuwe belastingfuncties bepaald [ref. 3], waarmee vanaf september 2010 de maatgevende golfcondities worden bepaald. Eveneens zijn recent aangescherpte correctiefactoren bepaald [ref. 4], welke dienen ter compensatie van de door SWAN gemaakte fout. Projectbureau Zeeweringen heeft gevraagd de golfcondities voor de dijkgedeeltes ten oosten van de haven opnieuw te bepalen met behulp van de nieuwe belastingfuncties [ref. 3] en op basis van aangescherpte correctiefactoren [ref. 4].

Projectgebied en ligging randvoorwaardenvakken

Het projectgebied is weergegeven in Figuur 4, waarbij met de rode punten de grenzen van de randvoorwaardenvakken zijn aangegeven. Daarnaast zijn de dijkvakgrenzen aangegeven in Tabel 11. Het projectgebied ligt ten oosten van de jachthaven en betreft de Hans van Kruiningenpolder en de Elisabethpolder, overeenkomende met de randvoorwaardenvakken 138, 139a en 139b.



Figuur 4: Ligging randvoorwaardenvakken en dijkvakgrenzen



Dijk- vak no.	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrering (km)		Poldernaam
	van		tot		van	tot	
	x	y	x	y			
138	30492	378863	29487	379192	63,77	64,85	Hans v. Kruiningenpolder
139a	29487	379192	29250	379575	64,85	65,30	Elisabethpolder
139b	29250	379575	28821	379930	65,30	65,86	Elisabethpolder

Tabel 11: Beschouwde randvoorwaardenvakken en vakgrenzen

Maatgevende golfcondities

Voor de verschillende bekledingstypen en faalmechanismen zijn vier verschillende belastingfuncties gebruikt om de maatgevende golfcondities te bepalen. Hierdoor dient voor het ontwerp per bekledingstypen en/of faalmechanisme een afzonderlijke tabel toegepast te worden. De tabellen 12.1 t/m 12.4 tonen de maatgevende golfcondities voor de verschillende bekledingstypen en faalmechanismen. Deze golfcondities zijn bepaald op basis van de belastingfuncties uit [ref. 3].

Dijk- vak no.	Hs [m]			Tpm [s]			Waterdiepte (m)			Windrichting (°)		
	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		
	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m
138	1,35	1,93	2,30	5,66	7,28	8,11	2,9	3,4	5,4	300	300	315
139a	1,28	1,56	1,64	5,72	6,74	8,12	3,2	5,2	7,2	330	315	300
139b	1,34	1,61	1,77	6,08	6,52	7,57	3,9	5,9	7,9	300	315	315

Tabel 12.1: Maatgevende golfcondities voor (gekantelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen

Dijk- vak no.	Hs [m]			Tpm [s]			Waterdiepte (m)			Windrichting (°)		
	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		
	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m
138	1,39	1,96	2,30	5,37	6,99	8,11	2,9	3,4	5,4	330	315	315
139a	1,31	1,60	1,74	5,55	6,53	7,40	3,4	5,2	7,4	330	330	315
139b	1,45	1,65	1,77	5,37	6,24	7,57	3,9	5,9	7,9	330	330	315

Tabel 12.2: Maatgevende golfcondities voor betonzuilen

Dijk- vak no.	Hs [m]			Tpm [s]			Waterdiepte (m)			Windrichting (°)		
	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		
	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m
138	1,43	1,99	2,33	4,08	5,98	7,09	2,9	3,4	5,4	315	315	315
139a	1,33	1,62	1,77	3,75	4,91	5,60	3,4	5,4	7,4	360	330	330
139b	1,46	1,65	1,81	4,77	6,24	4,64	3,9	5,9	7,9	360	330	60

Tabel 12.3: 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
	138	1,35	1,93	2,30	5,66	7,28	8,11	2,9	3,4	5,4	300	300
139a	1,31	1,60	1,72	5,55	6,53	7,68	3,4	5,2	7,2	330	330	315
139b	1,45	1,61	1,77	5,37	6,52	7,57	3,9	5,9	7,9	330	315	315

Tabel 12.4: Maatgevende golfcondities voor losse breuksteen kreukelberm