

Golfcondities Handelshaven en Jachthaven Breskens

Aanvulling Opdracht 2005.02.12

Definitief

SAMENVATTING

Voor het ontwerp van een nieuwe dijkbekleding van de Handelshaven en Jachthaven van Breskens zijn de golfcondities bepaald voor een aantal uitvoerpunten op de dijstukken langs de haven. Deze haven bestaat uit een Westhaven, een Oosthaven en een Jachthaven. Bij de bepaling van de golfcondities in de verschillende uitvoerpunten is gebruik gemaakt van de zogenaamde spreadsheetmethode zoals opgenomen in het Voorschrift Toetsen op Veiligheid [4]. Deze spreadsheetmethode vertaalt de golfcondities in de havenmonding naar de golfcondities bij de waterkering.

Dit rapport is een aanvulling op een eerder rapport over de randvoorwaarden in de haven van Breskens. In dit voor u liggende rapport is de oostelijke havendam een stuk lager gedimensioneerd, waardoor transmissie over deze havendam kan plaatsvinden. Bovendien is in dit advies ook gekeken welke waterstanden optreden bij bepaalde windrichtingen. Daardoor bleek dat voor NAP+6 m, deze waterstand maar bij enkele windrichtingen voor te komen.

Allereerst zijn de golfcondities in de monding van de haven van Breskens bepaald met behulp van uitvoerresultaten van SWAN die geïnterpoleerd zijn naar een locatie 20 m uit de havenmonding met een correctie voor de stroming en de onderschatting van de golfperiode.

Vervolgens is de haven van Breskens geschematiseerd zodanig dat de spreadsheetmethode kan worden toegepast. Hierbij is de haven opgedeeld in twee delen: de Westhaven en de Oost- en Jachthaven (zie Bijlage 1). Voor de Oost- en Jachthaven is onderscheid gemaakt tussen diffractie en transmissie. Bij de berekeningen zijn op de waterkering langs de Handels en Jachthaven van Breskens 10 verschillende uitvoerpunten gedefinieerd. Deze uitvoerpunten zijn karakteristieke punten van de dijkvakken. Daarna zijn de golfcondities op deze uitvoerpunten bepaald voor de windrichtingen 300°, 330°, 360°, 30° en 60° en voor de waterstanden NAP +2, +4 en +6m. Uiteindelijk is voor de golfbelasting Z1 ($=H_{sbinnen} * T_{pbinnen}$) de maatgevende windrichting per uitvoerpunt bepaald.

Tabel 0.1 geeft de maatgevende windrichtingen per waterstand en uitvoerpunt op basis van de golfbelasting Z1 weer.

Uitvoer- punt	Waterstand +2m NAP				Waterstand +4m NAP				Waterstand +6m NAP			
	H _{sbinnen} [m]	T _{pinnen} [s]	Golf richting [°]	Maatgevende windrichting [°]	H _{sbinnen} [m]	T _{pinnen} [s]	Golf richting [°]	Maatgevende windrichting [°]	H _{sbinnen} [m]	T _{pinnen} [s]	Golf richting [°]	Maatgevende windrichting [°]
1	0.8	4.3	59	60	1	4.7	59	60	0.7	7.1	351	300
2	0.6	4.3	59	60	0.8	4.7	59	60	0.3	7.1	351	300
3	0.6	4.3	59	60	0.8	4.7	59	60	0.4	7.1	351	300
4	0.6	4.8	30	30	0.8	5.1	30	30	0.4	7.1	351	300
5	0.8	4.8	30	30	1	5.8	6	360	0.9	7.1	351	300
11	0.8	6.5	351	300	1.2	7.2	351	300	1.4	7.1	351	300
6	0.3	6.5	351	300	0.8	7.2	351	300	1.5	7.1	351	300
7	0.5	6.5	351	300	0.9	7.2	351	300	1.5	7.1	351	300
8	0.6	6.5	351	300	1	7.2	351	300	1.6	7.1	351	300
9	0.5	6.5	351	300	0.9	7.2	351	300	1.5	7.1	351	300
10	0.6	6.5	351	300	1	7.2	351	300	1.6	7.1	351	300
12	0.7	6.5	351	300	1	7.2	351	300	1.6	7.1	351	300

De belangrijkste conclusies die uit de verkregen resultaten getrokken kunnen worden zijn:

- De windrichting 300° is in bijna alle cases met de Oost- en Jachthaven de maatgevende windrichting (behalve bij NAP+2m in uitvoerpunt 6). Bij deze windrichting komen de golven uit 351°. Deze richting is de meest ongunstige richting in vergelijking met de andere vier golfrichtingen. Bij deze golfrichting worden de golfhoogtes het minst gereduceerd door bijvoorbeeld havendammen.
- Transmissie geeft in de Oost- en Jachthaven een flinke verhoging bij NAP+4 m en NAP+6 m.
- Het blijkt dat de maatgevende windrichting in de Westhaven varieert. Dit komt door de combinatie van golfhoogtes op de randvoorwaarde locatie, de oriëntatie van de havendammen en de ligging de uitvoerpunten.
Bij een windrichting van 60° is de golfhoogte op de Westerschelde gering maar doordat de golven loodrecht de haven in kunnen komen kan dit toch in enkele punten de maatgevende windrichting zijn.
- Transmissie geeft in de Westhaven geen verhoging bij NAP+6 m.
- Uit de berekeningen met de Westhaven wordt dijkvak 4 (uitvoerpunt 5) bij alle drie de waterstanden het zwaarst aangevallen (bij een windrichting van 300 °).
- Uit de berekeningen met de Oost- en Jachthaven worden de dijkvakken 6 en 8 (uitvoerpunten 8 en 10) bij alle drie de waterstanden het zwaarst aangevallen (bij een windrichting van 300 °).

INHOUDSOPGAVE

	Pag.
SAMENVATTING	I
1 INTRODUCTIE	1
2 UITGANGSPUNTEN	3
3 SPREADSHEETMETHODE GOLFBELASTING IN HAVENS	4
3.1 Algemeen	4
3.2 Toepassing spreadsheetmethode Handels- en Jachthaven Breskens	4
3.3 Invoer en opzet spreadsheetmethode voor Buitenhavens Breskens	5
3.3.1 Methodiek	5
3.3.2 Batchberekening	5
3.3.3 Keuze uitvoerpunten	5
3.3.4 Haven Breskens in twee delen geschematiseerd	6
3.3.5 Manier van schematiseren	7
3.3.6 Actieve processen	9
3.3.7 Richtings spreiding	9
3.3.8 Bepalen golfrandvoorwaarden voor Westhaven en Oost- en Jachthaven	9
3.4 Resultaten spreadsheetmethode	11
3.4.1 Algemeen	11
3.4.2 Resultaten Oost- en Jachthaven	11
3.4.3 Resultaten Westhaven	13
3.4.4 Resultaten per uitvoerpunt	14
BIJLAGEN	
3.1 Schematisatie Handels- en Jachthaven Breskens	13
3.2 Invoer spreadsheet golfbelasting haven	14
3.3 Berekeningsmethodiek Diffractie en Transmissie	15
3.4 Richtingsafhankelijke waterstanden Breskens	18
3.5 Resultaten Westhaven Breskens	15
3.6 Resultaten Oost- en Jachthaven Breskens	18

1 INTRODUCTIE

Het projectbureau Zeeweringen heeft in de planning staan om volgend jaar de dijkbecliding van de Handelshaven en Jachthaven van Breskens te gaan vervangen. De Handelshaven bestaat uit een Westhaven en Oosthaven en de Jachthaven ligt ten oosten van de Handelshaven, zie Figuur 1.1.

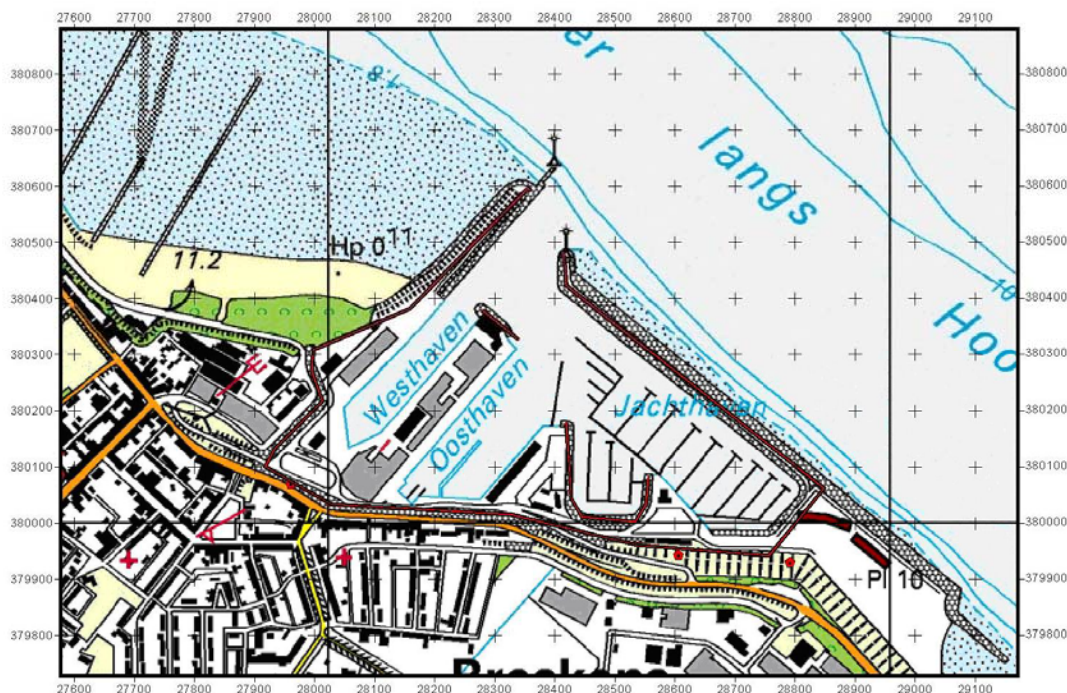


Fig 1.1: Topografie Handelshaven en Jachthaven Breskens

In de reguliere tabellen met ontwerpwaarden van 1999 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 het gehele traject van de Handelshaven en Jachthaven van Breskens de maatgevende golfbelasting voor het faalmechanisme Z1 bepaald. Daarnaast is op basis van het faalmechanisme Z1 de maatgevende windrichting bepaald.

Concreet is de vraagstelling voor deze opdracht:

- Bepaal op basis van de golfcondities buiten de haven, golfcondities bij de waterkeringen in de haven voor de windrichtingen 300°, 330°, 360°, 30° en 60°, en voor de waterstanden NAP+2, +4 en +6 meter.

Dit rapport is een aanvulling op een eerder rapport over de randvoorwaarden in de haven van Breskens. In dit voor u liggende rapport is de oostelijke havendam een stuk lager gedimensioneerd, waardoor transmissie over deze havendam kan plaatsvinden. Bovendien is in dit advies ook gekeken welke waterstanden optreden bij bepaalde windrichtingen. Daardoor bleek dat voor NAP+6 m, deze waterstand maar bij enkele windrichtingen voor te komen.

De opbouw van dit rapport is als volgt. Hoofdstuk 1 geeft een korte introductie. De uitgangspunten zijn te vinden in hoofdstuk 2. Hoofdstuk 3 behandelt de in- en uitvoer van de spreadsheetmethode.

2 UITGANGSPUNTEN

1. De golfcondities in de monding van de haven zijn bepaald met behulp van uitvoerresultaten van SWAN die geïnterpoleerd zijn naar een locatie 20 m uit de havenmonding met een correctie voor de stroming en de onderschatting van de golfperiode.
2. De golfbelasting is bepaald bij drie waterstanden (NAP+2, +4 en +6 m) en vijf windrichtingen (300°, 330°, 360°, 030° en 060°).
3. De golfrichting, die als invoer voor xls-rekeninstrument moet worden opgegeven, is voor alle drie de waterstanden gelijk verondersteld. Hiervoor is de golfrichting behorende bij de waterstand NAP +4m gehanteerd.
4. Voor de 12 uitvoerpunten zijn de maatgevende windrichting en waterstand bepaald op basis van $Z1=H_s \cdot T_{pm}$ en H_s .
5. Er zal transmissie plaatsvinden over de kade aan de westzijde van de Oosthaven.

3 SPREADSHEETMETHODE GOLFBELASTING IN HAVENS

3.1 Algemeen

De spreadsheetmethode biedt de mogelijkheid om met relatief eenvoudige rekenregels de golfbelasting binnen een haven te bepalen. De methode leidt tot golfbelastingen die veelal zwaarder zijn dan indien de condities met geavanceerde modellen zijn berekend. De methode voldoet derhalve aan het beginsel van het Voorschrift Toetsen op Veiligheid (VTV) om van een grove naar een fijne benadering toe te werken waarbij de eenvoudige benadering de meest conservatieve resultaten geeft en de geavanceerde benadering de minst conservatieve.

Bij het toepassen van de spreadsheet is gebruik gemaakt van het document "Golfbelastingen in havens en afgeschermd gebied", uitgegeven door het RIKZ (ref RIKZ\2004.001 d.d. 15 februari 2004).

3.2 Toepassing spreadsheetmethode Handels- en Jachthaven Breskens

Op basis van een aantal toetsstappen uit bovengenoemde handleiding blijkt de gedetailleerde methode niet direct toegepast te kunnen worden als de Handels- en Jachthaven van Breskens als één geheel wordt meegenomen. De haven van Breskens heeft dan een complexe geometrie. De havengeometrie wordt complex verondersteld indien er sprake is van zogenoemde meervoudige diffractie of transmissie. Van meervoudige diffractie is sprake als er meerdere punten in een haven zijn te onderscheiden waarom heen golven diffracteren.

Van meervoudige transmissie is sprake als zich langs een golfstraal meerdere constructies bevinden waarover en waardoor er golftransmissie plaatsvindt. Beide treden op als de Handels- en Jachthaven van Breskens als één geheel wordt meegenomen. Dan heeft de Haven een complexe geometrie.

Door de haven in twee delen op te splitsen en beide apart (doch gekoppeld) te berekenen is de gedetailleerde methode wel toepasbaar. Hierbij zal het eerste deel bestaan uit de Westhaven van Breskens, waar de golfcondities buiten de haven worden opgelegd.

Het tweede deel zal bestaan uit de Oost- en Jachthaven van Breskens. De golfcondities die op dit deel worden opgelegd resulteren uit de berekeningen met de Westhaven van Breskens (de bepaling van deze condities wordt beschreven in 3.3.3)

Omdat de havendam langs de Oost- en Jachthaven laag is moet hier met transmissie worden gerekend. Omdat de randvoorwaarden voor transmissie anders zijn dan voor diffractie is vervolgens in Excel de berekening voor de totale golfbelasting in de Oost- en Jachthaven uitgevoerd.

Het rechterdeel van de U-vormige primaire waterkering, die tussen $X=28400\text{m}$ en $X=28600\text{m}$ is gelegen, is bij de berekeningen weggelaten, om een complexe geometrie van het deel Oost- en Jachthaven te vermijden. Dit is een conservatieve benadering.

3.3 Invoer en opzet spreadsheetmethode voor Buitenhavens Breskens

3.3.1 Methodiek

Om de golfbelasting in de Haven van Breskens te kunnen berekenen is de volgende methodiek toegepast:

- Keuze van uitvoerpunten (par. 3.3.3)
- Opsplitsen van haven in westelijk deel en oostelijk deel om meervoudige diffractie te voorkomen (par. 3.3.4).
- Bepalen transmissie over havendammen (par. 3.3.5):
 - westelijke havendam: geen transmissie
 - oostelijke havendam: wel transmissie
 - plateau tussen havens: wel transmissie
- Bepalen golftrandvoorwaarden voor Westhaven en Oost- en Jachthaven (par. 3.3.8). Hierbij worden de golftrandvoorwaarden voor de Oost- en Jachthaven bepaald door de condities in de Westhaven zonder transmissie te bepalen.
- bepalen golfbelasting oostelijke haven met transmissie over dijk(par. 3.4.2). Hiervoor is een eigen spreadsheet programma gebruikt.
- bepalen golfbelasting westelijke haven met transmissie (par. 3.4.3). Hiervoor is een eigen spreadsheet programma gebruikt en zijn randvoorwaarden voor transmissie over het plateau gebruikt.
- Bepalen van de maatgevende golfcondities (par. 3.4.4).

3.3.2 Batchberekening

Omdat de golftrandvoorwaarden voor veel uitvoerpunten en voor veel verschillende condities (waterstanden en windrichting) bepaald moesten worden, is het aantal berekeningen groot. Het Excel rekeninstrument heeft een module waarin meerdere cases tegelijkertijd in één spreadsheet kunnen worden berekend. Deze zogenaamde batchberekening is voor de huidige opdracht toegepast. Elke 'case' (=regel in het bestand van de batchberekening) heeft betrekking op één invoerset en één uitvoerlocatie. In het totaal zijn er voor de drie waterstanden, de vijf windrichtingen, en 11 uitvoerlocaties 165 cases berekend.

3.3.3 Keuze uitvoerpunten

Langs de primaire waterkering, zijn uitvoerpunten gedefinieerd. Deze zijn zo gekozen dat het karakteristieke punten zijn. In de praktijk zal niet voor elk uitvoerpunt een andere dijkbekleding worden toegepast. Hierdoor is de waterkering opgedeeld in verschillende dijkvakken, te weten:

Dijkvak 1:	uitvoerpunt 1
Dijkvak 2:	uitvoerpunten 2 en 3
Dijkvak 3:	uitvoerpunten 3 en 4
Dijkvak 4:	uitvoerpunt 5
Dijkvak 5:	uitvoerpunten 6 en 7
Dijkvak 6:	uitvoerpunt 8
Dijkvak 7:	uitvoerpunt 9
Dijkvak 8:	uitvoerpunt 10

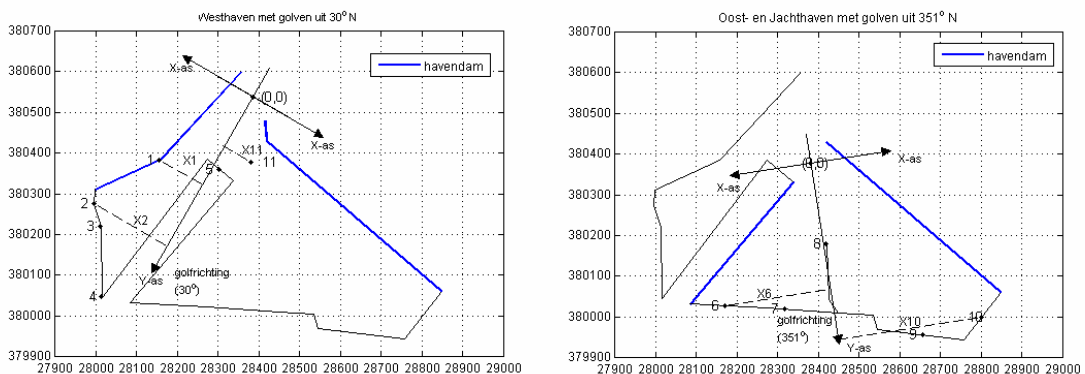
In Bijlage 3.1 zijn de uitvoerpunten, de dijkvakken en de schematisatie van de haven weergegeven.

Het vaststellen van de X en Y coördinaten van de uitvoerpunten vergt enige uitleg. Voor de diffractieberekeningen moeten de uitvoerpunten namelijk in een assenstelsel worden gegeven en deze moet dus gedefinieerd worden.

Bij de uitgevoerde berekeningen zijn berekeningen gedaan met twee havendammen. 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 3.2 geeft de schematisatie voor verschillende golfrichtingen van de Westhaven en de Oost-en Jachthaven weer.



Figuur 3.2: Schematisatie Westhaven en Oost-en Jachthaven bij een golfrichting van respectievelijk 30° en 351°.

3.3.4 Haven Breskens in twee delen geschematiseerd

De haven van Breskens is in twee delen geschematiseerd (zie paragraaf 3.2) en in aparte spreadsheets berekend. Hierbij is de Westhaven van Breskens een deel en de Oost- en Jachthaven van Breskens het tweede deel.

De golfcondities in de monding van de haven zijn bepaald met behulp van uitvoerresultaten van SWAN die geïnterpoleerd zijn naar een locatie 20 m uit de havenmonding met een correctie voor de stroming en de onderschatting van de golfperiode. Deze golfcondities zijn opgelegd als randvoorwaarden bij de berekeningen met de Westhaven van Breskens en bij de Oosthaven langs de havendam.

De golfcondities die worden opgelegd bij de berekeningen voor diffractie in de Oost- en Jachthaven van Breskens komen voort uit de berekeningen van de Westhaven van Breskens.. Uitvoerpunt 11 is zodanig gekozen dat deze in de monding van de Oost- en Jachthaven ligt. Hierdoor kan uitvoerpunt 11 als randvoorwaarde-punt voor de Oosthaven en Jachthaven beschouwd worden. De output van uitvoerpunt 11 (volgend

uit de berekeningen met de Westhaven) kan dus gebruikt worden als golfcondities voor de berekening van diffractie in de Oost- en Jachthaven.

De spreadsheetmethode berekent echter geen golfrichting op de uitvoerpunten. In uitvoerpunt 11 wordt dus geen golfrichting berekend. De golfrichting moet wel worden opgelegd voor de berekening van de Oost- en Jachthaven.

De golfrichtingen in uitvoerpunt 11 zijn als volgt geschat:

- *Windrichtingen 300° en 330°:*
Bij deze windrichtingen is zijn de golfrichtingen 351° en 355°. Bij deze golfrichtingen zal er weinig diffractie om de havendammen zijn waardoor de golfrichting tussen de havenmonding van de Westhaven en de Oost- en Jachthaven nauwelijks wijzigt. Bij deze windrichtingen is de golfrichting in het randvoorwaarde-punt voor de Westhaven daarom ook toegepast in de monding van de Oost- en Jachthaven.
- *Windrichtingen 360°, 30° en 60°:*
Bij deze windrichtingen kunnen de golfrichtingen zoals in randvoorwaarde-punt voor de Westhaven is toegepast niet in de monding van de Oost- en Jachthaven worden opgelegd. Er zal namelijk bij deze golfrichtingen veel diffractie optreden om de noordoostelijke havendam waardoor de golfrichting naar het noordwesten gedraaid wordt. De hoeveelheid diffractie om de noordoostelijke havendam zal voor deze drie windrichting verschillend zijn. De dam zal bij een golfrichting van 59° voor meer diffractie zorgen dan bij een golfrichting van 6°. Besloten is daarom om de golven met een richting van 6°, 10° te draaien, de golven met een richting van 30°, 15° te draaien en de golven met een richting van 60°, 30° te draaien

In Tabel 3.1 zijn de toegepaste wind- en golfrichtingen voor de randvoorwaarde-punten weergegeven:

Windrichting	Golfrichtingen	
	Randvoorwaarde-punt Westhaven	Monding Oost- en Jachthaven
300°	351°	351°
330°	355°	355°
360°	6°	355°
30°	30°	15°
60°	59°	30°

Tabel 3.1: Toegepaste wind – en golfrichtingen voor de randvoorwaarde-punten.

3.3.5 Manier van schematiseren

Voor alle cases is de haven geschematiseerd met twee havendammen. Hierbij speelt de (equivalente) breedte van de havenopening een rol. De opening van de haven van Breskens heeft een breedte van 143 m met een hoek van 32° t.o.v. het noorden.

Bij de cases met de Westhaven zijn de twee havendammen:

- 1) de dam aan de noordwestzijde van de gehele haven
- 2) de dam aan de noordoostzijde van de gehele haven in combinatie met de kade aan oostzijde van de Westhaven

Bij de cases met de Oost- en Jachthaven zijn de twee havendammen:

- 1) de dam aan de noordoostzijde van de gehele haven
- 2) de kade aan de oostzijde van de Westhaven

In Tabel 3.2 is de equivalente breedte van de twee opgesplitste delen van de haven van Breskens bij de verschillende windrichtingen gegeven.

Windrichting [°N]	Golfrichting [°N]	Westhaven B _{eq} [m]	Oost- en Jachthaven B _{eq} [m]
300	351	56	95
330	354	64	90
360	6	89	90
30	30	126	55
60	59	143	20

Tabel 3.2: Equivalente breedte van de havenopeningen bij verschillende windrichtingen

Type en kenmerken van de havendammen:

- De havendam aan de noordwestzijde van de haven wordt als ondoorlatend verondersteld. De kruinhoogte van deze dam ligt op +7.5m NAP.
- De havendam aan de noordoostzijde van de haven wordt als golfbrekende dam verondersteld. De kruinhoogte van deze dam ligt op +4.5m NAP.
- De kade aan de westzijde van de Oosthaven. Deze kade ligt op +2.75m NAP en is geheel bebouwd met gebouwen. Voor kades/dammen met bebouwing geldt het volgende:

Constructies op de dam welke niet ontworpen zijn voor de hier geldende ontwerpcondities, maar wel van invloed zijn op de hoogte van de kruin, mogen niet worden meegenomen bij de bepaling van de transmissie coëfficiënt. Immers, onder ontwerpomstandigheden zullen deze constructies zijn bezweken en niet meer bijdragen aan de hoogte van de kruin van de dam.

Over deze kade kan dus golftransmissie plaatsvinden, waarbij golfenergie over de kade het afgeschermd gebied kan binnendringen. De spreadsheetmethode heeft de beperking dat wanneer er sprake is van twee havendammen, de twee dammen dezelfde type dam moeten zijn en deze niet apart kunnen worden opgegeven. Gekozen is om eerst de randvoorwaarden voor de Oost- en Jachthaven te bepalen in een berekening voor de Westhaven met ondoorlatende en hoge dammen. Vervolgens de golfcondities in de Oost- en Jachthaven te berekening met diffractie en transmissie over de oostelijke havendam. Ter controle zal een berekening voor de Oost- en Jachthaven uitgevoerd worden met transmissie over de kade tussen de havens.

Uit deze berekeningen komen dan de randvoorwaarden voor de transmissie over de kade tussen de havens waarmee de uiteindelijke golfcondities in de Westhaven berekend kunnen worden.

3.3.6 Actieve processen

De volgende processen zijn geactiveerd bij de golfdoordringingsberekeningen:

- diffractie
- lokale golfgroei
- 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 is 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.

3.3.7 Richtingsspreiding

De binnendringende golfenergie is in meer of mindere mate verspreid over het richtingendomein (richtingsspreiding van golfenergie). Over het algemeen hebben lange deiningsgolven minder richtingsspreiding dan locale windzee. De aanbevolen waarden voor de spreidingsparameter S_{max} zijn 10 voor windzee en 75 voor deining. Aangezien het hier voornamelijk windzee betreft hebben wij een waarde van $S_{max}=10$ toegepast.

3.3.8 Bepalen golfrandvoorwaarden voor Westhaven en Oost- en Jachthaven

Als golfrandvoorwaarden worden de H_s , T_{pm} en de hoofdrichting van het golfveld net buiten de havenmond opgegeven. De golfcondities in de monding van de haven zijn bepaald met behulp van uitvoerresultaten van SWAN die geïnterpoleerd zijn naar een locatie 20 m uit de havenmonding. De golfhoogten zijn gecorrigeerd voor de stromingsinvloed door hierbij 0,2 m op te tellen. De golfperioden zijn gecorrigeerd voor de stromingsinvloed door hierbij 0,15 sec. op te tellen. Omdat SWAN de golfperioden onderschat is de golfperiode daarna 15 % verhoogd.

In Tabel 3.3.1 zijn deze randvoorwaarden gegeven. De golfrichting is niet gelijk voor de drie waterstanden, maar varieert met enkele graden. Voor het gemak zijn voor alle waterstanden een gelijke golfrichting toegepast, namelijk de richting die behoort bij NAP+ 4 m. De golfcondities voor de Oost- en Jachthaven volgen uit de berekeningen van de Westhaven zonder transmissie over de dijk (Uitvoerpunt 11, zie paragraaf 3.3.3). Uit de spreadsheet methode volgt niet de golfrichtingen in elk uitvoerpunt. In paragraaf 3.3.3 is aangegeven hoe de golfrichtingen voor dit punt is geschat. Voor het gemak zijn voor alle waterstanden een deze golfrichtingen toegepast. In Tabel 3.3.2 zijn de golfcondities voor de Oost- en Jachthaven gegeven.

Om vervolgens de golfcondities voor de Westhaven moet rekening gehouden worden met transmissie vanuit de Oosthaven over het plateau tussen de Oost- en Westhaven. De golfcondities voor deze transmissie volgen uit de berekeningen van de Oost- en Jachthaven (Uitvoerpunt 12). Deze zijn gepresenteerd in tabel 3.3.3.

De windsnelheden staan weergegeven in Tabel 3.3.4. Deze zijn overgenomen uit het rapport "Golfberekeningen Westerschelde 2" door Alkyon, ref A224 d.d. 15 maart 1998, en hebben betrekking op het binnengebied (oostelijk van Vlissingen-Breskens).

Golfcondities Westhaven Breskens en Westerschelde									
Wind richting	H _s [m]	T _{pm} [s]	Dir [°N]	H _s [m]	T _{pm} [s]	Dir [°N]	H _s [m]	T _{pm} [s]	Dir [°N]
	NAP+2m			NAP+4m			NAP+6m		
300°	1.48	6.5	355°	1.89	7.2	351°	2.20	7.1	346°
330°	1.46	5.6	359°	1.84	6.6	355°	2.12	6.2	351°
360°	1.37	5.2	9°	1.72	5.8	6°	1.89	6.2	2°
30°	1.23	4.8	28°	1.52	5.1	30°	1.66	5.5	32°
60°	1.19	4.3	51°	1.52	4.7	59°	1.74	5.2	67°

Tabel 3.3.1: Golfcondities Westhaven Breskens (Westerschelde).

Golfcondities diffractie Oost- en Jachthaven Breskens (Uitvoerpunt 11)									
Wind richting	H _s [m]	T _{pm} [s]	Dir [°N]	H _s [m]	T _{pm} [s]	Dir [°N]	H _s [m]	T _{pm} [s]	Dir [°N]
	NAP+2m			NAP+4m			NAP+6m		
300°	0.8	6.5	351°	1.2	7.2	351°	1.4	7.1	351°
330°	0.9	5.6	355°	1.0	6.6	355°	1.1	6.2	355°
360°	0.9	5.2	355°	1.1	5.8	355°	1.1	6.2	355°
30°	0.8	4.8	15°	1.0	5.1	15°	1.1	5.5	15°
60°	0.5	4.3	30°	0.6	4.7	30°	1.1	5.2	30°

Tabel 3.3.2: Golfcondities diffractie Oost- en Jachthaven Breskens (Uitvoerpunt 11).

Golfcondities transmissie over plateau naar Westhaven Breskens (Uitvoerpunt 12)									
Wind richting	H _s [m]	T _{pm} [s]	Dir [°N]	H _s [m]	T _{pm} [s]	Dir [°N]	H _s [m]	T _{pm} [s]	Dir [°N]
	NAP+2m			NAP+4m			NAP+6m		
300°	0.69	6.5	355°	1.04	7.2	351°	1.63	7.1	346°
330°	0.5	5.6	359°	0.87	6.6	355°	1.50	6.2	351°
360°	0.42	5.2	9°	0.81	5.8	6°	1.37	6.2	2°
30°	0.4	4.8	28°	0.70	5.1	30°	1.24	5.5	32°
60°	0.20	4.3	51°	0.59	4.7	59°	1.27	5.2	67°

Tabel 3.3.3: Golfcondities transmissie over plateau naar Westhaven Breskens (Uitvoerpunt 12)

windrichting [graden N]	windsnelheid [m/s]
300°	31
330°	25
360°	21
30°	19
60°	20

Tabel 3.3.4: Windsnelheden per windrichting.

In bijlage 3.2 is de invoer van het spreadsheetprogramma opgenomen.

3.4 Resultaten spreadsheetmethode

3.4.1 Algemeen

De berekeningsresultaten van de spreadsheet zijn de golfhoogte, golfperiode en de hoek van inval op alle uitvoerpunten. De hoek van inval blijkt altijd nul te zijn, dit komt overeen met de meest conservatieve aanname. Bij een hoek van inval groter dan nul neemt namelijk de ontwerpgolfhoogte meestal af. Daarom wordt altijd met een hoek van inval van nul gerekend.

De uitvoerparameters zijn gegeven met één cijfer achter de komma.

In bijlage 3.5 en 3.6 zijn alle resultaten te vinden, per windrichting en waterstand. In deze bijlagen zijn de waarden van de invoer, de berekende golfhoogte en golfperioden de verhouding H_{bin}/H_{bui} en de golfbelasting $Z1$ oftewel $H_s * T_{pm}$ te vinden. In bijlage 3.3 is de in en output van uitvoerpunt 11 licht gemaakt omdat dit punt alleen maar dient voor de bepaling van de golfcondities voor de berekeningen met de Oost- en Jachthaven.

3.4.2 Resultaten Oost- en Jachthaven

Om de diffractie in de Oost- en Jachthaven te bepalen zijn de golfcondities in punt 11 (tabel 3.3.2) van de Westhaven berekend en als invoer voor de Oost- en jachthaven gebruikt.

Vervolgens is met de spreadsheet de diffractie coëfficiënt K_d bepaald.

Hetzelfde is gedaan voor de Transmissie coëfficiënt K_t , voor golven die over de oostelijke dam komen. Voor deze berekeningen zijn de randvoorwaarden op de Westerschelde gebruikt (tabel 3.3.1). Omdat in de spreadsheet geen onderscheid tussen de havendammen gemaakt kan worden is aangenomen dat transmissie plaatsvindt over beide havendammen. Dit is een conservatieve aanname, waarbij gekeken moet worden naar de golfrichting.

Om de invloed van beide coëfficiënten en de randvoorwaarden voor diffractie en transmissie te bepalen is een methodiek gebruikt die beschreven is in bijlage 3.3. Hiermee kan voor elk uitvoerpunt de golfconditie bepaald worden.

De transmissie coëfficiënt is afhankelijk van de vrijboord (dijkhoogte-waterstand) en de golfhoogte. De coëfficiënt is onafhankelijk voor de ligging van de uitvoerpunten.

Voor een aantal windrichtingen is de waterstand met een kans van voorkomen van 1/4000 jaar lager dan de ontwerpwaterstand (=NAP+5,8 m). In bijlage 3.4 zijn deze waterstanden voor verschillende richtingen gepresenteerd.

Voor windrichtingen van 30° tot 180° is de waterstand die hoort bij een windsnelheid van 1/4000 jaar niet hoger dan NAP+3,62 m (bron: RIKZ, J.Jacobs). Dit komt omdat bij deze windrichtingen er nauwelijks opstuwing van water in de Westerschelde plaatsvindt. Vervolgens loopt de maatgevende waterstand op tot NAP+5,80m bij een windrichting van 300°. Bij noordenwind (360°) is de maatgevende waterstand weer NAP+4,59 m.

Omdat de maatgevende waterstand sterk varieert is besloten om voor NAP+6 m alleen de westelijke windrichtingen mee te nemen (geel gemarkeerd in bijlage 3.4). Voor NAP+4m zijn wel alle windrichtingen meegenomen.

Voor de Oosthaven heeft het meenemen van alleen westelijke windrichtingen bij NAP+6 m niet tot andere maatgevende condities geleid omdat voor alle situaties een windrichting van 300° maatgevend is. Dit komt vanwege refractie waardoor de golven met een hoek van 351° invallen.

In tabel 3.4.1 zijn de transmissiecoëfficiënten gepresenteerd

Richting	Waterstand 2 m NAP	Waterstand 4m NAP	Waterstand 6m NAP
300	0	0.38	0.66
330	0	0.37	0.67
360	0	0.37	0.69
30	0	0.36	0.72
60	0	0.36	0.71

Tabel 3.4.1: Transmissiecoëfficiënten in Oost- en Jachthaven over de oostelijke havendam

In tabel 3.4.2 zijn de resultaten van de berekening zonder en met transmissie over de havendam gepresenteerd.

uitvoerpunt	Waterstand NAP + 2m			Waterstand NAP + 2m			Waterstand NAP + 2m		
	Hs (m)	Tpm (s)	Wind richting [°]	Hs (m)	Tpm (s)	Wind richting [°]	Hs (m)	Tpm (s)	Wind richting [°]
6	0.3	6.5	300	0.8	7.2	300	1.5	7.1	300
7	0.5	6.5	300	0.9	7.2	300	1.5	7.1	300
8	0.6	6.5	300	1	7.2	300	1.6	7.1	300
9	0.5	6.5	300	0.9	7.2	300	1.5	7.1	300
10	0.6	6.5	300	1	7.2	300	1.6	7.1	300
12	0.7	6.5	300	1	7.2	300	1.6	7.1	300

Tabel 3.4.2: Golfcondities in Oost- en Jachthaven met en zonder transmissie over de oostelijke havendam

In de tabel 3.4.2 is te zien dat op NAP+2 m er geen verschillen zijn. Dit komt omdat de waterstand onder de kruin van de havendam ligt. Op NAP+4 m kan de top van de golven over de dam komen en op NAP+6 m is de transmissie over de dijk nagenoeg net zo bepalend als diffractie.

Voor alle gevallen zijn de golven voor een windrichting van 300° maatgevend. De golfrichting is dan 351°.

Transmissie kan alleen over de oostelijke havendam plaatsvinden. De aanname dat transmissie plaatsvindt over beide dammen is daarom alleen gerechtvaardigd voor alle uitvoerpunten die onder een hoek van 351o beïnvloedt worden door transmissie over de oostelijke havendam.

Dit geldt voor alle uitvoerlocaties behalve punt 6 en in minder mate punt 7 en 12. Deze punten liggen in de schaduwzone van de westelijke havendam en het plateau tussen de West- en Oosthaven. Omdat de golven in deze zone toch over een hoek van 15o kunnen uitwaaiëren wordt aanbevolen om voor deze punten toch de condities waarbij transmissie over de beide havendammen plaatsvindt, te gebruiken.

3.4.3 Resultaten Westhaven

Om de diffractie in de Westhaven te bepalen zijn de golfcondities in de monding van de Haven gebruikt (tabel 3.3.1). Vervolgens is met de spreadsheet de diffractie coëfficiënt K_d bepaald.

Hetzelfde is gedaan voor de Transmissie coëfficiënt K_t , voor golven die over het plateau tussen de Oost- en Westhaven. Voor deze berekeningen zijn de randvoorwaarden uit de Oosthaven gebruikt (punt 12, tabel 3.3.3). Omdat in de spreadsheet geen onderscheid tussen de havendammen gemaakt kan worden is aangenomen dat transmissie plaatsvindt over beide havendammen. Dit is een conservatieve aanname, waarbij gekeken moet worden naar de golfrichting. Het plateau is geschematiseerd als een breed caisson.

Om de invloed van beide coëfficiënten en de randvoorwaarden voor diffractie en transmissie te bepalen is een methodiek gebruikt die beschreven is in bijlage 3.3. Hiermee kan voor elk uitvoerpunt de golfconditie bepaald worden.

De transmissie coëfficiënt is afhankelijk van de vrijboord (dijkhoogte-waterstand) en de golfhoogte. De coëfficiënt is onafhankelijk voor de ligging van de uitvoerpunten.

In tabel 3.4.3 zijn de transmissiecoëfficiënten gepresenteerd

Richting	Waterstand 2 m NAP	Waterstand 4m NAP	Waterstand 6m NAP
300	0	0.77	0.95
330	0	0.84	0.98
360	0	0.86	0.99
30	0	0.92	1.00
60	0	0.97	1.00

Tabel 3.4.3: Transmissiecoëfficiënten in Oost- en Jachthaven over de oostelijke havendam

De coëfficiënten in tabel 3.4.3 laten zien dat transmissie over het plateau vrij grote invloed op de golven in de Westhaven hebben.

Voor een aantal windrichtingen is de waterstand met een kans van voorkomen van 1/4000 jaar lager dan de ontwerpwaterstand (=NAP+5,8 m). In bijlage 3.4 zijn deze waterstanden voor verschillende richtingen gepresenteerd.

Voor windrichtingen van 30° tot 180° is de waterstand die hoort bij een windsnelheid van 1/4000 jaar niet hoger dan NAP+3,62 m (bron: RIKZ, J.Jacobs). Dit komt omdat bij deze windrichtingen er nauwelijks opstuwing van water in de Westerschelde plaatsvindt. Vervolgens loopt de maatgevende waterstand op tot NAP+5,80m bij een windrichting van 300°. Bij noordenwind (360°) is de maatgevende waterstand weer NAP+4,59 m.

Omdat de maatgevende waterstand sterk varieert is besloten om voor NAP+6 m alleen de westelijke windrichtingen mee te nemen (geel gemarkeerd in bijlage 3.4). Voor NAP+4m zijn wel alle windrichtingen meegenomen.

In tabel 3.4.4 en 3.4.5 zijn de resultaten van de berekening zonder en met transmissie over het plateau gepresenteerd.

uitvoerpunt	Waterstand NAP + 2m			Waterstand NAP + 2m			Waterstand NAP + 2m		
	Hs (m)	Tpm (s)	Wind richting [°]	Hs (m)	Tpm (s)	Wind richting [°]	Hs (m)	Tpm (s)	Wind richting [°]
1	0.8	4.3	60	1	4.7	60	0.7	7.1	300
2	0.6	4.3	60	0.8	4.7	60	0.3	7.1	300
3	0.6	4.3	60	0.8	4.7	60	0.4	7.1	300
4	0.6	4.8	30	0.8	5.1	30	0.4	7.1	300
5	0.8	4.8	30	1	5.8	360	0.9	7.1	300
11	0.8	6.5	300	1.2	7.2	300	1.4	7.1	300

Tabel 3.4.4: Golfcondities in westhaven zonder transmissie over het plateau

uitvoerpunt	Waterstand NAP + 2m			Waterstand NAP + 2m			Waterstand NAP + 2m		
	Hs (m)	Tpm (s)	Wind richting [°]	Hs (m)	Tpm (s)	Wind richting [°]	Hs (m)	Tpm (s)	Wind richting [°]
1	0.8	4.3	60	1	4.7	60	0.7	7.1	300
2	0.6	4.3	60	0.8	4.7	60	0.3	7.1	300
3	0.6	4.3	60	0.8	4.7	60	0.4	7.1	300
4	0.6	4.8	30	0.8	5.1	30	0.4	7.1	300
5	0.8	4.8	30	1	5.8	360	0.9	7.1	300
11	0.8	6.5	300	1.2	7.2	300	1.4	7.1	300

Tabel 3.4.5: Golfcondities in westhaven met transmissie over het plateau

In de tabel 3.4.5 is te zien dat op NAP+2 m en NAP+4 m er geen verschillen zijn. Op NAP+2m is dit eenvoudig te verklaren omdat de waterstand onder het niveau van het plateau ligt. Op NAP+4 m kan de top van de golven over het plateau komen maar dan alleen bij golfrichtingen van 30° en 60°.

Hierdoor treedt in sommige gevallen door een reductie van de diffractie een lagere golfhoogte op wat fysisch niet juist is. Daarom is gesteld dat de totale belastingfunctie niet kleiner mag zijn dan de belastingfunctie voor alleen diffractie.

Doordat op NAP+6 m er geen richtingen kunnen voorkomen waarbij transmissie over de havendam plaatsvindt, zijn ook deze resultaten gelijk aan de berekening zonder transmissie. De maximale waterstanden bij windrichtingen van 30° en 60° is namelijk NAP+3,62m.

3.4.4 Resultaten per uitvoerpunt

De maatgevende windrichting en waterstand zijn bepaald, op basis van Z1 en H_s. Tabel 3.5 en 3.6 geven voor de drie waterstanden NAP +2, +4, +6m de maatgevende windrichting per uitvoerpunt weer op basis van het belastinggeval Z1.

uitvoerpunt	Waterstand NAP + 2m			Waterstand NAP + 2m			Waterstand NAP + 2m		
	Hs (m)	Tpm (s)	Wind richting [°]	Hs (m)	Tpm (s)	Wind richting [°]	Hs (m)	Tpm (s)	Wind richting [°]

1	0.8	4.3	60	1	4.7	60	0.7	7.1	300
2	0.6	4.3	60	0.8	4.7	60	0.3	7.1	300
3	0.6	4.3	60	0.8	4.7	60	0.4	7.1	300
4	0.6	4.8	30	0.8	5.1	30	0.4	7.1	300
5	0.8	4.8	30	1	5.8	360	0.9	7.1	300
11	0.8	6.5	300	1.2	7.2	300	1.4	7.1	300
6	0.3	6.5	300	0.8	7.2	300	1.5	7.1	300
7	0.5	6.5	300	0.9	7.2	300	1.5	7.1	300
8	0.6	6.5	300	1	7.2	300	1.6	7.1	300
9	0.5	6.5	300	0.9	7.2	300	1.5	7.1	300
10	0.6	6.5	300	1	7.2	300	1.6	7.1	300
12	0.7	6.5	300	1	7.2	300	1.6	7.1	300

Tabel 3.5: Maatgevende windrichting per uitvoerpunt per waterstand voor de Haven van Breskens

Tabel 3.6 geeft de maatgevende windrichtingen en de bijbehorende $H_{sbinnen}$, $T_{pbinnen}$ voor de drie waterstanden NAP +2, +4, +6m op basis van het belasting geval Z1 per dijkstuk weer.

Dijkvak	Waterstand +2m NAP					Waterstand +4m NAP					Waterstand +6m NAP				
	Uitvoerpunt	H _{sbinnen} [m]	T _{pbinnen} [s]	Max Z1 [ms]	Maatgevende windrichting [°]	Uitvoerpunt	H _{sbinnen} [m]	T _{pbinnen} [s]	Max Z1 [ms]	Maatgevende windrichting [°]	Uitvoerpunt	H _{sbinnen} [m]	T _{pbinnen} [s]	Max Z1 [ms]	Maatgevende windrichting [°]
1	1	0.8	4.3	3.44	60	1	1	4.7	4.7	60	1	0.7	7.1	4.98	300
2	3	0.6	4.3	2.58	60	3	0.8	4.7	3.76	60	3	0.4	7.1	2.85	300
3	4	0.6	4.8	2.88	30	4	0.8	5.1	4.08	30	4	0.4	7.1	2.85	300
4	5	0.8	4.8	3.84	30	5	1	5.8	5.8	360	5	0.9	7.1	6.41	300
5	7	0.5	6.5	3.25	300	7	0.9	7.2	6.48	300	7	1.5	7.1	10.65	300
6	8	0.6	6.5	3.9	300	8	1	7.2	7.2	300	8	1.6	7.1	11.36	300
7	9	0.5	6.5	3.25	300	9	0.9	7.2	6.48	300	9	1.5	7.1	10.65	300
8	10	0.6	6.5	3.9	300	10	1	7.2	7.2	300	10	1.6	7.1	11.36	300

Tabel 3.6: Maatgevende windrichting op basis van Z1 per dijkvak per waterstand voor de Handels- en Jachthaven van Breskens

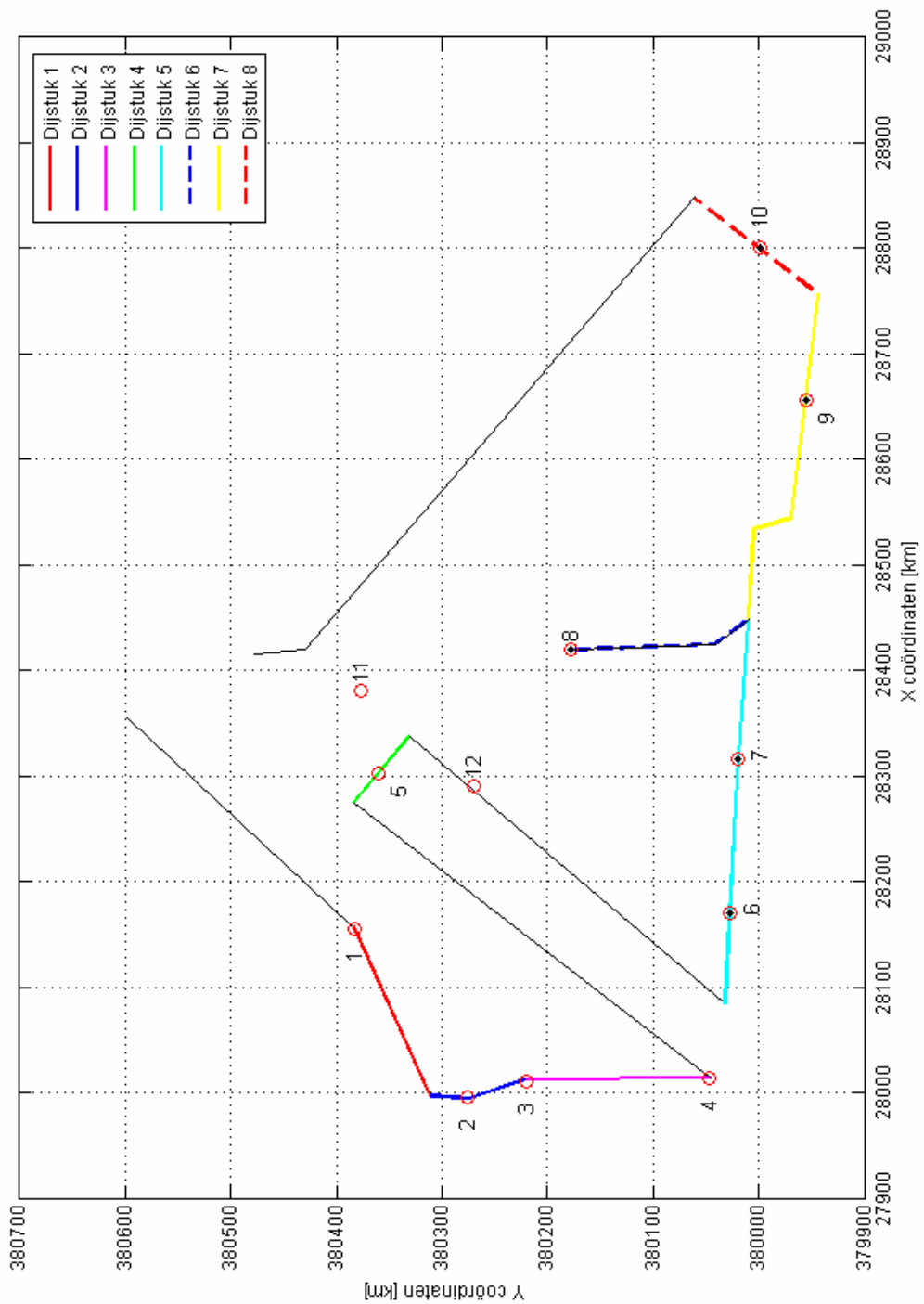
Uit de tabellen 3.5 en 3.6 kan het volgende geconcludeerd worden:

- De windrichting 300° is in bijna alle cases met de Oost- en Jachthaven de maatgevende windrichting (behalve bij NAP+2m in uitvoerpunt 6). Bij deze windrichting komen de golven uit 351°. Deze richting is de meest ongunstige richting in vergelijking met de andere vier golfrichtingen. Bij deze golfrichting worden de golfhoogten het minst gereduceerd door bijvoorbeeld havendammen.
- Transmissie geeft in de Oost- en Jachthaven een flinke verhoging bij NAP+4 m en NAP+6 m omdat de havendam maar een hoogte heeft van NAP+4,5 m en golven vanuit het westen bijdraaien door refractie
- Door de aanpassing van de golfrichting in de monding van de Oost- en Jachthaven zijn de maatgevende combinaties van golfhoogte en periode niet beïnvloed. Dit komt omdat de maatgevende golfrichting 351° (bij windrichting 300°) niet aangepast is.
- Het blijkt dat de maatgevende windrichting in de Westhaven varieert. Dit komt door de combinatie van golfhoogtes op de randvoorwaarde locatie, de oriëntatie van de havendammen en de ligging de uitvoerpunten.
Bij een windrichting van 60° is de golfhoogte op de Westerschelde gering maar doordat de golven loodrecht de haven in kunnen komen kan dit toch in enkele punten de maatgevende windrichting zijn.
- Transmissie geeft in de Westhaven geen verhoging voor NAP+6 m omdat de waterstand bij de maatgevende windrichtingen niet NAP+6 m is.

- Uit de berekeningen met de Westhaven wordt dijkvak 4 (uitvoerpunt 5) bij alle drie de waterstanden het zwaarst aangevallen (bij een windrichting van 300 °).
- Uit de berekeningen met de Oost- en Jachthaven worden de dijkvakken 6 en 8 (uitvoerpunten 8 en 10) bij alle drie de waterstanden het zwaarst aangevallen (bij een windrichting van 300 °).

Literatuur

- [1] RIKZ 2004
Golfbelastingen in havens en afgeschermd gebied
RIKZ\2004.001 , d.d. 15 februari 2004
- [2] Alkyon 1998
Golfberekeningen Westerschelde 2, A224, Maart 1998
- [3] Coastal Engineering Research Center, Department of the Army, 1984
Shore Protection Manual
- [4] Ministerie van Verkeer en Waterstaat, DWW-2004-009, januari 2004
De veiligheid van de primaire waterkeringen in Nederland. Voorschrift Toetsen op Veiligheid voor de tweede toetsronde 2001-2006 (VTV)



Bijlage 3.2

Invoer in spreadsheet golfbelasting in havens

- Checkboxes: Diffractie: WAAR
 Transmissie: ONWAAR
 Interactie: ONWAAR
 Lokale Golfgroei: WAAR
 Hoog voorland: ONWAAR

- Algemeen: H_s : Overgenomen van Tabel 3.2a & b
 T_p : Overgenomen van Tabel 3.2a & b (T_{pm})
 Dominante golfrichting: Overgenomen van Tabel 3.2a & b voor NAP+4 m
 Waterstand: Overgenomen van Tabel 3.2a & b
 Output: L_0

- Diffractie: Aantal dammen: 2 of 1
 S_{max} : 10 (alle gevallen)
 B_{eq} : opgemeten openingsbreedte tussen de havendammen bij de specifieke golfrichtingen. Bij 1 havendam is deze breedte niet van toepassing.
 X : component dwars op de golfrichting van de afstand opgemeten tussen havendam en uitvoerpunt
 Y : component in de golfrichting van de afstand opgemeten tussen havendam en uitvoerpunt
 Output: B/L , Diagram, X/L , Y/L , K_d

- Transmissie: n.v.t.

- Golfgroei: F : opgemeten afstand tegengesteld aan de windrichting tussen uitvoerpunt en snijpunt met een havendam of kade.
 U_{10} : windsnelheid overgenomen van Tabel 3.3
 Output: $F_{dimensieloos}$, H_{s-1g} , E_{1g}

- Hoog voorland: n.v.t.

- Berekeningsresultaten:* *golfhoogte, golfperiode*

Bijlage 3.3

Methodiek om diffractie en transmissie op te tellen

De golfrandvoorwaarden worden met behulp van de volgende formules berekend (uit Handleiding Golfbelastingen in havens en afgeschermd gebied).

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

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

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

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

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)

Deze formules zijn in een Excel-spreadsheet gezet en ter controle is voor een bestaand scenario de golfhoogten in de uitvoerpunten bepaald. Hierbij werd geen afwijking geconstateerd met de uitkomsten van het programma Golfbelasting in havens en afgeschermd gebied.

Om de golfenergie bij een verschillende golfrandvoorwaarden in de havenmond en langs de havendam te berekenen is aangehouden:

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

Omdat hierin twee verschillende golfhoogten wordt gebruikt kan dit niet met het programma Golfbelasting in havens en afgeschermd gebied berekend worden. In de Excel-spreadsheet kan dit wel.

De bovenstaande formulering is gebruikt om de volgende situaties door te rekenen:

haven	Diffractie	Transmissie
Oost- en Jachthaven	Conditie in punt 11	Over havendam met rvw Westerschelde
Oost- en Jachthaven	Conditie in punt 11	Over plateau met rvw Westhaven
Westhaven	Rvw Westerschelde	Over plateau met rvw Oosthaven

In principe kan transmissie in de oostelijke haven alleen optreden bij een golfrichting van 360° tot 60°. Omdat echter de golfrichting bij een windrichting van 300° al 351° is, is besloten voor alle golfrichtingen transmissie mee te nemen.

Bijlage 3.4:

Richtingsafhankelijk waterstanden haven Breskens (afk. RIKZ)

richting [°N]	Breskens kwantielwaarden	
	HW-stand [m. t.o.v. NAP]	factor t.o.v. maxima
omni	5.8	
30	3.62	0.62
60	3.62	0.62
90	3.62	0.62
120	3.62	0.62
150	3.62	0.62
180	3.62	0.62
210	4.08	0.70
240	4.62	0.80
270	5.34	0.92
285	5.57	0.96
300	5.80	1.00
315	5.75	0.99
330	5.70	0.98
360	4.59	0.79

Bijlage 3.5:

Resultaten Westhaven Breskens

punt	windr	golfr	waterstand NAP+2 m			waterstand NAP+4 m			waterstand NAP+6 m		
			hs	tpm	Z1	hs	tpm	Z1	hs	tpm	Z1
1	300	351	0.3	6.5	1.91	0.0	7.2	0.07	0.7	7.1	4.70
2	300	351	0.2	6.5	1.43	0.0	7.2	0.07	0.3	7.1	2.35
3	300	351	0.2	6.5	1.43	0.0	7.2	0.07	0.4	7.1	3.13
4	300	351	0.3	6.5	1.91	0.0	7.2	0.07	0.4	7.1	3.13
5	300	351	0.6	6.5	3.82	0.0	7.2	0.07	0.9	7.1	6.27
11	300	351	0.8	6.5	5.19	0.3	7.2	2.25	1.4	7.1	9.66
1	330	355	0.3	5.6	1.89	0.0	6.6	0.07	0.4	6.2	2.76
2	330	355	0.2	5.6	1.24	0.0	6.6	0.07	0.3	6.2	1.97
3	330	355	0.2	5.6	1.32	0.0	6.6	0.07	0.3	6.2	1.97
4	330	355	0.3	5.6	1.89	0.0	6.6	0.07	0.4	6.2	2.76
5	330	355	0.7	5.6	3.74	0.2	6.6	1.39	0.9	6.2	5.54
11	330	355	0.9	5.6	4.82	0.3	6.6	1.64	1.1	6.2	6.87
1	360	6	0.4	5.2	2.19	0.0	5.8	0.06	-	-	-
2	360	6	0.4	5.2	2.12	0.0	5.8	0.06	-	-	-
3	360	6	0.5	5.2	2.33	0.2	5.8	0.90	-	-	-
4	360	6	0.5	5.2	2.57	0.3	5.8	1.52	-	-	-
5	360	6	0.7	5.2	3.77	0.2	5.8	1.25	-	-	-
11	360	6	0.9	5.2	4.43	0.2	5.8	1.20	-	-	-
1	30	30	0.7	4.8	3.28	0.7	5.1	3.65	-	-	-
2	30	30	0.5	4.8	2.28	0.7	5.1	3.57	-	-	-
3	30	30	0.5	4.8	2.37	0.7	5.1	3.64	-	-	-
4	30	30	0.6	4.8	2.70	0.8	5.1	3.94	-	-	-
5	30	30	0.8	4.8	3.98	0.8	5.1	3.98	-	-	-
11	30	30	0.8	4.8	3.91	0.8	5.1	3.92	-	-	-
1	60	59	0.8	4.3	3.38	0.7	4.7	3.08	-	-	-
2	60	59	0.6	4.3	2.67	0.7	4.7	3.18	-	-	-
3	60	59	0.6	4.3	2.54	0.7	4.7	3.05	-	-	-
4	60	59	0.5	4.3	2.17	0.6	4.7	2.75	-	-	-
5	60	59	0.7	4.3	2.99	0.6	4.7	2.97	-	-	-
11	60	59	0.5	4.3	2.38	0.6	4.7	2.76	-	-	-

Bijlage 3.6:

Resultaten Oost- en Jachthaven Breskens

punt	windr	golfr	waterstand NAP+2 m			waterstand NAP+4 m			waterstand NAP+6 m		
			hs	tpm	Z1	hs	tpm	Z1	hs	tpm	Z1
6	300	351	0.3	6.5	2.23	0.8	7.2	5.89	1.5	7.1	10.64
7	300	351	0.5	6.5	3.15	0.9	7.2	6.56	1.5	7.1	10.99
8	300	351	0.6	6.5	3.67	1.0	7.2	6.99	1.6	7.1	11.25
9	300	351	0.5	6.5	3.11	0.9	7.2	6.39	1.5	7.1	10.90
10	300	351	0.6	6.5	4.02	1.0	7.2	6.96	1.6	7.1	11.15
12	300	351	0.7	6.5	4.49	1.0	7.2	7.46	1.6	7.1	11.55
6	330	355	0.3	5.6	1.81	0.8	6.6	5.09	1.4	6.2	8.98
7	330	355	0.4	5.6	2.47	0.8	6.6	5.54	1.5	6.2	9.13
8	330	355	0.6	5.6	3.21	0.9	6.6	5.92	1.5	6.2	9.31
9	330	355	0.6	5.6	3.08	0.9	6.6	5.71	1.5	6.2	9.31
10	330	355	0.4	5.6	2.29	0.8	6.6	5.19	1.5	6.2	9.05
12	330	355	0.5	5.6	2.98	0.9	6.6	5.73	1.5	6.2	9.31
6	360	355	0.3	5.2	1.70	0.7	5.8	4.30	-	-	-
7	360	355	0.5	5.2	2.78	0.8	5.8	4.56	-	-	-
8	360	355	0.6	5.2	3.14	0.9	5.8	5.09	-	-	-
9	360	355	0.4	5.2	2.01	0.8	5.8	4.54	-	-	-
10	360	355	0.3	5.2	1.33	0.7	5.8	4.12	-	-	-
12	360	355	0.4	5.2	2.16	0.8	5.8	4.71	-	-	-
6	30	15	0.4	4.8	1.87	0.7	5.1	3.49	-	-	-
7	30	15	0.4	4.8	2.05	0.7	5.1	3.66	-	-	-
8	30	15	0.4	4.8	1.97	0.7	5.1	3.61	-	-	-
9	30	15	0.3	4.8	1.22	0.6	5.1	3.07	-	-	-
10	30	15	0.1	4.8	0.51	0.6	5.1	2.83	-	-	-
12	30	15	0.4	4.8	1.73	0.7	5.1	3.56	-	-	-
6	60	30	0.4	4.3	1.68	0.7	4.7	3.18	-	-	-
7	60	30	0.3	4.3	1.45	0.6	4.7	3.03	-	-	-
8	60	30	0.2	4.3	1.02	0.6	4.7	2.86	-	-	-
9	60	30	0.2	4.3	0.98	0.6	4.7	2.77	-	-	-
10	60	30	0.1	4.3	0.22	0.5	4.7	2.57	-	-	-
12	60	30	0.2	4.3	0.86	0.6	4.7	2.76	-	-	-