



Polder/dijkvak: Snoodijkpolder  
Gemaakt door: Pol van de Rest Datum: 29-04-2005  
Doorkiesnummer: 0118-621442  
Onderwerp: golfrandvoorwaarden in haven Wemeldinge Kenmerk: PZDR-M-05005  
Status: definitief

## Golfreducerende werking van de havendammen bij Wemeldinge

Bepaling van de hydraulische randvoorwaarden in de haven

In de reguliere tabellen met ontwerpwaarden uit de startnotitie hydraulische randvoorwaarden van het RIKZ zijn geen golfcondities opgenomen in havenbekkens. Inmiddels is een bruikbare methodiek ontwikkeld om golven in havenbekkens te bepalen, en die is in 2004 opgenomen in het Voorschrift Toetsen op Veiligheid. Dit is het zogenaamde spreadsheet "Rekeninstrument - Golfbelasting in Havens - v2-0.xls". Met behulp van deze spreadsheet is voor de haven van Wemeldinge de maatgevende golfbelasting bepaald.

Er is dus een vertaling nodig van de hydraulische randvoorwaarden die buitengaats van de haven gegeven zijn, naar randvoorwaarden in de haven. Bij het toepassen van de methode is gebruik gemaakt van de "Hydraulische Randvoorwaarden 2001". In de methode worden slechts enkele fysische processen meegenomen, dat zijn diffractie, transmissie en lokale golfgroei door wind. Omdat een aanzienlijk aantal processen verwaarloosd is, worden eisen gesteld aan de toepassing van de rekenregels.

In het vervolg van dit document is gebruik gemaakt van het boek "Golfbelastingen in havens en afgeschermd gebied" (RIKZ/2004.001 d.d. 15 februari 2004). De stappen uit dit document zijn precies gevolgd.

### 1. Controle toepasbaarheid gedetailleerde methode

- A. De golfrandvoorwaarden buiten de haven zijn beschikbaar voor verschillende golfrichtingen (270°N t/m 60°N).
- B. De waterstand behorende bij de golfrandvoorwaarden wordt gespecificeerd in Hydraulische Randvoorwaarden 2001 (NAP +3.45 m).
- C. De betreffende havengeometrie wordt niet als complex verondersteld, omdat er geen sprake is van meervoudige transmissie of diffractie.
- D. Er treedt significante reflectie van golven in de haven op bij de aanwezigheid van bijvoorbeeld een kademuur, waarvan de kruin uitsteekt boven de beschouwde waterstand. Achter in haven is een kademuur aanwezig. Omdat deze erg smal is en achter in de haven ligt, is er geen significante reflectie in de haven te verwachten.
- E. Er treedt geen significante stroming op in de haven.  
→ METHODE TOEPASBAAR

Rijkswaterstaat Zeeland  
Projectbureau Zeeweringen  
P/a Postbus 1000, 4330 ZW Middelburg  
P/a Waterschap Zeeuwse Eilanden, Kanaalweg 1, Middelburg

Telefoon (0118) 62 1370  
Fax (0118) 62 1993

Het project Zeeweringen wordt uitgevoerd i.s.m. de Zeeuwse waterschappen



009297 2005 PZDR-M-05005

le golfGolfrandvoorwaarden haven Wemeldinge Snood

## 2. Vaststellen van relevante individuele processen

- De invloed van diffractie is van belang in de haven van Wemeldinge door de aanwezigheid van twee havendammen (zie stap 5).
- De invloed van transmissie is aanwezig als er energie over of door de havendam komt en de uitvoerpunten in de transmissie zone liggen. Het gehele dijkvak ligt buiten de transmissiezone. Bovendien is de havendam ondoorlatend en ligt de kruin op een hoogte van NAP +5 m. Hierdoor is er geen transmissie te verwachten (zie stap 6).
- De interactie diffractie-transmissie is niet van belang, omdat er geen transmissie is (stap 7). Indien één van beide processen niet relevant is wordt dit feit in de rekenmethode op een correcte wijze verwerkt.
- Aangezien de lengte van de haven (ca. 600 m) groter is dan 100 m, is lokale golfgroei van belang (stap 8).
- Er wordt gerekend als waren er geen voorland, want de lengte van het voorland is niet groter dan de diepwater golflengte ( $L_{o,p} = 1,56 * T_p^2 = 60m$ ).

## 3. Schematisatie van de haven

De volgende punten zijn van belang bij schematisatie van de haven:

- De uitvoerpunten moeten representatief zijn voor het dijkvak en de locaties waar de golfbelastingen het zwaarst zijn.
- De haven heeft de afmetingen van ongeveer 650x300 m<sup>2</sup>;
- Er worden bij de schematisatie alleen rechte lijnen gebruikt en de kruinlijn wordt gebruikt om de locatie van de waterkering aan te geven.

Voor de schematisatie van de haven van Wemeldinge en locatie van de uitvoerpunten zie figuur 1.

## 4. Hydraulische randvoorwaarden buiten de haven

Om zeker te zijn uit welke richting de maatgevende golfcondities voor de uitvoerpunten kan worden verwacht, zijn ook richtingsafhankelijke randvoorwaarden aangevraagd bij het RIKZ (kenmerk K-05-04-12/ PZDT-M-05115 ken). In tabel 1 is te zien dat de maatgevende golfcondities optreden bij windrichting 300° (aangegeven door de arcering). Voor alle geselecteerde uitvoerpunten in de haven zal gekeken worden naar hoofdrichting 300°, maar echter ook naar de windrichtingen 315° en 330°. Het ontwerppeil is NAP +3,45 m.

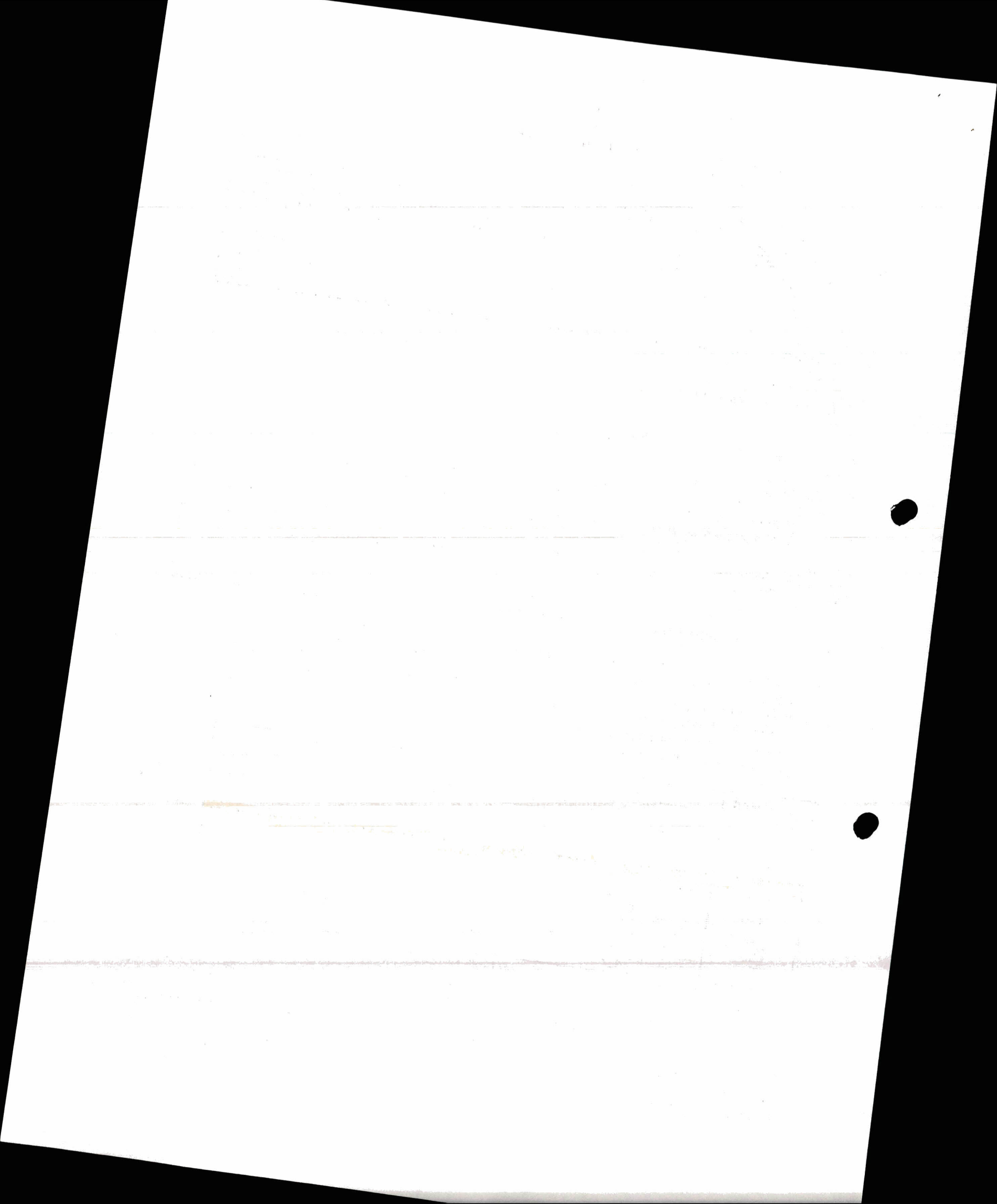
waterstand windrichting	NAP			NAP +2 m			NAP +4 m		
	Hs [m]	Tpm [s]	Dir [°]	Hs [m]	Tpm [s]	Dir [°]	Hs [m]	Tpm [s]	Dir [°]
270	1,8	5,6	309	2	5,9	310	1,95	5,95	313
285	2	5,75	313	2,25	6,1	315	2,2	6,15	316
300	2,2	5,85	318	2,4	6,1	319	2,4	6,2	320
315	2,15	5,65	324	2,4	6	325	2,35	6,05	325
330	2,05	5,4	331	2,3	5,85	331	2,2	5,85	331
360	1,8	4,9	352	2	5,3	350	1,85	5,25	347
30	1,55	4,55	28	1,65	4,75	22	1,4	4,5	20
60	1,55	4,7	63	1,65	4,8	62	1,4	4,55	63

Tabel 1: richtingsafhankelijke golfcondities op basis van uitvoerpunt 52a met correctie voor stroming en onderschatting H<sub>s</sub> en T<sub>p</sub>

## 5. Berekening bijdrage diffractie

A. Golftrandvoorwaarden buiten de haven

In tabel 2 staan de hydraulische randvoorwaarden, die benodigd zijn voor de berekening van de randvoorwaarden behorende bij de drie uitvoerpunten. De gegeven significante golfhoogte (en andere



golfcondities) in de tabel behoren bij het ontwerppeil. Echter als de significante golfhoogte bij een waterstand van NAP +2 m hoger is dan bij NAP + 4m is de golfhoogte behorende bij NAP +2 m gegeven.

Locatie	Uitvoerpunt 1			Uitvoerpunt 2			Uitvoerpunt 3		
	300	315	330	300	315	330	300	315	330
Ontwerppeil [m +NAP]	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45
$H_{s,i}$ [m]	2,4	2,4	2,3	2,4	2,4	2,3	2,4	2,4	2,3
$T_{p,i}$ [s]	6,17	6,04	5,85	6,17	6,04	5,85	6,17	6,04	5,85
Golfrichting [°N]	320	325	331	320	325	331	320	325	331
$L_{0,p}$	59,4	56,9	53,4	59,4	56,9	53,4	59,4	56,9	53,4

Tabel 2: golfcondities in de havenmond bij de windrichtingen 300°, 315° en 330°

#### B. Bepaling equivalente openingsbreedte

Bij de bepaling van de equivalente openingsbreedte is uitgegaan van:

- Haven met 2 havendammen;
- Normaallijn opening heeft een oriëntatie van 10 graden t.o.v. het noorden;
- Werkelijke openingsbreedte B is 150 m.

De equivalente openingsbreedte volgt vervolgens uit:  $B_{eq} = B \cdot \cos \beta$ , waarbij  $\beta$  de hoek is tussen de normaal van de lijn die de havendammen verbindt en de golfrichting. De equivalente openingsbreedtes behorende bij de drie gebruikte windrichtingen zijn gegeven in tabel 3.

Locatie	Uitvoerpunt 1			Uitvoerpunt 2			Uitvoerpunt 3		
	300	315	330	300	315	330	300	315	330
Golfrichting [°N]	320	325	331	320	325	331	320	325	331
$\beta$	50	45	39	50	45	39	50	45	39
$\cos \beta$	0,64	0,71	0,78	0,64	0,71	0,78	0,64	0,71	0,78
$B_{eq}$	96	106	117	96	106	117	96	106	117

Tabel 3: equivalente openingsbreedte behorende bij de windrichtingen 300°, 315° en 330°

#### C. Keuze type diffractiediagram

- 2 havendammen;
- In alle gevallen is  $B_{eq} < 5 L_{0,p}$  ( $5 L_{0,p} \approx 250-300$  m)  
 → Het diffractiediagram type 2 moet gebruikt worden.  
 → Diagram met grote richtingsverspreiding ( $S_{max} = 10$ ) wordt gebruikt, omdat golfveld wordt gedomineerd door lokaal opgewekte golven.

#### D. Locaties waar diffractiecoëfficiënten bepaald moeten worden

locatie	Uitvoerpunt 1			Uitvoerpunt 2			Uitvoerpunt 3		
	300	315	330	300	315	330	300	315	330
Aantal dammen [-]	2	2	2	2	2	2	2	2	2
$S_{max}$ [-]	10	10	10	10	10	10	10	10	10
$T_{p,i}$ [s]	6,17	6,04	5,85	6,17	6,04	5,85	6,17	6,04	5,85
$L_{0,p}$ [m]	59,4	56,9	53,4	59,4	56,9	53,4	59,4	56,9	53,4
Golfrichting [°N]	320	325	331	320	325	331	320	325	331
X [m]	155	110	55	50	10	30	30	45	60
Y [m]	505	515	510	390	395	390	120	120	110
$X/L_{0,p}$ [-]	2,61	1,93	1,03	0,84	0,18	0,56	0,51	0,79	1,12
$Y/L_{0,p}$ [-]	8,50	9,05	9,55	6,57	6,94	7,30	2,02	2,11	2,06

Tabel 4: de waarden van X, Y,  $X/L_{0,p}$  en  $Y/L_{0,p}$  voor de uitvoerpunten bij de windrichtingen 300°, 315° en 330°

### E. Berekening diffractie coëfficiënten

Gebruikmakend van tabel type 2 met  $S_{max} = 10$  en de formule

$$K_d = K_{d,kl} + ((BL - BL_{kl}) / (BL_{gr} - BL_{kl})) * (K_{d,gr} - K_{d,kl})$$

Locatie Windrichting [°]	Uitvoerpunt 1			Uitvoerpunt 2			Uitvoerpunt 3		
	300	315	330	300	315	330	300	315	330
BL [-]	1,62	1,86	2,19	1,62	1,86	2,19	1,62	1,86	2,19
BL <sub>kl</sub> [-]	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	2,0
BK <sub>gr</sub> [-]	2,0	2,0	4,0	2,0	2,0	4,0	2,0	2,0	4,0
X/L <sub>o,p</sub> [-]	2,61	1,93	1,03	0,84	0,18	0,56	0,51	0,79	1,12
Y/L <sub>o,p</sub> [-]	8,50	9,05	9,55	6,57	6,94	7,30	2,02	2,11	2,06
K <sub>d,kl</sub> [-]	0,30	0,30	0,40	0,40	0,40	0,40	0,60	0,50	0,70
K <sub>d,gr</sub> [-]	0,50	0,45	0,60	0,50	0,50	0,50	0,80	0,70	0,95
K <sub>d</sub> [-]	0,42	0,43	0,42	0,46	0,49	0,41	0,72	0,67	0,72

Tabel 5: berekening diffractie coëfficiënten voor de uitvoerpunten bij de windrichtingen 300°, 315° en 330°

### 6. Berekening bijdrage transmissie

Er is geen bijdrage van transmissie, aangezien er geen uitvoerpunten in de transmissiezone liggen (zie 2B). →  $K_t = 1$

### 7. Berekening interactie diffractie-transmissie

A. Bepaling diffractie-transmissie coëfficiënt  $K_{d,t}$

Aangezien transmissie niet van toepassing is geldt voor de diffractie-transmissie coëfficiënt dat voor alle coëfficiënten op alle uitvoerpunten  $K_{d,t} = K_d$  (zie tabel 6).

B. Bepaling bijdrage golfenergie als gevolg van diffractie en transmissie

Deze wordt op de volgende manier bepaald:  $E_{d,t} = K_{d,t}^2 * (0,25 * H_{s,in})^2$

Locatie Windrichting [°]	Uitvoerpunt 1			Uitvoerpunt 2			Uitvoerpunt 3		
	300	315	330	300	315	330	300	315	330
$K_d = K_{d,t}$ [-]	0,42	0,43	0,42	0,46	0,49	0,41	0,72	0,67	0,72
$H_{s,in}$ [m]	2,4	2,4	2,3	2,4	2,4	2,3	2,4	2,4	2,3
$E_{d,t}$ [m <sup>2</sup> ]	0,064	0,066	0,058	0,077	0,085	0,055	0,188	0,163	0,173

Tabel 6: berekening bijdrage golfenergie als gevolg van diffractie en transmissie

### 8. Berekening bijdrage lokale golfgroei

A. Bepaling strijklengte en windsnelheid

De strijklengte (F) voor de verschillende windrichtingen en de drie uitvoerpunten staan in tabel 7. De maatgevende windsnelheden  $U_{10}$  voor de drie windrichtingen staan in dezelfde tabel.

B. Bepaling door wind opgewekte golfhoogte en golfperiode

De waarden van de significante golfhoogte ( $H_{s,lg}$ ) die opwekt is door wind zijn te vinden in tabel 7.

Deze waarden zijn afgeleid met de formule van Wilson, waarvan de waarden zijn geïnterpoleerd die komen uit de tabel uit het document "Golfbelastingen in havens en afgeschermd gebieden"

C. Bepaling door wind opgewekte golfenergie

De door wind opgewekte golfenergie ( $E_{lg}$ ) is uitgerekend met de vergelijking  $E_{lg} = (0,25 * H_{s,lg})^2$  (tabel 7).

Locatie Windrichting [°]	Uitvoerpunt 1			Uitvoerpunt 2			Uitvoerpunt 3		
	300	315	330	300	315	330	300	315	330
F [m]	390	410	520	330	410	390	135	100	0
$U_{10}$ [m/s]	31	28	25	31	28	25	31	28	25
$H_{s,lg}$ [m]	0,46	0,43	0,43	0,43	0,43	0,37	0,27	0,21	0
$E_{lg}$ [m <sup>2</sup> ]	0,013	0,012	0,012	0,011	0,012	0,009	0,005	0,003	0

Tabel 7: berekening door wind opgewekte golfenergie

## 9. Vaststellen van golfbelasting vanuit alle bijdragen

De totale golfenergie wordt bepaald met:  $E_{tot} = E_{d,t} + E_{lg}$ . Hieruit volgt vervolgens de significante golfhoogte via  $H_s = 4 \sqrt{E_{tot}}$ . De bijbehorende piekperiode ( $T_p$ ) is de piekperiode buiten de haven. Voor alle waarden zie tabel 8.

Locatie Windrichting [°]	Uitvoerpunt 1			Uitvoerpunt 2			Uitvoerpunt 3		
	300	315	330	300	315	330	300	315	330
$E_{d,t}$ [m <sup>2</sup> ]	0,064	0,066	0,058	0,077	0,085	0,055	0,188	0,163	0,173
$E_{lg}$ [m <sup>2</sup> ]	0,013	0,012	0,012	0,011	0,012	0,009	0,005	0,003	0
$E_{tot}$ [m <sup>2</sup> ]	0,08	0,08	0,07	0,09	0,10	0,06	0,19	0,17	0,17
$H_s$ [m]	1,12	1,12	1,06	1,19	1,24	1,01	1,76	1,63	1,66
$T_p$ [s]	6,17	6,04	5,85	6,17	6,04	5,85	6,17	6,04	5,85

Tabel 8: berekening bijdrage totale golfenergie, bepaling significante golfhoogte en bijbehorende piekperiode

## 10. Controle op het breken van de golven op het voorland

Aangezien de lengte van het voorland niet groter is dan de diepwater golflengte ( $L_{o,p} \approx 60\text{m}$ ) kan het voorland verwaarloosd worden.

## 11. Conclusies

Op de uitvoerpunten zijn de golftrandvoorwaarden bepaald met behulp van de gedetailleerde methode, die in tabel 9 weergegeven zijn. Alle waarden zijn gecontroleerd met de spreadsheet "Rekeninstrument - Golfbelasting in Havens - v2-0.xls".

Locatie	$H_s$ in monding [m]	$T_p$ in monding [s]	$H_s$ op uitvoerpunt [m]	$T_p$ op uitvoerpunt [s]
Uitvoerpunt 1	2,4	6,17	1,12	6,17
Uitvoerpunt 2	2,4	6,17	1,24	6,17
Uitvoerpunt 3	2,4	6,17	1,76	6,17

Tabel 9: maatgevende golfcondities in de monding van de haven en gereduceerde golfcondities in de haven

Voor het ontwerp moet voor elk dijkvak de randvoorwaarden gebruikt worden volgens tabel 10. De vakken zijn aangegeven in figuur 2.

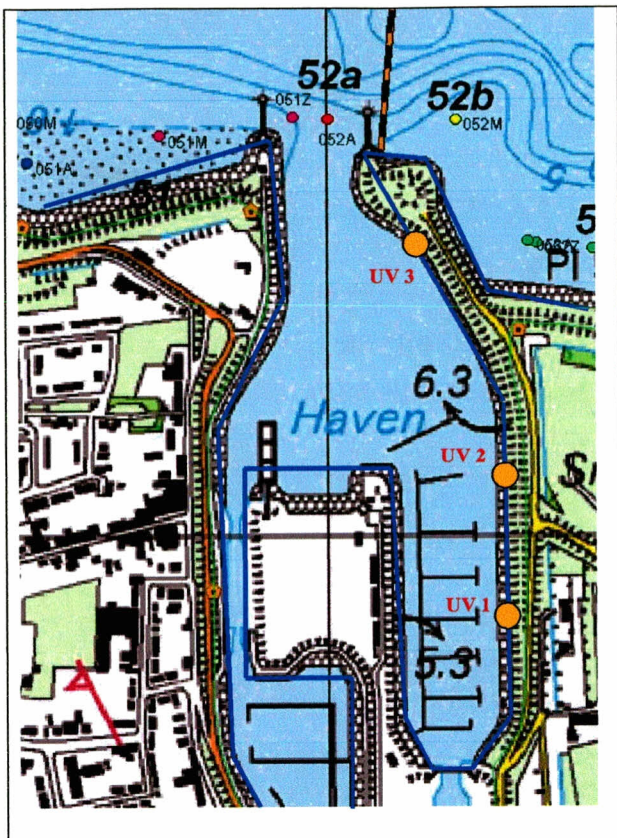
locatie	dijkvak	$H_s$ [m]	$T_p$ [s]
Kop van de havendam tot 1563.07	52a	2,4	6,17
1563.07 tot dp1564	52a1	1,76	6,17
dp1564 tot dp1565.5	52a2	1,24	6,17
dp1565.5 tot dp1568	52a3	1,12	6,17

Tabel 10: maatgevende golfcondities voor de dijkvakken 52a, 52a1, 52a2 en 52a3

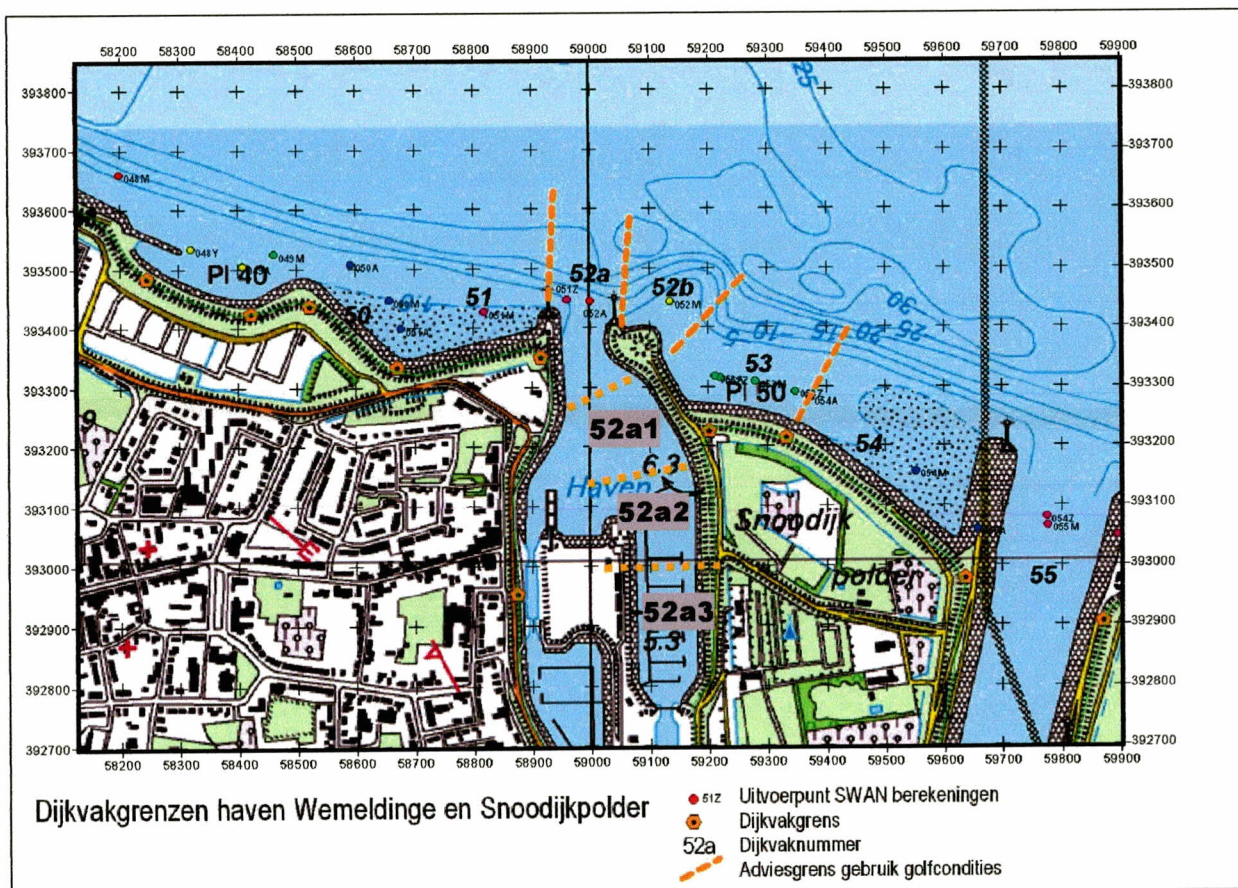
Op dezelfde wijze zijn de maatgevende golfcondities in de haven behorende bij de waterstanden NAP, NAP +2 m en NAP +4 m uitgerekend (tabel 11). Hieruit blijkt dat de maatgevende significante golfhoogte behorende bij de waterstanden NAP + 2 m, NAP +3,45 m en NAP +4 m gelijk aan elkaar zijn.

waterstand dijkvak	NAP		NAP +2 m		NAP +3,45 m		NAP +4 m	
	$H_s$ [m]	$T_p$ [s]	$H_s$ [m]	$T_p$ [s]	$H_s$ [m]	$T_p$ [s]	$H_s$ [m]	$T_p$ [s]
52a	2,2	5,85	2,4	6,1	2,4	6,17	2,4	6,2
52a1	1,61	5,85	1,76	6,1	1,76	6,17	1,76	6,2
52a2	1,13	5,85	1,24	6,1	1,24	6,17	1,24	6,2
52a3	1,04	5,85	1,12	6,1	1,12	6,17	1,12	6,2

Tabel 11: maatgevende golfcondities voor de dijkvakken 52a, 52a1, 52a2 en 52a3 voor de waterstanden NAP, NAP +2m, NAP +3,45 m (ontwerppeil) en NAP + 4m



Figuur 1: schematisatie haven



Figuur 2: toepassingsgrenzen golfcondities voor alle dijkvakken



